

Mitteilungen
des Badischen Landesvereins für
Naturkunde und Naturschutz e.V.

Freiburg i. Br.

Neue Folge
BAND XVII
Heft 1–4, 1998–2001

Schriftleitung: HELGE KÖRNER

Freiburg i. Br. 2001
Selbstverlag des Vereins

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	Neue Folge Band XVII	1–4	1 – 988	2001	Freiburg im Breisgau 12. Juli 2001
--	-------------------------	-----	---------	------	---------------------------------------

INHALT

Abhandlungen	Seite
I. Geowissenschaften	
FERGUSON, D.K.: Die Kreide/Tertiär Wende – neue Erkenntnisse zur Ursache von Florenveränderungen	853
KÄSS, W.: Die Bahlinger Mineralquelle	1
II. Botanik	
ALBRECHT, H.: Vergesellschaftung, Standorteigenschaften und Populationsökologie von Arten der Klasse Isoëto-Nanojuncetea auf Ackerflächen	403
BERGMEIER, E. & RAUS, T.: Verbreitung und Einnischung von Arten der Isoëto-Nanojuncetea in Griechenland	463
BERNHARD, K.-G.: Die Bedeutung der Diasporenbank für die langfristige Erhaltung von Isoëto-Nanojuncetea-Gesellschaften	275
BOGENRIEDER, A. (Fotografie: H. & K. RASBACH): Schwarzwald und Vogesen – ein vegetationskundlicher Vergleich	745
CHABBI, A.: <i>Juncus bulbosus</i> as a pioneer species in acidic lignite mining lakes: Source of inorganic carbon assimilation and phosphorus uptake kinetics	293
DIENST, M. & STRANG, I.: Zum Zustand des Deschampsietum rhenanae am Bodensee	389
HAISS, A. & BUCHWALD, R.: Limnologische und vegetationskundliche Untersuchungen von Grundwasserbächen der südlichen Oberrheinebene.– II. Die Lutter bei Benfeld (Elsaß)	85
HERMS, U.: Unterschiedliche Verteilungen von Isoëto-Nanojuncetea- und Littorelletea-Arten an ökologisch differenzierten Sekundärgewässertypen im Raum Osnabrück	381
HOBOHM, C. & PETERSEN, J.: Zur Artenvielfalt von Zwergbinsengesellschaften	303
HÜGIN, G. & HÜGIN, H.: Botanische Neufunde und Wiederfunde aus Baden- Württemberg und dem Elsaß - mit Bemerkungen zur Nachweisdauer einiger seltener Ruderal- und Segetalpflanzen	107
JANSEN, J. & MENEZES DE SEQUEIRA, M.: The vegetation of shallow waters and seasonally inundated habitats (Littorelletea and Isoëto-Nanojuncetea) in the higher parts of the Serra da Estrela, Portugal	449
LÜTH, M.: Revision des Moosherbars Dr. Winter	651
NEZADAL, W.: Isoëto-Nanojuncetea-Arten als Bestandteil von Ackerunkraut- gesellschaften in Nordbayern und auf der Iberischen Halbinsel	419
PETERSEN, J.: Littorelletea- und Isoëto-Nanojuncetea-Gesellschaften der niederländischen, deutschen und dänischen Inseln des Wattenmeeres	355
PIETSCH, W.: Zum Keimverhalten ausgewählter Arten mitteleuropäischer Zwergbinsengesellschaften	261
POPIELA, A.: Communities and species of Isoëto-Nanojuncetea in Poland – syntaxonomic classification, distribution and current state of research	369

POREMSKI, S.: Dynamik und Diversität von Sickerfluren auf tropischen Inselbergen	497
POSCHLOD, P., BÖHRINGER, J., FENNEL, S., PRUME, C. & TIEKÖTTER, A.: Aspekte der Biologie und Ökologie von Arten der Zwergbinsenfluren	219
RAMBACH, P. & BUCHWALD, R.: Limnologische und vegetationskundliche Untersuchungen von Grundwasserbächen der südlichen Oberrheinebene. – I. Riedkanal bei Wasenweiler (Freiburger Bucht, Südbaden)	59
RUDNER, M., DEIL, U. & GALÁN DE MERA, A.: Zwergbinsengesellschaften im Südwesten der Iberischen Halbinsel. Standörtliche Einnischung und floristische Differenzierung	427
SCHMID, J. & BOGENRIEDER, A.: Spirken-Moorwälder im Schwarzwald. Das Steerenmoos bei Faulenfürst (Gemeinde Schluchsee)	29
SPECK, O.: Vergleichende morphologisch-anatomische Untersuchungen zur Sukkulenz bei ausgewählten Kakteenkeimlingen	843
SPECK, Th. & ROWE, N.P.: Die Wuchsform „Liane“ – strukturelle Voraussetzungen für eine erfolgreiche Einnischung als Kletterpflanze	875
TÄUBER, T.: Vegetationsökologische und populationsbiologische Untersuchungen an niedersächsischen Zwergbinsengesellschaften – Mit einem Beitrag zur Gliederung der Isoëto-Nanojuncetea Deutschlands	337
TRAIER, C., REIDELSTÜTZ, P. & SPECK, TH.: Biomechanische, anatomische und morphologische Untersuchungen verschiedener Wuchsformtypen der Gattung <i>Lonicera</i> L.	123
ÜNAL, A.: Zum Stand der Erforschung von Zwergbinsengesellschaften in Sibirien	481
URBAN, K.: Plastizität bei Pflanzenarten der Heideweiher	309
VAHLE, H.-C.: Die Optimierung des eigenen Standortes durch das Isoëto-Lobelietum	281
VOGEL, A.: Das Überleben von <i>Corrigiola litoralis</i> , <i>Illecebrum verticillatum</i> und <i>Herniaria glabra</i> (Illecebraceae) auf Industriebrachen und an Talsperrenufern in Nordrhein-Westfalen	323
WILMANS, O.: Farbcharakteristika der Vegetation des Schwarzwaldes – mit einem vergleichenden Blick auf die Schwäbische Alb	793

III. Zoologie

BRINKMANN, R. & KRETZSCHMAR, F.: Beobachtungen schwärmender Fledermäuse in der Wutachschlucht – mit einem Erstnachweis der Großen Bartfledermaus <i>Myotis brandti</i> (Eversmann, 1845) für Südbaden	195
EICHSTAEDT, K. & REY, P.: Saugwürmlarven in unseren Badeseen – zum Problem der Badedermatitis	643
HOCHHARDT, W. & OSTERMANN, R.: Die Laufkäferbesiedlung eines Edelkastanien-Niederwaldes im Mittleren Schwarzwald (Ödsbach/Oberkirch)	137
HOHLFELD, F., LOCH, R. & TURNI, H.: Wirbeltiere aus Bodenfallen in sieben Waldgebieten Baden-Württembergs	187
KÖRNER, H., BAUER, G. & HEITZ, A.: Die Flußperlmuschel im Schwarzwald? . . .	181

KÜBLER, J.: Zur Habitatnutzung und Brutbiologie des Kiebitzes (<i>Vanellus vanellus</i> L.) in einem Brutgebiet am Oberrhein	631
LANG, K.: Die Bachmuschel <i>Unio crassus</i> (Philipsson, 1788) im Kinzigtal: Bestandssituation, Fortpflanzungsbiologie und Wanderverhalten	541
LIESER, M., FLENDER, A., SCHERER, B. & SCHONHARDT, H.: Zum Populations- rückgang des Auerhuhns (<i>Tetrao urogallus</i>) im östlichen Schwarzwald	619
LOCH, R.: Weberknechte (Arachnida, Opiliones) in gebannten und bewirtschafteten Wäldern Baden-Württembergs	555
REY, P.: Die Rückkehr der Lachse in die Schweiz	609
REY, P., KÜRY, D., WEBER, B. & ORTLEPP, J.: Neozoen im Hochrhein und im südlichen Oberrhein	509
TREIBER, R.: Verbreitung und Ökologie der Hummeln (Hymenoptera: Apidae) im Landkreis Freudenstadt (Baden-Württemberg)	155
TSCHORSNIG, H.-P. & DOCZKAL, D.: Raupenfliegen (Diptera: Tachinidae) vom Flugplatz Söllingen bei Baden-Baden	599
ZAHNER-MEIKE, E.: Gefährdung der großen Süßwassermuscheln durch den Bisam (<i>Ondatra zibethicus</i>)	525
ZISSLER, D.: Die Entdeckungsgeschichte des Generationswechsels der Tiere	951

IV. Naturschutz und Landschaftspflege

KOBEL-LAMPARSKI, A., LAMPARSKI, F. & GACK, C.: Zur Notwendigkeit von Pflegeeingriffen auf südexponierten Sukzessionsböschungen im Kaiserstuhl	575
KOBEL-LAMPARSKI, A. & LAMPARSKI, F.: Förderung von Ameisen durch den Verzicht auf Bodenbearbeitung im Reb Gelände des Kaiserstuhls	589
MATTERN, H.: Landschaftspflege und Botanischer Artenschutz	827
VOLK, H.: Die Auwälder am Oberrhein – Beiträge für eine neue Naturschutzbewertung	9
VON DEN DRIESCH, M. & LOBIN, W.: Botanische Gärten und ihre Rolle im Naturschutz	895

V. Kulturgeschichte, Biographisches

OBHOF, U.: Oberforstmeister Joseph Freiherr von Laßberg (1770 – 1855)	903
SPECK, TH.: Dieter Vogellehner – Gartendirektor, Hochschullehrer und erfolgreicher Wissenschaftler	711
VOGELLEHNER, D.: Dreieinhalb Jahrzehnte Forschung, Lehre, Botanischer Garten – ein Rückblick	717
– Anhang: Schriftenverzeichnis und betreute wissenschaftliche Arbeiten	733
WAGNER, E.-M.: „Viticella wilder zytwan“ – Betrachtungen zu <i>Bryonia</i> L. und <i>Tamus communis</i> L. in Bildern des Mittelalters und der frühen Neuzeit	919

Kurze Mitteilungen

- LOCH, R.: Neue Funde von *Ischyropsalus hellwigi* Panzer (Opiliones, Ischyropsalidae) in Baden-Württemberg 675
- LÜTH, M. & WOLF, W.: Neufund von *Euonymus latifolius* (L.) Mill. und *Rosa abietina* Gren. im Schwarzwald 669
- TREIBER, R.: Steinschotter als Habitat der Waldgrille (*Nemobius sylvestris* Bosc. 1792) 203
- TREIBER, R.: Ausbreitung der Lauschschrecke (*Mecostethus alliaceus* Germar, 1817) im bayerischen Bodenseebecken 666
- TREIBER, R. & REINEKE, D.: Großes Vorkommen der Echten Mondraute (*Botrychium lunaria*) am Hohenstoffeln 663
- TRÖGER, E.-J.: *Chrysoperla lucasina* (Lacroix 1912) – Schwesterart der „Gemeinen Florfliege“ *Chrysoperla carnea* (Stephens 1836) – in Süddeutschland (Neuroptera, Chrysopidae) 679

Bücher- und Zeitschriftenschau 205, 683, 967

Nachruf

Hansjosef Maus, 1936 – 2001 981

Vereinsnachrichten

- Mitgliederversammlung für das Jahr 1996 213
- Mitgliederversammlung für das Jahr 1997 697
- Mitgliederversammlung für das Jahr 1998 702
- Mitgliederversammlung für das Jahr 1999 983
- „Empfänger unbekannt verzogen“ 218, 708
- Hinweise für Autoren 709

Mitteilungen
des Badischen Landesvereins für
Naturkunde und Naturschutz e.V.

Freiburg i. Br.

N.F. Band 17, Heft 1

Schriftleitung: HELGE KÖRNER

Freiburg i. Br. 1998

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	1	1-218	1998	Freiburg im Breisgau 22. Mai 1998
--	---------	---	-------	------	--------------------------------------

Die Drucklegung dieses Heftes wurde gefördert
durch Mittel aus dem Prof.-FRIEDR.-KIEFER-Fonds des BLNN.

Herstellung: Systemdruck+Verlags-GmbH, Grünstraße 13, D-79232 March-Hugstetten

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Übersetzungen, Nachdruck, Vervielfältigung auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege sowie Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from the publisher.

© Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.
Gerberau 32, D-79098 Freiburg i.Br.

ISSN 0067-2858

INHALT

Abhandlungen

KÄSS, W.: Die Bahlinger Mineralquelle	1
VOLK, H.: Die Auewälder am Oberrhein – Beiträge für eine neue Naturschutzbewertung	9
SCHMID, J. & BOGENRIEDER, A.: Spirken-Moorwälder im Schwarzwald. Das Steerenmoos bei Faulenfürst (Gemeinde Schluchsee)	29
RAMBACH, P. & BUCHWALD, R.: Limnologische und vegetations- kundliche Untersuchungen von Grundwasserbächen der südlichen Oberrheinebene. – I. Riedkanal bei Wasenweiler (Freiburger Bucht, Südbaden)	59
HAISS, A. & BUCHWALD, R.: Limnologische und vegetationskundliche Untersuchungen von Grundwasserbächen der südlichen Oberrheinebene. – II. Die Lutter bei Benfeld (Elsaß)	85
HÜGIN, G. & HÜGIN, H.: Botanische Neufunde und Wiederfunde aus Baden-Württemberg und dem Elsaß – mit Bemerkungen zur Nachweisdauer einiger seltener Ruderal- und Segetalpflanzen.	107
TRAISSER, C., REIDELSTÜRZ, P. & SPECK, T.: Biomechanische, anatomische und morphologische Untersuchungen verschiedener Wuchsform- typen der Gattung <i>Lonicera</i> L.	123
HOCHHARDT, W. & OSTERMANN, R.: Die Laufkäferbesiedlung eines Edelkastanien-Niederwaldes im Mittleren Schwarzwald (Ödsbach/Oberkirch)	137
TREIBER, R.: Verbreitung und Ökologie der Hummeln (Hymenoptera: Apidae) im Landkreis Freudenstadt (Baden-Württemberg).	155
KÖRNER, H., BAUER, G. & HEITZ, A.: Die Flußperlmuschel im Schwarzwald?.	181
HOHLFELD, F., LOCH, R. & TURNI, H.: Wirbeltiere aus Bodenfallen in sieben Waldgebieten Baden-Württembergs	187
BRINKMANN, R. & KRETZSCHMAR, F.: Beobachtungen schwärmender Fledermäuse in der Wutachschlucht – mit einem Erstnachweis der Großen Bartfledermaus <i>Myotis brandti</i> (Eversmann, 1845) für Südbaden	195
Kurze Mitteilungen	
TREIBER, R.: Steinschotter als Habitat der Waldgrille (<i>Nemobius sylvestris</i> Bosc. 1792)	203
Bücher- und Zeitschriftenschau	205
Vereinsnachrichten	
Mitgliederversammlung für das Jahr 1996	213
„Empfänger unbekannt verzogen“	218

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	1	1-7	1998	Freiburg im Breisgau 22. Mai 1998
--	---------	---	-----	------	--------------------------------------

Die Bahlinger Mineralquelle

von

WERNER KÄSS, Umkirch*

Einleitung

Mit diesem Mineralwasservorkommen ist nicht der Silberbrunnen beim gleichnamigen Gasthof an der Straße nach Schelingen gemeint, sondern eine Quelle etwa 1,5 km nordöstlich Ortsmitte Bahlingen am Kaiserstuhl.

Im Raum Riegel-Bahlingen a.K. wurden 1938/1940 von der Barbara Erzbergbau AG mehrere Untersuchungsbohrungen auf Eisenerz abgeteuft (SCHREINER 1959). Die Bohrung „Riegel 4“ erreichte eine Endteufe von 189,1 m (Abb. 1). Die meisten Unterlagen sind durch Kriegseinwirkung verloren gegangen. Daher kennt man weder ein detailliertes Schichtprofil noch einen Hinweis, ob das Bohrziel, nämlich Eisenerzlager im Dogger beta zu erschließen, erreicht worden ist. In einigen Bohrungen weiter nordwestlich, im Riegeler Raum, wurden solche Lager allerdings nachgewiesen.

Von der Bahlinger Bohrung sind lediglich folgende Tatsachen bekannt:

Bearbeiter: GEISLER, Barbara Erzbergbau

Bohrzeit: 1940

Lage: Rechtswert 34 06 640, Hochwert: 53 33 440

Ansatzhöhe: 180,5 m ü.NN.

Gestein: bei 120 m: Phonolith

bei der Endteufe 189,1 m: Phonolith.

Weiterhin ist durch die Aussage von Dr. Geisler bekannt, daß Wasser im Bohrloch angetroffen wurde, das er als „kalter mineralisierter Sauerling“ bezeichnete. Das Chemische Untersuchungsamt der Stadt Freiburg bestätigte diese Aussage durch eine Wasseranalyse.

Die Neubohrung 1974

Die Befunde vom Jahr 1940 waren Anlaß, die Erzbohrung 4 wieder aufzuwältigen. Im Frühjahr 1974 beschloß der Gemeinderat Bahlingen, diesen Versuch zu wagen. Unter der Obhut von K. SAUER wurde von der Gemeinde an derselben Stelle eine weitere Bohrung durchgeführt (SCHREINER 1977). Das Bohrprofil (Abb. 2) wurde von O. WENDT und A. SCHREINER (Geologie), W. OHMERT (Paläontologie) und H. MAUS (Petrographie) bearbeitet. Die Bohrung durchteufte zunächst 1 m anmoorige Bodenbildung und kam dann in ein 15,6 m mächtiges Kieslager. Die Untersuchung der dort befindlichen Gerölle zeigte, daß sie aus dem Alpenraum

* Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. WERNER KÄSS, Mühlematten 5, D-79224 Umkirch

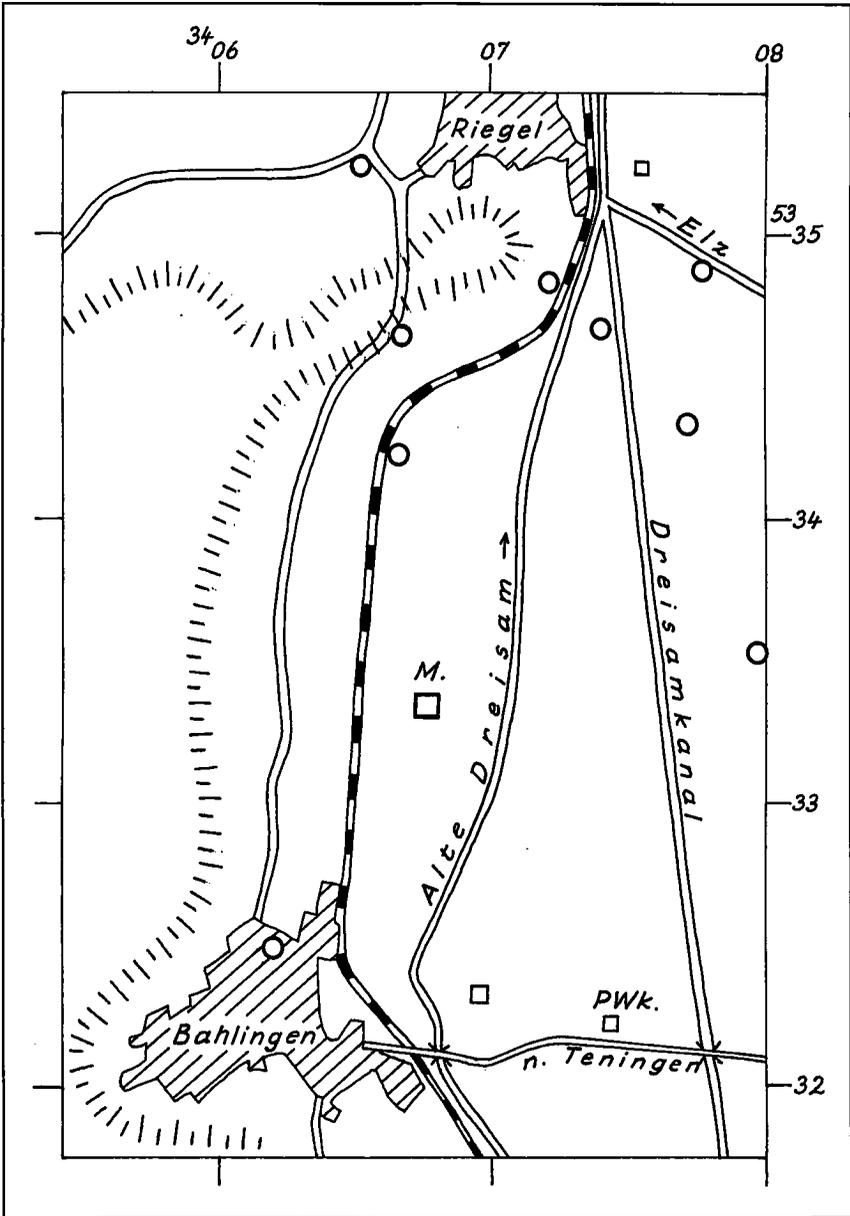


Abb. 1: Plan des Gebiets zwischen Bahlingen a.K. und Riegel.

M.: Bahlinger Mineralquelle,

□ : Versorgungsbrunnen,

○ : Grundwassermessstellen.

Abstand der angerissenen Koordinaten: 1 km.

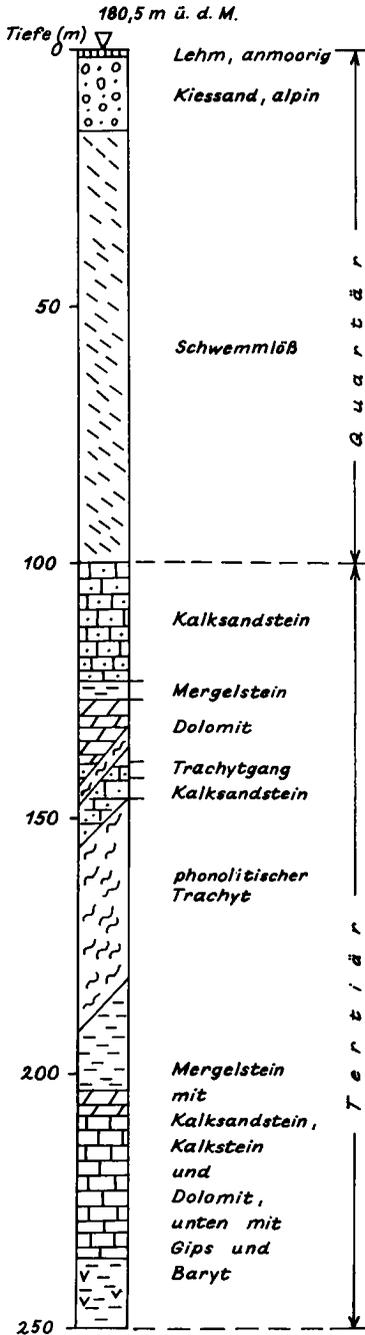


Abb. 2: Schichtenprofil der Bahlinger Mineralbohrung 1974 (nach SCHREINER 1977).

stammen. Dies beweist, daß der Rhein ehemals östlich vom Kaiserstuhl seinen Weg nach Norden nahm. In einer Bohrung im Gewann Berschig, 3 km östlich Bahlingen, wurden bis 8 m Tiefe alpine, darunter Schwarzwaldgerölle gefunden. Die zeitliche Einordnung, wann der Ostrhein floß, läßt sich aus Holzresten ableiten, die im Rohrleitungsgraben für die Abwasser-Entsorgung Breisgau gefunden wurden. Mit Hilfe der Radiokarbonmethode konnte eine Altersstufung vorgenommen werden. Demnach ist etwa vor 25 000 Jahren der Durchbruch erfolgt und dauerte bis rd. 10 000 v. Chr. (SCHREINER 1977). Auf keinen Fall gab es in historischer Zeit einen Kaiserstuhl-Ostrhein. Unter dem Kies folgt mächtiger Schwemmlöß. Dieses Material ist vom Ostabhang des Kaiserstuhls abgespült und im Vorland abgelagert worden, bevor der Ostrhein sich hier seinen Weg bahnte.

Bei 100,4 m erreichte die Bohrung die Tertiärformation mit ganz unterschiedlicher Ausbildung. Das Tertiär ist bei der Endteufe von 250 m noch nicht durchörtert worden. Diese Formation setzt sich aus Kalk- und Kalksandsteinen, aus Dolomit und Mergelstein zusammen. An zwei Stellen durchqueren vulkanische Gänge aus Trachyt das Bohrprofil. Im unteren Teil kommt erzführender Kalkstein mit Bleiglanz und Kupferkies vor. Zuunterst fanden sich Einlagerungen von Gips und Baryt.

Das Mineralwasser

Nachdem die Bohrung die vorgesehene Teufe von 200 m erreicht hatte, stand der Wasserspiegel 16 m unter der Geländehöhe. Ein Pumpversuch vom 5. bis 9. November 1974 mit einer Förderleistung von 3 l/s senkte den Wasserspiegel auf 75 m ab. Das geförderte Wasser hatte eine Temperatur von 19,2°C. Mit 550 mg/l Freier Kohlensäure und einem Feststoffinhalt von 3786 mg/l war das geförderte Wasser als $\text{Ca-NaSO}_4\text{-HCO}_3$ -Mineralwasser deklarierbar.

Diese Befunde ermutigten die Verantwortlichen zu einer Vertiefung des Bohrlochs

von 200 auf 250 m. Nach der Vertiefung wurde ein weiterer Pumpversuch vom 20. bis 24. November 1974 durchgeführt. Diesmal konnte eine Dauerförderung von 10 l/s bei einer Absenkung von 11 auf 28 m erzielt werden. Die Vertiefung war erfolgreich: Es wurde ein Ca-Na-SO₄-HCO₃-Cl-Thermalsäuerling mit 1837 mg/l Freier Kohlensäure, 5045 mg/l Feststoffinhalt mit einer Temperatur von 22,5° C erschlossen. Weiterhin war zu vermerken, daß sich nach dem 2. Pumpversuch auch der Ruhewasserspiegel im Bohrloch bis auf 1,75 m unter Gelände anhub. Das Bohrloch wurde bis 106 m mit Rohren von 244 mm Innendurchmesser verrohrt, da das zufließende Wasser mit Sicherheit aus dem Tertiär stammen mußte.

Die Fa. Prakla-Seismos/Hannover stellte am 19. Februar 1976 auf der Bohrlochsole eine Temperatur von 24,4° C fest. Dies entspricht einer geothermischen Tiefenstufe von 6,2 K/100 m oder 16,2 m/K.

Ein 3-wöchiger Pumpversuch im November/Dezember 1977 zeigte bei einer Steigerung von 3 bis 10 l/s keine merkliche Änderung in der Wasserbeschaffenheit. Die Absenkung stabilisierte sich bei 41 m unter Gelände. Erstaunlicherweise stellte sich nach diesem Pumpversuch ein freier Überlauf aus dem Bohrloch ein. Außerdem stieg der Feststoffinhalt auf 5362 mg/l an, ohne seinen Typ zu ändern (Tabelle 1).

Die Beschaffenheit des Bahlinger Thermalsäuerlings

Der Thermalsäuerling wurde im Mai 1975 vom „Institut für Balneologie und Klimaphysiologie“ an der Universität Freiburg aus medizinischer Sicht begutachtet. Im Gutachten wurde festgestellt, daß das Wasser in seiner Zusammensetzung mit den Vorkommen von Bad Krozingen und Bad Cannstatt vergleichbar ist. Solche Wässer würden bei Trinkkuren günstige Wirkungen auf die Leber-, Gallen- und



Abb. 3: Auslaufbecken der Bahlinger Mineralquelle (Foto: W. Käss, 18.12.1997).

Tabelle 1: Wasseranalyse vom 28. November 1988, ausgeführt vom Geologischen Landesamt Baden-Württemberg.

Wassertemperatur (°C)	17,2		
LF (20°C)	4370		
Schüttung (l/s)	0,15 (frei auslaufend)		
pH-Wert	5,8		
	mg/l	mval/l	mval-%
Kationen:			
Lithium (Li ⁺)	12,16	1,75	2,19
Natrium (Na ⁺)	600	26,10	33,52
Kalium (K ⁺)	93	2,38	3,06
Rubidium (Rb ⁺)	0,95	0,01	0,01
Cäsium (Cs ⁺)	0,21	0,00	0,00
Ammonium (NH ₄ ⁺)	11,15	0,62	0,80
Magnesium (Mg ²⁺)	88,16	7,25	9,31
Calcium (Ca ²⁺)	782,6	39,05	50,16
Strontium (Sr ²⁺)	9,48	0,22	0,27
Eisen-II (Fe ²⁺)	70,2	2,43	3,12
Mangan (Mn ²⁺)	0,69	0,02	0,03
Kationensumme	1668,60	79,83	100,00
Anionen:			
Fluorid (F ⁻)	1,77	0,09	0,12
Chlorid (Cl ⁻)	609,7	17,20	22,73
Nitrit (NO ₂ ⁻)	0,01	0,00	0,00
Nitrat (NO ₃ ⁻)	18,7	0,30	0,40
Hydrogenkarbonat (HCO ₃ ⁻)	1217	19,95	26,38
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	1828	38,06	50,32
Hydrogenphosphat (HPO ₄ ²⁻)	0,79	0,02	0,02
Hydrogenarsenat (HAsO ₄ ²⁻)	1,23	0,02	0,03
Anionensumme	3677,20	75,64	100,00
m-Kieselsäure (H ₂ SiO ₃)	15,8		
Feststoffsumme	5361,60		
Sauerstoff (O ₂)	1,2		
	(Sättigung: 12%)		
Freies Kohlendioxid (CO ₂)	1144		
Schwefelwasserstoff (H ₂ S)	0,11		
	(Bestimmung: 12. Jan.1976)		
Lösungsinhalt	6506,91		

Sr-, Li-, Rb-, Cs
Bestimmung am
18. Dez. 1997

Typ: Fluoridhaltiger Ca-Na-SO₄-HCO₃-Cl-Thermalsäuerling

Darmfunktionen ausüben. Zu Badekuren müßte die Temperatur allerdings erhöht werden. Als Bad sollte sich das Bahlinger Wasser vor allem wegen seines Gehalts an Kohlensäure positiv auf Herz und Kreislauf auswirken.

Das Wasser der neuerschlossenen Mineralquelle wurde von der Bevölkerung gern getrunken. Dies auch aus anderen Gründen, denn die Gemeinde ließ einen geschmackvollen Brunnenbau errichten (Abb. 3); darüber hinaus ist das Wasser auf Grund seiner Zusammensetzung ein erfrischendes Getränk.

Wie Tabelle 1 zeigt, und was auch aus späteren Analysen ersichtlich ist, enthält das Wasser einen nachweisbaren Arsen- und einen erhöhten Fluoridgehalt.

Kann man das Wasser trinken?

Mehrere Untersuchungen ergaben Arsengehalte zwischen 0,66 und 1,1 mg/l. In der Trinkwasserverordnung (TWVO 1990) ist für Arsen ein Grenzwert von 0,01 mg/l festgelegt. Auch für Fluorid wird der Grenzwert von 1,5 mg/l geringfügig überschritten. Ferner werden nach der gleichen Verordnung die Richtwerte für eine Reihe weiterer Wasserinhaltsstoffe überschritten. Aus diesen Gründen haben die wasserwirtschaftlichen und Gesundheitsbehörden die Schließung des Bahlinger Brunnens angeordnet.

Nun muß dazu folgendes angemerkt werden: Die Trinkwasserverordnung hat nur für Trinkwasser-Versorgungsanlagen und für Lebensmittelbetriebe Gültigkeit. Dies bedeutet, daß die dort festgelegten Grenzwerte für eine lebenslange Aufnahme bestimmt sind. Es gibt in Deutschland zahlreiche öffentlich zugängliche Mineraltrinkbrunnen, die der TWVO nicht entsprechen. Beispiele sind der berühmte Wiesbadener Kochbrunnen mit 0,21 mg/l und die Inselquelle in Stuttgart-Berg mit 0,145 mg/l Arsen. Diese, wie auch andere öffentliche Trinkbrunnen sind nicht geschlossen, sondern mit Hinweisschildern versehen worden, daß das ausfließende Wasser nicht der Trinkwasserverordnung entspricht. Auch die Gemeindeverwaltung Bahlingen wollte zwecks Offenhaltung des Mineralbrunnens einen derartigen Hinweis anbringen. Dies wurde leider auch nicht erlaubt.

Die in der TWVO erwähnten Richtwerte sind nicht bindend. Sie kommen nur in Frage, wenn Störungen im System des Versorgungsbetriebs, z.B. durch Rost- oder Kalkausfällungen zu erwarten sind. Außerdem treten sie außer Kraft, wenn sie geogen bedingt sind. Letzteres ist beim Bahlinger Mineralbrunnen der Fall.

In diesem Themenkreis muß noch angemerkt werden, daß für Trinkwässer, die z.B. aus Notversorgungsbrunnen nicht ständig einverleibt werden, andere Grenzwerte festgelegt sind. Bei einer täglichen Einnahme von 2,5 l sind für 1 Tag 2,5 mg/l, für 1 Woche 0,5 mg/l Arsen als Grenzwert vorgeschrieben (WasSV 1970).

Zur Herkunft des Bahlinger Mineralwassers

Bei den Überlegungen zur Mineralwassergenese müssen drei Merkmale berücksichtigt werden: Temperatur, Zusammensetzung und Ergiebigkeit.

Zunächst ist die ungewöhnlich niedrige geothermische Tiefenstufe von nur 16,2 m je Temperaturanstieg um jeweils $1^{\circ}\text{C} = 1 \text{ K}$ (Kelvin) zu erwähnen. Zusammen mit der Ergiebigkeit von 10 l/s kann man folgern, daß das Wasser unter großem hydrostatischen Druck nur aus dem nahen Kaiserstuhl stammen kann. Wie sollte sonst das Bohrloch auch überquellen. Bei der Wasserbeschaffenheit hat der vorwal-

tende Anteil Calcium und Sulfat ein Äquivalentverhältnis von nahezu 1:1. Der Wanderweg kann für diese beiden Ionen nicht sehr weit sein, sonst hätte ein merklicher Ionenumtausch stattgefunden. Naheliegend ist die Gipsauflösung aus den erbohrten Schichten zwischen 236 und 250 m, bei denen es sich wahrscheinlich um die tertiären Lymnänenmergel handelt.

Die Frage, wie es zu dem Arsengehalt kommt, ist durch die niedrige Sauerstoffsättigung von 12 % zu beantworten. Reduzierbare Elemente werden bei O₂-Sättigungen unter 50 % in eine niedrigere Wertigkeitsstufe überführt. So kommt es, daß neben dem dreiwertigen Arsen in Form von Hydrogenarsenit auch zweiwertiges Eisen und zweiwertiges Mangan deutlich nachweisbar gelöst vorliegen. Bei Luftzutritt fallen alsbald Eisen und Mangan als unlösliche Oxydhydrate aus. Gleichzeitig binden diese Oxyhydratschlämme das Arsen in fünfwertiger oxidiert Form.

Die in der Bohrung nachgewiesenen Kupfererzspuren können zumindest teilweise als Arsenlieferanten dienen. Alle Vulkanite beherbergen Grundwässer, die erhöhten Fluoridgehalt aufweisen. Nachdem in der Bohrung zwei steilstehende Trachytgänge angeschnitten worden sind, ist der erhöhte Fluoridgehalt sicher von dort herzuleiten.

Schrifttum

- SCHREINER, A. (1959): VI. Bohrungen. In: Erläuterungen zur Geologischen Exkursionskarte des Kaiserstuhls 1:25 000, S. 109–119, Geologisches Landesamt Baden-Württemberg (Hrsg.), Freiburg i. Br.
- (1977): Bohrungen. In: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Freiburg und Umgebung 1:50 000, S. 277–319, Geologisches Landesamt Baden-Württemberg (Hrsg.), Freiburg i. Br.
- TWVO (1990): Verordnung über Trinkwasser und Wasser für Lebensmittelbetriebe. – BGBl I, S. 2613–2629, Bonn.
- WasSV (1970): Erste Wassersicherstellungsverordnung vom 31. März 1970. – BGBl I: 357, Bonn.

(Am 16. Januar 1998 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	1	9–28	1998	Freiburg im Breisgau 22. Mai 1998
--	---------	---	------	------	--------------------------------------

Die Auewälder am Oberrhein – Beiträge für eine neue Naturschutzbewertung –

VON

HELMUT VOLK, Freiburg i.Br. *

Kurzfassung: Es werden bisher gültige Thesen der Naturschutzforschung für die Auewälder am Oberrhein untersucht, die zur Begründung des Schutzes und der Entwicklungsziele für Auewaldschutzgebiete herangezogen werden. Es wird geprüft, ob die bisher angenommenen naturnahen Zustände von Natur und Landschaft noch vor der Rheinkorrektur im Zeitraum von 1700 bis 1850 vorhanden waren oder nicht. Die Auewaldareale des 18. und 19. Jahrhunderts am Oberrhein waren größer als die heutige Waldfläche. Sie repräsentierten aber keine Naturlandschaft mehr. Es gab in dieser Zeit keine natürlichen, vom Menschen unbeeinflussten Waldgesellschaften mehr. Seit etwa 500 Jahren bezog sich der menschliche Einfluß insbesondere auf Saat und Pflanzung von Eiche, Weide, Hainbuche, Pappeln, Ulmen und Erle, außerdem auf Schonung von Eiche, Buche, Wildobstbäumen und Ulme sowie umgekehrt auf die Verdrängung von Ahorn, Esche und Erle. Die Struktur früherer Waldareale ist nicht vergleichbar mit derjenigen heutiger geschlossener Wälder. Die übernutzten und ausgeplünderten Waldareale der Rheininseln, der randlichen Galerie des Wildstroms und der heutigen Altaue werden nach Waldtypen und Fläche beschrieben (Abb. 3, 4). Die heutigen alten rheinnahen Auewälder entstanden großenteils durch Pflanzung und Saat im künstlich verlandeten, durch die Korrektur vom neuen Rhein abgetrennten, ehemaligen Flußbett des Wildstromes (Abb. 2). Schon vor der Rheinkorrektur gab es im rheinfernen Teil der Oberrheinaue Waldtypen, die bisher unbekannt waren und nicht als auetypisch galten: Eichen-Buchen-Hainbuchenwälder und Buchen-Eichen-Hainbuchenwälder (Abb. 3). Für die Einschätzung des heute als naturnah zu bezeichnenden Baumartenspektrums und der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation in der Oberrheinaue sind diese neuen Befunde bedeutsam.

Summary: The riparian forests of the Upper Rhine - Contributions for a new evaluation of nature protection. - Presently accepted theories of nature protection research for riparian forests on the Upper Rhine will be examined. These theories have been used as the basis for the protection of and for developmental goals for the riparian forest protected areas. The assumption that near natural conditions existed for nature and landscape prior to the modification of the Rhine from 1700 to 1850 will be examined for validity. The area of riparian forests of the Upper Rhine during the 18th and 19th centuries was larger than the present area. This area, however, was not a wilderness. There were no natural forest communities; all were influenced by human beings. For about the last 500 years humans have influenced these forests, in particular, by seeding and planting oak, willow, common hornbeam, poplar, elm and alder. In addition there was a one-sided protection of oak, beech, wild fruit trees and elm. On the other hand maple, ash and alder were suppressed. The structure of previous forest areas is not comparable with the structure of today's closed forests. The overused and plundered forest areas of the Rhine islands, of the bands of forest on the river edge near the main current, and of the present old river plains will be described according to forest type and area (Fig. 3, 4). The present old riparian forests, which are near the Rhine, were mainly established by seeding and planting of parts of the previous riverbed. The use of the previous riverbed was made possible by the modification of the Rhine which separated portions of this riverbed from the main current and turned it into usable land (Fig. 2). Even before the modification of the Rhine there were forest types – distant from the Rhine – on the Upper Rhine river plains that were not previously known and are not yet accepted as typical for the river plains: Oak-beech-common -forest and beech-oak-common horn-

* Anschrift des Verfassers: Dr. H. VOLK, Abteilung Landespflege der Forstl. Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Wonnhaldestr. 4, D-79100 Freiburg

beam-forests (Fig. 3). These findings are important for the assessment of the present tree species spectrum, which is considered to be ecologically adapted, on the Upper Rhine river plains. They are also important for the assessment of the present potential for ecologically adapted vegetation on the Upper Rhine river plains.

Beurteilung der Auewälder am Oberrhein durch Naturschutzplanungen

Die Rheinaue von Basel bis Mannheim hat im Vergleich zu anderen Naturräumen in Baden-Württemberg den höchsten Anteil an Naturschutzgebieten und Waldschutzgebieten. Nicht nur in diesen Schutzgebieten, auch außerhalb, werden großräumig Naturschutzziele verfolgt. Neuere Planungen der Naturschutzverwaltung im Zusammenhang mit dem Integrierten Rheinprogramm (ILN 1995; MU 1988a, b, c; MUV 1996) oder dem deutsch-französischen Konzept für ein Schutzgebiet Südlicher Oberrhein nach der Konvention von Ramsar stecken dazu den Rahmen ab. Die Naturschutzziele für die Auewälder und die Wälder der Altaue werden teilweise aus Ergebnissen der Aueforschung abgeleitet, die neu bewertet werden sollten. Zu den Ergebnissen und Annahmen, die nach neuerer Forschung neu beurteilt werden können, gehören vor allem fünf Thesen:

1. Vor der Rheinkorrektur gab es ausgedehnte Wälder in der Rheinaue. Diese Wälder waren alt und sie repräsentierten die Naturlandschaft (CARBIENER 1974, 1992; DISTER 1980, 1988; GERKEN 1988; HÜGIN 1962, 1981; MUSALL 1969).
2. Die Inseln im unkorrigierten Flußbett des Rheins und die randliche Galerie des Rheins trugen alte Wälder, insbesondere auch Eichen-Ulmenwälder (DILLMANN & CARBIENER 1992; DILGER & SPÄTH 1984, 1988; DISTER 1980; DOUARD & CARBIENER 1992; HÜGIN 1962; WWF 1989, 1990).
3. Forstwirtschaft wirkte sich nachteilig auf diese urwaldähnlichen Wälder aus. Sie zerstörte den Naturwald und ersetzte ihn durch Pappel-, Eschen- und Ahorn-Forste (z.B. DILGER & SPÄTH 1984; HÜGIN 1981; KUTTER & SPÄTH 1993; SCHNITZLER 1994; SPÄTH 1995).
4. Ahorn und Buche gehören nicht, die Esche nur bedingt, zu den natürlichen Baumarten der Rheinaue. Natürlich sind in der Aue vor allem Eiche und Ulme, Weide, autochthone Pappeln und Aspen (CARBIENER 1992; DILGER & SPÄTH 1984; DISTER 1980; ELLENBERG 1963, 1982; TRAUTMANN & LOHMEYER 1960).
5. Der Komplex des Eichen-Ulmenwaldes würde unter natürlichen Bedingungen der unkorrigierten Aue ca. 80% der Vegetationsgesellschaften in der geologischen Rheinaue einnehmen (CARBIENER 1974, HÜGIN 1981). Die Endstufe der Sukzessionsentwicklung im Rheinauewald ist grundsätzlich der Eichen-Ulmenwald (SCHNITZLER 1995).

Die Begründungen für den großflächigen Schutz von Auewäldern stützen sich mehr oder weniger stark auf diese fünf Thesen. Neuere Forschungen über die Auewälder am Oberrhein von Basel bis Mannheim führen zu dem Ergebnis, daß einige dieser Leitvorstellungen der Naturschutzbewertung eingeschränkt und manche verändert werden sollten. Dies gilt etwa für die Vorstellung, die Wälder der Rheinaue hätten vor der Rheinkorrektur die Naturlandschaft repräsentiert. Die Natürlichkeit oder Naturnähe der Baumarten kann neu bewertet werden. Die Rolle der Forstwirtschaft in der Rheinaue war nicht nur verändernd oder, wie einige Naturschutzquellen urteilen, sogar zerstörend. Mindestens im gleichen Umfang war sie aufbauend, biotopbegründend und auf den Biotoperhalt ausgerichtet.

Ökologische Grundlagen und Begriffe

Die Flußauen haben starke ökologische Änderungen erfahren. Die Veränderungen setzten in der Rheinaue schon vor der Korrektur ein. Dazu gehörten die Entwässerungsmaßnahmen in der Aue und die Dammbauten zum Schutz der Siedlungen. Bei der Korrektur des Rheins im 19. Jahrhundert griff man auf weiten Strecken auf jene Dämme zurück, die im 18. Jahrhundert bereits landseits des Rheins im Galeriebereich errichtet wurden. Abb. 1 zeigt Vorläuferdämme, die im Zuge der Rheinkorrektur verstärkt wurden. Sie werden im Zuge dieser Ausführungen als landseitiger Damm bezeichnet, im Unterschied zum Damm am korrigierten Rhein. Zwischen Damm am Rhein und landseitigem Damm liegen heute die rheinnahen Wälder oder „Auewälder“ (Abb. 1).

Rheinkorrektur und Rheinausbau verengten das Flußbett des Wildstroms drastisch und vertieften es stark. An der Stelle des alten Flußbettes mit den Inseln entstanden die neuen, heutigen „Auewälder“. Sie werden in diesem Zusammenhang vorwiegend als rheinnahe Wälder bezeichnet (vgl. HÜGIN & HENRICHFREISE 1992). Sie sind Neuschöpfungen im alten Wildstromgelände und entstanden zum großen Teil durch künstliche Anlandung und Pflanzung im Zuge der Rheinkorrektur (Abb. 1). Die damals noch vorhandenen, älteren Wälder im Gebiet der heutigen Altaue wurden dagegen meist in landwirtschaftliche Nutzflächen umgewandelt.

Der größte Teil der geologischen Rheinaue kann heute nicht mehr überflutet werden. In diesem Punkt setzen oft Mißverständnisse zwischen Naturschutzplanung und forstlicher Planung ein. In zahlreichen Naturschutzplanungen werden Auen, die nicht mehr überflutet werden, und ferner auch die Altauenbereiche als potentielle Auen eingeschätzt. Die heutigen, nicht mehr überfluteten Wälder werden danach beurteilt, ob sie dem Leitbild des überfluteten Auewaldes entsprechen. Aufgrund der heute geltenden hydrologischen Bedingungen mit Grundwasserferne und fehlender Überflutung können dort keine Auewälder mehr wachsen (vgl. Abb. 1).

Im rheinnahen Bereich zwischen Basel und Mannheim herrschen zum größten Teil keine Auewaldbedingungen mehr. Es gibt großflächig extreme Grundwasserferne ohne oberflächliche Überflutung, häufig staugeregelte Grundwasserstände – was den natürlichen Auebedingungen widerspricht. Nur selten gibt es Überflutungsbedingungen. Die Überflutungen und die Grundwasserstände sind aber auf dem größeren Teil der Rheinaue von Basel bis Karlsruhe von den Staustufen im Rhein, nicht vom natürlichen Rhein abhängig. Im rheinnahen Wald herrschen also ökologische Bedingungen sehr vielfältiger Art, unter anderem auch Bedingungen der Altaue oder der gelenkten Überflutungsbedingungen. Für die Entwicklung von Leitvorstellungen über Auewälder am Rhein dürfen diese Randbedingungen nicht übersehen werden (Abb. 1) (VOLK 1994, 1995).

Die Waldstrukturen des 18. und frühen 19. Jahrhunderts waren in der Rheinaue grundverschieden zu den heutigen durchschnittlichen Waldaufbauformen. Der damalige Wald kann nicht dem heutigen Waldbegriff gleichgesetzt werden. Dieser Unterschied wird durch die häufigere Verwendung des Begriffes „Waldareal“ betont. Damit sind die früheren Waldverhältnisse der Rheinaue und des Rheintales besser charakterisierbar, die Extreme umfassen. Diese reichen von der lockeren Einzelbaumstruktur ohne jeglichen Unterwuchs (Hutewald) über den durch Weide und Grasnutzung lichten, gebüschhohen „Niederwald“ auf den Rheininseln; sie beschreiben den Weichholz-Niederwald am Rande des Rheins mit extrem wenig Oberholz von 6–10 Bäumen im Oberstand pro ha (sog. Eichen-Ulmenwald), ferner den sehr lichten „Mittelwald“ mit wenigen Eichen-Buchen-Überhältern und zerstörtem

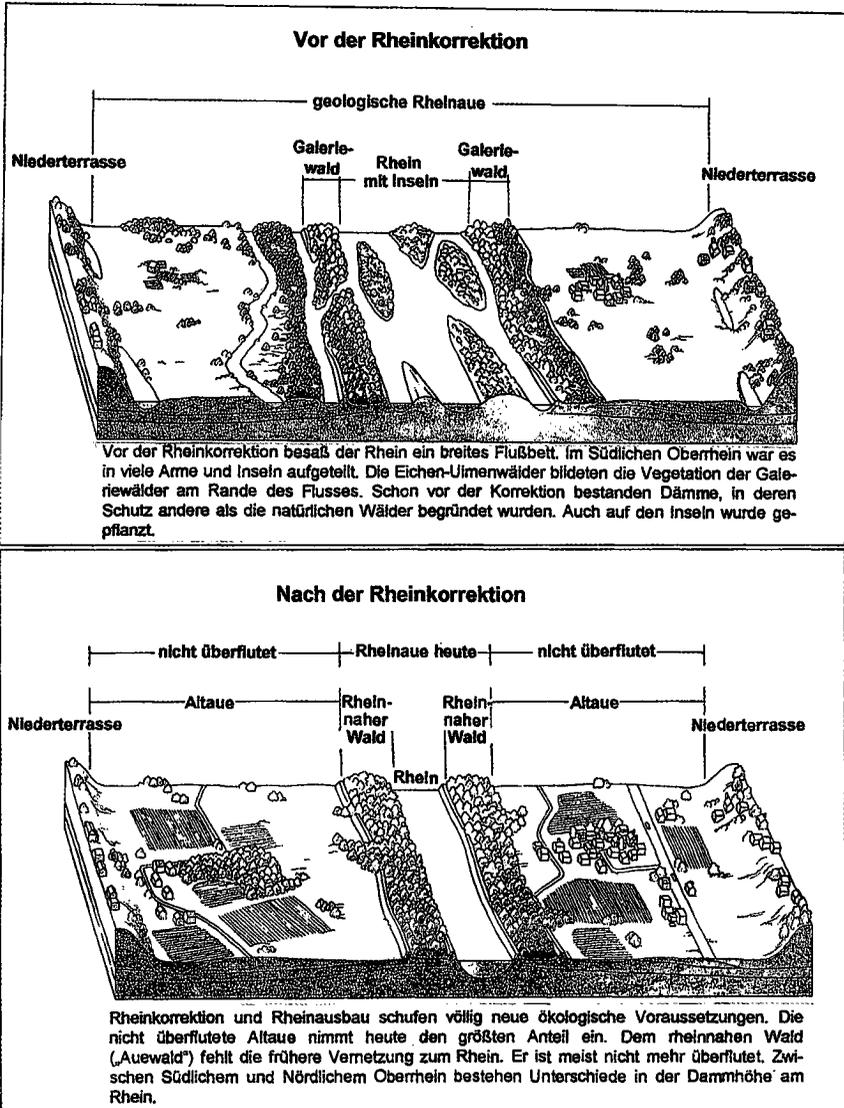


Abb. 1: Die Rheinaue, (oben) vor und (unten) nach der Rheinkorrektion.

Unterwuchs, außerdem die Großkahlfächen der Erlen-Eschenwälder der Rand der Aue, dann die großflächigen Gebüsch- und Heckenreste früherer Wälder und schließlich wenige Mittelwälder, die aber weit von der Struktur heutiger Mittelwaldreste in der Rheinaue entfernt waren (Abb. 4)¹.

Naturlandschaft oder Kulturlandschaft ?

Eine wichtige Ausgangsfrage ist, in welchem Zustand sich die Rheinaue vor der Korrektur des Rheins befand. War sie im Zustand einer Kulturlandschaft oder einer Naturlandschaft? Eine Reihe von Autoren vertreten die Auffassung, die Rheinaue habe damals noch den Charakter der Naturlandschaft gehabt (CARBIENER 1974, 1992; DISTER 1988; HÜGIN 1962, 1981; MUSALL 1969). Auf der Grundlage dieser Einschätzung wird der direkte Vergleich zwischen heute noch vorhandenen, alten Aue-Mittelwaldresten und ebenfalls sehr vielfältig aufgebauten Aue-Urwäldern in den Tropen gezogen (CARBIENER 1974, 1992). HÜGIN (1962) entwickelte beispielhaft eine Naturlandschaftsvorstellung für den Südlichen Oberrhein. Auch die kulturgeographische Studie von MUSALL (1969) bewertet die Wälder in der Nördlichen Oberrheinaue „als noch in weiten Teilen erhaltene Naturlandschaft bis hin zum 19. Jahrhundert“. Auf solche Einschätzungen kann GERKEN (1988) sein Modell der naturnahen Rheinaue abstützen, das in den Planungen der Naturschutzverwaltungen als Leitbild Verwendung findet (DILGER & SPÄTH 1984, 1985, 1988; LfU 1991, 1993, MU 1988a und b; MUV 1996).

Einige Quellen aus dem 19. und beginnenden 20. Jahrhundert könnten bei grober Interpretation die Naturlandschaft Rheinaue nahelegen. Zu ihnen zählen beispielsweise die Übersichtskarten, die HONSELL (1883) bei der Beschreibung der Zustände vor und nach der Rheinkorrektur zwischen Mannheim und Basel benutzt. Die dortige Karte von der unkorrigierten Wildstromlandschaft und auch der Kartenvergleich zwischen dem unkorrigierten und dem korrigierten Zustand der Rheinaue, einschließlich ihrer Bewaldung, werden gelegentlich als Belege für die einstige Naturlandschaft herangezogen (z.B. KELLER 1979, LfU 1993, MUV 1996). Der Landschaftszustand, den diese Karten wiedergeben, ist bei näherer Betrachtung aber nicht derjenige einer Naturlandschaft.

Selbst in den großräumigen Übersichtskarten des frühen 19. Jahrhunderts im Maßstab 1:50000 und darunter (Rheingrenzkarte 1828; Carte de France 1837; Karte Baden 1838–1845) fallen einige wichtige Merkmale der Kulturlandschaft auf, die von der Naturschutzforschung nicht beachtet wurden. Dazu zählen insbesondere die zahlreichen Rheinübergänge mit Anlegeplätzen für Fähren und Schiffe sowie das außerordentlich weitverzweigte System der Dämme an den Rheinufern und in der Aue. Die Dämme dienen nicht nur dem Hochwasserschutz von Ufern und Dörfern, sondern auch der gezielten Bodenanlandung, sowie dem Schutz von Feldern (MUSALL 1969). Die Dämme durchschnitten auf großen Strecken Waldareale. Besonders auffällig in den genannten Karten sind die oft kilometerweit in die Landschaft geschlagenen, schnurgeraden Vermessungslinien mit 10–20 Metern Breite als Sichtverbindungslinien, meist zwischen den Kirchtürmen und markanten Gebäuden der Rheindörfer beiderseits des unkorrigierten Rheins. Diese quer über den unkorrigierten Rhein verlaufenden, breiten Vermessungsschneisen waren, wie die Quellen übereinstimmend angeben, sehr häufig am Rande mit „Zuchtappeln“, den Pyramiden- oder „Napoleonappeln“ bepflanzt (BRAUS 1992, 1995; UIBEL 1989). Ähnlich verhielt es sich mit dem aufwendig unterhaltenen System von

Grenzbäumen und -steinen, die teilweise seit dem Jahre 1590 beschrieben sind². Als Grenzmarken dienten lebende Bäume, beispielsweise die Pyramidenpappeln, Pfähle aus Holz und behauene Steine, die ständig erneuert und periodisch beschrieben wurden. Ein Blick in die Karten verrät auch Details zu den damaligen, planmäßig angelegten Erschließungssystemen der Rheininseln und rheinnahen Bereiche. Für die historische Forschung bestehen daher keine Zweifel, daß es sich im Falle der unkorrigierten Rheinaue des 18. und 19. Jahrhunderts um eine entwickelte Kulturlandschaft handelte (z.B. REINHARD 1974; SCHÄFER 1974). In den Chroniken der Rheindörfer zwischen Breisach und Karlsruhe, darunter sind auch die Orte Plittersdorf und Wintersdorf in der Rastatter Rheinaue, wird nirgends eine Naturlandschaft, sondern die damalige Kulturlandschaft dokumentiert³.

Bezogen auf die Karten des frühen 19. Jahrhunderts waren die Waldareale in der ganzen geologischen Rheinaue nur in seltenen Fällen wirklich hochgewachsene, ältere und geschlossene Wälder, so wie heute Wälder in der Rheinebene aussehen. Dies ist für einzelne Abschnitte der geologischen Rheinaue im Südlichen Oberrhein bereits nachgewiesen worden (VOLK 1994, 1995). Große Areale, die in den damaligen Karten als Wald dargestellt wurden, waren durch Übernutzung vollständig aufgelichtete Weide-Wald-Flächen mit nur wenigen einzelnen Bäumen oder Baumgruppen. Diese Form der früheren Waldareale wurde als Hute- oder Weidewald bezeichnet, wobei der damalige Landschaftscharakter dem der baumbestandenem Viehweide ähnlich war (VOLK 1996 b).

In den Waldarealen des Rheintales wurden jahrhundertlang einzelne Baumarten stark begünstigt, auch durch Saat und Pflanzung; andere wurden dagegen als „Unholz“ angesehen und benachteiligt (BRAUS 1992, 1995; MONE 1851; NOPP 1881; PROBST 1898; VOLK 1996a). Zu den ganz einseitig bevorzugten Baumarten gehörten die Eiche, die Buche und die Wildobstbäume. Deren starke einseitige Förderung läßt sich anhand der früheren Waldgesetze über 500 Jahre zurückverfolgen. Die genannten, fruchttragenden Bäume wurden bei den Holzhieben geschont, und für ihre Wiederverjüngung, auch durch Saat oder Pflanzung, wurde nachdrücklich gesorgt. Die Vermehrung und das Pflanzen der Weiden und Pappeln in der Oberrheinaue, sogar auf den Inseln im Rhein, läßt sich fast 400 Jahre zurückverfolgen. Die besondere Sorgfalt bei der Wiederverjüngung der Hainbuche reicht etwa 300 Jahre zurück (VOLK 1996 a).

Nach bisherigem Forschungsstand wurde die Ulme regional unterschiedlich gefördert. Am ausgeprägtesten war dies im Elsaß/Frankreich der Fall. Das französische Waldgesetz für das Elsaß aus dem Jahre 1761 (Reglement 1761), – das damals übrigens auch in großen Teilen der rheinland-pfälzischen Rheinaue galt, bestimmte, daß die gesunden Ulmen und die jungen Eichen bei allen Holzhieben geschont werden müssen. Außerdem wurden damals außerordentlich hohe Strafen für den unerlaubten Hieb von Eichen und Ulmen festgesetzt.

Als Elemente der Kulturlandschaft Rheinaue und ihrer Wälder können die Riesenkahlschläge der Brennholz-Niederwälder in der heutigen Altaue sowie die nicht minder großflächigen Kahlschläge zur Faschinen- und Brennholzgewinnung im Galeriebereich des unkorrigierten Rheins sowie auf den Inseln im Rhein bewertet werden. Das Ausmaß dieser Kahlhiebe übersteigt heutige Vorstellungen. Jährliche Hiebe in der Größenordnung von über 20 ha waren nicht selten. Das ist das 5–20fache der Kahlhiebsgrenze nach den heute gültigen Waldgesetzen.

Zur Erläuterung der großen Kahlhiebe auf den Rheininseln, im rheinnahen Bereich und an den Zuflüssen des Rheins sei darauf hingewiesen, daß der heute übliche Steinsatz als Mittel der Ufer- und Dammbefestigung von Flüssen erst nach

1860 zum Regelverfahren wurde. Bei den früheren Befestigungsmaßnahmen verwendete man jahrhundertlang in sehr großem Umfang sog. Faschinen, das sind Bündel von Weichhölzern mit 3–4 Meter Länge und einem Meter Umfang. Auch zum Festungsbau, der in der Rheinaue Priorität genoß, waren große Mengen von Holz (u.a. auch Faschinen) nötig (UIBEL 1989). Die Flußbaubehörde und das Militär hatten jederzeit das Recht, Kahlhiebe auf den Rheininseln und im Randbereich des Rheins zur Faschinengewinnung anzuordnen. Diese uralte Tradition am Rhein schreibt der Rheingrenzvertrag von 1840 zwischen den Ländern Frankreich und Baden, der die Rechtsgrundlage zum Ausbau des Rheins auf der Rheinstraße von Lauterburg/Rastatt nach Süden bis Basel bildete, für die Jahrzehnte der Rheinkorrektion fort. Danach haben die beiden Staaten das Recht, auf den Rheininseln und im Galeriebereich des Flusses, „zur Verteidigung der Ufer des Stroms“ Faschinenholz zu hauen, das jünger als 8 Jahre sein muß. Bei der Holznutzung sind nur Kahlhiebe erlaubt (Artikel 13 des Vertrages; Zit. nach HONSELL 1883).

Infolgedessen notiert beispielsweise das Forsteinrichtungswerk von 1857 für den Gemeindegwald von Wintersdorf: Der Faschinenwald befindet sich jenseits des landseitigen Rheindamms im Gelände der Rheinkorrektion, und er beträgt über 100 ha. Der Faschinenwald sei in 10 Schläge eingeteilt. Jährlich kämen durchschnittlich etwa 10 ha zum Kahlhieb. Je nach den Erfordernissen der Rheinkorrektion wurden in den Weichholzgebüsch des Faschinenwaldes auch Flächen über 20 ha eingeschlagen (WERNER & KRUTINA 1857). Noch 1895 waren in den Restflächen der Faschinenwaldareale im Gebiet des heutigen Naturschutzgebietes Rastatter Rheinaue auf den Gemarkungen Plittersdorf, Wintersdorf, Iffezheim und Sandweier Schlaggrößen von 2 bis 12 ha üblich (BRANDSTETTER 1992; v. GIRARDI & PARAVICINI 1895a und b, 1896); KÖHNLE & HEINEFETTER 1878).

Insgesamt bestanden die Wälder des 18. Jahrhunderts in der Rheinaue nicht, wie MUSALL (1969) darlegt, aus „undurchdringlichem, urwaldähnlichem Unterholz mit einer mächtig darüberstehenden Baumbestockung“. Der viele Jahrhunderte andauernde, vielfältige, einerseits walderstörende und andererseits gelenkt waldaufbauende Einfluß des Menschen in der Aue war übermächtig. Die Einschätzung der Auewaldareale des 18. Jahrhunderts am Oberrhein als „quasi-Urwälder“ (CARBIENER 1992) geht an der damaligen Wirklichkeit vorbei. Am Beispiel der Rheinaue bei Rastatt sollen die früheren Zustände der Waldstruktur vor der Rheinkorrektion noch näher belegt werden.

Der Auewald entstand im Flußbett des Rheins

Für das international bekannte Naturschutzgebiet Rastatter Rheinaue und den südlich sich anschließenden Staustufenbereich Iffezheim soll die Entwicklung des rheinnahen Waldes dokumentiert werden (vgl. Abb. 3). Dieses Beispiel ist nicht der einzige rheinnahe Bereich, der großflächig untersucht wurde. Detailuntersuchungen bestehen auch für den Rheinabschnitt von Breisach bis Straßburg. Dort ist die gleiche Entwicklung wie in der Rastatter Rheinaue zu verzeichnen. Auch in den großflächigen Naturschutzgebieten Taubergießen und Wyhl/Weisweil brachte die Rheinkorrektion die grundlegende ökologische Änderung, die erst das Entstehen des hochgewachsenen, heutigen „Auewaldes“ ermöglichte (FVA 1995, 1996 a und b; VOLK 1994).

Für das Gebiet des heutigen Auewaldes am Rhein nimmt die Naturschutzforschung vor der Rheinkorrektion ziemlich hohe Waldanteile an. KRAUSE (1974)

ermittelte für das Naturschutzgebiet Taubergießen im Jahre 1828 einen Waldanteil von 40%. Ähnlich hohe Waldanteile werden für die Zeit vor 170 Jahren für den Bereich des Polders Altenheim südlich Kehl/Straßburg (LfU 1991) sowie für das Naturschutzgebiet Rastatter Rheinaue angenommen (DILGER & SPÄTH 1988). Hohe Waldanteile stellen außerdem die französischen Auewaldstudien beiderseits des Rheins in der Rastatter/Selzer Rheinaue 1827 und 1838 fest (DILLMANN & CARBIENER 1992; DOUARD & CARBIENER 1992; KLEIN et al. 1992). Gleiche Annahmen trifft das Aue-Institut in Rastatt (WWF 1989, 1990).

Zum Verständnis der weiteren Ausführungen über das Naturschutzgebiet Rastatter Rheinaue sei nochmals daran erinnert, daß der heutige rheinnahe Wald, der Auewald im Naturschutzgebiet, ein Waldband im Osten des Rheins ist, das eine maximale Ausdehnung von mehr als 1 Kilometer aufweist. Der Auewald liegt zwischen dem Damm am Rhein (Westbegrenzung) und dem landseitigen Damm (Ostbegrenzung). Das Prinzip der Entstehung dieses Auewaldbandes durch die Rheinkorrektion verdeutlicht die Abb. 1. Alle Wälder außerhalb des landseitigen Dammes liegen in der seit über 130 Jahren nicht mehr überfluteten Altaue. Die dortigen Wälder sind in einer objektiven Naturschutzbewertung als Sumpfwälder oder Bruchwälder einzustufen, in der Mehrzahl als Wälder ohne jeglichen Grundwasser-einfluß, also als sog. zonale Wälder.

Diese notwendige Unterscheidung und Einstufung aufgrund der heutigen aue-ökologischen Voraussetzungen treffen zahlreiche Naturschutzbewertungen nicht oder nicht vollständig. Sie gehen von einem potentiellen Auebegriff aus, von einem idealisierten, ursprünglichen Zustand, der die gesamte geologische Flußaue als potentielles Feuchtgebiet betrachtet. Die Karten der potentiellen natürlichen Vegetation von Baden-Württemberg (MÜLLER, OBERDORFER, PHILIPPI 1974) und die Vegetationskarte Ostdeutschlands (SCAMONI 1964) unterstellen für die ganzen geologischen Auen an Rhein, Elbe und Oder idealisierte, ursprüngliche Zustände, die im wesentlichen mit den vom Wasser geprägten Waldgesellschaften des Eichen-Ulmen- und Silberweiden-Auewaldes beschrieben werden. Es war bisher in der fachlichen Diskussion nicht möglich, der Naturschutzbewertung und -planung klar zu machen, daß die idealisierten Vorstellungen und Leitbilder allenfalls für einen Teil der unkorrigierten Rheinaue, und zwar das engere Gewässersystem Rhein mit den Inseln sowie den Galeriewäldern an den Ufern zutreffen kann (vgl. Abb. 1 oben).

Den idealisierten Vorstellungen von Auewäldern in der unkorrigierten Rheinaue werden die historischen Waldtypen der unkorrigierten Aue gegenübergestellt. Am Beginn wird der kartographische Nachweis geführt, daß der Auewald am Rhein im Flußbett des Wildstroms entstand. Damit soll die typisierte Darstellung der Auewaldentstehung von Abb. 1 erhärtet werden. Methodisch wurde so vorgegangen, daß die Karteneinträge der Rheingrenzkarte (1838) mit denen der heutigen topographischen Karte 1:25 000 verglichen wurden. Die Außengrenze des Auewaldes bildet der Damm, der bei der Rheinkorrektion entstand und der auf Vorläuferdämme des 18. Jahrhunderts zurückgeht. Der Damm bildet gleichzeitig die Außengrenze des Naturschutzgebietes. Durch den Vergleich der Landschaftszustände 1838 und 1997 wird sichtbar, daß der heutige Auewald nur wenig im früheren Galeriewald angesiedelt ist. Überwiegend befindet er sich im alten Flußbett des Rheins (Abb. 2).

Die Auswertung der Flächenanteile der einzelnen Landnutzungstypen nach dem Stand der Rheingrenzkarte von 1838 ergibt folgende Nutzungsstruktur im Gebiet des heutigen Naturschutzgebietes Rastatter Rheinaue:

- Wasserfläche und Kiesbänke 58 %
- Landwirtschaft (Feuchtwiese, Sumpf, Acker) 14 %
- Rheininseln mit Gebüsch und niedriger Vorwaldstruktur 24 %
- Galeriewald: Weichholz mit wenigen Eichen und Ulmen 4 %

Eine ähnliche Verteilung der Landnutzungstypen mit Stand 1838 läßt sich für das Polder Altenheim südlich von Kehl, das bekannte Naturschutzgebiet Taubergießen und das geplante Naturschutzgebiet Wyhl/Weisweil belegen (VOLK 1994, 1996a). Die deutlichen Abweichungen gegenüber den hohen Waldanteilen, die in den Arbeiten der Naturschutzforschung angegeben werden (DILGER & SPÄTH 1988; DOUARD & CARBIENER; DILLMANN & CARBIENER 1992; KLEIN et al. 1992; KRAUSE 1974; LfU 1991), sind mit zwei Gründen zu erklären: Den Ergebnissen der Naturschutzforschungen liegt zumeist nicht die detaillierte Rheingrenzkarte von 1838 im Maßstab 1 : 20 000 zugrunde, sondern die Rheingrenzkarte von 1828 und die Carte de France von 1837. Diese beiden letzten Karten im Maßstab über 1 : 50 000 bzw. 1 : 86 500 vergrößern die Inseln im Rhein sehr stark. Außerdem geben die Karten von 1828 und 1837 für die Rheininseln die Waldsignatur an, wo jedoch die Detailkarte 1838 mit Absicht keine Waldsignatur enthält (vgl. VOLK 1996a).

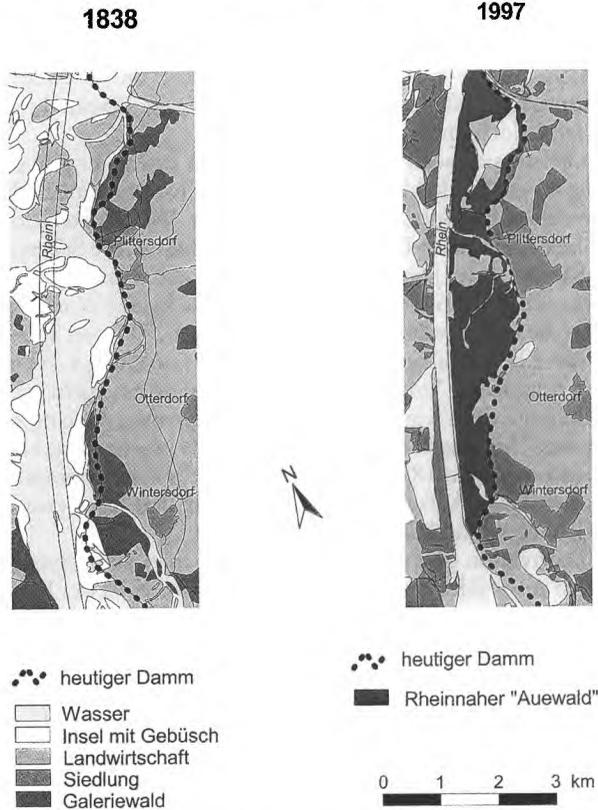


Abb. 2: Beispiel Rastatter Rheinaue, international bekanntes Naturschutzgebiet. Das Flußbett wird Auewald. Vergleich 1838 und 1997.

Diesem kartographischen Detail für die Rheininseln kommt erhebliche Bedeutung zu. In Abbildung 2 (linker Teil) werden die Rheininseln (Stand 1838) mit Gebüschvegetation charakterisiert. Die Bezeichnung Wald wird nicht gewählt, weil kein geschlossener ausgereifter Wald vorhanden war. Der Nachweis hierfür kann geführt werden. Einen großräumigen Beleg liefert der Freiburger Botanikprofessor v. Ittner, der die Rheininseln von Basel bis Karlsruhe eingehend vor und nach 1800 studiert hat (v. ITTNER 1819). Er schildert die Aufbau- und Zerstörungsprozesse der Vegetation unter dem Einfluß des Rheins auf den Inseln. Als Pioniere spielten die Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*) und der Sanddorn (*Hypophae rhamnoides*) eine zentrale Rolle, da sie mit ihrem Wurzelwerk das Inselsubstrat befestigten. In ihrem Schutz breiteten sich viele Arten der Krautvegetation, daneben Weidenarten (*Salix fragilis, triandra, caprea, viminalis, alba*) und unter den Bäumen Grauerle (*Alnus incana*) und die Pappeln (*Populus alba, tremula, nigra*) aus. Die Ulmen- und Eichenbeteiligung stellte v. ITTNER (1819) in den Galeriewäldern am Rheinufer fest, jedoch nicht auf den Inseln.

Diese Befunde werden von forstlicher Seite bestätigt (HAMM 1888). Darüber hinaus fand sich für den Raum Rastatt eine Karte des Oberforstamtes Rastatt von 1797, die bei den kartographischen Bezeichnungen deutlich zwischen Inselvegetation und übrigem Wald jenseits der Ufergalerie am Rhein bis zum Hochgestade unterschied⁴ (Abb. 1). Die beschriebene Zusammensetzung der Pioniervegetation auf den Inseln wird durch die einschlägigen forstlichen Quellen in den Rheinabschnitten Wyhl/Weisweil⁵, Taubergießen⁶ und Greffern⁷ bestätigt. Die genannten Autoren der Naturschutzforschung haben die Beschreibungen v. ITTNER's (1819) benutzt, jedoch unzutreffend gewürdigt.

v. ITTNER befaßt sich auch mit der Nutzung der Inseln. Er gibt drei Formen an. Eine Nutzung sei der Kahlschlagbetrieb mit einem Turnus von 12 Jahren. In diesem Zeitraum erreichen die Silberpappeln und einige Weidenarten „die Dicke eines Mannsschenkels“⁸. Sie geben Brennholz- und Wellenholz, die Silberpappel gibt auch Sparren für Riegelwände. Die zweite Nutzung sei der vorzeitige Kahlschlagbetrieb zur Faschinennutzung alle 6 bis 8 Jahre. Durch diese beiden Nutzungsarten auf den Inseln würden die Galeriewälder des Rheins geschont. Dort sei aber noch viel Platz für Pflanzungen z.B. der Silberpappel, für deren Verwendung v. ITTNER nachdrücklich und mit originellen Vorschlägen wirbt⁹. Die dritte, nicht weniger wichtige Nutzungsform seien die Viehweide und die Grasnutzung, die eingehend behandelt werden. Alle drei Nutzungsformen finden wir noch in jenen Faschinewäldern der Rastatter Rheinaue, die bis 1895 vorhanden waren¹⁰. Übereinstimmend beschreiben die genauen forstlichen Aufzeichnungen nach 1847 den Inselbewuchs als überwiegend aus Weichhölzern und Sträuchern bestehend.

Die Rheinkorrektur griff stark in die standörtlichen Voraussetzungen des heutigen rheinnahen Auewaldes ein. Der Rhein wurde im Gebiet der Rastatter Rheinaue zwischen 1840 und 1870 auf den heutigen Flußlauf verengt. Gleichzeitig blieben aber während dieser Zeitspanne Abschnitte der neuen Rheindämme offen. Über diese Öffnungen transportierte der Rhein bei Hochwasser große Mengen Kies, Sand und Schlamm in den Bereich des heutigen Auewaldes, er verlagerte dadurch allmählich das Material aus dem sich langsam eintiefenden, 250 Meter breiten, neuen Rheinbett in den Randteil des früheren unkorrigierten Rheinbettes (HONSELL 1883, HAMM 1888) (vgl. Abb. 1 und 2). Auf der überwiegenden Fläche des heutigen Auewaldes entstand so ein neues, mehr oder weniger künstliches Auebodenrelief. Auch die Rheininseln waren von diesen Umlagerungs- und Anlandungsprozessen betroffen. Die geregelte forstliche Nutzung wurde im Bereich des heutigen Auewaldes Zug

um Zug nach den Fortschritten der Rheinkorrektion freigegeben. Bis zur Freigabe war jeglicher Strauch- und Baumbewuchs der beschriebenen Faschinen-Kahlschlagsnutzung im 6-jährigen Rhythmus unterworfen. Die forstliche Aufbauarbeit brachte die „edleren Holzarten“, womit Eiche, Ulme, Esche, Hainbuche, teilweise Silberpappel, gemeint waren, meist durch Saat oder Pflanzung in die Strauch- und Weichholzgebüsche der früheren Rheininseln sowie in den Weichholzanflug bzw. die Weichholzpflanzungen der großflächigen Neuanlandungen¹¹. Daher müssen nicht nur die Altbuchen, sondern auch alle über 100jährigen Alteichen und Hainbuchen des Naturschutzgebietes Rastatter Rheinaue hinsichtlich ihrer Entstehung als künstlich eingebracht beurteilt werden (vgl. auch HAUCK 1988).

Auf der Grundlage dieses landschaftsökologischen und landschaftsgeschichtlichen Hintergrundes sind die früheren Zustände und seitherigen Entwicklungen im Naturschutzgebiet Rastatter Rheinaue neu zu bewerten. Die Rheinkorrektion trocknete Teile des alten Flußbettes weitgehend aus. Das Verhältnis der Wasser- zu den Landökosystemen kehrte sich um. Abb. 2 zeigt 1838 das Wildstromgelände mit ausgedehnten Wasserflächen und den Rheininseln. Nur sehr wenig „Galeriewald“ gab es im heutigen Naturschutzgebiet (Abb. 2, linke Seite). Demgegenüber prägt heute der rheinnahe Wald („Auewald“) die Landschaft des Naturschutzgebietes (Abb. 2, rechte Seite).

Die Waldtypen der Rastatter Rheinaue vor der Rheinkorrektion

Auch bei den Waldtypen, die in der gesamten, unkorrigierten, geologischen Rheinaue vorkamen, treten überraschende Ergebnisse zutage (Abb. 1 und Abb. 3)¹². Auf den Pionierbewuchs der Rheininseln, seine Vegetationszusammensetzung und -änderung vor und nach der Rheinkorrektion wurde bereits hingewiesen. Im Galeriebereich des Wildstroms waren die Weichholzbestände mit wenigen Eichen und Ulmen relativ schmal ausgeprägt. Dieser Typ des Weichholzwaldes mit Eiche und Ulme ging in östlicher Richtung relativ rasch zu einem Waldtyp über, der mehrheitlich von Eiche, Buche und Hainbuche geprägt war. In ihm kamen auch einige Ulmen vor. Erstaunlich sind die großflächigen Waldanteile mit dominierender Buche im Oberstand (Mittelwälder)¹³. In der breit ausgebildeten Rheinaue bei Rastatt trat außerdem insbesondere in den Randsenken am Hochgestade ziemlich großflächig der Erlen-(Eschen)-Waldtyp auf.

Außerhalb der geologischen Rheinaue, auf der sog. Niederterrasse (vgl. Abb. 1 und 3), östlich von Iffezheim, waren die einzigen Hochwaldareale. Sie bestanden aus gesäten und gepflanzten Kiefern mit geringer Beteiligung von Eiche und Birke. Die schon im 18. Jahrhundert künstlich angelegten Kiefernhochwälder auf der Niederterrasse sind kein Einzelfall in der Rheinebene (Abb. 3).

Einige ergänzende Erläuterungen seien angefügt: Die relativ schmale Ausprägung des Weichholzwaldes in der randlichen Galerie des unkorrigierten Rheins mit wenigen Eichen und Ulmen war nicht auf die Rastatter Rheinaue beschränkt. Sie läßt sich sowohl für die Nördliche Oberrheinebene als auch für die Südliche Oberrheinebene bestätigen (VOLK 1996 a und c). Die Vorstellung, auf 80% der Fläche der geologischen Rheinaue könne der Eichen-Ulmenwald die potentielle natürliche Vegetation sein (CARBIENER 1974, 1992; HÜGIN 1962, 1981; SCHNITZLER 1995), läßt sich also in der historischen Rückschau nicht bestätigen.

Das Vorkommen der Eichen-Buchen-Hainbuchen und der Buchen-Eichen-Hainbuchen-Waldtypen bedarf der Diskussion. Die Buche galt bisher in der

Auewaldliteratur als „zerstörerisch“ für den Auewald (CARBIENER 1992) oder als „aufziehend“ (ELLENBERG 1982; TRAUTMANN & LOHMEYER 1960). Diese Vorstellung läßt sich für die Flußaue des Rheins nicht aufrecht erhalten. In der ganzen geologischen Rheinaue gab es offenbar in der Nacheiszeit als Folge der weiträumigen Flußverlagerungen durchaus Bereiche, die letztlich Buchenstandorte wurden. Weitere Auewaldflächen am Oberrhein mit früherer Buchenbeteiligung haben sich in mehren Abschnitten der Aue historisch nachweisen lassen. So im Abschnitt Karlsruhe-Süd bei Hagenbach (Rheinland-Pfalz) und im Abschnitt Karlsruhe-Nord bei Leimersheim (Rheinland-Pfalz)¹⁴.

Aufgrund bisheriger ökologischer Einschätzung enthält das natürliche Vegetationsprofil der Rheinaue im wesentlichen nur zwei Elemente, die Weidenaue und den Eichen-Ulmen-Wald. Für den Eichen-Hainbuchen-Wald bleibt nach diesen Vorstellungen nur ganz wenig Raum (CARBIENER 1974; MÜLLER, OBERDORFER PHILIPPI 1974; ELLENBERG 1982; TRAUTMANN & LOHMEYER 1960; LFU 1993; MUV 1996). Das bisher verwendete Profil der Waldtypen in der naturnahen, geologischen Aue ist unvollständig. Es sollte inhaltlich fortgeschrieben und um die neu entdeckten Waldtypen des Eichen-Buchen-Hainbuchen-Waldes sowie des Buchen-Eichen-Hainbuchen-Waldes erweitert werden (Abb. 3).

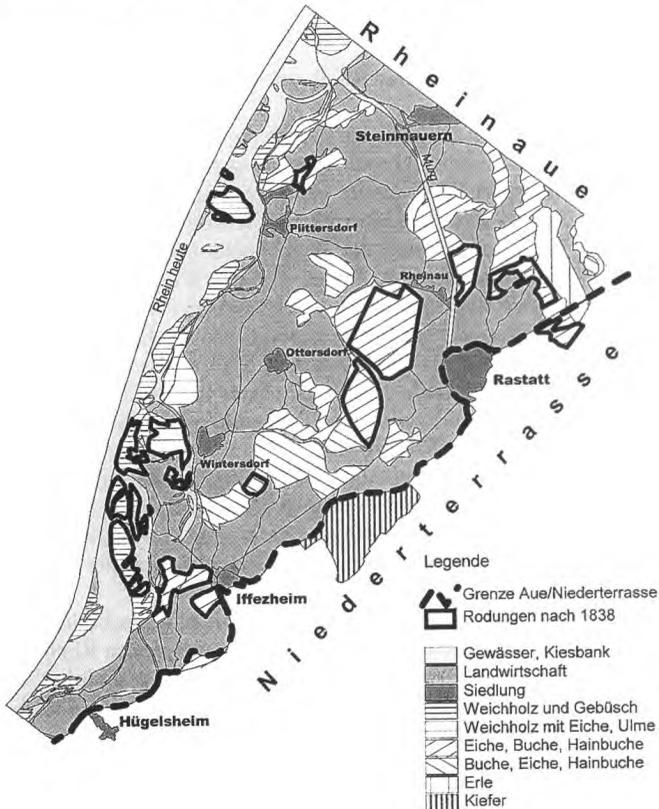


Abb. 3: Waldtypen der Rastatter Rheinaue vor der Rheinkorrektion (1780–1838).

Die Waldstrukturen vor der Rheinkorrektion

Durch äußerst zeitaufwendige wald- und landschaftsgeschichtliche Untersuchungen war es möglich, die Struktur der Wälder westlich von Rastatt in der Zeit von 1780 bis 1840 im einzelnen einzuschätzen. Die Quellen für die Waldareale stammen nicht aus einem einzigen Stichjahr (z.B. 1838). Die meisten Angaben für die Karte der Waldstruktur von 1838 datieren vom frühen Beginn des 19. Jahrhunderts. Die Karte der Waldstruktur soll einen weiteren Beitrag zur Überprüfung der Vorstellung von der Naturlandschaft Rheinaue liefern. Es handelte sich in keinem Fall um natürliche und ausgereifte alte Wälder, sondern um stark anthropogen überformte, Intensiv-Nutzökosysteme.

Wie die Abb. 4 zeigt, waren die Wälder in der Umgebung der Städte und Dörfer der Aue völlig ausgehauen. Nur Einzelbäume waren die kärglichen Reste früherer Wälder. Holznot und Gründe der Ernährungssicherung zwangen die Menschen zur Exploitation der Wälder. In dem Typ Einzelbaumstruktur schlägt sich die ganze Waldmisere am Ende des sog. hölzernen Zeitalters nieder. Die Laubwaldbestände waren großflächig vernichtet, und es bestand der Zwang zum Neuanfang in den Waldarealen auf dem Weg über geschlossene Hochwälder. Der Niedergang der Wälder hatte auf der benachbarten Niederterrasse bereits 100 Jahre früher sein Ende gefunden. Dort ist der Neuanfang über den Nadelholzhochwald bereits seit Mitte des 18. Jahrhunderts dokumentierbar.

Die Karte der Waldstruktur (Abb. 4) ist am besten für den Stadtwald Rastatt zu belegen. Daher wurde ein Ausschnitt der Rastatter Rheinaue gewählt, der vor allem Rastatter Wald enthält. Einen generellen Hinweis auf die bedenkliche Waldstruktur enthält ein Schreiben an die Stadt Rastatt von 1793, in dem festgestellt wird, es sei nicht mehr tragbar, daß 42 % des Stadtwaldes für die Waldweide offen seien. Einzelangaben zur Waldstruktur enthält ein umfangreiches Gutachten von Oberforstmeister v. Adelsheim von 1803, in dem präzise Angaben zum Auflichtungsgrad, zum Zustand des Oberholzes und des Unterwuchses enthalten sind¹⁵. Diese Quelle beschreibt die Auswirkungen der Waldweide durch Rindvieh, Schweine, Pferde, Geißen auf die Waldstruktur. Für die Waldareale, die 1838 zu Ottersdorf, Plittersdorf, Steinmauern und Ötigheim gehörten, wurde die Waldstruktur anhand von Gemarkungskarten oder Ausschnittkarten aus den Jahren 1785 bis 1795 erhoben¹⁶. Der linksrheinische Teil in Frankreich/Elsaß wurde nicht bearbeitet¹⁷.

Der zweithäufigste Strukturtyp ist der sehr lichte Mittelwald mit zahlreichen baumlosen Lücken. In solchen Waldarealen gelang es wenigstens, einige wenige, – für Waldverhältnisse viel zu wenige –, meist nur mittelalte Bäume über einer lückigen, im kurzfristigen Kahlhieb abgehauenen Niederwaldstruktur zu halten. Lediglich der Strukturtyp Mittelwald hatte noch gewisse Anklänge an heutige Vorstellungen über die Wälder. Gleichwohl stammten auch dort die Eichen, Buchen und Hainbuchen zumeist aus früheren Saaten und Pflanzungen. Zahl und Alter der Bäume konnten aber mit der Fülle und dem Reichtum heutiger Wälder bei weitem nicht konkurrieren. Schon 1680 wird im Waldgesetz für die Markgrafschaft Baden, wozu die Rastatter Rheinaue zählte, klar ausgedrückt, daß es in den Laubwaldgebieten nur noch um eine Steuerung der Holznot, nicht um eine großflächige Nutzung vorratsreicher Wälder gehen kann (VOLK 1997) (Abb. 4).

Durch den Vergleich von Waldareal und Waldstruktur kommt erneut zum Ausdruck, daß die topographischen Karten vom Ende des „hölzernen Zeitalters“ (Ende 18., Anfang 19. Jahrhunderts) mit dem Karteneintrag „Wald“ die tatsächlichen Strukturverhältnisse verschleiern können.

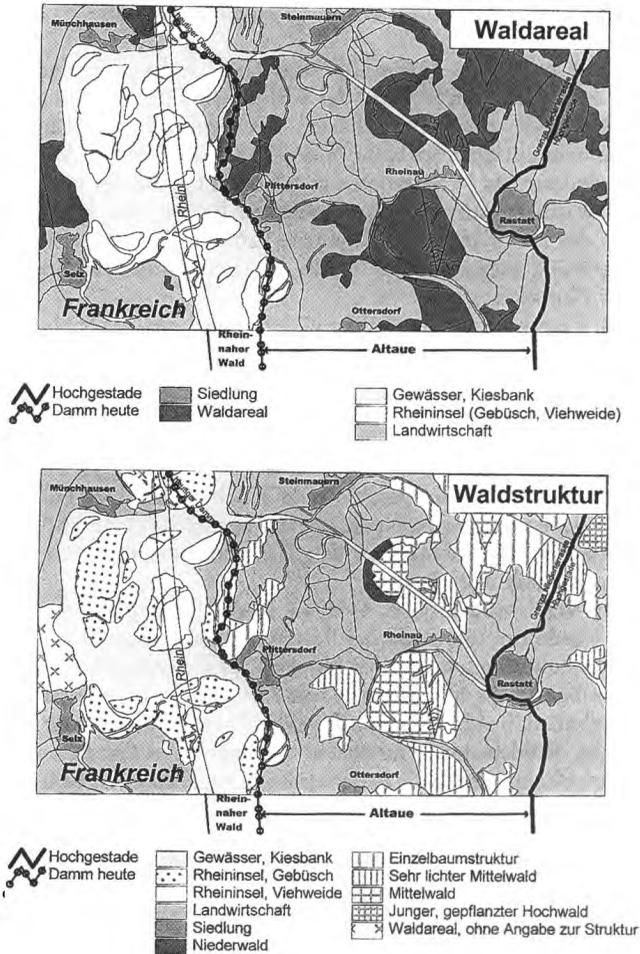


Abb. 4: Waldareal und Waldstruktur in den Rastatter Rheinauen (1800–1838).

Folgerungen für die Naturschutzbewertung

Oberstes Ziel der Waldwirtschaft in der Oberrheinaue ist es, die noch verbliebenen Reste an rheinnahem Wald und an Wäldern in der Altaue zu erhalten und ihre Funktionstüchtigkeit zu verbessern. Angesichts des hohen Anteils an Naturschutzgebieten, Waldschutzgebieten und Waldbiotopen, ist die Erarbeitung von Zielen in Naturschutz- und Waldschutzgebietsflächen vordringlich, die von der Naturschutz- und Forstverwaltung gemeinsam getragen werden können. Die Forschungen im Auewald am Rhein und in der Altaue liefern hierzu neue Grundlagen. Die eingangs formulierten fünf Thesen zum Auewald am Oberrhein sollten wie folgt modifiziert werden.

1. Vor der Rheinkorrektion gab es ausgedehntere Waldareale in der Rheinaue als heute. Die Waldstrukturen in diesen Arealen waren im Durchschnitt jünger und im Höhenwuchs deutlich niedriger als die heutigen Wälder. Die Waldareale waren Bestandteile der früheren Kulturlandschaft. Sie wurden intensiver genutzt als die heutigen Wälder der Rheinaue.

2. Die Inseln im unkorrigierten Flußbett des Rheins trugen Gebüsch und Pionierbewuchs. Eine direkte ökologische Verbindung von damaliger Inselvegetation und heutigem Wald besteht nicht; denn die Rheinkorrektion brachte völlig neue ökologische Voraussetzungen. Die Eichen-Ulmenwälder im Galeriebereich des Wildstroms hatten nur geringe Anteile an Eiche und Ulme. Der heutige Reichtum an Eiche und die Vorkommen von Ulme sowie anderer Arten in den wenigen Waldresten, die es im früheren Areal des Galeriewaldes noch gibt, sind das Ergebnis der Aufbauarbeit in den neuen Wäldern, die während und nach der Rheinkorrektion entstanden, insbesondere durch Pflanzungen und Saat.

3. Der heutige rheinnahe Wald (Auewald) entstand im Zuge der Rheinkorrektion im alten Flußbett des Rheins. Künstliche Vorgänge der großräumigen Reliefgestaltung der Aue und der gesteuerten Bodenanlandung gingen der Neubegründung der heutigen Auewälder voraus.

4. Forstwirtschaft zerstörte keine Urwälder oder Naturwälder in der Rheinaue. Sie brachte überwiegend den Neuanfang in einer Landschaft, die grundlegend umgestaltet und verändert wurde, einerseits durch die Rheinkorrektion und den Rheinausbau, andererseits durch die Entwässerung der übrigen Rheinaue. Gegenüber den im Niederwaldbetrieb genutzten Faschinenwäldern und den ausgeplünderten Mittelwäldern brachte die Forstwirtschaft eine höhere Vielfalt in die Rheinaue.

5. Esche, Ahorn und Buche gehören zu den natürlichen, gebietsheimischen Baumarten einer großen Flußaue. Für die Esche und den Ahorn ist dies inzwischen größtenteils anerkannt (CARBIENER 1974, 1992; OBERDORFER 1992). DISTER (1980) zieht die Natürlichkeit des Ahorns in Zweifel. Wenn die Buche in der Rheinaue gebietsheimisch ist, was durch die Rekonstruktion der historischen Waldtypen der Rastatter Rheinaue belegt wurde, sollte auch die Natürlichkeit des Ahorns neu beurteilt werden. Abgesehen von unseren historischen Analysen bestätigen Funde von Esche, Ahorn und Buche in den nacheiszeitlichen Kieslagern des rheinnahen Bereichs, daß auch diese anderen Baumarten, nicht nur Weiden, Pappeln, Eichen und Ulmen, die natürlichen Baumarten einer Flußaue bilden können (BECKER 1982, FRENZEL 1995).

6. Im Vergleich zu den Zuständen im früheren Flußbett des Wildstroms schufen Rheinkorrektion und Rheinausbau eine neue, größere ökologische Vielfalt im rheinnahen Bereich des Auewaldes. Diese Vielfalt geht weit über die bisherige Leitvorstellung der natürlichen Weidenaue und des natürlichen Eichen-Ulmenwaldes hinaus. Aber auch in der unkorrigierten Aue bildete der Eichen-Ulmen-Waldtyp nicht den hauptsächlich verbreiteten Waldtyp. Die bisherigen Vorstellungen über die typische Ausprägung der natürlichen Vegetation des Auewaldes, die den Schwerpunkt der Auewaldverbreitung im Eichen-Ulmenwald sehen, müssen erweitert werden. In den Verordnungen für die großflächigen Naturschutzgebiete am Rhein sollte nicht mehr wie bisher das Ziel der Herstellung des Eichen-Ulmenwaldes als Oberziel Verwendung finden. Einzelne Naturschutzstellen berücksichtigen diesen Vorschlag bereits.

Fußnoten

- ¹ Außer der Waldstrukturkarte Rastatter Rheinaue (Abb. 4) sind inzwischen auch Waldstrukturkarten für Waldareale der Nördlichen Oberrheinaue nördlich von Karlsruhe erarbeitet.
- ² RUF et al. (1980): 1250 Jahre Plittersdorf, 104–106
- ³ BRAUS, H. (1992): Der Hausener Wald. In: Rheinhausen, Beiträge zur Geschichte von Ober- und Niederhausen. 1. Teil. Hrsg. A. WILD. Gemeinde Rheinhausen. 207–226; BRAUS, H. (1995): Wald und Jagd. In: Weisweil – ein Dorf am Rhein. Hrsg. AUER, G. & ZOTZ, Th.; Gemeinde Weisweil, 325–338; HAUNS, A. & R. (1988): Wintersdorf im Wandel der Zeiten. Bildband, Rastatt-Wintersdorf, 596 S.; RUF, F., WAIBEL, P., MÜLLER, L., KOLLMER, A. (1980): 1250 Jahre Plittersdorf. Hrsg. Stadt Rastatt, Ortsverwaltung Plittersdorf, 302 S.; UIBEL, L. (1989): Oberrheinische Gemeindewälder zwischen Freistett und Greffern nach dem Rheingrenzvertrag von 1840. Die Ortenau, Veröffentlichungen des Vereins für Mittelbaden, 181–212.
- ⁴ GLA Karlsruhe, H. Rastatt 12. Karte von ULLERSPERGER von 1797
- ⁵ BROMBACHER, J. (1787): Beschreibung Herrschaftlicher Waldungen im Weisweiler Bann. Archiv H. Braus, Kenzingen; MELTER & STAUDINGER (1847, 1848, 1849)
- ⁶ MELTER & KLEISER (1846a und b)
- ⁷ UIBEL (1989): a.a.O., S. 181 ff.
- ⁸ v. ITTNER (1819): a.a.O., S. 211
- ⁹ v. ITTNER (1819): a.a.O., S. 211–218
- ¹⁰ BRANDSTETTER 1992; v. GIRARDI & PARAVICINI 1895a und b, 1896; KÜHNLE & HEINEFETTER 1878.
- ¹¹ Auch Weidenarten wurden in großem Umfang gepflanzt. Der systematische Anreicherungsprozeß mit Weichhölzern und Harthölzern kann im Gebiet des Naturschutzgebietes Rastatter Rheinaue für die Gemeindewälder von Wintersdorf und Sandweier nachvollzogen werden (WERNER & KRUTINA 1857; KRUTINA 1857; KÜHNLE & ZIEFERT 1865).
- ¹² Die Waldtypen der Rastatter Rheinaue vor der Rheinkorrektur wurden folgendermaßen rekonstruiert: Die Grundkarte für Abb. 3 bildete die Rheingrenzkarte von 1838 in dem Ausschnitt geologische Aue bei Rastatt. Wesentliche Grundinformationen über die Waldtypen lieferten die Wald- und Betriebskarten. Im einzelnen waren dies 1. Stadtwald Rastatt: Karte von NAGELDINGER von 1791 (Stadtarchiv Rastatt K-205). Übersichtskarte und Distriktkarten von Geometer Engelberger aus dem Jahre 1835 mit typisierten Angaben über Baumarten (Stadtarchiv Rastatt K 1825; K 1826; K 1827). Dazu kommen die Waldbeschreibungen: Kurzbeschreibung des Stadtwaldes von 1772 (Stadtarchiv Rastatt A 534); ausführliche Walddarstellung von 1803 (GLA Karlsruhe, Abt. 220/323). 2. Iffezheimer Wald: WOLFF & KRUTINA (1857); v. GIRARDI & PARAVICINI (1896); v. ALBERTIS & PISTROL (1949). 3. Wintersdorfer Wald: Waldkarte Wintersdorf (1837); WERNER & KRUTINA (1859); KÜHNLE & ZIEFERT (1865); v. GIRARDI & PARAVICINI (1895a); HAUCK, J. (1988). 4. Ottersdorfer Wald: ENGELBERGER (1838); Ottersdorf (1878); KRIEGER & SELDNER (1926); EBERT & MÜLLER (1838). 5. Plittersdorfer Wald: KÜHNLE & HEINEFETTER (1878); KRIEGER & SELDNER (1926). 6. Sandweier Wald: BRANDSTETTER (1992); v. GIRARDI & PARAVICINI (1895b); WOLFF & KRUTINA (1857); Statistik (1875).
- ¹³ Die Buchenvorkommen wurden sorgfältig dokumentiert. Die früheste Erwähnung stammt vom Jahre 1707 für einen Wald bei Steinmauern, der 1838 bereits gerodet war (GLA Karlsruhe, Abt. 229/72 368); für den Stadtwald Rastatt enthält das Waldgutachten von 1760 Beschreibungen und einen Plan mit Buchenvorkommen (Stadtarchiv Rastatt A 533); in der Karte von NAGELDINGER aus dem Jahre 1791 sind abgegrenzte Buchenareale angegeben (Stadtarchiv Rastatt K 205); für die Gemeindewälder von Plittersdorf, Wintersdorf, Iffezheim werden in einer Übersichtsdarstellung der Orts- und Landschaftsverhältnisse mit Stand 1795 die Hauptwirtschaftsbaumarten Eiche, Buche, Ruschen (Ulme) erwähnt (GLA Karlsruhe, Abt. 173/304).
- ¹⁴ Die Buchenvorkommen bei Hagenbach und Leimersheim können durch Waldbeschreibungen von 1757 und 1786 belegt werden (StA Speyer, Hochstift Speyer, A 2/234). Die Waldbeschreibung von 1786 enthält auch standörtliche Angaben der Waldflächen mit Buchendominanz. Es ist von höher gelegenen, stets überschwemmungsfreien Böden bester Qualität die Rede (StA Speyer, A 4, Nr. 533e).

- ¹⁵ Stadtarchiv Rastatt A 543; GLA Karlsruhe, Abt. 220/323
- ¹⁶ Ottersdorf: GLA Karlsruhe (KA), H. Ottersdorf, Nr. 2; GLA KA, Abt. 66/6502. Plittersdorf: GLA KA, H. Plittersdorf, Nr. 4.. Steinmauern: GLA KA, H. Steinmauern, Nr. 1. Ötigheim: GLA KA, H. Ötigheim, Nr. 2.
- ¹⁷ Als Kartengrundlage dient die Rheingrenzkarte 1838

Dank: Der Verfasser dankt Herrn FDir. a.D. H. Braus, Kenzingen, Herrn Stadtarchivar W. Reiß, Stadtarchiv Rastatt, Frau Dr. M. Salaba, Generallandesarchiv Karlsruhe und Herrn OFR H. Wicht, Rastatt, für die tatkräftige Unterstützung dieser Untersuchung.

Schrifttum:

- v. ALBERTIS & PISTROL (1949): Einrichtungswerk Gemeindewald Iffezheim (Auewald), Forstamt Baden-Baden
- BECKER, B. (1982): Dendrochronologie und Paläoökologie subfossiler Baumstämme aus Flußablagerungen. Mitt. der Kommission für Quartärforschung der österreichischen Akademie der Wissenschaften, Bd. 5, Verlag der österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- BRANDSTETTER, L. (1992): Aus der Vergangenheit des Sandweierer Waldes. Heimatverein Sandweier e.V., Sandweier, 56 S.
- BRAUS, H. (1992): Der Hausener Wald. In: Rheinhausen, Beiträge zur Geschichte von Ober- und Niederhausen. 1. Teil. Hrsg. A. Wild. Gemeinde Rheinhausen, 207–226
- BRAUS, H. (1995): Wald und Jagd. In: Weisweil – ein Dorf am Rhein. Hrsg. Auer, G., Zotz, Th., Gemeinde Weisweil, 325–338
- CARBIENER, R. (1974): Die linksrheinischen Naturräume und Waldungen der Schutzgebiete Rhinau und Daubensand (Frankreich). In: Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg (Hrsg.): Das Taubergießengebiet, Natur- und Landschaftsschutzgebiete in Bad.-Württ., 7, 438–535.
- CARBIENER, R. (1992): La protection des forêts alluviales: Un défi majeur confronté à des multiples blocages. Revue Forestière Française, Nr. Spécial, 72–76.
- Carte de France (1837): Carte de France au 1:80 000 dite d'Etat-Major, édition de 1837; feuille Lauterbourg.
- DILGER, R., SPÄTH, V. (1984): Konzeption natur- und landschaftsschutzwürdiger Gebiete der Rheinniederung des Regierungsbezirks Karlsruhe, Karlsruhe, 182 S.
- DILGER, R., SPÄTH, V. (1985): Kartierung und Bilanzierung schutzwürdiger Bereiche der Rheinniederung im Regierungsbezirk Karlsruhe, 11, 435–440.
- DILGER, R., SPÄTH, V. (1988): Konzeption natur- und landschaftsschutzwürdiger Gebiete der Rheinniederung des Regierungsbezirks Karlsruhe. Gutachten im Auftrag der Bezirksstelle für Naturschutz- und Landschaftspflege, Karlsruhe, 178 S.
- DILLMANN, E., CARBIENER, R. (1992): Le méandre de Selz-Munchhausen: Une interprétation des paysages rhénans d'Alsace du nord et de Palatinat. In: Gallusser, W., Schenker, A.: Die Auen am Oberrhein. Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin, 143–149.
- DISTER, E. (1980): Geobotanische Untersuchungen in der hessischen Rheinaue als Grundlage für die Naturschutzarbeit. Diss. Math.-Nat. Fakultät d. Univ. Göttingen, 157 S.
- DISTER, E. (1988): Ökologie der mitteleuropäischen Auewälder. In: Die Auewälder. Wilhelm-Münker-Stiftung (Hrsg.), 19, 5–30.
- DOUARD, A., CARBIENER, R. (1992): La confluence Rhin-Sauer: Structure et fonctionnement d'un secteur quasi deltaïque. Bulletin de la Société Industrielle, Mulhouse, 1, 105–114.
- ELLENBERG, H. (1963): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 1. Aufl. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 322–361.
- ELLENBERG, H. (1982): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 3. Aufl., Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 332–386.
- ENGELBERGER (1838): Plan über den Gemeindewald von Ottersdorf mit Angabe der Betriebs- und Holzarten, Forstamt Rastatt
- FRENZEL, B. (1995): Exkursion C 10 des 14. internat. IQUA-Kongresses. Holzartenfunde in nach-eiszeitlichen Kieslagern von Donau und Rhein – Posterdarstellung.

- VOLK, H. (1994): Wie naturnah sind die Auewälder am Oberrhein? Naturschutz und Landschaftsplanung: 1, 25–31.
- VOLK, H. (1995): Ein neues Schutzkonzept für die Rheinauewälder. Badische Heimat, 1, 27–47.
- VOLK, H. (1996 a): Die Landespflege – Vermittler zwischen Naturschutz und Forstbetrieb. Beispiel Rheinauewälder und Waldbiotope. Agrarforschung in Baden-Württemberg. Bd. 26, 80–100
- VOLK, H. (1996 b): Landschaftsökologische Beiträge zur Renaturierung der Auewälder am Oberrhein. Internat. Symposium Interpraevent, Garmisch-Partenkirchen, Tagungspublikation, Bd. 5, 165–176.
- VOLK, H. (1996 c): Anmerkungen zum Gutachten der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege, Freiburg, für das geplante Natur- und Landschaftsschutzgebiet Rheinniederung Wyhl-Weisweil. Abt. Landespflege der Forstl. Versuchs- und Forschungsanstalt, Oktober 1996, 16 S.
- VOLK, H. (1997): Landschaftsökologie und Landschaftsgeschichte der Auewälder im Rheinabschnitt Rastatter Aue. Unveröff. Mskr. Forstl. Versuchs- und Forschungsanstalt, Freiburg, 50 S.
- Waldkarte Wintersdorf (1837): Plan über den Gemeindewald Wintersdorf. Aufgenommen im Jahr 1837 durch Geometer Engelberger, Forstamt Rastatt
- WERNER & KRUTINA (1857): Periodische Revision Gemeindewald von Wintersdorf. Forstamt Rastatt, 57. S.
- WERNER & KRUTINA (1859): Gemeindewald Wintersdorf. Periodische Revision, vorgenommen im Sommer 1857 und abgeändert im Sommer 1859, Forstamt Rastatt, 74 S.
- WOLFF & KRUTINA (1857): Periodische Revision Gemeindewald von Sandweier, vorgenommen im Sommer 1857, Städt. FA Baden-Baden, 110 S.
- WWF (1989): WWF-Aueninstitut. Karte der landschaftshistorischen Entwicklung der Rastatter Rheinaue. Bearbeitung D.-G. Diring, betreut durch Prof. H. Musall, Rastatt.
- WWF (1990): WWF-Aueninstitut: Karte der landschaftshistorischen Entwicklung des Gebietes zwischen der Staustufe Iffezheim und der Renchmündung. Druck und Datenservice Streckel, Rastatt.

(Am 14. Januar 1998 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	1	29–58	1998	Freiburg im Breisgau 22. Mai 1998
--	---------	---	-------	------	--------------------------------------

Spirken-Moorwälder im Schwarzwald. Das Steerenmoos bei Faulenfürst (Gemeinde Schluchsee)

von

JENNIFER SCHMID & ARNO BOGENRIEDER, Freiburg i.Br. *

Zusammenfassung: Bergkiefern-Moore, d.h. Bergkiefern-Hochmoore auf nassen Torfmoosstandorten und Moorwälder auf weniger nassen, zwergstrauchreichen Moorstandorten, stellen zwei Vegetationseinheiten dar, die aufgrund der Klimaveränderungen nach der letzten Kaltzeit und der Wiedereinwanderung konkurrenzstarker Baumarten nur auf Sonderstandorten überdauern konnten. Sie gehören zu den bedrohten Lebensräumen in der mitteleuropäischen Landschaft.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich nach einem kurzen Abriß über die Systematik, Verbreitung und Standortbedingungen der Berg-Kiefern-Gruppe mit dem aktuellen Gefährdungsstand der Spirkenmoore im Schwarzwald. Am Beispiel des Steerenmooses wird auf die Vegetation der Spirkenmoore im südlichen Schwarzwald eingegangen. Abschließend wird die Schutzwürdigkeit des Steerenmooses auf der Grundlage einer genauen Kartierung der Vegetation des Gebietes diskutiert und auf notwendige Pflegemaßnahmen hingewiesen.

Keywords: Berg-Kiefern-Hochmoor, *Pino mugo*-Sphagnetum *magellanici*, Spirken-Moorwald, *Vaccinio uliginosi*-Pinetum *rotundatae*, *Pinus rotundata* Link, Moor-Kiefer, Spirke, *Pinus mugo* s.l., Reliktbaumart, Moorschutz, Naturschutzwürdigkeit, Schwarzwald, Steerenmoos.

1. Einleitung

Als „Spirken“ bezeichnet man aufrecht wachsende Formen der Berg-Kiefer. Die Bezeichnung Berg-Kiefer (*Pinus mugo* s.l.) umfaßt eine schwer zu trennende Artengruppe, zu der neben der eigentlichen Berg- oder Haken-Kiefer (*Pinus uncinata* Ramond) unter anderem auch die Moor-Kiefer (*Pinus rotundata* Link) gehört (OBERDORFER 1990). Die Moor-Kiefer selbst kann in zwei verschiedenen Wuchsformen, als aufrecht wachsende „Spirke“ und als niederliegend-aufsteigende Leg-Föhre, vorkommen. Bei dem Begriff „Spirke“ handelt es sich nicht um einen gebräuchlichen Volksnamen, sondern um eine botanische bzw. forstwissenschaftliche Bezeichnung (MARZELL 1977).

Die Spirke wächst im Schwarzwald fast ausschließlich in Mooren oder im Randbereich von Mooren. Sie bildet lichte, zwergstrauchreiche Bestände, die oft als „Spirkenfilz“ bezeichnet werden. Der Begriff „Filz“ stammt aus dem Volksmund und wird in Süddeutschland in ähnlicher Weise wie der Ausdruck „Moos“ für Nieder- und Hochmoore verwendet.

* Anschrift der Verfasser: Dipl.-Biol. J. SCHMID, Prof. Dr. A. BOGENRIEDER, Institut für Biologie II (Geobotanik) der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Schänzlestr. 1, D-79104 Freiburg i. Br.

Das Erscheinungsbild von Spirkenfilzen reicht von einem lichten Kiefernwald mit einem dichten Unterwuchs von Zwergsträuchern bis hin zu einer offenen Hochmoorvegetation, in der vereinzelt auf erhöhten Torfmoosbulten krüppelig ausgebildete Moor-Kiefern wachsen. Bestandesdichte und -höhe der Spirkenwälder hängen von der Höhe des mooreigenen Grundwasserstandes ab. Auf nicht allzu nasen Standorten erreichen die Spirken Höhen bis zu 18 m; hier dominieren Zwergsträucher, vor allem die Rauschbeere (*Vaccinium uliginosum* L.) im Unterwuchs. Mit zunehmender Nässe nehmen die Höhe der Bäume und die Deckung der Zwergsträucher ab, dafür treten die typischen Hochmoorarten immer stärker in Erscheinung. Der Übergang von einem hochstämmigen Wald zu einer mehr oder weniger offenen Hochmoorvegetation mit einzelstehenden Spirken ist fließend. Die Frage, welchen übergeordneten Vegetationseinheiten die Spirkenbestände zuzuordnen sind, ist deshalb nicht einfach zu beantworten und wird in der Pflanzensoziologie nicht einheitlich gehandhabt. Handelt es sich noch um eine Hochmoorvegetation oder müssen zumindest die hochwüchsigen, dichten Bestände zu den boreal-alpinen Nadelwäldern gestellt werden? Räumlich und standörtlich stehen sie mit diesen in Kontakt. Habituell unterscheiden sie sich aber deutlich von diesen.

Spirkenfilze gehören zu den Besonderheiten der Landschaft des Schwarzwaldes. Abseits und versteckt in Mooregebieten gelegen, unterscheiden sie sich durch ihre lichte Struktur und ihren Zwergstrauchreichtum von den uns vertrauten Waldtypen. Der Betrachter fühlt sich nach Skandinavien versetzt, wo ähnlich strukturierte Kiefernwälder auf ärmeren Böden großflächig entwickelt sind. Allerdings werden diese Wälder in Nordeuropa von der Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) aufgebaut. Die Moor-Kiefer, ebenso wie die anderen Vertreter der Berg-Kiefern-Gruppe, fehlen dort.

Einwanderungsgeschichte und frühere Verbreitung der Spirke im Schwarzwald sind mit Hilfe von Pollen- und Großrestanalysen in Torfprofilen kaum zu rekonstruieren, da sich die Pollen der Moor-Kiefer nicht von denen der Wald-Kiefer unterscheiden lassen (ZOLLER 1981). Es ist aber anzunehmen, daß die Moor-Kiefer schon im frühen Postglazial in den Schwarzwald eingewandert ist, und hier zunächst größere zusammenhängende Wuchsgebiete besessen hat, die erst später durch das Nachrücken von anderen Baumarten in die heutigen kleinen Teilareale im Bereich von Mooren aufgesplittert worden sind. Mit dem Eingriff des Menschen in den Wasserhaushalt vieler Moore hat die Spirke später auch auf diesen Reliktstandorten weitere Einbußen erlitten. Die wenigen weitgehend intakt gebliebenen Spirkenfilze müssen deshalb als besonders schutzwürdig gelten (DIERSSEN & DIERSSEN 1984). Hierzu gehört, trotz gewisser randlicher Störungen, auch das wenig bekannte Steerenmoos, das in diesem Beitrag genauer dargestellt werden soll.

2. Die Berg-Kiefern-Artengruppe (*Pinus mugo* s.l.)

2.1 Gliederung und Florengeschichte

Neben der normalen, im oberen Stammteil rötlichen bis ockerfarbigen Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) gibt es im Schwarzwald vor allem im Bereich von Mooren vereinzelt noch recht große Bestände der Berg-Kiefer. Die Berg-Kiefer ist anhand der Kronenform und der einheitlich grauen bis schwarzbraunen Farbe ihrer Borke leicht von der Wald-Kiefer zu unterscheiden (Abb. 1).



Abb. 1: Wald-Kiefer (links im Hintergrund, mit schräg stehendem Stamm und in der Mitte der Baumgruppe in der rechten Bildhälfte) und Moor-Kiefer (mit spitzkegeliger Krone) im Randbereich eines Moores, Windgefällweiher.

Der Berg-Kiefern-Komplex (*Pinus mugo* s.l.) ist ein Formenkreis, der sich nach EHRENDORFER (1984) im Prozeß der Artbildung befindet. Seine Verbreitung ist auf die Gebirge Süd- und Mitteleuropas beschränkt (Abb. 2) (MEUSEL et al. 1965a und b). Anhand der Wuchsform und anhand von Zapfenmerkmalen lassen sich innerhalb dieses Formenkreises eine östlich verbreitete Sippe, *Pinus mugo* s.str. Turra (Leg-Föhre oder Latsche), und eine westlich verbreitete Sippe, *Pinus uncinata* Ramond (Berg- oder Haken-Kiefer) (Abb. 3), klar voneinander abgrenzen (vgl. TUTIN 1964). *Pinus mugo* s.str. besitzt eine niederliegende, mehrstämmige Wuchsform und symmetrisch geformte Zapfen mit flachen Schuppenschildern. *Pinus uncinata* wächst immer aufrecht und einstämmig. Ihre Zapfen sind asymmetrisch geformt, und die Schuppenschilder der Zapfen weisen einen stark zurückgekrümmten Haken auf. Im Überlappungsgebiet dieser beiden Sippen findet man jedoch zahlreiche Formen, bei denen sowohl Zapfenmerkmale als auch Wuchsformen sehr variabel sind. Zwischen

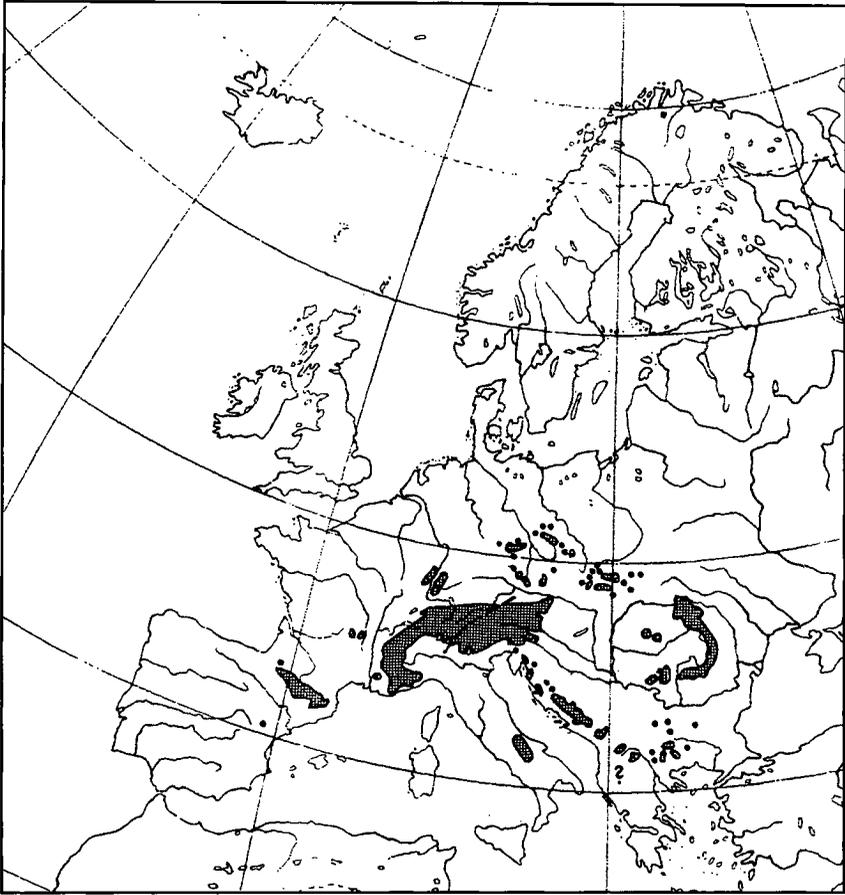


Abb. 2: Verbreitungskarte von *Pinus mugo* s.l. (aus MEUSEL et al. 1965b).

den klar unterscheidbaren Zapfenformen von *Pinus mugo* s.str. und *Pinus uncinata* existieren zahlreiche Übergangsformen; außerdem treten verschiedene Zapfen- und Wuchsformen unabhängig voneinander auf. CHRISTENSEN (1987), EHRENDORFER (1984), MAYER (1993) und ZOLLER (1981) nehmen an, daß die beiden Sippen hybridisieren, und es durch den Wechsel von Kalt- und Warmzeiten im Pleistozän und der damit verbundenen Verschiebung der Sippenareale zur Bildung zahlreicher Hybridschwärme kam. Man vermutet außerdem, daß *Pinus mugo* s.str. die Zeiten der maximalen Vereisung in Refugien in Nord-Italien, im Nordwesten des ehemaligen Jugoslawien und im östlichen Balkangebiet überdauert hat, während *Pinus uncinata* in Refugien im südwestlichen Frankreich und auf der iberischen Halbinsel überdauert haben soll (CHRISTENSEN 1987). Daß die Berg-Kiefer schon sehr früh nach den Kaltzeiten in die damals waldfreien Gebiete eingewandert ist, belegen spätglaziale Großrestfunde aus dem Schwäbischen Alpenvorland, aus der südlichen Oberpfalz und aus dem Schwarzwald. Vermutlich hat im Spätglazial auch eine Verbindung zwischen den verschiedenen rezenten Teilarealen der Artengruppe



Abb. 3: *Pinus uncinata* Ramond, Le Blétonnet bei Briançon, Südfrankreich.

bestanden (ZOLLER 1981). In der späteren Postglazialzeit wurde *Pinus mugo* s.l. schließlich in die Gebirge und an Moorränder zurückgedrängt, so daß die heutigen Vorkommen als Reliktstandorte von ehemals weiter verbreiteten Beständen gewertet werden können (CHRISTENSEN 1987).

Aufgrund der Existenz von zahlreichen Übergangsformen ist die Gliederung der *Pinus mugo*-Gruppe sehr umstritten und wird in aktuellen Bestimmungsschlüsseln und Florenwerken unterschiedlich dargestellt. So herrscht unter anderem keine Einigkeit darüber, ob die verschiedenen Sippen als eigene Arten (OBERDORFER

1990) oder nur als Unterarten (ZOLLER 1981) einzustufen sind. Populationen mit Zapfenmerkmalen, die sich weder *Pinus uncinata* noch *Pinus mugo* s.str. zuordnen lassen, werden von den meisten Autoren einer dritten Sippe, *Pinus rotundata* Link, bzw. *Pinus mugo* ssp. *rotundata* (Link) Janch. & Neum. zugeordnet (vgl. CHRISTENSEN 1987, OBERDORFER 1990, SCHMIDT 1984). Andere Autoren vertreten jedoch die Ansicht, daß jene Populationen im Überlappungsgebiet von *Pinus mugo* s.str. und *Pinus uncinata*, die einen schwach ausgebildeten Haken aufweisen, eher als eine Unterart bzw. Varietät der Haken-Kiefer, *Pinus uncinata*, anzusehen sind (SCHROETER 1926, ZOLLER 1981). Insgesamt wurden bisher 16 Arten, 91 Varietäten und 19 Formen innerhalb des *Pinus mugo*-Komplexes beschrieben (CHRISTENSEN 1987). Besonders viele verschiedene Formen der Berg-Kiefer findet man nach SCHROETER (1926) an der Ostgrenze der Schweiz. Sicherlich sind bezüglich der Gliederung des *Pinus mugo*-Komplexes noch eine Reihe von Fragen offen, zu deren Beantwortung neben morphologischen jedoch auch genetische Untersuchungen notwendig sind.

2.2 *Pinus mugo* s.str. Turra, Leg-Föhre oder Latsche

Die Leg-Föhre wächst niederliegend mit mehreren aufsteigenden Ästen und erreicht Höhen zwischen 3–5 m. Ihre Zapfen besitzen eine mehr oder weniger symmetrische Form, da der Zapfenstiel in der Mitte des Zapfens ausgebildet ist. Die Schuppenschilder der ausgereiften Zapfenschuppen sind bei der Leg-Föhre flach ausgebildet, d.h. sie weisen weder eine Wölbung auf, noch besitzen sie einen Höcker oder Haken. Der Nabel, ein auf den Schuppenschildern abgesetztes Feld, liegt in deren Mitte (var. *mugo* bzw. f. *mugo*) oder wenig unter der Mitte (var. *pumilio* bzw. f. *applanata*) (Abb. 4).

Weitere morphologische Beschreibungen von *Pinus mugo* s.l. mit Angaben zur Blüten- und Ausbreitungsbiologie, zur Keimung und Etablierung von Keimlingen, zu Schädlingen und Samenprädatoren finden sich u.a. bei NEBEL (1990), SCHMIDT (1984), SCHROETER (1926) und ZOLLER (1981).

Die Leg-Föhre kommt von der submontanen bis über die subalpine Stufe hinaus vor, besitzt ihren Schwerpunkt jedoch im Bereich der alpinen Waldgrenze. Ursprünglich besiedelte die Leg-Föhre sehr baumfeindliche Standorte. Dazu gehören Wuchsorte oberhalb der Waldgrenze, Lawinenrutschen, Geröllbahnen, Torfmoore und ganz allgemein feinerdearme und nährstoffarme Rohböden von der montanen bis zur subalpinen Stufe. Neben den edaphischen Faktoren sind es aber vor allem ungünstige mikroklimatische Bedingungen, wie kalte Wintertemperaturen, eine kurze Vegetationsperiode und hohe Windgeschwindigkeiten, und mechanische Belastungen, wie Steinschlag und Schneedruck, die das Aufkommen von Wald an diesen Standorten verhindern. Die bogig-aufsteigende Wuchs-

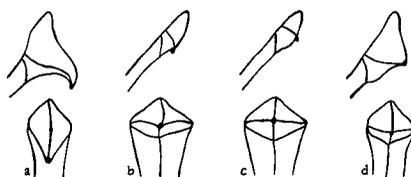


Abb. 4:
Formen der Zapfenschuppe innerhalb der Berg-Kieferngruppe (aus SCHROETER 1926, umgestellt): a) *Pinus uncinata* Ramond, Schuppenschild mit stark ausgeprägtem Haken; b) und c) *Pinus mugo* s.str. Turra, Schuppenschild ohne Haken [b) var. *pumilio*, Nabel unter der Mitte des Schuppenschildes, c) var. *mugo*, Nabel in der Mitte des Schuppenschildes]; d) *Pinus rotundata* Link, Schuppenschild mit schwach ausgeprägtem Haken.

form der Leg-Föhre ist eine genetische fixierte Anpassung an Schneeschub. Auch in tieferen, wenig schneereichen Lagen behält die Leg-Föhre diese Wuchsform bei. Durch große Schneelasten werden die Äste zu Boden gedrückt, ohne daß sie dabei abbrechen. Biomechanische Untersuchungen haben gezeigt, daß die Äste der Leg-Föhren eine hohe Elastizität und Bruchfestigkeit aufweisen. Diese ist deutlich größer als diejenige von Ästen der aufrecht wachsenden Arve (*Pinus cembra* L.) (WILMANN et al. 1985). Interessanterweise besitzen Leg-Föhrenäste aus schneereichen Hochlagen eine größere Flexibilität und Biegetoleranz als die Leg-Föhrenäste aus Tieflagen. Offensichtlich werden diese biomechanischen Eigenschaften der Art durch bestimmte Umweltfaktoren beeinflusst. Dieses Phänomen tritt auch bei der Grün-Erle (*Alnus viridis* (Chaix.) DC.) auf. Bei der Grün-Erle hat die größere Bruchfestigkeit bzw. geringere Biegesteifigkeit der Äste der Hochlagenherkünfte ihre Ursache in der im Vergleich zu den Tieflagenherkünften geringeren Zuwachsrates der Äste und in der deutlich später und in weitaus geringerem Maße einsetzenden Spätholzbildung (BRÜCHERT et al. 1994, GALLENMÜLLER 1995).

Die insgesamt ungünstigen Standortbedingungen schlagen sich in sehr geringen Wuchsleistungen nieder. Der durchschnittliche jährliche Radialzuwachs der Leg-Föhre liegt in der Regel zwischen 0,3 und 0,5 mm pro Jahr (BEDNARZ 1986, BITTERLI 1987, HAFENSCHERER & MAYER 1986). Ein Ausdruck der großen mechanischen Belastung, der die Leg-Föhren ausgesetzt sind, ist die hohe Zahl an Verletzungen, die man an den Trieben feststellen kann. Diese Verletzungen können anhand von Stammquerschnitten datiert werden. Mit Hilfe einer solchen Holzanalyse können dann Aussagen über besondere Schadensereignisse (Steinlawinen o. ä.) an den betreffenden Wuchsorten gemacht werden (BEDNARZ ebd., BITTERLI ebd.).

Die Verjüngung erfolgt in geschlossenen Leg-Föhrenbeständen fast ausschließlich vegetativ durch die Bewurzelung von am Boden aufliegenden Ästen. Dieses Phänomen tritt auf extremen Standorten häufig auf und läßt sich z.B. auch bei der Fichte an Waldgrenzstandorten beobachten. Generativ verjüngt sich die Leg-Föhre fast nur wenn neue Standorte, z.B. frische Murgänge, besiedelt werden (HAFENSCHERER & MAYER ebd.). Aufgrund dieser Tatsache, daß die Leg-Föhre sich fast ausschließlich vegetativ vermehrt, sind Altersangaben zu Leg-Föhrenbeständen schwierig. Im Prinzip ist nur eine Angabe zum Minimalalter möglich. Selten findet man oberirdische Äste, die älter als 140 Jahre sind, der Bestand selbst kann jedoch viel älter sein.

Der Verbreitungsschwerpunkt von *Pinus mugo* s. str. liegt in den Ostalpen und dort im Bereich der alpinen Waldgrenze. Auch in den Karpaten und in den Gebirgen der Balkan-Halbinsel werden dichte Krummholzgürtel oberhalb des eigentlichen Waldes von der Leg-Föhre gebildet. Darüber hinaus findet man die Art auch in Mooren des Alpenvorlandes, sowie auf Mineral- oder Moorstandorten in den Sudeten, im Erzgebirge und im Bayerisch-Böhmischen Grenzgebirge. Einige isolierte Vorkommen der Art gibt es in den Meeralpen, den Ligurischen Alpen und in den Abruzzen (ZOLLER 1981). Insgesamt nimmt die Art den östlichen Teil des Areals der Berg-Kieferngruppe ein. Im Schwarzwald kommt die Leg-Föhre ursprünglich nicht vor. Sie wurde aber z.B. im Feldberggebiet und an einigen Standorten im Nord-schwarzwald gepflanzt.

2.3 *Pinus uncinata* Ramond, Berg- oder Haken-Kiefer

Bei der eigentlichen Bergföhre oder Haken-Kiefer handelt es sich um einen aufrecht wachsenden, einstämmigen Baum, der Höhen bis zu 25 m erreicht (Abb. 3).

Die Bezeichnung Haken-Kiefer bezieht sich auf die stark aufgewölbten, hakig zurückgebogenen Schuppenschilder der Zapfen (s. Abb. 4). Im Gegensatz zur Leg-Föhre sind die Zapfen der Haken-Kiefer außerdem bei der Samenreife stark asymmetrisch geformt, da die Stiele der Zapfen nicht in der Mitte der Basis angewachsen sind.

Die Haken-Kiefer kommt vor allem auf feinerdearmen Standorten in der subalpinen Stufe vor, hierzu zählen z.B. Carbonatschutthänge oder steile Kalkfelswände. Die Verbreitung der Haken-Kiefer ist zwar nicht auf Karbonatgesteine beschränkt, sie hat hier aber ihren Schwerpunkt. Ebenso wie alle anderen Berg-Kiefern Sippen kommt die Haken-Kiefer an Standorten vor, die von anderen Baumarten aufgrund der extremen Standortbedingungen nicht mehr besiedelt werden können.

Im Gegensatz zu der Leg-Föhre ist bei der Haken-Kiefer eine genaue Altersbestimmung möglich, da die Art sich nur generativ verjüngt. Nach GÉNOVA (1986) können Haken-Kiefern ein Alter von über 600 Jahren erreichen und eignen sich daher auch gut für dendroklimatologische Untersuchungen.

Die Haken-Kiefer nimmt den westlichen Teil des Berg-Kiefernareals ein. Ihre Verbreitungsschwerpunkte liegen in den Pyrenäen und in den Westalpen. Weitere Vorkommen findet man im Schweizer Jura. Der Grenzverlauf zwischen den beiden Verbreitungsarealen von Haken-Kiefer und Leg-Föhre wird von ZOLLER (1981) beschrieben.

2.4 *Pinus rotundata* Link, Moor-Kiefer

Bei der Moor-Kiefer handelt es sich um eine Berg-Kiefern Sippe, die vermutlich durch die Bastardisierung von Haken-Kiefer und Leg-Föhre entstanden ist (CHRISTENSEN 1987). Moor-Kiefern besitzen in der Regel asymmetrisch geformte Zapfen. Von der Leg-Föhre unterscheidet sich die Moor-Kiefer durch stärker aufgewölbte Schuppenschilder, die zum Teil auch einen schwach ausgebildeten Haken aufweisen. Von der Haken-Kiefer unterscheidet sich die Moor-Kiefer ebenfalls in der Form der Schuppenschilder. Bei der Moor-Kiefer sind die Schuppenschilder in der Regel breiter als hoch, bei der Haken-Kiefer dagegen höher als breit (MAYER 1993). Allerdings sind viele Berg-Kiefern, die auf Moorstandorten wachsen, anhand dieser Merkmale nicht eindeutig einer Sippe zuzuordnen. Bezüglich der Schuppenschildlänge existiert ein fließender Gradient von eher breiten zu eher länglichen Schuppenschildern. Die Berücksichtigung der Wuchsform hilft bei der Zuordnung zu einer Sippe häufig auch nicht weiter. So kann die Moor-Kiefer sowohl in einer niederliegenden (*Pinus rotundata* var. *pseudopumilio*) als auch in einer aufrechten (*Pinus rotundata* var. *arborea*) Wuchsform auftreten, und es ist kein Zusammenhang zwischen Zapfenmerkmalen und Wuchsformen erkennbar (MAYER 1993). Außerdem sind offenbar auch bestimmte Umweltfaktoren an der Ausprägung des Habitus beteiligt. Auf Moorstandorten ist mit zunehmender Nässe die Tendenz zu einer mehrstämmigen Wuchsform festzustellen.

Auch im Schwarzwald findet man verschiedene Wuchsformen der Moor-Kiefer. Diese sind interessanterweise unterschiedlich geographisch verbreitet. Im südlichen und mittleren Schwarzwald wachsen mehr oder weniger aufrechte Formen, die eine Höhe bis zu 18 m erreichen (Abb. 5); im nördlichen Schwarzwald findet man dagegen fast ausschließlich krummholzartige Formen (Abb. 6) (DIERSSEN & DIERSSEN 1984). Da sich die Moore im Nord- und Südschwarzwald bezüglich der Standortfaktoren nicht grundsätzlich unterscheiden, könnte es sich um genetisch unterschiedliche Populationen handeln. Unter Umständen ist die Berg-Kiefer im Spät-



Abb. 5: *Pinus rotundata* Link: aufrechte Wuchsform der Moorkiefer, Steerenmoos, Südschwarzwald (Photo: Rasbach).

Abb. 6: *Pinus rotundata* Link: niederliegende Wuchsform der Moorkiefer, Schliffkopf, Nordschwarzwald (Photo: Rasbach).

glazial aus zwei verschiedenen Richtungen, von Nordosten und von Südwesten her, in den Schwarzwald eingewandert.

Pinus rotundata besitzt ihren Verbreitungsschwerpunkt auf staunassen, basen- und nährstoffarmen Torfböden; selten besiedelt die Art Mineralböden (NEBEL 1990). Sie kommt fast nur in oder im Kontakt mit Hochmooren vor und besiedelt vor allem Hochmoorränder. Im Gegensatz zu vielen anderen Nadelhölzern ist die Moor-Kiefer in der Lage, Adventivwurzeln zu bilden (DIERSSEN & DIERSSEN 1984, SCHREIER 1993). Diese Fähigkeit trägt offensichtlich dazu bei, daß sich die Moor-Kiefer auf recht nassen Moorstandorten halten kann, auf denen weder Fichten noch Wald-Kiefern hochkommen können. Hochmoore, in deren Wasserhaushalt eingegriffen wurde oder Hochmoore mit eher subkontinental getöntem Klima, können auch über die gesamte Fläche von Moor-Kiefern bestanden sein. Entscheidend für eine flächenhafte Besiedelung der Hochmoore durch *Pinus rotundata* ist, daß diese zumindestens zeitweise oberflächlich trockenfallen (NEUHÄUSL 1992).

Schütterere Kronen und geringe Beastung deuten darauf hin, daß es sich bei *Pinus rotundata* um eine lichtbedürftige Art handelt, die auf lichtoffene, gleichzeitig aber nährstoffarme und nasse Standorte abgedrängt wird, auf die ihr die Hauptkonkurrenten, Fichte und Wald-Kiefer (*Picea abies* und *Pinus sylvestris*), nicht zu folgen vermögen. Zuwachsuntersuchungen im südlichen Schwarzwald bestätigen die Bedeutung des Faktors „Licht“ für die generative Verjüngung und das Wachstum der Moor-Kiefer (SCHMID et al. 1995). Eine ganze Reihe dendroökologischer Arbeiten zeigen außerdem, daß die Moor-Kiefer durchaus keinen hohen Grundwasserspiegel benötigt, sondern von den Konkurrenten hierher abgedrängt wird. So reagiert die Art auf Entwässerung mit abrupten Wachstumssteigerungen (GRÜNIG 1955, SCHMID et al. 1995, SCHREIER 1993, SCHULTHESS 1990).

Jahrringzählungen an ausgewachsenen Exemplaren im Schwarzwald und in den schweizerischen Flyschgebieten am Alpennordrand haben ergeben, daß Moor-

Kiefern im Gegensatz zu Haken-Kiefern nur ein Alter zwischen 200 und 300 Jahren, maximal 350 Jahren erreichen (OBERDORFER 1935, SCHREIER 1993, SCHMID et al. 1995). Die Ursache an dem vergleichsweise recht geringen Lebensalter könnte in den extremen Standortbedingungen zu suchen sein.

Das Verbreitungsgebiet von *Pinus rotundata* umfaßt nach OBERDORFER (1990) den Schwarzwald, das Alpenvorland, die Alpen, den Bayerischen Wald und das Erzgebirge. Nach DIERSSEN & DIERSSEN (1984) handelt es sich bei verschiedenen Angaben von *Pinus uncinata* aus dem Schweizer Jura ebenfalls um *Pinus rotundata*. Eine Darstellung der einzelnen Vorkommen im Schwarzwald findet sich bei DIERSSEN & DIERSSEN (ebd.).

3. Spirken-Moorwälder im Schwarzwald – verschiedene „Lebensgeschichten“ und aktuelle Situation

Anthropogene Eingriffe haben dazu geführt, daß intakte oder zumindest naturnahe Hochmoore in Mitteleuropa selten geworden sind. Das gilt im Prinzip auch für den Schwarzwald, wenngleich die Wirkung der Eingriffe, z.B. durch Entwässerung, im Einzelfall sehr unterschiedlich gewesen ist.

In manchen Fällen haben sie zur vollständigen Zerstörung der ursprünglichen Vegetation geführt, wie z.B. im Falle des Behabühls im Seebachtal (Bärental) bei Titisee (DIERSSEN & DIERSSEN 1984). Zum Teil sind die entwässerten Spirken-Moorwälder heute stark mit Fichten durchsetzt, wie z.B. das Habsmoos in Schluchsee-Blasiwald. Hier dringen typische Fichtenwaldarten verstärkt in die Bestände ein und typische Hochmoorarten treten zurück. Mit der zunehmenden Deckung der Baumschicht kann sich die Moor-Kiefer aufgrund der veränderten Lichtverhältnisse nicht mehr verjüngen. Der hohe Rotwildbesatz im Habsberggebiet stellt eine weitere Beeinträchtigung für den Moor-Kiefernbestand dar, denn das Moor ist ein bevorzugter Aufenthaltsort für das Rotwild, und der gesamte Spirkenjungwuchs zeigt hier Verbißschäden. Das Wild schält offensichtlich bevorzugt die Rinde von jungen Spirken ab und verschmät die Rinde der eindringenden Fichten.

Entwässerungsversuche von Hochmooren im Schwarzwald wurden in der Regel mit dem Ziel einer späteren Aufforstung der Fläche durchgeführt. Häufig überließ man die Flächen auch der Sukzession und profitierte vor allem von der Trockenlegung der angrenzenden Waldbestände. Eine Überführung der einstigen Moorflächen in Ackerflächen, wie in Norddeutschland üblich, wurde im Schwarzwald nicht betrieben.

In einigen Mooren im Schwarzwald wurde auch Torf gestochen, wie z.B. im Spirkenfilz bei Neuhof in Breitnau-Hinterdorf, im Torfstich Kohlhütte bei Ibach oder bei Schönwald im Mittleren Schwarzwald (Abb. 7). In der Regel handelte es sich dabei aber nur um einzelne Bauernfamilien, die Torf als Einstreu und Brennmaterial für den eigenen Bedarf stochten. Einen kommerziellen Torfabbau gab es im Schwarzwald nicht. Die Moore wurden daher auch nicht vollständig abgetorft. Meist wurde nur am Rand Torf gestochen, was aber ebenfalls einen Eingriff in den Wasserhaushalt der Moore bedeutete.

Einer der schönsten und größten Spirkenbestände im Schwarzwald (OBERDORFER 1935), das Feldmoos, ging mit dem Aufstau des Schluchsees verloren (s. Abb. 8). Noch heute erinnern vom Seegrund aufsteigende Torfinseln an die überstauten Moorflächen. Dem Feldmoos kommt auch vom vegetationsgeschichtlichen Aspekt eine besondere Bedeutung zu. Hier konnte OBERDORFER (ebd.) erstmals für



Abb. 7: Torfstich bei Schönwald im Mittleren Schwarzwald (Photo: E. Litzelmann, historische Aufnahme, 1935).



Abb. 8: Blick auf das heute überstaute Feldmoos am östlichen Ende des Schluchsees, Südschwarzwald (Photo: E. Litzelmann, historische Aufnahme, 1928).



Abb. 9:
Rotmeer II, Bärenthal, Südschwarzwald:
Zusammenbrechender Moor-Kiefernbestand mit
eindringenden Fichten. Im Vordergrund ist die
sich ausbreitende Brennesselflur im Winterzustand
zu sehen (Photo: Rasbach).

den Schwarzwald durch Großrestfunde die Existenz einer subarktischen Zwergstrauchvegetation im Spätglazial nachweisen.

Im Schwarzwald wurden in den 60er und 70er Jahren auch einige Moore als Mülldeponien genutzt und dadurch zerstört. Als Beispiel wäre das Rotmeer II in der Nähe des Bahnhofs Bärenthal zu nennen (Abb. 9). Die einstige Hochmoorfläche ist etwa zur Hälfte unter einer ca. 8 m hohen Hausmülldeponie begraben, die von 1962 bis 1978 betrieben wurde (BOGENRIEDER et al. 1989). Die Restfläche wird von einem zusammenbrechenden Moor-Kiefern-Bestand eingenommen. In die Baumschicht ist inzwischen die Fichte eingedrungen, und der Unterwuchs wird von einer nährstoffanzeigenden Hochstaudenflur gebildet.

Es lassen sich noch eine Reihe von weiteren anthropogenen Eingriffen in die Moore des Schwarzwaldes nennen. So wurde das Moor im Kar des heutigen Nonnenmattenweiher durch die Anlage eines Weiher zur Forellen- und Karpfenzucht im 18. Jahrhundert mehr oder weniger zerstört (DIERSSEN & DIERSSEN 1984). Auch das Untere Horbacher Moor fiel dem Aufstau des Klosterweiher zum Opfer. Auf das

Wildseemoor wirkte sich im 19. Jahrhundert die Flößerei sehr nachteilig aus. Die beiden Wildseen wurden für die Flößerei angezapft. Der Wasserspiegel der Seen sank, woraufhin sich die ehemals baumfreie Moorfläche bewaldete (DIERSSEN & DIERSSEN ebd).

Heute hinterläßt der Tourismus häufig seine Spuren. Deutliche Beeinträchtigungen der Moorvegetation durch den starken Besucherstrom sind z.B. am Blindensee-Moor bei Schonach zu erkennen. Ein Wanderweg zieht hier direkt am Moorsee vorbei. Neben der Trittbelastung stellt aber auch der nur schwer vermeidbare Nährstoffeintrag durch den Menschen ein Problem dar. Allein der sich von den Schuhen ablösende Mineralboden hat eine Eutrophierung zur Folge. Dieses Phänomen ist z.B. im Hinterzartener Moor zu beobachten, durch dessen Zentralteil ein viel begangener Holzsteg führt. Durch diesen wird zwar eine Trittbelastung verhindert, aber durch die Ritzen zwischen den Brettern rieselt der Mineralboden der zahlreichen Wanderschuhe. Entlang des Holzsteges haben sich Pflanzen angereichert, die den Eintrag von Nährstoffen anzeigen, es handelt sich dabei um sogenannte Mineralbodenwasserzeiger, wie *Menyanthes trifoliata*, den Fiebertee, oder *Carex rostrata*, die Schnabel-Segge, die in intakten Hochmooren nicht vertreten sind.

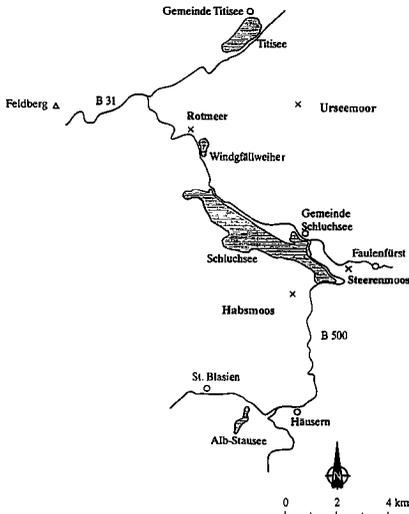


Abb. 10:
Lage des Steerenmooses im südöstlichen
Schwarzwald.

4. Das Spirkenfilz Steerenmoos

Das Steerenmoos liegt, eingebettet in eine flache Mulde, zwischen der Gemeinde Schluchsee und der Ortschaft Faulenfürst auf 1000 m ü.NN im südöstlichen Schwarzwald (s. Abb. 10). Hier bestimmen flache, danubische Reliefformen das Landschaftsbild.

Geprägt wurden diese Landschaftsformen während der Kaltzeiten im Pleistozän. Zur Zeit der maximalen Würmvereisung war das Schluchseegebiet vergletschert (LIEHL 1982, RAHM 1984). Die nach Ende der Kaltzeiten zurückweichenden Gletscher hinterließen zahlreiche Seen, die im Postglazial zum Teil verlandeten und vermoorten. Auch das Steerenmoos ist durch die Verlandung eines kaltzeitlichen Sees entstanden (Dr. M. Rösch, mündl. Mitt.).

Klimatisch von Bedeutung ist die Tatsache, daß das Schluchseegebiet im

Niederschlagsschatten des Feldberggebietes liegt. Gegenüber dem Klima des Feldberggebietes ist das Klima des Schluchseegebietes aufgrund geringerer Niederschläge und stärkerer Temperaturschwankungen im Laufe des Jahres etwas stärker kontinental getönt. Dies spiegelt sich auch in der Verbreitung einiger Pflanzenarten wider. So klingen z.B. die Vorkommen von *Pyrola minor*, dem Kleinen Wintergrün, eine Art mit borealem Verbreitungsschwerpunkt, und *Pyrola secunda*, dem Nickenden Wintergrün, eine Art mit nordisch-kontinentalem Verbreitungsschwerpunkt, im Schluchseegebiet nach Westen hin aus.

In den Wäldern, die den Spirkenbestand umgeben, sind noch alte Entwässerungsgräben zu erkennen. Diese führen nicht durch den eigentlichen Hochmoorbereich, grenzen aber zum Teil direkt an das Moor an. Die Gräben werden seit mindestens 20 Jahren nicht mehr geräumt und haben heute zum größten Teil keine entwässernde Funktion mehr.

Dem Wirtschaftsplan des Forsteinrichtungswerkes von 1903 des Forstamts Schluchsee läßt sich entnehmen, daß diese Gräben zwischen 1906 und 1926 ausgehoben werden sollten. Ein Eintrag, wann die Gräben dann tatsächlich ausgehoben wurden, war allerdings nicht zu finden. Im Jahrringbild der Moor-Kiefern des Steerenmooses läßt sich jedoch eine deutliche Wachstumssteigerung Anfang der zwanziger Jahre erkennen, die höchstwahrscheinlich mit einer Veränderung des Wasserstandes im eigentlichen Hochmoorkörper durch den Grabenbau zusammenhängt (SCHMID et al. 1995). Viele Moor-Kiefern im Zentrum des Steerenmooses sind jünger als 70 Jahre, kamen also erst nach 1926 hoch, also vermutlich erst nach dem Grabenaushub. Diese Tatsache deutet daraufhin, daß der zentrale Bereich des Moores einst nicht so dicht mit Moor-Kiefern bewachsen war und daß sich erst im Zuge der Entwässerungsmaßnahmen eine dichtere Bewaldung einstellte. Eventuell haben die Entwässerungsmaßnahmen auch dazu geführt, daß sich manche Moor-

Kiefern-Bestände im Randbereich heute offensichtlich in einem Sukzessionsstadium zu einem Fichtenwald befinden (s. Kap. 6.1.5). Im Vergleich zu anderen Schwarzwaldmooren sind die Auswirkung der Entwässerungsmaßnahmen im Steerenmoos jedoch als gering einzustufen (s. Kap.7).

5. Vegetationskartierung (Abb. 11)

Die Vegetationsaufnahmen wurden in der Vegetationsperiode 1993 nach der Methode von Braun-Blanquet angefertigt, die DIERSSEN (1990) ausführlich beschrieben hat. Pflanzengesellschaften und Moos-Synusien entlang des Aubachs und entlang von Entwässerungsgräben, sowie Schlagflurgesellschaften und weg begleitende Vegetation konnten aufgrund ihrer kleinen, flächenmäßigen Ausdehnung bei der Kartendarstellung nicht berücksichtigt werden. Als Kartierungsgrundlage dienen die Blätter Nr. 8115.31 und 8115.32 der Deutschen Grundkarte 1:5000 (Ausgabe 1991).

Die Nomenklatur richtet sich bei den Phanerogamen nach OBERDORFER (1990), bei den Moosen nach FRAHM & FREY (1992) und bei den Flechten nach WIRTH (1980).

6. Die Pflanzengesellschaften

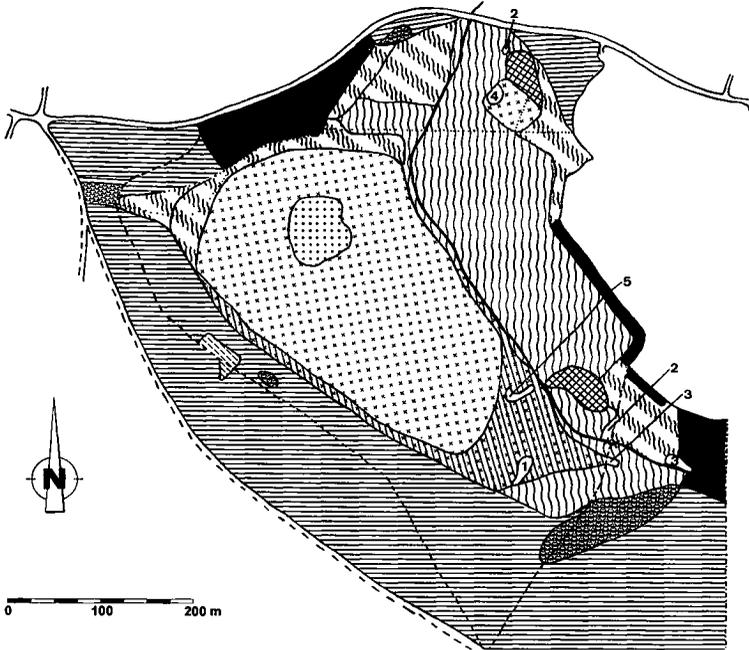
Der eigentliche Hochmoorbereich des Steerenmooses wird fast vollständig von einem Spirken-Moorwald (*Vaccinio uliginosi-Pinetum rotundatae* Oberd. 34 em.) eingenommen (Abb. 11). Nur im nassesten Bereich des Moores, wo der Spirkenbestand sehr lückig wird, dominieren Arten, die für Hochmoore typisch sind. Die Vegetation in diesem Bereich des Moores muß noch zu der Klasse der Hochmoorgesellschaften gestellt werden und innerhalb dieser zum Berg-Kiefern-Hochmoor, dem *Pino mugo-Sphagnetum magellanici* Kästner & Flössner 33 em. Neuhäusl 69 kor. Dierss ap. Oberd. 77.

Im Norden und Osten grenzen an das Hochmoor verschiedene Waldgesellschaften, die im Schwarzwald nur auf Sonderstandorten, häufig auf anmoorigen Böden verbreitet sind. Es handelt sich bei den Gesellschaften um das *Bazzanio-Piceetum*, den Peitschenmoos-Fichtenwald, eine typische Waldgesellschaft des Hochmoorrandbereiches im Schwarzwald, das *Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris*, den Wald-Kiefern-Moorwald, und um Mischbestände von Moor-Kiefer und Fichte. In diese Waldgesellschaften sind einige nasse Lichtungen eingebettet, die zumeist von verschiedenen Niedermoorgesellschaften eingenommen werden. Die Wälder im Süden und Westen des Hochmoores werden forstwirtschaftlich genutzt.

6.1 Die Waldgesellschaften

6.1.1 Das *Vaccinio-Abietetum* Oberd. 57 (Preiselbeer-Tannen-Fichtenwald)

Auf Mineralböden in der näheren Umgebung des Steerenmooses stocken forstwirtschaftlich genutzte Wälder. Die Baumschicht dieser Bestände wird von der Fichte dominiert, anhand ihrer Krautschicht können sie jedoch zum größten Teil dem *Vaccinio-Abietetum*, dem Preiselbeer-Tannen-Fichtenwald, oder dem *Galio-Abietetum*, dem Labkraut-Tannenwald, zugeordnet werden.



Hochmoorgesellschaften:

1 = *Vaccinium uliginosum*-Stadium



Pinus mugo-*Sphagnetum magellanicum*

Niedermoorgesellschaften:

2 = *Caricetum fuscae*

3 = *Caricetum rostratae*

4 = *Calamagrostis phragmitoides*-*Scheuchzeria-Caricetea*-Gesellschaft

5 = *Eriophorum vaginatum*-*Scheuchzeria-Caricetea*-Gesellschaft

Waldgesellschaften:



Vaccinio uliginosi-*Pinetum rotundatae*



Sukzessionsstadium des *Vaccinio uliginosi*-*Pinetum rotundatae*



Vaccinio uliginosi-*Pinetum sylvestris*



Bazzanio-Piceetum sphagnetosum



Bazzanio-Piceetum sphagnetosum, durch Entwässerungsmaßnahmen beeinträchtigt

 *Galio rotundifolii*-*Abietetum*

 Fichtenforst, ursprüngliche Gesellschaft nicht mehr erkennbar

 Fichtenforst, ursprüngliche Gesellschaft noch erkennbar: *Vaccinio*-*Abietetum*

 Fichtenforst, ursprüngliche Gesellschaft noch erkennbar: *Galio rotundifolii*-*Abietetum*

 Schlagflur

Straßen- und Wegenetz:

 Straße (Verbindungsstraße zwischen Schluchsee und Faulerfurst)

 befestigter Fahrweg

 Waldweg

 Steg

Gewässer:

 Aubach

 Entwässerungsgraben (teilweise zugewachsen)

Abb. 11: Vegetationskarte des Steerenmooses.

In naturnahen Vaccinio-Abieteten dominiert *Abies alba*, die Weiß-Tanne. *Fagus sylvatica*, die Buche, tritt in der Gesellschaft nur vereinzelt und schlechtwüchsig auf. Charakteristisch ist hingegen die Beimischung von Wald-Kiefern (*Pinus sylvestris*) in der Baumschicht (OBERDORFER 1992b, MURMANN-KRISTEN 1986).

Im Untersuchungsgebiet sind der von Fichten dominierten Baumschicht einige Wald-Kiefern beigemischt, die Weiß-Tanne tritt hingegen nur vereinzelt in der Baumschicht auf. In der Krautschicht herrschen faziesbildend *Vaccinium myrtillus*, die Heidelbeere, und *Deschampsia flexuosa*, die Draht-Schmiele; Lücken in der Krautschicht zeichnen sich meist durch eine gut entwickelte Moosschicht aus. Höhere Deckungswerte unter den Moosen erreichen v.a. *Rhytidiadelphus loreus*, *Hylocomium splendens*, z.T. auch *Dicranum scoparium*, *Polytrichum formosum* oder *Pleurozium schreberi*.

6.1.2 Das *Galio rotundifolii*-Abietetum Wraber (55) 59 (Labkraut-Tannenwald)

Das *Galio rotundifolii*-Abietetum ist ebenfalls eine Waldgesellschaft, die natürlicherweise vor allem von der Weißtanne aufgebaut wird. Aufgrund der forstwirtschaftlichen Nutzung dominiert im Gebiet allerdings auch in dieser Gesellschaft die Fichte.

Die Gesellschaft kommt im östlichen Schwarzwald auf frischen, nährstoffreichen Böden vor (OBERDORFER 1982). Sie nimmt also im Vergleich zum Vaccinio-Abietetum in Bezug auf die Wasser- und Nährstoffversorgung die günstigeren Standorte ein.

Bezeichnend für die kennartenlose Gesellschaft ist das gemeinsame Auftreten von typischen Fichtenwaldarten und einigen, in Bezug auf das Wasser- und Nährstoffangebot, anspruchsvolleren Arten. In der Gesellschaft waren im Gebiet an Fichtenwaldarten neben *Vaccinium myrtillus* (Heidelbeere), *Vaccinium vitis-idaea* (Preiselbeere) und dem Moos *Hylocomium splendens* auch die beiden eher östlich verbreiteten Wintergrünarten *Pyrola secunda* und *Pyrola minor* vertreten. Gegenüber dem Vaccinio-Abietetum zeichnete sich die Gesellschaft im Steerenmoos durch eine ganze Reihe von Arten aus, die nur auf etwas frischeren und nährstoffreicheren Standorten vorkommen. Dazu gehören neben einigen anderen Arten *Prenanthes purpurea*, der Hasenlattich, *Epipactis helleborine* s.str., die Breitblättrige Stendelwurz, *Paris quadrifolia*, die Einbeere, *Viola reichenbachiana*, das Wald-Veilchen, und *Galium rotundifolium*, das Rundblättrige Labkraut.

6.1.3 Das *Bazzanio-Piceetum* Br.-Bl. et Siss. 39 in Br.-Bl. et al. 39 (Peitschenmoos-Fichtenwald)

Im Gegensatz zu den forstlich beeinflussten Tannenwäldern handelt es sich beim Peitschenmoos-Fichtenwald um eine Waldgesellschaft, deren Baumschicht natürlicherweise von der Fichte aufgebaut wird. *Bazzanio-Piceetum* sind im allgemeinen nur sehr kleinflächig ausgebildet, da sich ihr Vorkommen auf Sonderstandorte, wie Kaltluftmulden, Blockhalden oder anmoorige Böden in Moorrandlage beschränkt (JAHN 1977, OBERDORFER 1992b, WILMANN 1993). Diese Sonderstandorte zeichnen sich durchweg durch ein kühl-feuchtes Lokalklima aus. An Moorrändern wird das Waldbild dieser Gesellschaft durch hohe Zwergsträucher und dicke Moospolster geprägt.

Sehr bezeichnend für Bazzanio-Piceeten ist das Vorkommen von *Listera cordata*, dem Herz-Zweiblatt. Die kleine Orchidee deckt in den natürlichen Fichtenwäldern um das Steerenmoos teilweise bis zu 2 m² große Flächen. Charakteristisch für die Gesellschaft sind außerdem einige Moose. Hierzu gehören *Bazzania trilobata*, *Plagiothecium undulatum*, *Sphagnum capillifolium*, *Sphagnum angustifolium*, *Sphagnum palustre* und *Aulacomnium palustre*. Als sehr bezeichnend stellten sich außerdem *Sphagnum girgensohnii*, *Sphagnum magellanicum* und *Polytrichum commune* heraus, die in den Vaccinio-Abieteten nur vereinzelt auftreten und dort keine hohe Deckung erreichen. Durch den Vergleich mit Aufnahmen von DIERSSEN & DIERSSEN 1984, LUDEMANN 1994, MURMANN-KRISTEN 1986 und SCHUHWERK 1988 konnten die Peitschenmoos-Fichtenwälder im Steerenmoos dem Bazzanio-Piceetum sphagnetosum zugeordnet werden. Diese Gesellschaft wird durch das Vorkommen einer ganzen Reihe von Sphagnen charakterisiert, zu denen auch die oben genannten zählen. Fast alle Arten, die das Bazzanio-Piceetum charakterisieren, kommen jedoch auch in anderen Moorwaldgesellschaften, wie dem Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris und dem Vaccinio uliginosi-Pinetum rotundatae vor. Eine Abgrenzung der drei Waldgesellschaften erfolgt mit Hilfe einer weiteren für die Kiefernmoorwälder bezeichnenden Differentialartengruppe, auf die in den Beschreibungen dieser beiden Gesellschaften eingegangen wird (s. Kap. 6.1.4 und 6.1.5).

Die Peitschenmoos-Fichtenwälder im Steerenmoos sind ebenfalls von den erwähnten Entwässerungsmaßnahmen betroffen. Im Zuge dieser Maßnahmen kam es teilweise sogar zu Sackungerscheinungen des Bodens. An inzwischen wiedervernässten Stellen findet man jedoch die typische Vegetation eines Bazzanio-Piceetums vor.

6.1.4 Das Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris Kleist 29 em. Matuszkiewicz 62 (Wald-Kiefern-Moorwald)

Moorwälder, die von Wald-Kiefern beherrscht werden, haben ihr Hauptverbreitungsgebiet im östlichen Mitteleuropa und in Osteuropa (NEUHÄUSL 1972, OBERDORFER 1992b). Neben *Pinus sylvestris* können vereinzelt auch *Picea abies* und *Pinus rotundata* in der Baumschicht auftreten (DIERSSEN & DIERSSEN 1984, OBERDORFER 1992b). Im Unterwuchs dominiert *Vaccinium myrtillus*, die Heidelbeere, wobei *Vaccinium vitis-idaea*, die Preiselbeere, und *Calluna vulgaris*, das Heidekraut, ebenfalls regelmäßig in der Zwergstrauchschicht vorkommen.

Gegenüber anderen Vaccinio-Piceetea-Gesellschaften, wie z.B. dem Bazzanio-Piceetum zeichnet sich der Wald-Kiefern-Moorwald durch einige Arten aus, die typisch für trockenere Hochmoorbereiche sind. Dazu gehören *Calluna vulgaris*, *Eriophorum vaginatum*, das Scheidige Wollgras, *Vaccinium uliginosum*, die Rauschbeere und das Moos *Polytrichum strictum* (vgl. LUDEMANN 1994, NEUHÄUSL 1969).

Das Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris kommt im Gebiet des Steerenmooses nur sehr kleinflächig vor. Die beiden Bestände sind stark durch Entwässerungsmaßnahmen beeinträchtigt worden, und als Folge der Maßnahmen dringt die Fichte in die Baumschicht ein, weshalb hier eine *Picea abies*-Phase des Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris abgetrennt wurde. In den Wald-Kiefern-Moorwäldern im Steerenmoos treten im Vergleich zu ungestörten Beständen die Hochmoorarten unter den Begleitern zurück und *Sorbus aucuparia*, die Eberesche, kommt neu hinzu. Eine Verjüngung der Wald-Kiefer ist nicht zu beobachten.

6.1.5 Das *Vaccinio uliginosi-Pinetum rotundatae* Oberd. 34 em. (Der Spirken-Moorwald), Tab. 1

Die synsystematische Zugehörigkeit von Spirken-Beständen auf Mooren ist umstritten, da die Bestände zu wechselnden Anteilen sowohl von typischen Hochmoorarten als auch von verschiedenen Fichtenwaldarten aufgebaut werden (LUTZ 1956). An nassen Standorten dominieren die Arten, die für Hochmoorgesellschaften charakteristisch sind. An trockeneren Standorten treten hingegen verstärkt Arten der Fichtenwälder auf. SCHUHMACHER (1937) gliedert die Moor-Kiefern-Bestände deshalb in „offene“ und „geschlossene“ Spirkenbestände, bzw. verwendet synonym die Begriffe „Spirkenmoor“ und „Spirkenwald“. Der Übergang von einem offenen Hochmoor zu einem dichten Spirken-Moorwald ist in der Regel fließend. An vollständig baumfreie Bereiche grenzen einzelbaumartig mit Moor-Kiefern bestandene Hochmoorbereiche. Diese gehen zum trockeneren Moorrand hin kontinuierlich in immer dichter schließende Moor-Kiefernwälder über. Parallel zur Deckung der Moor-Kiefern nimmt auch die Zwergstrauchdeckung zu, wohingegen die für Hochmoore typischen Arten zum Teil ganz ausfallen, zum Teil in ihrer Deckung stark zurückgehen.

NEUHÄUSL (1969 und 1972) ordnet nun alle Spirken-Moorwälder wegen ihrer hohen floristischen Ähnlichkeit mit den Hochmoorgesellschaften als *Pino mugo-Sphagnetum magellanici* der Klasse der Oxycocco-Sphagnetea zu. Dieser Zuordnung folgen u.a. auch DIERSSEN & DIERSSEN (1984), GRÜTTNER (1987) und FELDMEYER-CHRISTE (1990). Nimmt man neben der floristischen Zusammensetzung aber auch die Struktur als Kriterium, so haben die waldartigen Moor-Kiefernbestände auf etwas weniger nassen Standorten wenig gemeinsam mit den Hochmoorgesellschaften. Darüber hinaus geht der Anteil der für Hochmoore typischen Arten in diesen Beständen stark zurück; eine Reihe von Arten, die für die offenen Bereiche charakteristisch sind, fallen sogar ganz aus. Hierzu gehören z.B. *Drosera rotundifolia* (Rundblättriger Sonnentau) und *Andromeda polifolia* (Rosmarinheide). Im Gegensatz zu den mehr offenen Bereichen, die noch von typischen Hochmoorarten dominiert werden, treten außerdem in den dichteren Moor-Kiefernbeständen eine Reihe von typischen Fichtenwaldarten, wie z.B. *Vaccinium vitis-idaea*, *Dicranum polysetum*, *Hylocomium splendens*, *Sphagnum russowii* und *Picea abies* hinzu (s. Tab. 1). OBERDORFER (1992b) faßt diese Bestände zu einer eigenen Assoziation, dem *Vaccinio uliginosi-Pinetum rotundatae* zusammen und stellt diese Gesellschaft aufgrund des Vorkommens der genannten Fichtenwaldarten zu den *Vaccinio-Piceetea*, den boreal-alpinen Nadelwäldern. Die Fichte selbst kommt in unserem Beständen allerdings nur in der Krautschicht in Form von ein- bis zweijährigen Exemplaren vor und stirbt dann offensichtlich ab. Eine Entwicklung zu fichtenreicheren Beständen findet auf mehr oder weniger ungestörten Standorten nicht statt.

Neben dem *Pino mugo-Sphagnetum magellanici* auf nassen von Torfmoosen beherrschten Standorten und neben dem *Vaccinio uliginosi-Pinetum rotundatae* auf weniger nassen, zwergstrauchreichen Standorten gibt es noch einen dritten Typ von Berg-Kiefernmooren, das Fadenseggen-Berg-Kiefernmoor (*Carex lasiocarpa-Pinus rotundata*-Gesellschaft), auf relativ nassen, aber minerotropen Standorten. Dabei handelt es sich um eine ranglose Gesellschaft, die große Ähnlichkeit mit den Zwischenmoorgesellschaften des Verbandes *Caricion lasiocarpae* besitzt. Dokumentiert ist diese Gesellschaft aus dem bayerischen Alpenvorland und aus Oberschwaben (WAGNER et al. 1997). Im Steerenmoos kommt dieser Vegetationstyp



Abb. 12: Steerenmoos, Südschwarzwald: a) Geschlossener Moor-Kiefern-Wald (*Vaccinio uliginosi-Pinetum rotundatae*); b) Sukzessionsstadium des *Vaccinio uliginosi-Pinetum rotundatae*; c) Bergkiefern-Hochmoor (*Pino mugo-Sphagnetum magellanici*); d) *Calamagrostis phragmitoides*-Bestand (Photos: Rasbach).

nicht vor. Hier wird der größte Teil der eigentlichen Hochmoorfläche von einem sehr gut erhaltenen Spirken-Moorwald (*Vaccinio uliginosi-Pinetum rotundatae*) eingenommen (Abb. 12a). Strukturell und floristisch hat der Spirken-Moorwald eine große Ähnlichkeit mit dem zuvor beschriebenen Wald-Kiefern-Moorwald (*Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris*) (OBERDORFER 1992b). Die beiden Gesellschaften unterscheiden sich nur in der herrschenden Kiefernart und besitzen keine eigenen Charakterarten. Insgesamt handelt es sich bei den Spirken-Moorwäldern um lichte, aber geschlossene Bestände. Der Deckungsgrad der Baumschicht liegt zwischen 50

und 60 %. Die Moor-Kiefern erreichen in diesem Vegetationstyp Höhen zwischen 10 und 14 m und kommen hier in ihrer aufrechten Form vor. Der Unterwuchs dieser Bestände wird wie in den Wald-Kiefer-Moorwäldern von einer fast vollständig geschlossenen Zwergstrauchschicht aus *Vaccinium uliginosum*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea* und *Calluna vulgaris* gebildet (s. Abb. 12a).

An den eigentlichen Hochmoorbereich grenzen Wälder, deren Baumschicht zum Teil sowohl von Moor-Kiefern als auch von Fichten gebildet wird (Abb. 12b). Die Artenzusammensetzung dieser Moor-Kiefern-Fichten-Bestände ähnelt derjenigen des Spirken-Moorwaldes. Allerdings treten hier weitere Fichtenwaldarten wie *Sphagnum girgensohnii* und *Rhytidiadelphus loreus* hinzu, die Deckung, der schon im Spirken-Moorwald vorhandenen Fichtenwaldarten nimmt zu und die Deckung der für Hochmoore typischen Arten nimmt ab. Die Fichte verjüngt sich in diesen Mischbeständen sehr gut, wohingegen eine Verjüngung von Moor-Kiefern sehr selten und nur an lichten Stellen beobachtet werden konnte. Auf Dauer wird sich die Moor-Kiefer hier nicht halten können, da sie sich nicht im Schatten anderer Baumarten verjüngen kann (SCHMID et al. 1995, WAGNER et al. 1997). Offensichtlich findet hier eine Sukzession hin zu fichtenreicheren Beständen statt, die mit hoher Wahrscheinlichkeit durch die erwähnten Entwässerungsmaßnahmen in Gang gesetzt wurde.

6.2 Hochmoorgesellschaften

6.2.1 Das *Pino mugo*-Sphagnetum *magellanicum* Kästner & Flössner 33 em. Neuhäusl 69 korr.

Dierss. ap. Oberd. 77 (Berg-Kiefern-Hochmoor), Tab. 1

Ein kleiner, sehr nasser Bereich des Steerenmooses wird nicht von einem Spirken-Moorwald, sondern von einer anderen Moor-Kiefern-Gesellschaft, dem *Pino mugo*-Sphagnetum *magellanicum*, dem Berg-Kiefern-Hochmoor eingenommen. Diese Gesellschaft zeichnet sich gegenüber anderen Hochmoorgesellschaften dadurch aus, daß sie nicht baumfrei ist, sondern lückig mit krüppelig und niedrig wachsenden Moor-Kiefern durchsetzt ist. Die maximale Höhe, die die Bäume hier erreichen, liegt bei 6 m. Die Deckung der Baumschicht liegt zwischen 30 und 60 %. In der Kraut- und Mooschicht dominieren Oxycocco-Sphagnetee-Arten, wie verschiedene für Hochmoore charakteristische Torfmoose (z.B. *Sphagnum fuscum* und *Sphagnum magellanicum*), *Eriophorum vaginatum* L. (das Scheidige Wollgras), *Drosera rotundifolia* L. (der Rundblättrige Sonnentau), *Oxycoccus palustris* (die Gewöhnliche Moosbeere) und *Andromeda polifolia* (die Rosmarinheide) (s. Tab.1). *Vaccinium uliginosum*, *Vaccinium myrtillus* und *Calluna vulgaris* bilden keine geschlossene Zwergstrauchschicht wie im Spirken-Moorwald, sondern stehen lückig innerhalb der von Wollgras-Horsten durchsetzten Torfmoosdecken (s. Abb. 12c). Mit Ausnahme von *Vaccinium myrtillus* treten in dieser Gesellschaft keine weiteren Fichtenwaldarten auf.

6.2.2 Das *Vaccinium uliginosum*-Stadium (Moorbeer-Gesellschaft)

Eine inmitten der Fichten-Moor-Kiefern-Mischbestände gelegene, stark vernäστε Lichtung wird fast vollständig von einem dichten Moorbeeren-Gebüsch eingenommen. Unter dem bis zu 75 cm hohen Zwergstrauchbestand ist eine üppige Mooschicht ausgebildet, die sich vor allem aus *Polytrichum commune* und *Sphagnum*

angustifolium zusammensetzt. Ein Dominanzbestand von *Polytrichum commune* nimmt den Rest der Lichtung ein.

Zwergstrauchgebüsche, die von *Vaccinium uliginosum* dominiert werden, sind von verschiedenen Autoren als *Vaccinium uliginosum*-Stadium beschrieben und mit Vegetationsaufnahmen dokumentiert worden (DIERSSEN & DIERSSEN 1984, GRÜTTNER 1987, SCHUHWERK 1988, SEITE 1988). Die Gesellschaft besitzt keine eigenen Kennarten und zeigt eine ähnliche floristische Zusammensetzung wie das *Vaccinio uliginosi*-Pinetum *rotundatae*, wobei *Pinus rotundata* in der Gesellschaft nicht vorkommt.

6.3 Niedermoorgesellschaften

In die an den Spirkenfilz angrenzenden Waldbestände sind einige wenige sehr kleine, nasse Lichtungen eingebettet. Diese Waldsumpfstellen werden von verschiedenen Niedermoorgesellschaften besiedelt. Die Zuordnung der Aufnahmen dieser Bestände zu bestimmten Pflanzengesellschaften konnte nur durch den Vergleich mit Aufnahmen anderer Autoren (BICK 1985, DIERSSEN & DIERSSEN 1984, GRÜTTNER 1987, PRINZ 1986, SCHUHWERK 1988, SEITE 1988) durchgeführt werden.

6.3.1 Das *Caricetum fuscae* Br.-Bl. 15 (Braunseggen-Sumpf), Tab. 2

Die Vegetation zweier wenige Quadratmeter großen Waldsumpfstellen konnten dem *Caricetum fuscae* zugeordnet werden (vgl. Tab. 2, Aufnahmen 5 und 6). Neben *Carex fusca*, der Braun-Segge, sind an weiteren bezeichnenden Arten für die Gesellschaft *Carex curta*, die Grau-Segge, *Carex echinata*, die Stern-Segge, *Viola palustris*, das Sumpfveilchen und *Comarum palustre*, das Sumpflutauge, vertreten. Diese Niedermoorgesellschaft ist auf basenarmen, stark sauren, torfigen Standorten verbreitet (OBERDORFER 1992a).

Die hohe Deckung von *Holcus mollis*, dem Weichen Honiggras, in einem der beiden Bestände deutet darauf hin, daß eine Störung des Bestandes stattgefunden hat. *Holcus mollis* ist häufig auf verdichteten oder sonst gestörten Standorten zu finden. Vermutlich hängt die starke Zunahme von *Holcus mollis* in diesem Bestand ebenfalls mit den Entwässerungsmaßnahmen zusammen.

6.3.2 Das *Caricetum rostratae* RÜB. 12 ex OSV. 23 (Schnabelseggen-Ried), Tab. 2

Zwei weitere kleine Waldsumpfstellen im Gebiet des Steerenmooses werden von einem *Caricetum rostratae* besiedelt, wobei das *Caricetum rostratae* hier im Sinne von DIERSSEN & DIERSSEN (1984) und GRÜTTNER (1990) als eine Scheuchzerio-Caricetea-Gesellschaft aufgefaßt wird.

Die Zuordnung erfolgte aufgrund der Dominanz von *Carex rostrata*, der Schnabel-Segge. Im Vergleich zu den Aufnahmen des *Caricetum fuscae* weisen *Carex fusca*, *Carex echinata*, *Viola palustris* und *Agrostis canina*, das Sumpf-Straußgras, niedrigere Deckungswerte auf; *Carex curta* fehlte dem Bestand. Das Auftreten von *Juncus effusus*, der Flatter-Binse, und *Epilobium palustre*, dem Sumpfwidenröschen, deutet darauf hin, daß eine Störung des Bestandes stattgefunden hat (vgl. OBERDORFER 1990).

Tab. 1: Vegetationsaufnahmen des Pino mugo-Sphagnetum magellanici und des Vaccinio uliginosi-Pinetum rotundatae aus dem Steerenmoos, Südschwarzwald, 1993.

Laufende Nr.:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36			
Aufnahmefläche [m²]	60	30	30	25	25	35	50	50	40	40	28	80	40	100	100	80	90	90	80	100	50	100	100	100	70	90	100	90	90	50	120	100	100	60	120	70			
1. Baumschicht Deck. [%]	30	40	30	20	60	40	40	30	30	60	40	40	30	30	60	60	50	40	40	40	50	40	40	40	50	30	40	60	50	30	40	60	50	40	60	70			
Höhe [m]	5	5	4	4	5	6	6	8	5	5	7	8	6	10	12	10	14	12	12	10	6	10	12	12	12	15	12	12	15	12	12	15	20	12	15				
2. Baumschicht Deck. [%]	-	-	-	25	-	-	<5	25	-	<5	-	-	5	-	-	-	-	20	-	20	5	<5	20	40	25	30	20	5	<5	10	<5	10	40	5	5				
Höhe [m]	-	-	-	1	-	-	2	1	-	2	-	-	2,5	-	-	-	-	7	-	2,5	4	1,6	4	5	3	6	2	2,5	3	7	2	1,6	7	4	5				
Krautschicht Deck. [%]	40	60	40	60	60	20	40	70	70	50	60	50	70	70	60	50	50	60	80	60	70	60	60	80	70	60	80	70	70	30	75	80	90	70	60	60	25	10	
Kryptogamen Deck. [%]	40	30	40	70	30	50	30	40	60	40	40	75	30	70	60	70	40	40	60	40	50	50	60	85	80	80	50	30	70	80	60	70	70	50	75	90			
	1													2																									
														a						b																			
DA Pino mugo-Sphagnetum magell. u. Vacc. ulig.-Pinet. rot.:																																							
Pinus rotundata 1.B	3	3	3	2b	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	4	2a	3	3	3	3	3	3	3	3	2a	3	4	3	2b	3	4	2b	2b	3	2b			
Pinus rotundata 2.B	.	.	.	2b	.	.	+	2b	.	+	.	.	2a	.	.	.	.	2b	.	2b	2a	.	r	.	+	.	.	2a	.	2a	.	.	.	.	.	.	.
Pinus rotundata K	1	2b	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	+	+	+	.	+	1	+	+	.	+	2m	r	+	.	1	.	.	.	+	.				
D 1:																																							
Melampyrum pratense sp. paludosum	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
D 2 (z.T. Vaccinio-Piceetea-Arten):																																							
Vaccinium vitis-idaea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	2m	2m	1	2m	2m	1	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2a	2a	2m	2m	2m
Dicranum polysetum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	2m	2m	2m	2m	.	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	.	2m	2m	2m	.	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m
Picea abies K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r	r	+	+	+	1	2b	2a	2a	2a	2m	2a	2m	2m	2m	2m	2a	1	1	
Hylocomium splendens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	1	2m	2m	1	2m	2m	.	2m	.	.	2m	2m	.	2m	2m	2m	2a	2a	2m	2m	2m	2m	
Sphagnum russowii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	2a	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	2b	2b	.	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2a	2a	2m	2a
Picea abies 2.B	+	2b	3	2b	3	2b	r	r	2a	r	2a	3	2a	2a	
Listera cordata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
Bazzania trilobata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m
d 2b:																																							
Picea abies 1.B	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2b	2b	3	4	
Sphagnum girgensohnii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	2m	.	.	.	.	.	.	2m
Polytrichum formosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m
Barbilophozia attenuata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	2m	1	1	.	.	
Pinus sylvestris 1.B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	2a	2a	.	.
Rhytidadelphus loreus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m
Kl.-, Ordn.-Ch.arten (Oxycocc.-Sphagneteta, Sphagnetalia mag.):																																							
Sphagnum magellanicum	2a	2a	2b	4	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2b	2a	2a	2b	2a	2a	2a	2b	3	2a	2b	2a	3	5	3	3	2b	3	3	3	2m	2a	2a	2m	3	2b			
Sphagnum angustifolium	2a	2m	2a	2m	2m	2m	2m	2a	2m	2b	2m	2b	2a	2a	4	4	2a	2a	2a	2b	2b	2b	2b	2a	2a	2a	2b	2a	2a	3	2b	2a	2b	2m	2b	2b			
Eriophorum vaginatum	2b	2b	2a	2b	2a	2a	2a	2a	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2a	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2a	2a	2m	
Polytrichum strictum	2m	2m	2m	.	2m	2m	2a	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	1	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	.		
Aulacomnium palustre	2m	.	.	.	2m	2m	.	2m	2m	.	2m	2m	2m	2m	.	1	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	.	.	.	2m	2m		
Sphagnum capillifolium	2m	2m	2m	2m	.	.	2m	2m	2a	.	2m	2b	2b	2a	2m	.	2a	2m	2m	.	2m	2m	.	2m	2a	.	2b	4	3	2b	2m
Oxycoccus palustris	2m	1	.	2m	2m	1	1	2m	+														
Sphagnum fuscum	2b	2b	2a	2a	2b	3	2a	2a	2b	2m	2b	2m	2m	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	2m	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Drosera rotundifolia	2m	+	2m	1	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Andromeda polifolia	2m	1	1	2m	2m	2m	+	2m	1	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dicranum undulatum Brid.	.	.	.	.	.	.	2m	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sphagnum rubellum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Fortsetzung: Tab.1

Sonstige:

Vaccinium uliginosum	2a	2a	2a	2a	2a	2b	2a	2a	3	3	2a	3	3	2b	3	2b	3	3	3	3	2a	2a	2a	2b	2a	2m	2b	3	2a	2a	2a	2b	1		
Vaccinium myrtillus	2a	2a	2b	2a	3	2b	2b	2b	3	3	2b	3	2b	2b	3	2b	3	3	3	3	3	3	4	3	2b	3	4	3	5	4	3	3	2a	2a	
Pleurozium schreberi	2m	2b	2a	2m	3	2m	2b	.	2m	2m	2m	2m	2a	2m	2a	2m	.	2m	2a	2m	2a	2a	.	2b	2m	2m									
Calluna vulgaris	2b	2b	2m	2b	2m	2b	2m	2a	2a	2m	.	2m	1	+	.																				
Melampyrum pratense s.l.	2m	1	1	r	1	1	1	2m	1	1	1	2m	2m	2m	2m	.	2m	2m	.	2m															
Dicranum scoparium	2m	2a	2m	2m	2m	2m	2m	.	2m																										
Cladonia rangiferina	2m	2a	2a	2m	2m	2a	2m	2m	2m	2a	2m	2m	2a	2m	2m	2a	2m	2m	.	2m	.														
Odontoschisma denudatum	2m	.	.	2m	.	2m	2m	.	2m	2m	.																			
Calypogeia neesiana	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	2m	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	2m						
Cladonia arbuscula	.	.	.	.	.	.	2m	2m	2m	.	.	.	.	.	.	2m	2m	.	2m	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lepidozia reptans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m
Polytrichum commune	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m
Dicranodontium denudatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m
Cetraria islandica	.	2m	2m	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Abies alba Keiml.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cephalozia pleniiceps	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Kurzia cf. pauciflora	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Jamesoniella undulifolia	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cephalozia cf. connivens	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia cf. ciliata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dryopteris carthusiana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Plagiothecium laetum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Calypogeia muelleriana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lophocolea cuspidata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m
Dactylorhiza maculata s.l.	2m	+
Carex fusca	2m	1
Carex echinata	2m	1

Außerdem in 1-36: *Picea abies* (Keiml.) 2m (1 Aufnahme 1) - in 1-34: *Pinus rotundata* (Keiml.) 2m (7 Aufnahmen 1) - in 24: *Sorbus aucuparia* (K) r - in 25: *Deschampsia flexuosa* + in 26: *Molinia caerulea* 2a, in 28 *Tetraphis pellucida* 2m, in 34: *Leucobryum glaucum* 2m, in 35: *Juncus effusus* 2m, *Calamagrostis phragmitoides* +, *Betula pubescens* ssp. *carpatica* (1.B) r in 36: *Carex curta* 2m

1: *Pino mugo*-*Sphagnetum magellanicum*

2a: *Vaccinio uliginosi*-*Pinetum rotundatae*

2b: Sukzessionsstadium des *Vaccinio uliginosi*-*Pinetum rotundatae*

Tab. 2: Vegetationsaufnahmen von Niedermoorgesellschaften (Kl. Scheuchzerio-Caricetea fuscae) aus dem Steerenmoos, 1993.

Laufende Nr.:	1	2	3	4	5	6
Aufnahme-Nr.:	24	76	13	26	23	15
Aufnahmefläche [qm]	12	16	10	12	10	15
Krautschicht Deck. [%]	70	90	100	95	90	100
Höhe [cm]	80	100	80	90	80	80
Kryptogamen Deck. [%]	80	90	80	<5	<5	<5
Artenzahl Kormophyten	7	8	10	13	14	16
Artenzahl Kryptogamen	2	3	1	1	1	3
Artenzahl gesamt	9	11	11	14	15	19
	1	2	3	4		
D 1:						
Eriophorum vaginatum	3	5	.	.	.	.
D 2:						
Calamagrostis phragmitoides	.	.	3	.	.	.
D 3 (Deck. größer 2m):						
Carex rostrata	.	.	2m	2b	2m	.
D 4:						
Carex curta	2a	2m	.	.	2m	2m
bezeichn. Moose:						
Sphagnum angustifolium	.	3	.	2m	2m	.
Sphagnum fallax	4	.	.	.	.	2m
Sphagnum flexuosum	.	3	5	.	.	.
V.-, Kl.-Ch.arten (Caricion fuscae, Scheuchzerio-Caricetea fuscae):						
Agrostis canina	2m	2m	2a	2m	2a	2b
Carex fusca	2m	.	2m	2m	2a	2m
Carex echinata	.	.	2m	2m	2m	2m
Viola palustris	.	.	3	2a	2b	2a
Comarum palustre	.	.	.	3	2b	2b
Menyanthes trifoliata	.	.	3	.	.	.
Eriophorum angustifolium	(1)	.	.	.	.	.
Störzeiger:						
Holcus mollis	2b	2m	.	2a	2b	1
Juncus effusus	(1)	1	.	1	1	2m
Epilobium palustre	.	.	.	+	.	.
Sonstige:						
Potentilla erecta	.	.	1	2b	2a	1
Polytrichum commune	2b	2b	.	.	.	2m
Melampyrum pratense s.l.	.	.	.	1	+	1
Oxycoccus palustris	.	2m	.	2m	.	.
Dryopteris carthusiana	.	+2	.	.	.	r
Picea abies Keiml.	.	.	2m	.	.	2m
Galium palustre	.	.	1	.	(1)	.
Equisetum sylvaticum	.	.	.	2a	.	2a
Vaccinium uliginosum	.	1	.	.	.	.
Equisetum fluviatile	.	.	.	.	+	.
Festuca rubra ssp. rubra	.	.	.	.	1	.
Dactylorhiza maculata s.l.	.	.	.	.	.	1
Salix aurita	.	.	.	.	.	r
Rhynchospora squarrosa	.	.	.	.	.	2m

1: Eriophorum vaginatum-Scheuchzerio-Caricetea-Gesellschaft

2: Calamagrostis phragmitoides-Scheuchzerio-Caricetea-Gesellschaft

3: Caricetum rostratae RÜB. 12 ex OSV. 23

4: Caricetum fuscae Br.-Bl. 15

6.3.3 Die *Calamagrostis phragmitoides*-Scheuchzerio-Caricetea-Gesellschaft, Tab. 2

Eine der größeren baumfreien Waldsumpfstellen im Gebiet wird von einem *Calamagrostis phragmitoides*-Dominanzbestand eingenommen (Abb. 12d).

Calamagrostis phragmitoides HARTM., das Purpur-Reitgras ist eine pollensterile, fakultativ apomiktische¹, polyploide Sippe, die vermutlich aus Bastardierung von *Calamagrostis canescens* (Sumpf-Reitgras) und *Calamagrostis langsdorffii* entstanden ist (CONERT 1989, NYGREN 1946 und 1951, SCHOLZ 1971). Aufgrund der Variabilität der morphologischen Merkmale von *Calamagrostis phragmitoides* und *Calamagrostis canescens* ist eine hundertprozentig sichere Identifizierung der beiden Arten anhand von morphologischen Kriterien häufig schwierig. Eine eindeutige Zuordnung zu einer der beiden Arten ist in solchen Fällen anhand der Chromosomenzahl möglich. *Calamagrostis canescens* besitzt 28 Chromosomen, und *Calamagrostis phragmitoides* besitzt zwischen 56 und 91 Chromosomen (CONERT ebd.). Diese cytologische Überprüfung der morphologischen Bestimmung steht für den *Calamagrostis*-Bestand im Steerenmoos noch aus.

Der Verbreitungsschwerpunkt von *Calamagrostis phragmitoides* liegt in Skandinavien (SCHOLZ ebd.). In Mitteleuropa konnte die Art bisher nur an wenigen Stellen nachgewiesen werden. Es handelt sich hierbei meist um Lokalitäten, die in montanen, niederschlagsreichen Gebieten liegen. Aus dem Schwarzwald waren bisher drei Fundorte bekannt: der Biberkessel bei der Hornisgrinde im Nordschwarzwald, das Rotmeer bei Feldberg-Bärental im Südschwarzwald und das Hauensteiner Murgtal ebenfalls im Südschwarzwald (SCHOLZ ebd.). Ein weiterer, von SCHOLZ (ebd.) genannter Fundort, das Feldmoos bei Schluchsee, ist mittlerweile zerstört.

Das Vorkommen von *Calamagrostis phragmitoides* ist fast ausschließlich auf Hochstaudenfluren, Sümpfe und Sumpfwälder beschränkt (SCHOLZ ebd.).

Aufgrund des Verbreitungsbildes vertreten PHILIPPI (1970) und SCHOLZ (ebd.) die Ansicht, daß es sich bei *Calamagrostis phragmitoides* um ein Glazialrelikt handelt. Im Gegensatz zu den meisten anderen Glazialrelikten des Schwarzwaldes und der Vogesen kommt *Calamagrostis phragmitoides* in den Alpen nicht vor. Die Art ist vor allem im Gebiet der borealen Nadelwälder verbreitet (OBERDORFER 1990). Sollte es sich bei *Calamagrostis phragmitoides* wirklich um ein Glazialrelikt handeln, so muß es in der Umgebung des Steerenmooses seit dem Ende der letzten Kaltzeit immer lichte Standorte gegeben haben, auf denen die Art bis heute überdauern konnte, da eine spätere Einwanderung ausgeschlossen ist.

Der *Calamagrostis*-Bestand im Gebiet des Steerenmooses wurde aufgrund seiner Artenkombination einer ranglosen *Calamagrostis phragmitoides*-Scheuchzerio-Caricetea-Gesellschaft zugeordnet. Der Bestand läßt sich in drei verschieden hohe Krautschichten untergliedern. Die oberste, ca. 1,5 bis 1,6 m hohe Krautschicht wird ausschließlich vom Reitgras selbst gebildet. Darunter befindet sich eine ca. 80 cm hohe zweite Krautschicht, die von verschiedenen Seggen und *Agrostis canina* aufgebaut wird. Eine dritte Schicht bilden *Viola palustris* und *Menyanthes trifoliata* in 5–10 cm Höhe. Unter dieser Krautschicht ist schließlich noch eine Mooschicht ausgebildet, die aus *Sphagnum flexuosum* besteht.

¹ Die sexuelle Fortpflanzung ist bei polyploiden Sippen häufig gestört. Eine Fortpflanzung ist dennoch möglich, entweder rein durch vegetative Vermehrung oder bei Angiospermen auch durch die ungeschlechtliche Entwicklung von Samen. Dieses Phänomen wird unter dem Begriff „Apomixis“ gefaßt.

6.3.4 Die *Eriophorum vaginatum*-Scheuchzerio-Caricetea-Gesellschaft, Tab. 2

Eine weitere, recht großflächig ausgebildete waldfreie Sumpfstelle wird von einem *Eriophorum vaginatum*-Dominanzbestand eingenommen. In diesen Dominanzbestand sind einige Scheuchzerio-Caricetea-Arten, wie *Carex curta*, *Carex fusca* und *Agrostis canina* eingestreut. Aufgrund des Auftretens dieser Arten läßt sich der Bestand einer von KAULE (1974), PRINZ (1986), SCHUHWERK (1988) und SEITE (1988) beschriebenen *Eriophorum vaginatum*-Scheuchzerio-Caricetea-Gesellschaft zuordnen.

Auch hier scheinen sich die Entwässerungsmaßnahmen auf die Zusammensetzung der Vegetation dieser Waldsumpfstelle ausgewirkt zu haben, wofür das Auftreten der Störzeiger *Juncus effusus* und *Holcus mollis* spricht.

7. Beurteilung des Naturschutzwertes

Das Steerenmoos gehört zu den wenigen Spirkenmooren im Schwarzwald, deren Vegetation noch als relativ naturnah und ursprünglich bezeichnet werden kann. Solche Moorwälder sind im gesamten Verbreitungsgebiet der Moor-Kiefer selten geworden. Eingriffe in den Wasserhaushalt von Moorwäldern und die damit verbundenen Folgeprozesse wie Torfmineralisation und Nährstoffanreicherung führten zu nachhaltigen Veränderungen der Standortbedingungen vieler Moore und zu gravierenden Veränderungen in deren Vegetation. In vielen Fällen sind potentielle Fichtenstandorte geschaffen worden, und es ist nur eine Frage der Zeit, bis die Moor-Kiefer auf solchen Standorten komplett verdrängt wird. Auch durch aufwendige und teure Renaturierungsmaßnahmen läßt sich die ursprüngliche Vegetation nicht wieder herstellen.

Im eigentlichen Hochmoorbereich des Steerenmooses, sowie auch in den angrenzenden Wäldern konnten eine Reihe von seltenen Pflanzen nachgewiesen werden. Darunter auch einige Arten, die nach der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen von Baden-Württemberg (HARMS et al. 1983) als gefährdet eingestuft werden. Als floristische Besonderheiten des Hochmoorbereiches sind an niederen Pflanzen vor allem die Torfmoose *Sphagnum fuscum* und *Sphagnum rubellum*, an höheren Pflanzen *Drosera rotundifolia* (Rundblättriger Sonnentau), *Andromeda polifolia* (Rosmarinheide), *Oxycoccus palustris* (Moosbeere) und *Pinus rotundata* (Moor-Kiefer) zu nennen. In den angrenzenden Wäldern gehören die beiden Wintergrünarten *Pyrola minor* und *Pyrola secunda*, die kleine Orchidee *Listera cordata*, das Herz-Zweiblatt, und *Lycopodium annotinum*, der Sprossende Bärlapp zu den floristischen Besonderheiten. Besonders hervorzuheben ist vor allem auch das Vorkommen von *Calamagrostis phragmitoides*, einer Art mit nordischer Verbreitung, die im Schwarzwald als Glazialrelikt gilt.

Die Schutzwürdigkeit des Steerenmooses läßt sich aber nicht nur durch das Vorkommen von einzelnen seltenen Arten begründen. Durch die Verzahnung verschiedener seltener Vegetationstypen ist das Gebiet in seiner Gesamtheit eine Besonderheit im Schwarzwald, die auch als solche erhalten werden sollte. So wird der Moor-Kiefernbestand des Steerenmooses von verschiedenen Moorrandwaldgesellschaften umgeben, die im Schwarzwald ebenfalls selten sind. In den 20er Jahren hat man zwar versucht, diese Moorrandwälder zu entwässern, mittlerweile sind die Gräben jedoch fast komplett zugewachsen und zugefallen und es erfolgte eine

Wiedervernässung des Standortes. Heute findet man vor allem an lichtereren Stellen, wo einige Fichten der obersten Baumschicht umgestürzt sind, schöne Peitschenmoos-Fichtenwälder ausgebildet, die sich durch eine üppig entwickelte Zwergstrauch- und Mooschicht auszeichnen. *Listera cordata* wächst hier teilweise in regelrechten Herden (1–2 m² große Flecken). In diese Moorrandwälder sind außerdem kleinere Waldsumpfstellen mit verschiedenen Niedermooresellschaften eingebettet, die dem Gebiet zusätzlich einen ganz besonderen Wert verleihen.

8. Mögliche Pflegemaßnahmen

Teure Pflege- oder Renaturierungsmaßnahmen sind im Steerenmoos nicht notwendig. Der größte Teil der Entwässerungsgräben ist eingefallen und zugewachsen. Nur am Nordwestrand befindet sich noch ein Grabenabschnitt mit entwässernder Funktion.

Da die Flora und Fauna von Mooren im allgemeinen jedoch empfindlich auf Eingriffe in den Wasser- und Nährstoffhaushalt reagiert, ist die Einrichtung einer nicht zu schmalen Pufferzone im Steerenmoos wünschenswert. Im Nordosten des eigentlichen Hochmoorbereiches ist solch eine Pufferzone bereits vorhanden. Hier werden die angrenzenden Waldbestände offensichtlich schon länger nicht mehr genutzt. Waldwirtschaftliche Eingriffe sollten auch weiterhin unterbleiben, da sich gerade auf sehr nassen und anmoorigen Standorten der Einsatz von schweren Maschinen nachteilig auf Boden und Vegetation auswirkt.

In dem Randbereich des Spirkenbestandes wachsen mittlerweile junge Fichten heran. Diese sind den Moor-Kiefern im Zuwachs überlegen. Um zu vermeiden, daß Fichten in die Baumschicht des Spirkenbestandes eindringen und aufgrund der stärkeren Beschattung eine Verjüngung der Moor-Kiefer verhindern, sollte dieser Fichtenjungwuchs ca. alle 5–10 Jahre mit einem Freischneider entfernt werden.

Dank: Dem Ehepaar Dr. Kurt und Helga Rasbach (Glottertal) danken wir ganz herzlich für Ihren Teil der fotografischen Dokumentation zu diesem Beitrag. Herrn Gabriel Schropp (Freiburg) sei gedankt für die Anfertigung der Abzüge von historischen Fotoplatten aus dem Nachlaß Litzelmann.

Schrifttum

- BEDNARZ, Z. (1986): An example of the application of tree-ring chronology of the dwarf mountain pine (*Pinus mugo* var. *mughus* Zenari) for the dating of geomorphological processes in the Tatra Mts. – *Dendrochronologia*, 4, 75–78, Verona.
- BICK, H. (1985): Die Moorvegetation der zentralen Hochvogesen. – 288 S., *Diss. Bot.*, 91, Berlin/Stuttgart (Cramer).
- BITTERLI, P. (1987): Jahrringe in Leg-Föhren (*Pinus mugo* Turra ssp. *mugo*) als Ausdruck lokaler mechanischer Faktoren. – *Dendrochronologia*, 5, 79–92, Verona.
- BOGENRIEDER, A.; PRINZ, J. & RÖCK, M. (1989): Eine Hausmülldeponie im Moor. Auswirkungen einer Altlast – Ein Beispiel aus dem südlichen Schwarzwald. – *Telma*, 19, 171–186, Hannover.
- BRÜCHERT, F.; BOGENRIEDER, A. & SPECK, T. (1994): Anatomischer und biomechanischer Vergleich der Sproßachsen von *Alnus viridis* (Chaix.) DC. aus dem Schwarzwald und den Lechtaler Alpen mit Stockausschlägen von *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. aus dem Schwarzwald im Hinblick auf die Standortökologie beider Arten. – *Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br.*, 82/83, 19–45, Freiburg i. Br.
- CHRISTENSEN, K. I. (1987): Taxonomic revision of the *Pinus mugo* complex and *P. x rhaetica* (*P. mugo* x *sylvestris*) (Pinaceae). – *Nord. J. Bot.*, 7/4, 383–408, Copenhagen.

- CONERT, H.J. (1989): In: HEGI, G. (Begr./)CONERT, H.J. (Hrsg.) (1989): Illustrierte Flora von Mitteleuropa: Pteridophyta/Spermatophyta. Bd. I, Teil 3, Lieferung 5. – 3. Aufl., S. 21–25, Berlin/Hamburg (Parey).
- DIERSSEN, K. & B. (1984): Vegetation und Flora der Schwarzwaldmoore. – 512 S., Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., 39, Landesanstalt f. Umweltschutz Bad.-Württ. (Hrsg.), Karlsruhe.
- DIERSSEN, K. (1990): Einführung in die Pflanzensoziologie (Vegetationskunde). – 241 S., Darmstadt (Wissenschaftliche Buchgesellschaft).
- EHRENDORFER, F. (1984): Artbegriff und Artbildung in botanischer Sicht. – Zeitschr. f. zoolog. Systematik u. Evolutionsforschung, 22, 234–263, Hamburg.
- FELDMEYER-CHRISTE, E. (1990): Étude phyto-ecologique des tourbières des Franches-Montagnes. – 163 S., Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz 66, Teufen.
- FRAHM, J.-P. & FREY, W. (1992): Moosflora. – 3. überarb. Aufl., 528 S., Stuttgart (Ulmer).
- GALLENMÜLLER, F. (1995): Ökologische und biomechanische Untersuchungen an Beständen von *Alnus viridis* (Chaix) DC. In verschiedenen Höhenlagen der Schweizer Alpen. – Unveröffentlichte Diplomarbeit, deponiert: Lehrstuhl für Geobotanik der Universität Freiburg, Freiburg i. Br.
- GÉNOVA, R. (1986): Dendroclimatology of mountain pine (*Pinus uncinata* Ram.) in the central plain of Spain. – Tree-Ring Bulletin, 46, 3–12, Tucson, Arizona.
- GRÜNIG, P.E. (1955): Über den Einfluss der Entwässerung auf die Flachmoorvegetation und auf den Zuwachs der Fichte und Bergföhre im Flyschgebiet der Voralpen. – Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Vers.wes., 31/2, 421–492.
- GRÜTTNER, A. (1987): Das Naturschutzgebiet „Briglirain“ bei Furtwangen (Mittlerer Schwarzwald). Vegetationskundliche Untersuchungen eines Komplexes aus Moor-, Wiesen- und Weidengesellschaften. – Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., 62, 161–271, Karlsruhe.
- GRÜTTNER, A. (1990): Die Pflanzengesellschaften und Vegetationskomplexe der Moore des westlichen Bodenseegebietes. – 323 S., Diss. bot., 157, Berlin/Stuttgart (Cramer).
- HAFENSCHERER, J. & MAYER, H. (1986): Aufbau, Entwicklungsdynamik und Verjüngung von Latschenbeständen im Karwendeltal in Tirol. – Jahrbuch d. Vereins z. Schutz d. Bergwelt, 51, 37–64, München (Selbstverlag des Vereins).
- HARMS, K.H.; PHILIPPI, G. & SEYBOLD, S. (1983): Verschollene und gefährdete Pflanzen in Baden-Württemberg. Rote Liste der Farne und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta). – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., 32, 1–160, Karlsruhe.
- JAHN, G. (1977): Die Fichtenwaldgesellschaften in Europa. In: Schmidt-Vogt, H. (Hrsg.) (1977): Die Fichte, Bd.I. – S. 468–560, Hamburg u. Berlin (Parey).
- KAULE, G. (1974): Die Übergangs- und Hochmoore Süddeutschlands und der Vogesen. – 345 S., Diss. bot., 27, Lehre (Cramer).
- LIEHL, E. (1982): Landschaftsgeschichte des Feldberggebietes – Altlandschaft – Eiszeit – Verwitterung und Abtragung heute. In: Landesanstalt für Umweltschutz Bad.-Württ. (Hrsg.) (1982): Der Feldberg im Schwarzwald. – Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ., 12, S. 13–147, Karlsruhe.
- LUDEMANN, T. (1994): Die Wälder im Feldberggebiet heute. Zur pflanzensoziologischen Typisierung der aktuellen Vegetation. – Mitt. Verein forstl. Standortskunde u. Forstpflanzenzüchtung, 37, 23–47, Freiburg i. Br.
- LUTZ, J. L. (1956): Spirkenmoore in Bayern. – Ber. Bayer. Bot. Ges., 31, 58–69, München.
- MARZELL, H. (Bearb.) (1977): Wörterbuch der deutschen Pflanzennamen, Bd. 3, Macleya – Ruta. – 1556 S., Stuttgart (Steiner).
- MAYER, J. (1993): Zapfenuntersuchungen bei *Pinus mugo* Turra. – Mitt. Dtsch. Dendrolog. Ges., 81, 5–12, Bonn-Poppelsdorf.
- MEUSEL, H.; JÄGER, E. & WEINERT, E. (1965a): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Textband. – 583 S., Jena (Gustav Fischer).
- MEUSEL, H.; JÄGER, E. & WEINERT, E. (1965b): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Kartenband. – 258 S., Jena (Gustav Fischer).
- MURMANN-KRISTEN, L. (1986): Das Vegetationsmosaik im Nordschwarzwälder Waldgebiet. – 291 S., Diss. bot., 104, Berlin/Stuttgart (Cramer).
- NEUHÄUSL, R. (1969): Systematisch-soziologische Stellung der baumreichen Hochmoorgesellschaften Europas. – Vegetatio Acta Geobotanica, Vol. XVIII, 104–121, The Hague.
- NEUHÄUSL, R. (1972): Subkontinentale Hochmoore und ihre Vegetation. – 121 S., Stud. Cs. Akad. Ved. 13, Praha

- NEUHÄUSL, R. (1992): Primary and secondary succession on wooded peat-bogs. – Acta Societatis Botanicorum Poloniae, 61/1, 89–102, Pruhonice.
- NEBEL, M. (1990): *Pinus mugo* Turra 1764. In: SEBALD, O. et al. (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Bd. 1. – S. 205–207, Stuttgart (Ulmer).
- NYGREN, A. (1946): The genesis of some Scandinavian species of *Calamagrostis*. – Hereditas, 32, 131–262, Lund.
- NYGREN, A. (1951): Form and biotype formation in *Calamagrostis purpurea*. – Hereditas, 38, 519–532, Lund.
- OBERDORFER, E. (1935): Die höhere Pflanzenwelt am Schluchsee (Schwarzwald). – Ber. d. Naturforsch. Ges. zu Frbg. i. Br., 34, 213–247, Freiburg i. Br.
- OBERDORFER, E. (1982): Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte Feldberg 1:25000. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., 27, 1–86, Landesanstalt für Umweltschutz Bad. Württ. (Hrsg.), Karlsruhe.
- OBERDORFER, E. (1990): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – 6. überarb. Aufl., 1050 S., Stuttgart (Ulmer).
- OBERDORFER, E. (Hrsg.) (1992a): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I: Fels- und Mauer- gesellschaften, alpine Fluren; Wasser-, Verlandungs- und Moorgesellschaften. – 3. Aufl., 314 S., Jena (Gustav Fischer Verlag).
- OBERDORFER, E. (Hrsg.) (1992b): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV, Wälder und Gebüsche, A. Textband. – 2. Aufl., 282 S., Jena (Gustav Fischer Verlag).
- OBERDORFER, E. (Hrsg.) (1992c): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV, Wälder und Gebüsche, A. Tabellenband. – 2. Aufl., 580 S., Jena (Gustav Fischer Verlag).
- PHILIPPI, G. (1970): *Calamagrostis phragmitoides* Hartm., das Purpureitgras, im Schwarzwald und in den Vogesen. – Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl., 29/2, 107–110, Karlsruhe.
- PRINZ, J. (1986): Vegetationskundliche und standörtliche Untersuchungen im Rotmeer (Gemeinde Feldberg, Bärenthal). – 102 S., Unveröffentlichte Diplomarbeit, deponiert: Lehrstuhl für Geobotanik der Universität Freiburg, Freiburg i. Br.
- RAHM, G. (1984): Die ältere Vereisung des Schwarzwaldes und der angrenzenden Gebiete. In: Liehl, E. und Sick, W.D. (Hrsg.) (1984): Der Schwarzwald – Beiträge zur Landeskunde. – 3. Aufl., S. 36–58, Bühl/Baden (Konkordia Verlag).
- SCHMID, J.; BOGENRIEDER, A. & SCHWEINGRUBER, F.H. (1995): Verjüngung und Wachstum von Moor- Kiefern (*Pinus rotundata* Link) und Fichten (*Picea abies* [L.] H. Karsten) in Mooren des südöstlichen Schwarzwaldes (Süddeutschland). – Mitt. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch., 70, 2: 175–223, Birmensdorf.
- SCHMIDT, P. (1984): *Pinus mugo* Turra s.l. – Berg-Kiefer, Latschen-Kiefer. – Gärtnerischer-botanischer Brief, 77, 34–39, Arbeitsgemeinschaft Technischer Leiter Botanischer Gärten (Hrsg.), Tübingen.
- SCHOLZ, H. (1971): Gegenwärtige Kenntnisse über die Verbreitung der *Calamagrostis phragmitoides* Hartm. (Purpureitgras) in Mitteleuropa. – Philippia, 1/2, 85–90, Kassel.
- SCHREIER, E. (1993): Das Wachstum der Bergföhren im Hochmoor Turbenriet-Gamperfin zwischen 1850 und 1990. – 108 S., Unveröffentlichte Diplomarbeit, deponiert: Botanisches Institut der Universität Basel, Basel.
- SCHROETER, C. (1926): Das Pflanzenleben der Alpen. – 2. Aufl., 1288 S., Zürich (Raustein).
- SCHUHMACHER, A. (1937): Floristisch-soziologische Beobachtungen in Hochmooren des südlichen Schwarzwaldes (Moore der Messtischblätter Feldberg, St. Blasien). – Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland, 21, 221–283, Badische Landessammlungen für Naturkunde (Hrsg.), Karlsruhe.
- SCHUHWERK, F. (1988): Naturnahe Vegetation im Hotzenwald (Südöstlicher Schwarzwald). – 526 S., Diss. Universität Regensburg.
- SCHULTHESS, J. (1990): Der Einfluss von Entwässerung auf die Bewaldung eines Hochmoores. Eine Studie zur rezenten Bewaldungsentwicklung am Etang de la Gruère (JU). – 190 S., Unveröffentlichte Diplomarbeit, deponiert: Universität Zürich, Zürich.
- SEITE, C. (1988): Vegetationskundliche Untersuchungen und Kartierung der Moorkommen im nordöstlichen Feldberggebiet. – 115 S., Unveröffentlichte Diplomarbeit, deponiert: Lehrstuhl für Geobotanik der Universität Freiburg, Freiburg.
- TUTIN, T.G.; HEYWOOD, V.H.; BURGESS, N.A.; VALENTINE, D.H.; WALTERS, S.M. & WEBB, D.A. (1964): Flora Europaea, Vol. 1. – 464 S., Cambridge (Cambridge University Press).
- WAGNER, A.; WAGNER, I. & PFADENHAUER, J. (1997): Minerotrophe Berg-Kiefernmoore im süd- deutschen Alpenvorland. – Tüxenia (in press), Göttingen.

- WILMANN, O. (1993): Ökologische Pflanzensoziologie. – 5. neubearb. Aufl., 479 S., Heidelberg (Quelle und Meyer).
- WILMANN, O.; BOGENRIEDER, A. & NAKAMURA, Y. (1985): Vergleichende Studien des *Pinus-Krummholzes* in den Japanischen und Europäischen Alpen. - *Tüxenia*, 5, 335–358, Göttingen.
- Wirth, V. (1980): Flechtenflora. – 525 S., Stuttgart (Ulmer).
- ZOLLER, H. (1981): Abteilung Gymnospermae. Nacktsamige Pflanzen. In: HEGI, G. (Begr.) / CONERT, H.J. (Hrsg.): Illustrierte Flora von Mitteleuropa: Pteridophyta/Spermatophyta. Bd. 1, Teil 2. – 3. Aufl., 11–148, Berlin/Hamburg (Parey).

(Am 1. Oktober 1997 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	1	59–84	1998	Freiburg im Breisgau 22. Mai 1998
--	---------	---	-------	------	--------------------------------------

Limnologische und vegetationskundliche Untersuchungen von Grundwasserbächen der südlichen Oberrheinebene.

I. Riedkanal bei Wasenweiler (Freiburger Bucht, Südbaden)

VON

PRISKA RAMBACH & RAINER BUCHWALD, Freiburg i. Br. *

Zusammenfassung: Der Riedkanal, ein grundwasserbeeinflusstes Fließgewässer der badischen Oberrheinebene, verläuft im Rinnensystem des ehemaligen Ostrheins, der während der Würmeiszeit die Niederterrasse zwischen Kaiserstuhl und Tuniberg durchfloß. Im Rahmen einer Diplomarbeit an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i.Br. wurde das Gewässer von Mai bis Oktober 1993 an vier Untersuchungsstellen hinsichtlich seiner physikalisch-chemischen Faktoren und der Besiedlung durch das Makrozoobenthos untersucht; zusätzlich wurde der Neugraben als abwasserbelasteter Zufluß an zwei Stellen analysiert. Begleitend wurde die Vegetation dieser zwei Fließgewässer an insgesamt 18 Probestellen erhoben.

Es wurden Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu typischen Flachlandbächen nach BRAUKMANN (1987) aufgezeigt. Die tierische Besiedlung besteht zum großen Teil aus typischen Vertretern von Flachlandbächen wie *Asellus aquaticus*, *Gammarus pulex*, *Gammarus roeseli*, *Polycelis nigra*, *Polycelis tenuis*, *Dendrocoelum lacteum* und *Sialis lutaria*. In gleicher Weise ist die starke Dominanz von Crustaceen charakteristisch für Flachlandbäche. Es wurden jedoch auch deutliche Unterschiede zu Fließgewässern des Flachlandes festgestellt, die auf den Einfluß des Grundwassers zurückzuführen sind. Die nicht nur auf den engen Quellbereich begrenzte Kaltstenothermie und das beständige Sauerstoff-Defizit sind für Flachlandbäche ungewöhnliche Merkmale. Diese Milieufaktoren prägen auch die tierische und pflanzliche Biozönose und zeichnen den Riedkanal als Vertreter des Typus „Grundwasserbach“ nach CARBIENER et al. (1987, 1990) bzw. des „grundwassergeprägten Tieflandbaches“ nach TIMM (1994) aus. So besiedeln grundwasserzeigende Makrophyten wie z.B. *Sium erectum*, *Nasturtium officinale*, *Veronica anagallis-aquatica* und *Callitriche obtusangula* den gesamten untersuchten Längsverlauf des Gewässers. Das Vorkommen von Quellbacharten wie *Arrenurus cylindricus*, *Hygrobatas prosiliens*, *Hygrobatas fluviatilis*, *Lebertia fimbriata*, *Lebertia sparsicapillata*, *Elmis aenea*, *Gammarus fossarum*, *Sericostoma personatum* und *Silo nigricornis* nicht nur in Quellnähe ist eine Besonderheit der grundwassergeprägten Bäche. Der „dämpfende“ Einfluß von Grundwasserbächen auf die Belastung durch oberflächlich zuströmendes Wasser zeigt sich am Beispiel des Zuflusses Neugraben. Die Untersuchung weist auf die Notwendigkeit hin, die Flachlandbäche nicht nur nach den geochemischen Verhältnissen, sondern auf einer zweiten Ebene zusätzlich mit Hilfe der jeweiligen hydrologischen Situation – z.B. Grad der Grundwasser-Beeinflussung – zu typisieren.

* Anschriften der Verfasser: P. RAMBACH, Gresserstr. 2, D-79102 Freiburg; Dr. R. BUCHWALD, Institut für Biologie II/Geobotanik der Universität, Schänzlestr. 1, D-79104 Freiburg.

Die Makrophyten der zwei Untersuchungsgewässer wurden in Beziehung zu einer Kette von Pflanzengemeinschaften gesetzt, die – in Anlehnung an CARBIENER et al. (1987, 1990) – für den Naturraum der südbadischen Oberrheinebene in einer Folge zunehmender Trophiestufe aufgestellt wurde. Während sich für den Riedkanal im Längsverlauf eine leichte Verschiebung von B-C nach C ergab, konnte für den eutrophen Neugraben eine Abfolge von (E-)D hin zu (D-)C festgestellt werden.

1. Einführung

Die klassischen Vorstellungen über das Ökosystem Fließgewässer basieren auf einer Vielzahl von Untersuchungen, die in Mittelgebirgsbächen durchgeführt wurden (z.B. ILLIES 1952, 1961). Dagegen behandeln verhältnismäßig wenige Arbeiten die Bäche des Flachlandes (z.B. BEYER 1932, BÖTTGER 1986, SPETH & BÖTTGER 1993, TIMM & SOMMERHÄUSER 1993, TIMM 1994, TIMM & OHLENFORST 1994).

Die Grundbedingungen in Flachlandbächen und Gebirgs- oder Bergbächen unterscheiden sich deutlich. So fehlt Flachlandbächen als übergeordneter Faktor das deutliche Gefälle und damit die Strömungs- und Substratdifferenzierung im Längsverlauf. Die Amplitude der Wassertemperatur ist häufig schon in Quellnähe groß (TIMM & SOMMERHÄUSER 1993). BRAUKMANN (1987) Untersuchungen zu einer allgemeinen Bachtypologie an Gewässern aus 9 unterschiedlichen geographischen Regionen ergab eine Einteilung in höhenabhängige (Gebirgs-, Berg- und Flachlandbäche) und geochemische Fließgewässer-Grundtypen (Silikat- und Carbonatbäche).

Der „Grundwasserbach“ ist nach CARBIENER & ORTSCHKEIT (1987) ein Fließgewässertyp der großen perialpinen glazialen Schotterfluren und wird überwiegend von Grundwasser des eiszeitlichen Schotter- und Kiesreservoirs gespeist. Fließgewässer dieses Typs zeigen ein ausgeglichenes hydrologisches Regime und konstante physikalisch-chemische Parameter. Sie sind klar, kaltstenotherm, hart, basenreich, oligotroph und zeichnen sich durch eine geringe Sauerstoffsättigung aus (CARBIENER et al. 1987, 1990).

Im Rahmen einer limnologischen Diplomarbeit an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i.Br. wurde ein grundwassergespeister Bach der badischen Oberrheinebene (Riedkanal) und sein abwasserbelasteter Zufluß (Neugraben) unter folgenden Fragestellungen untersucht:

- 1) Inwieweit zeigt das Gewässer Eigenschaften typischer Flachlandbäche ?
- 2) In welchem Maße, aufgrund welcher thermischer Bedingungen und aufgrund welcher tierischer und pflanzlicher Organismen ist ein Einfluß des Grundwassers feststellbar ?
- 3) Führt die Abwasserbelastung des Neugrabens zu Veränderungen der abiotischen Faktoren sowie der Fauna, Flora und Vegetation im Riedkanal ?

Im Elsaß und im bayerischen Voralpenland kommt der Typus „Grundwasserbach“ noch in ausgeprägter Form vor. Aufgrund der homogenen morphologischen und hydrologischen Verhältnisse sind Grundwasserbäche gut geeignet für Untersuchungen zur Verwendung von Makrophytengesellschaften als Indikatoren für den Eutrophierungsgrad. Unabhängig voneinander beschreiben CARBIENER et al. (1987, 1990) für das „Elsässische Ried“ zwischen Straßburg und Colmar und KOHLER (1971) für das bayrische Voralpengebiet eine Zeigerkette (Catena) der Eutrophierung. Die Zeigerketten der beiden Gebiete weisen große Übereinstimmungen auf. Auf der Basis mehrjähriger paralleler vegetationskundlicher und physikalisch-chemischer Untersuchungen zeigten CARBIENER et al. (l.c.) hohe Korrelationen zwischen dem Vorkommen der einzelnen Makrophytengesellschaften und der

Trophiestufe, insbesondere den Ammonium- und Phosphatkonzentrationen. In Anlehnung an die Arbeiten von CARBIENER et al. (l.c.) und KOHLER (div. public.) wurde für diese und folgende Untersuchung(en) eine vorläufige Catena für die stärker eutrophierte südbadische Oberrheinebene aufgestellt. Aufgrund der vorkommenden Makrophytenarten und deren Häufigkeiten konnte damit eine Einteilung der Gewässer Riedkanal und Neugraben in Abschnitte unterschiedlicher Vegetationstypen vorgenommen werden.

In den folgenden Ausführungen sind die Ergebnisse der physikalisch-chemischen, zoologischen und vegetationskundlichen Untersuchungen (stark zusammengefaßt) wiedergegeben.

2. Zur Lage und Hydrogeographie der Gewässer

Der Riedkanal hat seinen Quellbereich zwischen Wasenweiler und Ihringen am SO-Rand des Kaiserstuhls und mündet nach einer Fließstrecke von ca. 6.5 km bei Bötzingen in den Mühlbach ein (Abb. 1). Somit befindet sich der Hauptteil des Gewässers in der Ebene zwischen Kaiserstuhl und Tuniberg. Während der Würmeiszeit floß durch dieses Gebiet ein vom Rhein abgelenkter Arm, der sogenannte Ostrhein. Dieser wurde später abgetrennt und verlandete im Holozän. Der geologische Untergrund besteht aus alpinem Kies und Sand, der damals abgelagert wurde (GLA 1977, KAYSER & MÄCKEL 1994). Darüber ist das Rinnensystem mit Schluff- und Torflagen gefüllt (LEHMANN-CARPZOV, PATERNOSTER & STUBENDORFF 1978).

Die oberen Kieslager bilden den Hauptgrundwasserleiter der Niederterrasse. Im Osten und Westen wird der Aquifer von den Festgesteinen des Tunibergs und des Kaiserstuhls begrenzt. Die nördliche Grenze liegt zwischen Bötzingen und Eichstetten, wo die Ostrheinrinne und die südlichen Schwemmfächer der Dreisam zusammentreffen. Die Durchlässigkeit des Grundwasserkörpers nimmt in diesem Gebiet stark ab (GLA 1977) und bewirkt ebenso wie die Hochwässer der Dreisam einen Aufstau des Grundwassers; darüberhinaus wird der Grundwasserstand vom Betrieb des Kulturwehres am Rhein bei Breisach beeinflusst. Seit dessen Inbetriebnahme 1965 liegt der Grundwasserspiegel etwa zwei Meter unter Gelände. Führt der Rhein Hochwasser, so tritt das Grundwasser oberflächlich aus. Der Riedkanal als Oberflächengewässer entstand 1923 im Zuge der Entwässerung des Wasenweiler Rieds.

Der Neugraben wurde als Zufluß in die Untersuchungen einbezogen. Er verläuft, an der Kläranlage Merdingen beginnend, in nördlicher Richtung durch die Niederterrasse und mündet nach 4,3 km in den Riedkanal (Abb. 1). Auch der Neugraben entstand durch die Entwässerung der grundwassernahen Wiesen in den 20er Jahren (SCHWEISGUT 1930).

3. Methoden

Riedkanal und Neugraben wurden an vier bzw. zwei Untersuchungsstellen (Abb. 1) von Mai bis September 1993 in vierzehntägigem Abstand untersucht. Vor Ort wurden Bachbreite, Wassertiefe und mittlere Fließgeschwindigkeit (Driftkörpermethode) ermittelt, ferner wurden die Parameter Luft- und Wassertemperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoffgehalt und -sättigung mit WTW-Geräten elektrisch gemessen. Im Labor des geographisch-hydrologischen Instituts der Universität Freiburg erfolgten die Analysen der Parameter NO_2^- -N (DEV DIN), NH_4^+ -N (DEV DIN), NO_3^- -N (Natriumsalicylatmethode nach Scheringa) und o-PO_4^{3-} (Verfahren nach Vogler). Einmalig fand eine orientierende Analyse der Gesamthärte (titrimetrisch) und der Chloridkonzentration (DEV DIN) statt.



Abb. 1: Lage der limnologischen Untersuchungsstellen an Riedkanal (R1–R4) und Neugraben (N 1, N 2) sowie der Vegetationsaufnahme-Flächen (VR1–VR11; VN 1–VN7).

Ein Tagesgang an zwei Probestellen sollte weitere Daten zur Charakterisierung des Gewässers liefern. Über 24 Stunden hinweg wurden im Abstand von einer (11–17 Uhr) oder von zwei Stunden (17–11 Uhr) die Parameter Luft- und Wassertemperatur, Lichtintensität, Sauerstoffgehalt und -sättigung, pH-Wert und Leitfähigkeit ermittelt.

Die Substratzusammensetzung verändert sich im Verlauf des Riedkanals von kiesig nach sandig-schluffig, ist aber im Querprofil einheitlich. Die Sohle des Neugrabens besteht aus einer mächtigen Schicht von Feinsedimenten. Die Aufnahmen des Makrozoobenthos erfolgten viermalig im Untersuchungszeitraum und wurden je nach Substrat mit einem „Surber-Sampler“ (Flächenmaß 30 x 40 cm,

Maschenweite 0,5 mm) oder einem Ekmangreifer (Flächenmaß 15 x 15 cm) durchgeführt (SCHWOERBEL 1986). Zur Entnahme des Makrozoobenthos wurden flächenbezogene Sammelverfahren gewählt, um die Ergebnisse der einzelnen Probestellen vergleichen zu können und um die tatsächliche Verteilung der Organismen auf der Sohle möglichst genau zu erfassen. Um auch die Makrophytenbestände zumindest annähernd flächenbezogen untersuchen zu können, wurden sie in gleicher Weise mit dem Surbersampler erfaßt. Dabei wurden alle Pflanzen der Probestelle aus dem Substrat gezogen und ins Netz gegeben.

Die Organismen wurden mit Binokular und Mikroskop – soweit möglich – bis auf Artniveau bestimmt und gezählt. Bei sehr häufig vorkommenden Taxa wurden Teile der Proben ausgezählt und die Abundanzen hochgerechnet. Zur Bestimmung oder zur Revision mancher Gruppen (Hydracarina, Oligochaeta, Coleoptera, Gastropoda) wurden Spezialisten hinzugezogen.

Aus den ermittelten Daten wurden die Parameter Individuenabundanz, Dominanz, Shannon-Diversitätsindex, Evenness, Saprobienindex und Gewässergüte (DEV DIN) berechnet. Ferner erfolgte eine Einteilung der Taxa in Ernährungs- und Biozönosotypen. Neben diesen Parametern, die üblicherweise zur Charakterisierung von Gewässern verwendet werden, erfolgte eine Auflistung der nachgewiesenen Quellbach- und reotypischen Arten.

Die Untersuchung der Vegetation der beiden Fließgewässer erfolgte am 23. und 30. Juli 1993. Sie wurden zunächst in ihrem gesamten Längsverlauf abgegangen; dann erfolgte die Auswahl der 20 m langen Untersuchungsabschnitte derart, daß eine Quasi-Homogenität der Vegetation und der erkennbaren Standortfaktoren gegeben war und alle wesentlichen Veränderungen der Gewässervegetation im Längsverlauf erfaßt wurden. Am Riedkanal wurden 11 Abschnitte (VR 1 bis VR 11) und am Neugraben 7 Abschnitte (VN 1 bis VN 7) gewählt (Abb. 1). Es wurden die dort vorkommenden Hydro- und Helophyten aufgenommen und ihre Häufigkeit nach der Methode von Braun-Blanquet durch Individuenzahlen und Deckungsklassen bestimmt.

Aufgrund einer Vielzahl von Vegetationsaufnahmen und hydrochemischen Messungen vergangener Jahre (z.B. BUCHWALD 1989 u. 1995, HUBER 1996) war es möglich, in Anlehnung an die Catena der Eutrophierung in den elsässischen Grundwasserbächen (z.B. CARBIENER et al. 1987, 1990) ein vorläufiges regionales Kartierungsschema für die Fließgewässer der südbadischen Oberrheinebene zu entwickeln, das die Zusammenfassung von Makrophyten in 5 Vegetationstypen unterschiedlicher Trophiestufe (vgl. folgenden Abschnitt) beinhaltet. Mit Hilfe der gefundenen Makrophyten und deren Häufigkeiten wurden die zwei untersuchten Gewässer in Abschnitte unterschiedlicher Vegetationstypen und damit unterschiedlicher Trophiestufen unterteilt.

4. Vegetationstypen der Fließgewässer in der südbadischen Oberrheinebene (Catena der Trophiestufen)

Die in dieser Arbeit vorgestellte Kette von Vegetationstypen für die Fließgewässer der südbadischen Oberrheinebene beruht auf einer Vielzahl von Vegetationsaufnahmen und hydrochemischen Messungen, ist aber wegen des Fehlens von Langzeit-Untersuchungen an Dauer-Probestellen noch vorläufiger Natur. Sie umfaßt 5 Vegetationseinheiten, die im folgenden nach zunehmender Trophiestufe geordnet sind und selbstverständlich alle Übergänge zur jeweils folgenden Einheit zeigen (Tab.1).

A: *Potamogeton coloratus* (- *Juncus subnodulosus*)-*Sium erectum*-Typ

Die Artengemeinschaft ist nach CARBIENER et al. (1987, 1990) gekennzeichnet durch das Vorkommen von *Potamogeton coloratus*, *Juncus subnodulosus* fo. *submersus*, *Chara hispida* und *Sium erectum* (= *Berula erecta*) fo. *submersum* und wächst in katharoben, Phosphat- und Ammonium-armen Grundwasserbächen. In Südbaden ist dieser Typus seit mehr als 15 Jahren nicht mehr nachgewiesen worden, im Großen Elsässischen Ried sind aktuell etwa 10 Fundorte bekannt. Die Emersvegetation ist meist spärlich entwickelt mit *Mentha aquatica*, *Juncus subnodulosus*, *Sium erectum* und wenigen anderen Arten.

Tab. 1: Vorläufige Übersicht der Vegetationstypen in Fließgewässern der südbadischen Oberrheinebene, geordnet nach zunehmender Trophiestufe. Angegeben sind jeweils die Kennarten und häufigen Begleiter (in Auswahl), mit Fettdruck hervorgehoben die für die Bioindikation entscheidende Vegetationsschicht. Wenn nicht gesondert bezeichnet, handelt es sich um die „typischen“ (d.h. in den Gewässern am häufigsten vorgefundenen) Wuchsformen; zur Bezeichnung der Vegetationstypen A–E siehe Text.

<u>Vegetationstyp</u>	<u>submers/flutend/pleustisch</u>	<u>emers</u>
A	Potamogeton coloratus Juncus subnodulosus fo. submersus Sium erectum fo. submersum Chara hispida	Mentha aquatica Juncus subnodulosus Sium erectum Carex paniculata Carex elata
B	Sium erectum fo. submersum (optimal) Mentha aquatica fo. submersa Nasturtium officinale fo. submersum Veronica anag.-aquatica fo. submersa Groenlandia densa	Sium erectum Mentha aquatica Phragmites australis Veronica anag.-aquatica Carex elata Carex acutiformis
C	Sium erectum fo. submersum Nasturtium officinale fo. submersum Myosotis palustris agg. fo. submersa Phalaris arundinacea fo. submersa Callitriche obtusangula Callitriche stagnalis/platycarpa Potamogeton berchtoldii Veronica anag.-aquatica fo. submersa Lemna trisulca Lemna minor Elodea canadensis	Sium erectum Nasturtium officinale Myosotis palustris Phalaris arundinacea Sparganium erectum s.l. Phragmites australis Carex acutiformis Veronica anag.-aquatica Filipendula ulmaria
D	Phalaris arundinacea fo. submersa Callitriche stagnalis/platycarpa Callitriche obtusangula Potamogeton pectinatus Ranunculus fluitans Elodea canadensis Lemna minor	Phalaris arundinacea (optimal) Glyceria maxima Ranunculus repens Nasturtium officinale Carex acutiformis Polygonum hydropiper Filipendula ulmaria Impatiens glandulifera
E		Polygonum hydropiper Urtica dioica Ranunculus repens Phalaris arundinacea Impatiens glandulifera

B: *Sium erectum*-Typ (*Sium erectum* optimal)

Diese Pflanzengemeinschaft ist dem Beruletum angustifoliae submersae Roll 38 gleichzusetzen und durch die Dominanz von submers wachsenden Phänomorphen (vgl. BUCHWALD 1992) einiger Grundwasserzeiger (*Sium erectum*, *Mentha aquatica*, *Nasturtium officinale*, *Veronica anagallis-aquatica* u.a.) sowie negativ durch das weitgehende Fehlen von Arten des A- und des C-Typs charakterisiert. Die Vegetationseinheit ist Zeiger für den (oligo- bis) mesotrophen Bereich der Trophieskala. Als emers wachsende Kontaktvegetation findet man in der Regel ein artenarmes Sietum erecti Philippi 73.

C: *Sium erectum*-*Lemna trisulca*-Typ

Die Vegetationseinheit ist in mesotrophen bis leicht eutrophen Fließgewässern angesiedelt und setzt sich aus einer Anzahl weitgehend eurytraphenter Arten und Phänomorphen wie *Lemna trisulca*, *Callitriche obtusangula*, *Callitriche stagnalis/platycarpa*, *Sium erectum* fo. submersum und *Myosotis palustris* fo. submersa zusammen. In der Emersvegetation findet man Arten des Sietum erecti, Nasturtietum officinalis, Sparganietum erecti s. str. oder (suboptimal) des Phalaridetum arundinaceae.

D: *Phalaris arundinacea*-*Glyceria maxima*-Typ

Mit steigendem Trophiegrad nehmen Deckung und Artenzahl der submersen/flutenden/pleustischen Vegetation ab; in dieser eutraphenten Vegetationseinheit finden sich *Phalaris arundinacea* fo. submersa (optimal), *Callitriche stagnalis/platycarpa*, *Potamogeton pectinatus*, *Ranunculus fluitans* und andere, während *Lemna trisulca* und *Callitriche obtusangula* gegenüber der Einheit C zurücktreten. Die emerse Wasservegetation ist regelmäßig entwickelt und wird in erster Linie als Trophiezeiger verwendet; sie besteht aus einigen charakteristischen Vertretern wie *Phalaris arundinacea* (auch in B, C und E vorkommend), *Glyceria maxima*, *Ranunculus repens*, *Filipendula ulmaria* sowie – seltener – *Carex acutiformis* und *Polygonum hydropiper*.

**E: *Polygonum hydropiper*-*Urtica dioica*-Typ
(Verödungszone der submersen/flutenden Vegetation)**

In stark eutrophen bis hypertrophen Fließgewässern ist in der Regel keine oder eine sehr artenarme submerse, flutende oder pleustische Vegetation ausgebildet (Arten wie bei D; häufig Grünalgenmatten dominierend). Als Indikatoren dieser Trophiestufe werden daher ausschließlich Helophyten herangezogen, so *Polygonum hydropiper*, *Urtica dioica*, *Ranunculus repens* (auffällig dunkelgrün glänzend und mastig wachsend) sowie als Begleiter *Phalaris arundinacea*, *Impatiens glandulifera* und andere.

Die Vegetationstypen A und B sind für die elsässische und die südbadische Oberrheinebene identisch, während die Typen C, D und E den stärker eutrophierten Bereich indizieren; dies ist notwendig, da die südbadischen Fließgewässer aufgrund der schwächeren Grundwasserbeeinflussung und der – im Durchschnitt – intensiveren landwirtschaftlichen Nutzung weiter im eutrophen und hypertrophen Bereich angesiedelt sind als die elsässischen.

Obwohl die Emersvegetation geringere Korrelationen zu den hydrochemischen Größen des freien Wassers aufweist als die submerse oder flutende Vegetation, wurde sie – im Gegensatz zu den Eutrophierungsketten von KOHLER (1971) und

CARBIENER et al. (1987, 1990) – in das vorliegende regionale System integriert. Zum einen können damit auch der eutrophe und der eutroph-hypertrophe Bereich durch jeweils eine Pflanzengemeinschaft (D, E) klar gekennzeichnet werden, zum anderen ist durch die Hinzunahme der Emersvegetation für die Vegetationstypen A, B und C eine zusätzliche Information über die gesamten Vegetationsverhältnisse in den Fließgewässern dieser Trophiestufen gegeben.

Die Bioindikation der Trophiestufen mit Hilfe von Wasserpflanzen ist nicht unumstritten, doch sei die Diskussion der grundsätzlichen Problematik (vgl. z.B. CAIRNS 1974, KOHLER 1982, 1995) wie auch der hier vorgestellten Kette der Trophiestufen für die südbadische Oberrheinebene an anderer Stelle geführt (BUCHWALD in prep.).

5. Ergebnisse

5.1 Riedkanal

a) Ergebnisse der physikalisch-chemischen Untersuchungen

Der im Untersuchungsgebiet von Grundwasseraufstößen geprägte Riedkanal weist hinsichtlich der Wasserführung deutliche Unterschiede im Längsverlauf auf; die zeitweise stehenden bzw. trockenfallenden Gewässerabschnitte der Untersuchungsstellen R1 und R2 zeigten mit maximal 17,6 und 33,0 l/s einen geringen Abfluß. Die mittleren Fließgeschwindigkeiten betragen lediglich 0,05 (R1) und 0,04 m/s (R2). Im weiteren Verlauf des Gewässers stieg der Abfluß rasch an: auf einer Strecke von 380 m erfolgte ein Anstieg auf maximal 136 l/s an der Untersuchungsstelle R3. Nach weiteren 1400 m Fließstrecke betrug der Abfluß an der Stelle R4 bis zu 361 l/s. Die mittlere Fließgeschwindigkeit sank von 0,2 m/s (R3) auf 0,1 m/s (R4) ab. Das Gewässer ist in bezug auf die Parameter Leitfähigkeit (574 bis 823 $\mu\text{S}/\text{cm}$), pH-Wert (6,9 bis 7,5) und Gesamthärte (22°dH) nach der Klassifizierung von BRAUKMANN (1987) als Carbonatbach einzustufen.

Tab. 2: Statistische Kennwerte der Wassertemperaturen in [°C] an den Untersuchungsstellen von Riedkanal und Neugraben.

	Untersuchungsstellen					
	R1	R2	R3	R4	N1	N2
Mittelwert [°C]	12,5	14,4	12,4	11,5	18,6	16,2
Standardabweichung [°C]	1,6	1,0	0,6	0,6	2,1	1,9
Minimum - Maximum [°C]	10,2 - 14,5	12,2 - 15,9	11,5 - 13,3	10,5 - 12,5	16,3 - 23,0	13,6 - 19,7
Anzahl der Messungen	8	10	10	10	10	9

Tab. 3: Statistische Kennwerte der Sauerstoffsättigungen [%] an den Untersuchungsstellen von Riedkanal und Neugraben.

	Untersuchungsstellen					
	R1	R2	R3	R4	N1	N2
Mittelwert	32%	64%	51%	51%	29%	48%
Standardabweichung	13%	17%	8%	6%	12%	10%
Minimum - Maximum	28% - 38%	44% - 87%	39% - 63%	42% - 59%	12% - 50%	30% - 62%
Anzahl der Messungen	8	10	10	10	10	9

Der Riedkanal ist durch eine deutliche Kaltstenothermie gekennzeichnet. Die Temperaturen der konstant wasserführenden Untersuchungsstellen R3 und R4 schwankten im Untersuchungszeitraum nur geringfügig und bewegten sich mit maximalen Sommertemperaturen von 13,3 °C nur wenig über der Temperatur des Grundwassers von etwa 10 °C (Tab. 2). Der Beschattungsgrad als ein weiterer die Temperatur von Gewässern prägender Faktor spielt offensichtlich eine nur geringe Rolle, da die Untersuchungsstelle R3 – in einem unbeschatteten Teil des Gewässers liegend – nur geringfügig höhere Sommertemperaturen als die Stelle R4 aufwies, die im Bereich eines geschlossenen Waldes liegt und daher stark beschattet ist. Der Temperaturhaushalt spiegelt somit einen deutlichen Einfluß des Grundwassers auf den Riedkanal wider.

Ferner zeigte der Sauerstoffhaushalt des Gewässers eine große Abhängigkeit von der Sauerstoffkonzentration des Grundwassers, die bei etwa 3,5 mg/l lag. Die quellenah, gering wasserführende Untersuchungsstelle R1 wies extrem geringe und recht konstante Werte der Sauerstoffsättigung von 28 bis 38 % auf (Tab. 3). Die höchsten Werte wurden an der Untersuchungsstelle R2 (44 bis 87 %) ermittelt, die im unteren Teil eines wenig wasserführenden Bereiches mit spärlich ausgebildeten Makrophytenbeständen liegt. Die zum Sommer hin ansteigende Sauerstoffsättigung weist darauf hin, daß die photosynthetischen Prozesse diesen Parameter wesentlich beeinflussen. Die gleichmäßig wasserführenden Untersuchungsstellen R3 und R4 wiesen Werte von 39 bis 63 % (R3) und 42 bis 59 % (R4) auf. Die Tagesgangmessungen ergaben Sauerstoffsättigungen von 30–72 % (R3) und 64–79 % (R4). Trotz sehr großer Makrophytenbestände oberhalb und im Bereich von R3 wurden mit maximal 72 und 79 % relativ geringe Werte gemessen.

Die Konzentrationen der eutrophierungsrelevanten Parameter Ammonium, Nitrit und Phosphat waren zumindest an einigen Untersuchungstagen gegenüber den Werten des Grundwassers erhöht. Sie weisen auf eine schwache Eutrophierung des Riedkanals sowohl vor als auch nach dem Zufluß des Neugrabens hin. Es zeigte sich der „dämpfende“ Einfluß des austretenden Grundwassers auf die Belastung durch oberflächlich zufließendes Wasser, indem das Grundwasser im Untersuchungszeitraum – mit Ausnahme einer Einzelmessung – einen starken Anstieg der Konzentrationen von Ammonium, Nitrit und Phosphat durch das stark belastete Wasser des Neugrabens verhinderte. Die Ammonium-N-Konzentration betrug maximal 0,14 mg/l und die Nitrit-N-Konzentration maximal 0,04 mg/l, wobei die Werte beider Parameter an den meisten Untersuchungstagen im Bereich der Nachweisgrenze lagen. Der Phosphat-P-Gehalt im Riedkanal wies eine Amplitude von 6 bis 223 µg/l auf und lag an den meisten Untersuchungstagen unterhalb von 50 µg/l. Grundwasser und Riedkanal zeichnen sich durch stark erhöhte Nitrat-N-Konzentrationen aus (Tab. 4). Die Werte betragen bis zu 12,1 mg/l und waren mit

Tab. 4: Statistische Kennwerte der Nitrat-N-Konzentrationen [mg/l] an den Untersuchungsstellen von Riedkanal und Neugrabens.

	Untersuchungsstellen					
	R1	R2	R3	R4	N1	N2
Mittelwert [mg/l]	11,0	9,1	9,8	10,3	22,3	8,1
Standardabweichung [mg/l]	1,6	0,7	0,7	0,4	11,1	4,8
Minimum - Maximum [mg/l]	7,2 - 12,1	7,9 - 10,3	8,4 - 10,6	9,5 - 10,8	1,9 - 34,7	2,0 - 16,1
Anzahl der Messungen	8	10	10	10	10	9

8,01 mg/l bereits im Grundwasser stark erhöht (Trinkwasseranalyse am Tiefbrunnen Wasenweiler am 9.11.93). Der Riedkanal ist somit ein Nitrat-hypertrophes Gewässer. Hohe Nitrat-Konzentrationen treten gerade in Flachlandbächen inmitten von landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen auf; beim Riedkanal gehen sie auf eine in der badischen Oberrheinebene bereits ins Grundwasser vorgedrungene Stickstoff-Belastung zurück. Nach EG-Richtlinie beträgt der Grenzwert für Nitrat-N im Trinkwasser 11,5 mg/l.

b) Ergebnisse der faunistischen Untersuchungen

Bei den faunistischen Untersuchungen wurden 90 Taxa nachgewiesen, von denen 66 bis zur Art bestimmt wurden. Als besonders artenreich erwiesen sich die Gruppen der Coleoptera (21 Arten) und Diptera (11 Familien). Weitere im Riedkanal recht artenreiche Gruppen waren die Acarina und Gastropoda mit jeweils 8 Arten. Insgesamt wurden im Riedkanal pro m² 724 bis 30829 Individuen nachgewiesen, die 8 bis 34 Taxa angehörten. Die Untersuchung des grundwassergespeisten Fließgewässers an den vier Untersuchungsstellen ergab, daß einige nach BRAUKMANN (1987) charakteristische Arten der Flachlandbäche wie *Asellus aquaticus*, *Gammarus pulex*, *Gammarus roeseli*, *Polycelis nigra*, *Polycelis tenuis*, *Dendrocoelum lacteum*, *Sialis lutaria* dominierten. Ferner traten *Gammarus fossarum* und *Elmis aenea* als Charakterformen der Berg- und Gebirgsbäche auf, wobei erstere Art nach GELLER (1970) in der badischen Oberrheinebene nur schwach vertreten ist. Die überwiegende Anzahl der Taxa im mit Detritus angereicherten Gewässer sind (a) Zerkleinerer (15 Taxa), z.B. *Asellus aquaticus*, Gammariden und einige Gastropoda, (b) Sedimentfresser (21 Taxa), z.B. Oligochaeten und Chironomiden, sowie (c) Räuber (36 Taxa), so die Gruppen der Hirudinea, Acarina und Hydroporinae. Nur in kleiner Anzahl kamen im Riedkanal die Filtrierer (4 Taxa, z.B. *Simulium* spp. und die Culicidae) sowie die Weidegänger (11 Taxa, z.B. die Gattungen *Elmis*, *Halipilus*, *Baetis* und *Silo*) vor; sie traten bevorzugt an der Untersuchungsstelle R3 (0,20 m/s) auf, an der das Gewässer aufgrund der starken Grundwasser-Anbindung schnell über kiesige Sohle strömt.

Das Gewässer ist durch die für Flachlandbäche typische starke Dominanz der Crustaceen geprägt. An den Untersuchungsstellen R1, R2 und in den Pflanzenproben der Untersuchungsstelle R3 war *Asellus aquaticus* (maximal 70,6 %), im kiesigen Substrat der Stelle R3 und an der Stelle R4 dagegen *Gammarus pulex* (maximal 69,9 %) die Art mit der höchsten Dominanz. Eine Besonderheit in der sommerwarmen Oberrheinebene stellen die ökologisch anspruchsvollen Quellbacharten dar, nämlich *Gammarus fossarum*, *Arrenurus cylindricus*, *Hygrobates prosiliensis*, *Hygrobates fluvialis*, *Lebertia fimbriata*, *Lebertia sparsicapillata*, *Elmis aenea*,

Tab. 5: Saprobienindex, Saprobitätsstufe und Güteklasse an den Untersuchungsstellen von Riedkanal und Neugraben.

Untersuchungsstellen	Saprobienindex S	Saprobitätsstufe	Güteklasse
R1	2,45 ± 0,06	β-meso- bis æ-mesosaprob	II-III
R2	2,39 ± 0,09	β-meso- bis æ-mesosaprob	II-III
R3	2,24 ± 0,20	β-mesosaprob	II
R4	2,16 ± 0,12	β-mesosaprob	II
N1	3,37 ± 0,08	æ-meso- bis polysaprob	III - IV
N2	2,93 ± 0,21	æ-mesosaprob	III

Sericostoma personatum und *Silo nigricornis*, die im gesamten Längsverlauf nachgewiesen wurden; alle Arten sind – mit Ausnahme von *Arrenurus cylindratus* – zugleich rheotypisch. Die Untersuchungsstelle R3 wies die größte Anzahl von Quellbach- und von rheotypischen Arten auf, was als Folge des starken Grundwasserzuflusses und der damit verbundenen größeren Strömung interpretiert wurde (Tab. 6,7). An

Tab. 6: Rheotypische Arten der Untersuchungsstellen von Riedkanal und Neu-graben.

Art	Untersuchungsstellen					
	R1	R2	R3	R4	N1	N2
Acarina						
<i>Erpobdella octoculata</i>	X	X	X	X		X
<i>Glossiphonia complanata</i>	X	X	X	X		X
<i>Hygrobates fluviatilis</i>			X			
<i>Hygrobates nigromaculatus</i>		X	X	X		
<i>Hygrobates prosiliens</i>	X	X				
<i>Lebertia fimbriata</i>			X			
<i>Lebertia sparsicapillata</i>			X			X
<i>Wettina podagrica</i>		X		X		
Coleoptera						
<i>Elmis aenea</i>		X	X	x		
<i>Elmis maugetii</i>	X	X				
<i>Haliphus laminatus</i>						X
<i>Haliphus lineatocollis</i>			X			
<i>Stictotarsus-12-pustulatus</i>		X	X	X		
Crustacea						
<i>Gammarus fossarum</i>	X	X	X	X		
<i>Gammarus pulex</i>	X	X	X	X		X
<i>Gammarus roeseli</i>	X	X	X	X		
Ephemeroptera						
<i>Baetis vernus</i>			X			
Odonata						
<i>Calopteryx virgo</i>		X	X			
<i>Chalcolestes viridis</i>		X	X			
Trichoptera						
<i>Sericostoma personatum</i>	X	X				
<i>Silo nigricornis</i>			X			
Anzahl: Rheotypische Arten	6	14	18	9	0	5
Gesamtartenzahl	22	34	42	22	6	28
Anteil: Rheotypische Arten [%]	27	41	43	41	0	18

dieser Stelle wurde mit 34 auch die größte Zahl von Taxa im gesamten Gewässer festgestellt. Die quantitative und qualitative Zusammensetzung der tierischen Biozönose wurde folglich nicht durch das Wasser des zufließenden Neugrabens, sondern v. a. durch die Grundwasser-Anbindung beeinflusst.

Die ermittelten Saprobienindices zeigen, daß die organische Belastung im Längsverlauf des Gewässers nicht zu-, sondern geringfügig abnahm, und belegen damit den dominierenden Einfluß des Grundwassers (Tab. 5). Die Belastung der im oberen Bereich des Gewässers gelegenen Untersuchungsstellen R1 und R2 wurde als kritisch (II-III) eingestuft, damit das Gewässer als β - bis α -mesosaprob. An diesen Stellen war *Asellus aquaticus* (Saprobiewert: 2,7) aufgrund seiner hohen Individuenzahlen die wichtigste Indikatorart. Die ermittelten Indices betragen an R1 $2,45 \pm 0,06$ und an R2 $2,39 \pm 0,09$. An den Untersuchungsstellen R3 und R4 war das Gewässer mäßig belastet (Güteklasse II), demnach β -mesosaprob. An diesen Stellen mit Indices von $2,24 \pm 0,2$ (R3) und $2,16 \pm 0,12$ (R4) war die Dominanz von *Gammarus pulex* (Saprobiewert: 2,1) an den meisten Untersuchungstagen größer als diejenige von *Asellus aquaticus*. Die Saprobienindices und ihre Streuungsmaße spiegelten den von den dominanten Taxa indizierten saprobiellen Zustand wieder.

Die generell starke Dominanz der Crustaceen zeigte sich auch in den recht niedrigen Diversitätsindices (0,86 bis 2,65). Das kiesige Substrat der Untersuchungsstelle R3 zeigte relativ hohe Diversitätsindices (2,04 bis 2,65). An dieser Stelle waren die Individuenzahlen gleichmäßiger auf die einzelnen Arten verteilt als an den anderen Probestellen. So betrug die maximale Dominanz eines Taxons an dieser Stelle ledig-

Tab. 7: Quellbacharten der Untersuchungsstellen von Riedkanal und Neugrabens.

Art	Untersuchungsstellen					
	R1	R2	R3	R4	N1	N2
Acarina						
<i>Arrenurus cylindratus</i>	X	X	X	X		X
<i>Hygrobates fluviatilis</i>			X			
<i>Hygrobates prosiliens</i>		X	X			
<i>Lebertia fimbriata</i>			X			
<i>Lebertia sparsicapillata</i>			X			X
Coleoptera						
<i>Elmis aenea</i>		X	X	X		
Crustacea						
<i>Gammarus fossarum</i>	X	X	X	X		
Trichoptera						
<i>Sericostoma personatum</i>	X	X				
<i>Silo nigricornis</i>			X			
Anzahl der Quellbacharten	3	5	8	3	0	2
Gesamtartenzahl	22	34	42	22	6	28
Anteil der Quellbacharten [%]	14	9	19	14	0	4

lich 28,4 %. Die in der Natur vorkommenden Biozöosen erreichen maximal Werte bis 4,5; die meisten Indices liegen jedoch zwischen 1,5 und 3,5 (MÜHLENBERG 1989). Die in dieser Arbeit ermittelten Werte liegen im unteren Bereich des üblichen Spektrums, einige sogar darunter. Die von BRAUKMANN (1987) ermittelten mittleren Diversitätsindices von Tieflandbächen sind geringer als die der Berg- und Gebirgsbäche. Die aufgrund homogener Substrat- und Strömungsbedingungen niedrigeren Taxazahlen sowie die starke Dominanz von *Gammarus pulex* erklären die niedrigen Werte der Tieflandbäche. BRAUKMANN (l.c.) untersuchte weitgehend unbelastete und unverbaute Bäche. Der Riedkanal ist jedoch nicht naturnah; anthropogene Einflüsse zeigen sich im geradlinigen Verlauf, der sich im Querprofil durch eine einheitliche Sohlstruktur äußert, sowie im erhöhten Gehalt an Nitrat.

Noch geringer ist die Diversität am Neugraben, wo unzureichend geklärtes Abwasser die Biozönose prägt. Mit Werten von 1,46 bis 2,06 zeigt die belastete Untersuchungsstelle N2 mit mächtiger Schlammauflage über der Sohle jedoch keine geringeren Werte als die Untersuchungsstelle R4 (1,14 bis 1,96), die ein schlammig-sandiges Substrat aufweist, aber mit Ausnahme der hohen Nitratkonzentrationen nur gering belastet ist. BRAUKMANN (1987) ermittelte in Tieflandbächen Diversitätswerte unter 1, wobei es sich nicht um Gewässer handelte, die durch Abwasserbelastungen oder Ausbaumaßnahmen anthropogen beeinflusst waren. Umgekehrt traten außerordentlich hohe Dominanzen einzelner Arten auch in recht ungestörten Gewässerläufen auf. Folglich kann der Diversitätsindex lediglich als ein Maß für die Verteilung der Individuen einer Biozönose auf die in ihr vorhandenen Arten betrachtet werden. Ein direkter Vergleich mit den von BRAUKMANN (l.c.) ermittelten Werten war nicht möglich, da dieser zur Berechnung den Logarithmus zur Basis 2 verwendete, während in die Berechnungen der vorliegenden Arbeit der natürliche Logarithmus einging. Zur ökologischen Bewertung von Fließgewässern schlägt BRAUKMANN (1992) eine Kombination von Diversitätsindex und Saprobienindex vor, den sogenannten „Biotischen Index“. Hohe Taxadiversitäten und niedrige Saprobienindices ergeben hohe Werte des biotischen Index. Der Natürlichkeitszustand wird somit auf der Basis der biozöozischen Vielfalt bei hinreichender Berücksichtigung des saprobiellen Zustands bewertet.

c) Ergebnisse der vegetationskundlichen Untersuchungen

Die Bestandsaufnahme der Vegetation ergab im Längsverlauf einen geringfügigen Anstieg des Trophiegrades von (oligotroph-) mesotroph bis mesotroph (-eutroph) (Abb. 2). Kennarten der oligotrophen Stufe wie *Potamogeton coloratus* und *Juncus subnodulosus* fo. *submersus* und der eutroph-hypertrophen Stufe wie z.B. *Urtica dioica* und *Polygonum hydropiper* wurden nicht nachgewiesen. Der mäßig bis stark beschattete, im Merdinger Wald verlaufende 1. Abschnitt wird als (oligotroph-) mesotroph bis mesotroph eingestuft (Tab. 8). Er wies im Untersuchungsjahr einen geringen Deckungsgrad (1 bis 20 %) der Vegetation auf, mit *Sium erectum* und *Phalaris arundinacea* als häufigsten Arten. Der 2. Abschnitt des Gewässers mit einem mittleren Beschattungsgrad wurde als mesotroph klassifiziert. Zusätzlich zu den beiden erstgenannten Arten traten in Beständen mit einem Deckungsgrad > 5 % *Callitriche platycarpa/stagnalis* und *Nasturtium officinale* auf. Der geringfügig stärker eutrophierte, unbeschattete bis stark beschattete 3. Abschnitt des Gewässers, der unterhalb des Neugrabenzuflusses und im Bereich größeren Grundwasserzustroms gelegen ist, zeigte die größte Artenvielfalt. Charakteristisch waren außer *Lemna trisulca* die Arten *Lemna cf. minuscula*, *Callitriche obtusangula*, *Veronica anagallis-aqua-*

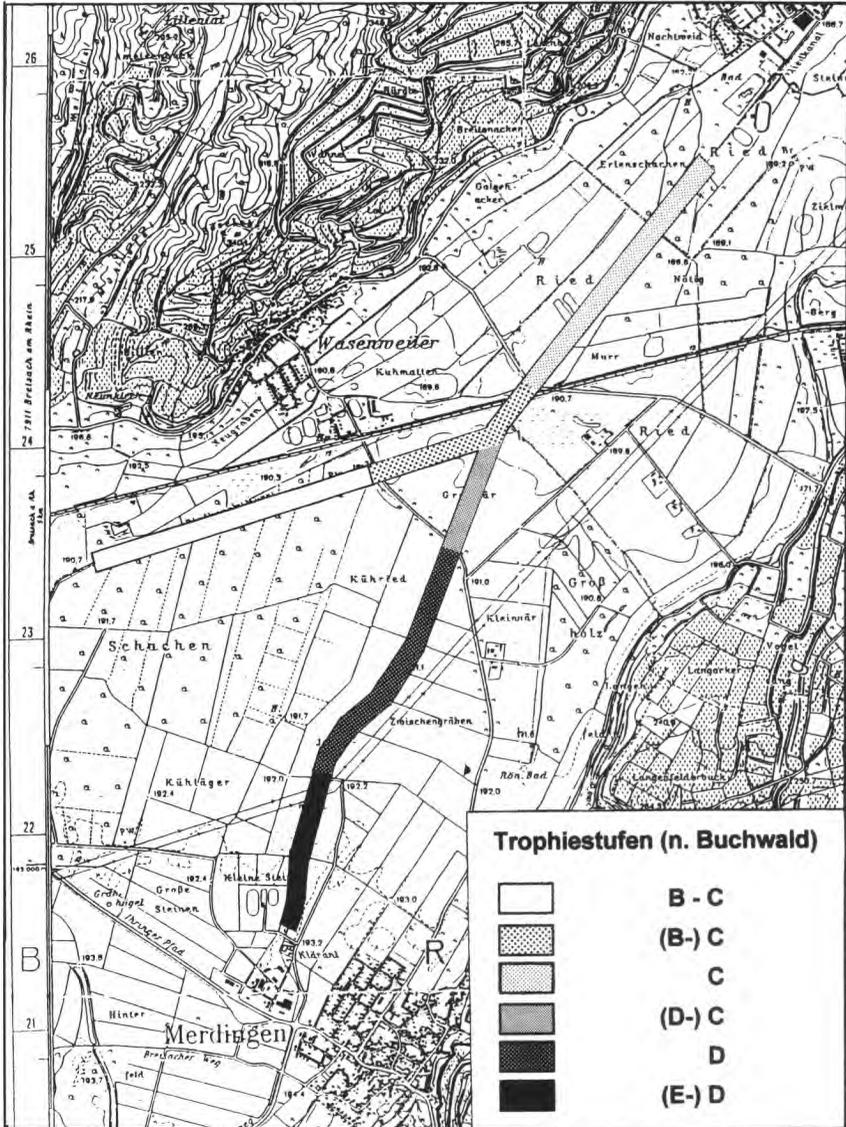


Abb. 2: Gewässerabschnitte unterschiedlicher Vegetationstypen und Trophiestufen an Riedkanal und Neugraben.

tica, *Nasturtium officinale* und *Myosotis palustris* agg. Das Vorkommen grundwasserzeigender Makrophyten auf der gesamten Fließwasserstrecke ist heute eine Seltenheit in der badischen Oberrheinebene und belegt, daß nicht nur im eigentlichen Quellbereich des Riedkanals, sondern auch in seinem weiteren Verlauf Grundwasser austritt und abgeführt wird. So wurde die Art *Sium erectum* in allen untersuchten Abschnitten nachgewiesen, und vom 2. Abschnitt an kam *Nasturtium officinale* als (co-)dominante Art vor (Abb. 3).



Abb. 3: Untersuchungsstelle R3 mit dichtem Bestand von *Nasturtium officinale*, dazu (u.a.) *Filipendula ulmaria*, *Phragmites australis*, *Stium erectum*.

5.2 Neugraben

a) Ergebnisse der physikalisch-chemischen Untersuchungen

Der Neugraben wies unterhalb der kommunalen Kläranlage Merdingen mit maximal 38,8 l/s einen recht geringen Abfluß auf. Im Längsverlauf nahm die Wasserführung durch Versickerung stark ab. Am 25. 8. 1993 führte der Graben an der Stelle N1 überhaupt kein Wasser mehr. Die Wassertemperaturen waren mit durchschnittlich 18,6 °C (N1) und 16,2 °C (N2) recht hoch (Tab. 2).

Der Index der Sauerstoffsättigung betrug 12–50 % an der Stelle N1 und 30–62 % an der Stelle N2. Die Mittel lagen bei 29 % (N1) und 48 % (N2), wobei die Werte im Längsverlauf des Gewässers zunahmen (Tab. 3). Die an N1 in großer Anzahl sichtbaren Belebtschlammflocken und die geringen Sauerstoffwerte belegen, daß die Abwasserreinigung in der Kläranlage nur unvollständig durchgeführt wurde/wird.

Die Kläranlage leitet dem Graben eine Mischung aus Quellwasser, Regenwasser und „geklärtem“ Abwasser zu. Der Trockenwetterabfluß im Neugraben besteht vorwiegend aus Abwasser der Kläranlage, während nach Niederschlägen zusätzlich Regenwasser über die Trennkanalesation zugeführt wird. Direkt oberhalb der Kläranlage war nur an wenigen Untersuchungstagen eine Wasserführung sichtbar.

Die im oberen Bereich des Gewässers von der Kläranlage bis etwa zur Untersuchungsstelle N1 sichtbare Belastung wurde weiterhin durch die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen bestätigt. Die Konzentrationen von Ammonium, Nitrit, Nitrat und o-Phosphat lagen bei N1 durchweg in beträchtlicher Höhe, nahmen jedoch mit wenigen Ausnahmen im Längsprofil ab: Während an N1 Werte von 0,29 bis 5,94 mg/l Ammonium-N (Mittelwert 1,26 mg/l; Standardabw. 1,74 mg/l) gemessen wurden, betrug die entsprechenden Werte an N2 0,05–1,40 mg/l

(Mittelwert 0,41 mg/l; Standardabw. 0,48 mg/l). Neben Ammonium weist auch die Anwesenheit von Nitrit, einem Zwischenprodukt im Stickstoffkreislauf, auf Eutrophierung hin; hier wurde an N1 ein Mittelwert von 0,32 mg/l (Amplitude: 0,10–0,50 mg/l) und an N2 ein Mittelwert von 0,13 mg/l (Amplitude: 0,01–0,30 mg/l) bestimmt.

Die Nitrat-N-Konzentrationen lagen an der Stelle N1 an 7 von 10 Untersuchungstagen bei 23,9–34,7 mg/l, an den restlichen Tagen darunter bei einem Minimum von 1,9 mg/l (Mittelwert 22,3 mg/l); für die Stelle N2 beträgt der Mittelwert 8,1 mg/l bei Gesamtwerten zwischen 2,0 und 16,1 mg/l (Tab. 4). Auffällig waren die Extremwerte: so trat am 22.9.1993 das Minimum der Nitrat-Konzentration zusammen mit dem Sauerstoff- und Nitrit-Minimum sowie dem Ammonium-Maximum auf; zu dieser Zeit war die Kläranlage – wahrscheinlich wegen der zu diesem Zeitpunkt im Gebiet laufenden Weinkelterei – massiv überlastet. Das in Gewässern häufig als Minimumfaktor für das Pflanzenwachstum auftretende o-Phosphat wurde sowohl an N1 (1,29–3,03 mg/l) als auch an N2 (0,74–2,51 mg/l) in beträchtlichen Mengen nachgewiesen.

Die Abnahme der genannten belastungsrelevanten Parameter und die Zunahme des Sauerstoffgehalts im Längsverlauf können als Bilanz verschiedener Prozesse verstanden werden. Ein verringerter Abbau organischer Substanzen und die Aufnahme der Nährstoffe durch Makrophyten, die Ausfällung von Salzen sowie Adsorption der Ionen an Schwebstoffe und anschließende Sedimentation erklären das vorliegende Ergebnis. Außerdem muß ein – wenn auch minimaler – Austausch mit dem anstehenden Grundwasser in Betracht gezogen werden, der durch das Vorkommen von *Nasturtium officinale* und – eingeschränkt – von *Callitriche platycarpa* angezeigt wird. Die Verdünnung der eutrophierenden Substanzen durch Grundwasser-Anbindung wird jedoch als geringfügig betrachtet, da der Abfluß des Gewässers im gesamten Längsverlauf abnahm. Eine wesentliche Rolle dürfte darüberhinaus der N-Verlust durch Reduktion des gelösten Nitrats in Form von gasförmigem Stickstoff spielen.

b) Ergebnisse der faunistischen Untersuchungen

Wie es zu erwarten war, schließt die organische Belastung und der hohe Eutrophierungsgrad des Neugrabens das Vorkommen einer vielfältigen pflanzlichen und tierischen Besiedlung aus. Es wurden insgesamt 41 Taxa nachgewiesen, von denen 27 bis zur Art bestimmt wurden. Das dem Riedkanal zufließende Gewässer zeichnet sich durch extrem stark dominierende Taxa, geringe Diversitätsindices (0,22 bis 2,06) und hohe Saprobitätsindices (2,93 und 3,37) aus (Tab. 5). So war die etwa 620 m unterhalb der Kläranlage Merdingen gelegene Untersuchungsstelle N1 durch eine extrem verarmte Biozönose charakterisiert: hohe Individuenzahlen bis 65549 Ind./m² und niedere Taxazahlen von lediglich drei bis fünf, mit den dominierenden Arten *Chironomus thummi* und *Tubifex tubifex*, belegen die starke Belastung. So betrug die maximale Dominanz von *Tubifex tubifex* 94,9 %!

Die 2000 m unterhalb von N1 gelegene Untersuchungsstelle N2 wies mit 7 bis 27 Taxa Verhältnisse auf, die in einer dem Riedkanal ähnlichen Größenordnung liegen. Der Saprobienindex von 2,93 entspricht der Gewässergüte III und beruht auf der Dominanz von *Lumbriculus variegatus* und *Chironomus thummi*. Aufgrund der Selbstreinigung, Sedimentation, Versickerung und Verdünnung durch Grundwasserzufluß war jedoch kein negativer Einfluß auf die Güteklasse des Riedkanals an der Untersuchungsstelle R3 feststellbar.

c) Ergebnisse der vegetationskundlichen Untersuchungen

Der Neugraben konnte in drei Vegetationszonen eingeteilt werden, die im Längsverlauf eine Abnahme der Trophiestufe von (eutroph-hypertroph -) eutroph bis zu (mesotroph -) eutroph anzeigen, also von (E-)D bis zu (C-)D (Tab. 8, Abb. 2). Der 1. Abschnitt mit der Untersuchungsstelle N1 zeichnet sich, mit Ausnahme von *Lemna minor*, durch das Fehlen von Hydrophyten aus; einzig vorkommende emerse Arten waren *Urtica dioica*, *Ranunculus repens* und *Polygonum hydropiper*, die im eutrophen und eutroph-hypertrophen Bereich ihr Hauptvorkommen haben, sowie *Phalaris arundinacea*. Im mittleren, bis zur Straßenbrücke verlaufenden eutrophen Abschnitt des Gewässers kamen die eutraphente Art *Glyceria maxima*, welche den Bereich D indiziert, sowie die auch im mesotrophen Bereich vorkommenden Arten *Carex acutiformis* und *Phragmites australis* hinzu. Im unteren Abschnitt des Neugrabens mit der Untersuchungsstelle N2 kam *Phalaris arundinacea* mit Deckungsgraden > 50 % vor. Außerdem wurden in geringer Menge *Urtica dioica*, *Carex acutiformis*, *Solanum dulcamara*, *Nasturtium officinale* und *Rumex hydrolapathum* nachgewiesen. Der Abschnitt wurde als eutroph mit Tendenz zum mesotrophen Bereich eingestuft.

6. Diskussion

a) Charakterisierung des Riedkanals nach BRAUKMANN

Die Höhenlage (knapp 200 m ü. NN) und das Gefälle (weniger als 0,1 %) kennzeichnen den Riedkanal als Flachlandbach, der aufgrund der Parameter Leitfähigkeit, pH-Wert und Gesamthärte als Carbonatbach einzustufen ist. Die Sauerstoffsättigung aller untersuchten Stellen war mit Durchschnittswerten von 32 bis 64 % wesentlich geringer als die Werte, die BRAUKMANN (1987) an Flachlandbächen mit einem Gebietsmittel von 100 bis 120 % bestimmte. Im Gegensatz dazu wurde am Riedkanal zu keinem Zeitpunkt, auch nicht bei den Tagesgangmessungen, eine Sauerstoff-Übersättigung festgestellt.

Die wichtigsten Taxa des Makrozoobenthos, mit Ausnahme der Gruppen Acarina, Gastropoda und Oligochaeta sowie der benthischen Heteroptera, teilte BRAUKMANN (l.c.) nach ihrem Verbreitungsschwerpunkt folgenden Gruppen zu: den (1) typischen Gebirgsbachformen, (2) Gebirgs- und Bergbachformen, (3) Flachlandbachformen und (4) den weitverbreiteten Formen. Die im Riedkanal dominierenden Arten *Asellus aquaticus*, *Gammarus pulex*, *Gammarus roeseli*, *Polycelis nigra*, *Polycelis tenuis*, *Dendrocoelum lacteum* und *Sialis lutaria* sind typische Arten der Flachlandbäche. Bei den 8 vorgefundenen Arten der Gastropoda und den 5 Gattungen der Heteroptera handelte es sich nach BRAUKMANN (l.c.) um typische Bewohner von Flachlandbächen und stehenden Gewässern. Somit zeigt die Biozönose des Riedkanals größte Übereinstimmung mit dem Typus des Flachlandbaches. *Gammarus fossarum* und *Elmis aenea*, die 2 einzigen nachgewiesenen Charakterarten der Gebirgs- und Bergbäche, besiedeln den Riedkanal aufgrund seiner durch starken Grundwasserzustrom bedingten Kaltstenothermie. Berücksichtigt man die von BRAUKMANN (l.c.) nicht näher bestimmten Acarina, so sind weitere kaltstenotherme Arten im Riedkanal beheimatet und traten z.T. dominant auf: *Arrenurus cylindratus*, *Hygrobatas prosiliens*, *Lebertia fimbriata* und *Lebertia sparsicapillata*. Weiterhin zählen zu den von BRAUKMANN (l.c.) nicht beschriebenen Arten die kaltstenothermen Trichopteren *Silo nigricornis* und *Sericostoma personatum*.

Tab. 8: Vegetationstabelle für die 7 Probestellen im Neugraben (VN1–VN7) und die 11 Probestellen im Riedkanal (VR1–VR 11).

Profiläche der Vegetation Lage der limnologischen Untersuchungsetelle	VN1	VN2	VN3	VN4	VN5	VN6	VN7	VR1	VR2	VR3	VR4	VR5	VR6	VR7	VR8	VR9	VR10	VR11	N-Zahl
	N1			N2				R1			R2		R3			R4			
Deckung Emersvegetation [%]	2	1	70	40	20	70	80	0	1	15	1	15	35	80	40	50	5	25	
Deckung Hydrophytenvegetation [%]	1	1	1	1	0	15	0	1	1	5	1	3	45	50	15	75	35	100	
Beschüttung (0-3)	0	0	0	0	0	0	1	0	3	2	2	3	2	1	0	1	2	2	1
Strömung (0-3)	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5	0	0	1	0,5	1	1	1	1	0,5	
Emersvegetation																			
<i>Ranunculus repens</i>	1	1	2a	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x
<i>Urtica dioica</i>	+	1	1	+	+	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
<i>Phaleris sundinacea</i>	+	.	2a	2a	2m	4	5	.	1	2a	1	1	2b	2a	2a	2m	.	1	7
<i>Polygonum hydropiper</i>	1	.	2a	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
<i>Carex acutiformis</i>	.	.	+	2a	1	1	.	.	1	.	.	.	1	+	1	.	.	.	5
<i>Glyceria maxima</i>	.	.	3	2b	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9
<i>Phragmites australis</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	5
<i>Solanum dulcamara</i>	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
<i>Nasturtium officinale</i>	GW	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	2a	2a	3	2a	3	2m	2b	7
<i>Rumex hydrolapathum</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
<i>Myosotis palustris</i> egg.	(GW)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	2m	1	1	5
<i>Stium arifictum</i>	GW	.	.	.	.	.	.	.	+	2m	1	1	.	1	2m	1	1	.	6
<i>Iris pseudacorus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	1	+	.	.	1	7
<i>Petasites hybridus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	8
<i>Filipendula ulmaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	4
<i>Mentha aquatica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	+	4
<i>Veronica enegalis-aquatica</i>	GW	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	1	1	1	1	8
<i>Carex paniculata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	4
<i>Scrophularia umbrosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	8
<i>Impatiens glandulifera</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	7
Hydrophytenvegetation																			
<i>Lemna minor</i>	1	2m	2m	2m	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	2e	.	.	.	.	x
<i>Callitriche stagnalis</i>	(GW)	.	.	.	.	2a	.	.	.	2m	.	.	.	3	.	.	.	.	7
<i>Stium arifictum</i> fo. submersum	GW	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	2m	.	1	+	.	.	.	-
<i>Nasturtium offic.</i> fo. subm.	GW	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	2a	.	2a	1	2b	-
<i>Lemna cf. minuscula</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	2m	2b	2m	3	-
<i>Callitriche obtusangula</i>	GW	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2b	2a	3	2b	4	8
<i>Lemna trisulca</i>	(GW)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	2b	2b	2a	2b	5
<i>Myosotis palustris</i> fo. submersa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	1	.	.	-
Vegetationstyp	(E-)D	(E-)D	D	D	D	D(-C)	D(-C)	B-C	B-C	B-C	B-C	(B-)C	(B-)C	C	C	C	C	C	

Artnüchrigkeiten nach Braun-Blanquet (1964):

- +: 1-5 Ex.
- 1: 6-50 Ex.
- 2+: > 50 Ex. < 5% Deck.
- 2a: > 50 Ex. 5-15% Deck.
- 2b: > 50 Ex. > 15-25% Deck.
- 3: > 50 Ex. > 25-50% Deck.
- 4: > 50 Ex. > 50-75% Deck.
- 5: > 50 Ex. > 75% Deck.

Stickstoffzahlen nach Ellenberg et al. (1991):

- 1: stickstoffärmste Standorte anzeigend
- 3: auf stickstoffarmen Standorten häufiger als auf mittelmäßigen bis reichen
- 5: mäßig stickstoffreiche Standorte anzeigend, an armen und reichen seltener
- 7: an stickstoffreichen Standorten häufiger als an armen bis mittelmäßigen
- 9: an übermäßig stickstoffreichen Standorten konzentriert (Viehgrünpflanzen, Verschmutzungszeiger)
- 2: zwischen 1 und 3 stehend
- 4: zwischen 3 und 5 stehend
- 6: zwischen 5 und 7 stehend
- 8: ausgesprochene Stickstoffzeiger
- +: indifferent
- : keine Angaben

GW = Grundwasserzeiger

(GW) = eingeschränkte Grundwasserzeiger (auch in Oberflächengewässern)

In einer limnologischen Studie zeigen TIMM & OHLENHORST (1994) deutlich, daß der Grundwassereinfluß eine größere Rolle bei der Ausbildung von Flachlandbach-Biozönosen spielen kann als die geochemischen Bedingungen. Sie ermittelten an einem grundwassergeprägten Bach des Westmünsterlandes eine größere Übereinstimmung des Makrozoobenthos mit dem der Silikatbäche der Lüneburger Heide (9 Taxa) als mit demjenigen nähergelegener Carbonatbäche (5 Taxa). Sie betonen die Bedeutung des Grundwassereinflusses als weiteren wichtigen, die Biozönosen von Fließgewässern prägenden Faktor, da viele Bäche der Lüneburger Heide sommerkalt und grundwassergeprägt sind; die mit dem westmünsterländischen Grundwasserbach gemeinsamen charakteristischen Arten sind entweder „Quellbacharten“, wie *Dugesia gonocephala*, *Silo* spp. und *Sericostoma personatum*, oder in stärkerer Strömung lebende Arten, wie *Ancylus fluviatilis*, *Isoperla grammatica*, *Limnius volckmari* und *Rhyacophila nubila*. So schlägt TIMM (1994) vor, Flachlandbäche nicht nur aufgrund ihrer Substratverhältnisse, sondern auf einer zweiten Ebene bezüglich ihrer Talmorphologie und Hydrologie zu typisieren. Damit wird der „grundwassergeprägte Bach“ als eigener Typ den sommerwarmen und den sommertrockenen Niederungsbächen gegenübergestellt. Ein Vergleich der Taxaliste des Riedkanals mit den von BRAUKMANN (l.c.) erstellten Listen der „häufigsten und charakteristischsten Makrovertebraten“ der Silikat-Flachlandbäche der Lüneburger Heide und der Carbonat-Flachlandbäche der Münsterländer Bucht ergab, daß der Riedkanal 4 von 14 ausschließlich in den Carbonatbächen nachgewiesene Arten und 2 von 19 ausschließlich in den Silikatbächen vorgefundene Arten aufwies. Die Biozönose des Riedkanals zeigte folglich mit keinem der beiden geochemisch verschiedenen Gewässertypen Norddeutschlands große Übereinstimmungen. Die mit den Bächen der Münsterländer Bucht gemeinsamen Arten *Anisus vortex*, *Bithynia tentaculata* und *Lymnaea peregra* weisen auf die geochemische Gemeinsamkeit der beiden Carbonatgewässer hin. Die kaltstenothermen Taxa *Sericostoma personatum* und *Silo* spp., die auch vom oben erwähnten Grundwasserbach des Westmünsterlandes nachgewiesen sind, stellen die mit den Silikatbächen der Lüneburger Heide übereinstimmenden Taxa des Riedkanals dar. Dessen Untersuchung – in einer geographisch vom Münsterland weit entfernten, sommerwarmen Region – bestätigt die Notwendigkeit, den Grundwassereinfluß als zusätzlichen Faktor bei einer Typisierung von Flachlandbächen zu berücksichtigen.

b) Der Riedkanal – ein typischer Grundwasserbach ?

Verschiedene Autoren folgern aus Untersuchungen an zahlreichen Bächen des Tieflandes, daß der „Grundwasserbach“ als eigenständiger Typus der Flachlandbäche angesehen werden müsse (CARBIENER & ORTSCHKEIT 1987, TIMM 1994, TIMM & OHLENHORST 1994). Zusammenfassend werden im folgenden die Ergebnisse der hier vorgestellten Untersuchungen im Hinblick auf die Eigenschaften von Grundwasserbächen diskutiert.

TIMM et al. (1993, 1994) beschreiben den „grundwassergeprägten Bach“ aufgrund von Untersuchungen im norddeutschen Tiefland als eigenen Typ innerhalb der Flachlandbäche. „Grundwassergeprägte Bäche“ zeigen besondere Milieufaktoren: so ist die Amplitude ihrer Jahrestemperaturen sehr gering, und der Grundwasserzustrom gewährleistet einen hohen Basisabfluß und gute Strömungsbedingungen an der Bachsohle. Ferner vermindert das Grundwasser durch seinen

Verdünnungseffekt die meist durch oberflächliche Einträge erhöhten Konzentrationen an N- und P-Verbindungen und damit den Trophiegrad. Diese abiotischen Faktoren wirken sich auf die Ausbildung der tierischen und pflanzlichen Biozönose aus: grundwassergeprägte Flachlandbäche weisen über weite Fließstrecken Pflanzen- und Tierarten auf, die im Tiefland normalerweise auf Quellen und Quellbäche begrenzt sind (BUCHWALD 1994, TIMM 1994, TIMM & OHLENFORST 1994, BUCHWALD 1995).

Aufgrund chemischer und vegetationskundlicher Untersuchungen in der elsässischen Oberrheinebene beschreiben CARBIENER et al. (1987, 1990) den Typ „Grundwasserbach“, der in den perialpinen Schwemmfächern und ihrem Vorland sowie in den großen inneralpinen Trogtälern zu finden ist. Dieser Gewässertyp kommt, wie TIMM et al. (1993, 1994) belegen, ebenso im nördlichen Mitteleuropa in den Schwemmsandgebieten der Würm-Inlandeisfront vor. Grundwasserbäche der perialpinen glazialen Schotterfluren zeichnen sich durch ein ausgeglichenes hydrologisches Regime und konstante physikalisch-chemische Parameter aus. Sie sind hart, i.d.R. Phosphat- und Ammonium-oligotroph und weisen eine geringe Sauerstoffsättigung auf (CARBIENER & ORTSCHKEIT 1987). Der Riedkanal, im Gebiet des ehemaligen Ostrheins gelegen, wird im untersuchten Abschnitt überwiegend vom Grundwasserkörper des glazialen Kiesreservoirs gespeist. Die physikalisch-chemischen Untersuchungen zeigten, daß der Riedkanal in einen oberen – zumindest an den untersuchten Stellen – gering wasserführenden Abschnitt und in einen unteren, stärker wasserführenden Abschnitt einzuteilen ist. Die mittleren Strömungsgeschwindigkeiten waren mit maximal 0,20 m/s an allen Stellen recht gering. Die Ablagerungen aus feinem Detritus an drei der vier untersuchten Stellen weisen darauf hin, daß die Strömung auch im Bereich der Stromsohle nur gering bis mäßig ausgeprägt ist. Der Riedkanal weist einen für das Untersuchungsgebiet untypischen Sauerstoff- und Temperaturhaushalt auf: die Kaltstenothermie und das an allen Untersuchungstagen – die Tagesgangmessungen eingeschlossen – festgestellte Sauerstoff-Defizit sind so deutlich ausgebildet, daß das Gewässer als einer der noch besterhaltenen Grundwasserbäche der südbadischen Oberrheinebene außerhalb der Aue gelten kann.

Im Grad der anthropogenen Beeinflussung unterscheidet sich der Riedkanal von den meisten bisher untersuchten Grundwasserbächen. So fielen die im gesamten Längsverlauf ermittelten hohen Nitrat-N-Konzentrationen von 7,2 bis 12,1 mg/l auf. Sie treten als Folge der im Gebiet bereits in den Grundwasserkörper vorgedrungenen Belastung auf, wie die nahe dem Riedkanal durchgeführte Trinkwasseruntersuchung des Grundwassers mit einem Nitrat-N-Gehalt von 8,01 mg/l deutlich gezeigt hat. BERNHARD (1985) gibt auch für einige Grundwasserbäche im Elsaß hohe Nitratkonzentrationen an: im westlichen und mittleren Teil des „Großen Mittel-elsässischen Rieds“ zwischen Colmar und Straßburg wurden – hauptsächlich als Folge der Intensivierung der Landwirtschaft – Werte bis über 10 mg/l Nitrat-N ermittelt, doch ist im Elsaß die Eutrophierung des Grundwassers noch nicht so weit fortgeschritten wie auf der badischen Seite. Die noch großflächig vorhandene naturnahe Vegetation (Feuchtwiesen und Auwälder) und die mächtigen Auelehmböden haben ein starkes Rückhaltevermögen und bewirken u.a. eine starke Denitrifizierung. Die badische Oberrheinebene ist ein seit Jahrzehnten landwirtschaftlich intensiv genutztes Gebiet; Gewässerausbau und großflächige Entwässerungen begannen bereits in den 20er Jahren (SCHWEISSGUT 1930, GERKEN & WINSKI 1983). Heute prägen Acker-, vor allem Maisflächen das Landschaftsbild; nach MOHR (1992) waren zu Beginn der 90er Jahre von den rund 50.000 ha Ackerland der südbadischen

Oberrhenebene etwa 1.800 ha allein mit Körnermais bepflanzt, wobei der zunehmende Anbau von Saatmais nicht berücksichtigt ist.

Inwieweit die pflanzliche und tierische Besiedlung des Riedkanals mit derjenigen eines anthropogen wenig beeinflussten Grundwasserbaches übereinstimmt, zeigt ein Vergleich mit den Ergebnissen von HAISS (1995), die im gleichen Untersuchungszeitraum einen Grundwasserbach (Lutter) im westlichen Teil des „Zentralen Elsässischen Rieds“ untersuchte (vgl. auch den folgenden Artikel). Die Lutter zeigt bereits im Bereich der Quelle eine gute Wasserführung. Das Gewässer ist auf der ganzen Länge von Ufergehölzen beschattet und fließt mäandrierend in seinem natürlichen Bett. Die Konzentrationen von Nitrat, Nitrit, Ammonium und Phosphat lagen im gesamten Untersuchungszeitraum im Bereich derjenigen natürlicher Gewässer. Insgesamt waren den beiden Gewässern 10 Arten von Makrophyten gemeinsam. Beide Gewässer wurden im gesamten Längsverlauf von grundwasserzeigenden Arten besiedelt. Von diesen kamen folgende Arten in beiden Gewässern vor: *Sium erectum*, *Callitriche obtusangula*, *Nasturtium officinale* und *Lemna trisulca*. In der Lutter konnten noch vereinzelt die Phosphat- und Ammonium-oligotraphenten Arten *Potamogeton coloratus* und *Juncus subnodulosus* nachgewiesen werden, während erstere in ganz Baden-Württemberg als verschollen gilt. Von 66 im Riedkanal nachgewiesenen Arten des Makrozoobenthos kamen 33 auch in der Lutter vor. Insgesamt wurden in der Lutter 64 Arten vorgefunden. In beiden Bächen waren die im Verhältnis artenreichsten taxonomischen Gruppen die der Coleopteren, Dipteren und Gastropoden. In der Lutter zählten mit 10 Arten auch die Trichopteren dazu, die im Riedkanal mit nur 5 Arten vertreten waren. Umgekehrt zeigte der Riedkanal mit 21 Arten weit mehr Vertreter der Coleoptera als die Lutter mit zehn Arten. Im Riedkanal und in der Lutter bestimmte, wie es charakteristisch für Flachlandbäche ist, die Gruppe der Crustaceen hinsichtlich der Individuendichten das Besiedlungsbild. Beiden Bächen war das Vorkommen der Quellbacharten *Arrenurus cylindricus*, *Hygrobates prosiliensis*, *Hygrobates fluviatilis*, *Elmis aenea*, *Gammarus fossarum*, *Sericostoma personatum* und *Silo nigricornis* gemeinsam. Die kaltstenothermen Arten traten in beiden Gewässern nicht nur im Quellbach auf, der den bis zu 200 m langen obersten Abschnitt eines Fließgewässers darstellt, sondern wurden im gesamten untersuchten Längsverlauf nachgewiesen. Eine weitere Gemeinsamkeit zeigten die Bäche im Vorkommen rheophiler und rheobionter Arten; folgende Vertreter wurden in beiden Gewässern vorgefunden: *Glossiphonia complanata*, *Hygrobates fluviatilis*, *Hygrobates nigromaculatus*, *Hygrobates prosiliensis*, *Lebertia fimbriata*, *Elmis aenea*, *Elmis maugetii*, *Gammarus fossarum*, *Gammarus roeseli*, *Gammarus pulex*, *Wettina podagrica*, *Baetis vernus*, *Calopteryx virgo* und *Silo nigricornis*. Insgesamt wurden in der Lutter 34 und im Riedkanal 21 rheotypische Arten nachgewiesen. Die Lutter zeigte an den unteren Stellen mit 0,24 und 0,25 m/s höhere durchschnittliche Fließgeschwindigkeiten als der Riedkanal, wo selbst im unteren, stark wasserführenden Abschnitt Werte von lediglich 0,10 und 0,20 m/s ermittelt wurden. Die in der Lutter größere Anzahl an stenöken Vertretern des Rhithrals wie *Odontocerum albicorne*, *Rhyacophila pubescens*, *Plectrocnemia* sp. und *Dugesia gonocephala* ist nicht auf einen einzelnen Faktor zurückzuführen; doch zählen die besseren Strömungsverhältnisse und die große Naturnähe der Lutter sicherlich zu den wichtigsten Einflußgrößen. Sie wirken auf mehrere Faktoren des Ökosystems wie die Substratverhältnisse und das Vorkommen der Makrophyten ein.

Die Untersuchungen zeigen, daß der Riedkanal trotz seiner starken anthropogenen Beeinflussung als grundwassergeprägter Flachlandbach einzustufen ist, wenn auch die im Oberlauf untersuchten Stellen eine nur geringe und nicht konstante

Wasserführung zeigten; für diese Zuordnung sprechen der Temperatur- und Sauerstoff-Haushalt, v. a. aber die Besiedlung durch Quellbach- und rheotypische Arten des Makrozoobenthos sowie durch Bestände grundwasserzeugender Wasserpflanzen.

c) Saprobität von Tiefland- und Grundwasserbächen

Das zu Beginn dieses Jahrhunderts konzipierte, vielfach diskutierte und erweiterte Saprobien-system (CASPER & CARBE 1966, MARVAN, ROTHSCHEIN & ZELINKA 1980, GUHL 1986, BRAUKMANN 1987, FRIEDRICH 1990) basiert auf der Veränderung der tierischen Besiedlung infolge von Abwasserbelastungen entlang der Selbstreinigungsstrecke eines Gewässers. Der Riedkanal wurde aufgrund von Untersuchungen des Makrozoobenthos nach dem DEV DIN 38410 an den Untersuchungsstellen R1 und R2 des Oberlaufes mit Saprobienindices von 2,45 +/- 0,06 und 2,39 +/- 0,09 als kritisch belastet (Güteklasse II–III), die Untersuchungsstellen R3 und R4 mit Indices von 2,24 +/- 0,20 und 2,16 +/- 0,12 dagegen als mäßig belastet (Güteklasse II) eingestuft. BRAUKMANN (1987) wies nach, daß mit Zunahme der lenitischen Bereiche eines Fließgewässers die Anzahl saprobiell höher eingestufte Arten steigt. In Flachlandbächen überwiegt jedoch natürlicherweise die Anzahl lenitischer Arten. So übersteigt selbst in unbelasteten Flachlandbächen die Zahl der β -mesosaprobe Organismen die aller übrigen Indikatorgruppen; oligosaprobe Arten findet man zwar auch in Flachlandbächen, jedoch in viel geringerer Anzahl als in Gebirgs- oder Bergbächen. Die festgestellte Zunahme der Saprobität von den Gebirgs- bis zu den Flachlandbächen korreliert mit der Abnahme der Korngröße und der Fließgeschwindigkeit. Allein aufgrund der physiographischen Gegebenheiten errechnen sich somit für unbelastete Bäche des Gebirges, Mittelgebirges oder Flachlandes unterschiedliche Saprobienindices. Aus diesem Grunde gibt BRAUKMANN (l. c.) für Bäche verschiedener Höhenstufen einen saprobiellen „Grundzustand“ an. Darunter ist der „strukturbedingte, bachtypenspezifische Mittelwert der Saprobitätsindices aller Einzelproben aus unbelasteten Bächen eines Typs“ zu verstehen. Der Grundzustand beträgt für Gebirgsbäche 0,7 +/- 0,2, für Bergbäche 1,0 +/- 0,3 und für Flachlandbäche 1,7 +/- 0,3. Bewertet man als Belastung lediglich den Grad der Abweichung vom Grundzustand, so müßte die Belastung von Flachlandbächen, wie bspw. des Riedkanals, geringer eingestuft werden. Dieser ist jedoch selbst bei Berücksichtigung des Grundzustandes im gesamten Verlauf nicht als unbelastet zu bezeichnen.

Der Grad einer organischen Belastung, der mit Hilfe des Saprobien-systems beschrieben wird, wirkt sich auf die Organismen hauptsächlich über die Verringerung des Sauerstoffgehaltes durch den oxidativen Abbau organischer Substanzen aus. BRAUKMANN (1987) folgert aus seinen Untersuchungen an Bächen der verschiedenen Höhenstufen, daß Flachlandbäche aufgrund ihrer physiographischen Gegebenheiten bezüglich ihrer Saprobie überbewertet werden. Dabei wiesen die von ihm untersuchten Flachlandbäche mit wenigen Ausnahmen Mittelwerte der Sauerstoffsättigung von 100 bis 120 % auf. Grundwasserbäche zeigen von Natur aus Sauerstoff-Defizite; daher ist anzunehmen, daß sie aufgrund der natürlicherweise geringen Sauerstoff-Konzentrationen eine zu schlechte Einstufung durch das Saprobien-system erfahren, d.h. numerisch einer zu hohen Güteklasse zugeordnet werden. So erwies sich die Saprobienindices der Lutter, einem anthropogen kaum beeinflussten Grundwasserbach der elsässischen Oberrheinebene (s. oben), als unerwartet hoch (HAISS 1995). Die Konzentrationen an Phosphat, Ammonium, Nitrit und Nitrat lagen zwar im Bereich solcher natürlicher Gewässer, doch überstiegen die

Saprobienindices der verschiedenen Untersuchungsstellen diejenigen Werte, die den Grundzustand unbelasteter Flachlandbäche kennzeichnen. Sie betragen $1,87 \pm 0,24$ bis maximal $2,27 \pm 0,09$ und liegen damit vermutlich im Bereich des – noch zu bestimmenden – Grundzustandes von Grundwasserbächen. Die Saprobienindices der untersuchten Stellen am Riedkanal betragen $2,16 \pm 0,12$ bis maximal $2,45 \pm 0,06$. Sie sind mit einer Ausnahme höher als diejenigen der Lutter und weisen darauf hin, daß der Riedkanal organisch belastet ist. Die chemischen Analysen ergaben für die eutrophierungsrelevanten Ionen Ammonium, Nitrit und Phosphat Konzentrationen, die zumindest an einigen Tagen über den Werten natürlicher Gewässer lagen. Die Saprobienindices am Riedkanal übersteigen jedoch nur geringfügig den für Grundwasserbäche angenommenen Grundzustand.

Bei einer die reelle Situation von Grundwasserbächen berücksichtigenden Bewertung würde die Gewässergüte des Riedkanals wahrscheinlich höher, d. h. numerisch unterhalb von II liegend, eingestuft. Die von der LAWA (1976) für Gewässer der Güteklasse II-III beschriebene Trübung wurde im Untersuchungszeitraum ebenso wenig festgestellt wie makroskopisch erkennbare Abwasserpilze. Der Ammonium-N-Gehalt des Gewässers lag bei den meisten Messungen im Bereich oder unterhalb der Nachweisgrenze von $0,03 \text{ mg/l}$. Die an einzelnen Untersuchungstagen festgestellten erhöhten Werte beliefen sich auf maximal $0,14 \text{ mg/l}$. Die von der LAWA (l. c.) genannten Werte häufig anzutreffender Konzentrationen geben für die Güteklasse I–II (!) Ammonium-N-Konzentrationen im Bereich von $0,1 \text{ mg/l}$ an. Die Indices der Untersuchungsstellen R3 und R4 von $2,24 \pm 0,20$ bzw. $2,16 \pm 0,12$ rechtfertigen möglicherweise sogar eine Einstufung in die Güteklasse I–II. BRAUKMANN (l. c.) belegt eindrücklich, wie die natürlicherweise vorhandenen Unterschiede der höhenzonalen Bachtypen zu Schwierigkeiten bei der Bewertung der Gewässer führen. Die Bewertung der von ihm nicht als eigene Typen innerhalb der Flachlandbäche behandelten Grundwasserbäche bringt neue Probleme. Hier zeigt sich die Schwierigkeit, daß das Saprobien-system trotz der methodischen Vereinheitlichung keine tatsächlich vergleichbaren Ergebnisse liefern kann, weil sich Fließgewässer bereits aufgrund natürlicher Gegebenheiten deutlich unterscheiden können. „Jedweder Zustand eines Ökosystems ist die Resultierende aus der Summe aller Wirkgrößen, die das Ökosystem beeinflussen“ (FRIEDRICH 1992). Einen monokausalen Zusammenhang zwischen den Sauerstoffverhältnissen und der Saprobie eines Gewässers kann es, wie im Falle des Riedkanals und der Lutter gezeigt wurde, nicht geben. Daraus ist der Schluß zu ziehen, daß die Einstufung der Saprobie sich nur auf den Grad der Abweichung vom natürlichen Zustand beziehen sollte, wie auch immer dieser zu definieren ist.

d) Beeinträchtigung des Riedkanals durch anthropogene Einflüsse

Die Analyse der abiotischen Faktoren sowie der Besiedlung durch Makrophyten und Makrozoobenthos zeigt deutlich, daß der Riedkanal durch Seitenbäche und -gräben in seiner Wasserqualität (Eutrophierungsgrad, organische Belastung) nicht erkennbar beeinträchtigt wird. Der abwasserbelastete Neugraben, der zwischen den Probestellen VR6 und VR7 bzw. R2 und R3 in den Riedkanal mündet, führt als abflußstärkster Zufluß zu keiner nennenswerten Veränderung hinsichtlich der untersuchten Parameter und der organismischen Besiedlung. Die Ursache liegt zum einen im Grundwasserzustrom, vor allem aber in den oben dargestellten Selbstreinigungsprozessen des Neugraben, welche den Wechsel der Vegetationseinheiten von (E-)D zu D(-C) und die Abnahme der Güteklasse von III–IV auf III bedingt; zum ande-

ren beträgt der Abfluß des Neugraben nahe der Mündung an den einzelnen Untersuchungstagen nur 15–60% desjenigen am Riedkanal an dieser Stelle und kann daher nur in begrenztem Maße eine Veränderung der Wasserqualität herbeiführen. Hinzu kommt, daß ein mit großer Wahrscheinlichkeit geringfügig vorhandener Einfluß des belasteten Neugraben durch den im Bereich und bachabwärts der Mündung deutlich ausgeprägten Grundwasserzstrom des Riedkanals überdeckt wird und somit die Abnahme des Saprobienindex zwischen den Stellen R2 und R3 zur Folge hat.

Es ist fraglich, ob die Eutrophierung im Längsverlauf des Riedkanals in Beziehung steht zum hohen Nährstoffgehalt des Neugraben und anderer Zuflüsse. Da sich die Eutrophierung in sehr geringem Maße, aber kontinuierlich über die gesamte Fließstrecke vollzieht, kommen weniger ein einzelner Zufluß als vielmehr diffuse, weit verteilte Einträge von eutrophierenden Substanzen aus den angrenzenden landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen als anthropogene Ursachen in Frage; zusätzlich sind in diesem Zusammenhang natürliche Prozesse der Nährstoffanreicherung (Seitenerosion, Laubfall, u. a.) zu berücksichtigen.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse kann der Riedkanal als einer der besterhaltenen Grundwasserbäche in der durch intensive Landwirtschaft geprägten südlichen Oberrheinebene – d. h. außerhalb der Aue – angesehen werden. Grundwasserbäche und -gräben stellen ein typisches, ehemals weit verbreitetes Landschaftselement der Region dar, haben jedoch durch direkte Zerstörung und anthropogene Beeinträchtigungen große quantitative und qualitative Verluste erleiden müssen. Aktuell sind sie vor allem durch Absenkung des Grundwasserniveaus gefährdet, welche bereits zu drastischen Veränderungen bspw. in Wäldern feuchter bis nasser Standorte (HÜGIN 1982) und in Fließgewässern (BUCHWALD 1995) geführt haben, indem sie eine Verminderung des Grundwasserzstromes im jahreszeitlichen Verlauf wie im räumlichen Muster bewirken. Wie am Beispiel des Riedkanals unschwer zu erkennen ist, sind Grundwasserbäche aufgrund der hohen Stickstoff (bes. Nitrat)-Frachten im Grundwasser bereits im Quellbereich deutlich eutrophiert: während dort ehemals die Vegetationstypen A und B dominierten (wie derzeit noch auf der elsässischen Seite teilweise zu finden!), sind heute selten die Einheit B–C, in der Regel jedoch die Einheiten C oder gar D vorherrschend. Infolgedessen ist eine schleichende Monotonisierung der Fließgewässervegetation in der südbadischen Oberrheinebene zu beobachten (BUCHWALD 1995), bei der oligotraphente Pflanzenarten (*Chara hispida*, *Potamogeton coloratus*, *Juncus subnodulosus*) weitgehend bzw. vollständig ausgerottet sind und meso- und eurytrophente Arten zunehmend von eu- bis hypertrophenten Vertretern verdrängt werden.

Schrifttum

- BERNHARD, C. (1985): Evaluation du risque de contamination des eaux souterraines du Ried Central de l'Ill par les nitrates. – Thèse Univ. Strasbourg, 1–192.
- BÖTTGER, K. (1986): Zur Bewertung der Fließgewässer aus der Sicht der Biologie und des Naturschutzes unter besonderer Berücksichtigung der Tieflandbäche. – Landschaft und Stadt 18 (2), 77–82.
- BRUKMANN, U. (1987): Zoozöologische und saprobiologische Beiträge zu einer regionalen Bachtypologie. – Arch. Hydrobiol. Beih. 26, 1–355.
- BRUKMANN, U. (1992): Typologischer Ansatz zur ökologischen Bewertung von Fließgewässern. – In: Ökologische Bewertung von Fließgewässern; Limnologie Aktuell 3, 45–65; Stuttgart, New York.
- BUCHWALD, R. (1989): Die Bedeutung der Vegetation für die Habitatbindung einiger Libellenarten der Quellmoore und Fließgewässer. – Phytocoenologia 17(3), 307–448.

- BUCHWALD, R. (1992): Il Veronico – *Apietum submersi*, una nuova associazione dell' Italia centrale. – Doc. phytosoc. N.S. 14, 513–529.
- BUCHWALD, R. (1994): Zur Bedeutung der Artenzusammensetzung und Struktur von Fließgewässer-Vegetation für die Libellenart *Coenagrion mercuriale* mit Bemerkungen zur Untersuchungs-methododik. – Ber. d. Reinh. – Tüxen-Ges. 6, 61–81.
- BUCHWALD, R. (1995): Processi sindinamici in acque fluenti della Germania sudoccidentale. – Coll. phytosoc. 24, 77–88.
- CAIRNS, J. (1974): Indicator species vs. the concept of community structure as an index of pollution. – Water res. bull. 10 (2), 338–347.
- CARBIENER, R. & ORTSCHAIT, A. (1987): Wasserpflanzengesellschaften als Hilfe zur Qualitätsüberwachung eines der größten Grundwasservorkommen Europas. – In: Miyawaki, A., et al. (eds.): Vegetation ecology and creation of new environments. Proceed. Intern. Symp. IAVS, Tokyo-Yokohama 1984; 283–312.
- CARBIENER, R., TRÉMOLIÈRES, M., MERCIER, J.L. & ORTSCHAIT, A. (1990): Aquatic macrophyte communities as bioindicators of eutrophication in calcareous oligosaprobe stream waters (Upper Rhine plain, Alsace). – Vegetatio 86, 71–88.
- CASPERS, H. & KARBE, L. (1966): Trophie und Saprobie als stoffwechselfynamischer Komplex. Gesichtspunkte für die Definition der Saprobitätsstufen. – Arch. Hydrobiol. 61 (4), 453–470.
- DEV (Deutsches Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser-, und Schlamm-Untersuchung) (1990): Physikalische, chemische und bakteriologische Verfahren; Bd. I bis IV, Lose Blattsammlung, 31. Lfg.; Weinheim.
- FRIEDRICH, G. (1990): Eine Revision des Saprobien-systems. – Z. Wasser- u. Abwasserforsch. 23, 141–152.
- FRIEDRICH, G. (1992): Ökologische Bewertung von Fließgewässern – eine unlösbare Aufgabe? In: Ökologische Bewertung von Fließgewässern; Limnologie aktuell 3, 1–18; Stuttgart, New York.
- GELLER, W. (1970): Beitrag zur Hydrografie der Fließgewässer des Taubergießengebietes (Oberrhein-ebene) sowie zur Ökologie der dort lebenden Gammarus-Arten. – Zulassungsarbeit für das Lehramt an höheren Schulen, Universität Freiburg i. Br.
- Geologisches Landesamt Baden-Württemberg (Hrsg; 1977): Erläuterungen zur hydrogeologischen Karte von Baden-Württemberg; Oberrheingebiet, Bereich Kaiserstuhl-Markgräfler Land; Stuttgart.
- GERKEN, B. & WINSKI, A. (1983): Führer zur Exkursion der Deutschen Botanischen Gesellschaft am 18. September 1982 in die südliche Oberrheinaue. – Ber. Dt. Bot. Ges. 96, 323–341.
- GUHL, W. (1986): Bemerkungen über den Saprobiegrad Limnologica 17 (1), 119–126.
- HAISS, A. (1995): Limnologische Untersuchung eines stark grundwassergeprägten Flachlandbaches – die Lutter. – Diplomarbeit an der Universität Freiburg, 1–149.
- HUBER, C. (1996): Untersuchungen zur Autökologie der dominanten Makrophytenarten (*Callitriche obtusangula* Le Gall, *Callitriche platycarpa* Kütz., *Nasturtium officinale* R. Br., *Sium erectum* Huds.) in Grundwasser-beeinflußten Fließgewässern der Freiburger Bucht (südliche Oberrheinebene). – Diplomarbeit an der Universität Freiburg, 1–133.
- HÜGIN, G. (1982): Die Mooswälder der Freiburger Bucht. – Veröff. Natursch. Landsch.pfl. Bad.-Württ. Beih. 29, 1–88; Karlsruhe.
- Hydrogeologische Karte Baden-Württemberg (1979): Freiburger Bucht; mit Erläuterungen. – Freiburg i. Br., Karlsruhe.
- ILLIES, J. (1952): Die Mölle. Faunistisch-ökologische Untersuchungen in einem Forellenbach im Lipper Bergland. – Arch. Hydrobiol. 69, 205–213.
- ILLIES, J. (1961): Versuch einer allgemeinen biozönotischen Gliederung der Fließgewässer. – Int. Revue ges. Hydrobiol. 46 (2), 205–213.
- KAYSER, S. & MÄCKEL, R. (1994): Fluviale Geomorphodynamik und Reliefentwicklung im Ostrhein-gebiet. – Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. 82/83, 93–115.
- KOHLER, A. (1971): Zur Ökologie submerser Gefäß-Makrophyten in Fließgewässern. – Ber. Dtsch. Bot. Ges. 84 (11), 713–720.
- KOHLER, A. (1982): Wasserpflanzen als Belastungsindikatoren. – Decheniana Beih. 26, 31–42.
- KOHLER, A. (1995): Wasserpflanzen als Bioindikatoren – was können sie als Zeigerorganismen für Gewässerbelastungen leisten? – Ber. Inst. Landsch.- Pfl.ökol. Univ. Hohenheim 4, 15–28.
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, 1976): Die Gewässergütekarte der Bundesrepublik Deutsch-land. – Mainz.

- LEHMANN-CARPZOV, R., PATERNOSTER, K. & STUBENDORFF, U. (1978): Quartärgeologische Deckschichtenkartierung und hydrogeochemische Untersuchungen im Wasenweiler Ried. – Jh. d. Geol. Landesamtes 20, 77–100.
- MARVAN, P., ROTHSCHEIN, J. & ZELINKA, M. (1980): Der diagnostische Wert saprobiologischer Methoden. – *Limnologica* 12 (2), 299–312.
- MOHR, B. (1992): Bodennutzung und Viehwirtschaft in Südbaden. – Freib. Geogr. Hefte 36.
- MÜHLENBERG, M. (1989): Freilandökologie. – 2. Aufl., Stuttgart.
- SCHWEISGUT, M. (1930): Landschaftliche Veränderungen in der badischen Rheinebene und im Schwarzwald in den letzten hundert Jahren. – Bad. Geogr. Abh. 6; Karlsruhe.
- SCHWOERBEL, J. (1986): Methoden der Hydrobiologie. Süßwasserbiologie. – 3. Aufl.; Stuttgart, New York.
- SCHWOERBEL, J. (1987): Einführung in die Limnologie. – 6. Aufl.; Stuttgart.
- SPETH, S. & BÖTTGER, K. (1993): Die substratspezifische Verteilung der Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera (Insecta) in einem sandigen Bach des Norddeutschen Tieflandes (Osterau, Schleswig-Holstein). – *Limnologica* 23 (4), 369–380.
- TIMM, T. & SOMMERHÄUSER, M. (1993): Bachtypen im Naturraum Niederrheinische Sandplatten – ein Beitrag zur Typologie der Fließgewässer des Tieflands. – *Limnologica* 23 (4), 381–394.
- TIMM, T. (1994): Neuer Ansatz zu einer Typisierung der Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes. – Ber. Nieders. Natursch. Akad. 6, 1–18.
- TIMM, T. & OHLENFORST, F. H. (1994): Der grundwassergeprägte Tieflandbach. – *Limnologica* 28 (3), 213–229.

(Am 3. März 1997 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	1	85–106	1998	Freiburg im Breisgau 22. Mai 1998
--	---------	---	--------	------	--------------------------------------

Limnologische und vegetationskundliche Untersuchungen von Grundwasserbächen der südlichen Oberrheinebene.

II. Die Lutter bei Benfeld (Elsaß)

von

ANNETTE HAISS & RAINER BUCHWALD, Freiburg i. Br. *

Zusammenfassung: Die Lutter ist ein grundwassergeprägter, oligotropher und gut gepufferter Karbonatbach der elsässischen Oberrheinebene. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, eine erste Untersuchung des Makrozoobenthos vorzunehmen und die wesentlichen Unterschiede gegenüber anderen, nicht grundwasserbeeinflussten Tieflandbächen herauszuarbeiten. Hierfür wurden an fünf ausgewählten Gewässerabschnitten, von Mai bis Oktober 1993, je neun physikalisch-chemische Untersuchungen durchgeführt und vier flächenbezogene Benthosproben genommen. Im Juni erfolgten vegetationskundliche Aufnahmen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigten, daß die Lutter hinsichtlich physikalisch-chemischer Eigenschaften sowie floristischer und faunistischer Merkmale ein untypischer Flachlandbach ist: So wird der Abfluß im Ober- und Mittellauf durch Limnokrenen im Gewässerbett deutlich verstärkt, während nennenswerte Zuflüsse nicht vorhanden sind. Der Grundwasserzustrom bewirkte eine ausgeglichene Wasserführung im Jahresverlauf, verbunden mit einer stets kräftigen Hydraulik an der Bachsohle. Der Grundwassereinfluß äußert sich daneben in einer vergleichsweise geringen Jahres-Temperaturamplitude (Kaltstenothermie) und ist maßgebend für die Sauerstoffuntersättigung der Lutter. Das Grundwasser dämpft die durch auto- und allochthone Nährstoffe bachabwärts zunehmende Trophie und führte, den makrophytischen Wasserpflanzengesellschaften folgend, sogar zu zunehmend oligotrophen Verhältnissen. So zeigt sich in Fließrichtung die stark schematisierte, der natürlichen Eutrophierung entgegenlaufende Abfolge der Vegetationstypen C, B, (CD), A. Die Lutter wird also zunächst von der eutraphenten C-Vegetation besiedelt, die im Mittellauf von der oligo- bis mesotraphenten B-Vegetation abgelöst wird. Im Unterlauf wird die B-Vegetation von oligotraphenten Pflanzen aus der A-Vegetation begleitet. Der Grundwassereinfluß äußert sich damit in einer Stufenumkehr der Wasserpflanzengesellschaften.

Auch die faunistische Besiedlung zeigt deutliche Unterschiede zu anderen Tieflandbächen: Die durch den Grundwasserzustrom ausgeprägte Kaltstenothermie und die ungewöhnlichen hydraulischen Bedingungen spiegeln sich in der Zusammensetzung der Zoozönose wider. So finden stenöke, das Grundwassermilieu bevorzugende Quellbacharten wie *Hygrobates fluvialis*, *Sericostoma personatum* oder *Agapetus fuscipes*, die sonst im Tiefland nur in Quellen und Quellbächen vorkommen, in der Lutter auch unterhalb des Quellbaches geeignete Lebensbedingungen vor. An allen Untersuchungsstellen wurden Quellbacharten gefunden. Daneben weist die Lutter eine hohe Anzahl hydraulisch anspruchsvoller, rheotypischer Arten auf, die nach BÖTTGER (1986) für einen hohen Natürlichkeitsgrad von Bächen sprechen. Viele der rheotypischen Arten sind strömungsgebundene Kaltwasserorganismen, z.B. die Quellbacharten und die Trichoptere *Odontocerum albicorne*. Neben diesen Unterschieden stellen aber auch in der Lutter die Crustaceen, wie es BRAUKMANN (1987) für Tieflandbäche allgemein beschreibt, die mengenmäßig

* Anschriften der Verfasser: A. HAISS, Gresserstr. 2, D-79102 Freiburg; Dr. R. BUCHWALD, Institut für Biologie II/Geobotanik der Universität, Schänzlestr. 1, D-79104 Freiburg

wichtigste Gruppe des Benthos dar. Die Ergebnisse an der Lutter zeigen, daß die hydrologischen Bedingungen in Tieflandbächen entscheidend für die physikalisch-chemischen Milieufaktoren und die Zusammensetzung der Zönosen sind. Die Einteilung der Tieflandbäche sollte aus diesem Grunde nicht nur nach geologisch-chemischen Kriterien (BRAUKMANN 1987), sondern auch nach hydrologischen Eigenschaften erfolgen (TIMM 1994).

1. Einleitung

Die Lutter ist einer von zahlreichen Grundwasserbächen in der elsässischen Oberrheinebene. Der Grundwasserbach ist ein Fließgewässertyp der großen perialpinen glazialen Schotterfluren, der überwiegend von den Grundwasserkörpern des eiszeitlichen Schotter- und Kiesreservoirs gespeist wird. Dadurch erhält dieser Gewässertyp ein ausgeglichenes hydrologisches Regime, die meisten Parameter wie Temperatur, pH und Leitfähigkeit sind homeostatisch gepuffert. Aufgrund der großen Homogenität der hydrologischen Verhältnisse eignen sich Grundwasserbäche gut zum Studium von Bioindikator-Funktionen (CARBIENER & ORTSCHKEIT 1987). So waren die Grundwasserbäche der elsässischen Oberrheinebene wiederholt Gegenstand floristisch-ökologischer Untersuchungen. Es zeigte sich, daß die Eutrophierung durch eine sehr empfindlich reagierende Kette von makrophytischen Wasserpflanzengesellschaften angezeigt wird und sich die aquatischen Pflanzengesellschaften daher gut als Indikatoren für die trophische Situation des Gewässers heranziehen lassen. Um zu prüfen, ob die Wirbellosenfauna in Zukunft in das bestehende Indikatorsystem durch Makrophyten miteinbezogen werden kann, wurde im Rahmen dieser Arbeit exemplarisch an der Lutter erstmals das Makrozoobenthos in einem Grundwasserbach der elsässischen Oberrheinebene untersucht. Die chemisch-physikalischen, vegetationskundlichen und faunistischen Untersuchungen sollten als Basis dienen, die wesentlichen Unterschiede gegenüber nicht grundwasserbeeinflussten Tieflandbächen herauszuarbeiten. Der Typisierung der Tieflandbäche kommt in letzter Zeit vermehrt Bedeutung zu (TIMM & SOMMERHÄUSER 1993, TIMM & OHLENFORS 1994, TIMM 1994), da die klassische, sich überwiegend an Mittelgebirgsbächen orientierende Bachtypologie nur schwer auf Flachlandbäche anwendbar ist.

2. Das Untersuchungsgebiet

2.1 Lage und Beschreibung der Lutter

Die Lutter liegt in der elsässischen Oberrheinebene im sog. „Großen Mittel-elsässischen Ried“ (Abb. 1). Das Ried befindet sich zwischen Colmar und Straßburg und erstreckt sich von der Ill bis zum Rhein. Bis ins 19. Jahrhundert standen beide Flüsse bei Hochwasser über ein Netz ineinander verflochtener Seitenarme miteinander in Verbindung. Erst durch die Rheinkorrektur (1840–60) und die Eindeichung der Ill wurden viele dieser Seitenarme zu eigenständigen Bächen, den heutigen Grundwasserbächen der elsässischen Oberrheinebene. Auch die Lutter ist aus einem ehemaligen Seitenarm der Ill entstanden. Sie entspringt südöstlich von Huttenheim und mündet nach einer Lauflänge von etwa 4,5 km nordöstlich von Benfeld in die Ill. Von einem weitgehend geschlossenen Galeriewald mit *Alnus glutinosa* und *Fraxinus excelsior* gesäumt, bewegt sich die Lutter mäanderförmig durch Wiesenland, das teilweise zugunsten des Maisanbaus umgebrochen wurde. Im Mittellauf führt sie

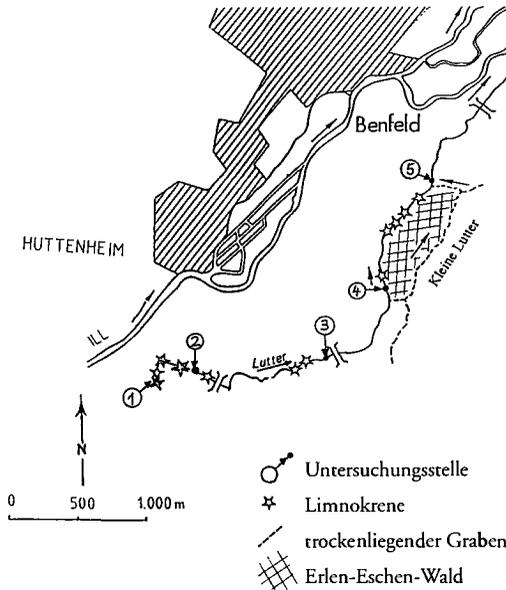


Abb. 1:
Lage der Untersuchungsstellen
und Limnokrenen an der Lutter
(modifiziert nach KLEIN 1988).

mit einer Lauflänge von etwa 1 km an einem kleinen Erlen-Eschen-Wald vorbei. Sie durchläuft keine Ortschaft.

Die Wasserführung wird im Oberlauf rasch durch Limnokrenen erhöht. Im Mittellauf, dessen Breite zwischen vier und zehn Metern schwankt, treten weitere Limnokrenen an der Gewässersohle hinzu. An diesen Stellen gewinnt der Bach rasch an Breite und bildet teichartige Stellen aus. Das Bachbett wird abwechselnd von sandig-kiesigen und sandig-schlammigen Substraten gebildet.

2.2 Hydrologie und Pedologie

Das Große Mittelsässische Ried wird, wie die gesamte Oberrheinebene, von einer mächtigen, glazialen, kalkreichen (20–30 % CaCO_3) Schotterdecke durchzogen. Diese liegt 0 bis 2,5 m unter Flur. Das ebenfalls hochanstehende Grundwasser (0 bis 1,5 m unter Flur) ist wegen der Durchlässigkeit des Schotters und des relativ starken Gefälles der Ebene sehr dynamisch, recht sauerstoffreich (4 mg/l) und hat eine konstante Temperatur von 10–11 °C (CARBIENER & ORTSCHKEIT 1987). Im Westen wird der Grundwasserkörper durch die Hydrodynamik der Ill bestimmt, deren Einzugsgebiet in den Vogesen liegt. Die Ill führt im Sommerhalbjahr Niedrigwasser, im Winterhalbjahr treten unregelmäßig Hochwasser auf. Nur bei starkem Hochwasser werden die angrenzenden Flächen überschwemmt und das Grundwasser mit Sickerwasser angereichert. Im Überschwemmungsgebiet der Ill sind dem glazialen Schotter dicke Auelehmböden mit z.T. begrabenen Anmooren und Niedermoor-(Schilf-) Torfen aufgelagert, die eine hohe Reinigungskraft besitzen, so daß das Grundwasser mit sauberen, nährstoffarmen Filtraten angereichert wird. Die starke Ausdehnung der Ackerflächen zugunsten des Maisanbaus stellt jedoch eine zunehmende Gefahr für die Qualität des Grundwassers dar.

3. Die Untersuchungsstellen

Die untersuchten Gewässerabschnitte unterscheiden sich im wesentlichen durch die Bachbreite, Wassertiefe, mittlere Fließgeschwindigkeit und durch die Beschaffenheit der Bachsohle. Die Angaben der Tab. 1 beziehen sich auf den Untersuchungszeitraum von Mai bis Oktober 1993.

Tab. 1: Beschreibung der untersuchten Gewässerabschnitte L-1 bis L-5 an der Lutter.

Gewässerabschnitt	Bachbreite [m]	Wassertiefe [m]	durchschn. mittlere Fließgeschw. [m/s]	Substrat	Auflagerungen
L-1	1,35 - 1,52	0,10 - 0,16	0,24	lehmig/tonig - sandig	Fallaub und Totholz
L-2	5,39 - 6,35	0,44 - 0,52	0,11	schlammig - sandig	Fallaub und viel Totholz
L-3	9,50 - 10,30	0,42 - 0,52	0,09	sandig - kiesig	Fallaub und Totholz
L-4	8,50 - 9,00	0,30 - 0,40	0,24	sandig	Fallaub und viel Totholz
L-5	4,70 - 5,62	0,14 - 0,20	0,25	kiesig	keine

4. Material und Methoden

4.1 Chemisch-physikalische Messungen

Die chemischen und physikalischen Messungen wurden in etwa vierzehntägigen Abständen in der Zeit von Ende Mai bis Ende September 1993 durchgeführt. Vor Ort wurden Bachbreite, Wassertiefe sowie mittlere Fließgeschwindigkeit mit Hilfe der Driftkörpermethode (SCHWOERBEL 1986) ermittelt. Über die mittlere Fließgeschwindigkeit und den Abflußquerschnitt (Bachbreite x Wassertiefe) konnte später der Abfluß geschätzt werden. Daneben wurden Luft- und Wassertemperatur, Leitfähigkeit, pH, Sauerstoffkonzentration und -sättigung mit WTW-Geräten gemessen. Anschließend wurde eine Wasserprobe von einem halben Liter in eine Polyethylenflasche abgefüllt und noch am selben Tag im Labor auf die Parameter Orthophosphat (nach VOGLER; SCHWOERBEL 1986), Nitrat (photometrisch mit der Natrium-salicylatmethode nach Scheringa; SCHWOERBEL 1986), Nitrit (photometrisch nach dem DEV, DIN 38 405-D 10) und Ammonium (photometrisch nach dem DEV, DIN 38 406-E5-1) analysiert. Zweimal erfolgte die titrimetrische Bestimmung der Gesamthärte sowie der Chloridkonzentration (titrimetrisch nach dem DEV, DIN 38 405-D 1-1). An den Stellen L-2, L-3 und L-4 wurde im September einmalig ein Tagesgang durchgeführt, bei dem verschiedene Parameter wie Sauerstoffsättigung, Lichtintensität etc. gemessen wurden.

4.2 Vegetation

Im Juni 1993 wurden an der Lutter 23 Bachabschnitte von je 50 m² Fläche vegetationskundlich aufgenommen, von denen fünf den Untersuchungsstellen L-1 bis L-5 entsprechen. An allen Probestellen wurden zunächst die Helophyten und Hydrophyten mit ihrem Deckungsgrad (in %) nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) erhoben.

Anwendung der Catena

CARBIENER & ORTSCHNEIT (1987) beschreiben die Folge von sechs makrophytischen Wasserpflanzengesellschaften, die für die Grundwasserbäche der elsässischen Oberrheinebene eine Eutrophierungs-Zeiger-Kette (Catena) darstellen. Als Bioindikatoren zeigen sie den Trophiegrad des Gewässers von „oligotroph“ bis „eutroph“ an. Dabei sind der Ammonium- und Phosphatgehalt des Wassers ausschlaggebend für die Ausbildung der Pflanzengesellschaften (CARBIENER et al. 1990). Die Wasserpflanzengesellschaften (Vegetationstypen) sind durch die Buchstaben A, B, C, D und E symbolisiert und werden im Anschluß kurz beschrieben.

Vegetationstyp A: oligotroph; gut charakterisiert durch die Kennarten *Potamogeton coloratus*, *Chara hispida* und *Juncus subnodulosus* fo. *submersus*;

Vegetationstyp B: oligo- bis mesotroph mit *Sium erectum* fo. *submersum* (eurytraphent) als dominanter Art und *Mentha aquatica* fo. *submersa*; typische A- und C-Zeiger fehlen;

Vegetationstyp C: meso- bis eutroph mit dominantem Auftreten von *Callitriche obtusangula*; euträphente Arten fehlen;

Vegetationstyp CD: mäßig eutroph; *Callitriche obtusangula* und *Sium erectum* fo. *submersum* sind häufig, daneben kommen *Lemna trisulca*, *Veronica anagallis aquatica* fo. *submersa*, *Fontinalis antipyretica* und in geringer Zahl Zeiger aus D vor, wie *Nasturtium officinale* fo. *submersum*, *Zannichellia palustris*, *Potamogeton densus* und *P. crispus*;

Vegetationstyp D: eutroph und rheophil mit *Zannichellia palustris*, *Potamogeton densus*, *Ranunculus trichophyllus* und *Callitriche obtusangula*; entlang des Ufers häufig *Nasturtium officinale* fo. *submersum* und Lemnion-Gesellschaften (mit *Lemna minor*, *Lemna minuscula*, *Spirodela polyrhiza*, *Azolla filiculoides*);

Vegetationstyp E: stark eutroph mit *Ranunculus fluitans* und *Oenanthe fluviatilis* (rheophile Abschnitte mit *Ranunculus fluitans*, lenitische Bereiche mit *Potamogeton pectinatus*); *Nasturtium* nimmt mit stärkerer Entwicklung der Lemnion-Gesellschaften ab;

Nach dieser Bioindikationsskala konnte jedem untersuchten Gewässerabschnitt eine Trophiestufe zugeordnet werden.

4.3 Makrozoobenthos

4.3.1 Probenahme

Die Probenahme des Makrozoobenthos erfolgte an jeder Untersuchungsstelle viermal. Die Benthosentnahme wurde flächenbezogen und getrennt nach den Hauptsubstrattypen durchgeführt. Kiesig-sandiges Substrat wurde mit dem Surber-Sampler (Fläche: 30 cm x 40 cm, Maschenweite 500 µm; SCHWOERBEL 1986), schlammig-sandiges Substrat mit einem Bodengreifer (Fläche: 15 cm x 15 cm) nach EKMAN (1911) erfasst. Die Proben wurden in Plastikboxen kühl aufbewahrt und im Labor portionsweise nach Organismen durchgesehen. Für die folgende Bestimmung wurden die Milben in Koenicke-Lösung, das übrige Zoobenthos in 70%-igem Ethanol getötet und konserviert. Die Bestimmung erfolgte wenn möglich bis zur Art, wobei die Nomenklatur der Limnofauna europaea (ILLIES 1978) folgte.

4.3.2 Auswertung

Für die Charakterisierung der Faunenzusammensetzung in der Lutter wurde von jeder Einzelprobe (a) die Individuenabundanz (Individuenzahl pro Quadratmeter Probenfläche) und (b) die Artenabundanz (Mindestartenzahl pro Quadratmeter) bestimmt, und es wurden (c) „Haupt“- und „Begleitarten“ nach ENGELMANN (1978) klassifiziert. Daneben wurde für jede Untersuchungsstelle die durchschnittliche Anzahl (d) der im Untersuchungszeitraum gefundenen Quellbacharten und (e) der rheotypischen Arten ermittelt. Als Quellbach wird der Oberlauf bis zu einer Quellentfernung von ca. 150 bis 200 m bezeichnet. Dieser Gewässerabschnitt wird weitgehend durch das Grundwassermilieu geprägt. Seine charakteristischen Bewohner sind stenöke Organismen. Neben den bei TIMM & OHLENFORST (1994) als Quellbacharten des Tieflands genannten Arten wurden die kaltstenothermen Arten zu den Quellbacharten gezählt. Rheotypische Arten leben entweder als Rheobionte ausschließlich oder als Rheophile bevorzugt im fließenden Wasser. In BÖTTGER (1986) werden beispielhaft Vertreter rheotypischer Arten aus der Gruppe der Mollusca (Gastropoda) und Arthropoda (Hydrachnellae, Insecta excl. Diptera) angegeben. Neben den dort aufgeführten Taxa wurden die als rheotypisch zu bezeichnenden Arten mit Hilfe der in der Bestimmungsliteratur gemachten Angaben über den bevorzugten Lebensraum der Tiere ausgewählt. Weiterhin wurde für jede Einzelprobe nach dem Deutschen Einheitsverfahren (DEV 1990), DIN 38 410-M 2, der Saprobienindex berechnet. Aus dem arithmetischen Mittel aller für eine Untersuchungsstelle berechneten Saprobienindices konnte dann jeder Untersuchungsstelle anhand der siebenstufigen Gewässergüteskala (LAWA 1976) eine Gewässergüte zugeteilt werden.

5. Ergebnisse

5.1 Chemisch-physikalische Messungen

Die Meßergebnisse zeigen, daß die Lutter ein noch weitgehend naturnaher Flachlandbach ist (Tab. 2). Die Lutter hatte vom Frühjahr bis zum Herbst eine ausgeglichene Wasserführung, im Sommer war kein Niedrigwasser zu verzeichnen. Die Wasserführung wurde im Ober- und Mittellauf durch Limnokrenen im Gewässerbett rasch verstärkt und war im Mittellauf am größten. Am Ende des Mittellaufes

Tab. 2: Zusammenfassung der physikalisch-chemischen Meßergebnisse (Mai bis September 1993) an den Untersuchungsstellen der Lutter. n.n. = nicht nachweisbar (unterhalb der Nachweisgrenze).

Parameter	Untersuchungsstelle				
	L - 1	L - 2	L - 3	L - 4	L - 5
Abfluß[l/s]					
Durchschnitt	45	317	415	767	224
Schwankung	28-63	248-408	326-641	526-972	147-324
Wassertemp[°C]					
Durchschnitt	11,6	12,3	12,3	12,8	13,5
Schwankung	10,1-12,4	11,5-13,1	11,2-13,4	11,2-14,2	11,2-15,7
O₂-konz. [mg/l]					
Durchschnitt	2,7	7,2	7,2	8,3	8,3
Schwankung	2,4-2,9	4,5-10,6	5,6-9,0	7,0-10,5	6,3-10,1
O₂-sätt. [%]					
Durchschnitt	24	67	66	77	79
Schwankung	22-26	41-98	52-84	62-96	61-93
pH					
Durchschnitt	7,3	7,5	7,5	7,7	7,7
Schwankung	7,1-7,6	7,2-7,7	7,1-7,6	7,4-7,9	7,5-8,0
LF [µS/cm]					
Durchschnitt	584	576	592	590	587
Schwankung	533-597	530-594	554-607	548-605	555-601
Ges.härte [°dH]					
Durchschnitt	17,7	17,7	17,7	18,0	17,7
Schwankung	17,4-17,9	17,4-17,9	16,8-18,5	17,4-18,5	17,4-17,9
Chlorid [mg/l]					
Durchschnitt	44	42,5	37,5	37,5	37,5
Schwankung	keine	42-43	37-38	37-38	37-38
NH₄⁺-N [mg/l]					
Durchschnitt	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Schwankung	keine	keine	keine	n.n.-0,04	n.n.-0,03
NO₂⁻-N [mg/l]					
Durchschnitt	n.n.	0,01	0,01	0,01	0,02
Schwankung	keine	n.n.-0,01	n.n.-0,01	n.n.-0,01	n.n.-0,1
NO₃⁻-N [mg/l]					
Durchschnitt	3,3	3,1	3,7	3,6	3,6
Schwankung	0,7-4,1	0,5-3,9	0,7-4,8	0,7-4,6	0,7-4,6
PO₄³⁻-P [µg/l]					
Durchschnitt	4	4	3	4	2
Schwankung	1-6	n.n.-9	1-6	1-16	n.n.-4

ging dem Bach durch Grundwasserinfiltration Wasser verloren, wobei der Abfluß an L-5 auf das Niveau des Oberlaufes (L-2) zurückfiel.

Der starke Grundwasserzstrom wirkt sich stabilisierend auf Wassertemperatur, Leitfähigkeit und pH aus. So zeigte die Lutter für einen Wiesenbach einen sehr ausgeglichenen Temperaturhaushalt. Die mittlere Wassertemperatur war an L-1 mit 11,6 °C am niedrigsten. Sie nahm bachabwärts um 1,9 °C zu und betrug an L-5 im Mittel 13,5 °C. Die gemessenen Wassertemperaturen schwankten während des Untersuchungszeitraumes an den Stellen des Ober- und Mittellaufes um maximal 2,3 °C. Größere Temperaturunterschiede ergaben sich mit 4,5 °C an der Stelle L-5, wo der flache Wasserkörper, begünstigt durch die geringere Beschattung der Stelle, tags vergleichsweise schneller erwärmt und nachts schneller abgekühlt wird. Die mit dem Bachlauf im allgemeinen zunehmenden jahreszeitlichen Temperaturschwankungen ließen sich für die Lutter nicht bestätigen.

Der pH-Wert war im Untersuchungszeitraum an den einzelnen Stellen konstant. Bachabwärts nahm der pH durch die Photosynthese der Makrophyten von durchschnittlich 7,3 (L-1) auf 7,7 (L-4 bzw. L-5) zu. Aufgrund der elektrischen Leitfähigkeit von über 300 µS/cm, der Wasserhärte von mehr als 8°dH und des stabilen pHs ist die Lutter zu den gut gepufferten Karbonatbächen zu rechnen (BRAUKMANN 1987). An allen Meßtagen wies die Lutter eine Sauerstoffuntersättigung auf. Die durchschnittliche Sauerstoffsättigung lag an L-1 bei 24%. Durch die Sauerstoffabsorption aus der Luft und die Photosynthese der Wasserpflanzen nahm bachabwärts der Sauerstoffgehalt zu. Die Sättigung betrug an den Stellen L-2 und L-3 durchschnittlich 66,5 % und erreichte an L-4 und L-5 durchschnittlich 78 %. Eine Sauerstoffübersättigung wurde an der Lutter nie festgestellt, auch nicht während des Tagesganges, obwohl die Lutter streckenweise fast Stillwassercharakter zeigt und der Sauerstoffgehalt aufgrund des Makrophytenbewuchses durchaus hohe Werte erreichen könnte. Dies ist ein klarer Ausdruck des dominierenden Grundwasserinflusses.

Sowohl Orthophosphat wie Stickstoffverbindungen lagen in natürlichen, sehr niedrigen Konzentrationen vor. Die in den letzten Jahren intensivierte landwirtschaftliche Nutzung der angrenzenden Flächen wirkt sich noch nicht auf die Qualität des Grundwassers aus. Die Chloridkonzentrationen mit Werten zwischen 37–44 mg/l lagen deutlich über dem natürlicherweise im humiden Klima vorkommenden Chloridgehalt in Fließgewässern von ungefähr 1 mg/l (BREHM & MEIJERING 1982) und zeigen die deutliche Versalzung des Grundwassers der Oberrheinebene durch die elsässischen Kalibergwerke an.

5.2 Vegetation

Im wesentlichen konnte die Lutter in vier vegetationskundlich voneinander abgrenzbare Zonen eingeteilt werden (Abb. 2). Danach lösten sich bachabwärts die Vegetationstypen C, (A)B(C), CD, B(A) ab; stark schematisiert zeigte sich damit die Abfolge: C, B, CD, A. Unterbrochen von dem Vegetationstyp CD in der unteren Hälfte des Wäldchens, wurde das Gewässer, den makrophytischen Wasserpflanzengesellschaften folgend, bachabwärts zunehmend oligotroph. Während die Vegetation im Oberlauf und in weiten Teilen des Mittellaufes den Eintrag von nährstoffreichem Wasser anzeigte, deutete sie im unteren Mittellauf auf oligo- bis mesotrophe Verhältnisse hin. Im Unterlauf zeigte schließlich *Potamogeton coloratus* eine oligotrophe Situation an. Während unter natürlichen Bedingungen die Trophiestufe eines

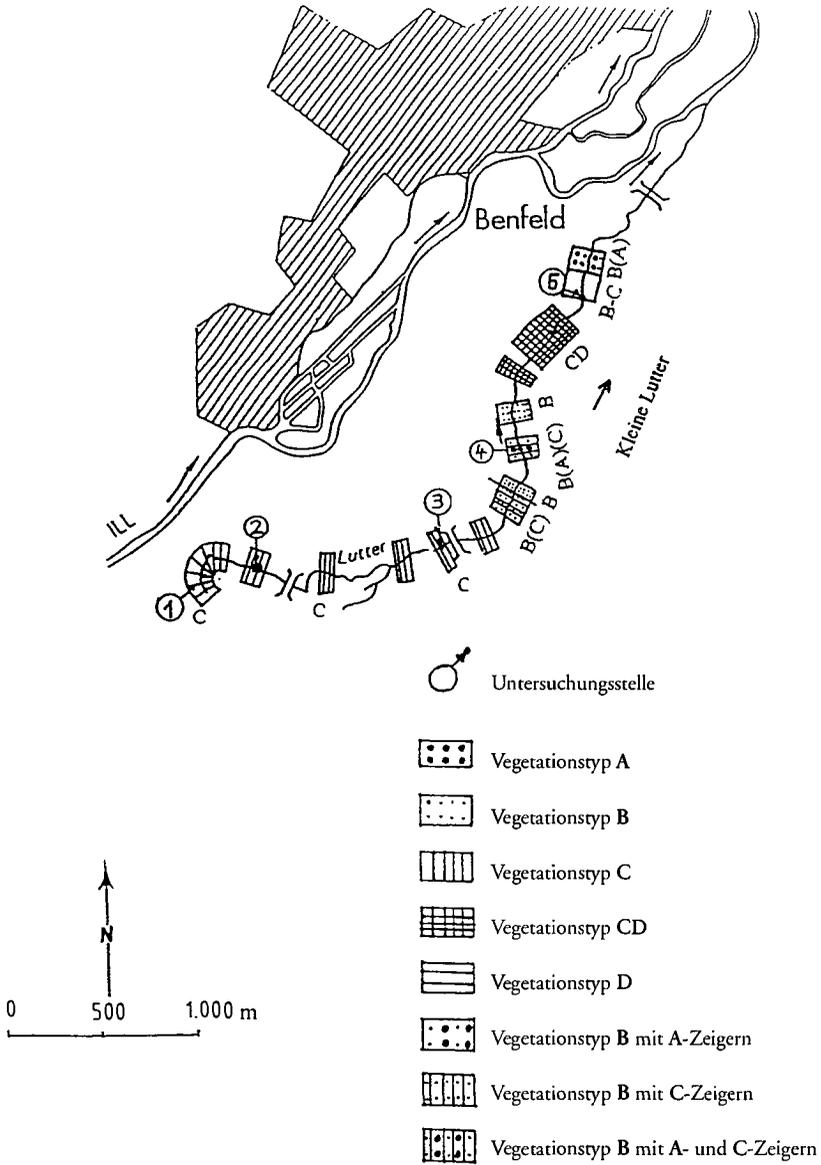


Abb. 2: Vegetationstypen in ausgewählten Abschnitten der Lutter, nach Vegetationsaufnahmen vom 22. 6. 1993 (zur Charakterisierung der Vegetationstypen, siehe Kapitel 4.2).

Baches mit zunehmender Fließstrecke durch den allochthonen Eintrag organischen Materials zunimmt („natürliche Gewässer-Eutrophierung“), zeigten die Wasserpflanzengesellschaften der Lutter eine entgegenlaufende Abfolge an. Die durch den oberflächlichen Nährstoffeintrag mit zunehmender Laufstrecke gesteigerte Trophie wird demnach in der Lutter durch die Zufuhr nährstoffarmen Grundwassers über-

deckt, so daß die Wasserpflanzengesellschaften bachabwärts zunehmend oligotrophe Verhältnisse anzeigen. Diese Zonations-Anomalie (Stufenumkehr) im Gewässerlängsprofil wurde für die Lutter schon in früheren Jahren beschrieben (CARBIENER & SCHAAL 1972; KLEIN & CARBIENER 1988).

Die Vegetation der 23 Aufnahmeflächen im Gewässerverlauf ist weitgehend homogen ausgebildet. Die Helophytenvegetation ist spärlich entwickelt mit Deckungsgraden von 0-15 % und wird vor allem durch *Nasturtium officinale*, *Sium erectum* (= *Berula erecta*), *Solanum dulcamara* und *Phragmites australis* geprägt (Tab. 3). Dagegen ist die Hydrophytenvegetation mit durchschnittlich 45 %

Tab. 3: Vegetationsaufnahmen an 23 Probeflächen der Lutter (22. 6. 1993); die Flächen 1-4 kennzeichnen den Unterlauf, die Flächen 22 und 23 den Quellbereich.

Probefläche:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
entspricht Untersuchungsstelle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Deckung Emersevegetation [%]	1	1	0	1	1	3	1	1	0	3	10	1	0	1	0	1	0	1	0	0	15	0	0	0
Deckung Hydrophytenvegetation [%]	30	20	15	3	80	55	45	35	30	10	25	70	80	85	30	30	50	20	30	75	95	70	45	
Wassertemperatur [°C]	13,8	14,0	13,7	13,6	13,7	14,8	15,0	13,4	14,8	14,3	13,0	13,0	12,8	12,6	12,9	12,5	12,1	12,2	11,8	12,1	11,6	11,3	11,3	
Strömung (0-5)	2	1	2	2	1	0,5	0,5	1	0,5	2	1,5	2	2	1	0,5	1	2	0,5	1	2	0,5	1	1	
Helophytenvegetation:																								
<i>Phragmites australis</i>	1	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Solanum dulcamara</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex acutiformis</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Iris pseudacorus</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sium erectum</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Phalaris arundinacea</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex elata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lysimachia vulgaris</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myosotis palustris</i> agg.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nasturtium officinale</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lycopus europaeus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydrophytenvegetation:																								
<i>Sium erectum</i> fo. <i>submersum</i>	3	2b	2a	2m	4	2a	1	-	3	-	2b	4	5	5	3	3	3	2b	2a	2b	2a	2b	2a	2a
<i>Potamogeton coloratus</i>	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phalaris arundinacea</i> fo. <i>submersa</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sparganium emersum</i> fo. <i>fluitans</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nuphar lutea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Callitriche obtusangula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myricophyllum verticillatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hippuris vulgaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nasturtium officinale</i> fo. <i>submersum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Juncus subnodulosus</i> fo. <i>submersus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Agrostis stolonifera</i> fo. <i>submersa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lemna trisulca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VEGETATIONSTYP nach CARBIENER (1977)																								
	(A)	(B)	(A)	(B)	(B)	(D)	(C)	(D)	(C)	(D)	(C)	(D)	(B)	(A)	(C)	(B)	(A)	(C)	(B)	(A)	(C)	(B)	(A)	(C)
Zeichenerklärung:																								
+	1-5 Exemplare																							
1	6-50 "																							
2m	> 50 "																							
2a	> 50 "																							
2b	> 50 "																							
4	> 50 "																							
	< 5% Deckungsgrad																							
	5-15% "																							
	25-50% "																							
	50-75% "																							

Deckung (Amplitude: 3–95 %) weitaus reicher entwickelt, wobei *Sium erectum* fo. *submersum*, *Nuphar lutea*, *Callitriche obtusangula* und *Lemna trisulca* die dominierenden Arten darstellen.

5.3 Makrozoobenthos

Die Untersuchungen des Makrozoobenthos sollten im wesentlichen Antworten auf die Fragen geben:

1. Wie setzt sich das Makrozoobenthos an der Lutter zusammen ?
 - a) Welche Arten kommen vor ?
 - b) Welche Arten sind mengenmäßig von Bedeutung ?
 - c) Treten besondere Arten oder besondere Verteilungsmuster der vorkommenden Arten auf ?
2. Welche Gewässergüte hat die Lutter ?

5.3.1 Zusammensetzung

a) An der Lutter wurden insgesamt 77 Taxa gefunden, von denen 64 bis zur Art bestimmt werden konnten. Die tatsächliche Artenzahl lag höher, da die artenreichen Familien der Dipteren im allgemeinen nicht näher aufgeschlüsselt wurden und die Oligochaeten bei der Bestimmung weitgehend unberücksichtigt blieben. Pro Quadratmeter wurden zwischen 893 und 14.119 Individuen registriert, die 6 bis 33 verschiedenen Taxa angehörten. Als relativ artenreiche Gruppen erwiesen sich die Gastropoda (9 Arten) und innerhalb der Insecta die Trichoptera und Coleoptera, die mit jeweils 10 Arten vertreten waren. Als nächststarke Gruppe sind die Acarina mit 8 Arten zu nennen. Unter den Diptera konnten 9 Familien unterschieden werden.

b) Mengenmäßig kam den Crustaceen die größte Bedeutung zu. In vielen Benthosproben machten sie den überwiegenden Teil der Hauptarten aus. Innerhalb der Gammariden ergab sich eine deutliche Zonierung. So traten *Gammarus fossarum* und *Echinogammarus berilloni* nie gemeinsam auf. Das Vorkommen von *Gammarus fossarum* beschränkte sich auf L-1 und L-2 des Oberlaufs, während *Echinogammarus berilloni* ab L-3 des Mittellaufs vorkam. Die relative Häufigkeit von *Echinogammarus*

Tab. 4: Mittlere relative Häufigkeit der Crustaceen an den Untersuchungsstellen der Lutter.

	L-1	L-2	L-3	L-4	L-5
<i>Gammarus pulex</i>	+++	+++	+++	+++	+
<i>Gammarus roeseli</i>	+	++	+++	++	+
<i>Gammarus fossarum</i>	+	+	-	-	-
<i>Echinogammarus berilloni</i>	-	-	+	++	+++
<i>Asellus aquaticus</i>	-	+++	++	+	+
<i>Asellus meridianus</i>	+	++	+++	++	+

- + = Begleitart (bis 3,1%)
 ++ = Hauptart, subdominant (3,2% - 9,9%)
 +++ = Hauptart, dominant (10,0% - 31,9%)

berilloni nahm bachabwärts zu. *Gammarus pulex* und *Gammarus roeseli* wurden an allen Stellen gefunden, wobei *Gammarus pulex*, mit Ausnahme der dritten Untersuchungsstelle, in der Regel höhere Dominanzklassen erreichte als *Gammarus roeseli*.

Die Asseln erreichten in den meisten Fällen niedrigere Dominanzstufen als die Gammariden (χ^2 -Test). Während *Asellus meridianus* an allen Stellen vorkam, fehlte *A. aquaticus* an L-1 (Tab. 4).

c) Die Zusammensetzung des Makrozoobenthos an der Lutter weist drei Besonderheiten auf:

Zum einen wurde in L-5 auf dem Süßwasserschwamm *Spongilla lacustris* die seltene Schwammfliege *Sisyra fuscata* gefunden, die in der Pflanzenprobe im August sogar zu den Hauptarten zählte.

Bemerkenswert ist zum anderen die längszonale Verteilung der Quellbacharten. Diese beschränkten sich nicht auf den Quellbach, sondern kamen an allen Untersuchungsstellen vor. Die stenöken, das Grundwassermilieu bevorzugenden Quellbacharten finden folglich auch unterhalb des Quellbachs geeignete Lebensbedingungen vor. An der Lutter wurden 12 Quellbacharten gefunden (Tab. 5). Ihre absolute Häufigkeit war im Durchschnitt an L-5 mehr als doppelt so groß wie an

Tab. 5: Durchschnittliche Häufigkeit der Quellbacharten pro Quadratmeter an den Untersuchungsstellen der Lutter, angegeben in Abundanzziffern.

	L-1	L-2	L-3	L-4	L-5
Acarina					
Arrenurus (Megaluracarus) cylindricus	-	3	1	-	-
Hygrobates fluviatilis	1	2	2	2	2
Hygrobates prosiliens	-	5	2	-	-
Coleoptera					
Elmis aenea	1	2	1	3	4
Esolus angustatus	-	-	-	-	1
Limnius perrisi	-	-	-	1	-
Crustacea					
Gammarus fossarum	4	1	-	-	-
Odonata					
Cordulegaster boltoni	-	-	-	1	-
Trichoptera					
Agapetus cf. fuscipes	-	-	-	1	4
Plectrocnemia spp. (cf. conspersa)	-	1	-	-	-
Sericostoma personatum	-	1	3	3	4
Silo nigricornis	4	-	4	5	5
Artenzahl	4	7	6	7	6
Abundanzsumme	10	15	14	16	20
relative Artenzahl [%]	21	16	11	13	13
relative Abundanz [%]	19	12	13	13	18

Tab. 6: Durchschnittliche Häufigkeit rheotypischer Arten pro Quadratmeter an den Untersuchungsstellen der Lutter, angegeben in Abundanzziffern.

	L-1	L-2	L-3	L-4	L-5
Tricladida					
<i>Dugesia gonocephala</i>	-	-	1	2	1
Gastropoda					
<i>Acroloxus lacustris</i>	-	1	-	-	-
<i>Ancylus fluviatilis</i>	-	-	1	-	1
Hirudinea					
<i>Glossiphonia complanata</i>	3	2	1	2	1
Acarina					
<i>Arrenurus (Megaluracarus) cylindratus</i>	-	3	1	-	-
<i>Hygrobatas fluviatilis</i>	1	2	2	2	2
<i>Hygrobatas nigromaculatus</i>	-	2	-	-	-
<i>Hygrobatas prosiiliens</i>	-	5	2	-	-
<i>Lebertia (Lebertia) fimbriata</i>	-	-	-	-	1
<i>Wettina podagrica</i>	1	1	3	2	-
Coleoptera					
<i>Elmis aenea</i>	1	2	1	3	3
<i>Elmis maugetii</i>	-	-	-	1	3
<i>Limnius perrisi</i>	-	-	-	1	-
<i>Esolus angustatus</i>	-	-	-	-	1
Gyrinidae cf. <i>Orectochilus</i> sp.	-	-	-	-	1
<i>Limnius perrisi</i>	-	-	-	1	-
<i>Limnius volckmari</i>	-	-	-	1	3
Crustacea					
<i>Gammarus fossarum</i>	4	1	-	-	-
<i>Gammarus pulex</i>	7	7	7	7	4
<i>Gammarus roeseli</i>	3	6	7	6	2
Diptera					
<i>Simulium</i> spp.	-	-	-	1	4
Ephemeroptera					
<i>Baetis rhodani</i>	-	-	-	-	2
<i>Baetis vernus</i>	-	-	-	2	3
<i>Ephemera danica</i>	1	-	3	3	1
Hymenoptera					
<i>Agriotypus armatus</i>	-	-	-	1	1
Odonata					
<i>Calopteryx virgo</i>	-	-	-	1	-
<i>Cordulegaster boltoni</i>	-	-	-	1	-
Trichoptera					
<i>Agapetus</i> cf. <i>fuscipes</i>	-	-	-	1	4
<i>Chaetopteryx villosa</i>	1	1	2	2	-
<i>Melampophylax mucoreus</i>	-	-	1	1	1
<i>Odontocerum albicome</i>	-	1	3	3	5
<i>Plectrocnemia</i> spp. (cf. <i>conspersa</i>)	-	1	-	-	-
<i>Sericoctoma personatum</i>	-	1	3	3	4
<i>Silo nigricornis</i>	4	-	4	5	5
Pisces					
<i>Cottus gobio</i>	-	-	-	1	1
Artenzahl	10	15	16	23	23
Abundanzziffernsumme	26	36	42	52	54
relative Artenzahl [%]	58	34	36	43	49
relative Abundanz [%]	50	28	40	43	48

L-1, während die relative Abundanz an beiden Stellen mit 18 % bzw. 19 % etwa gleich groß war. An L-2, L-3 und L-4 betrug der Anteil der Quellbacharten an den Gesamtindividuen im Durchschnitt 12 bis 13 % und war damit geringer als an L-1 und L-5.

Als dritte Besonderheit ist der für einen Tieflandbach ungewöhnlich hohe Anteil an rheotypischen Arten zu nennen. Von den 64 Taxa, die bis zur Art bestimmt wurden, sind 34 Arten rheotypisch (Tab. 6). Sowohl die absolute Artenzahl als auch die Abundanzsumme verdoppelte sich von L-1 nach L-5. Im Gegensatz dazu war der Anteil rheotypischer Arten an der Gesamtartenzahl mit 58 % an L-1 am größten. Auch die relative Abundanz der rheotypischen Arten erreichte an L-1 mit 50 % den größten Wert. An L-2 war die relative Artenzahl (34 %) und die relative Abundanz (28 %) der rheotypischen Organismen am geringsten, während beide Parameter bachabwärts wieder zunahmen. An L-5 waren durchschnittlich 47 % aller Arten und aller Organismen rheotypisch.

5.3.2 Gewässergüte

Die Berechnung der Saprobienindices nach DIN 38 410 M-2 ergab für alle Stellen β -Mesosaprobie, was der Güteklasse II entspricht. Danach ist die Lutter als „mäßig belastet“ einzustufen.

6. Diskussion

6.1 Vegetation

Langjährige pflanzensoziologische Untersuchungen an den Grundwasserbächen der elsässischen Oberrheinebene führten zu der Aufstellung einer Bioindikationskala auf der Basis von makrophytischen Wasserpflanzengesellschaften (CARBIENER & ORTSCHKEIT 1987). Die Skala beinhaltet sechs Vegetationstypen, die verschiedene Trophiestufen anzeigen und eine Eutrophierungszeigerkette (Catena) darstellen. Dabei besteht zwischen dem Vorkommen der Wasserpflanzengesellschaften der Catena und der Trophiestufe, insbesondere den Ammonium- und Phosphatkonzentrationen, eine positive Korrelation (CARBIENER et al. 1990). Im folgenden werden zunächst die methodischen Grenzen, dann die Ergebnisse der vegetationskundlichen Aufnahmen diskutiert.

6.1.1 Methodische Grenzen

Die methodischen Grenzen wurden durch die Schwierigkeiten deutlich, die bei der Anwendung der Bioindikationskala auf die Lutter auftraten: Zum einen sind die Vegetationstypen der Catena floristisch und ökologisch unterschiedlich gut gekennzeichnet. Die Vegetationstypen werden nur in den Extrembereichen „oligotroph“ und „eutroph“ durch Kennarten charakterisiert. Diese besitzen enge ökologische Amplituden und kommen – in der vorliegenden Catena – ausschließlich in einem bestimmten Trophiebereich mit den Schlüsselparametern Phosphat und Ammonium vor, den sie als Bioindikatoren gut anzeigen. Beispielsweise ist die oligotrophente *Potamogeton coloratus* eine Kennart des Vegetationstyps A. Nach CARBIENER et al. (1990) kommt *Potamogeton coloratus* in der Oberrheinebene nur bei Konzentrationen von Ammonium-N ≤ 35 ppb und Orthophosphat ≤ 45 ppb vor. KOHLER, der bereits 1971 eine Ammonium-Empfindlichkeit der Pflanze vermutete, konnte in Versuchen zeigen, daß die Blätter von *Potamogeton coloratus* bei Ammonium-N-Konzentrationen von 15 ppm zu 45 % geschädigt werden. Ein stabiler Bestand von *Potamogeton coloratus* ist somit nur in Gewässern mit langfristig niedrigen Phosphat-

und Ammoniumkonzentrationen zu erwarten. Aus diesem Grunde kann ein durch *Potamogeton coloratus* charakterisierter Gewässerabschnitt eindeutig dem Vegetationstyp A und damit der oligotrophen Stufe zugeordnet werden, auch wenn kleinere *P. coloratus*-Populationen durchaus auch in Vegetationstyp B zu finden sind. Die Vegetationstypen des mittleren Trophiebereichs (B, C und CD) sind im Gegensatz dazu floristisch und ökologisch weniger gut charakterisiert. Zum einen werden sie durch Makrophyten beschrieben, die mehr oder weniger weite ökologische Amplituden besitzen und somit auch in benachbarten Trophiestufen vorkommen können. Zum anderen sind die Vegetationstypen häufig negativ, d.h. durch das Fehlen bestimmter Arten gekennzeichnet. Beispielsweise ist die eurytraphente Art *Sium erectum* fo. *submersum* nur dann typisch für den oligo- bis mesotrophen Vegetationstyp B, wenn Arten aus der Gruppe A, wie *Potamogeton coloratus*, fehlen und Pflanzen aus der Gruppe C, wie *Callitriche obtusangula*, fehlen bzw. nur spärlich vorkommen (CARBIENER et al. 1990). Der Vegetationstyp B ist also überwiegend negativ charakterisiert. Dies ist insofern problematisch, als das Fehlen bestimmter Arten keine eindeutigen Aussagen über die trophische Situation zuläßt, zumal für das Fehlen einer Art noch andere Gründe wie physikalische Standortfaktoren oder ausbreitungsbiologische Eigenschaften in Frage kommen. Es wäre beispielsweise denkbar, daß die Art den Standort noch nicht bzw. nach einer Störung nicht wieder erreichen konnte, oder daß andere Arten die ökologische Nische bereits besetzt halten (KÖHLER 1982); daneben können Arten auch fehlen, weil der Standort zu stark beschattet ist oder zu hohe Fließgeschwindigkeiten das Wachstum unmöglich machen. Die Zuordnung einer Wasserpflanzengesellschaft zu einem Vegetationstyp stellt sich in dem mittleren Trophiebereich v.a. dann als schwierig dar, wenn extrem artenarme Bestände vorliegen, wie es an der Lutter der Fall war; so kam auf einigen Probestellen beispielsweise nur *Sium erectum* fo. *submersum* vor. Durch die weite ökologische Amplitude dieser Pflanze hätten solche Gewässerabschnitte dem gesamten Trophiebereich zwischen A und E zugeordnet werden können. Nur die trophische Charakterisierung dieser Abschnitte in Anlehnung an die benachbarten Gewässerabschnitte sowie gewisse Hinweise über die Vitalität und Wuchsformen am jeweiligen Standort ermöglichten eine Einschränkung des Trophiebereiches. So wurden die Gewässerabschnitte 3 und 4 unterhalb des Erlen-Eschen-Wäldchens, die nur von *Sium erectum* fo. *submersum* besiedelt wurden, schließlich durch den Trophiebereich B–C beschrieben, da die bachaufwärts liegenden Probestellen durch den Vegetationstyp CD und die bachabwärts liegenden Abschnitten durch den Vegetationstyp B(A) gekennzeichnet waren. Die Anwendung der Catena bereitet somit im mittleren Trophiebereich Schwierigkeiten, vor allem bei Gewässern mit geringen Artenzahlen wie der Lutter. Eine eindeutige und objektive Zuordnung der Gewässerabschnitte zu einer Trophiestufe ist in solchen Fällen nicht gegeben. Unter dem Vorbehalt, daß im mittleren Trophiebereich und bei artenarmen Beständen eine Zuordnung zu den Vegetationstypen mit einer gewissen Unsicherheit verknüpft ist, werden folgend die Ergebnisse der vegetationskundlichen Aufnahmen diskutiert.

6.1.2 Vergleich mit den chemisch-physikalischen Meßergebnissen

Nach den chemischen Wasseranalysen waren alle Untersuchungsstellen der Lutter oligotroph: Für Orthophosphat wurde maximal eine Konzentration von 16 ($\mu\text{g/l}$) gemessen, die höchste Ammoniumkonzentration betrug 0,04 mg/l. Die Ergebnisse der vegetationskundlichen Aufnahmen schienen zunächst im Widerspruch zu stehen. So traten Pflanzen aus dem Vegetationstyp A, wie *Potamogeton coloratus* oder *Juncus subnodulosus*, nur lokal auf. Sie besiedelten nicht, wie man es anhand der chemischen Wasseranalysen vermuten könnte, den gesamten Gewässerlauf der Lutter. Darüberhinaus wurden die Untersuchungsstellen durch verschiedene Vegetationstypen charakterisiert, obwohl sie sich hinsichtlich der für das Vorkommen der Vegetationstypen entscheidenden Schlüsselparameter Orthophosphat und Ammonium nicht voneinander unterschieden. So zeigte sich bachabwärts eine der natürlichen Eutrophierung gegenläufige Abfolge der Vegetationstypen C, B, (CD,) A. Die chemischen Untersuchungen und die vegetationskundlichen Aufnahmen führten also zu unterschiedlichen trophischen Einschätzungen der Untersuchungsstellen. Diese Diskrepanz kann erklärt werden, wenn man die Aussagekraft der chemischen und vegetationskundlichen Ergebnisse näher betrachtet: Die chemisch-physikalischen Gewässeranalysen stellen lediglich Moment-

aufnahmen dar. Sie geben Aufschluß über die chemische Situation des Wassers zum Zeitpunkt der Entnahme und erlauben keine Rückschlüsse auf größere Zeiträume. Im Gegensatz dazu ermöglichen biologische Untersuchungen eine Retrospektive über einen längeren Zeitraum hinweg: Das Vorkommen einer Pflanze zeigt an, daß diese nicht nur zum Zeitpunkt der Betrachtung, sondern auch während der vorausgegangenen Wachstumsphasen keinen schädigenden Milieufaktoren ausgesetzt war. Biologische Indikatoren geben nicht nur über die aktuellen, sondern auch über zeitlich zurückliegende Umweltbedingungen und -einflüsse Auskunft.

Im Falle der Lutter spiegelt die Vegetation den Einfluß der Ill zu Zeiten des Hochwassers wider. Bei starkem Hochwasser tritt die Ill über die Ufer und überschwemmt die angrenzenden Flächen. Ill-Wasser gelangt dann direkt in den nahe liegenden Oberlauf der Lutter und führt zu einem erheblichen Nährstoffeintrag in den Bach. So zeigten chemische Untersuchungen im Februar 1988, daß durch das Hochwasser die Ammoniumkonzentrationen im Oberlauf der Lutter auf das 4 bis 10-fache, die Phosphatkonzentrationen auf das 9-fache ansteigen können; bachabwärts wird die eingetragene P- und N-Fracht durch den Zustrom nährstoffarmen Grundwassers verdünnt (KLEIN 1988, KLEIN & CARBIENER 1988). Auch zu Hochwasserzeiten bleibt das Grundwasser, dank der hohen Reinigungskraft von Vegetation und Auelehmböden, nährstoffarm. Die Hochwasserdaten erklären zum einen, daß der Oberlauf nicht von dem oligotraphenten Vegetationstyp A, sondern von der meso- bis eutraphenten C-Vegetation besiedelt wird. Diese weist darauf hin, daß der Oberlauf episodisch der am stärksten eutrophierte Abschnitt der Lutter ist, wie es auch KLEIN & CARBIENER (1988) beschrieben haben. Zum anderen geben die Hochwasserdaten eine Erklärung für die Stufenumkehr der Vegetation, welche die bachabwärts zunehmende Verdünnung der eingetragenen Nährstoff-Fracht auch außerhalb der Hochwasserzeit sichtbar werden läßt. Bachabwärts wird die C-Vegetation allmählich von der oligotraphenten B-Vegetation abgelöst. Im unteren Bereich des Erlen-Eschen-Waldes wird die B-Vegetation von Pflanzen aus dem Vegetationstyp CD unterbrochen. Die Wasserpflanzen deuten also auch hier auf eutrophe Verhältnisse hin. Möglicherweise fließt nährstoffreiches Oberflächenwasser aus der Ill auch in diesem Bereich über Hochwassergräben der Lutter zu; wahrscheinlicher aber ist, daß es sich bei den eingetragenen Nährstoffen um Düngerabschwemmungen aus den direkt angrenzenden Maisfeldern handelt und daß die dort fast fehlende Fließbewegung zu einer Anreicherung von Phosphat in der mächtigen Schlammauflage führt. Unterhalb dieser Teilstrecke setzt sich die B-Vegetation fort. *Potamogeton coloratus* tritt als Nebenart hinzu und zeigt den Einfluß von nährstoffarmem Grundwasser an. Während die chemischen Wasseranalysen hinsichtlich der Trophie ein einheitliches Bild von der Lutter vermitteln, kann das Fließgewässer anhand der Wasserpflanzengesellschaften in Abschnitte unterschiedlicher Trophie eingeteilt werden. Zum einen wird durch die Stufenumkehr der Einfluß des Grundwassers deutlich, zum anderen zeigen die Vegetationstypen die im Untersuchungszeitraum nicht meßbaren trophischen Verhältnisse in der Lutter zu Zeiten starker Hochwässer an. Sie ermöglichen die Lokalisierung der episodisch mit nährstoffreichem Wasser kontaminierten Gewässerabschnitte und übernehmen eine „Tracer-Funktion“. Die zeitlichen Veränderungen der Wasserpflanzengesellschaften erlauben eine Qualitätsüberwachung („Monitoring“) des Gewässers bzw. – bei grundwasserbeeinflußten Bächen – des Grundwassers (KLEIN & CARBIENER 1988). So deutet gegenüber der früheren Bestandsaufnahme (KLEIN 1988) die zunehmende Ausbreitung des Vegetationstyps C möglicherweise auf eine Verschlechterung der Bedingungen im Sediment hin.

6.2 Zusammensetzung des Makrozoobenthos

6.2.1 Die Crustaceen

Die Crustaceen stellten in der Lutter, wie es BRAUKMANN (1984 u. 1987) für Tieflandbäche allgemein beschreibt, die quantitativ wichtigste benthische Gruppe dar. Auffallend war dabei die divergierende Verbreitung von *Gammarus fossarum* und *Echinogammarus berilloni*.

Gammarus fossarum trat als eine typische Gebirgs- und Bergbachart (BRAUKMANN 1987) in der Lutter nur in geringer Abundanz auf (Tab. 4). Der Amphipode ist in der Oberrheinebene insgesamt schwach vertreten (GELLER 1970), obwohl diese im Zentrum seines Verbreitungsgebietes liegt (ILLIES 1978). Die Art kommt meist nur in den oberen Abschnitten der Gewässerläufe vor (Bayr. Landesamt 1990), da sie wahrscheinlich gegen hohe Wassertemperaturen empfindlich ist. Über die Grenztemperaturen, die *Gammarus fossarum* noch toleriert, werden in der Literatur keine genauen Angaben gemacht. SCHELLENBERG (1935) fand *Gammarus fossarum* in Südbaden in einem Temperaturbereich von 9 °C bis 17 °C. Im Taubergießengebiet kam *Gammarus fossarum* in Gewässerläufen vor, die Wassertemperaturen zwischen 5 °C und 17 °C aufwiesen (BISS & PALM 1990). Auch in der Lutter beschränkte sich das Vorkommen von *Gammarus fossarum* auf die Untersuchungsstellen L-1 und L-2 des Oberlaufs. Da die Wassertemperaturen durch die Grundwasserzufuhr an allen Stellen aber unterhalb von 17 °C lagen, kann die Temperatur im Fall der Lutter nicht der entscheidende Faktor für das auf den Oberlauf begrenzte Vorkommen von *Gammarus fossarum* sein. Möglicherweise wurde die Art auf den Oberlauf zurückgedrängt, weil sie gegenüber anderen *Gammarus*-Arten weniger konkurrenzfähig ist (Bayr. Landesamt 1990).

Die aus Südwesteuropa eingewanderte Art *Echinogammarus berilloni* fehlte an den Untersuchungsstellen L-1 und L-2. Aufgrund ihrer west-mediterranen Herkunft ist die Art wärmebedürftig (GELLER 1970). Sie ist wie *Gammarus pulex* und *G. roeseli* (MEIJERING 1971; MEIJERING & PIEPER 1982; OTTO & BRAUKMANN 1983) eine charakteristische Tieflandbachart. Das Vorkommen von *Echinogammarus berilloni* beschränkt sich in Mitteleuropa weitgehend auf den Unterlauf der Bäche (HOFFMANN cit. ex GELLER 1970). Ihre größte Höhe erreicht sie in Deutschland mit ca. 160 m ü.NN in der klimatisch begünstigten Oberrheinebene (GELLER 1970). Im Taubergießengebiet wurde der Amphipode hauptsächlich im eurythermen Wasser gefunden (GELLER 1970, BISS & PALM 1990); auch in der Lutter trat *Echinogammarus berilloni* erst ab der Untersuchungsstelle L-3 des Mittellaufs auf und wurde somit nie zusammen mit *Gammarus fossarum* gefunden. Seine Abundanz nahm bachabwärts zu und war im Unterlauf an L-5 am größten. Die Temperaturunterschiede zwischen dem Ober-, Mittel- und Unterlauf sind an der Lutter durch den starken Grundwasserzustrom, verglichen zu anderen Flachlandbächen, allerdings gering. So lag die durchschnittliche, im Untersuchungszeitraum gemessene Wassertemperatur im Unterlauf an L-5 nur um 1,9° C höher als an der quellnahen Stelle L-1. Auch die Temperaturschwankungen waren im Untersuchungszeitraum mit 4,5 °C an L-5 für den Unterlauf eines Tieflandbaches gering. Neben der Temperatur könnte für das Verbreitungsmuster von *Echinogammarus berilloni* aber auch die Strömung eine Rolle spielen. So stellte GELLER (1970) bei seinen Untersuchungen im Taubergießengebiet fest, daß *Echinogammarus berilloni* bei Fließgeschwindigkeiten > 0,2 m/s der dominierende Amphipode ist, während *Gammarus pulex* und *G. roeseli* v.a. bei Fließgeschwindigkeiten < 0,2 m/s in größerer Abundanz

vorkommen. Dieser Befund würde das verstärkte Auftreten von *E. berilloni* an der vierten und fünften Untersuchungsstelle gut erklären, da die Fließgeschwindigkeiten an beiden Stellen höher als 0,2 m/s waren.

6.2.2 Quellbacharten und rheotypische Arten

Die klassischen Vorstellungen über das Ökosystem Fließgewässer wurden an Mittelgebirgsbächen gewonnen (ILLIES 1961). Die Gliederung der Fließgewässer folgt in erster Linie der sich im Längsverlauf ändernden Strömung und Wassertemperatur. Mit der Strömung ändert sich auch die Korngrößenverteilung des Substrats am Gewässergrund. Die physiographischen Veränderungen ziehen einen Wandel in der Faunenzusammensetzung nach sich. Für die Mittelgebirgsbäche ergibt sich die grobe Gliederung in Rhithral und Potamal bzw. die biozönotische Gliederung in Rhithron und Potamon (ILLIES 1961). Die Fließgewässer des Flachlandes lassen sich nur schwer in diese klassische Vorstellungen über Fließgewässer einordnen, da ihnen als wichtiger, übergeordneter Faktor das Gefälle und damit die Strömungsdifferenzierung im Längsverlauf fehlt (TIMM & SOMMERHÄUSER 1993). Das Gefälle und die Strömung sind hier bereits im Quellablauf vergleichsweise gering. Eine deutlich differenzierte Sortierung der Substrate zwischen Ober- und Unterlauf liegt nicht vor. Die Amplitude der Wassertemperatur ist oft schon am Beginn der Fließgewässer groß. Die Tieflandgewässer haben daher häufig Ähnlichkeit mit dem „Epipotamal“ (ILLIES 1961), auch wenn es sich von der Größe her eindeutig um Bäche handelt: Viele Vertreter der Rhithralfauna fehlen und sind durch Arten ersetzt, die sowohl in Bächen und Flüssen als auch im Seenlitoral leben, wie z.B. Schnecken der Gattung *Lymnea* (TIMM & OHLENFORST 1994). Von den oben beschriebenen Bächen müssen die grundwassergeprägten Tieflandbäche wie die Lutter unterschieden werden. Der Grundwasserzustrom im Längsverlauf dieser Bäche führt zu den für Tieflandbäche untypischen Milieufaktoren. So weisen die Grundwasserbäche des Tieflandes zum einen ein gedämpftes Temperaturregime auf, zum anderen bewirkt der starke Grundwasserzustrom eine ausgeglichene Wasserführung im Jahresverlauf und damit verbunden eine gleichmäßige, stets kräftige Hydraulik an der Bachsohle (TIMM 1994, TIMM & OHLENFORST 1994). Beide Faktoren schlagen sich in der Zusammensetzung der Biozönose nieder. Am Beispiel der Lutter werden im folgenden zwei Merkmale diskutiert, die für die Zönose von Grundwasserbächen des Tieflandes charakteristisch sind.

a) **Die Quellbacharten:** Der starke Grundwasserzustrom im Ober- und Mittellauf der Lutter bewirkt eine an allen Untersuchungsstellen ausgeprägte Kaltstenothermie. Im gesamten Bachlauf von der Quelle bis zur fünften Untersuchungsstelle liegen grundwassergeprägte Milieubedingungen vor. Aus diesem Grunde wiesen alle Untersuchungsstellen der Lutter Faunenelemente auf, die sonst im Tiefland nur in Quellen und Quellbächen zu finden sind: die Quellbacharten (Tab. 5). Die kaltstenothermen, stenöken Quellbachbewohner treffen in der Lutter also weit über den eigentlichen Quellbach hinaus geeignete Lebensbedingungen an. Manche im Tiefland als Quellbacharten geltende Organismen wie *Hygrobatas fluviatilis*, *Elmis aenea* oder *Silo nigricornis* kamen nahezu an allen Untersuchungsstellen vor. Andere Quellbacharten wie *Eolus angustatus* fanden sich erst unterhalb des Quellbaches, wo sie die für sie geeigneten Choriotoptypen vorfanden; so wurde diese Art als Besiedler steiniger bis kiesiger Substrate (BRAUKMANN 1987) nur an der kiesigen Stelle L-5 gefunden.

b) **Die rheotypischen Arten:** Neben der Kaltstenothermie bewirkt der Grundwasserzustrom auch eine ausgeglichene Wasserführung im Jahresverlauf und gute Strömungsbedingungen an der Bachsohle. Die Lutter wies daher zahlreiche rheotypische Arten auf (Tab. 6). Viele von ihnen (z.B. alle Quellbacharten und die Trichoptere *Odontocerum albicorne*) sind strömungsgebundene Kaltwasserorganismen. Die Lutter beherbergt, im Gegensatz zu den anfangs erwähnten typischen Tieflandbächen, noch zahlreiche Elemente der Rhitralfauna. Wie sich auch am Beispiel der Lutter zeigte, sind die hydrologischen Bedingungen in Tieflandbächen entscheidend für die chemisch-physikalischen Milieufaktoren und die Zusammensetzung der Zoozöosen. Ergänzend zu BRAUKMANN (1987), der Tieflandbäche aufgrund geologisch-chemischer Faktoren unterscheidet, schlägt TIMM (in TIMM & OHLENFORST 1994) vor, auf einer zweiten Ebene die Hydrologie der Bäche zu berücksichtigen.

6.3 Saprobienindices und Gewässergüte

Alle untersuchten Gewässerabschnitte lagen im β -mesosaprobien Bereich mit Saprobienindices von (gerundet) $1,9 \pm 0,2$ bis $2,3 \pm 0,1$. Nach den von der LAWA (1976) formulierten und in der Bundesrepublik einheitlich gehandhabten Definition der Gewässergüteklassen wären die Gewässerabschnitte der Lutter hinsichtlich ihres Gehaltes an biologisch abbaubaren organischen Stoffen als „mäßig belastet“ zu bewerten. Die organischen Substanzen werden von den heterotrophen Organismen als Nahrung genutzt und unter Sauerstoffverbrauch stufenweise abgebaut. Aus diesem Grunde sind die Saprobität und der Sauerstoffhaushalt eines Fließgewässers eng miteinander verknüpft. Die einzelnen Gewässergüteklassen werden daher auch hinsichtlich ihres Sauerstoffhaushalts beschrieben. Nach Definition der LAWA (1976) zeigt der Sauerstoffgehalt bei Güteklasse II „infolge von Abwasserbelastung und Algenentwicklung starke Schwankungen (Defizite und Übersättigungen); er ist jedoch so hoch, daß Fischsterben noch nicht auftreten, d.h. er liegt durchweg über 6mg/l^* “. An der Lutter wurde bei allen Messungen ein Sauerstoffdefizit festgestellt (Tab. 2). Die minimalen Sauerstoffkonzentrationen unterschritten an L-1, L-2 und L-3 den für Güteklasse II angegebenen Mindestwert von 6 mg/l . An der quellnahen Stelle L-1 wurden sogar immer Sauerstoffkonzentrationen $< 3\text{mg/l}$ gemessen.

Die Definition der Güteklassen hebt vor allem auf die Sauerstoffzehrung, bedingt durch biologisch leicht abbaubare Substanzen, ab. Auch für die Güteklasse II wird die Saprobie des Gewässers als der ausschlaggebende Faktor für dessen Sauerstoffhaushalt genannt. Dieser Sachverhalt trifft für die Lutter nicht zu. Die Sauerstoffdefizite sind hier nicht die Folge von sauerstoffzehrenden Vorgängen im Zuge einer Abwasserbelastung oder Algenblüte, sondern vielmehr Ausdruck des starken Grundwasserzustroms. Das CO_2 -reiche Grundwasser ist von Natur aus arm an Sauerstoff. Es strömt über die zahlreichen Limnokrenen im Gewässerbett des Ober- und Mittellaufs dem Bachwasser zu und ist für die Sauerstoffuntersättigung der Lutter ebenso maßgebend wie für den ausgeglichenen Temperaturhaushalt und Abfluß im Jahresverlauf. Das Saprobienystem geht von einem nahezu monokausalen Vorgang aus, es setzt voraus, daß die Saprobie des Fließgewässers der bestimmende Faktor für die Gewässerbeschaffenheit und die Zusammensetzung des Zoobenthos ist. Diese Voraussetzung ist nach MAUCH, KOHMANN & SANZIN (1985) erst ab der Güteklasse III gegeben. Selbst für diese Fälle muß allerdings einschränkend berücksichtigt werden, daß die Ausbildung der aquatischen Biozönose nie ein monokausaler Vorgang ist. Vielmehr ist hier ein breites Spektrum an biotischen und abiotischen Faktoren wie z.B. Strömung, Substrat und Temperatur beteiligt (HEUSS 1986). So zeigte ZIMMERMANN (1961) in seinen Experimenten mit verschieden stark durchströmten Gerinnen, daß bei gleicher organischer Belastung die schnell fließenden Gerinne (Strömung vergleichbar derjenigen von Gebirgsbächen) nach dem Saprobienystem

um eine Saprobitätsstufe günstiger beurteilt werden als die langsam fließenden Gerinne (Strömung vergleichbar derjenigen von Flachlandbächen). Bei gleicher organischer Belastung wird nach dem Saprobienindex ein Gebirgsbach in der Regel besser beurteilt als ein Flachlandbach. ZIMMERMANN (1961) folgert, daß für die Präsenz einzelner Arten demnach die Strömung und nicht der Chemismus der ausschlaggebende Faktor ist. Sein Befund steht im Widerspruch zu der Aussage von MAUCH, KOHMANN & SANZIN (1985), daß ab Güteklasse III die Saprobie des Gewässers der bestimmende Faktor für die Zusammensetzung des Zoobenthos sei.

Auch in BRAUKMANN's (1987) saprobiologischen Analysen unbelasteter Gebirgs-, Berg- und Flachlandbäche zeigen sich deutliche strukturbedingte, strömungs- und substratabhängige Unterschiede in der Zusammensetzung der Indikatorarten des Saprobienindex. Während in den Gebirgs- und Bergbächen die oligosaprobien Lebensformen überwiegen, verschob sich in den Flachlandbächen das Verteilungsmaximum zu den β -mesosaprobien Arten. Allein aufgrund der physiographischen Verschiedenheiten nehmen die berechneten Saprobienindizes vom unbelasteten Gebirgsbach über den Bergbach zum Flachlandbach hin zu (BRAUKMANN 1987). Eine natürliche Zunahme der Saprobie läßt sich auch im Verlauf der Fließstrecke großer Flüsse feststellen. Infolge der natürlichen Eutrophierung und der damit verbundenen Zunahme der Saprobie befindet sich kein größerer Fluß nach längerer Laufzeit mehr im oligosaprobien Zustand, sondern wird stets β -mesosaprob sein (v. TÜMPLING 1960, MAUCH 1986). Die physiographischen Gegebenheiten wirken sich also nicht unerheblich auf den Saprobienindex aus. BRAUKMANN (1987) leitet daher aus seinen Ergebnissen für die drei Bachtypen unterschiedliche „saprobielle Grundzustände“ ab. Danach läßt sich die Belastung eines Fließgewässers mit biologisch abbaubaren organischen Substanzen nur indirekt aus dem Vergleich mit dem „saprobiellen Grundzustand“ ermitteln. Für unbelastete Flachlandbäche gibt BRAUKMANN einen durchschnittlichen Saprobienindex von $1,7 + 0,3$ ($n = 153$) an. Die für die Lutter berechneten Saprobienindizes liegen etwas über dem von BRAUKMANN (l. c.) für unbelastete Flachlandbäche genannten Bereich. Ein Vergleich der Saprobienindizes ist allerdings nur eingeschränkt möglich, da sich der „saprobielle Grundzustand“ auf Flachlandbäche allgemein und nicht spezifisch auf grundwasserbeeinflusste Flachlandbäche bezieht. So lagen die Gebietsmittelwerte der Sauerstoffsättigung bei den von BRAUKMANN (l. c.) untersuchten Flachlandbächen mit 100 % bzw. 120 % deutlich über den an der Lutter gemessenen Sättigungswerten (Tab. 2). Da trotz der schlechteren Sauerstoffversorgung der Lutter die Saprobienindizes nur leicht über dem Bereich des saprobiellen Grundzustands von Flachlandbächen liegen, kann angenommen werden, daß die Lutter organisch unbelastet ist. Die berechneten Saprobienindizes von (gerundet) $1,9 \pm 0,2$ bis $2,3 \pm 0,1$ liegen daher höchstwahrscheinlich im Bereich des natürlichen „saprobiellen Grundzustands“ eines stark grundwasser-geprägten Flachlandbachs. Danach müßte der Lutter die Güteklasse I und nicht die Güteklasse II zugeordnet werden. Am Beispiel der Lutter zeigt sich, daß die Schematisierung ökologischer Verhältnisse, wie sie auch im Fall des Saprobienindex vorgenommen wurde, die Gefahr mit sich bringt, den Gesamtzustand des Ökosystems aus den Augen zu verlieren. Für die Begutachtung des ökologischen Zustands, wie beispielsweise der organischen Belastung eines Gewässers, ist immer die Betrachtung des Gesamtzustandes erforderlich. Die anschließende Bewertung muß sich nach dem Grad der Abweichung vom Naturzustand richten (BRAUKMANN 1987; FRIEDRICH 1992).

6.4 Synthese

Ein Vergleich ausgewählter Parameter an den Probestellen L-1 bis L-5 zeigt, daß sich die z. T. deutlichen gewässerphysikalischen Unterschiede kaum in den limnochemischen, vegetationskundlichen und limnozoologischen Daten niederschlagen (Tab. 7). Während Sauerstoffsättigungen und Abflusssmengen im Quellbereich (L-1) die weitaus niedrigsten Werte aufweisen, weichen die mittleren Fließgeschwindigkeiten an L-2 und L-3 sowie die maximalen sommerlichen Wassertemperaturen an L-5 jeweils von den übrigen Werten ab. Diese Unterschiede werden durch den Einfluß der Limnokrenen im gesamten Gewässerlauf weitgehend nivelliert: wasserchemische Werte, Vegetation und Zusammensetzung des Makrozoobenthos (v. a. der relative Anteil von quellbewohnenden und rheotypischen Arten und Individuen) sind über die gesamte Untersuchungsstrecke so homogen verteilt, daß Unterschiede in Bezug auf die Trophiestufe und den Saprobienindex kaum erkennbar sind. Als dominierender ökologischer Faktor dieses ausgeprägten Grundwasserbaches wird

Tab. 7: Vergleichende Daten zu Hydrophysik und -chemie sowie Vegetation, Makrozoobenthos und Gewässergüte an den 5 Probestellen L-1 bis L-5 der Lutter; n. n. = nicht nachweisbar.

	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5
durchschnittliche mittlere Fließgeschw. [m/s]	0,24	0,11	0,09	0,24	0,25
Abfluß [l/s]	28 - 63	248 - 408	326 - 641	526 - 972	147 - 324
sommerliche Wassertemperaturen [°C]	10,1 - 12,4	11,5 - 13,1	11,2 - 13,4	11,2 - 14,2	11,2 - 15,7
O ₂ -Sättigung [%]	22 - 26	41 - 98	52 - 84	62 - 96	61 - 93
maximale Konz. Ammonium-N [mg/l]	n.n.	n.n.	n.n.	0,04	0,03
maximale Konz. Nitrat-N [mg/l]	4,1	3,9	4,8	4,6	4,6
maximale Konz. o-Phosphat-P [µg/l]	6	9	6	16	4
Vegetationstyp	C	C	C	(A)B(C)	B - C
kennzeichnende Pflanzenarten	<i>Sium erectum</i> <i>Lemna trisulca</i>	<i>Sium erectum</i> <i>Lemna trisulca</i>	<i>Sium erectum</i> <i>Lemna trisulca</i>	<i>Sium erectum</i> <i>Nasturtium</i> <i>J. subnodulosus</i>	<i>Sium erectum</i>
Makrozoobenthos					
Quellarten					
rel. Artenzahl [%]	21	16	11	13	13
rel. Abundanz [%]	19	12	13	13	18
rheotypische Arten					
rel. Artenzahl [%]	58	34	36	43	49
rel. Abundanz [%]	50	28	40	43	48
Saprobienindex	1,87 ± 0,24	2,27 ± 0,09	2,04 ± 0,06	1,99 ± 0,15	2,09 ± 0,13
Gewässergüteklasse	II	II	II	II	II

damit der mehrfache Austritt von sauerstoffarmem, sommerkühlem „Quellwasser“ sichtbar – auch wenn auf kleinem und kleinstem Raum die gewässermorphologischen und -physikalischen Unterschiede dennoch eine ungleiche Verteilung des Sohlsensubstrates, der Vegetation und vor allem der limnischen Fauna bedingen.

Danksagung: Wir danken Frau Dr. Ellen Kiel (Hochschule Vechta) für die kritische Durchsicht des Manuskriptes und dem Badischen Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V. für die Bereitstellung eines Stipendiums aus dem Prof.-Friedrich-Kiefer-Fonds zur teilweisen Deckung der Fahrtkosten.

Schrifttum

- Bayr. Landesamt für Wasserwirtschaft (1990): 1. Ergänzungslieferung zum Informationsband 2/88: Bestimmungsschlüssel für die Saprobier-DIN-Arten (Makroorganismen). – Informationsberichte BLW 2/88, Lose-Blatt-Sammlung, München.
- BISS, R. & PALM, K. (1990): Das Taubergießeengebiet – Besiedlung eines vielfältigen Gewässersystems. – In: Biologie des Rheins. Limnologie Aktuell 1: 425–434, Stuttgart/New York (Fischer).
- BÖTTGER, K. (1986): Zur Bewertung der Fließgewässer aus der Sicht der Biologie und des Naturschutzes. – Landschaft und Stadt 18 (2): 77–82.
- BRAUKMANN, U. (1984): Biologischer Beitrag zu einer allgemeinen Bachtypologie. – Diss. Justus-Liebig-Universität, Gießen.
- BRAUKMANN, U. (1987): Zooökologische und saprobiologische Beiträge zu einer allgemeinen regionalen Bachtypologie. – Arch. f. Hydrobiol. Beiheft 26, 1–355.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. – 3. Aufl., Wien/New York (Springer).
- BREHM, J. & MEIJERING, M.P.D. (1982): Fließgewässerkunde. – Heidelberg (Quelle & Meyer).
- CARBIENER, R. & ORTSCHKEIT, A. (1987): Wasserpflanzengesellschaften als Hilfe zur Qualitätsüberwachung eines der größten Grundwasser - Vorkommens Europas (Oberheinebene). – In: MIYAWAKI, A., et al. (eds.): Vegetation Ecology and Creation of New Environments. – Proceed. Intern. Symp., Tokyo – Yokohama: 283–312.
- CARBIENER, R. & SCHAAL, J. (1972): Excursion dans le Ried Centre-Alsace, zone Nord. – Bull. Soc. Hist. Nat. Colmar 53: 12–24.
- CARBIENER, R. (1977): Etude d'une séquence phytosociologique de végétaux supérieurs bioindicateurs d'eutrophisation progressive dans les cours d'eaux phréatiques du „Ried d'Alsace“. – Comm. Congr. Limnologie, Metz.
- CARBIENER, R. (1984): Le grand ried Central d'Alsace: Ecologie et évolution d'une zone humide d'origine fluviale rhénane. – Bull. Ecol. 14: 249–277.
- CARBIENER, R., et al. (1990): Aquatic macrophyte communities as bioindicators of eutrophication in calcareous oligosaprobe stream waters (Upper Rhine plain, Alsace). – Vegetatio 86: 71–88.
- DEV (Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlamm-Untersuchung) (1990): Physikalische, chemische, biologische und bakteriologische Verfahren Bd. I–IV. – Lose-Blatt-Sammlung, 31. Lfg., Weinheim (VCH Verlagsgesellschaft).
- EKMAN, S. (1911): Neue Apparate zur qualitativen und quantitativen Untersuchung der Bodenfauna der Binnenseen. – Int. Rev. ges. Hydrobiol. 3: 553–561.
- ENGELMANN, H.-D. (1978): Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. – Pedobiologia 18: 378–380.
- FRIEDRICH, G. (1992): Ökologische Bewertung von Fließgewässern – eine unlösbare Aufgabe? – In: Ökologische Bewertung von Fließgewässern. – Limnologie Aktuell 3: 1–7, Stuttgart/New York (Fischer).
- GELLER, W. (1970): Beitrag zur Hydrografie der Fließgewässer des Taubergießeengebietes (Oberrheinebene) sowie zur Ökologie der dort lebenden *Gammarus*-Arten. – Zulassungsarbeit für das Lehramt an höheren Schulen, Universität Freiburg.
- HEUSS, K. (1986): Die Verfahren der biologischen Gewässerbeurteilung und ihre Auswertung. – In: Bewertung der Gewässerqualität und Gewässergüteanforderungen. – Bayerische Landesanstalt für Wasserforschung, München (Oldenbourg).

- ILLIES, J. (1961): Versuch einer allgemeinen biozönotischen Gliederung der Fließgewässer. – Int. Revue es. Hydrobiol. 46 (2): 205–213.
- ILLIES, J. (1978): Limnofauna Europaea. Eine Zusammenstellung aller die europäischen Binnengewässer bewohnenden mehrzelligen Tierarten mit Angaben über ihre Verbreitung und Ökologie. – 2. Aufl.; Stuttgart/New York (Fischer).
- KLEIN, J.-P. (1988): Approche phytosociologique du fonctionnement hydrologique de deux rivières phréatiques de la plaine d'Alsace: La Lutter et le Bronnenwasser. – Diplôme d'études approfondies, Université Louis Pasteur Strasbourg.
- KLEIN, J.-P. & CARBIENER, R. (1988): Effets du crues de l'Ill sur les phytocénoses aquatiques de deux rivières phréatiques du secteur de Benfeld et d'Erstein: La Lutter et le Bronnenwasser. Intérêt des plantes aquatiques comme bioindicateurs d'eutrophisation. – Bull. Assoc. Philom. d'Alsace et de Lorraine, Tome 25.
- KOHLER, A. (1971): Zur Ökologie submerser Gefäß-Makrophyten in Fließgewässern. – Ber. Dtsch. Bot. Ges. 84 (11): 713–720.
- KOHLER, A. (1982): Wasserpflanzen als Belastungsindikatoren. – Decheniana-Beihefte 26: 31–42.
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, 1976): Die Gewässergütekarte der Bundesrepublik Deutschland. – Mainz, 16 S.
- MAUCH, E., KOHMANN, F. & SANZIN, W. (1985): Biologische Gewässeranalyse in Bayern. – Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft 1/85, 254 S.; München.
- MAUCH, E. (1986): Biologische Gewässeranalyse und Auswertung auf der Basis des Saprobien-systems. – In: Bewertung der Gewässerqualität und Gewässergüteanforderungen. – Bayerische Landesanstalt für Wasserforschung; München (Oldenbourg).
- MEIJERING, M. P. D. (1971): Die *Gammarus*-Fauna der Schlitzlerländer Fließgewässer. – Arch. Hydrobiol. 68 (4): 575–608.
- MEIJERING, M. P. D. & PIEPER, H. G. (1982): Die Indikatorbedeutung der Gattung *Gammarus* in Fließgewässern. – Decheniana Beih. 26: 111–113.
- OTTO, A. & BRAUKMANN, U. (1983): Gewässertypologie im ländlichen Raum. – Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft 288: 1–61, Münster (Landwirtschaftsverlag).
- SCHWOERBEL, J. (1986): Methoden der Hydrobiologie, Süßwasserbiologie. – 3. Aufl.; 301 S., Stuttgart/New York (Fischer).
- TIMM, T. & SOMMERHÄUSER, M. (1993): Bachtypen im Naturraum Niederrheinische Sandplatten – Ein Beitrag zur Typologie der Fließgewässer des Tieflandes. – Limnologica 23 (4): 381–394.
- TIMM, T. (1994): Neuer Ansatz zu einer Typisierung der Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes. – Niedersächsische Naturschutz-Akademie 6: 1–18.
- TIMM, T. & OHLENFORST, H. (1994): Der grundwassergeprägte Tieflandbach. – Limnologica 24 (3): 213–222.
- TÜMPLING, W. (1960): Probleme, Methoden und Ergebnisse biologischer Güteuntersuchungen an Vorflutern, dargestellt am Beispiel der Werra. – Int. Revue ges. Hydrobiol. 45.
- ZIMMERMANN, P. (1961): Experimentelle Untersuchungen über die ökologische Wirkung der Strömungsgeschwindigkeit auf die Lebensgemeinschaften des fließenden Wassers. – Schweiz. Z. Hydrol. 23: 1–81.

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	1	107–121	1998	Freiburg im Breisgau 22. Mai 1998
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Botanische Neufunde und Wiederfunde aus Baden-Württemberg und dem Elsaß mit Bemerkungen zur Nachweisdauer einiger seltener Ruderal- und Segetalpflanzen

von

GEROLD HÜGIN & HEIDE HÜGIN, Denzlingen *

Unter dem Einfluß intensivierter Bewirtschaftung und veränderter Wirtschaftsmethoden ist die Flora Mitteleuropas einem zunehmend starken Wandel unterworfen; zahlreiche Farn- und Blütenpflanzen sind selten geworden oder ausgestorben, andere konnten dagegen erst unter den veränderten Bedingungen Fuß fassen oder sich ausbreiten. Ausmaß und Verlauf dieses Florenwandels sind jedoch häufig nicht genau bekannt. Denn eine kontinuierliche und flächendeckend floristische Erforschung konnte bis jetzt nicht erreicht werden. So wird der Florenwandel immer noch durch Kenntnislücken verschleiert.

Einige Beobachtungen aus den letzten Jahren können vielleicht – obwohl auch sie in der Regel Zufallsbeobachtungen sind und nicht das Ergebnis gezielter Untersuchungen – dazu beitragen, das Areal mancher Arten und u.U. auch eventuelle Arealänderungen besser zu verstehen. Wir beschränken uns dabei hauptsächlich auf Neufunde und Bestätigungen seltener Arten.

Bei der Auswertung von Neufunden sollte stets bedacht werden, daß sie häufig keine Aussage über Arealänderungen zulassen. Viele der hier mitgeteilten Neufunde betreffen bestimmungs- und kartierungskritische Arten bzw. solche, deren Hauptentwicklungszeit nicht in die „Exkursionsaison“ fällt, oder sie stammen von Wuchsorten, die „traditionell“ unterkartiert sind. Mit diesen Neufunden werden also in erster Linie Beobachtungslücken geschlossen. Ob die Zunahme an Beobachtungsdaten nicht nur das zunehmende Interesse an bestimmten Arten widerspiegelt, sondern zugleich eine tatsächliche Arealerweiterung, läßt sich lediglich dort nachweisen, wo bereits früher systematisch nach den fraglichen Arten gefahndet wurde und somit einigermaßen zuverlässige „Negativnachweise“ vorliegen; das ist nur selten der Fall.

* Anschrift der Verfasser: Dr. G. HÜGIN, H. HÜGIN, Kandelstr. 8, D-79211 Denzlingen

Wissenschaftliche Pflanzennamen: nach Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland (Floristische Rundbriefe, Beiheft 3; 1993)

Abkürzungen: Fhf. = Friedhof, Bhf. = Bahnhof

Herbarienkürzel: B = Berlin, BAS = Basel, BASBG = Basel, Botanische Gesellschaft, BNL = Bonn-Bad Godesberg, FBMN = Freiburg, Naturkundemuseum, FR = Frankfurt, G = Genf, GOET = Göttingen, HBG = Hamburg, JE = Jena, KA = Karlsruhe, M = München, STR = Strasbourg, STU = Stuttgart, Z = Zürich

Amaranthus graecizans

- 7710/2 Sélestat, Fhf.; Dépt. Bas-Rhin (1997)
- 7812/1 Forchheim, Schrebergarten (1992)
- 7911/3 Neuf-Brisach, Fhf.; Dépt. Haut-Rhin (1995)
- 7912/3 Tuniberg zwischen Niederrimsingen und Merdingen, Reben (1993)

Anthriscus caucalis

- 7215/1 Baden-Baden, Bhf. (1993; vielleicht nur ephemerophytisch)
- 7911/3 Breisach (1986/97), schon seit SPENNER (1829:660) bekannt
- 8012/3 Biengen (1993/96)
Im Nachbarort Hausen a. d. Möhlin (8012/1) von Schildknecht gefunden (BARY 1865:25).
- 8111/3 Neuenburg (1967), leg. G. Hügin sen.
Von hier liegen Nachweise aus dem letzten Jahrhundert vor (LANG 1843:156; Z 1864, G/Z 1868).
- 8413/2 Bad Säckingen, Bhf. (1993; vielleicht nur ephemerophytisch)

Calendula arvensis

- 8311/1 Efringen (1992/97)
Als einziger aktueller Fundort galt bis jetzt Istein.
- 8411/2 Grenzach, leg. G. Hügin sen. (Ende 1950er oder Anfang 1960er Jahre)
BINZ (1922:279) weist auf ein nahegelegenes, angesalbtres Vorkommen hin.

Chaerophyllum bulbosum

- 7912/2 Nimberg bei Hugstetten (1993)
In der Nähe schon von SCHILL (1878:404) mitgeteilt (Holzhausen).
- 8012/3 Schlatter Berg bei Bad Krozingen (1992)

Chenopodium vulvaria

- 8108/4 Thann, Bhf.; Dépt. Haut-Rhin (1997)

Conyza albida

- 7314/3 Achern, Bhf. (1993)
- 7412/2 Kehl, Bhf. (1996)
- 8011/4 Tunsel (1992/97; det. G. Wagenitz, Göttingen)

C. albida wird häufig nicht von *C. bonariensis* unterschieden (Unterscheidungsmerkmale und Fragen der Nomenklatur diskutiert z.B. WAGENITZ 1965a: 102, 1979: 350). Nach den – allerdings erst wenigen – Beobachtungen tritt *C. albida* in der südlichen und mittleren Oberrheinebene häufiger und beständiger auf als *C. bonariensis*. Ein 1990 in Freiburg (7913/3) beobachtetes *C. bonariensis*-Vorkommen (confirm. G. Wagenitz) konnte später nicht mehr bestätigt werden.

Coronopus didymus

6519/2	Eberbach, Fhf. (1997)	7413/1	Legelshurst, Fhf. (1994)
6818/3	Münzesheim, Fhf. (1997)	7714/1	Welschensteinach, Fhf. (1996)
7017/4	Ersingen, Fhf. (1995)	" /2	Hausach, Fhf. (1995)
7020/1	Sachsenheim, Fhf. (1997)	7716/1	Schiltach, Fhf. (1995)
" /2	Bietigheim, Fhf. (1997)	7912/2	Nimburg, Fhf. (1995)
" /4	Bissingen, Fhf. (1997)	8120/4	Nesselwangen, Fhf. (1996)
	In 7020/2 + 4 bereits in den 50er und 60er Jahren beobachtet (SEBALD 1990:314)	8220/2	Sipplingen, Fhf. (1996)
		" /4	Dingelsdorf, Fhf. (1996)
7117/1	Gräfenhausen, Fhf. (1995)	8221/3	Litzelstetten, Fhf. (1996)
7119/1	Mönsheim, Fhf. (1997)	8320/2	Wollmatingen, Fhf. (1996)

KORNECK et al. (1996: 40) zählen *Coronopus didymus* nach wie vor zu den Arten, bei denen abzuwarten bleibt, ob sie sich einbürgern werden. Diese Beurteilung mag aus nord- und mitteldeutscher Sicht begründet sein; in Südwestdeutschland ist der Status angesichts der zahlreichen Nachweise aus vielen Landesteilen – z.T. seit Jahrzehnten dokumentiert – nicht mehr zweifelhaft (vgl. auch die Liste der Arten mit langer Nachweisdauer).

Coronopus squamatus

7512/1	Plobsheim, Fhf.; Dépt. Bas-Rhin (1997)
" /3	Nordhouse, Fhf.; Dépt. Bas-Rhin (1997)
7711/2	Sundhouse, Fhf.; Dépt. Bas-Rhin (1997)
" /4	Richtolsheim, Fhf.; Dépt. Bas-Rhin (1997)

Vielleicht sind die Kieswege der Friedhöfe geeignete Refugien, nachdem die Hauptwuchsorte durch die „Dorfverschönerung“ zerstört sind.

Corrigiola livoralis

7413/3	Sandbank an der Kinzig bei Willstätt (1993)
--------	---

Corrigiola besiedelt vor allem Sand- und Kiesbänke der Gebirgsflüsse (zahlreiche Nachweise, meist aus dem letzten Jahrhundert, von Wiese, Elz, Kinzig, Murg, Alb; heute z.B. noch regelmäßig an der Ill). Sekundärbiotope sind Äcker, wobei nährstoffreiche Böden keineswegs gemieden werden (z.B. Vorkommen auf Maisäckern). Der Fund an der Kinzig ist kein Zufallsfund, sondern das Ergebnis systematischen Absuchens einer einzigen Sandbank, die als Wuchsort geeignet erschienen war.

Crepis pulchra

8111/2	Heitersheim, Bhf. (1992)
--------	--------------------------

Draba muralis (Abb.1)

Draba muralis ist schwerpunktmäßig eine Eisenbahn-pflanze, die gebietsweise über Kilometer die Bahnlagen säumt. Eine systematische Kartierung liegt bis jetzt nicht vor.

Euphorbia subgen. *Chamaesyce* (= *Chamaesyce*)

Die folgenden *Euphorbia*-Arten wurden bisher kaum beachtet; sie kommen hauptsächlich auf Friedhöfen vor (Kieswege, Pflaster- und Plattenfugen, Torfbeete). Die Angaben sind Ergänzungen zu den bereits publizierten Daten (HÜGIN & HÜGIN 1995: 52).

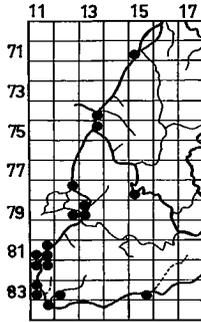


Abb. 1:
Draba muralis

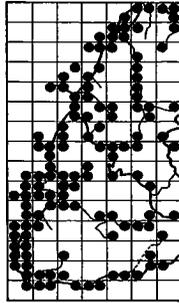


Abb. 2:
Saxifraga tridactylites

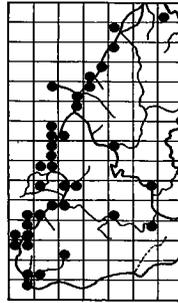


Abb. 3:
Senecio inaequidens

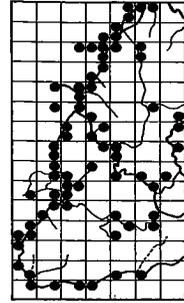


Abb. 4:
Senecio vernalis

Abb. 1–4: In die Karten ist das Eisenbahnnetz eingetragen; außer den eigenen Beobachtungen sind die Daten aus der Flora von Baden-Württemberg dargestellt (BÖHLING 1996: 215, SEBALD 1990a: 270; 1992: 260, SEYBOLD 1996: 195); berücksichtigt sind nur Funde seit 1970.

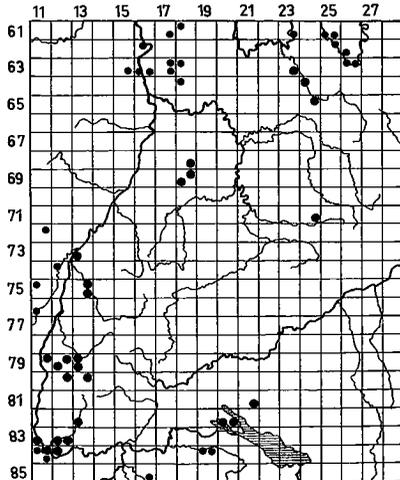


Abb. 5: *Euphorbia humifusa*

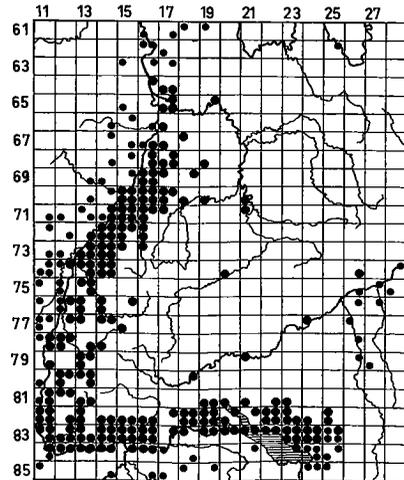


Abb. 6: *Euphorbia maculata*

Abb. 5 u. 6: Die eigenen Beobachtungen wurden ergänzt durch: BRODTBECK et al. (1998), DEMUTH (1992: 90, 92), DÖRR (1995: 78), MEIEROTT & WIRTH (1982: 116), WAGNER (1994: 57), ferner durch Daten aus den Herbarien JE und des Naturwissenschaftlichen Vereins Darmstadt sowie durch Beobachtungen von T. Breunig, A. Frisch, F. Geissert, U. Koch, A. König, W. Lang, J. Mazomeit und W. Schnedler. Berücksichtigt sind nur Funde seit 1970, die meisten stammen aus den 90er Jahren. Funde in den an Baden-Württemberg angrenzenden Gebieten sind durch einen kleineren Punkt gekennzeichnet. Vor allem außerhalb des Rhein- und Donautals, des Schwarzwaldes und des (deutschen) Bodenseegebietes bestehen nach wie vor große Kartierungslücken.

Von den relativ häufigen Arten *E. humifusa* und *E. maculata* sind alle bisher bekannten Fundorte in Abb. 5 und 6 dargestellt.

Euphorbia nutans Lag.

- 7913/2 Waldkirch, Bhf. (1993/95)
8315/3 Waldshut, Bhf. (1995); schon F. Schuhwerk 1972 (M)
8412/2 Rheinfeld, Bhf. (1995)

E. nutans kommt in Mitteleuropa nahezu ausschließlich auf Bahngelände vor.

Euphorbia prostrata Aiton

- 7911/4 Ihringen, Fhf. (1995/97); vgl. GROLL (1995) als *E. chamaesyce*
7913/3 Freiburg, Pflasterfugen; leg. A. Bogenrieder (1996)!!
8018/2 Möhringen, Fhf.; 670 m ü.NN. (1996) bemerkenswert hoch gelegenes Vorkommen
8220/2 Sipplingen, Fhf. (1996)

Euphorbia serpens Kunth

- 6919/1 Kürnbach, Fhf. (1997)
8012/3 Norsingen, bekieste Hofeinfahrt; leg. U. Koch (1996)!!

Fumaria schleicheri

- 7719/4 Burgfelden (1994)
7720/4 Freudenweiler (1994)
7919/3 Nendingen, Fhf. (1996)
8017/4 Geisingen, Fhf. (1996)
8116/2 Mundelfingen, Fhf. (1996)
8316/1 Degernau, Fhf. (1996)

F. schleicheri ist wohl weiter verbreitet als bisher angenommen; sie hat allerdings nur noch wenige Wuchsorte mit optimalen Entfaltungsmöglichkeiten (z.B. Brachen, Randbereiche von Hausgärten). Auf Friedhöfen fallen die meisten Pflanzen bereits dem Frühjahrsputz zum Opfer. Die Friedhofsvorkommen konnten wir nachweisen, indem wir *Fumaria*-Keimlinge bzw. -Jungpflanzen im zeitigen Frühjahr in Kultur genommen haben.

Gnaphalium luteoalbum

- 8012/3 Biengen, Stoppelfeld (1992)

Hyoscyamus niger

- 8012/3 Biengen (1992)

Wahrscheinlich dauerhaftes Vorkommen; am selben Fundort weitere Dauervorkommen kurzlebiger Nitrophyten (z.B. *Anthriscus caucalis*).

Leontodon taraxacoides

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 6818/4 Zaisenhausen (1997) | 8218/2 Weiterdingen (1996) |
| 7613/3 Lahr (1995) | 8311/4 Lörrach (1992) |
| 7913/2 Waldkirch (1995) | 8312/3 Haagen (1996) |
| 7922/3 Hohentengen (1997) | 8316/4 Griesßen (1996) |
| 8023/3 Altshausen (1996) | 8319/2 Horn (1996) |
| 8119/1 Eigeltingen (1996) | 8321/2 Meersburg (1991) |
| | 8411/2 Weil (1994) |

Wie andernorts (vgl. z.B. LUDWIG 1997) fehlt auch in Baden-Württemberg die Grundlage zur Beurteilung der Verbreitung (und möglicher Arealänderungen) von *Leontodon taraxacoides*. Schon die wenigen Ergänzungspunkte zur Flora Baden-Württembergs, meist nur ein „Nebenprodukt“ unserer Suche nach friedhofsspezifischen Pflanzen, verdeutlichen, daß die bisherige Häufung der Nachweise im mittleren Neckarland und im Breisgau wohl weniger die Verbreitungsschwerpunkte innerhalb Baden-Württembergs widerspiegelt (WÖRZ 1996: 318), sondern eher zeigt, wo die wenigen Botaniker, die auf diese Art achten, schwerpunktmäßig botanisieren (etwa 75% der bisher publizierten Daten stammen von 6 Botanikern). Unter diesen Umständen ist es nicht gerechtfertigt, von einer „allmählichen Ausbreitung“ zu sprechen; richtig dürfte sein: Art und Wuchsort (vor allem Scherrasen) werden zunehmend beachtet.

Lotus glaber

8111/2 Buggingen, Kaliberg (1997)

Der Artrang ist umstritten; die Sippe wird z.T. als Unterart oder Varietät eingestuft.

Lythrum hyssopifolia

7913/1 Sexau-Lörch, Rand eines Maisackers (1996)

Aus der näheren Umgebung von SPENNER (1829: 789) und NEUBERGER (1912: 178) genannt.

8311/4 Fisingen, Stoppelfeld (1983)

Medicago arabica

7514/2 Oppenau, Bhf. (1995)

7612/2 Ottenheim, Parkrasen (1992)

8111/3 Neuenburg, Reben (1997)

8312/4 Schopfheim, Bhf. (1993)

Die Beurteilung für das Elsaß: „paraît en voie de naturalisation“ (ISSLER et al. 1982: 219) ist auch für Baden-Württemberg zutreffend.

Oxalis dillenii

6617/1 Brühl, Fhf. (1996)

6818/3 Gochsheim, Fhf. (1997)

6917/1 Weingarten, Fhf. (1996)

6918/3 Bretten, Fhf. (1997)

7016/1 Rüppurr, Fhf. (1995)

7017/1 Stupferich (1995)

7115/4 Kuppenheim, Fhf. (1994)

7412/2 Kehl, Fhf. (1994)

7413/1 Bodersweier, Kork,
Fhf. (1996)

7414/3 Oberkirch, Fhf. (1994)

7420/3 Tübingen, Botanischer
Garten (1997)

7514/2 Oppenau, Bhf. (1995)

7812/1 Weisweil (1992)

” /2 Kenzingen, Fhf. (1992)

7912/1 Bötzingen, Fhf. (1994)

8118/4 Anseltingen, Fhf. (1996)

8211/1 Schliengen, Fhf. (1994)

8216/4 Stühlingen, Fhf. (1994)

8222/3 Markdorf, Fhf. (1996)

8312/3 Haagen, Steinen, Fhf. (1996)

” /4 Höllstein, Schopfheim,
Fhf. (1996/94)

8313/1 Hausen, Fhf. (1994)

8315/4 Tiengen, Fhf. (1994)

8411/2 Weil, Fhf. (1994)

8412/2 Rheinfeldern, Fhf. (1994)

8416/2 Hohentengen, Fhf. (1995)

Die auffälligen Lücken im mittleren Oberrhein- und im Hochrheintal (vgl. DEMUTH 1992a: 197) haben sich als Artefakte erwiesen. Für den badischen Landes- teil geben die bisherige Nachweiskarte und die oben angeführten Ergänzungen wohl ein ungefähres Bild der Verbreitung: Die Art weist (noch) keine lückenlose Verbreitung auf. Dagegen ist die nahe verwandte *Oxalis corniculata* eine der häufig- sten Friedhofspflanzen und – im Gegensatz zu den bisherigen Darstellungen (vgl. auch SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990, LANG & WOLFF 1993) – in ganz Süd- deutschland nahezu flächendeckend verbreitet.

Panicum miliaceum L. subsp. *agricolum* H. Scholz & Mikoláš
7613/1 Oberschopfheim (1997; confirm. H. Scholz, Berlin)
7812/2 Hecklingen (1997; confirm. H. Scholz)

Diese Unterart (vgl. SCHOLZ & MIKOLÁŠ 1991) war in Baden-Württemberg bis- her nicht nachgewiesen. In Maisfeldern der Oberrheinebene ist sie eingebürgert, wie auch die anderen Sippen des *P. miliaceum* (*P. miliaceum* subsp. *agricolum*, *P. miliaceum* subsp. *miliaceum*)

Parietaria judaica
8312/3 Lörrach, Güterbahnhof (1994)

Auch außerhalb des archäophytischen Areals tritt die Art gelegentlich auf und kann stabile Populationen aufbauen.

Rumex pulcher
8111/3 Neuenburg (1996/97)

Bestätigung des alten Fundortes (LANG 1843: 163), wo die Pflanze seit Anfang des Jahrhunderts nicht mehr gefunden worden war.

Saxifraga tridactylites (Abb. 2)

Eine Ausbreitung entlang der Bahnlinien, worüber aus anderen Regionen Mittel- europas in den letzten Jahren wiederholt berichtet wurde (HUBER 1992: 96, LANDOLT 1993: 658, LUDWIG 1996), ist in Südwestdeutschland schon viel weiter fortgeschritten als beispielsweise die Nachweiskarte in SEBALD (1992: 260) erkennen läßt. Fast alle Bahnlinien waren zu Beginn der 90er Jahre bereits besiedelt (vgl. Abb. 2); auch die verbliebenen Lücken dürften eher Kartierungs- als Verbreitungs- lücken sein.

Senecio inaequidens (Abb. 3)

Dieser Neophyt aus Südafrika breitet sich hauptsächlich entlang von Autobahnen und Bahnlinien aus. Massenbestände sind zur Blütezeit nicht zu übersehen; schwie- riger zu erfassen sind jedoch Vorkommen auf Werksgelände und der Beginn der Besiedlung (vereinzelt bereits bis in hohe Schwarzwaldlagen).

Senecio vernalis (Abb. 4)

In Baden-Württemberg war diese aus kontinentalen Regionen stammende Pflanze zunächst auf Sandgebiete beschränkt. Wann die erneute Arealexpan- sion stattfand, ist nicht bekannt. Als Anfang der 90er Jahre Kontrollen auf Bahnanlagen durchgeführt wurden, war schon fast das gesamte Eisenbahnnetz von der Rhein- ebene bis in mittlere (hohe) Schwarzwaldlagen ± dicht besiedelt.

Setaria faberi

7412/2 Strasbourg, Hafen; Dépt. Bas-Rhin (1996)

7611/2 Matzenheim, Maisacker; Dépt. Bas-Rhin (1997)

Einschleppung und Einbürgerung dieser „Unkrauthirse“ scheinen in der Ober-reinebene später erfolgt zu sein als in anderen Wärmegebieten Mitteleuropas (vgl. z.B. MELZER 1984: 198ff.); die beiden Zufallsfunde geben sicher nicht den Stand der Verbreitung wieder.

Sisymbrium orientale

7513/4 Schloß Ortenberg, Reben (1993/97)

Tribulus terrestris L.

8315/3 Waldshut, Bhf. (1995)

Vitales Vorkommen, das sich aber wohl infolge der Nutzungsänderung nicht halten wird (Abbau der Gleise im Güterbahnhof).

Veronica cymbalaria Bodard

7913/3 Freiburg, Güterbahnhof 1994 (confirm. M. A. Fischer, Wien)

8219/4 Radolfzell, Bhf. 1995 (confirm. M. A. Fischer)

In Mitteleuropa gab es bis jetzt nur einen Nachweis aus dem Hafen von Mannheim (ZIMMERMANN 1907: 107). Eine Einbürgerung erscheint auch nördlich der Alpen nicht ausgeschlossen, da Gleisschotter für diesen mediterranen Mauerfugenbesiedler geeignete Sonderstandorte abgeben.

Veronica peregrina

6519/2, 6618/2, 6819/2, 6917/1, 6918/3, 6919/1, 7019/1,3, 7118/3,4, 7416/3, 7426/4, 7515/3, 7516/2, 7712/2, 7716/3, 7722/4, 7811/4, 7812/3, 7819/3, 7822/4, 7912/3, 7918/3, 7919/3, 7921/1,2, 7922/3, 8016/4, 8017/3,4, 8018/2, 8020/2, 8023/3, 8111/2, 8115/1, 8116/4, 8118/1,4, 8121/1,4, 8122/2,3,4, 8123/3,4, 8125/1, 8126/3, 8211/3, 8213/1, 8215/4, 8216/1,2, 8218/1, 8224/2, 8225/2,4, 8311/3, 8316/1,2,3,4, 8413/1

Die tatsächlichen Verbreitungslücken innerhalb Baden-Württembergs (vgl. PHILIPPI 1996: 310) werden sich erst beurteilen lassen, wenn die Hauptwuchsorte: Friedhöfe, Gärten, Gärtnereien und Bahnhöfe, auch im Frühjahr, zur Hauptentwicklungszeit dieser vor allem winterannuellen Art, kartiert sein werden.

Veronica serpyllifolia subsp. *humifusa*

8114/1 Feldberg (1992; confirm. M. A. Fischer, Wien)

Schon Vulpius hatte auf die Sippe hingewiesen (in SCHILL 1878: 401 als *V. serpyllifolia* var. *borealis* Laestadius: „zwischen der Todtnauerhütte und dem Feldbergturm“).

Liste seltener Ruderal- und Segetalpflanzen mit langer Nachweisdauer

Ein drastischer Rückgang vieler Pflanzenarten ist unübersehbar, und eine Verlustliste würde nicht nur den Rahmen dieser Arbeit, sondern wohl des ganzen Heftes sprengen. Doch zeigt die Bestätigung mancher alter Fundstelle nach langen Jahren

des „Verschollenseins“, daß sogar einige schon immer seltene Arten sich trotz intensiver Bewirtschaftung und veränderter Bewirtschaftungsmethoden bis heute gehalten haben. Grund für das Verschollensein war wohl lediglich die Tatsache, daß es immer noch Gebiete gibt, die botanisch weniger gut erforscht sind als vor 100 Jahren.

Von einigen (relativ) seltenen Ruderal- und Segetalpflanzen wird in der folgenden Liste eine Auswahl an Beispielen dafür genannt, daß an derselben Stelle bzw. im selben Gebiet vor vielen Jahrzehnten, z.T. bereits vor fast 200 Jahren Nachweise vorlagen. (Durch systematische Herbarienauswertung ließe sich bestimmt noch manches ältere Funddatum ermitteln.)

Eine kontinuierliche Besiedelung ist damit nicht unbedingt nachgewiesen; denn gerade bei Ruderal- und Segetalpflanzen können wiederholte Neueinschleppungen nicht ausgeschlossen werden. Die Fülle der Beispiele zeigt aber, daß es auch bei synanthropen Pflanzen nicht gerechtfertigt ist, grundsätzlich von Seltenheit auf Unbeständigkeit zu schließen.

		Ältester Nachweis	Jüngster Nachweis	Nachweis- dauer
<i>Amaranthus albus</i>				
	Mannheim	1884 ¹	1996	112
8111/4	Müllheim	1906 ²	1995	89
<i>Amaranthus blitoides</i>				
	Mannheim	1906 ¹	1996	90
<i>Amaranthus graecizans</i>				
7811/4	Sasbach	1843 ³	1997	154
7911/2	Achkarren	1862 ⁴	1983	121
8311/3	Village-Neuf	1918 ⁵	1983	65
<i>Anthriscus caucalis</i>				
7710	Scherwiller	1902 ⁶	1993	91
7910/4	Appenwähr	1902 ⁶	1992	90
7911/3	Breisach	1829 ⁷	1996	167
8010/3	Meyenheim	1902 ⁸	1996	94
<i>Aristolochia clematitis</i>				
7712/4	Ringsheim	1862 ⁹	1992	130
8111	Zienken	1843 ¹⁰	1986	143
<i>Bromus grossus</i>				
7913/1	Denzlingen	1890 ¹¹	1987	97
<i>Bromus japonicus</i>				
7911/2	West-Kaiserstuhl	1825 ¹²	1993	168
8009/2	Westhalten	1857 ¹³	1997	140
<i>Cardaminopsis arenosa</i> subsp. <i>arenosa</i>				
7314/3	Achern	1894 ¹⁴	1994	100
8114/4	Fischbach	1935 ¹⁵	1985	50

<i>Chenopodium glaucum</i>				
8017/3 Pfohren	1851 ¹⁶	1985	134	
<i>Chenopodium opulifolium</i>				
7909/2 Pflixbourg	1901 ¹⁷	1993	92	
<i>Chenopodium vulvaria</i>				
7811/4 Burkheim	1881 ¹⁸	1985	104	
<i>Conium maculatum</i>				
8017/4 Wartenberg	1889 ¹⁹	1993	104	
<i>Coronopus didymus</i>				
Karlsruhe	1808 ²⁰	1997 ²¹	189	
Freiburg	1886 ²²	1997	111	
<i>Crepis foetida</i>				
7911 Breisach	1819 ²³	1992	173	
<i>Crepis setosa</i>				
8111/3 Neuenburg	1882 ²⁴	1997	115	
<i>Descurainia sophia</i>				
7911 Breisach	1819 ²⁵	1997	178	
<i>Draba muralis</i>				
8311/1 Efringen	1882 ²⁶	1994	112	
Istein	1864 ²⁷	1997	133	
8411/2 Weil	1808 ²⁸	1996	188	
<i>Echinops sphaerocephalus</i>				
7811/4 Burkheim	1819 ²⁹	1993	174	
Sasbach	1926 ³⁰	1997	71	
<i>Eragrostis cilianensis</i>				
7811/4 Sasbach	1812 ³¹	1997	185	
<i>Eragrostis multicaulis</i>				
Karlsruhe	1886 ³²	1991 ³³	105	
Freiburg	1911 ³⁴	1997 ³⁵	86	
<i>Eragrostis pilosa</i>				
Freiburg	1843 ³⁶	1997	154	
8411/2 Weil	1862 ³⁷	1994	132	
<i>Euphorbia falcata</i>				
8010 Oberhergheim/ Dessenheim	1905 ³⁸	1983	78	
<i>Euphorbia humifusa</i>				
7513/2 Offenburg	1937 ³⁹	1995	58	

<i>Euphorbia maculata</i>				
Karlsruhe	1886 ⁴⁰	1996 ⁴¹	110	
<i>Euphorbia nutans</i>				
8411/2 Weil	1950er	1997	ca. 40	
" /4 Basel	Jahre ⁴²	1992 ⁴⁴	39	
	1953 ⁴³			
<i>Filago pyramidata</i>				
8211/3 Niffer	1910 ⁴⁵	1987	77	
<i>Heliotropium europaeum</i>				
7911/4 Gündlingen	1889 ⁴⁶	1981	92	
<i>Herniaria hirsuta</i>				
7911 Breisach	1819 ⁴⁷	1992	173	
8011/2 Niederrimsingen/ Rothaus	1829 ⁴⁸	1983	154	
8311/4 Haltingen	1843 ⁴⁹	1995	152	
8411/2 Weil	1821 ⁵⁰	1992	171	
<i>Hirschfeldia incana</i>				
8111/3 Neuenburg	1843 ⁵¹	1997	154	
<i>Leonurus cardiaca</i>				
7909/2 Pflixbourg	1901 ⁵²	1993	92	
<i>Medicago arabica</i>				
8013/1 Freiburg	1909 ⁵³	1997	88	
8312 Schopfheim	1922 ⁵⁴	1993	71	
<i>Oxalis dillenii</i>				
Karlsruhe	1840 ⁵⁵	1995	155	
<i>Polycnemum majus</i>				
7911/3 Neuf-Brisach	1798 ⁵⁶	1983	185	
<i>Rumex patientia</i>				
7410/4 Mutzig	1808 ⁵⁷	1996	188	
8311/1 Efringen	1862 ⁵⁸	1992	130	
<i>Rumex pulcher</i>				
7811/4 Sasbach	1826 ⁵⁹	1997	171	
8010/2 Dessenheim	1901 ⁶⁰	1983	82	
8111/3 Neuenburg	1843 ⁶¹	1997	154	
<i>Scrophularia vernalis</i>				
8108/2 Hartmanns- willerkopf	1901 ⁶²	1993	92	
<i>Setaria verticilliformis</i>				
7811/4 Burkheim	1903 ⁶³	1997	94	
7910 Colmar	1840 ⁶⁴	1997	150	
7911/2 Achkarren	1863 ⁶⁵	1997	134	
7911 Breisach	1878 ⁶⁵	1997	119	
8011/4 Bremgarten	1898 ⁶⁶	1992	94	

<i>Stachys germanica</i>				
8311/4	Ötlingen/Tülingen	1879 ⁶⁷	1986	107
<i>Torilis arvensis</i>				
8411/2	Weil	1805 ⁶⁸	1994	189
<i>Veronica acinifolia</i>				
7913/1	Denzlingen	1862 ⁶⁹	1985	123
<i>Veronica praecox</i>				
8018/3	Immendingen	1804 ⁷⁰	1994	190
<i>Veronica triphyllos</i>				
8012/2	St. Georgen	1826 ⁷¹	1985	159
<i>Xanthium orientale</i>				
	Ill zwischen			
	Ensisheim/Colmar	1901 ⁷²	1991	90

1 ZIMMERMANN (1907: 76) 2 THELLUNG (1908:187 3 STR; KIRSCHLEGER (1857: 4); weitere Nachweise: SCHILDKNECHT (1862:28), BARY (1865:23), zahlreiche Herbarnachweise zwischen 1864 und 1895 (FR, GOET, KA, M, STR, Z), ZAHN (1893:31), NEUBERGER (1912:90), ROCHOW (1948: 15 + Tab.2), 1983 leg. G. Hügin jun. 4 SCHILDKNECHT (1862: 28); weitere Nachweise: ANONYMUS (1912: 163), 1888 GOET/M, NEUBERGER (1912:90), 1944 BNL 5 BAS, BECHERER (1921:181) 6 ISSLER (1902:489) 7 SPENNER (1829:660) 8 STR; weitere Nachweise: BINZ (1911:204) 9 SCHILDKNECHT (1862:26) 10 LANG (1843:163) 11 B, vgl. HÜGIN & KOCH (1993:610) 12 SPENNER (1825:150) 13 KIRSCHLEGER (1857: 347) 14 FBMN, vgl. HÜGIN (1993:631) 15 FBMN, vgl. HÜGIN (1993:631); weitere Nachweise: ZIMMERMANN (1929:59) 16 BRUNNER (1851:91) 17 ISSLER (1901:289) 18 STEHLE (1895:324) 19 ZAHN (1889:82) 20 GMELIN (1808:45) 21 leg. T. Breinig 22 BAUMGARTNER (1886:267); weitere Nachweise: SCHLATTERER (1920:110) 23 ITTNER (1819:368) 24 BAUMGARTNER (1882:15) 25 ITTNER (1819:366); weitere Nachweise: SPENNER (1829:936) 26 ANONYMUS (1882:27); weitere Nachweise: ZAHN (1893:57), BINZ (1934:51) 27 DÖLL (1864:83); weitere Nachweise: STEHLE (1895:324), BINZ (1934:51), 1985 STU (SEBALD 1990:272) 28 GMELIN (1808:18); weitere Nachweise: LINDER (1905:42) 29 ITTNER (1819:384); weitere Nachweise: SPENNER (1826:489), ZAHN (1893:32), NEUBERGER (1912:261) 30 BASBG 31 GMELIN (1826:59); vielleicht bezieht sich auch die Angabe von ITTNER (1819:355) „Limburg“ nicht – wie angegeben – auf *E. minor*, sondern auf *E. cilianensis*; weitere Nachweise SCHILDKNECHT (1862:8), BARY (1865:21), ZAHN (1893:31), ANONYMUS (1912:163) 32 KNEUCKER (1931:114) 33 KOCH (1992:110) 34 THELLUNG (1928:327) 35 leg. U. Koch 36 DÖLL (1843:815); weitere Nachweise: SCHILDKNECHT (1862:8), NEUBERGER (1912:29) 37 DÖLL (1862:1358) 38 ISSLER (1905:291) 39 K. Henn in Herbar W. Krauth 40 DEMUTH (1992:92) 41 leg. J. Griese 42 leg. G. Hügin sen. 43 BAS 44 BRODTBECK et al. (1998); weitere Nachweise: MEIER-KÜPFER (1985:278) 45 WAGENITZ (1965:43); weitere Nachweise: BINZ (1915:202), WAGENITZ (1965:43) 46 STEHLE (1895:327) 47 ITTNER (1819: 358) 48 SPENNER (1829:821); weitere Nachweise: NEUBERGER (1912:100) 49 HAGENBACH (1843:46); weitere Nachweise: SCHNEIDER (1880:144) 50 HAGENBACH (1821:227) 51 LANG (1843:148); weitere Nachweise: STEHLE (1895:324), NEUBERGER (1912:120) 52 ISSLER (1901:376) 53 THELLUNG (1913:226), NEUBERGER (1912:149); weitere Nachweise: HÜGIN & KOCH (1993:618) 54 GOLDER (1922:221) 55 LUDWIG (1995:54) 56 KIRSCHLEGER (1857:6); weitere Nachweise: ISSLER (1901:290) 57 KIRSCHLEGER (1857:23) 58 ANONYMUS (1882:27, „nach zwanzigjähriger Beobachtung“); weitere Nachweise: SCHILL (1878:409), ZAHN (1893:57) 59 SPENNER (1829:1064); weitere Nachweise: ZAHN (1893:32), NEUBERGER (1912:84) 60 ISSLER (1901:287) 61 LANG (1843:163); weitere Nachweise: DÖLL (1859:599), STEHLE (1895:324), NEUBERGER (1912:84) 62 ISSLER (1901:378) 63 THELLUNG (1903:295) 64 KRAUSE (1914:153) 65 GOLL (1884:113) 66 NEUBERGER (1898:21) 67 BAS; STEHLE (1895:328); weitere Nachweise: BINZ (1942:124) 68 GMELIN (1805:618) 69 SCHILDKNECHT (1862:33); weitere Nachweise: Herbarnachweise zwischen 1884 und 1889 (BAS, GOET, HBG, KA), ZAHN (1893:59) 70 ROT VON SCHRECKENSTEIN & ENGELBERG (1804:65) 71 SPENNER (1826:360) 72 ISSLER (1901:388); weitere Nachweise: 1973, leg. G. Hügin sen., HÜGIN (1986:368)

Schrifttum

- ANONYMUS (1882): Eine botanische Excursion in der ersten Hälfte des Mai. – Mitt.Bot.Vereins Kreis Freiburg 2: 27–28.
- (1912): Neue Standorte. – Mitt.Bad.Landesvereins Naturk. 269–271: 163–164.
- BARY de, A. (1865): Bericht über neue Entdeckungen im Gebiete der Freiburger Flora. – Ber. Verh. Naturf. Ges. Freiburg 3 (3/4): 18–28.
- BAUMGARTNER, L. (1882/86): Neue Standorte. – Mitt. Bot. Vereins Kreis Freiburg 1: 12–16, 30: 266–267.
- BECHERER, A. (1921): Beiträge zur Flora des Rheintals zwischen Basel und Schaffhausen. – Verh. Naturf. Ges. Basel 32: 172–200.
- BINZ, A. (1911): Flora von Basel und Umgebung. – 3. Aufl., 320 S., Basel.
- (1915/22/42): Ergänzungen zur Flora von Basel, II. Teil, III. Teil. – Verh. Naturf. Ges. Basel 26: 176–221, 33 (1921/22): 256–280, 53: 83–135.
- (1934): Floristische Beobachtungen in Baden. – Mitt. Bad. Landesverein Naturk. Naturschutz Freiburg N.F. 3 (4/5): 47–53.
- BÖHLING, N. (1996): *Senecio vernalis*. – In: SEBALD, O. et al. (eds.), Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs Bd. 6: 214–215, Stuttgart.
- BRODTBECK, T., FREI, M., KIENZLE, U., KNECHT, D. & ZEMP, M. (1998): Flora von Basel und Umgebung 1980–1996. – Mitt. Naturf. Ges. beider Basel 2 (im Druck)
- BRUNNER, F. (1851): Flora. – In: REHMANN, E. & BRUNNER, F., Gaea und Flora der Quellenbezirke der Donau und Wutach. – Beitr. Rhein. Naturgesch. 2: 34–107.
- DEMUTH, S. (1992): *Euphorbia*. – In: SEBALD, O. et al. (eds.), Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs Bd. 4: 87–117, Stuttgart.
- (1992a): *Oxalis*. – id. Bd. 4: 191–198.
- DÖLL, J. C. (1843): Rheinische Flora. – 832 S., Frankfurt a.M.
- (1859/62): Flora des Grossherzogthums Baden. – Bd. 2/3, Karlsruhe.
- (1864): Beiträge zur Pflanzenkunde, mit besonderer Berücksichtigung der Flora des Großherzogthums Baden. – Jahresber. Mannheimer Vereins Naturk. 30: 60–85.
- DÖRR, E. (1995): Neubürger aus Amerika im Allgäu. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 65: 71–79.
- GMELIN, C. C. (1805/08/26): Flora badensis alsatica... – Bd. 1/3/4, 768/795/807 S., Karlsruhe
- GOLDER, F. (1922): Neue Standorte. – Mitt. Bad. Landesverein Naturk. Naturschutz Freiburg N.F.1 (8): 220–221.
- GOLL, W. (1884): Über *Panicum ambiguum* Gussone. – Mitt. Bot. Verein Kreis Freiburg 12: 113–114.
- GROLL, A. (1995): Botanische Untersuchungen auf Friedhöfen zwischen Vogesen und Schwarzwald. – Dipl.-Arbeit Univ. Freiburg, Biol. Inst. II, 90 S. n.p.
- HAGENBACH, C. F. (1821/43): Tentamen florae basileensis. – Bd. 1/Supplementum, 450/220 S., Basel.
- HUBER, W. (1992): Zur Ausbreitung von Blütenpflanzenarten an Sekundärstandorten der Nordschweiz. – Bot. Helv. 102: 93–108.
- HÜGIN, G. (1986): Die Verbreitung von *Amaranthus*-Arten in der südlichen und mittleren Oberrhein-ebene sowie einigen angrenzenden Gebieten. – Phytocoenologia 14(3): 289–379.
- (1993): Die Herbarien des Freiburger Naturkundemuseums – Bestandsaufnahme und erste Auswertung. – Mitt. Bad. Landesverein Naturk. Naturschutz Freiburg N.F. 15 (3/4): 627–633.
- & HÜGIN, H. (1995): Höhengrenzen von Ruderal- und Segetalpflanzen im Schwarzwald. Nachtrag mit Berücksichtigung der Nachbargebirge (Schwäbische Alb, Vogesen). – Carolinea 53: 45–53.
- & KOCH, U. (1993): Botanische Neufunde aus Südbaden und angrenzenden Gebieten. – Mitt. Bad. Landesverein Naturk. Naturschutz Freiburg N.F. 15 (3/4): 607–626.
- ISSLER, E. (1901/02/05): Die Gefässpflanzen der Umgebung Colmars. Fortsetzung, II. Fortsetzung, III. Fortsetzung, Nachtrag und Berichtigungen. – Mitth. Philom. Ges. Elsass-Lothringen 2 (Jg. 9): 271–290, 371–395/2 (Jg.10): 479–507/3 (Jg.13): 282–306.
- LOYSON, E. & WALTER, E. (1982): Flore d'Alsace. – 2. Aufl. (publiée par la Société d'étude de la flore d'Alsace), 621 S., Strasbourg.
- ITTNER von, F. (1819): Beiträge zur Naturgeschichte des Kaiserstuhls in botanischer und mineralogischer Hinsicht. – Eleutheria 2 (3): 349–385.
- KIRSCHLEGER, F. (1857): Flore d'Alsace et des contrées limitrophes. – Bd. 2, 612 S., Strasbourg, Paris.

- KNEUCKER, A. (1931): Mitteilungen und Berichtigungen zur Flora Badens und seiner Grenzgebiete. – Beitr. Naturwiss. Erforsch. Badens 7: 111–119.
- KOCH, U. (1992): *Eragrostis multicaulis* Steudel, ein Neophyt auf Friedhöfen in Deutschland. – Florist. Rundbr. 26 (2): 110–111.
- KORNECK, D., SCHNITTLER, M. & VOLLMER, I. (1996): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta) Deutschlands. – Schriftenreihe Vegetationsk. 28: 21–187.
- KRAUSE, E. H. L. (1914): Die Gräser Elsaß-Lothringens. – Mitth. Philom. Ges. Elsass-Lothringen 5 (1913; Jg. 21): 1–161.
- LANDOLT, E. (1993): Über Pflanzenarten, die sich in den letzten 150 Jahren in der Stadt Zürich stark ausgebreitet haben. – Phytocoenologia 23: 651–663.
- LANG, K. H. (1843): Standpunkte der seltenen Pflanzen in der Umgebung von Müllheim. – In WEVER, G., Badenweiler mit seinen Umgebungen. S. 143–175, Freiburg.
- LANG, W. & WOLFF, P. (eds.; 1993): Flora der Pfalz. Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen für die Pfalz und ihre Randgebiete. – 444 S., Speyer.
- LINDER, T. (1905): Bemerkenswerte Pflanzenstandorte. – Mitt. Bad. Bot. Verein 205/06: 41–44.
- LUDWIG, W. (1995): Über die Neophyten *Oxalis dillenii* Jacq. und *Oxalis decaphylla* Kunth in Deutschland. – Hess. Florist. Briefe 44 (4): 53–56.
- (1996): Über die Ausbreitung von *Saxifraga tridactylites* L. entlang der Bahnlinien, zum Beispiel in Frankfurt a.M. und um Marburg. – l.c. 45 (1): 1–6.
- (1997): Über *Leontodon saxatilis* Lam. s.str., eine kartierungskritische Pflanze unserer Flora. – l.c. 46 (1): 1–9.
- MEIER-KÜPPER, H. (1985): Florenwandel und Vegetationsveränderungen in der Umgebung von Basel seit dem 17. Jahrhundert. – Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz 62.
- MEIEROTT, L. & WIRTH, V. (1982): Neuere Funde zur Flora Unterfrankens. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 53: 113–123.
- MELZER, H. (1984): Neues und Kritisches über Kärntner Blütenpflanzen. – Carinthia II 174/94: 189–203.
- NEUBERGER, J. (1898/1912): Flora von Freiburg im Breisgau. – 1./3. u. 4. Aufl., 266/319 S., Freiburg.
- PHILIPPI, G. (1996): *Veronica*. – In: SEBALD, O. et al. (eds.), Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs Bd. 5: 291–325, Stuttgart.
- ROCHOW von, M. (1948): Die Vegetation des Kaiserstuhls. – Diss. Univ. Freiburg, 255 S.
- ROT von SCHRECKENSTEIN, F. & ENGELBERG von, J. M. (1804): Flora der Gegend um den Ursprung der Donau und des Neckars. – 389 S., Donaueschingen.
- SCHILDKNECHT, J. (1862): Nachtrag zu Spenners Flora Friburgensis. Beilage zum Programm der höheren Bürgerschule Freiburg, Schuljahr 1861/62. – 62 S., Freiburg.
- SCHILL, J. (1878): Neue Entdeckungen im Gebiete der Freiburger Flora. – Ber. Verh. Naturf. Ges. Freiburg 7: 392–410.
- SCHLATTERER, A. (1920): Neue Standorte. – Mitt. Bad. Landesverein Naturk. Naturschutz Freiburg N.F.1 (4): 109–112.
- SCHNEIDER, F. (1880): Taschenbuch der Flora von Basel. – 344 S., Basel.
- SCHÖNFELDER, P. & BRESINSKY, A. (eds.; 1990): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. – 752 S., Stuttgart.
- SCHOLZ, H. & MIKOLÁŠ, V. (1991): The weedy representatives of Proso Millet (*Panicum miliaceum*, Poaceae) in Central Europe. – Thaiszia 1: 31–41.
- SEBALD, O. (1990): *Coronopus didymus*. – In: SEBALD, O. et al. (eds.), Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs Bd. 2: 314–315, Stuttgart.
- (1990a): *Draba muralis*. – id. Bd. 2: 270–272.
- (1992): *Saxifraga tridactylites*. – id. Bd. 3: 260–262.
- SEYBOLD, S. (1996): *Senecio inaequidens*. – id. Bd. 6: 195–196.
- SPENNER, F. C. L. (1825/26/29): Flora Friburgensis et regionum proxime adjacentium. – 3 Bde., 1088 S., Freiburg.
- STEHLE, J. (1895): Standorte seltener Pflanzen aus der Umgebung von Freiburg. – Mitt. Bad. Bot. Verein 136: 323–330.
- THELLUNG, A. (1903): Beiträge zur Freiburger Flora. – Mitt. Bad. Bot. Verein 184: 295–296.
- (1908): Zur Freiburger Adventivflora. – l.c. 224: 186–187.
- (1913): Neue Standorte. – Mitt. Bad. Landesverein Naturk. Naturschutz 277–279: 224–227.
- (1928): *Eragrostis Damiensiana* Ed. Bonnet. – Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 24 (1927/28): 323–332.

- WAGENITZ, G. (1965): Zur Systematik und Nomenklatur einiger Arten von *Filago* L. emend. Gaertn. subgen. *Filago* („*Filago germanica*“-Gruppe). – *Willdenowia* 4 (1): 37–59.
- (1965a/79): *Conyza*. – In: HEGI, G., *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*. 2. Aufl., 6/3: 100–105 bzw. 350., Berlin, Hamburg.
- WAGNER, G. (1994): *Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Nachträge und Ergänzungen. Zweite Folge.* – 156 S., Bern.
- WÖRZ, A. (1996): *Leontodon saxatilis*. – In: SEBALD, O. et al. (eds.), *Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs* Bd. 6: 318–319, Stuttgart.
- ZAHN, H. (1889): Flora der Baar und der angrenzenden Landesteile. – *Schriften Vereins Gesch. Baar Donaueschingen* 7: 1–174.
- (1893): Freiburg im Breisgau. – *Deutsche Bot. Monatsschr.* 11 (2/3): 27–32; 11 (4/5): 56–59.
- ZIMMERMANN, F. (1907): Die Adventiv- und Ruderalflora von Mannheim, Ludwigshafen und der Pfalz nebst den selteneren einheimischen Blütenpflanzen und der Gefässkryptogamen. – 171 S., Mannheim.
- ZIMMERMANN, W. (1929): Neufunde und Standortsmittelungen aus der Flora von Achern (1926–1928). – *Beitr. Naturwiss. Erforsch. Badens* 4: 57–61.

(Am 13. Januar 1998 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	1	123–136	1998	Freiburg im Breisgau 22. Mai 1998
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Biomechanische, anatomische und morphologische Untersuchungen verschiedener Wuchsformtypen der Gattung *Lonicera* L.*

von

CHRISTOPHER TRAISER, PATRIK REIDELSTÜRZ & THOMAS SPECK,
Freiburg i. Br. **

Zusammenfassung: Acht *Lonicera*-Arten wurden biomechanisch und funktionsanatomisch untersucht. Hierbei wurden Arten ausgewählt, die aus verschiedenen Untergattungen bzw. Sektionen der Gattung *Lonicera* stammen. Analysiert wurden Arten mit selbsttragend strauchiger Wuchsform (*L. nigra*), lianenartig windender Wuchsform (*L. periclymenum*, *L. alseuosmoides*, *L. reticulata*) und Arten mit halb-selbsttragender, spreizklimmender Wuchsform (*L. xylosteum*, *L. myrtilus*, *L. sempervirens*, *L. alpigena*). Ein Vergleich der Veränderung der biege- und torsionsmechanischen Eigenschaften im Verlauf der Ontogenie und der diesen Eigenschaften zugrunde liegenden Achsenanatomie zeigt Variationen, wie sie für Pflanzen der verschiedenen Wuchsformtypen charakteristisch sind. Auffällig ist die ausgeprägte Variabilität der Wuchsform innerhalb der verschiedenen Arten, die nicht nur bei den Spreizklimmern, sondern auch bei Arten mit selbsttragender bzw. lianenartiger Wuchsform auftritt. Als Ergänzung zu den biomechanisch/funktionsanatomischen Untersuchungen wurden photogrammetrische Analysen der Wuchsform durchgeführt.

Abstract: Eight *Lonicera* species were biomechanically and anatomically studied. Species from different subgenera and sections of the genus *Lonicera* were selected. We have analysed species that cover the entire range of growth habits found in this genus: species with self-supporting growth habit (*L. nigra*), lianescent winding growth habit (*L. periclymenum*, *L. alseuosmoides*, *L. reticulata*) and species with semi-self-supporting growth habit (*L. xylosteum*, *L. myrtilus*, *L. sempervirens*, *L. alpigena*). A comparison of the variations of bending and torsional mechanical properties during ontogeny shows patterns typical for plants with the different growth habits. The same holds for the variations of the underlying stem anatomy. Remarkable is the high variability of growth habits within the different species which is not only found in the semi-self-supporting species, but also in the self-supporting shrub and in the lianas. Our results can be interpreted as an "opportunistic" mode of growth, that allows plants to produce axes with different mechanical properties according to the environmental constraints. As an addition to the biomechanical and anatomical examinations stereophotogrammetric analyses of the growth habit were performed.

* Abschlußbericht eines vom Prof.-Friedrich-Kiefer-Fonds im Jahr 1996 geförderten Forschungsvorhabens.

** Anschriften der Verfasser: C. TRAISER, M.Sc., und PD Dr. T. SPECK, Botanischer Garten der Universität Freiburg, Schänzlestr. 1, D-79104 Freiburg i.Br.; Dipl.-Forstwirt P. REIDELSTÜRZ, Abteilung Fernerkundung und Landschaftsinformationssysteme, Forstwissenschaftl. Fakultät der Universität Freiburg, Tennenbacherstr. 4, D-79106 Freiburg i.Br.

1. Einleitung

Die Gattung *Lonicera* L. (Caprifoliaceae) zeichnet sich durch eine hohe morphologische Variabilität der Wuchsform aus, wobei die Arten typischerweise basiton verzweigt sind, und so der „strauchigen Wuchsform“ nach TROLL (1959; siehe auch BARTELS 1993) entsprechen (Abb. 1). Zur funktionellen Charakterisierung der unterschiedlichen Wuchsformtypen in dieser Gattung wurden acht Arten biomechanisch sowie funktionsanatomisch untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden mit den Daten einer morphometrischen Analyse verglichen.

Zur biomechanischen Charakterisierung wurden Biege- und Torsionsversuche an verschiedenen alten Zweigstücken, d.h. unterschiedlichen Ontogeniestadien, durchgeführt. Von den mechanisch getesteten Achsen wurden die Anteile der verschiedenen Achsengewebe am Gesamtquerschnitt und am Flächenträgheitsmoment ermittelt. Um die Korrelation dieser Daten mit der Wuchsform der jeweiligen Art zu überprüfen, wurden dreidimensionale Stereophotographien der Pflanzen erstellt und photogrammetrisch ausgewertet (Traiser, Reidelstürz & Speck 1997).

2. Auswahl der untersuchten Arten

Die Gattung *Lonicera* wird unter Einbeziehung chemotaxonomischer Merkmale (FRÖHNE & JENSEN 1992) systematisch wie folgt eingeordnet (HEGI 1996):

Unterklasse:	Cornidae
Ordnung:	Dipsacales
Familie:	Caprifoliaceae
Tribus:	Lonicereae
Gattung:	<i>Lonicera</i>

Die Gattung *Lonicera* wird nach REHDER (1903) in zwei Untergattungen mit 4 Sektionen und 24 Subsektionen unterteilt. In Tabelle 1 sind neben den Untergattungen und Sektionen nur die im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Arten aufgeführt.

Tab. 1: Gliederung der Gattung *Lonicera* L.:

1. Untergattung: <i>Chamaecerasus</i> (1.–20. Subsektion)	Aufrechte, selten windende Sträucher; Laubblätter stets deutlich voneinander getrennt; mehr oder weniger lang gestielte, 2-blütige Teilblütenstände in den Achsen von Laubblättern
1. Sektion: <i>Isoxylosteum</i> (1.–2. Subsektion)	Aufrechte, selten niederliegende Sträucher (<i>L. myrtillos</i>)
2. Sektion: <i>Isika</i> (3.–15. Subsektion)	Aufrechte oder fast niederliegende Sträucher (<i>L. alpigena</i> , <i>L. nigra</i>)
3. Sektion: <i>Coeloxylosteum</i> (16.–17. Subsektion)	Aufrechte Sträucher (<i>L. xylosteum</i>)
4. Sektion: <i>Nintooa</i> (18.–20. Subsektion)	Windende Sträucher (<i>L. alseuosmoides</i> , <i>L. reticulata</i>)
2. Untergattung: <i>Periclymenum</i> (21.–24. Subsektion)	windende Sträucher, selten buschig wachsend; Laubblattpaare im Bereich des Blütenstandes verwachsen; Blüten an den Zweigenden in Quirlen sitzend (<i>L. sempervirens</i> , <i>L. periclymenum</i>)

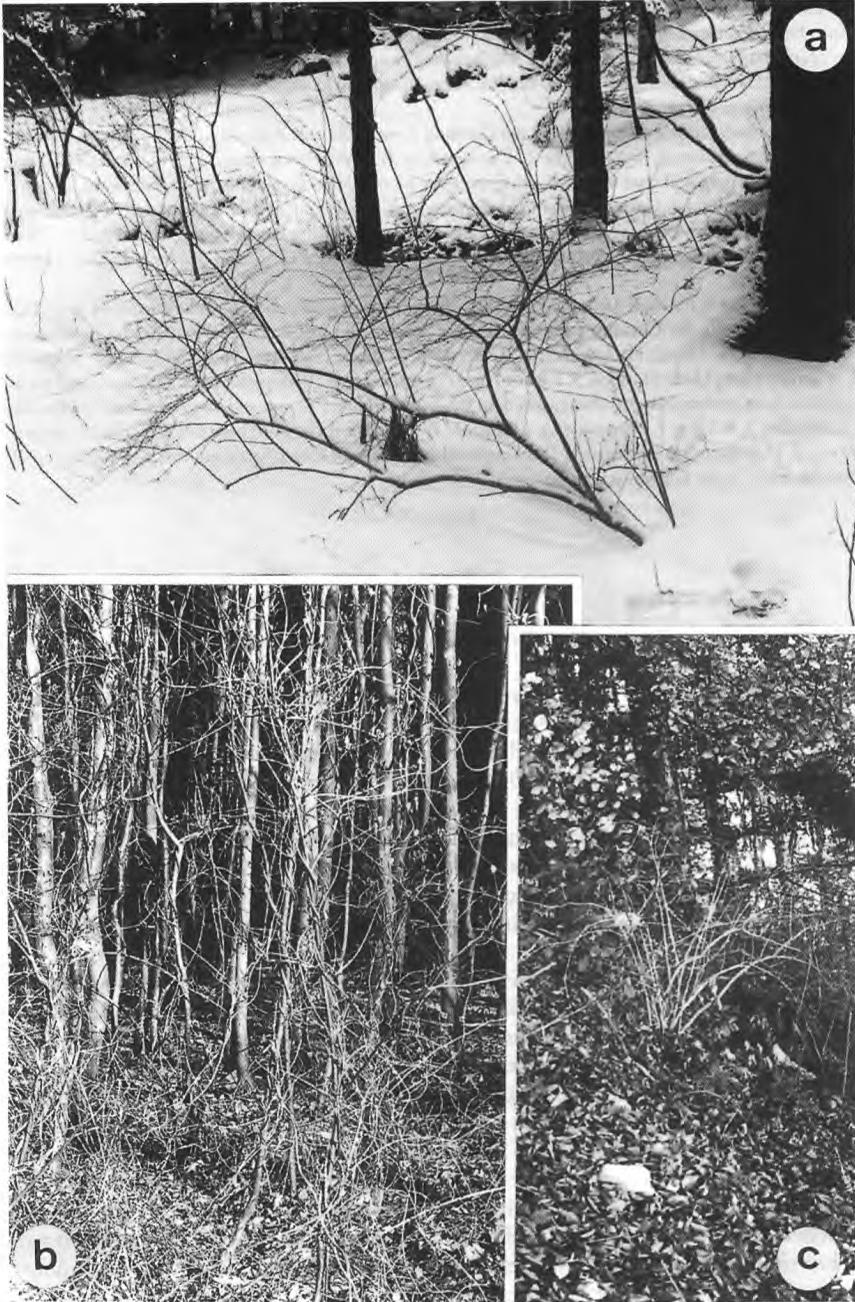


Abb. 1: Charakteristische Wuchsformen ausgesuchter *Lonicera*-Arten. (a) Schwarze Heckenkirsche (*Lonicera nigra*), selbsttragender Strauch; (b) Waldgeißblatt (*Lonicera periclymenum*), nicht selbsttragende, windende Liane; (c) Rote Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*), halb-selbsttragender „interner“ Spreizklimmer.

Die Gliederung der Gattung belegt, daß neben der Blütenbiologie der Wuchsform eine große systematische Bedeutung zukommt. Generell lassen sich die Arten der Gattung *Lonicera* dem Lebensformtyp der Nanophanerophyten zuordnen. Die Wuchsform der verschiedenen *Lonicera*-Arten entspricht, nach klassischer Definition (TROLL 1959) basiton verzweigten, nicht in Stamm und Krone gegliederten, strauchförmigen Holzgewächsen.

Die 1. Untergattung *Chamaecerasus* der Gattung *Lonicera* ist mit Ausnahme der 4. Sektion *Nintooa* durchweg strauchförmig, während die 2. Untergattung *Periclymenum* und die 4. Sektion der 1. Untergattung lianenartig windend wachsen. Aufgrund der bestehenden systematischen Gliederung, die eine Trennung in die beiden Untergattungen nahelegt und der 4. Sektion *Nintooa* eine abgeleitete Stellung in der Untergattung *Chamaecerasus* zuweist, muß eine zumindest zweimal unabhängig stattgefundene, konvergente Entwicklung des Wuchsformtyps der Liane innerhalb der Gattung *Lonicera* gefordert werden (TRAISER 1997).

Die acht Arten für diese Untersuchungen wurden so ausgewählt, daß alle Sektionen und möglichst viele Subsektionen der Gattung *Lonicera* vertreten waren. Die untersuchten Pflanzen der heimischen Arten *L. alpigena* (Alpen-Heckenkirsche, 2. Sektion), *L. nigra* (Schwarze Heckenkirsche, 2. Sektion), *L. xylosteum* (Rote Heckenkirsche, 3. Sektion) und *L. periclymenum* (Waldgeißblatt, 2. Untergattung) stammen von ihren natürlichen Standorten aus dem Raum Südbaden. Die vier anderen Arten sind in Ostasien (*L. myrtilus*, 1. Sektion; *L. alseuosmoides*, 4. Sektion; *L. reticulata*, 4. Sektion) bzw. Nordamerika (*L. sempervirens*, 2. Untergattung) beheimatet. Das Untersuchungsmaterial dieser Arten stammt aus verschiedenen Botanischen Gärten Süddeutschlands.

3. Ergebnisse

3.1 Biomechanische Untersuchungen

Die acht *Lonicera*-Arten wurden bezüglich ihrer biege- und torsionsmechanischen Eigenschaften untersucht. Die ausgewählten Achsenabschnitte wurden zunächst biegemechanisch getestet, wobei die Belastungen auf den linear-elastischen Bereich beschränkt blieben (vgl. SPECK 1994, SPECK & ROWE 1998). Anschließend wurde in einer Torsionsmessapparatur die Torsionssteifigkeit der selben Zweigabschnitte ermittelt. Für eine ausführliche Darstellung der biomechanischen Untersuchungsmethoden sei verwiesen auf SPECK (1994) und SPECK, ROWE & SPATZ (1996). Um eine Charakterisierung der Veränderung der mechanischen Eigenschaften im Verlauf der Ontogenie zu ermöglichen, wurden die untersuchten Arten jeweils in drei Altersklassen eingeteilt.

Für eine Auswertung der biomechanischen Untersuchungen wurden für jede der getesteten Arten die experimentell gemessenen Werte des Biegeelastizitätsmoduls und des Torsionsmoduls gegen das axiale Flächenträgheitsmoment bzw. das polare Flächenträgheitsmoment aufgetragen (vgl. Abb. 2–4). Die Flächenträgheitsmomente sind mit dem Altersstadium der Pflanzenachse korreliert und nehmen – wie auch die Querschnittsflächen – bei Pflanzen mit sekundärem Dickenwachstum mit zunehmendem Alter zu. Die Flächenträgheitsmomente gewichten neben der Querschnittsfläche der einzelnen Gewebe auch deren Querschnittsform und vor allem die Anordnung der Gewebe im Achsenquerschnitt. Pauschalisiert gilt, daß bei gleicher Querschnittsfläche die Flächenträgheitsmomente eines Gewebes umso höher sind, je peripherer das Gewebe angeordnet ist. Je höher das Flächenträgheitsmoment eines Gewebes ist, desto größer ist der Einfluß des Gewebes auf die mechanischen Eigenschaften einer Pflanzenachse. Hierbei wird die Pflanzenachse als Verbundstruktur betrachtet, die aus verschiedenen Geweben mit unterschiedlichen Materialeigenschaften aufgebaut ist. Eine Bestimmung der Flächenträgheitsmomente und ihrer Veränderung im Verlauf der Ontogenie erlaubt es, die Ände-

rungen der Achsenanatomie mit den Veränderungen der biegemechanischen Eigenschaften (axiales Flächenträgheitsmoment) und der torsionsmechanischen Eigenschaften (polares Flächenträgheitsmoment) zu korrelieren. Die relevanten mechanischen Materialkenngrößen sind das Biegeelastizitätsmodul (für die Steifigkeit bei Biegebeanspruchung) und das Torsions- oder Schubmodul (für die Steifigkeit bei Torsions-, d.h. Verdrehbeanspruchung) (NIKLAS 1992, SPECK, ROWE & SPATZ 1996).

Wie für selbsttragende Stäucher charakteristisch (SPECK 1994; SPECK & ROWE 1998), steigt auch bei der eindeutig selbsttragenden, strauchförmigen Schwarzen Heckenkirsche (*L. nigra*, Abb. 1a) das Biegeelastizitätsmodul im Verlauf der Ontogenie zunächst steil an, um dann – im Bereich des aufrechten Strauches – in alten Ontogeniestadien auf hohem Niveau mehr oder weniger konstant zu bleiben (Abb. 2a). Auch das Torsionsmodul nimmt mit zunehmendem Alter der Achsen signifikant zu (Abb. 2b). Bei den Abbildungen sollte berücksichtigt werden, daß durch den doppelt logarithmischen Auftrag in dieser und allen folgenden Diagrammen die tatsächlich auftretenden Änderungen optisch eher unterschätzt werden.

Auffällig ist die bei einigen sehr alten Achsen zu beobachtende drastische Abnahme des Biegeelastizitätsmoduls, welcher bei diesen Achsen (Abb. 2a, Δ) auf Werte absinkt, wie sie für die sehr biegsamen, jungen einjährigen Zweige typisch sind. Für eine Pflanze mit selbsttragender Wuchsform ist eine solche Verringerung des Biegeelastizitätsmoduls in alten Ontogeniestadien sehr überraschend. Die ökologische Ursache hierfür ist, daß diese beiden Achsen ausläuferähnliche horizontal verlaufende Sprosse darstellen, die der vegetativen Ausbreitung dienen. Diese häufig dem Boden aufliegenden Ausläufer sind völlig anderen und deutlich geringeren mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt als aufrechte selbsttragende Achsen gleichen Durchmessers. Die torsionsmechanischen Eigenschaften dieser Achsen konnten nicht getestet werden, da sie für die uns zur Verfügung stehende Testapparatur zu groß waren. Die „Fähigkeit“, Achsen gleichen Durchmessers mit völlig unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften zu bilden, ist ein erster Beleg für die hohe Variabilität der Wuchsform innerhalb der verschiedenen *Lonicera*-Arten.

Die lianenartig windende Art *L. periclymenum* (Waldgeißblatt, Abb. 1b) zeigt die für alle bisher untersuchten Lianen typische deutliche Abnahme des Biegeelastizitätsmoduls im Verlauf der Ontogenie (Abb. 3a) (SPECK 1994, SPECK & ROWE 1998). Auch das Torsionsmodul nimmt – allerdings weniger stark – im Verlauf der Ontogenie ab (Abb. 3b). Vergleichbare Veränderungen der mechanischen Eigenschaften finden sich auch bei den anderen von uns untersuchten, lianenartig wachsenden *Lonicera*-Arten, *L. alseuosmoides* und *L. reticulata*.

Interessant ist, daß bei einigen sehr alten Achsen von *L. periclymenum* eine geringfügige Zunahme des Biegeelastizitätsmoduls zu beobachten ist (Abb. 3a, Δ). Auch dieser Befund läßt sich durch eine Untersuchung der Funktion dieser Achsenabschnitte erklären. Im vorliegenden Fall handelt es sich bei den beiden relativ biegesteifen Achsen um die untersten Achsenabschnitte einer großen und alten Pflanze, die eine zumindest teilweise selbsttragende Stammfunktion übernommen haben. Auch dies ist ein Hinweis auf die hohe Plastizität der Wuchsform bei den verschiedenen *Lonicera*-Arten. Das Torsionsmodul dieser Achsen konnte wiederum aufgrund des zu großen Achsendurchmessers nicht getestet werden. Auch von anderen Lianenarten, wie z.B. von *Wisteria sinensis* (Glyzine) und von *Vitis sylvestris* (Weinrebe) ist bekannt, daß die untersten Stammbereiche eine Zunahme des Biegeelastizitätsmoduls zeigen können, wodurch die Stammbasis zumindest teilweise selbsttragend wird (NIKLAS 1992, SPECK & ROWE 1998).

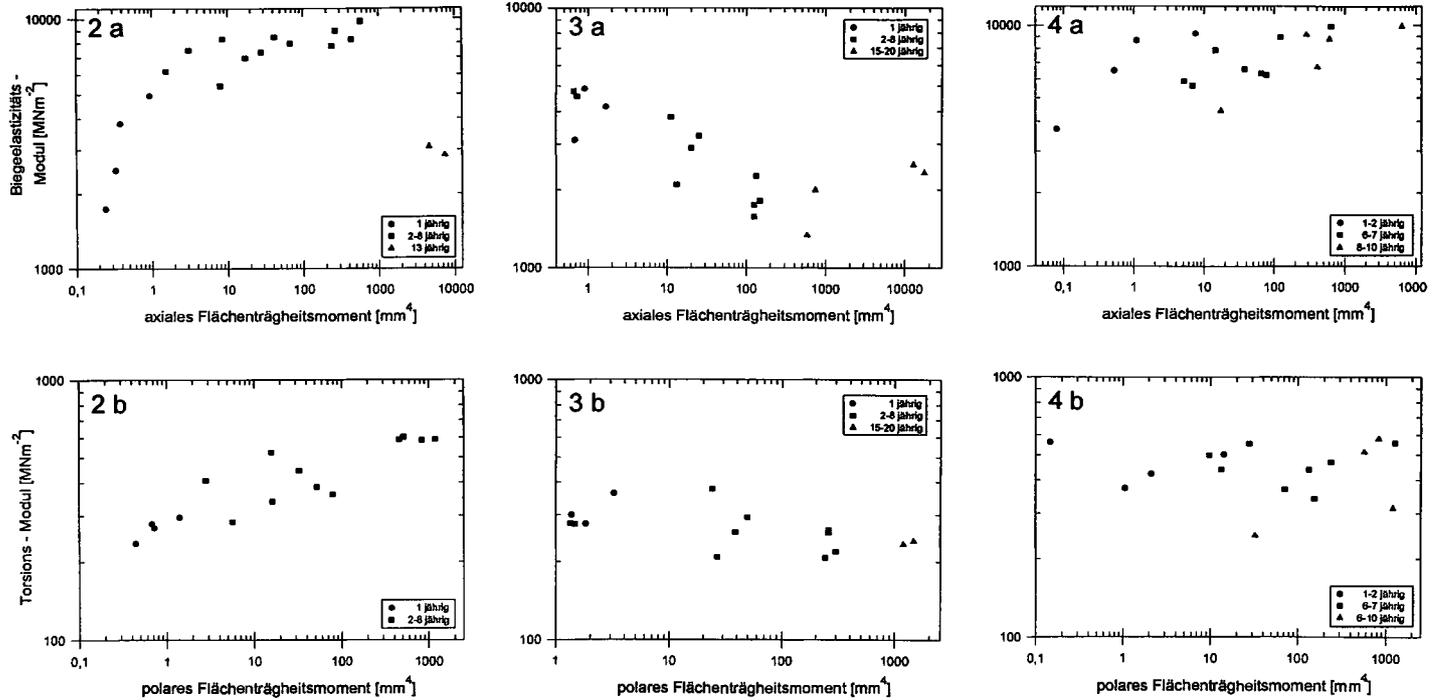


Abb. 2–4: Veränderung des Biegeelastizitätsmoduls (Abb. 2a - 4a) und des Torsionsmoduls (Abb. 2b–4b) im Verlauf der Ontogenie: bei der Schwarzen Heckenkirsche (*Lonicera nigra*), einer selbststängenden *Lonicera*-Art (Abb. 2), beim Waldgeißblatt (*L. periclymenum*), einer lianenartig windenden *Lonicera*-Art (Abb. 3) und bei der Roten Heckenkirsche (*L. xylosteum*), einer halb-selbststängenden, spreizklimmenden *Lonicera*-Art (Abb. 4). Der Auftrag ist in allen Abbildungen doppelt logarithmisch.

Eine Vielzahl der getesteten *Lonicera*-Arten zeigt im untersuchten Altersbereich annähernd konstante Biegeelastizitätsmoduli und Torsionsmoduli. Bei diesen Pflanzen verändern sich folglich die biege- und die torsionsmechanischen Eigenschaften im Verlauf der Ontogenie nicht, was für den Wuchsformtyp der Spreizklimmer charakteristisch ist (SPECK & ROWE 1998). Exemplarisch ist dies bei der Roten Heckenkirsche (*L. xylosteum*, Abb. 1c) zu sehen (Abb. 4a u. b). Interessant ist, daß viele der spreizklimmenden *Lonicera*-Arten bezüglich ihrer Wuchsform eine extreme Plastizität zeigen. Sie können sich in Abhängigkeit von den ökologischen Randbedingungen in alten Ontogeniestadien sich eher in Richtung Selbstträger oder aber eher in Richtung Liane entwickeln. Ein Beispiel ist *L. sempervirens*, die bezüglich ihrer Wuchsform am ehesten als Spreizklimmer mit der Möglichkeit zur lianenartigen Wuchsform interpretiert werden kann, wobei die Wuchsform sehr variabel ist. Bei dieser Art können sowohl die mechanischen als auch andere Eigenschaften im Verlauf der Ontogenie sehr stark von Umweltfaktoren beeinflusst werden (CHIU & EVERS 1992). Die beiden Arten *L. myrtilus* und *L. alpigena* stellen bezüglich ihrer mechanischen Eigenschaften fast typische Spreizklimmer dar. Bei der Alpen-Heckenkirsche (*L. alpigena*) ist allerdings in alten Ontogeniestadien eine leichte Zunahme von Biegeelastizitätsmodul und Torsionsmodul zu beobachten, also eine Tendenz hin zum selbsttragenden Wuchsformtyp. Bei *L. myrtilus* kann man von einem „internen Spreizklimmer“ sprechen, da die Zweige der meist niederwüchsigen Pflanzen eng vernetzt sind und sich innerhalb einer Einzelpflanze gegenseitig mechanisch stützen. Ähnliche Tendenzen sind auch bei der Roten Heckenkirsche (*L. xylosteum*) zu beobachten, die zudem – wie die Schwarze Heckenkirsche (*L. nigra*) – die Fähigkeit besitzt, sich über horizontal am Boden liegende Äste vegetativ auszubreiten.

Wie diese Beispiele zeigen, zeichnet sich die Gattung *Lonicera* durch ein breites Spektrum verschiedener Wuchsformtypen aus. Auch innerhalb einer Art scheint die Wuchsform häufig recht variabel zu sein, d.h. die Pflanzen sind in der Lage, in opportunistischer Weise auf Umweltfaktoren zu reagieren, wie z.B. auf das Fehlen oder das Vorhandensein von Stützstrukturen, was bei vielen Arten eine hohe Plastizität der Wuchsform zu Folge hat.

3.2 Funktionsanatomische Untersuchungen

Für die funktionelle Analyse der Achsenanatomie und ihrer Veränderung im Verlauf der Ontogenie wurden drei verschiedene Gewebetypen unterschieden: (1) Rinde (incl. Phloem, Borke und Epidermis), (2) Holz (primäres und sekundäres Xylem) und (3) Markgewebe. Außerdem wurde als vierte Größe der Markhohlraum vermessen. Für alle vier Gewebetypen wurde der Anteil an der Gesamtquerschnittsfläche sowie am axialen und am polaren Flächenträgheitsmoment bestimmt und für die verschiedenen Altersklassen verglichen (SPECK 1994; SPECK, ROWE & SPATZ 1996). Zur mikroskopischen Vermessung der verschiedenen Gewebetypen wurden die Sproßquerschnitte mit Phloroglucin/Salzsäure gefärbt. Bei dieser Färbemethode färben sich die mechanisch sehr stabilen lignifizierten, d.h. verholzten Gewebetypen (wie Holz und Sklerenchym) rot an und lassen sich somit von anderen, nicht lignifizierten Gewebetypen unterscheiden. Um Gewebeschrumpfung, wie sie bei der Herstellung von Dauerpräparaten (z.B. durch die Entwässerung) auftreten können, zu vermeiden, wurden für diese funktionsanatomischen Untersuchungen Frischschnitte verwendet. Das Hauptinteresse dieser Untersuchungen lag in einer quantitativen Analyse der Veränderung der Gewebeanteile im Sproßquerschnitt während

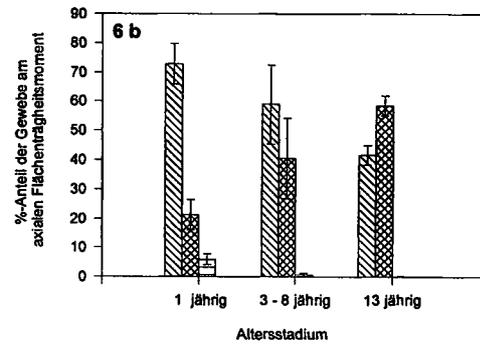
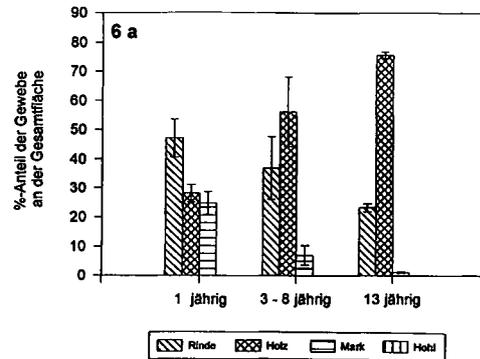
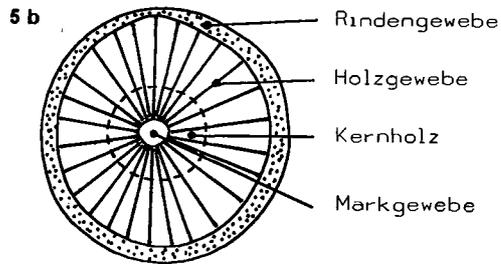
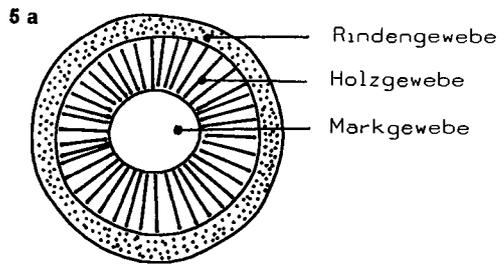


Abb. 5 u. 6: Schwarze Heckenkirsche (*Lonicera nigra*, selbsttragender Strauch).
 Abb. 5: Achsenquerschnitte mit den bei den funktionsanatomischen Untersuchungen unterschiedenen Gewebetypen,
 (a) junges Ontogeniestadium und (b) altes Ontogeniestadium.
 Abb. 6: Veränderung der prozentualen Anteile der verschiedenen Achsengewebe im Verlauf der Ontogenie,
 (a) an der Querschnittsfläche und (b) am axialen Flächenträgheitsmoment.

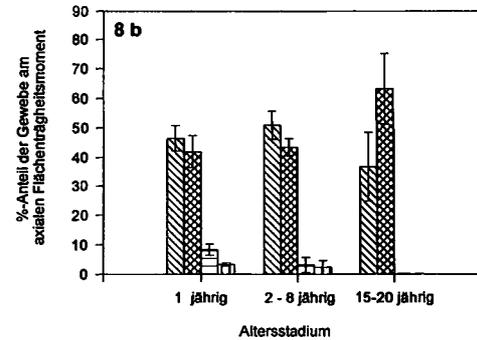
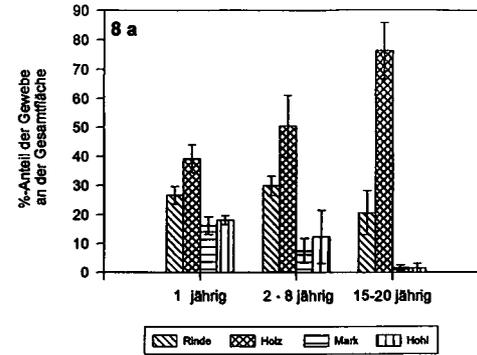
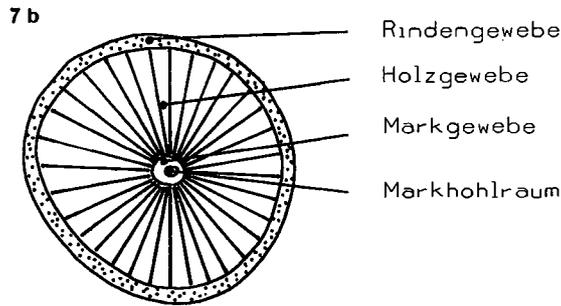
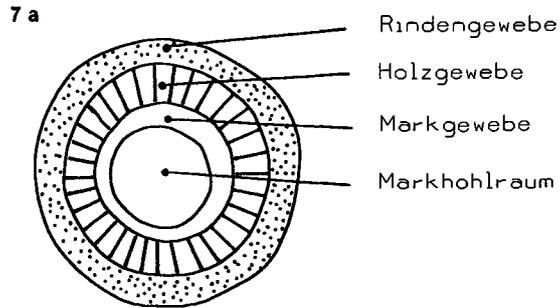


Abb. 7 u. 8: Waldgeißblatt (*Lonicera periclymenum*, nicht selbsttragende, windende Liane).

Abb. 7: Achsenquerschnitte mit den bei den funktionsanatomischen Untersuchungen unterschiedenen Gewebetypen, (a) junges Ontogeniestadium und (b) altes Ontogeniestadium.

Abb. 8: Veränderung der prozentualen Anteile der verschiedenen Achsengewebe im Verlauf der Ontogenie, (a) an der Querschnittsfläche und (b) am axialen Flächenträgheitsmoment.

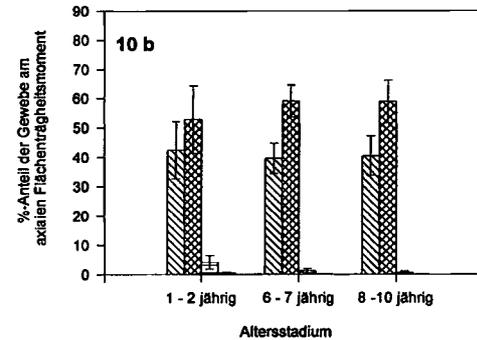
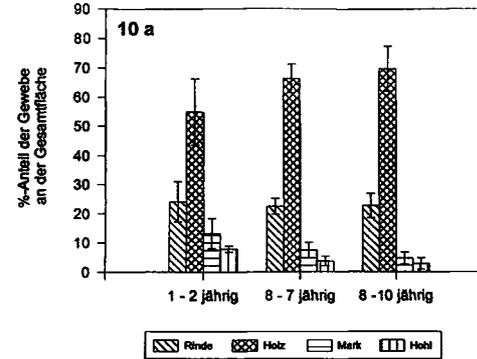
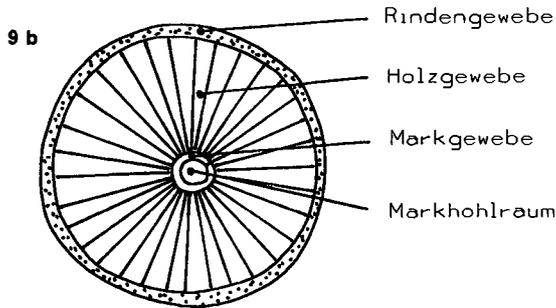
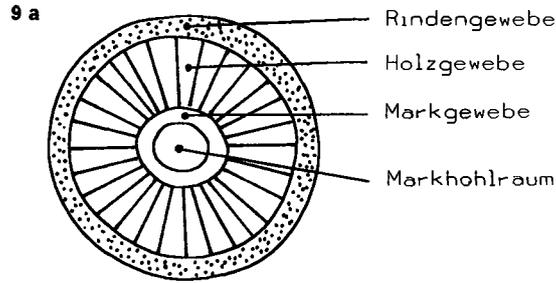


Abb. 9 u. 10: Rote Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*, halb-selbsttragender Spreizklimmer).

Abb. 9: Achsenquerschnitte mit den bei den funktionsanatomischen Untersuchungen unterschiedenen Gewebetypen, (a) junges Ontogeniestadium und (b) altes Ontogeniestadium.

Abb. 10: Veränderung der prozentualen Anteile der verschiedenen Achsengewebe im Verlauf der Ontogenie, (a) an der Querschnittsfläche und (b) am axialen Flächenträgheitsmoment.

der Ontogenie, was durch eine vergleichende Auswertung der drei Altersklassen möglich wird.

Für selbsttragende und lianenartig wachsende Arten ließen sich im Verlauf der Ontogenie signifikante Veränderungen der Gewebeverteilungen im Sproßquerschnitt nachweisen. Bei dem selbsttragend wachsendem Strauch *L. nigra* kommt es in älteren Ontogeniestadien zu einer signifikanten Abnahme des Anteils von Rinde und Mark an der Querschnittsfläche sowie am axialen und am polaren Flächenträgheitsmoment, während gleichzeitig der Anteil des Holzes deutlich zunimmt (Abb. 5 u. 6). Auffällig ist, daß bei den horizontal über den Boden kriechenden, sehr alten Achsen dieser Art die Bildung von Kernholz zu beobachten ist (Abb. 6b). Die Zunahme des Beitrags des biegesteifen Holzes zum axialen und polaren Flächenträgheitsmoment ist die strukturelle Ursache für die beobachtete deutliche Zunahme des Biegeelastizitätsmoduls und des Torsionsmoduls im Verlauf der Ontogenie bei der Schwarzen Heckenkirsche (vgl. Abb. 2). Vergleichbare Veränderungen der Achsenanatomie konnten bei allen bisher untersuchten selbsttragenden Bäumen und Sträuchern nachgewiesen werden (SPECK 1994, SPECK & ROWE 1998).

Alle untersuchten lianenartig wachsenden *Lonicera*-Arten zeigen eine mehr oder weniger ausgeprägte Abnahme des Anteils von Rinde, Mark und Markhohlraum im Verlauf der Ontogenie, während der Beitrag des Holzes deutlich zunimmt (Abb. 7 u. 8). Vermutlich ist, wie bei anderen untersuchten Lianenarten, der nach der Verankerung an einer Stützstruktur gebildete Holztyp deutlich biege- und torsionsflexibler als der vor der Verankerung, d.h. in den Suchertrieben und in der selbsttragenden Wuchsphase von Jungpflanzen dieser Arten gebildete Holztyp. Die Differenzierung eines „lianentypischen“, flexiblen Holztyps könnte die beobachtete Abnahme von Biege- und Torsionsmodul im Verlauf der Ontogenie erklären (vgl. Abb. 3). Es muß in weiteren Untersuchungen allerdings noch überprüft werden, ob diese für andere Lianenarten nachgewiesene Veränderung des Holztyps (vgl. SPECK 1994, SPECK & ROWE 1998) auch bei den lianenartig windenden *Lonicera*-Arten zutrifft und welches die strukturellen Ursachen für die Flexibilität dieses Holztyps sind.

Wie für Spreizklimmer charakteristisch (SPECK 1994, SPECK & ROWE 1998), bleiben auch bei der Roten Heckenkirsche (*L. xylosteum*) und den anderen spreizklimmenden *Lonicera*-Arten die Anteile der verschiedenen Achsengewebe am axialen und polaren Flächenträgheitsmoment in allen Ontogeniestadien nahezu unverändert (Abb. 10b). Lediglich die Beiträge von Mark und Markhohlraum zeigen – ausgehend von bereits in jungen Stadien sehr niedrigen Werten (ca. 4 %) – eine geringfügige Abnahme. Die annähernd gleichbleibende Gewebeverteilung im Verlauf der Ontogenie ist die strukturelle Ursache für die in den biomechanischen Untersuchungen nachgewiesenen nahezu konstanten Werte von Biegeelastizitätsmodul und Torsionsmodul bei den untersuchten spreizklimmenden *Lonicera*-Arten (vgl. Abb. 4).

3.3 Morphologische Untersuchungen

Als Ergänzung zu den biomechanisch/funktionsanatomischen Untersuchungen wurden photogrammetrische Auswertungen der Wuchsform der untersuchten Arten durchgeführt. Durch eine Analyse des Krümmungsverhaltens der Zweige verschiedener *Lonicera*-Arten wird eine über die Unterscheidung der Wuchsformgrundtypen: selbsttragend, spreizklimmend, lianenartig (vgl. SPECK 1994, SPECK & ROWE

1998), hinausgehende quantitative Feininterpretation der Wuchsform möglich. Für diese Untersuchungen wurden aus Stereophotographien der Sträucher dreidimensionale digitale Modelle mit Hilfe eines CAD-Programms erstellt (HILDEBRANDT 1996). In den 3D-Modellen der Pflanzen lassen sich Winkel, absolute und relative Zweiglängen sowie Höhenwerte der betreffenden Zweigabschnitte ermitteln (TRAISER 1997).

Für die Analyse des Krümmungsverhaltens wurde an verschiedenen Punkten der Zweige ein Lot in das 3D-Modell projiziert und der Schnittpunkt zwischen Zweig und Lot ermittelt. Zu jedem Schnittpunkt wurden drei Daten erfaßt (Abb. 11):

1. die absolute Höhe über dem Boden (im Beispiel: 0,5 m)
2. die Länge der Zweigbasis bis zum Schnittpunkt (im Beispiel: 0,55 m)
3. der Winkel zwischen dem Lot und dem apikalen Zweigabschnitt (im Beispiel: 55°)

Das Ergebnis der Analyse des Krümmungsverhaltens des spreizklimmenden Strauchs *L. xylosteum* ist in Abbildung 11 dargestellt. In diesem Diagramm sind in Polarkoordinatendarstellung die Winkel von 0° bis 180° gegen die relative Zweiglänge aufgetragen. Im Zentrum des Diagramms liegt das basale Ende des Zweigs, an den Koordinatenachsen befinden sich die Zweigspitzen. Bei den hier dargestellten Untersuchungen an Zweigen 1. Ordnung wurden die Winkel in Abschnitte von jeweils 10° eingeteilt, d.h. es wurden Winkelbereiche von 0°–10°, 10°–20°, 20°–30° etc. unterschieden. Für alle untersuchten Zweige wurden für jeden Winkelbereich die Mittelwerte der relativen Zweiglänge berechnet und im Diagramm gegen den entsprechenden Winkelbereich aufgetragen. Diese Art der Darstellung ermöglicht es, das Krümmungsverhalten einzelner Zweige einer Pflanze oder verschiedener Pflanzenarten quantitativ zu analysieren und zu vergleichen.

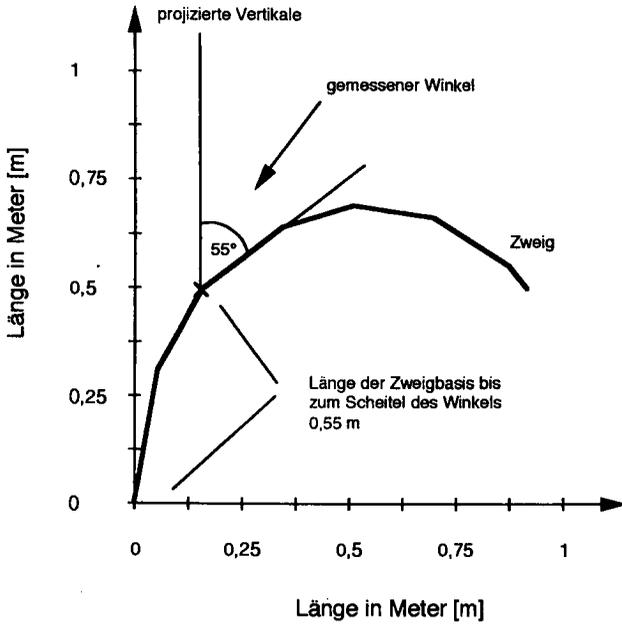
Für das Krümmungsverhalten der Zweige von *L. xylosteum* läßt sich zeigen, daß die an der Zweigbasis steil aufstrebenden Äste (kleiner Winkel) mit zunehmender relativer Länge immer stärker in die Horizontallage übergehen (zunehmend größerer Winkel; bei Horizontallage beträgt der Winkel 90°). Bei einer relativen Länge zwischen 0,85 und 0,9 erreichen die Äste einen Winkel von 90°. Die verbleibenden „überhängenden“ apikalen Zweigstücke, mit einer relativen Länge von 0,9 bis 1, zeigen Winkel bis maximal 130°.

Das Krümmungsverhalten der Zweige höherer Ordnung gleicht dem der Zweige erster Ordnung. Somit zeigt sich bei der spreizklimmend wachsenden *L. xylosteum* wie schon in den biomechanischen und funktionsanatomischen Untersuchungen auch in der quantitativen Analyse der Wuchsform eine in allen Ontogeniestadien relativ konstante Art des Wachstums.

4. Diskussion

Der Wachstumsmodus des „Strauches“ sensu TROLL (1959) scheint in der Gattung *Lonicera* genetisch fixiert zu sein (vgl. BARTELS 1993), da weder krautige noch baumförmige Arten bekannt sind. Innerhalb des Wachstumsmodus' „Strauch“ ist jedoch die gesamte biomechanische Bandbreite von selbsttragenden Sträuchern über spreizklimmend wachsende Arten bis hin zu Lianen verwirklicht. Die zahlreichen zwischen den Wuchsformgrundtypen vermittelnden Arten zeugen von der hohen biomechanischen und damit auch morphologischen Variabilität der Gattung *Lonicera*.

a



b

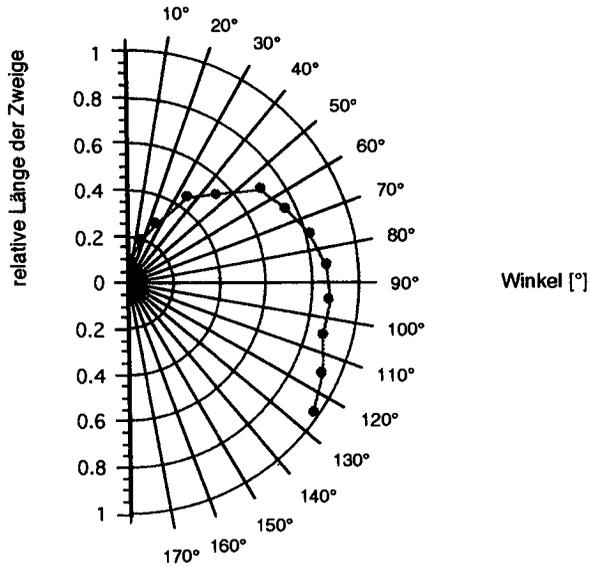


Abb. 11: (a) Modell eines Zweigs mit dem im CAD-Programm ermittelten Winkel und der zugehörigen Länge der Zweigbasis;
(b) Polarkoordinaten-Darstellung des Krümmungsverhaltens von Zweigen 1. Ordnung des spreizklimmenden Strauchs *Lonicera xylosteum* (Rote Heckenkirsche).

Diese große Variabilität drückt sich aber nicht nur auf Artniveau mit verschiedenen Wuchsformen aus, sondern auch auf individueller Ebene in der Fähigkeit einiger Arten, im Laufe der Ontogenie den Habitus verschiedenen Umwelthanforderungen anzupassen. Durch diese Fähigkeit der biomechanischen „Umkonstruktion“, z.B. von aufrecht wachsenden zu horizontal dem Boden aufliegenden Zweigen (bei der Schwarzen und der Roten Heckenkirsche), eröffnet sich für die dazu befähigten Arten die Möglichkeit der vegetativen Ausbreitung. Bei anderen Arten wird durch die variable Wuchsform die „Bandbreite“ der von ihnen gebildeten ökologischen Nischen deutlich erweitert (z.B. bei *L. sempervirens*).

Danksagung: Dem Badischen Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V. sei für die Förderung dieser Untersuchungen durch ein Stipendium aus dem Professor-Friedrich-Kiefer-Fonds (1996) bestens gedankt. Herrn Prof. Dr. D. Vogellehner und Herrn Prof. Dr. H.-Ch. Spatz danken wir für viele hilfreiche Diskussionen. Für die Bereitstellung von Pflanzenmaterial danken wir Herrn PD Dr. M. Jenny, Palmengarten Frankfurt, und Dr. S. Schneckenburger, Botanischer Garten der TH Darmstadt.

Schrifttum

- BARTELS, H. (1993): Gehölzkunde: Einführung in die Dendrologie. – 1. Aufl., 336 S., UTB 1720, Ulmer Verlag (Stuttgart).
- CHIU, S.-T. & EVERS, F.W. (1992): Xylem structure and water transport in a twiner, scrambler, and a shrub of *Lonicera* (Caprifoliaceae). *Trees – Structure and Function*, 6: 216-224.
- FROHNE, D. & JENSEN, U. (1992): Systematik des Pflanzenreichs – unter besonderer Berücksichtigung chemischer Merkmale und pflanzlicher Drogen. – 4. Aufl., 344 S., G. Fischer Verlag (Stuttgart, Jena, New York).
- HEGL, G. (1966): Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Band VI, Teil 2: *Lonicera*, 1–14. – Verlag Paul Parey (Berlin, Hamburg).
- HILDEBRANDT, G. (1996): Fernerkundung und Luftbildmessung: für Forstwissenschaft, Vegetationskartierung und Landschaftsökologie. – 1. Aufl., 676 S., Verlag H. Wichmann (Heidelberg).
- NIKLAS, K.J. (1992): Plant Biomechanics – an engineering approach to plant form and function. – 1. Aufl., 607 S., University of Chicago Press, (Chicago, London).
- REHDER, A. (1903): Synopsis of the genus *Lonicera*. – Missouri Botanical Garden, 14th Annual Report: 27–323.
- SPECK, T. (1994): Bending stability of plant stems: ontogenetical, ecological, and phylogenetical aspects. – *Biomimetics*, 2 (2): 109–128.
- SPECK, T. & ROWE, N.P. (1998): A quantitative approach to analytically defining size, form and habit in living and fossil plants. – In: *The Evolution of Plant Architecture*, A.R. HEMSLEY & M. KURMANN (eds.), Linnean Society, London and Royal Botanic Gardens Kew (Kew) (in press).
- SPECK, T., ROWE, N.P. & SPATZ, H.-C. (1996): Pflanzliche Achsen – hochkomplexe Verbundstrukturen mit erstaunlichen mechanischen Eigenschaften. – In: *BIONA-report 10 – Technische Biologie und Bionik 3*, W. NACHTIGALL & A. WISSER (eds.): 101–131, Akad. Wiss. u. Lit., Mainz, Gustav Fischer Verlag (Stuttgart, Jena, New York).
- TRAISSER, C. (1997): Ein Vergleich von *Lonicera*-Arten mit unterschiedlichem Wuchsformtyp im Hinblick auf biomechanische, anatomische und morphologische Eigenschaften. – Unveröffentlichte Magister-Arbeit (Universität Freiburg): 76 S.
- TRAISSER, C., REIDELSTÜTZ, P. & SPECK, T. (1997): Biomechanical, anatomical and morphological analysis of different growth habits in the genus *Lonicera*. – In: *Plant biomechanics – conference proceedings II: posters*, G. JERONIMIDIS & J.F.V. VINCENT (eds.): 17–18, Centre for Biomimetics, The University of Reading (Reading).
- TROLL, W. (1959): Allgemeine Botanik: Ein Lehrbuch auf vergleichend-biologischer Grundlage. – 3. Aufl., 927 S., Ferdinand Enke Verlag (Stuttgart).

(Am 27. Februar 1998 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	1	137–153	1998	Freiburg im Breisgau 22. Mai 1998
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Die Laufkäferbesiedlung eines Edelkastanien-Niederwaldes im Mittleren Schwarzwald (Ödsbach/Oberkirch)

von

WOLFGANG HOCHHARDT & REGINA OSTERMANN *

Zusammenfassung: Vor dem Hintergrund des schwindenden Lebensraumes Niederwald wurde die Laufkäfergemeinschaft eines noch bewirtschafteten Edelkastanien-Niederwaldes bei Ödsbach/Oberkirch analysiert. Ziel der Arbeit war es, mit Hilfe der Artengruppe Laufkäfer, Hinweise über die Bedeutung intakter Niederwälder für die Fauna herauszustellen.

Der 45jährige durchgewachsene Niederwald ist sehr artenarm. Nur sechs Laufkäferarten besiedeln in geringer Dichte diese Altersphase. Nach dem Kahlschlag treten Offenlandarten hinzu und erhöhen die Artenzahl auf 16.

Für die Offenlandarten stellen die vegetationsarmen Kahlflächen einen geeigneten Lebensraum dar, so daß sich eine artenreiche, soziologisch sehr heterogene Laufkäfergemeinschaft bildet. Sobald die Schößlinge der Edelkastanienstöcke den Boden wieder überschirmen, fallen die stenotopen Offenlandarten aus. Die Artenzahl geht auf 11 zurück.

Es wurden vier Arten der Roten Liste Baden-Württembergs erfaßt: *Carabus intricatus*, *Carabus silvestris*, *Harpalus rufipalpis* und *Notiophilus rufipes*.

Für alle Sukzessionsphasen des Niederwaldes ist ein „Grundgerüst euryöker Waldarten“ typisch. Diese sind konkurrenzkräftiger als die Offenlandarten und überleben die extremen Standortbedingungen während der sehr kurzen Kahlschlagphase.

Die Bedeutung der Niederwälder für die Fauna wird diskutiert, wobei hervorzuheben ist, daß aufgrund der geringen Flächengröße und isolatorischer Wirkungen durch die umgebenden Nadelholzaufforstungen, die Edelkastanien-Niederwälder in ihren Biotopfunktionen heute stark beeinträchtigt sind.

Die Erhaltung und Ausdehnung der Niederwälder kann nur durch Neubelebung der Niederwaldwirtschaft erfolgen. Die Edelkastanien-Niederwälder eignen sich dank des großen Zuwachses im Kurzumtrieb zur Brennholzproduktion für Hackschnitzelheizanlagen der Waldbauernhöfe. Daneben besteht die Möglichkeit der Entwicklung des Edelkastanien-Niederwaldes zu einem Mittelwald, der zusätzlich die Nachfrage nach Nutzholz deckt. Eine weitere Umwandlung der Edelkastanien-Niederwälder sollte unbedingt vermieden werden, da sie neben der Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz auch aus historischen Gründen bedeutsam sind.

1. Einleitung

Noch gegen Ende der 30iger Jahre prägten Niederwälder das Landschaftsbild des Mittleren Schwarzwaldes. Aufgrund sozioökonomischer Wandlungen sind heute, 60 Jahre später, im Schwarzwald nur noch Restflächen in der Größenordnung von ca. 5.500 ha übrig geblieben (s. MÜLLER 1989, NEUWEILER 1990).

* Anschriften der Verfasser: Dr. W. HOCHHARDT, Treinenfeld 2, D-54296 Trier; Dipl. Forstw. R. OSTERMANN, Rheinstr. 36, D-77974 Meißenheim

Edelkastanien-Niederwälder nehmen unter den Niederwäldern im Schwarzwald eine Sonderstellung ein. In Kontakt zur Weinanbaufläche der Vorbergzone gelegen, dienten diese Wälder neben der Bereitstellung von Brennholz, vor allem der Gewinnung von Rebstecken. Gerbrindengewinnung sowie landwirtschaftliche Zwischennutzungen wie sie z.B. in Eichenniederwäldern üblich waren, fanden im Edelkastanien-Niederwald nicht statt. Die Umtriebszeiten lagen im Edelkastanien-Niederwald anfangs bei ca. 20 Jahren, nach dem zweiten Weltkrieg stiegen die Umtriebszeiten auf 30–40 Jahre an.

Die meisten der Niederwälder werden heute jedoch nicht mehr bewirtschaftet und sind deshalb nur noch als historische Waldnutzungsformen zu bezeichnen. Aus der Sicht des Naturschutzes ist dies bedauerlich, denn es existieren im Gegensatz zu vegetationskundlich-floristischen Arbeiten (WILMANN et al. 1979, OSTERMANN & HOCHHARDT 1993, HOCHHARDT 1996) nur wenige faunistische Untersuchungen über die Besiedlungsdynamik von Niederwäldern (FULLER et al. 1989, DIEFENBACH 1990). Die meisten faunistischen Untersuchungen behandeln den Niederwald als Gesamt-Lebensraum, ohne detaillierte Angaben über die Besiedlung unterschiedlicher Altersphasen zu machen. Als grundlegende Arbeit für Bayern ist KÜNNETH (1992) zu nennen, der die Untersuchungen verschiedener Tierartengruppen zusammenfaßt. Für den Schwarzwald bearbeiteten FREUNDT & PAUSCHERT (1990) und FREUNDT et al. (1991) die Artengruppen Vögel und Nachtfalter.

Im Bereich der Lahr-Offenburger Vorbergzone existieren heute noch Edelkastanienwälder, die niederwaldartig genutzt werden und für freilandökologische Untersuchungen an Niederwäldern von großer Bedeutung sind. So konnte auf der Gemarkung Ödsbach bei Oberkirch die Besiedlungsdynamik unterschiedlicher Altersphasen durch die Laufkäfer dokumentiert werden.

Die Auswahl der Laufkäfer als Tierartengruppe erfolgte aufgrund ihrer Eignung als Biotdeskriptoren bzw. -indikatoren. Mit ihrer Hilfe sollen letztendlich Hinweise über die Biotopqualität von Niederwäldern gegeben werden. Die Eignung als Bioindikatoren ergibt sich aufgrund einer starken Bindung an ökologische Faktoren, eine gute Determination der Arten sowie des relativ guten Kenntnisstandes zur Ökologie und Biologie der Arten.

Mit dieser Untersuchung der Laufkäferzönose wird aus faunistischer Sicht die Bedeutung der Niederwälder für den Arten- und Biotopschutz umfassender diskutiert, so daß hieraus zukünftige praktikable Möglichkeiten für Pflege, Entwicklung und weitere Nutzungen abgeleitet werden können.

2. Das Untersuchungsgebiet

2.1 Naturräumliche Eingliederung

Die Gemarkung Ödsbach gehört zum Naturraum Mittlerer Schwarzwald, liegt jedoch an dessen Nordgrenze. Diese verläuft entlang des Renchtales, das wiederum die Grenze zum Naturraum Nördlicher Tälerschwarzwald bildet. Die Gemarkung besteht aus mehreren nord-südlich ausgedehnten engen Kerbtälern (von Ost nach West: Giedensbach-, Hengstbach-, Wäldern-, Unrechtenbach-, Lendersbach- und Laibachtal). Diese vereinigen sich zu einem Haupttal und münden als Ödsbachtal von Süden her in das Renchtal östlich der Stadt Oberkirch (Abb. 1).

Das Klima im Untersuchungsgebiet wird durch die Lage am Westrand des Schwarzwaldes bestimmt. So sind hohe Niederschläge am rasch aufsteigenden Ge-

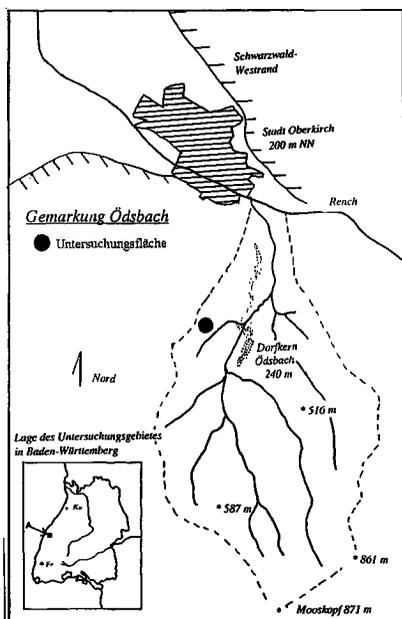


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes.

birgszug charakteristisch, um so mehr, als die westlich vorgelagerten Vogesen mit nur 400 m ü.NN den atlantischen Wolkenmassen keinen wesentlichen Widerstand bieten und sie sich somit erstmals am Schwarzwaldwestrand ausregnen. Entsprechend hoch sind die Niederschläge mit 900–1000 mm bei Oberkirch (200 m ü.NN). Ein ausgeglichener Temperaturverlauf, hohe Luftfeuchtigkeit und ein hoher Bewölkungsgrad, sowie schneereiche, aber milde Winter sind weitere für den Schwarzwald und für das Untersuchungsgebiet typische Klimakomponenten. Die mittlere Lufttemperatur liegt im Januar bei 0 °C, im Juli bei 17 °C, während der Vegetationsperiode von Mai bis Juli bei 15 °C und im Jahresdurchschnitt bei 8–9 °C.

Paragneise und Granite sind die wichtigsten bodenbildenden Ausgangsgesteine. Der Paragneis, im Untersuchungsgebiet auch Renchgneis genannt, ist durch Metamorphose aus Sedimentgesteinen hervorgegangen. Dank der

günstigen Feintextur und den Hauptbestandteilen Kalifeldspäte, Quarz und dunklem Glimmer (Biotit) sind aus dem Paragneis im Gebiet leistungsfähige und stabile Waldböden entstanden.

Im Untersuchungsgebiet verzahnen sich Renchgneise mit dem Oberkircher Granit. Im Süden hebt sich der Bundsandsteinsockel des Mooskopf/Edelmannkopfmassives gegen das Grundgebirge ab. Im Anschluß an den Bundsandstein findet sich ein wechselnd breiter Streifen des Unteren und Oberen Rotliegenden.

Gemäß der Karte der potentiellen natürlichen Vegetation von Baden-Württemberg (LFU 1992) würden Hainsimsen-Rotbuchenwälder mit sonenseitig beigemischter Traubeneiche die submontanen Lagen bis etwa 500 m ü.NN beherrschen. In der sich anschließenden montanen Stufe oberhalb von 500 m ü.NN werden sie durch den Hainsimsen- und Waldschwingel-Tannen-Buchen-Wald ersetzt. In den höchsten Kammlagen treten Fichten einzeln hinzu.

Heute ist etwa ein Drittel der Gemarkung gerodet und wird als Kulturgrünland, Streuobstwiesen, Rebberge oder als Ackerland genutzt. Dennoch beherrscht Wald mit unterschiedlichen Aspekten das Landschaftsbild von Ödsbach. In der montanen Stufe herrscht heute überwiegend in Reinbeständen die Fichte vor. Buchen-Wälder sind kaum noch vorhanden. In den Sommerlagen der submontanen Stufe stocken vielfach Traubeneichen-Wälder, die aus ehemaligen Eichen-Schälwäldern hervorgegangen sind. Dagegen wurden auf den Winterhängen (jedoch nicht ausschließlich) bis in die kolline Stufe hinein Edelkastanien angebaut, die heute fast ausschließlich durchgewachsen sind. An exponierten Standorten stocken Mischbestände aus Traubeneiche, Kiefer und Edelkastanie. Ein bedeutender Anteil ehemaliger Niederwälder wurde in Douglasien-Forste umgewandelt. In Dobeln und Mulden verge-

sellschafte sich die Edelkastanie in unterschiedlichen Anteilen mit Esche, Bergahorn, Kirsche und Hainbuche. Erlen-Eschen-Galeriewälder begleiten die Bachläufe.

Der Edelkastanien-Niederwald besiedelt den Mittelhang eines westexponierten Bergrückens. Der Standort ist mit 26° mäßig steil geneigt und liegt mit 320 m ü.NN im Übergang von der kollinen zur submontanen Höhenstufe. Die Niederwaldfläche ist insgesamt 2,2 ha groß. Der Niederwald ist in fünf verschiedene Altersphasen gegliedert (Kahlschlagphase, einjährige Lichtphase, zweijährige Lichtphase, dreijährige Lichtphase, 45jährige Schattenphase) (s. Abb. 2). Die Kleinflächigkeit der Untersuchungsfläche ist für bewirtschaftete Niederwälder sehr typisch. Hinzu kommt, daß der Niederwald von Fichten-Hochwäldern umgeben ist, die zur Isolierung des Niederwaldes beitragen.



Abb. 2: Sommeraspekt auf der Niederwaldsukzessionsfläche.

2.2 Vegetationsbeschreibung (s. Vegetationstabelle)

Für den durchgewachsenen Niederwald (Schattenphase) sind Arten bodensaurer Standorte wie Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*), Salbei-Gamander (*Teucrium scorodonia*), Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) sowie die Waldbodenmoose *Polytrichum formosum*, *Leucobryum glaucum* und *Dicranum scoparium* typisch.

Der Kahlhieb stellt einen schwerwiegenden Eingriff in die Lebensgemeinschaft des Niederwaldes dar. Bodenverwundende Holzernmaßnahmen reduzieren die ohnedies schütterere Vegetation deutlich. An der erhöhten Einstrahlung leiden vor allem die empfindlichen Waldbodenmoose. Sie sterben ab. Völlig vegetationsfreie, stark besonnte Kleinstandorte in der Schlagphase sind faunistisch von Bedeutung. Für Arten offener Biotopstellen stellen sie einen wichtigen Teillebensraum dar. Durch das veränderte Strahlungsklima und die Bodenverwundung können auf der Schlagfläche

Vegetationstabelle: Edelkastanien-Niederwald (Licht- und Schattenphase)
(aus BEYER 1991, gekürzt)

	Reine-Ausbildung Lichtphase und Schattenphase																		
	Alter																		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Lfd.Nr.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16			
Exposition	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W			
Neigung	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24			
Höhe NN (in 10 m)	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32			
Geologie	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr			
Topographie	Mh	Mh	Mh	Mh	Mh	Mh	Mh	Mh	Mh	Mh	Mh	Mh	Mh	Mh	Mh	Mh			
Deckungsgrad BS (in %)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90			
Deckungsgrad SS (in %)	40	20	40	30	50	60	70	60	90	95	99	99	99	99	1	0			
Deckungsgrad KS (in %)	2	5	60	90	85	99	90	75	40	25	5	5	2	1	20	30			
Deckungsgrad MS (in %)	0	1	1	20	2	50	10	20	10	10	1	5	5	0	2	10			
Artenzahl	21	16	27	23	27	29	22	23	22	16	12	13	11	8	17	13			
Alter	0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	4	5			
Bestandeshöhe (in m)	,5	,5	2	2	4	4	5	5	7	7	8	8	9	9	20	20			
Waldarten																			
<i>Castanea sativa</i>	BS	13%	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	4
	SS	75%	.	.	3	2a	3	2b	4	4	5	5	5	5	5	.	.		
	KS	94%	1	+	1	1	2a	2a	1	2a	1	+	+	+	.	1	1		
<i>Quercus petraea</i>	KS	69%	+	+	+	r	1	+	+	+	+	+	.	.	.	+	+		
<i>Abies alba</i>	KS	63%	r	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	1	.	1	+		
<i>Dryopteris dilatata</i>	KS	88%	+	+	.	+	+	+	1	1	2a	1	1	+	+	+	+		
<i>Vaccinium filix-femina</i>	KS	56%	.	.	.	.	+	2a	.	+	1	+	r	r	.	.	.
<i>Vaccinium myrtillus</i>	KS	19%	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Vorwaldarten																			
<i>Betula pendula</i>	KS	69%	.	.	+	+	1	2b	1	1	2m	±	±	2a	2a	.	.		
	SS	56%	.	.	.	.	1	2b	1	±	2m	±	±	2a	2a	.	.
	SS	44%	.	.	.	.	1	3	1	±	1	±	1	.	.	.	.
	KS	69%	±	r	2m	±	2m	2m	2m	2m	2m	±	.	.	.	r	+		
	KS	50%	1	±	2m	2m	1	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+
<i>Salix caprea</i>	KS	19%	.	.	r	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Schlagarten																			
<i>Deschampsia flexuosa</i>	KS	100%	2a	2a	2b	2a	3	4	4	2b	2a	2m	+	2m	2m	+	2b		
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	KS	81%	+	.	±	±	±	2b	2a	2a	1	+	+	1	+	.	r		
<i>Teucrium scorodonia</i>	KS	44%	.	.	.	±	±	2m	±	2m	±	.	.	.	.	.	+
<i>Senecio sylvaticus</i>	KS	31%	r	+	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Eupatorium cannabinum</i>	KS	25%	r	.	.	.	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galeopsis tetrahit</i>	KS	25%	.	.	r	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Hieracium laevigatum</i>	KS	25%	.	.	.	.	.	+	r	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Agrostis capillaris</i>	KS	19%	.	.	.	.	.	2a	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Senecio fuchsii</i>	KS	13%	.	.	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex acetosella</i>	KS	13%	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Störzeiger																			
<i>Carex pilulifera</i>	KS	75%	+	.	+	+	1	2m	2m	±	2m	+	+	.	.	.	+		
<i>Galium hircynicum</i>	KS	44%	.	.	+	+	1	1	2m	2m	2m	.	.	.	.	.	+
<i>Calluna vulgaris</i>	KS	38%	.	.	+	.	2m	2m	±	2m	±	2m	.	.	.	.	.
<i>Hypericum humifusum</i>	KS	38%	r	.	+	1	+	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.
<i>Hypochoeris radicata</i>	KS	19%	+	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Holcus mollis</i>	KS	13%	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Luzula multiflora</i>	KS	13%	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Moose																			
<i>Polytrichum formosum</i>	MS	100%	1	2a	2a	1	2m	3	1	2a	2a	2a	1	2a	2a	2m	1	2a	
<i>Dicranella heteromalla</i>	MS	63%	2a	2a	1	2b	1	.	1	1	1	2a	r	.	
<i>Leucobryum glaucum</i>	MS	44%	2a	2a	2a	+	2a	+	2a	
<i>Hypnum cupressiforme</i>	MS	31%	2a	2a	2a	2a	1
<i>Atrichum undulatum</i>	MS	19%
<i>Dicranum scoparium</i>	MS	19%	2a	2a
Ea bedeuten:																			
BS = Baumschicht	gr = Rengneis																		
SS = Strauchschicht	Mh = Mittelhang																		
KS = Krautschicht																			
MS = Moosschicht																			

„Störzeiger“ wie die Pillensegge (*Carex pilulifera*), das Harzer Labkraut (*Galium hircynicum*) und das Heidekraut (*Calluna vulgaris*) Fuß fassen. Die floristischen Unterschiede zwischen dem geschlossenen Niederwald (Schattenphase) und der Lichtphase (Schlagflächen) sind gering. Die im Waldesinneren steril ausharrenden Saum- und Schlagarten blühen auf der Schlagfläche und können sich im Laufe der Sukzession optimal entfalten. Diese Arten fehlen in der Schattenphase und können somit als Differentialarten verwendet werden. Eine Massententfaltung der Schlag-, bzw. Saumarten Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*), Brombeere (*Rubus fruticosus*) und Salbei-Gamander (*Teucrium scorodonia*) kennzeichnet die Krautschicht im zweiten und dritten Jahr nach dem Hieb. Die Überschirmung bzw. der Kronenschluß durch die Edelkastanie vollzieht sich zügig. Bereits in der dem Hieb folgenden Vegetationsperiode erreichen die Stockausschläge ca. 2 m Höhe. Als Pioniergehölz samt sich die Birke an und wächst zusammen mit dem Besenginster in das sich schließende Laubdach der Schößlinge ein. Bereits nach drei Jahren ist die Fläche überschirmt. Zu diesem Zeitpunkt ist die Beschattung so hoch, daß auch Roter Fingerhut (*Digitalis purpurea*) und Besenginster (*Sarothamnus scoparius*) wieder ausfallen. In der Altersphase des Niederwaldes stellen diese sich wieder latent ein.

3. Methoden

Die Laufkäfer wurden mit Bodenfallen erfaßt. Diese Methode zur Erfassung epigäischer Arthropoden geht auf BARBER (1931) zurück, der als erster Fallen mit Fixierflüssigkeit eingesetzt hat. Eine nähere Beschreibung der Methode findet sich bei BALOGH (1958) und MÜHLENBERG (1989). Letzterer gibt konkrete Hinweise für die Konstruktion und den Einsatz der Bodenfallen.

In der vorliegenden Arbeit wurden handelsübliche Kunststoffbehälter mit einer Öffnungsbreite von 11 cm und einer Tiefe von 14 cm verwendet. Diese Fallen wurden ebenerdig in den Boden eingebracht und mit einem Einsatz versehen.

Der Falleneinsatz wurde zur Hälfte mit Ethylenglykol gefüllt, der eine kurzfristige Fixierung der Laufkäfer sowie der Beifänge ermöglicht. Die Bodenfallen wurden mit einem Kunststoffdach versehen, um ein Überlaufen nach Starkregen zu vermeiden. Überdachungen sind nicht unproblematisch, da sie die Einstrahlung und den Niederschlagseintrag im näheren Bereich der Bodenfalle verändern. Um diese negativen Begleiterscheinungen auszuschließen, wurden durchsichtige, relativ kleine Kunststoffdächer verwendet.

Die Ausbringung der Fallen erfolgte in 4er Plots im Quadratverband 5 x 5 m. Insgesamt wurden 20 Bodenfallen in Abhängigkeit vom Alter des Edelkastanien-Niederwaldes ausgebracht. Die Fallen wurden jeweils auf der Kahlfläche, der einjährigen, der dreijährigen Fläche, am Waldrand sowie im Inneren des durchgewachsenen Niederwaldes eingebracht. Die einzelnen Fallenstandorte lassen sich wie folgt beschreiben:

Standort S.1: (Schattenphase - durchgewachsener Edelkastanien-Niederwald)

Lage	Kolline Höhenstufe (250 m ü.NN), nordostexponiert, 26° Hangneigung
Alter	45 Jahre
Bestockung	Edelkastanien-Bestand mit Fichtenjungwuchs Bestandeshöhe: 25 m, BHD: 25 cm Deckung Baumschicht: 77 %, Strauchschicht: 30 %, Krautschicht: 36 %
Vegetationstyp	Basenreicherer Edelkastanien-Niederwald
Wasserversorgung	Mäßig frisch-mäßig trocken

Standort S.2: (Waldrand-Saumkomplex)

Lage	Kolline Höhenstufe (250 m ü.NN), nordostexponiert, 26° Hangneigung
Alter	45 Jahre
Bestockung	Edelkastanien-Bestand am Waldrand

	Bestandeshöhe: 25 m, BHD: 25 cm
	Deckung Baumschicht: 60 %, Strauchschicht: 20 %, Krautschicht: 5 %
Vegetationstyp	Basenreicherer Edelkastanien-Niederwald
Wasserversorgung	Mäßig frisch-mäßig trocken

Standort L 0 (Kahlschlagfläche)

Lage	Kolline Höhenstufe (250 m ü.NN), nordexponiert, 32° Hangneigung
Alter	Diesjährige Schlagfläche
Bestockung	Krautschicht nur lückig entwickelt: 5 %
Vegetationstyp	Basenreicherer Edelkastanien-Niederwald (Reine Ausbildung)
Wasserversorgung	Mäßig frisch-mäßig trocken

Standort L 1: (Lichtphase: Einjähriger Niederwald)

Lage	Kolline Höhenstufe (250 m ü.NN), nordexponiert, 32° Hangneigung
Alter	Einjährige Schlagfläche
Bestockung	Edelkastanien-Stockausschlag Bestandeshöhe Strauchschicht: 2,5 m Deckung Strauchschicht: 30 %, Krautschicht: 30 %
Vegetationstyp	Basenreicherer Edelkastanien-Niederwald (s.o.)
Wasserversorgung	Mäßig frisch-mäßig trocken

Standort L 3: (Lichtphase: Dreijähriger Niederwald)

Lage	Kolline Höhenstufe (250m ü.NN), nordexponiert, 32° Hangneigung
Alter	Dreijährig
Bestockung	Edelkastanienstockausschlag Bestandeshöhe Strauchschicht: 5 m Deckung Strauchschicht: 85 %, Krautschicht: 1 %
Vegetationstyp	Basenreicherer Edelkastanien-Niederwald
Wasserversorgung	Mäßig frisch-mäßig trocken

Diese Versuchsanlage ermöglichte die Analyse der Laufkäfergemeinschaften in Abhängigkeit vom Alter der verschiedenen Sukzessionsphasen unter Berücksichtigung der Jahreszeit. Die Fallen wurden zwischen April und Oktober 14tägig geleert.

Die Determination der Laufkäfer erfolgte mithilfe der Bestimmungsliteratur von FREUDE et al. 1976 (danach richtete sich auch die Nomenklatur) und TRAUTNER & GEIGENMÜLLER (1987).

Auswertungsverfahren: Die Laufkäfergemeinschaften wurden nach Artenzahl, Abundanz und Dominanz ausgewertet (SCHWERTFEGER 1975, MÜHLENBERG 1989).

Für Laufkäfer können mithilfe der beschriebenen Methoden keine absoluten Abundanzen sondern nur Aktivitätsdichten erfaßt werden, da die Fangwahrscheinlichkeit neben der absoluten Dichte auch von der Aktivität der einzelnen Arten abhängt. Unter Aktivitätsdichte versteht HEYDEMANN (1953) die Anzahl der gefangenen Individuen/Fallenanzahl bzw. Fangzeitraum.

4. Ergebnisse

4.1 Ergebnisse im Überblick

Im Bereich des Untersuchungsgebietes konnten 26 Laufkäferarten nachgewiesen werden. Die Abundanz für 20 Bodenfallen und einem Erfassungszeitraum von 20 Wochen beträgt 562 Individuen. Somit ergibt sich pro Falle eine Fangzahl von 28 Individuen. (siehe Tab. 1)

Die meisten Laufkäferarten (16 bzw. 15 Arten) wurden im Bereich des Waldrand-Saumkomplexes (S 2), auf den Kahlfläche (L 0) sowie einjährigen Schlagfläche (L1) ermittelt. Die dreijährige Schlagfläche (L3), die durch eine geschlossene Strauchschicht gekennzeichnet ist, wurde nur von 11 Arten besiedelt. Der durchgewachsene

Tab.1: Die Laufkäferarten des Edelkastanien-Niederwaldes in Abhängigkeit vom Alter der Sukzession (Es bedeuten: S1 = Schattenphase, S2 = Waldrand der Schattenphase; L0 = junge Lichtphase, L1 = einjährige Lichtphase, L3 = dreijährige Lichtphase).

Laufkäferarten	S 1	S 2	L 0	L 1	L 3	Summe (Abundanz)	Rote Liste (Baden-Württ.)
<i>Bembidion lampros</i>		2	24	17 0	1	197	
<i>Amara lunicollis</i>		4	27	31		62	
<i>Carabus problematicus</i>	6	14	15	21	1	57	
<i>Abax parallelepipedus</i>	7	5	5	12	24	53	
<i>Amara curta</i>		1	35	4		40	
<i>Carabus coriaceus</i>	10	7	4	1	8	30	
<i>Carabus intricatus</i>	8	2	1	6	13	30	2
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	9	2	1	3	6	21	
<i>Harpalus atratus</i>	2	3	10	8	6	29	
<i>Harpalus rufipalpis</i>		2	9		5	16	3
<i>Abax parallelus</i>			1		4	5	
<i>Stomis pumicatus</i>			1	3	1	5	
<i>Cicindela campestris</i>			3			3	
<i>Pterostichus metallicus</i>		1		1		2	
<i>Notiophilus biguttatus</i>		2				2	
<i>Trichotichnus nitens</i>				1		1	
<i>Agonum sexpunctatum</i>				1		1	
<i>Amara convexior</i>		1				1	
<i>Badister bipustulatus</i>				1		1	
<i>Harpalus latus</i>				1		1	
<i>Harpalus tardus</i>		1				1	
<i>Nebria brevicollis</i>		1				1	
<i>Notiophilus hypocrita</i>			1			1	
<i>Notiophilus rufipes</i>		1				1	3
<i>Carabus silvestris</i>					1	1	3
<i>Harpalus honestus</i>			1			1	
Artenzahlen	6	16	15	15	11	26	
Abundanz	42	49	136	26 6	69	562	
Rote Liste-Arten	1	3	2	1	3	4	

Edelkastanien-Niederwald (S 1) wurden von nur 6 Arten besiedelt und kann als sehr artenarm bezeichnet werden.

Bembidion lampros, eine sehr kleine Offenlandart, ist die häufigste Laufkäferart im Gebiet. Sie hat ihren Schwerpunkt auf den einjährigen Schlagflächen.

Insgesamt wurden vier Arten der Roten Liste Baden-Württembergs ermittelt. Es sind dies: *Carabus intricatus*, *Harpalus rufipalpis*, *Notiophilus rufipes* und *Carabus silvestris*. Die meisten gefährdeten Laufkäferarten wurden im Bereich des Waldrandes und der dreijährigen Lichtphase des Edelkastanien-Niederwaldes ermittelt.

4.2 Die Laufkäferbesiedlung der einzelnen Altersphasen

4.2.1 Schattenphase 1 (Durchgewachsener Niederwald)

Der durchgewachsene Edelkastanien-Niederwald ist mit sechs Arten von allen Sukzessionsphasen des Niederwaldes am artenärmsten (s. Tab. 2). *Carabus coriaceus*, *Pterostichus oblongopunctatus*, *Carabus intricatus*, *Abax parallepipedus* und *Carabus problematicus* haben in etwa gleich hohe Anteile an der Abundanz. Es sind mit Ausnahme von *Carabus intricatus* euryöke Waldarten. *Carabus intricatus* ist eine wärme-liebende Art südexponierter Standorte und wird in der Roten Liste Baden-Württembergs (TRAUTNER 1992) als „Stark gefährdet“ eingestuft. Mit 42 erfaßten Individuen ist die Gesamtabundanz sehr gering.

Tab. 2: Abundanz und Dominanz der Laufkäferarten der Schattenphase.

Laufkäferart	Abundanz	Dominanz	
<i>Carabus coriaceus</i>	10	0,24	
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	9	0,21	
<i>Carabus intricatus</i>	8	0,19	
<i>Abax parallepipedus</i>	7	0,17	
<i>Carabus problematicus</i>	6	0,14	
<i>Harpalus atratus</i>	2	0,14	
Summe	42	1,0	

4.2.2 Schattenphase 2 (Waldrand-Saumkomplex)

Am Waldrand des Niederwaldes (S 2) verändert sich der Artenbestand deutlich (s. Tab. 3).

Arten des Offen- bzw. Halboffenlandes der benachbarten jungen Sukzessionsflächen können einwandern, da sie im Bereich des Waldrandes sehr differenzierte Standortbedingungen vorfinden. So verändern sich Einstrahlung, Luftfeuchte und Niederschläge im Bereich des Waldrandes sehr kleinflächig und bedingen ein vielfältiges, kleinräumig differenziertes Standortmosaik.

Die Artenzahlen erhöhen sich auf 16 Arten. Vor allem *Amara*- und *Harpaliden*-Arten erreichen einen hohen Anteil am Gesamtartenbestand des Waldrandes. Die Abundanz hat sich gegenüber dem Niederwald (S 1) nur gering verändert.

Mit Auftreten von *Harpaliden*- und *Amara*-Arten tritt nahrungsökologisch gesehen eine neue Laufkäfergilde erstmalig in Erscheinung. Im Gegensatz zu den meisten Carabiden, die räuberisch leben, ernähren sich *Harpaliden*- und *Amara*-Arten von Früchten und Samen. Die Veränderung des Lebensraumes (Hinzutreten blühender und somit fruktifizierender Pflanzen) führt zu einer Erweiterung des Artenspektrums.

Höchste Anteile an der Gesamtabundanz haben *Carabus problematicus*, *Carabus coriaceus* und *Abax parallelepipipes*. Mit *Harpalus rufipalpis* tritt neben *Carabus intricatus* eine neue Rote Liste-Art hinzu.

Tab. 3: Abundanz und Dominanz der Laufkäferarten des Waldrand-Saumkomplexes.

Laufkäferart	Abundanz	Dominanz
<i>Carabus problematicus</i>	14	0,3
<i>Carabus coriaceus</i>	7	0,15
<i>Abax parallelepipedus</i>	5	0,1
<i>Amara lunicollis</i>	4	0,08
<i>Harpalus atratus</i>	3	0,08
<i>Bembidion lampros</i>	2	0,04
<i>Carabus intricatus</i>	2	0,04
<i>Harpalus rufipalpis</i>	2	0,04
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	2	0,04
<i>Pterostichus metallicus</i>	2	0,04
<i>Notiophilus biguttatus</i>	1	0,02
<i>Amara concexior</i>	1	0,02
<i>Amara curta</i>	1	0,02
<i>Harpalus trdus</i>	1	0,02
<i>Nebria brevicollis</i>	1	0,02
<i>Notiophilus rufipes</i>	1	0,02
Summe	49	1,0

4.2.3 Lichtphase 0 (Kahlschlagfläche)

Auf der Kahlfläche werden Offenlandarten wie *Amara curta*, *Amara lunicollis* und *Bembidion lampros* dominant und erreichen gemeinsam einen Anteil von 65 % an der Gesamt-Abundanz (s. Tab. 4). Von den Waldarten erreichen nur noch *Carabus problematicus*, *Carabus coriaceus* und *Abax parallelus* nennenswerte Anteile. Der Anteil der Offenlandarten an der Gesamtartenzahl ist auf 47 % angestiegen.

Erwähnenswert sind *Cicindela campestris* und *Harpalus honestus*, zwei heliophile Arten, die ausschließlich auf der vegetationsarmen Kahlfläche erfaßt wurden.

Tab. 4: Abundanz und Dominanz der Laufkäferarten der Kahlschlagphase (L 0).

Laufkäferart	Abundanz	Dominanz
<i>Amara curta</i>	35	0,26
<i>Amara lunicollis</i>	27	0,2
<i>Bembidion lampros</i>	24	0,19
<i>Carabus problematicus</i>	15	0,12
<i>Harpalus rufipalpis</i>	9	0,07
<i>Harpalus atratus</i>	8	0,06
<i>Abax parallelepipedus</i>	5	0,04
<i>Carabus coriaceus</i>	4	0,03
<i>Cicindela campestris</i>	3	0,02
<i>Carabus intricatus</i>	1	0,01
<i>Notiophilus hypocrita</i>	1	0,01
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	1	0,01
<i>Stomis pumicatus</i>	1	0,01
<i>Abax parallelus</i>	1	0,01
<i>Harpalus honestus</i>	1	0,01
Summe	136	1

4.2.4 Lichtphase 1 (Einjährige Schlagfläche)

Auf der einjährigen Schlagfläche kommt die eurytope Offenlandart *Bembidion lampros* zur Vorherrschaft (s. Tab. 5). Die Art erreicht einen Anteil von über 60 % an der Gesamtaktivitätsdichte. *Amara lunicollis* erreicht 12 %, *Carabus problematicus* als Waldart immerhin noch einen Anteil von 8 % an der Gesamt-Abundanz. Auf der einjährigen Fläche ist der Anteil der Offenlandarten mit 47 % konstant geblieben.

Tab. 5: Abundanz und Dominanz der Laufkäferarten der Kahlschlagphase (L 1).

Laufkäferart	Abundanz	Dominanz
<i>Bembidion lampros</i>	170	0,64
<i>Amara lunicollis</i>	31	0,12
<i>Carabus problematicus</i>	21	0,08
<i>Abax parallelepipedus</i>	12	0,05
<i>Harpalus atratus</i>	10	0,04
<i>Carabus intricatus</i>	6	0,02
<i>Amara curta</i>	4	0,02
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	3	0,01
<i>Stomis pumicatus</i>	3	0,01
<i>Agonum sexpunctatum</i>	1	0,003
<i>Carabus coriaceus</i>	1	0,003
<i>Harpalus latus</i>	1	0,003
<i>Pterostichus metallicus</i>	1	0,003
<i>Trichostichnus nitens</i>	1	0,003
<i>Badister bipustulatus</i>	1	0,003
Summe	266	1,0

4.2.5 Lichtphase 3 (Dreijährige Schlagfläche)

Sobald die Stockausschläge des Edelkastanien-Niederwaldes den Boden dicht übersichern, werden die Waldarten erneut dominant (s. Tab. 6). *Abax parallelepipedus*

Tab. 6: Abundanz und Dominanz der Laufkäferarten der dreijährigen Schlagfläche (L 3).

Laufkäferart	Abundanz	Dominanz
<i>Abax parallelepipedus</i>	24	0,34
<i>Carabus intricatus</i>	13	0,19
<i>Carabus coriaceus</i>	8	0,11
<i>Harpalus atratus</i>	6	0,09
<i>Harpalus rufipalpis</i>	5	0,09
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	6	0,09
<i>Abax parallelus</i>	4	0,06
<i>Bembidion lampros</i>	1	0,01
<i>Carabus problematicus</i>	1	0,01
<i>Carabus silvestris</i>	1	0,01
<i>Stomis pumicatus</i>	1	0,01
Summe	70	1

pedus erreicht einen Anteil von 34 % an der Gesamtdichte, gefolgt von den beiden Waldarten *Carabus intricatus* und *Carabus coriaceus*. *Amara*-Arten, die offene Biotope bevorzugen, verschwinden. Die eurytope Offenlandart *Bembidion lampros* hält sich nur noch in geringer Dichte. Der Anteil der Offenlandarten ist auf 27 % gesunken. Zwei Arten der Roten Liste, *Carabus intricatus* und *Harpalus rufipalpis* besiedeln die dreijährigen Schlagflächen.

4.3 Zusammenschau: Veränderung von Artenzahl und Abundanz im Verlauf der Sukzession

Abbildung 3 verdeutlicht graphisch die Veränderung von Artenzahl und Abundanz im Verlaufe der fortschreitenden Sukzession.

Der Artenreichtum der jungen Kahlfläche sowie des einjährigen Niederwaldes sind bemerkenswert. Vielfältige Vegetationsstrukturen, gebildet von Sträuchern, Hochstauden, Zwergsträucher, die sich mosaikartig verzahnen, führen zu einer hohen Nischenvielfalt, die wiederum zahlreichen Arten eine Existenz ermöglicht. Geschlossene Strauchflächen, die sehr homogen strukturiert sind, werden nur von wenigen Arten besiedelt.

Der Verlauf der Abundanz ist durch ein Maximum im einjährigen Niederwald gekennzeichnet. Somit hängt die Entwicklung der Abundanz den Artenzahl hinterher. *Bembidion lampros* ist die dominante Art und hat entscheidenden Einfluß auf die Abundanz der jungen Sukzessionsflächen

Veränderungen im soziologischen Aufbau der Laufkäfergemeinschaften des Niederwaldes werden durch wechselnde Anteile euryöker bzw. stenotoper Wald- und Offenlandarten bewirkt. Insgesamt fällt auf, daß Offenlandarten nur auf den jungen Sukzessionsflächen vorkommen. Sobald der Niederwald den Boden dicht überschirmt fallen die Offenlandarten aus. Waldarten hingegen sind in allen Altersphase vorhanden. Hervorzuheben sind *Carabus problematicus*, *Abax parallelepipedus*, *Carabus coriaceus* und *Pterostichus oblongopunctatus*.

4.4 Ökologie ausgewählter Laufkäferarten

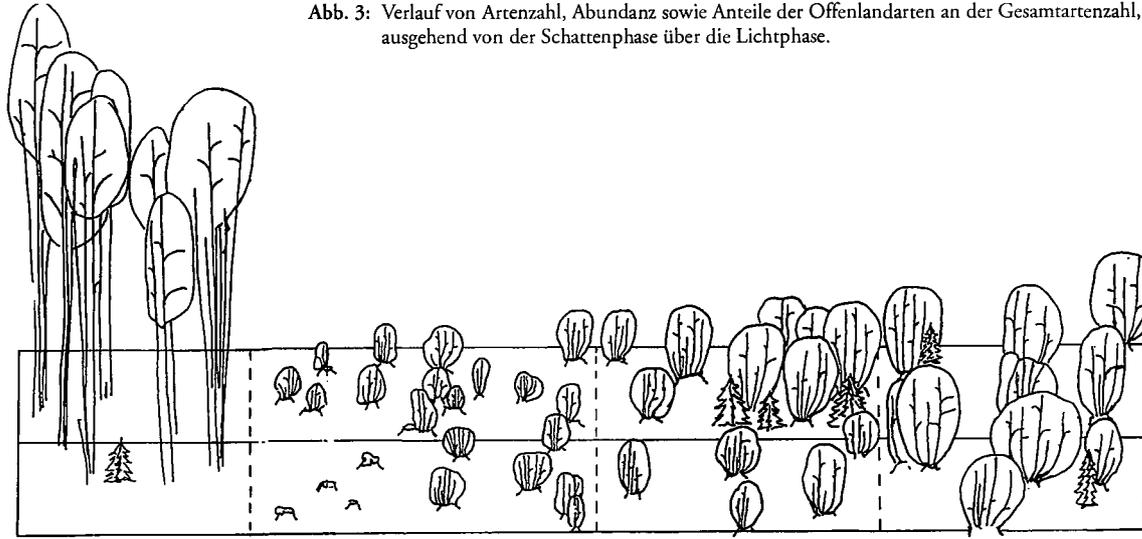
Cicindela campestris (Linnaeus 1758)

ist eine Art offener Biotope, wie Wege, besonnte Waldränder und sandige Wegböschungen, Feldraine und Kiesgruben. *Cicindela campestris* ist heliophil, aber wesentlich eurytoper als die übrigen *Cicindela*-Arten (BAEHR 1980). Die Art besiedelt nur in geringer Dichte den Waldrand-Saumkomplex des Edelkastanien-Niederwaldes. Im Mittleren Schwarzwald wurde die Art von der kollinen Stufe bis zur montanen Höhenstufe erfaßt.

Carabus intricatus (Linnaeus 1775)

ist eine stenöke Waldart mit Schwerpunkt in lichten Kiefern- und Buchenbeständen südexponierter Lagen (MARGGI 1992). Im Gebiet besiedelt die Art alle Altersphasen des Edelkastanien-Niederwaldes von der Lichtphase bis hin zur Schattenphase. *Carabus intricatus* ist südöstlich verbreitet, etwas wärmeliebend und bevorzugt Kalkboden. In der Roten Liste Baden-Württembergs als die Art als „Stark Gefährdet“ eingestuft. (RL 2)

Abb. 3: Verlauf von Artenzahl, Abundanz sowie Anteile der Offenlandarten an der Gesamtartenzahl, ausgehend von der Schattenphase über die Lichtphase.



	45jähriger Niederwald (S 1)	Kahlfäche (L 0)	1jähriger Niederwald (L 1)	3jähriger Niederwald (L 3)
Artenzahl	6	15	15	11
Abundanz	42	136	266	69
Offenlandanteile (Anteile in %)	0	47	47	27

Carabus silvestris (Panzer 1796)

ist eine stenöke Waldart mit montan bis alpinem Verbreitungsschwerpunkt (MARGGI 1992), die in den Höhenlagen des Schwarzwaldes weitverbreitet ist. *Carabus silvestris* wurde nur als Einzelexemplar im Edelkastanien-Niederwald erfaßt. In der Roten Liste Baden-Württembergs wird die Art als „Gefährdet“ eingestuft. (RL 3)

Harpalus honestus (Duftschmid 1812)

ist eine xerophile bis xerothermophile Art der trockenen, sandigen Böden (MARGGI 1992). Die Art ist in den Niederwäldern sehr selten. Nur ein Individuum wurde auf der einjährigen Schlagfläche der Edelkastanien-Niederwaldses (Standort L.1) angetroffen.

Harpalus rufipalpis (Duftschmid 1812)

gilt als thermophile bis xerothermophile Art und ist von der kollinen bis zur subalpinen Höhenstufe verbreitet (MARGGI 1992). FREUDE et al. (1976) nennen Kiefernheiden und lichte Wälder als Lebensraum. Nach TIETZE (1973) kommt *Harpalus rufipalpis* bevorzugt an trockenen, wärmebegünstigten, sandigen Standorten mit entsprechender xerothermer Vegetation vor. In der Roten Liste Baden-Württembergs wird *Harpalus rufipalpis* als „Gefährdet“ geführt. (RL 3)

Notiophilus rufipes

kommt fast ausschließlich in Buchenwäldern vor und besiedelt mit Moos bedeckten sowie anmoorigen Boden. In Württemberg ist die Art sehr selten und wird nur von drei Fundorten erwähnt. Im Edelkastanien-Niederwald wurde die Art als Einzelindividuum nur am Waldrand des durchgewachsenen Edelkastanien-Niederwaldes erfaßt. (RL 3)

5. Diskussion

5.1 Besiedlung des Edelkastanien-Niederwaldes durch Laufkäfer

Während die Schattenphase des Niederwaldes mit sechs Arten sehr arten- und individuenarm ist, steigen nach dem Kahlhieb die Arten- und Individuenzahlen deutlich an. Offenlandarten, die im geschlossenen Niederwald keine Überlebenschance hatten, besiedeln die jungen Niederwaldphasen in hoher Dichte. Die Waldarten der Schattenphase können sich ebenfalls auf den jungen Schlagflächen behaupten. Sie bilden das „Grundgerüst“ des Arteninventars des Niederwaldes, da sie alle Sukzessionsphasen des Niederwaldes besiedeln, während die Offenlandarten in der späten Lichtphase bereits wieder „aussterben“. Neu entstehende Kahlflächen müssen deshalb von benachbarten Flächen aus wieder neubesiedelt werden.

Das Phänomen der Dominanz der Waldarten gegenüber den Offenlandarten wird bereits von TISCHLER (1950) beschrieben. Seiner Ansicht nach sind Waldarten aufgrund der größeren Mobilität den Offenlandarten überlegen. Im Niederwald liegt die Ursache in der zeitlich stark verkürzten Lichtphase begründet. Aufgrund der schnellen Wiederbewaldung der Sukzessionsflächen finden die Waldarten im Bereich der austreibenden Schößlinge kleinklimatisch günstige Sonderstandorte zum Überleben.

Anders gestalten sich die Konkurrenzbedingungen auf warm-trockenen Standorten der Kiefern-Heidewäldern. HEITJOHANN (1974) konnte zeigen, daß es auf Heidesukzessionsflächen ehemaliger Kiefernwälder zu einer deutlichen Entflechtung von Wald- und Offenlandarten kommt. Die xerothermen Trockenbiotope werden von xerophilen Offenlandarten besiedelt. Erst nach Dichtschluß der *Calluna*-Heide treten die ersten euryöken Waldarten auf.

5.2 Bedeutung der Niederwälder für die Laufkäferfauna

Insgesamt 26 Laufkäferarten konnten nachgewiesen werden. Vier Arten werden in der Roten-Liste-Baden-Württembergs geführt. BAEHR (1980) gibt für Fichten- und Buchenhochwälder des Schönbuschs auf vergleichbaren Standorten 13 bzw. 15 Arten an. KNIE (1975) kommt zu ähnlichen Ergebnissen im Kottenforst bei Bonn. Für Hochwälder gibt er zwischen 12 und 17 Arten an. Bei Hinzuziehen der Kahl-schlagflächen der untersuchten Hochwälder kommt der Autor zu vergleichbar hohen Artenzahlen wie im Edelkastanien-Niederwald.

Trotz ökologischer und standörtlicher Besonderheiten der Niederwälder gibt es jedoch keine Laufkäferarten, die speziell an diesen Waldtyp angepaßt sind. Dies ist auch aufgrund des relativ jungen Alters dieser Bewirtschaftungsform eher unwahrscheinlich. Der besondere Wert bewirtschafteter Niederwälder liegt in der Bereitstellung horizontal und vertikal vielfältig strukturierter Biotopmosaiken mit einem hohen Anteil lichter Sukzessionsphasen. Hierdurch wird das Einwandern wärmeliebender, gefährdeter Offenlandarten ermöglicht. Niederwälder besitzen insofern Refugialfunktion für gefährdete Arten des Offenlandes wie des Übergangsbereiches Wald-Halboffenland. Zu ihnen gehören: *Harpalus honestus*, *Harpalus rufipalpis* und *Carabus intricatus*.

Leider vermitteln die vorliegenden Ergebnisse nur einen standörtlich begrenzten Einblick in die potentiell mögliche Artenvielfalt der Niederwälder. Aufgrund der großflächigen Nutzungsaufgaben, der relativ isolierten Lage der noch bewirtschafteten Restflächen sind die Niederwälder heute in ihren Biotopfunktionen stark eingeschränkt. Der Anteil gefährdeter, stenöker Arten dürfte bei großflächiger Niederwaldbewirtschaftung wesentlich höher sein.

5.3 Hinweise zur Pflege und Entwicklung von Niederwäldern

Ein großflächiger Erhalt der Niederwaldwirtschaft im Schwarzwald ist mit Sicherheit nicht realisierbar. Aufgrund sozioökonomischer Wandlungen sind heute die Produkte des Niederwaldes nicht mehr gefragt.

Im Zuge der Verknappung fossiler Brennstoffe und dem daran gekoppelten Preisanstieg erhält der Wald als Energielieferant zumindest in ländlichen Räumen regional wieder an Bedeutung.

MOHNS (1986) konnte nachweisen, daß je nach Standortsgüte, 2–8 ha große Edelkastanien-Niederwaldflächen ausreichen, um die Energieversorgung eines Hofgutes über eine Hackschnitzel-Heizanlage sicherzustellen. Für den bäuerlich geprägten Mittleren Schwarzwald bestände somit die interessante Möglichkeit, einen Absatzmarkt für die Produkte des Niederwaldes zu schaffen.

Eine weitere Möglichkeit zur Erhaltung „niederwaldartiger Strukturen“ besteht in der Weiterentwicklung des Edelkastanien-Niederwaldes zu einem Mittelwald. Die

Edelkastanie bildet im Mittelwald einen lichten Oberstand, während sich im Unterholz Sträucher ansiedeln. Der Unterstand wird im regelmäßigen Turnus streifenförmig auf den Stock gesetzt, während die Edelkastanie im Oberstand einzelbaumweise bewirtschaftet wird. Damit diese Wirtschaftsform funktioniert, ist auf ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen Oberstand und Unterholz zu achten. Mit Hilfe der Mittelwaldwirtschaft kann neben der Brennholzversorgung auch der Nutzholzbedarf gedeckt werden.

Sollten beide Möglichkeiten nicht verwirklicht werden können, so sollte der Edelkastanienwald zumindest als Laubwaldtyp erhalten bleiben. Über waldbaulich differenzierte Konzepte sollte es möglich sein, arten- und strukturreiche Edelkastanienwälder zu erhalten. Hierzu wird es nötig sein, die Bestände aufzulichten und lichtliebende Baumarten wie Traubeneiche, Birke und Vogelkirsche einzubringen. Strukturreiche Laubwälder erfüllen neben der Arten- und Biotopschutzfunktion, auch das Ziel, eine historische Landnutzungsform zu erhalten.

Schrifttum

- BAEHR, M. (1980): Die Carabiden des Schönbuchs bei Tübingen. – Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 51/52, 515–600.
- BALOGH, J. (1958) Lebensgemeinschaft der Landtiere. Ihre Erforschung unter besonderer Berücksichtigung der zoöznologischen Arbeitsmethoden. 2. Aufl. Berlin, 560 S.
- BARBER, H. S. (1931): Traps for cave inhabiting insects. – Journ. Elisha Mitchell Sci. Soc 46, 259–266.
- BEYER, R. (1991): Vegetation, Standort und Nutzung der Edelkastanien-Niederwälder von Ödsbach/Oberkirch (Mittlerer Schwarzwald). – Dipl. Arb. Forstwissenschaftliche Fakultät, Institut für Waldbau, 67 S.
- BORCHERDT, C. (1983) (HRSG): Geographische Landeskunde von Baden-Württemberg. Bd. 8 der Schriften zur politischen Landeskunde Baden-Württembergs. Stuttgart, 380.
- DIEFENBACH, G. (1990): Freilanduntersuchungen zur Ökologie in Schneisen von Energiefreileitungen unter besonderer Berücksichtigung von Laufkäfern (Carabidae) und Tagfaltern (Rhopalocera). – Dissertation an der Fakultät für Biologie. Universität Tübingen, 322 S.
- FISCHER, H. (1967): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 169 Rastatt. – Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung. Bad Godesberg, 1–31.
- FREUDE, H., HARDE, W. & LOHSE, G. A. (1976): Die Käfer Mitteleuropas. Bd. 2: Carabidae. Krefeld, 301 S.
- FREUNDT, S., PAUSCHERT, P. (1992): Faunistisch-ökologische Untersuchungen an Vögeln und Nachtfaltern in Niederwäldern des Mittleren Schwarzwaldes. – Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 67, 371–396.
- FREUNDT, S., PAUSCHERT, P., SCHANOWSKI, A. & WESTBOMKE, W. (1991): Vergleichende faunistische Untersuchungen von Nachtfaltergemeinschaften in verschiedenen Niederwäldern des Mittleren Schwarzwaldes. – Unveröffentlichtes Manuskript. Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz. Bühl/Baden, 92 S.
- FULLER, R. J., STUTTARD, P. & RAY, C. M. (1989): The distribution of breeding songbirds within mixed coppice woodland in Kent, England, in relation to vegetation age and structure. – Ann. zool. Fennici 26, 265–275.
- GRADMANN, R. (1931): Süddeutschland. Bd. 2: Die einzelnen Landschaften. Stuttgart, 554 S.
- HEITJOHANN, H. (1974): Faunistische und ökologische Untersuchungen zur Sukzession der Carabidenfauna (Coleoptera, Insecta) in den Sandgebieten der Senne. – Abh. Landesmuseum für Naturkunde zu Münster in Westfalen 36.4, 1–27.
- HOCHHARDT, W. (1996): Vegetationskundliche und faunistische Untersuchungen in den Niederwäldern des Mittleren Schwarzwaldes unter Berücksichtigung ihrer Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz. – Schriftenreihe des Institutes für Landschaftspflege der Universität Freiburg H.21, 252 S.
- KNIE, J. (1975): Vergleichend-ökologische Untersuchungen der Carabidenfauna verschiedener Standorte des Kottenforstes bei Bonn. – Decheniana 128, 3–19.

- KÜNNETH, W. (1982): Das Ökosystem Wald in Westmittelfranken am Beispiel des Kehrenberges. – Mitteilungen aus der Staatsforstverwaltung Bayern 42, 142 S.
- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) (1992): Potentielle natürliche Vegetation und Naturräumliche Einheiten von Baden-Württemberg. Untersuchungen zur Landschaftsplanung 21, 26 S.
- MARGGI, W.A. (1992): Faunistik der Sandlaufkäfer und Laufkäfer der Schweiz (Cicindelidae & Carabidae). Teil 1/Text. – Documenta Faunistica Helvetiae 13, 477 S.
- MOHNS, B. (1986): Untersuchung über den Biomasseertrag in Edelkastanien-Niederwäldern des Forstbezirkes Oberkirch. – Referendararbeit 44 S. Forstamt Oberkirch.
- MÜHLENBERG, M. (1989): Freilandökologie. 2. Aufl. Heidelberg, 431 S.
- MÜLLER, G. (1989): Niederwaldreste und Weidfeldsukzession im Mittleren Schwarzwald. Zustand und Behandlungsempfehlungen. – Unveröffentlichtes Skript an der Forstdirektion Freiburg, 39 S.
- NEUWEILER, C. (1990): Historische und aktuelle Verbreitung von Niederwäldern in Baden-Württemberg. Ökologische Zustandserfassung und Diskussion zur Arten- und Naturschutzproblematik in Niederwäldern. – Unveröffentlichtes Manuskript am Institut für Ökologie und Artenschutz. Fachbereich Waldökologie. Bühl/Baden, o. S.
- OSTERMANN, R. & HOCHHARDT, W. (1993): Vegetation, Standort und Nutzung der Edelkastanien-Niederwälder von Ödsbach/Oberkirch (Mittlerer Schwarzwald). – Mitt. Bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz. N.F. 15. ³/₄, 533–567.
- SCHÜLLY, L. (1967): Aufbau und Umwandlung in den Bauernwäldern des Mittleren Schwarzwaldes von 1850 bis 1960. – Schriftenreihe Landesforstverwaltung Baden-Württemberg 24, 63 S.
- SCHWERDTFEGER, F. (1975): Ökologie der Tiere. Synökologie. Bd. III. Hamburg, 415 S.
- TISCHLER, W. (1950): Vergleichende biozöologische Untersuchungen an Waldrand und Feldhecke. – Zool. Anz. Supp. Bd. (Klatt-Festschrift) 145, 1000–1015.
- TIETZE, F. (1973): Zur Ökologie, Soziologie und Phänologie der Laufkäfer (Coleoptera – Carabidae) des Grünlandes im Süden der DDR. I. Teil: Die Carabiden der untersuchten Lebensorte. – Hercynia. N.F. 10.1; 3–76. IV. Teil: Ökofaunistische und autökologische Aspekte der Besiedlung des Grünlandes durch Carabiden. – Hercynia N.F. 10.4, 337–365.
- TRAUTNER, J., GEIGENMÜLLER, K. (1987): Sandlaufkäfer – Laufkäfer. Illustrierter Schlüssel zu den Cicindeliden und Carabiden Europas. Nördlingen, 488 S.
- TRAUTNER, J. (1992): Rote Liste der in Baden-Württemberg gefährdeten Laufkäfer. Weikersheim, 72 S.
- WILMANN, O., SCHWABE-BRAUN, A. & EMTER, M. (1979): Struktur und Dynamik der Pflanzengesellschaften im Reutwaldgebiet des Mittleren Schwarzwaldes. – Documents phytosociologiques N.S. Vol IV, 984–1024.

(Am 7. Oktober 1997 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	1	155–180	1998	Freiburg im Breisgau 22. Mai 1998
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Verbreitung und Ökologie der Hummeln (Hymenoptera: Apidae) im Landkreis Freudenstadt (Baden-Württemberg)

von

REINHOLD TREIBER, Freudenstadt *

Zusammenfassung: In den Jahren 1987 bis 1994 wurden 818 Nachweise von 23 Hummelarten aus dem Landkreis Freudenstadt zusammengetragen. Drei Artengruppen mit ähnlicher geographischer Verbreitung können unterschieden werden. Es sind dies Arten mit ausschließlicher Verbreitung im Naturraum „Obere Gäue“, Arten mit einem Schwerpunkt im Gäu und im ganzen Landkreis vorkommende Arten. Die boreo-alpin verbreitete und als Glazialrelikt betrachtete *Bombus jonellus* konnte für den Nordschwarzwald bestätigt werden. Nach den Biotoptypen der Fundorte lassen sich die Arten in fünf ökologische Gruppen mit unterschiedlichen Graden der Wald-beziehungswise Offenlandbindung einteilen. Für den Landkreis Freudenstadt wurde eine Rote Liste der bedrohten Hummelarten zusammengestellt, auf deren Grundlage Schutzmaßnahmen eingeleitet und umgesetzt werden können.

Abstract: From 1987 till 1994, 23 species of bumblebees were collected at 818 locations within the district of Freudenstadt. Three groups of species with a similar geographical distribution can be distinguished. These are a) species occurring exclusively in the natural area „Obere Gäue“, b) species occurring mainly in the „Gäu“-area, but also in the Northern Black Forest and c) species occurring in the whole district. The occurrence of *Bombus jonellus*, a species with a boreo-alpine distribution considered to be a glacial relic, could be confirmed for the Northern Black Forest. A consideration of the biotope-types of the localities allows a division of the species into five ecological groups tied to the forest or open land type in different degrees. A Red List of endangered bumblebee species was compiled for the district of Freudenstadt, which can be used as a basis for protection measures.

Einleitung

Über die Ökologie und Verbreitung der Hummeln ist in Süddeutschland sehr wenig bekannt. Eine vollständige Kartierung der Hummeln steht in Baden-Württemberg aus, erste Punktrasterkarten liegen für vier Hummelarten vor (SCHWENNIGER 1997). Die vorliegende Arbeit soll die Lücke auf lokaler Ebene füllen. Sie ist eine Fortsetzung der Kartierung von 1986/1987 (TREIBER 1988) und der Untersuchungen im Rahmen des Wettbewerbs „Jugend forscht“ von 1989 (TREIBER 1989a). Mittlerweile konnten 818 Nachweise von 23 Hummelarten aus dem Landkreis Freudenstadt zusammengetragen werden. Insgesamt sind in Baden-Württemberg 28 Arten bekannt.

* Anschrift des Verfassers: Dipl.-Biol. R. TREIBER, Eugen-Nägele-Str. 29, D-72250 Freudenstadt

Ziel der Arbeit war es, neben der Dokumentation der Verbreitung einzelner Arten auch Aussagen über die besiedelten Habitate machen zu können, um so Gefährdungsfaktoren zu erkennen und Schutzmöglichkeiten abzuleiten. Die vorliegende Untersuchung soll Material für eine Aktualisierung der Roten Liste der Wildbienen Baden-Württembergs liefern und den geringen Kenntnisstand der aktuellen Verbreitung vieler Arten verbessern.

Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

Der 871 km² große Landkreis Freudenstadt (Abb. 1) ist geologisch bedingt zerteilt, in das Hecken- und Schlehengäu und den Schwarzwald. Große Unterschiede in der Niederschlagsmenge (Abb. 2a), Temperatur (Abb. 2b), Meereshöhe, vorherrschenden Landnutzung und dem Bewaldungsgrad bieten den Hummeln sehr verschiedene Lebensbedingungen.

Der Anteil des Landkreises am Schwarzwald zählt nach MEYNEN et al. (1953–1962) zu den Naturräumen Schwarzwald-Randplatten (150), Grindenschwarzwald und Enzhöhen (151) und Mittlerer Schwarzwald (153). Höchste Erhebungen sind der Schlifflkopf mit 1055 m ü.NN und Teile der Hornisgrinde mit 1164 m ü.NN. Die durchschnittliche Höhe des Buntsandsteinplateaus liegt bei etwa 750 m ü.NN.

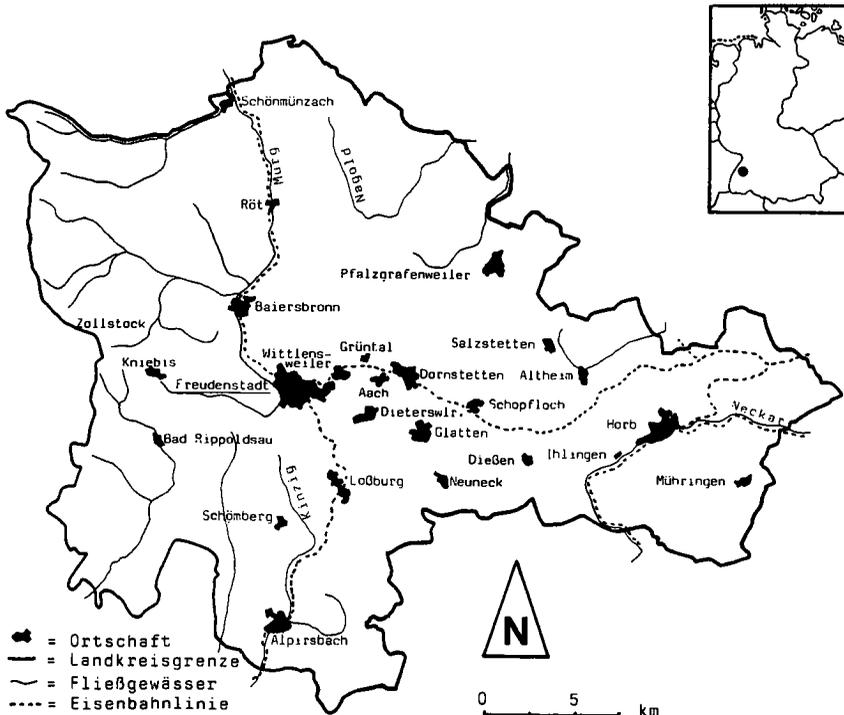


Abb. 1: Übersichtskarte des Landkreises Freudenstadt (Baden-Württemberg)

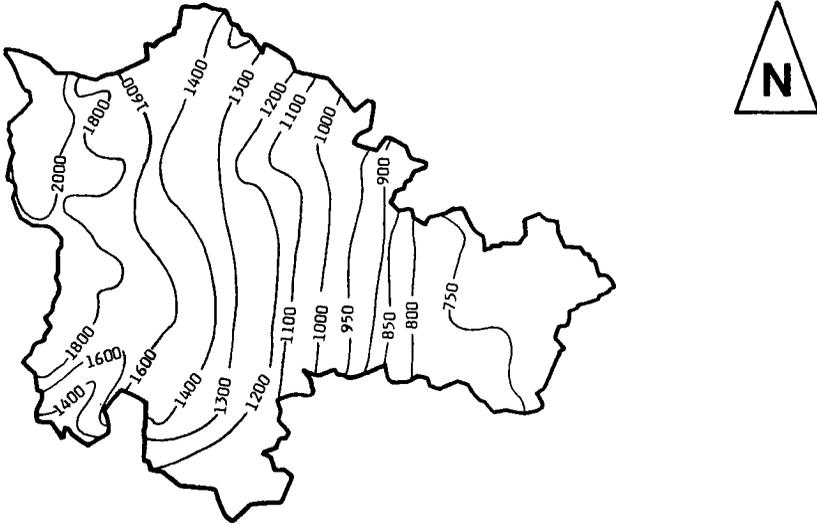


Abb. 2a: Mittlere Niederschlagssummen im Kreis Freudenstadt in mm/Jahr

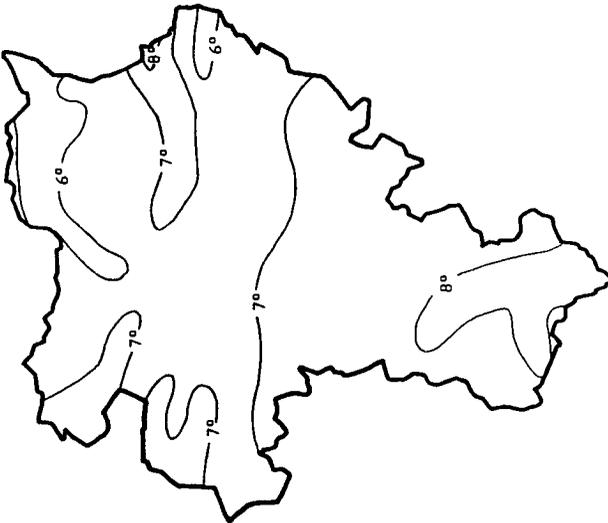


Abb. 2b: Mittlere Jahrestemperaturen der Luft in °C

Charakteristisch für das montane Klima sind hohe mittlere Niederschlagssummen mit durchschnittlich 1600 bis 2000 mm / Jahr in Kammlagen bei einer mittleren Jahresdurchschnittstemperatur von 6,8 °C bis 6 °C in den Hochlagen. Kinzig-, Wolfach-, Murg- und Nagoldtal haben sich bis in das Grundgebirge eingeschnitten. Der Talboden liegt oft unter 500 m ü.NN, bei Schapbach wird mit 362 m ü.NN der tiefste Punkt im Landkreis erreicht. Landschaftsbeherrschende Elemente sind die großen, zusammenhängenden Waldflächen mit Fichte (*Picea abies*) und Weißtanne (*Abies alba*) als dominierende Baumarten. Freiflächen mit Grünland finden sich nur in den Tälern und um Siedlungen auf den Buntsandsteinhochflächen. Für Hummeln bedeutsam sind die Grinden in den höchsten Lagen des Nordschwarzwaldes mit Moorheide der Klasse Oxycocco-Sphagneteta und verschiedenen *Vaccinium*-Arten, kleinflächigen Borstgrasrasen des *Leontodonto helvetici*-Nardetum und Hochstaudengesellschaften auf Windwürfen und Wegsäumen mit *Senecio nemorensis* und verschiedenen *Cirsium*-Arten.

Das Gäu zählt zum Naturraum Obere Gäue (122). Der montane Einfluß nimmt nach Osten in Richtung Neckartal ab, an den Neckarsüdhängen finden sich submediterrane und thermophile Faunenelemente auf Kalkfelsen und Geröllhalden. Die Schichten des Muschelkalks werden durch tief eingeschnittene Täler wie das Glatt-Tal und Dießener Tal zum Neckar hin entwässert. Höchste Erhebung ist der Rödelsberg bei Schopfloch mit 717 m ü.NN. Bei durchschnittlich 650 m ü.NN fällt das Gebiet in Richtung Horb a. N. langsam auf 500 m ü.NN ab. Die Sohle des Neckartals erreicht bei Mühlen 380 m ü.NN. Die Niederschlagsmengen nehmen nach Osten beständig ab, von durchschnittlich 1400 mm / Jahr bei Freudenstadt auf 750 mm / Jahr bei Horb a. N. Die Jahresdurchschnittstemperaturen steigen nach Osten von 7 °C auf 8 °C an. Der Anteil des Waldes an der Gesamtfläche steht hinter der offenen Fläche deutlich zurück. Aufgrund der fruchtbaren Böden konnte sich durch jahrtausendelange Bewirtschaftung eine offene Agrarlandschaft. Heckenriegel auf Lesesteinhaufen, Kalk-Magerrasen und Wacholderheiden, Obstbaumwiesen und kleine Wälder an Hängen strukturieren die Landschaft. Durch einen wesentlich höheren Buchen- und Eichenanteil unterscheiden sich die Wälder des Gäus von denen des Schwarzwaldes.

Methodik

Der größte Teil der Kartierung wurde während der Jahre 1987 und 1988 durchgeführt. Weitere Untersuchungen bis 1994 ergänzen die Lücken und verdichteten die Fundpunkte in den Karten. Die meisten Tiere wurden im Gelände bestimmt und die Daten protokolliert. Nicht sofort ansprechbare Arten wurden mit Hilfe des "Hummelröhrchens" (TREIBER 1990) ruhiggestellt und konnten so determiniert werden. Nur ein geringer Teil der Tiere befindet sich in der Sammlung des Autors. Die Lebensräume der Offenland- und Ackerarten wurden gezielt aufgesucht. Dazu gehörten im Gäu Rotkleefelder und dicht mit Rotklee bewachsene Wiesen. Im Schwarzwald wurden neben den Bergwiesen blühende Waldsäume mit *Vaccinium myrtillus* und *Salix*-Arten abgesucht.

Im Gegensatz zu bisher vorliegenden Arbeiten zur Ökologie von Hummeln im süddeutschen Raum (z. B. REINIG 1972, BISCHOFF & ROESLER 1982, KRATOCHWIL & KOHL 1988) wurde darauf verzichtet, die Individuenzahl an den einzelnen Fundorten zu ermitteln, da dies methodisch einwandfrei nur mit großem Aufwand möglich ist (TERÄS 1983). Notiert wurde das Artvorkommen am Fundort, und nur bei selten auftretenden Arten auch die Individuenzahl. Da an vielen Plätzen oft mehrere hundert Hummeln, auf Rotkleeäckern nach TERÄS (1983) sogar bis zu 6400 Tiere, zusammen fliegen können, kamen insgesamt viele tausend Individuen zur Auswertung und wurden im Gelände überprüft. Die Nomenklatur richtet sich nach LOKEN (1973, 1984). RASMONT (1984) trennt von *Bombus lucorum* und *Bombus terrestris*

noch *Bombus cryptarum* (VOGT 1911) und *Bombus magnus* (FABRICIUS 1775) ab. Tiere mit Färbungsmerkmalen von *Bombus magnus* wurden nicht beobachtet. Auf eine Unterscheidung von *Bombus lucorum* und *B. cryptarum* wurde verzichtet, da die Arten im Gelände nicht zu bestimmen sind. In dieser Arbeit wird *Bombus lucorum* als Aggregat behandelt. Die Bestimmung erfolgte nach MAUSS (1992).

Besiedelte Habitate

REINIG (1972) geht davon aus, daß Hummeln sehr unterschiedliche und spezifische Ansprüche an den Bewaldungsgrad ihres Lebensraums stellen (Hylophilie bzw. -phobie). Er begründet dies mit einer physiologischen Abhängigkeit gegenüber den Umweltfaktoren Luftfeuchtigkeit, Insolation und Temperatur. Die Einteilung der heimischen Arten in ökologische Gruppen mit unterschiedlichen Graden der Hylophilie oder Hylophobie soll für den Landkreis Freudenstadt überprüft werden. Dazu wurde jeder Fundort nach folgenden Gesichtspunkten aufgeschlüsselt:

1. Offenlandbiotop (große Wiesen, Felder, baumfreie Agrargebiete)
2. Halboffener Biotop (Heckengebiete, kleine von Wald und Hecken umgrenzte Wiesen, Streuobstwiesen, Agrargebiete mit vielen Hecken, Siedlungen, Parks, Friedhöfe)
3. Waldbiotop (Waldwege, Gebüsche und Staudensaum, Wälder)

Der Anteil der besuchten Biotope beträgt für das Offenland etwa 30 %, für halboffene Lebensräume etwa 50 % und für Wald etwa 20 %. Funde im Offenland und Wald sind deshalb höher zu bewerten als Funde im halboffenen Bereich. Es wird davon ausgegangen, daß sich die beobachteten Individuen in ihrem bevorzugten Lebensraum aufhalten und nicht zufällig dort verweilen. Bei den Tieren handelte es sich um pollensammelnde Arbeiterinnen, pollen- oder nektarsammelnde Königinnen oder revierfliegende und blütenbesuchende Männchen. Die Biotopbindung bezieht sich nur auf die fliegenden Tiere und läßt keine Aussagen über die Nestanlagen zu. Ungenauigkeiten entstehen durch die Mobilität der Hummeln, beispielsweise im Frühjahr, wenn Königinnen von Waldarten Pollen auf Weiden (*Salix spec.*) der angrenzenden Gebüsche sammeln oder Arbeiterinnen von Offenlandarten im Sommer nach der Wiesenmahd blühende Pflanzen im Waldtraufbereich besuchen.

Nachgewiesene Arten

Aktuell bestätigt wurden nur 23 der 28 aus Baden-Württemberg bekannten Hummelarten. Trotz intensiver Suche konnten *Bombus pomorum*, *Bombus confusus* und *Psithyrus vestalis* nicht gefunden werden. Sie sind wärmebedürftig und kommen nur in den tieferen Lagen Baden-Württembergs vor. *Psithyrus quadricolor*, Schmarotzerhummel bei *Bombus soroeensis*, konnte ebenfalls nicht nachgewiesen werden. Grund dafür dürfte die zu geringe Populationsdichte des Wirtes von *Psithyrus quadricolor* im Landkreis sein. Im Südschwarzwald sind dagegen aktuelle Funde bekannt (BUCHHOLZ 1989, TREIBER 1991). Auch *Bombus muscorum* fehlt, denn sie besiedelt ausschließlich feuchte Niederungen in Tieflagen. Die seltene Art wurde vom Autor im süddeutschen Raum nur in vier Gebieten nachgewiesen, die an dieser Stelle mitgeteilt werden sollen: Berg/Pfalz, 1 Arbeiterin 10. 7. 1989 auf Rotkleeacker (TK 7015/NW); Bad Buchau, Moosburg, Oggelshausen, 12. 7. 1988 häufig auf rotkleeereichen Wirtschafts- und Streuwiesen am Federsee (TK 7923/NO) und Streuwiesen in SW-Bayern bei Unterreitnau (TK 8423/NO) am 4. 6. 1994, 13. 5.–22. 7. 1997 bzw. Heimholz am 9. 8. 1994 (TK 8424/NW).

Tab. 1: Artenliste und Habitatwahl

Art	Fundorte (n)	Anteil an allen Nach- weisen (%)	Offenland n / %	Halbopen n / %	Wald n / %	Funde in Ortschaften
Bombus terrestris	27	3,3	18 / 67	9 / 33	-	1
Bombus lucorum agg.	112	13,7	36 / 32	59 / 53	17 / 15	8
Bombus lapidarius	79	9,7	38 / 48	39 / 49	2 / 3	5
Bombus pratorum	63	7,7	7 / 11	33 / 52	23 / 37	5
Bombus jonellus	2	0,2	-	2	-	-
Bombus hypnorum	20	2,4	4 / 20	7 / 35	9 / 45	5
Bombus wurfleini	29	3,5	11 / 38	17 / 59	1 / 3	2
Bombus soroensis	13	1,6	5 / 38	8 / 62	-	-
Bombus hortorum	63	7,7	24 / 38	35 / 56	4 / 6	9
Bombus ruderatus	2	0,2	2	-	-	-
Bombus subterraneus	26	3,2	19 / 73	7 / 27	-	-
Bombus distinguendus	11	1,3	11 / 100	-	-	-
Bombus pascuorum	122	15,0	47 / 39	64 / 52	11 / 9	18
Bombus humilis	50	6,1	25 / 50	25 / 50	-	5
Bombus veteranus	17	2,1	15 / 88	2 / 12	-	-
Bombus sylvorum	45	5,5	23 / 51	22 / 49	-	-
Bombus ruderarius	18	2,2	7 / 39	11 / 61	-	2
Psithyrus rupestris	7	0,9	1 / 14	6 / 86	-	1
Psithyrus campestris	7	0,9	1 / 14	6 / 86	-	-
Psithyrus barbutellus	19	2,3	6 / 32	13 / 68	-	-
Psithyrus bohemicus	38	4,6	7 / 18	22 / 58	9 / 24	1
Psithyrus sylvestris	40	4,9	3 / 8	24 / 60	13 / 32	-
Psithyrus norvegicus	8	1	-	5 / 63	3 / 37	1

Ökologische Artensteckbriefe

Die Verbreitungskarten (siehe Anhang) geben den aktuellen Kartierungsstand wieder. Grundlage ist die Landkreiskarte (THEISS 1978). Schraffiert eingetragen ist die Grenze zwischen Schwarzwald und Gäu.

Bombus terrestris (Linnaeus 1758) (Dunkle Erdhummel), Abb. 3

Die Art wurde nur im Gäu nachgewiesen. Sie ist im Landkreis stark an Offenland gebunden, 67 % der Funde wurden dort gemacht. Gefunden wurde sie auf Äckern, Wiesen, Halbtrockenrasen und in Streuobstbeständen im siedlungsnahen Bereich. Nach LOKEN (1973) bevorzugt die Art trockenere Lebensräume. Die Höhenverbreitung reicht bei Freudensstadt bis auf 740 m ü.NN. In Baden-Württemberg besiedelt die Art vor allem die tieferen Lagen und kommt auch in Wäldern vor.

Bombus lucorum agg. (Linnaeus 1758) (Helle Erdhummel-Aggregat), Abb. 4

Die Art ist im gesamten Landkreis verbreitet und zeigt keine Biotopbindung. Tiere wurden sowohl in offenen Ackerlagen, auf Halbtrockenrasen, in Gärten, wie auch in der Moorheide der Grinden, am Rande von Karmooeren und am Wegsaum in Fichtenwäldern gefunden. Die Helle Erdhummel besiedelt alle klimatischen

Bereiche von den Neckartalsüdhängen bis zu den Gipfeln des Nordschwarzwaldes und wurde in Höhenlagen von 430 bis 1160 m ü.NN. nachgewiesen. Auch im Südschwarzwald ist sie in den höchsten Gipfellagen verbreitet (TREIBER 1991). Im Gebiet wird sie als Ubiquist angesehen.

Bombus lapidarius (Linnaeus 1758) (Steinhummel), Abb. 5

Der Verbreitungsschwerpunkt der Art liegt im Gäu, wo sie sehr häufig auf Äckern, Halbtrockenrasen und an Säumen gefunden wurde. Darüber hinaus wurde sie auch in den Schwarzwaldtälern und auf freien Flächen des Grindenschwarzwaldes vereinzelt nachgewiesen. Wenige Tiere konnten auf dem Nordschwarzwald-Hauptkamm am Zollstock auf 940 m ü.NN entdeckt werden. Im Südschwarzwald dringt die Art ebenfalls bis in die Gipfellagen vor (TREIBER 1991). Im Neckartal wurde sie auf 370 m ü.NN gefunden. Die Art zeigt Offenlandbindung und eine mäßige Waldverträglichkeit.

Bombus pratorum (Linnaeus 1761) (Wiesenhummel), Abb. 6

Die Art ist im gesamten Landkreis verbreitet und besiedelt alle Klimazonen. Sie wurde in Höhenlagen von 380–1140 m ü.NN nachgewiesen. Entgegen ihrer weiten geographischen Verbreitung ist die Art nicht in allen Biotopen zu finden. 89 % ihrer Funde liegen in Wald- und halboffenen Biotopen. Nester wurden mitten im Wald, aber auch an der Nordseite von Gebäuden im Boden gefunden. Gerne besucht werden blühende Brombeer-, Himbeer- oder Heidelbeersäume im Waldrandbereich.

Bombus jonellus (Kirby 1802) (Heidehummel)

Die Art konnte nur zwei Mal in Einzeltieren nachgewiesen werden. Am 30. 4. 1988 wurde eine Königin gefunden, die Blüten einer Japanischen Zierkirschen am Stadtrand von Freudenstadt (TK 7516/NO, 740 m ü.NN) am Panoramabad etwa 300 m vom Waldrand entfernt besuchte. Eine Arbeiterin wurde am 28.7.1991 nahe der Zuflucht (TK 7515/NW, 960 m ü.NN) auf dem Nordschwarzwald-Hauptkamm beim Blütenbesuch an *Rubus idaeus* beobachtet. Aus historischer Zeit sind nur zwei alte Funde aus den angrenzenden Landkreisen von Wildbad (2 Männchen 1872, DEML 1977) beziehungsweise Oppenau (FRIESE 1893 in STROHM 1925) bekannt. Während die Art im Nordschwarzwald nur eine sehr geringe Populationsdichte hat, ist sie in den hohen Lagen des Südschwarzwaldes häufiger (TREIBER 1991, BUCHHOLZ 1989). In Baden-Württemberg ist die boreo-alpin verbreitete Heidehummel außerhalb des Schwarzwaldes nur von oberschwäbischen Mooren bekannt (Federsee, DEML 1977) und kann als Glazialrelikt der Würmeiszeit angesehen werden.

Bombus hypnorum (Linnaeus 1758) (Baumhummel), Abb. 7

Die Art ist im ganzen Landkreis verbreitet, aber nur sehr vereinzelt anzutreffen. Sie wurde von 480–930 m ü.NN gefunden, die höchsten Funde im Südschwarzwald liegen bei 1230 m ü.NN (TREIBER 1991). Die Baumhummel lebt nur in Wald- und halboffenen Biotopen. Das Flugverhalten der Arbeiterinnen ist auffällig. Sie bevorzugen den Saumbereich und das lichte Unterholz, auch wenn auf angrenzenden Wiesen reichlich Pollenpflanzen blühen. Nestanlagen wurden in Vogelnistkästen und oberirdischen Hummelnistkästen im Siedlungsbereich von Freudenstadt beobachtet. 25 % aller Funde wurden innerhalb von Ortschaften gemacht. Die Art besucht dabei gerne *Lathyrus latifolius*, *Cotoneaster*-, *Cirsium*-, und *Rubus*-Arten.

Bombus wurfleini Radoszkowski 1859 (Berglandhummel), Abb. 8

Der Verbreitungsschwerpunkt liegt im Gäu, wo sie auf Äckern, Wiesen, Halbtrockenrasen und im Saum von Hecken gefunden wurde. Vereinzelt ist die Art auch im Schwarzwald auf Talwiesen, kleinen Lichtungen im Wald und Moorheiden der Kammlagen anzutreffen. Sie kommt von den Neckarstüdhängen bei Horb a. N. auf 430 m ü.NN bis in die hohen Lagen des Nordschwarzwald-Hauptkamms an der Alexanderschanze bei 940 m ü.NN vor. Im Südschwarzwald reichen die Funde bis in die höchsten Gipfellagen (TREIBER 1991). Oft besuchte Blütenpflanzen waren *Vicia sepium*, *V. cracca*, *Trifolium pratense* und *Rhinanthus alectorolophus*. Aufgrund des ökologischen Schwerpunktes der Art im Landkreis und ihrer allgemeinen Verbreitung in Baden-Württemberg (SCHWENNINGER 1997) wird als deutscher Name „Berglandhummel“ statt „Bergwaldhummel“ vorgeschlagen.

Bombus soroensis (Fabricius 1776) ssp. *proteus* (Gerstäcker 1869) (Distelhummel), Abb. 9

Die Art kommt im ganzen Landkreis nur vereinzelt vor. Sie besiedelt alle Klimazonen und ist von 430–940 m ü.NN verbreitet. Sie konnte vor allem auf ein- bis zweischürigen, extensiv genutzten Bergwiesen, Weiden und Salbei-Glatthaferwiesen in vielstrukturierten Gebieten mit Heckenriegeln gefunden werden und zeigt eine deutliche Offenlandbindung. Auf Rotkleeäckern wurde die Art nur einmal nachgewiesen. Im Schwarzwald wurde *Campanula rotundifolia* als Pollentrachtpflanze häufig besucht. Die Männchen sitzen gerne auf *Succisa pratensis* und *Cirsium*-Arten. Auf Bergwiesen bei Bad Rippoldsau / Holzwald ist die Art häufig, im übrigen Landkreis wurden nur wenige Individuen festgestellt. In den Hochlagen des Südschwarzwaldes ist die Art dagegen die häufigste rotaftrige Hummelart (TREIBER 1991).

Bombus hortorum (Linnaeus 1761) (Gartenhummel), Abb. 10

Die Art hat ihren Verbreitungsschwerpunkt im Gäu und kommt im Schwarzwald nur vereinzelt in Tälern und auf Freiflächen um Siedlungen vor. Ein Männchen konnte am 14. 8. 1991 an *Rubus idaeus* auf dem Schlifflkopf auf 1055 m ü.NN gefunden werden. Die höchsten Funde aus dem Südschwarzwald (TREIBER 1991) liegen ebenfalls auf dieser Höhe. Die Art zeigt Offenlandbindung und mäßige Waldverträglichkeit. Sie kommt nur in den Laubwäldern des Gäus vor und meidet die Fichten-Tannen-Wälder des Schwarzwaldes.

Bombus rudermatus (Fabricius 1775) (Feldhummel)

Die Art wurde nur zweimal im Untersuchungsgebiet gefunden. Trotz der Überprüfung vieler hundert Weibchen mit dem Hummelröhrchen (TREIBER 1990) aufgrund der Verwechslungsgefahr mit *Bombus hortorum* konnten keine weiteren Fundorte von *Bombus rudermatus* festgestellt werden. Von den leicht zu erkennenden Männchen wurde jeweils ein Tier bei Untertalheim (7.8.1988, 590 m ü.NN, TK 7518/NW) und Schopfloch (19.7.1991, 660 m ü.NN, TK 7517/NW) auf Rotkleeäckern im Gäu nachgewiesen. Die Art dürfte im Landkreis Freudenstadt sehr selten sein. Sie kommt vor allem in den tieferen Lagen vor (z.B. BISCHOFF & ROESLER 1982) und wurde neckarabwärts bei Kusterdingen (8.7.1989) auf Rotkleeäckern häufiger gefunden.

Bombus subterraneus (Linnaeus 1758) (Grubenhummel), Abb. 11

Die stark an Offenland gebundene Art wurde nur im Gäu gefunden. Die Höhenverbreitung reicht von 510–710 m ü.NN. 73 % der Funde wurden in gehölzfreien Biotopen gemacht, meist handelt es sich dabei um Rotkleeäcker und rotkleereiche Wiesen. Seltener wurden Arbeiterinnen und Männchen im Saumbereich von Hecken beobachtet. Neben *Trifolium pratense* sind *Lamium album* und *Rhinanthus alectorolophus* die bevorzugten Trachtpflanzen. Eine Arbeiterin wurde auch auf *Phacelia tanacetifolia* gefunden. Im Südschwarzwald kommt die Art auf großflächigen, trockenen Flügelginster-Weiden vor (TREIBER 1991), im Nordschwarzwald dürften dagegen die offenen Flächen zu klein und zu feucht sein.

Bombus distinguendus Morawitz 1881 (Deichhummel), Abb. 12

Die Hummel ist eine stenöke Offenlandart und wurde nur im Gäu gefunden. Die Fundorte liegen zwischen 510 und 680 m ü.NN. Nachdem die Art anfänglich nicht nachgewiesen werden konnte (TREIBER 1988), wurde die Suchstrategie verändert und Rotkleefelder beziehungsweise rotkleereiche Wiesen in der offenen Agrarlandschaft gezielt kontrolliert. Mittlerweile konnte die Art an elf Fundorten festgestellt werden, die alle großflächige Agrar-„Steppen“ im Sinne einer baumfreien Landschaft sind. Gebüschsäume und unmittelbar an Hecken angrenzende Wiesen werden offensichtlich gemieden. Die wenigen aktuellen Nachweise aus Baden-Württemberg (SCHWENNINGER 1997) dürften zum Teil methodisch bedingt sein, da in den von *Bombus distinguendus* besiedelten Lebensräumen kaum andere interessante Insekten zu finden sind und diese von Entomologen selten besucht werden. Alle Vorkommen sind extrem individuenarm, insgesamt wurden nur 19 Tiere beobachtet. Einzige Trachtpflanze war in allen Fällen *Trifolium pratense*. Von TERÄS (1976) werden ergänzend *Vicia sepium* und *Vicia cracca* genannt. Durch die Veränderung der landwirtschaftlichen Nutzung ist die Art heute hochgradig bedroht.



Die Deichhummel (*Bombus distinguendus*) ist eine stenöke Offenlandart und im Landkreis Freudenstadt nur auf Rotkleeäckern nachgewiesen worden. Durch Flurbereinigungen, das Verschwinden von blütenreichen Ackerrainen und die Aufgabe des Rotkleeanbaus ist die Art stark gefährdet (Foto: R. Treiber, Loßburg, Juli 1991).

Bombus pascuorum (Scopoli 1763) (Ackerhummel), Abb. 13

Die Art ist im ganzen Landkreis weit verbreitet und besiedelt alle klimatischen Zonen. Sie zeigt eine Offenlandbindung und mäßige Waldverträglichkeit. Die Fundorte liegen zwischen 380 und 1140 m ü.NN. Im Südschwarzwald erreicht sie die höchsten Gipfellagen (TREIBER 1991). In Siedlungen ist sie im Landkreis eine der häufigsten Hummelarten.

Bombus humilis Illiger 1806 (Veränderliche Hummel), Abb. 14

Die schwach xerothermophile Offenlandart wurde nur im Gäu nachgewiesen. Die Funde liegen zwischen 430 und 740 m ü.NN. Besiedelt werden Äcker, Wiesen, Halbtrockenrasen, Streuobstwiesen und die von Gebüsch durchsetzten Trockenbiotope der Neckarsüdhänge mit xerothermen Geröllhalden und Trockenrasen. Im Südschwarzwald konnte sie an südexponierten Flügelginster-Weiden noch in 1050 m ü.NN gefunden werden (TREIBER 1991). Im Nordschwarzwald fehlen dagegen die entsprechenden Biotope.

Bombus veteranus (Fabricius 1793) (Sandhummel), Abb. 15

Die stark an gehölzfreie Biotope gebundene Art wurde nur im Gäu nachgewiesen. Die Funde liegen zwischen 480 und 690 m ü.NN. Die Tiere besiedeln vor allem die offene Agrarfläche mit Rotkleeäckern und rotkleereichen Wiesen, aber auch Hangwiesen, Halbtrockenrasen und seltener Säume an Gehölzen. 88 % der Funde stammen aus Offenbiotopen.

Bombus sylvorum (Linnaeus 1761) (Waldhummel), Abb. 16

Die Offenlandart ist im Gäu verbreitet und wurde nur hier nachgewiesen. Ihre Fundorte liegen zwischen 390 und 740 m ü.NN. Besiedelt werden Äcker, Wiesen, Halbtrockenrasen, Säume und Streuobstwiesen. Auf Rotkleeäckern können die Vorkommen individuenreich sein, sonst wurden nur einzelne Tiere beobachtet.

Bombus ruderarius (Müller 1776) (Grashummel), Abb. 17

Die Art kommt im ganzen Landkreis vor, ist aber insgesamt selten und tritt nur in geringen Individuenzahlen auf. Die Offenlandart besiedelt sowohl kleine Schwarzwaldtäler, wie auch die typische Hecken- und Schlehengäulandschaft. Bei den Habitaten handelt es sich meist um sturtureiches Gelände mit Wiesen, Ackerrainen, Heckensäumen, Halbtrockenrasen und mageren Bergwiesen mit Mauern. Selten kommt die Art auch auf Äckern vor. Die Fundorte liegen zwischen 500 und 840 m ü.NN. Im Südschwarzwald kommt die Art auch in den höchsten Gipfellagen vor (TREIBER 1991).

Psithyrus rupestris (Fabricius 1793), Abb. 18

Die Schmarotzerhummel kommt vereinzelt im ganzen Landreis vor. Sie ist wesentlich seltener als ihre Wirtshummel *Bombus lapidarius* (Wirt-/Schmarotzer-Verhältnis: 11/1). Besiedelt wird bevorzugt halboffenes Gelände in allen Höhenlagen von 480 im Neckargebiet bis 1140 m ü.NN. auf der Hornisgrinde.

Psithyrus campestris (Panzer 1801), Abb. 19

Die Schmarotzerhummel kommt nur sehr vereinzelt im Gäu und in den tief eingeschnittenen Tälern des Schwarzwaldes vor. Ihrem Wirt *Bombus pascuorum* folgt sie nicht in alle Biotope und Klimazonen nach. Im Landkreis wurde die Art zwischen

400 und 710 m ü.NN gefunden und besiedelt in Baden-Württemberg vor allem die tieferen Lagen. Die meisten Funde wurden in halboffenem Gelände gemacht. Das Wirt-/Schmarotzer-Verhältnis ist 17/1.

Psithyrus barbutellus (Kirby 1802), Abb. 20

Die Schmarotzerhummel folgt ihrem Wirt *Bombus hortorum* nur im Gäu nach. Im Schwarzwald kommt sie noch sehr vereinzelt in Christophstal, bei Dürweiler und Herzogsweiler vor. Grund dafür könnte die zu geringe Populationsdichte von *Bombus hortorum* im Schwarzwald sein. Die meisten Funde stammen aus halboffenen Biotopen. Das Wirt-/Schmarotzer-Verhältnis liegt bei 3,3/1. Die Höhenverbreitung reicht von 430 bis 730 m ü.NN.

Psithyrus bohemicus (Seidl 1837), Abb. 21

Die Schmarotzerhummel folgt ihrem Wirt *Bombus lucorum* agg. in alle klimatischen Zonen und Biotope nach und wird ebenfalls als Ubiquist angesehen. Das Fundortverhältnis Wirt-/ Schmarotzer beträgt 3/1. Die Art wurde von 470 bis 950 m ü.NN gefunden.

Psithyrus sylvestris Lepeletier 1832, Abb. 22

Die Schmarotzerhummel folgt ihrem Wirt *Bombus pratorum* in alle klimatische Zonen, Biotope und Höhenlagen im Landkreis und lebt ebenfalls vorzugsweise in Wald- und Waldrandbiotopen, welche 92 % ihrer Fundorte ausmachen. Das Wirt-/Schmarotzer-Verhältnis beträgt 1,6/1. Die Art wurde von 450 bis 1140 m ü.NN gefunden.

Psithyrus norvegicus Sparre Schneider 1918, Abb. 23

Die Art wurde vor allem im Schwarzwaldbereich und nur einmal im Gäu gefunden, obwohl ihr Wirt *Bombus hypnorum* weiter im Landkreis verbreitet ist. Die Höhenverbreitung reicht von 450 bis 940 m ü.NN. Die Art lebt wie ihr Wirt ausschließlich in Wald- und halboffenen Biotopen. Das Wirt-/Schmarotzer-Verhältnis beträgt 2,5/1. Die meisten Funde stammen von feuchten Hochstaudenfluren mit *Senecio fuchsii* und *Cirsium palustre*.

Arten mit ähnlicher geographischer Verbreitung im Landkreis

Drei Artengruppen mit vergleichbarer naturräumlicher und geographischer Verbreitung können unterschieden werden:

1. Im ganzen Landkreis vertreten sind *Bombus lucorum* agg., *Bombus pratorum*, *Bombus hypnorum*, *Bombus soroensis*, *Bombus pascuorum*, *Bombus rudarius*, *Psithyrus campestris*, *Psithyrus rupestris*, *Psithyrus bohemicus*, *Psithyrus sylvestris* und *Psithyrus norvegicus*.
2. Vor allem im Gäu und seltener im Schwarzwald wurden *Bombus lapidarius*, *Bombus wurfleini*, *Bombus hortorum* und *Psithyrus barbutellus* nachgewiesen.
3. Nur im Gäu kommen *Bombus terrestris*, *Bombus subterraneus*, *Bombus distinguendus*, *Bombus humilis*, *Bombus veteranus* und *Bombus sylvarum* vor.

Bombus ruderatus und *Bombus jonellus* wurden wegen des geringen Datenmaterials nicht zugeordnet. *Bombus humilis*, *Bombus sylvarum* und *Bombus subterraneus* sind aus dem Südschwarzwald bekannt (TREIBER 1991), sie fehlen im Schwarzwald also nicht prinzipiell.

Einteilung in ökologische Artengruppen

Aus der geographischen und ökologischen Verbreitung im Landkreis können Artengruppen mit ähnlichen Lebensansprüchen zusammengestellt werden. Die Unterscheidung der Gruppen greift die Habitatbindung aus Tabelle 1 auf und basiert auf der Zweiteilung in hylophile, auf Gehölze und Wald angewiesene und hylophobe, Gehölze meidende Hummelarten. Die Nomenklatur der Verbreitungstypen richtet sich nach REINIG (1972), nach dem der Begriff „emerophil“ keine Verwendung mehr finden soll. *Bombus jonellus* und *Bombus ruderatus* wurden des geringen Datenmaterials wegen nicht berücksichtigt.

Die Arten des Landkreises Freudenstadt können in fünf Gruppen eingeteilt werden:

- **Gruppe 1:** Arten mit starker Offenlandbindung, stenök-hylophob (*Bombus distinguendus*, *Bombus subterraneus*, *Bombus veteranus*, *Bombus terrestris*)
Diese Arten zeigen eine starke Bindung an Agrargebiete des Gäus. Sie wurden fast ausschließlich auf Rotkleeäckern, rotkleeereichen Wiesen zwischen Feldern, seltener an Säumen und Brachen an Heckenriegeln gefunden. Am stärksten an Offenland gebunden ist *Bombus distinguendus*.



Rotkleeäcker bieten Hummeln im Offenland über einen langen Zeitraum Nektar und Pollen, denn sie werden nur abschnittsweise gemäht und wachsen rasch nach (Foto: R. Treiber, Horb a. N., 1991).

- **Gruppe 2:** Arten mit Offenlandbindung, euryök-hylophob (*Bombus humilis*, *Bombus sylvarum*, *Bombus ruderarius*, *Bombus soroeensis*, *Psithyrus rupestris*, *Psithyrus campestris*, *Psithyrus barbutellus*)
Diese Arten haben ihren Verbreitungsschwerpunkt im Offenland und meiden Waldbiotope. Ihre Habitate grenzen aber häufig an Gehölze an, werden teilweise beschattet oder sind nur kleinflächig offen. Sie sind im Landkreis zum Teil auf das Gäu beschränkt. Typische Lebensräume sind Wiesen, Äcker, Böschungen, Säume, Streuobstwiesen, kleine Halbtrockenrasenflächen an Trockenhängen, Wiesenbrachen und aufgelassene Schafweiden.
- **Gruppe 3:** Arten mit Offenlandbindung und mäßiger Waldverträglichkeit, euryök-hylophil (*Bombus lapidarius*, *Bombus hortorum*, *Bombus pascuorum*, *Bombus wurfleini*)
Die Arten weisen eine große ökologische Bandbreite auf, die es ihnen erlaubt, alle Klimazonen des Landkreises und seltener auch Waldbiotope zu besiedeln. Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt in offenen, beziehungsweise halboffenen Biotopen. Besiedelt werden auch Gärten und Grünanlagen in Siedlungen.
- **Gruppe 4:** Arten mit Waldbindung, stenök-hylophil (*Bombus pratorum*, *Bombus hypnorum*, *Psithyrus sylvestris*, *Psithyrus norvegicus*)
Diese Arten meiden größtenteils Offenland und Äcker und sind vor allem im halboffenen Bereich und in Waldbiotopen anzutreffen. Sie kommen in allen Klimazonen des Landkreises vor. Die Trachtquellen befinden sich häufig im direkten Waldtraufbereich in den Brombeer-, Himbeer-, Heidelbeer- und Hochstaudensäumen. Gärten und Grünanlagen der Siedlungen werden besiedelt.
- **Gruppe 5:** Ubiquisten, hypereuryök-intermediär (*Bombus lucorum* agg., *Psithyrus bohemicus*)
Die beiden Arten weisen ein sehr breites ökologisches Spektrum auf, das es ihnen erlaubt, alle Klimazonen und Biotope des Landkreises gleichermaßen zu besiedeln. Eine Spezialisierung oder ein ökologischer Schwerpunkt ist weder bei der geographischen, noch der ökologischen Verbreitung zu erkennen.

Im Gegensatz zu den Ergebnissen der Untersuchung zur Ökologie der heimischen Hummelarten von REINIG (1972) im wärmebegünstigten Vorland der Schwäbischen Alb können im Landkreis Freudenstadt *Bombus wurfleini* und *Bombus pascuorum* nicht als Waldarten und *Bombus terrestris* nicht als Waldrandart eingestuft werden. Große Teile des Landkreises sind niederschlagsreicher und viel kühler, als die Untersuchungsgebiete von REINIG. Möglicherweise spielt hier die ökologische Kompensation eine Rolle, die sich im Biotopwechsel der Arten hin zu offeneren Habitaten zeigt.

Gefährdung und Schutzmaßnahmen

Die historische Verbreitung der Hummelarten im Landkreis Freudenstadt ist nur fragmentarisch bekannt (TREIBER 1988) und läßt keine Aussagen über die Bestandentwicklung zu. Eine Hilfe bei der Beurteilung von Gefährdungen sind deshalb ökologische Untersuchungen. Besonders in den Offenlandbiotopen vollzieht sich der Wandel der Biotope durch die sich ändernden Grundlagen der Landwirtschaft sehr schnell. Folgende Gefährdungsursachen für Hummeln konnten im Landkreis Freudenstadt festgestellt werden:

- Intensivierung der Grünlandbewirtschaftung und Steigerung der Mahdhäufigkeit zugunsten von Gräsern und zu Ungunsten von Blütenpflanzen
- Aufforstung von Wiesen und offenen Randflächen im gesamten Landkreis
- Verbuschung von brachgefallenen Schafweiden, Halbtrockenrasen und Wiesen
- Verschwinden von kleinflächigen Äckern und Säumen durch Flächenzusammenlegung
- Aufgabe des Anbaus von Rotklee durch den Zusammenbruch der bäuerlichen Kleinbetriebe mit Vieh
- Falsche Mähzeitpunkte von Rändern der Feld- und Waldwege
- Überbauung von Streuobstgebieten

Besonders davon betroffen sind die auf Agrarflächen mit Rotkleeanbau, auf kleinflächige Strukturen, extensiv bewirtschaftete Wiesen und Halbtrockenrasen spezialisierten Hummelarten (vgl. HAGEN & WOLF 1993). Das zur Nestentwicklung benötigte, durchgängige Nahrungsangebot und eine starke Pollentracht im Juli dürfte maßgeblich über den Vermehrungserfolg der Arten entscheiden.

Nach den Kriterien von SCHNITTLER et al. (1992) sind folgende Arten im Landkreis Freudenstadt bedroht:

Tab. 2: Rote Liste der Hummelarten im Landkreis Freudenstadt

stark gefährdet (2)	gefährdet (3)	Vorwarnliste (V)
Bombus distinguendus	Bombus wurfleini	Bombus humilis
Bombus subterraneus	Bombus soroeensis	Bombus ruderarius
Bombus veteranus		

Bombus jonellus und *Bombus ruderatus* werden aufgrund der wenigen Funde als extrem seltene Arten mit R (rare) geführt.

Der durch Flächenstilllegungen und Maßnahmen der Gründüngung ausgeweitete Anbau von *Phacelia tanacetifolia* wird von den Offenlandarten teilweise als weiteres Nahrungsangebot angenommen. *Bombus subterraneus*, *Bombus veteranus* und *Bombus wurfleini* wurden als bedrohte Arten an den Blüten beobachtet. Ob *Phacelia* ein Ersatz für die über einen längeren Zeitraum blühende Rotkleefelder ist, muß noch überprüft werden.

Schutz- und Fördermaßnahmen für Hummeln können im häuslichen Umfeld beginnen bei der Hausbegrünung mit *Lonicera*-Arten, der Umwandlung von intensiv genutzten Zierrasen öffentlicher Grundstücke in Wiesen und dem Aufstellen von Hummelnistkästen (TREIBER 1989b). Viele bereits begonnene Naturschutzaktivitäten tragen zur Erhaltung der Lebensräume von Hummeln bei. In der offenen Agrarlandschaft sind neben der Beibehaltung des Rotkleeanbaus besonders Ackerandstreifen, blütenreiche Wegränder und Grünlandflächen in Streulage für die Sicherung eines durchgängigen Nahrungsangebotes von großer Bedeutung. Sie müssen erhalten und im Rahmen von Flurneuordnungsverfahren neu geschaffen werden. Heckenpflanzungen auf blütenreichen Böschungen und Rainen müssen unterbleiben.

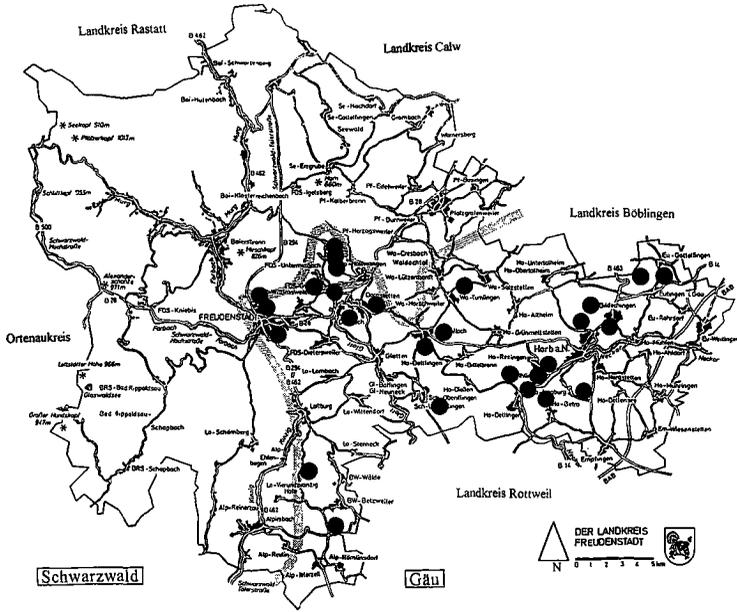


Abb. 3: *Bombus terrestris* (L.)

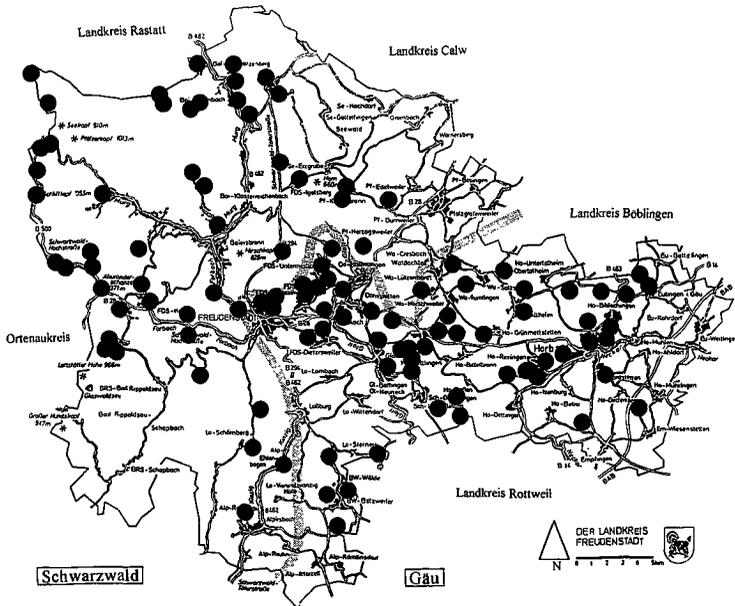


Abb. 4: *Bombus lucorum* agg. (L.)

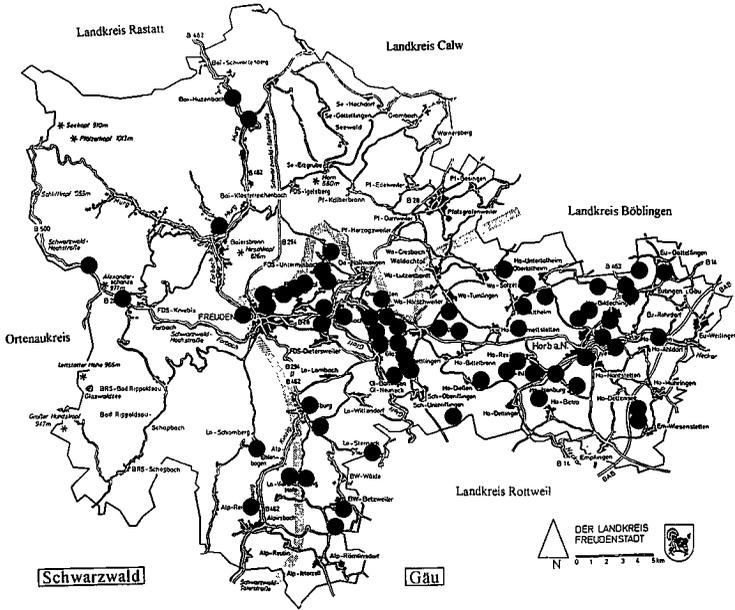


Abb. 5: *Bombus lapidarius* (L.)

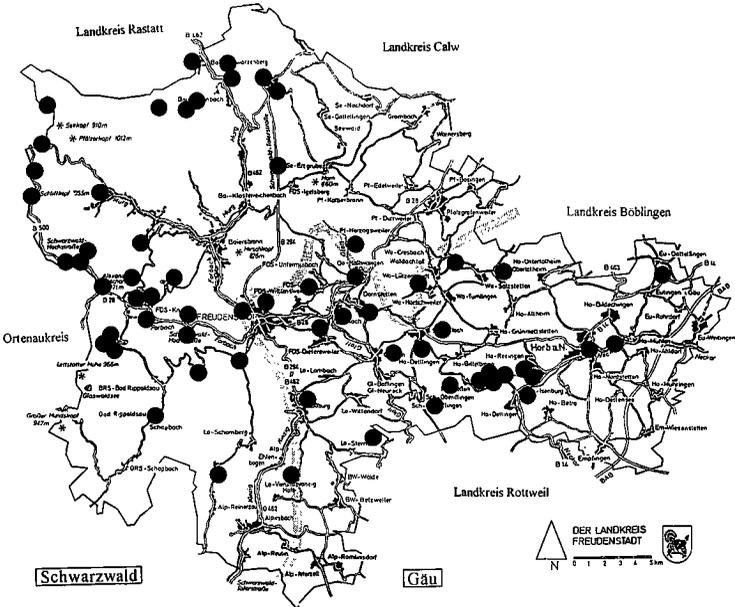


Abb. 6: *Bombus pratorum* (L.)

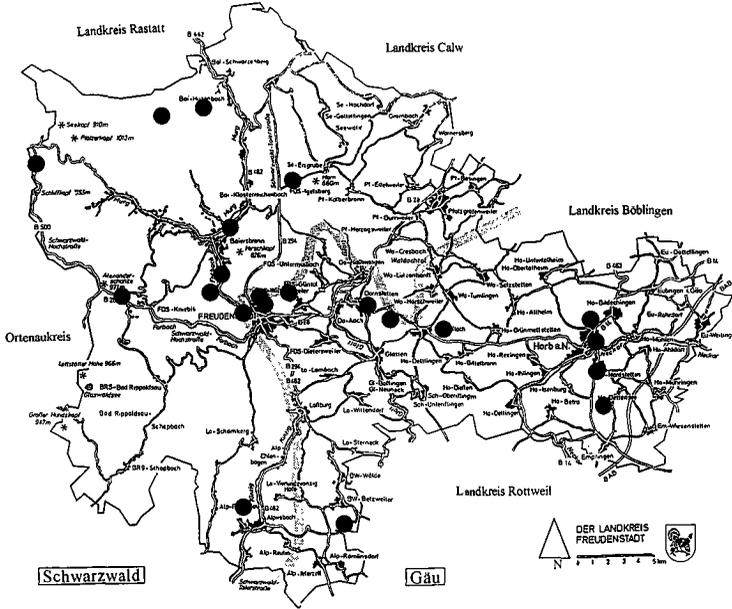


Abb. 7: *Bombus hyporum* (L.)

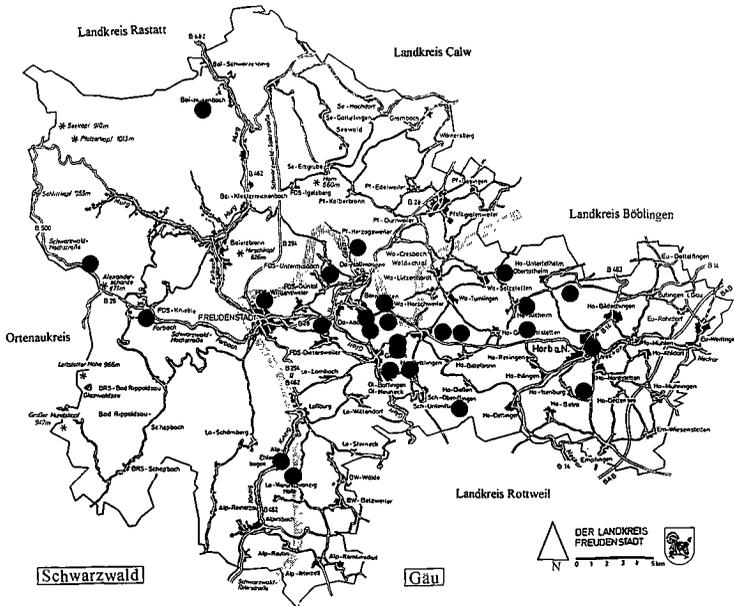


Abb. 8: *Bombus wurfleini* (Rad.)

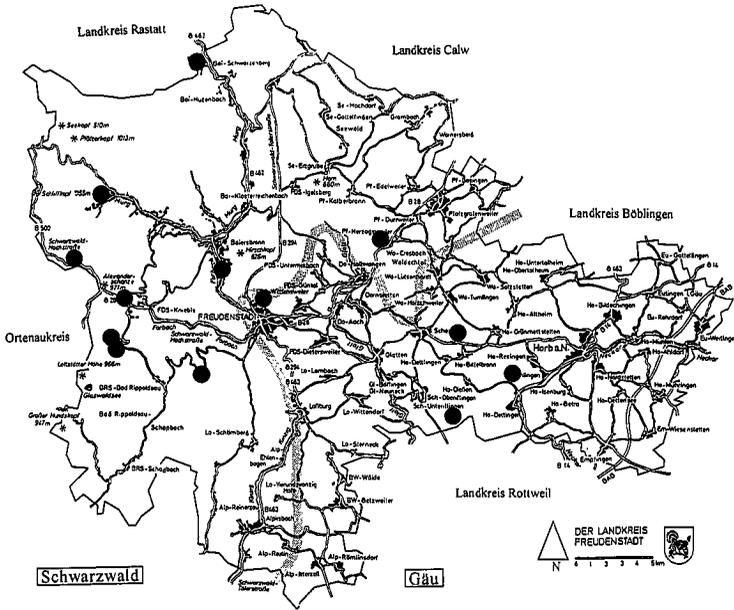


Abb. 9: *Bombus soroensis* (F.)

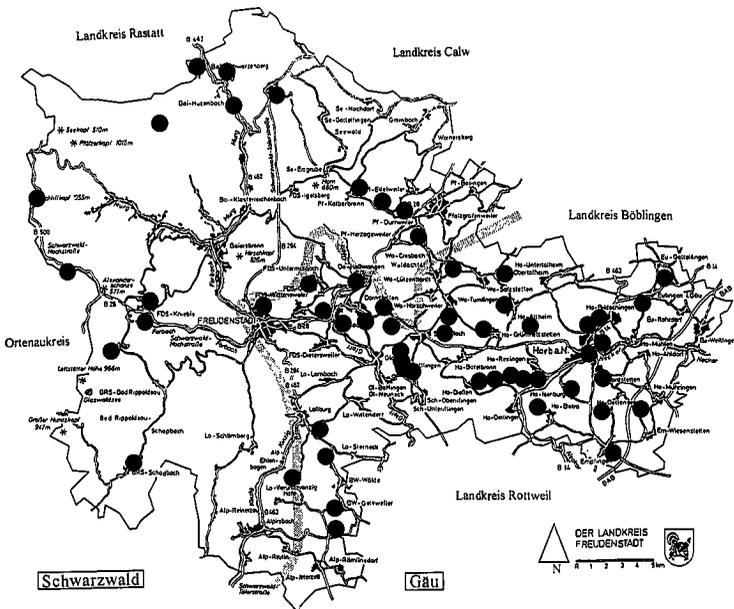


Abb. 10: *Bombus hortorum* (L.)

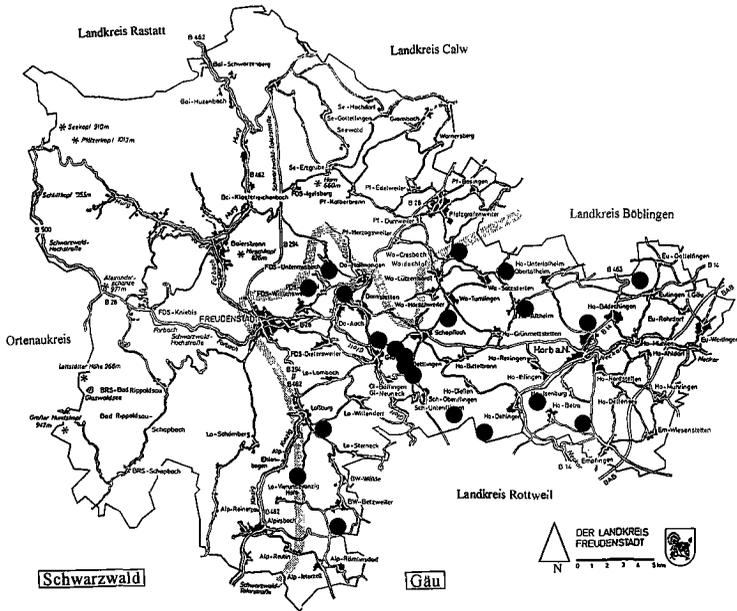


Abb. 11: *Bombus subterraneus* (Scop.)

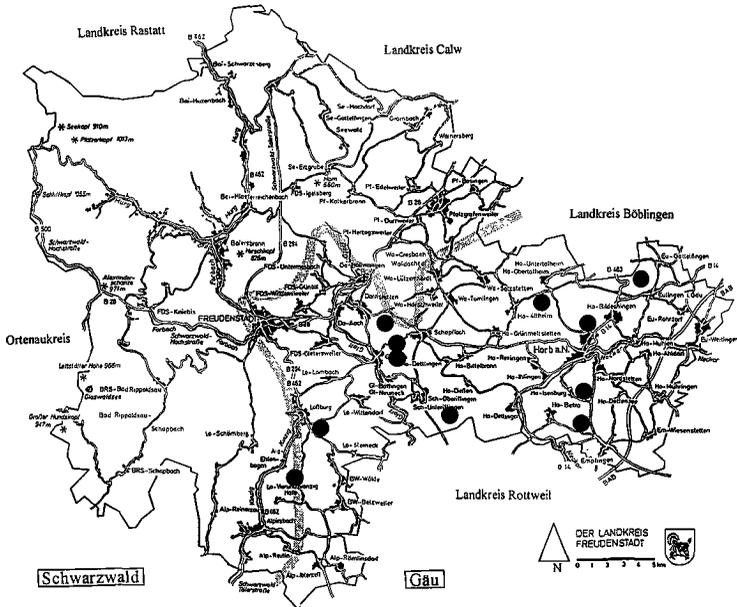


Abb. 12: *Bombus distinguendus* (Morawitz)

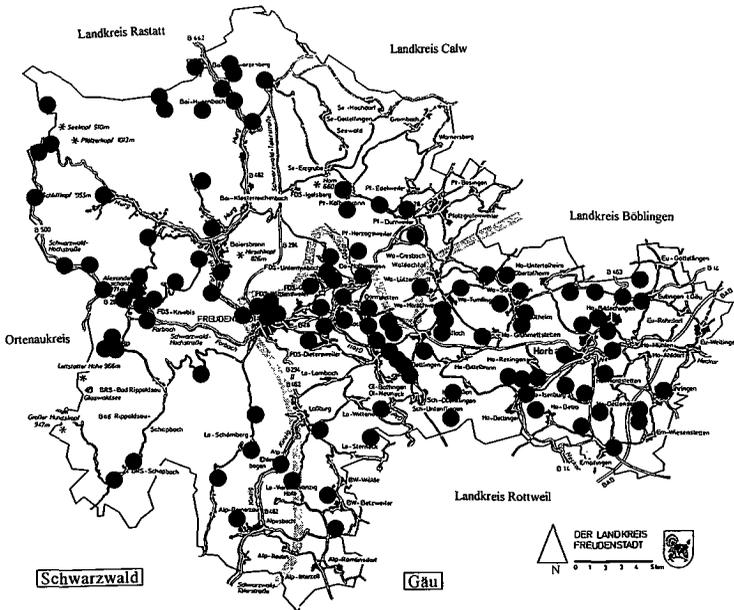


Abb. 13: *Bombus pascuorum* (Scop.)

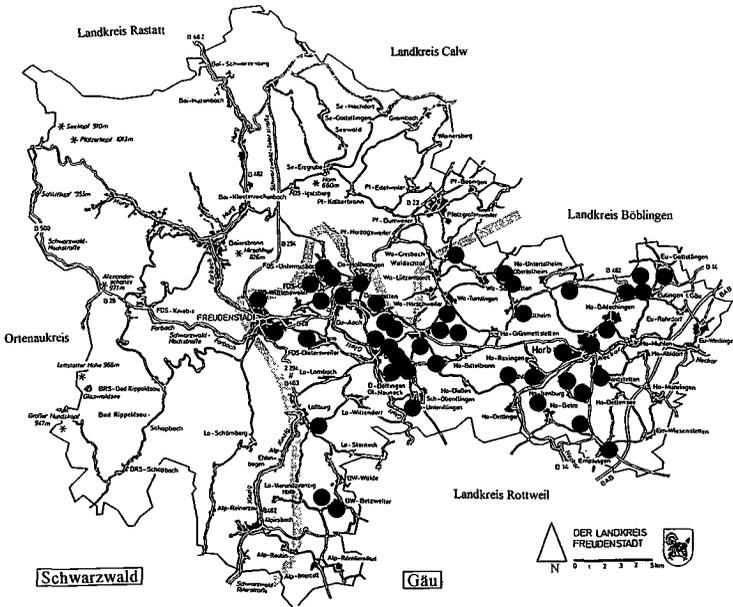


Abb. 14: *Bombus humilis* (Illiger)

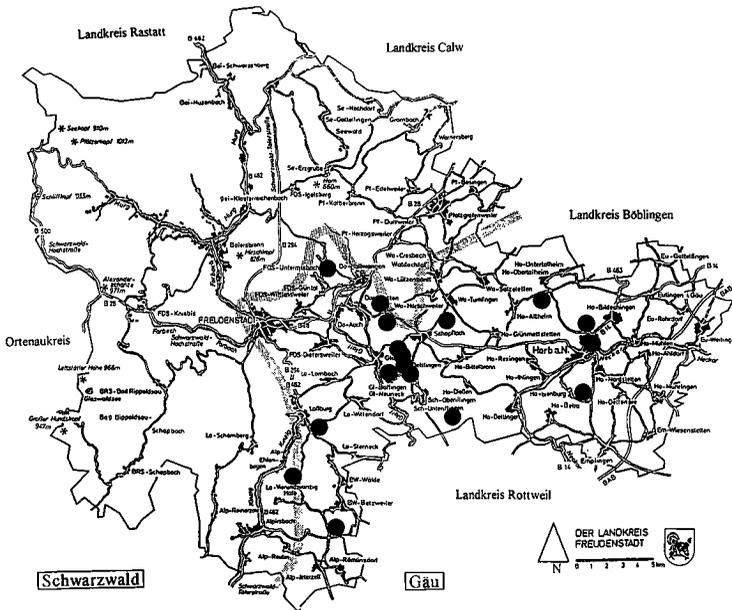


Abb. 15: *Bombus veteranus* (F.)

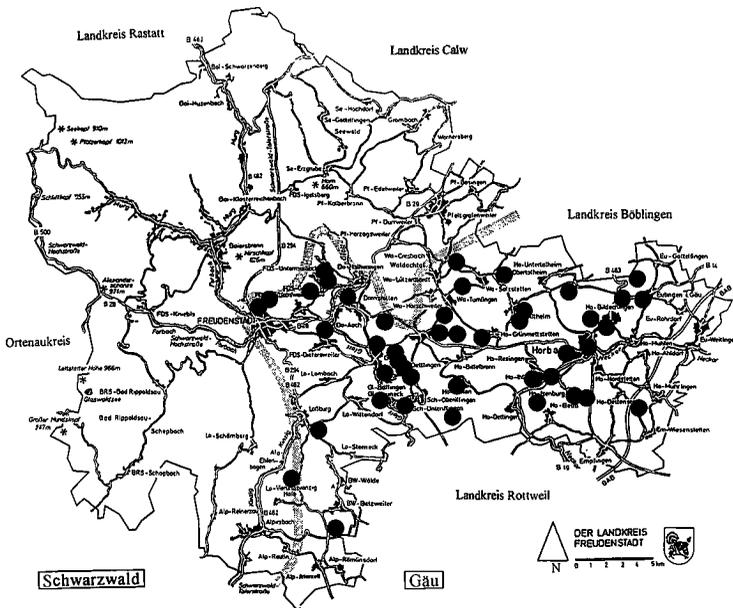


Abb. 16: *Bombus sylvarum* (L.)

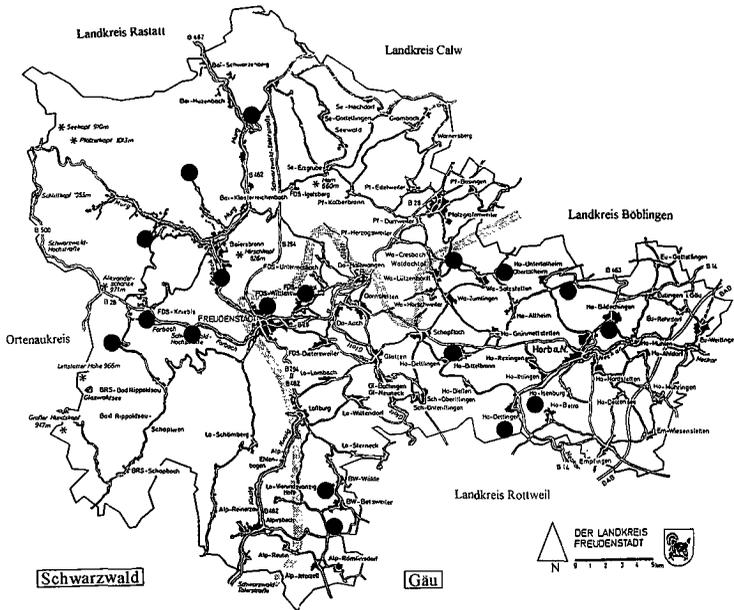


Abb. 17: *Bombus ruderiarius* (Müll.)

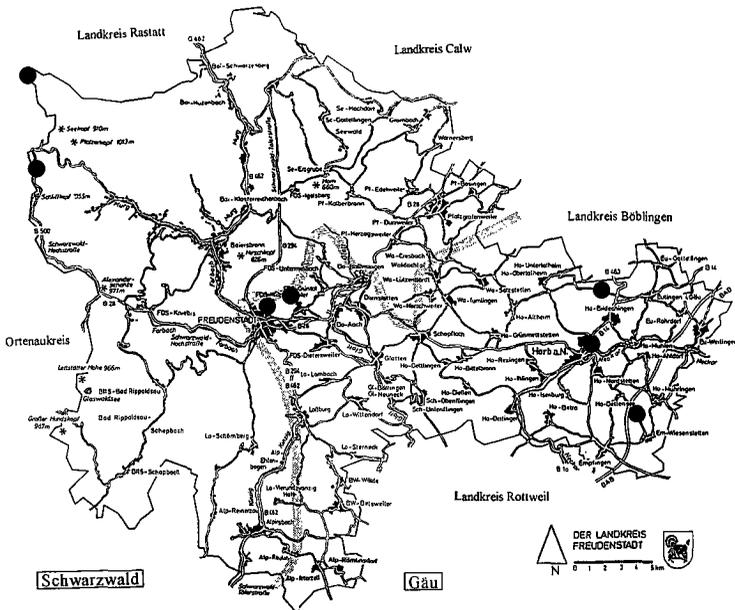


Abb. 18: *Psithyrus rupestris* (F.)

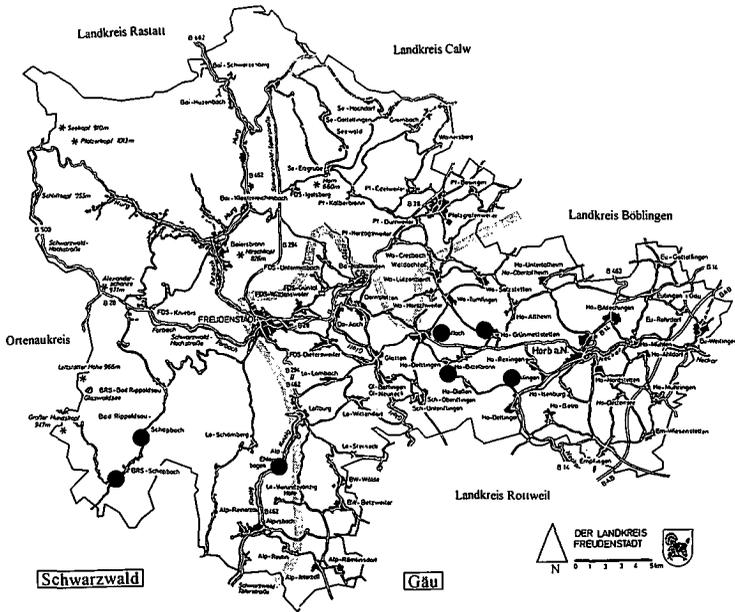


Abb. 19: *Psithyrus campestris* (Panz.)

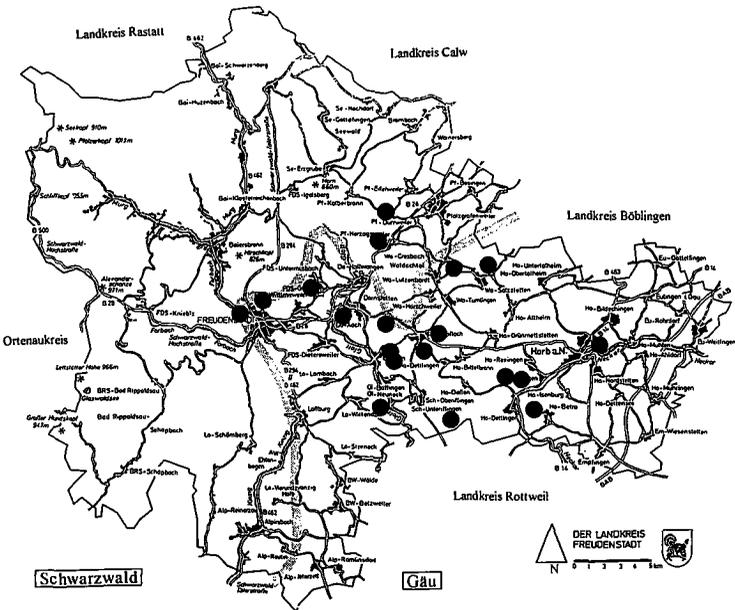


Abb. 20: *Psithyrus barbutellus* (Kirby)

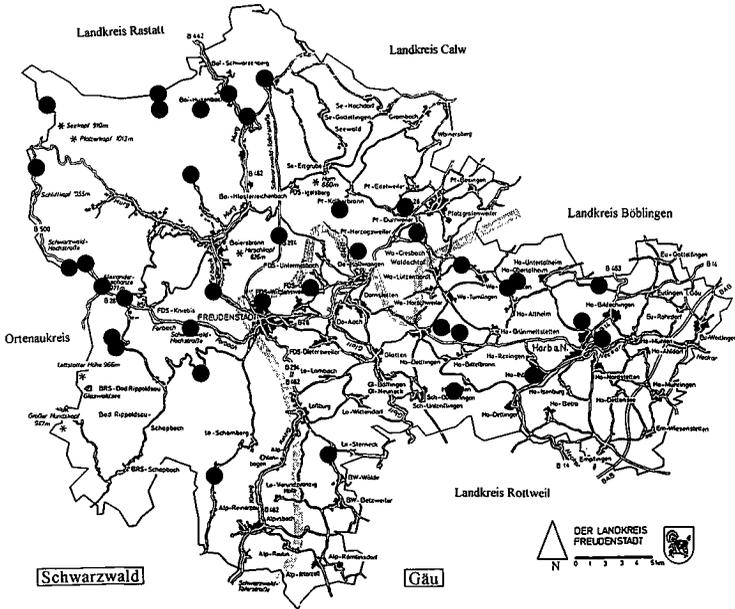


Abb. 21: *Psithyrus bohemicus* (Seidl)

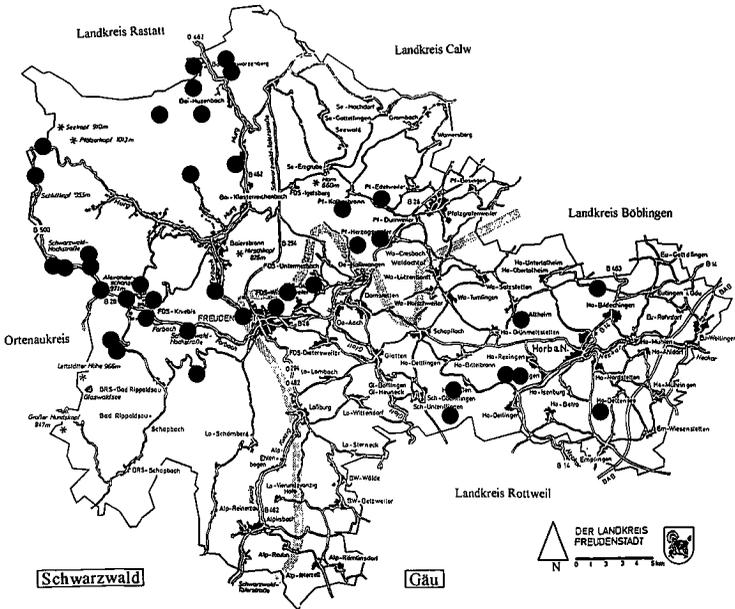


Abb. 22: *Psithyrus sylvestris* (Lep.)

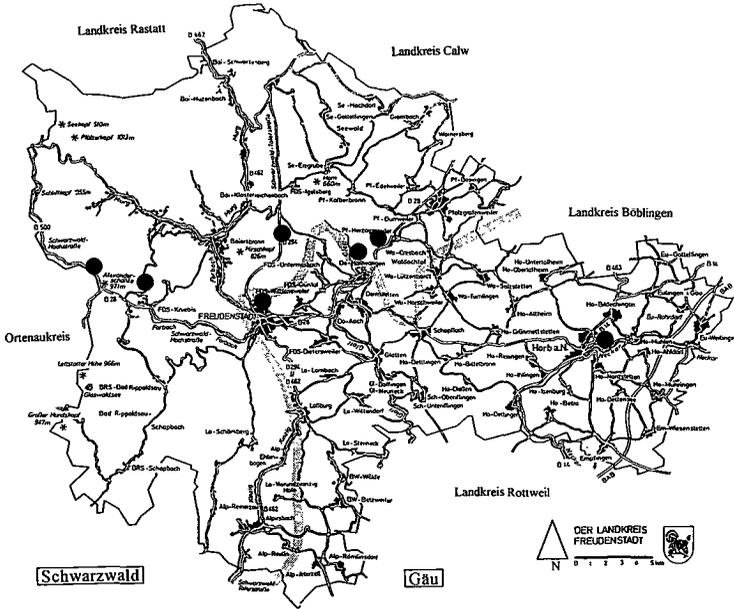


Abb. 23: *Psithyrus norvegicus* (Sp. Schn.)

Schrifttum

- BISCHOFF, D. & ROESLER, R.-U. (1982): Untersuchungen zur Ökofaunistik der Gattungen *Bombus* Hummeln) und *Psithyrus* (Schmarotzerhummeln) (Hymenoptera) im Bienwald. – Pollichia-Buch 3: 215–242.
- BUCHHOLZ, U. (1989): Blütenbesucher-Gemeinschaften hochstaudenreicher Pflanzengesellschaften der subalpinen Stufe (Syrph.: Diptera, Apoidea: Hymenoptera, Rhopalocera: Lepidoptera) – Das Beispiel Feldberg im Schwarzwald. – Diplomarbeit an der Universität Freiburg i.Br.
- DEML, R. (1977): Morphologische und faunistische Untersuchungen an in Württemberg vorkommenden *Bombus*- und *Psithyrus* Arten (Insecta, Hymenoptera). – Zulassungsarbeit Biol. Institut Universität Stuttgart, 96 S.
- HAGEN, H.-H. & WOLF, H. (1993): Höchste Zeit für Maßnahmen zur Rettung der Hummeln der Offenlandschaften. – Natur- u. Landschaftskunde 29: 7–9.
- KRATOCHWIL, A. & KOHL, A. (1988): Pollensammel-Präferenzen bei Hummeln – ein Vergleich mit der Honigbiene. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde und Naturschutz N.F. 14(3): 697–715. Freiburg i. Br.
- LOKEN, A. (1973): Studies on Scandinavian Bumble Bees. – Norsk ent. Tidsskr. 20: 1–218. Oslo.
- LOKEN, A. (1984): Scandinavian species of the Genus *Psithyrus* Lep. – Ent. scand. Suppl. 23: 1–45. Oslo.
- MAUSS, V. (1992): Bestimmungsschlüssel für Hummeln. – Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, 4. Aufl. 50 S. Hamburg.
- MEYNEN, E., SCHMITHÜSEN, J., GELLERT, J., NEEF, E., MÜLLER-MINY, H. & SCHULTZE, J.H. (1953–1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. – Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung. Bd. 1, Bad Godesberg.
- RASMONT, P. (1984): Les bourdons du genre *Bombus* Latr. sensu stricto en Europe Occidentale et Centrale. – Spixiana 7(2): 135–160.
- REINIG, W.F. (1972): Ökologische Studien an mittel- und südosteuropäischen Hummeln (*Bombus* Latr., 1802) (Hym., Apidae). – Mitt. Münch. Ent. Ges. 60: 1–56. München.
- SCHNITTLER, M., LUDWIG, G., PRETSCHER, P. & BOYE, P. (1994): Konzeption der Roten Listen der in Deutschland gefährdeten Tier- und Pflanzenarten. – Natur u. Landschaft 10: 451–459.
- STROHM, K. (1925): Insekten der badischen Fauna. 1. Beitrag. – Mitt. bad. entom. Ver. 1: 204–220. Freiburg i. Br.
- SCHWENNINGER, H.R. (1997): Zur Verbreitung und Bestandsentwicklung der Hummelarten *Bombus distinguendus*, *B. soroensis*, *B. veteranus* und *B. wurfleinii* (Hymenoptera, Apidae) in Baden-Württemberg. – Mitt. ent. V. Stuttgart 32: 42–53. Stuttgart.
- TERÄS, I. (1976): Flower visits of bumblebees, *Bombus* Latr. (Hymenoptera, Apidae), during one summer. – Ann. Zool. Fennici 13: 200–232.
- TERÄS, I. (1983): Estimation of bumblebee densities (*Bombus*: Hymenoptera, Apidae). – Acta Entomol. Fennica 42: 103–113.
- THEISS, K. (1978): Der Kreis Freudenstadt. Theiss-Verlag.
- TREIBER, R. (1988): Hummeln und Wespen des Landkreises Freudenstadt. – Naturkundl. Beitr. des DJN 19: 3–27. Hamburg.
- TREIBER, R. (1989a): Hummeln des Landkreises Freudenstadt – Ökologie, Gefährdung, Schutz. – Arbeit im Rahmen des Bundeswettbewerb „Jugend forscht“. Unveröff. Manuskript. 15 S.
- TREIBER, R. (1989b): Hummelnistkästen. – Naturkundl. Beitr. des DJN 20: 42–46. Hamburg.
- TREIBER, R. (1990): Das Hummelröhrchen. – Naturkundl. Beitr. des DJN 22: 13. Hamburg.
- TREIBER, R. (1991): Hummeln der Bernauer Umgebung / Südschwarzwald (Hymenoptera, Apoidea). – Nachrbl. bayer. Entomologen 40 (2): 52–59. München.

(Am 19. Januar 1998 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	1	181–186	1998	Freiburg im Breisgau 22. Mai 1998
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Die Flußperlmuschel im Schwarzwald?

VON

HELGE KÖRNER, GERHARD BAUER & ADOLF HEITZ *

Zusammenfassung: Im Jahr 1888 wurden Flußperlmuscheln aus dem Odenwald in den Josbach und in den Altenwegbach bei Titisee eingesetzt. Lebende Exemplare hat man dort noch 1934 festgestellt. Anhand von Schalenresten aus dem Josbach kann gezeigt werden, daß die Tiere zwar ein Alter zwischen 40 und 80 Jahre, aber nur eine vergleichsweise geringe Körpergröße erreichten. Wir schließen daraus, daß sich die eingesetzten Muscheln nie fortgepflanzt haben; wobei wir allerdings nicht wissen, warum der Schwarzwald als Lebensraum für Perlmuscheln ungeeignet ist.

Einleitung

Seit Jahrhunderten beschäftigt sich der Mensch in Europa mit der Flußperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*). Waren früher die begehrten Perlen der Anlaß (v. HESSLING 1859), so sind es in letzter Zeit die ausgesprochen ungewöhnliche Ökologie und Lebensweise, sowie der dramatische Zusammenbruch ihrer Bestände. Die Flußperlmuschel ist in Mitteleuropa inzwischen vom Aussterben bedroht (WELLS et al. 1983, BAUMGÄRTNER & HEITZ 1995).

Als großer Filtrierer (Schalenlänge bis 14 cm) lebt diese Art ausschließlich in extrem kalk- und nährstoffarmen Forellenbächen, also in Gewässern, in denen es eigentlich kaum etwas zu filtrieren gibt. Sie hat sich im Laufe der Evolution durch einen reduzierten Stoffwechsel an das geringe Nahrungsangebot angepaßt. Dies führt wiederum zu einem sehr langsamen Größenwachstum und damit zu einer sehr hohen Lebensdauer. In einigen mitteleuropäischen Gewässern werden die Tiere mehr als 100 Jahre, am Polarkreis sogar bis 140 Jahre alt (GRUNDELIOUS 1987, BAUER 1992). Damit ist die Flußperlmuschel eine der langlebigsten wirbellosen Tierarten der Erde.

Wie alle unsere großen Süßwassermuscheln pflanzt sich auch die Flußperlmuschel über einen besonderen Larventyp, das sogenannte „Glochidium“ fort; dieses muß ein parasitäres Stadium an einem Wirtsfisch durchlaufen (Abb. 1). Mit dem Atemwasser des Fisches stoßen die Glochidien per Zufall an dessen Kiemen, setzen sich dort fest und bilden innerhalb einiger Wochen die Organe der Jungmuschel aus. Das Wirtsspektrum der Flußperlmuschel ist extrem eng. Die Larven können sich lediglich auf den heimischen Vertretern der Lachs-Unterfamilie „Salmoninae“ entwickeln. Damit ist bei uns die Bachforelle (*Salmo trutta*) der wichtigste Wirtsfisch (BAUER 1989).

* Anschriften der Verfasser: Dr. H. KÖRNER, Prof. Dr. G. BAUER, Institut für Biologie I, Hauptstr. 1, D-79104 Freiburg i.Br.; A. HEITZ, Moosweg 15, D-77749 Hohberg

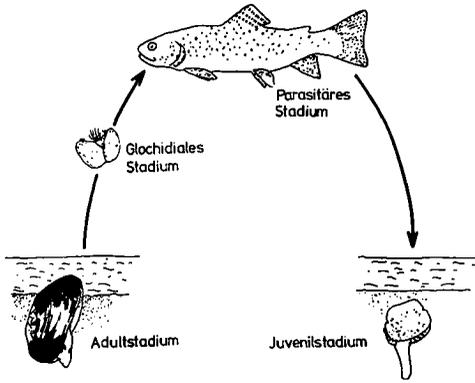


Abb. 1:
Fortpflanzungskreislauf der Flußperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*). Schalenlänge des Glochidiums 0.07 mm; Schalenlänge der Jungmuschel bei Verlassen des Wirtsfisches 0.4 mm.

Als strenger „Kalkflüchter“ war die Flußperlmuschel immer nur sehr inselartig verbreitet. Vor allem in kalkarmen Mittelgebirgsbächen kam sie vor, etwa im Bayerischen Wald, dem Fichtelgebirge, im Spessart und in der Eifel, aber auch in einigen Gewässern der Lüneburger Heide (BISCHOFF et al. 1986). In den Vogesen besiedelte sie noch bis ca. 1950 zwei Gewässer in der Nähe von Gerardmer.

Nachdem auch der Südliche Schwarzwald vielerorts als Perlmuschelgebiet geeignet erscheint, wurde schon oft vermutet, daß die Perlmuschel auch hier vorkäme. Und in der Tat schreibt ROBERT LAUTERBORN 1922 in den Mitteilungen des Badischen Landes-

vereins für Naturkunde und Naturschutz (N.F., Bd. 1/10, Seite 242): „... fand ich sie nicht selten etwas weiter oben in einem klaren Seitenbach der Gutach, der sich in vielen Windungen durch ein breites Wiesental zieht...“. Den genauen Fundort hat er allerdings nie preisgegeben.

Ergebnisse unserer Nachforschung

Im Jahr 1989 erhielt A. Heitz von einem Mitglied der „Fachschaft für Ornithologie Südl. Oberrhein“ eine Information über Reste schwarzer Muschelschalen im Josbach. Eine intensive Suche durch A. und S. Heitz im Februar 1990 erbrachte dann tatsächlich Stücke von Perlmuschelschalen, die vor allem aus der schwarzen ledrigen Außenschicht, dem 'Periostracum' bestanden. Vereinzelt waren auch noch Kalkreste vorhanden. Es wurde allerdings kein einziges lebendes Exemplar gefunden.

Ende 1996 wurde uns (Körner, Bauer) von Prof. Dr. Schwoerbel ein Ordner „Perlfischerei“ von Landesfischereiinspektor Dr. Karl (Ministerium des Innern/Karlsruhe) mit Akten aus den ersten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts zur Einsicht überlassen. Aus ihnen geht hervor, daß sich Dr. Karl am 7. und 8. November 1934 auf Dienstreise im Schwarzwald befand und dort sensationelle Entdeckungen machte. Er schreibt: „Mit größter Freude stellte ich die Muschel im Jostal bei Titisee-Hölzlebruck am Mattenbauershof, ferner auch im Altenwegbach bei Titisee zwischen der Landstraße und dem Basischhof fest. In beiden Fällen fand ich die Perlmuschel in beträchtlicher Anzahl. Mehrere Exemplare nahm ich aus diesen Wasserläufen mit.“

In einem anderen Brief berichtet er: „Durch Aktenstudien konnte ich feststellen, daß die Muschel dort seit 1888 vorhanden ist, weil zu dieser Zeit aus dem Odenwald nach dem Südlichen Schwarzwald Muscheln übertragen wurden... Die Schwarzwaldmuschel hat sich jetzt schon 46 Jahre in den Gewässern gehalten und ihr Vorkommen ist selbst den Forellenfischern erfreulicherweise nicht bekannt geworden.“

Unsere unverzügliche Nachsuche im Februar 1997 (Körner, Bauer) erbrachte im Altenwegbach keinerlei Spuren mehr. Im Ufersubstrat des Josbaches aber fanden wir einige noch gut erhaltene Periostracum-Reste, die allerdings vollkommen entkalkt waren (Abb. 2).

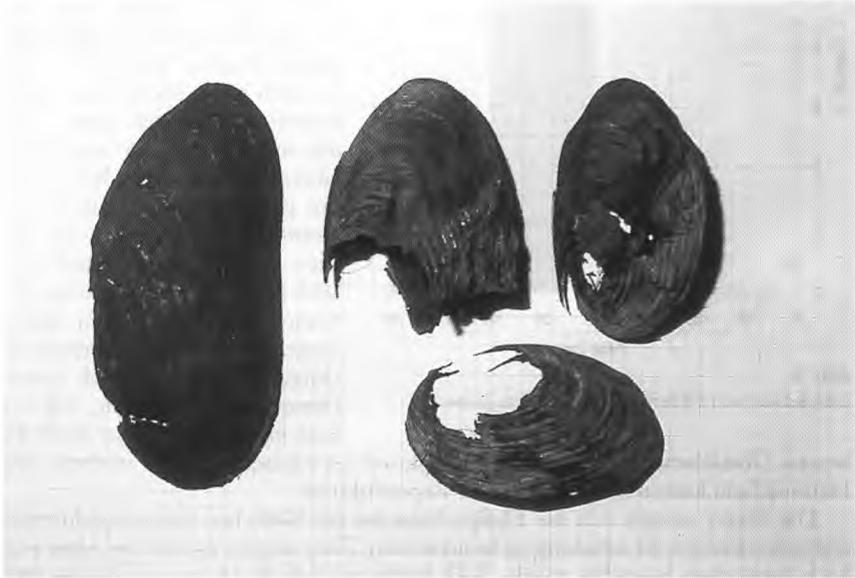


Abb. 2: Drei Periostracum-Reste von Flußperlmuscheln aus dem Josbach (Febr. 1997), im Vergleich mit der Schalenhälfte einer Flußperlmuschel aus dem Fichtelgebirge (links).

Herkunft und Schicksal der „Schwarzwald-Perlmuscheln“

Um die Erträge der Perlfischerei zu mehren, hat es seit dem Mittelalter überaus zahlreiche Versuche gegeben, die Flußperlmuschel in neuen Gewässern anzusiedeln. Nahezu alle schlugen aber fehl, was darauf schließen läßt, daß diese hochspezialisierte Tierart die Gewässer, in denen sie leben und sich fortpflanzen konnte, bereits besiedelt hatte.

Die einzige erfolgreiche Neuansiedlung gelang im Odenwald, in der Steinach, mit Perlmuscheln, die im Jahr 1760 und 1765 aus Bayern dorthin verpflanzt wurden (JUNGBLUTH 1986). Die Tiere fanden dort dermaßen gute Bedingungen, daß sie bald den gesamten Bachlauf besiedelten. Ende des vergangenen Jahrhunderts wurde der Bestand mit etwa 300 000 Tieren angegeben und es wurden ca. 15 000 Flußperlmuscheln an verschiedene Fischerei- und Anglervereine verkauft (JUNGBLUTH 1986). Auf diese Weise kamen auch welche in den Josbach und in den Altenwegbach, wie bereits Dr. Karl feststellte.

Offensichtlich erging es ihnen dort aber nicht sehr gut. Die Schalenreste aus dem Josbach lassen auf ein ausgesprochenes „Zwergwachstum“ schließen (Abb. 2). Dies deutet zugleich aber auch darauf hin, daß die Muscheln offensichtlich als Jungtiere (und nicht als große, gut entwickelte Exemplare) verpflanzt wurden.

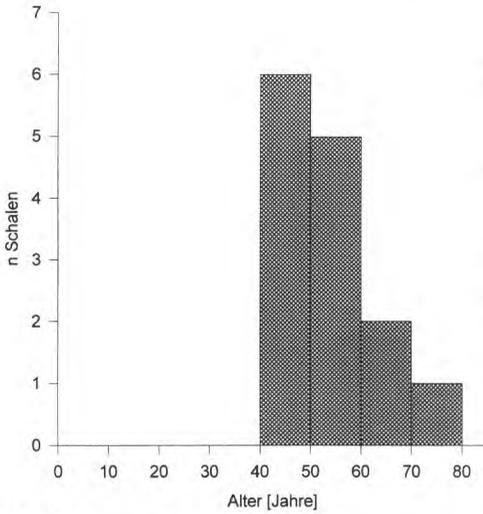


Abb. 3:
Lebensdauer von 14 Perlmuscheln aus dem Josbach.

Hier stellt sich nun die Frage, ob sich die Flußperlmuscheln im Schwarzwald überhaupt jemals fortgepflanzt haben.

Wenn man annimmt, daß die Tiere 1888 in einem Alter von 10–20 Jahren in den Josbach eingesetzt wurden, könnte Dr. Karl sie dann noch lebend angetroffen haben? Sie müßten dann 1934 mindestens ein Alter von 56–66 Jahren erreicht haben. Bei 14 von uns gesammelten Schalenresten konnte das Lebensalter, das die Tiere erreicht hatten, durch Auszählen der Jahresringe ungefähr bestimmt werden. Wie in Abb. 3 dargestellt, war die Lebensdauer einiger Tiere sogar noch höher. Damit ist anzunehmen, daß Dr. Karl im Jahr 1934 nur noch die

letzten Überlebenden einer Ansiedlungsaktion im Südschwarzwald vorfand. Die Perlmuscheln kamen hier wohl nie zur Reproduktion.

Die Frage, warum sich die Flußperlmuschel im Südlichen Schwarzwald nicht etablieren konnte, ist schwierig zu beantworten. Zwar scheint es, daß der Altenwegbach inzwischen begradigt wurde, doch bleibt zweifelhaft, ob andernfalls der Perlmuschelbestand dort überlebt hätte, denn der Josbach zeigt nach wie vor einen sehr natürlichen Verlauf (Abb. 4).



Abb. 4: Abschnitt des Josbaches, in dem früher Perlmuscheln lebten (Foto: Okt. 1997).

In Mitteleuropa greifen zwei Komplexe aus Gefährdungsfaktoren in den Entwicklungskreislauf der Flußperlmuschel ein. Einerseits wirkt sich die Eutrophierung der Gewässer, insbesondere durch häusliche und landwirtschaftliche Abwässer, negativ auf das Jungmuschel- und Adultstadium aus. Andererseits besteht für die letzten, noch unbelasteten Perlmuschelbäche aufgrund des geringen Puffervermögens des ionenarmen Wassers eine hohe Gefahr der Versauerung. Dadurch werden vor allem die Bachforellen, und damit die Wirtsfische für die Larven (Glochidien) der Perlmuschel eliminiert (BAUER 1988, SILKENAT et al. 1991).

Der letztgenannte Faktor scheint im Josbach keine Rolle zu spielen. Bei unseren Begehungen konnten wir immer einen guten Forellenbestand feststellen.

Um Hinweise auf den Grad der Eutrophierung zu erhalten, haben wir im Altenwegbach und im Josbach von Juni bis Oktober 1997 fünf Wasserproben in regelmäßigen Abständen gezogen.

Als Parameter, die in besonders enger Beziehung zur Schädigung einer Perlmuschelpopulation stehen, haben sich in vorausgegangenen Untersuchungen (BAUER 1988) der Gehalt von Nitrat, Phosphat, Calcium und die Leitfähigkeit herausgestellt. Nitrat zeigt einen engen Zusammenhang zur Sterblichkeit der Altmuscheln: Je höher die Nitratwerte, umso höher sind die Sterblichkeitsraten der Tiere. Allerdings wird die kritische Grenze für Nitrat in beiden Schwarzwaldgewässern kaum überschritten (Tab. 1).

Tab. 1: Wichtige physikalisch-chemische Parameter im Altenwegbach und im Josbach (Mittelwert \pm Vertrauensbereich aus 5 Probenahmen während des Sommers 1997), sowie Kennwerte intakter Perlmuschelbäche zum Vergleich (Lf = Leitfähigkeit).

	Lf (μ S)	NO ₃ -N (ppm)	PO ₄ diss-P (ppm)	Ca ⁺⁺ (ppm)	Cl ⁻ (ppm)
Altenwegbach	93 \pm 21	1,1 \pm 0,5	0,06 \pm 0,02	7,6 \pm 4,5	8,0 \pm 0,3
Josbach	58 \pm 11	0,9 \pm 0,4	0,05 \pm 0,01	6,7 \pm 5,4	3,3 \pm 0,8
Intakte Perlmuschelbäche	70	0,5 -1,0	0,03	2,0	

Die anderen Parameter zeigen einen Zusammenhang zur Sterblichkeit der Jungmuschel nach Verlassen des Wirtsfisches. In diesem gegenüber Gefährdungsfaktoren empfindlichsten Entwicklungsstadium lebt die Muschel mehrere Jahre lang im Interstitial (Lückensystem) des Bachgrunds und ist dort offensichtlich auf ein weitgehend mineralisches Substrat angewiesen. Bereits eine geringe Erhöhung der Werte von Phosphat und Calcium (und damit einhergehend der Leitfähigkeit) führt zu einer gesteigerten organischen Produktion in diesen, natürlicherweise extrem nährstoffarmen, Gewässern. Dies hat eine vermehrte Bildung von organischem Detritus zur Folge, der sich dann vor allem in dem strömungsarmen Lückensystem des Bachgrunds anreichert. Durch mikrobiellen Abbau steigt dann dort die Sauerstoffzehrung, was zum Absterben der Jungmuscheln führt. Wie Tabelle 1 zeigt, liegen auch diese Parameter leicht über den Grenzwerten für intakte Perlmuschelbäche. Zudem weist insbesondere beim Altenwegbach die erhöhte Chloridkonzentration auf Belastung durch Fäkalien hin.

Beide Gewässer befinden sich damit an der Grenze zwischen intaktem und leicht verschmutztem Perlmuschelbach. Allerdings liegen in den meisten mitteleuropäischen Bächen, in denen derzeit noch Perlmuscheln leben, die entsprechenden Werte deutlich höher (SCHMIDT & WENZ 1996). Nachdem unsere Bäche zu Beginn dieses Jahrhunderts im allgemeinen wesentlich sauberer waren als heute, kann wohl das Erlöschen der Perlmuschelbestände im Altenwegbach und im Josbach nicht auf Verschmutzung zurückgeführt werden.

Im Zusammenhang mit dem „Zwergwuchs“ der Tiere im Josbach deutet sich damit an, daß zumindest dort die Bedingungen bereits für die eingesetzten Tiere nicht geeignet waren, sodaß vermutlich niemals Glochidien produziert wurden. Aus welchen Gründen der Schwarzwald von der Flußperlmuschel gemieden wird, wissen wir somit immer noch nicht. Zwar konnten in den letzten Jahrzehnten manche Erkenntnisse zur Biologie und Ökologie dieser hochspezialisierten Tierart gewonnen werden, doch sind noch viele Fragen offen.

Danksagung: Für Informationen danken wir J. Hurst, Dr. H. Wetzlar und Prof. Dr. J. Schwoerbel.

Schrifttum

- BAUER, G. (1988): Threats to the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in Central Europe. – *Biological Conservation* 45, 239–253.
- BAUER, G. (1989): Die bionomische Strategie der Flußperlmuschel. – *Biologie in unserer Zeit* 3, 69–75.
- BAUER, G. (1992): Variation in the life span and size of the freshwater pearl mussel. – *Journal of Animal Ecology* 61, 425–436.
- BAUMGÄRTNER, D. & HEITZ, S. (1995): Großmuscheln. Lebensweise, Gefährdung und Schutz. – *Arbeitsblätter Naturschutz* 21 (LfU Karlsruhe), 1–39.
- BISCHOFF, W.-D., DETTMER, R. & WÄCHTLER, K. (1986): Flußperlmuschel. – Staatliches Naturhistorisches Museum Braunschweig.
- HESSLING, T. v. (1859): Die Perlmuschel und ihre Perlen. – Leipzig (Wilhelm Engelmann).
- GRUNDELIUS, E. (1987): Flodpaerlmusslans Tillbakagång i Dalarna. – *Sötvattans Laboratoriet Drottningholm* 4, 1–72.
- JUNGBLUTH, J.H. (1986): Die Perlfischerei in der Steinach. – *Geschichtsblätter Kreis Bergstraße* 19, 55–81.
- LAUTERBORN, R. (1922): Faunistische Beobachtungen aus dem Gebiete des Oberrheins und des Bodensees. – *Mit. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F.*, Bd. 1/Heft 10, 241–248.
- SILKENAT, W., SILKENAT, M., KLUPP, R., SCHMIDT, S., WENZ, G., EICKE, L., & BAUER, G. (1991): Erfahrungen mit einem Projekt zur Rettung der Flußperlmuschel. – *Natur u. Landschaft* 66, 63–67.
- SCHMIDT, C. & WENZ, G. (1995): Kontinuierliche Überwachung ausgewählter Bestände der Flußperlmuschel in Bayern. – *Schlußbericht an das Bayerische Landesamt für Umweltschutz*.
- WELLS, S.M., PYLE, R.M. & COLLINS, N.M. (1983): *The IUCN Invertebrate Red Data Book*. – Old Woking (Gresham Press).

(Am 8. Dezember 1997 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	1	187–194	1998	Freiburg im Breisgau 22. Mai 1998
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Wirbeltiere aus Bodenfallen in sieben Waldgebieten Baden-Württembergs

von

FRANK HOHLFELD, Freiburg i. Br.; REINHOLD LOCH, Greifswald &
HENDRIK TURNI, Tübingen *

Einleitung

In den Jahren 1994–96 wurden durch die Abteilung Botanik und Standortskunde der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg unterschiedliche Waldflächen faunistisch untersucht. Im Rahmen dieser Erfassung mit Bodenfallen in verschiedenen Bann- und Wirtschaftswäldern und einer Brandfläche in Baden-Württemberg wurden als Beifänge auch Wirbeltiere gefangen.

Als Flächenkonzept für die zoologische Bannwaldforschung wurden zwei „Querschnitte“ durch die westlichen Landesteile Baden-Württembergs ausgewählt, die von der planaren/kollinen über die montane zur hochmontanen Höhenstufe reichen (Abb. 1 & Tab. 1). Sie enthalten Wälder mit unterschiedlichen Baumartenkombinationen, die teilweise noch den vermuteten ursprünglichen Waldverhältnissen entsprechen (BÜCKING et al. 1994), teilweise aber auch stark abgewandelte Sekundärwälder in unterschiedlichen Sukzessionsphasen sind. Die davon unabhängig beprobte Brandfläche Schwarzach im Odenwald nimmt eine Sonderstellung ein. Mit ihr bietet sich die Möglichkeit, die natürliche Sukzession von Flora und Fauna nach einem Brand zu untersuchen.

Untersuchungsgebiete und Methoden

Bei der Auswahl der Fallenstandorte wurde versucht, die Strukturvielfalt der einzelnen Flächen ausreichend zu berücksichtigen. Alle Bodenfallenstandorte liegen zwar innerhalb von Waldgebieten, einzelne Fallen wurden jedoch auch auf Freiflächen im Wald wie Kahlhieben, einer Brandfläche, oder Grindenflächen im Nordschwarzwald angelegt.

Bei dem verwendeten Fallentyp handelt es sich um modifizierte Barberfallen nach LAMPARSKI (1985). Die Fallen bestehen aus einem Plastikrohr (Höhe 25 cm, Durchm. 15 cm), einem Plastiktrichter (Höhe 13 cm, Durchm. oben 15 cm, Durchm. unten 3 cm), der in das Rohr eingepasst ist, und einer PE-Fangflasche (Höhe 15 cm) darunter. In der Fangflasche befinden sich 300–400 ml 1,2-Ethandiol. Zum Schutz gegen Regen sind die Fallen mit einem transparenten PVC-Dach (25 x 25 cm²) versehen.

* Anschriften der Verfasser: Dr. F. HOHLFELD, Buchsweiler Str. 7, D-79331 Teningen; Dipl.-Biol. R. LOCH, Zoolog. Institut u. Museum d. Universität Greifswald, Joh.-Seb.-Bach-Straße 11/12, D-17489 Greifswald; Dipl.-Biol. H. Turni, Schleifmühlweg 14, D-72070 Tübingen

Tab. 1: Charakteristika der einzelnen Untersuchungsgebiete.

Untersuchungsgebiet	Lage , Höhe. ü. NN, Temperatur, Niederschlag	Geologie und Standort	Waldgesellschaft
1. Bechtaler Wald Bannwald (13 ha) Wirtschaftswald (10 ha)	Oberreinebene; 170 m Jahresdurchschnitttemp. 9,9 ^o C. Jahresniederschlag 700 mm	Pleistozäne Schotter und Lehmüberdeckung. Lehm- und Lehmsande auf der Rhein- Niederterrasse	Stieleichen-Hainbuchenwald, ca. 100-190 jährig
2. Sommerberg Bannwald (12 ha) Wirtschaftswald (18 ha)	Neckarland; 340-400 m Jahresdurchschnitttemp. 8,4 ^o Jahresniederschlag 790 mm	Mittlerer Keuper. Ton, Ton- und Tonlehmhänge	Stieleichen- Hainbuchenwald, Waldlabkraut-Traubeneichen- Hainbuchenwald und Hainsimsen- Buchenwald, ca. 160 jährig
3. Schwarzach Brandfläche (5 ha)	Odenwald; 400-420 m Jahresdurchschnitttemp. 8,9 ^o Jahresniederschlag 950 mm	Oberer Buntsandstein. Sand und lehmiger Sand bis zu lehmig schluffigen Tonböden, teilweise blocküberlagert	Brandfläche in ehemaligen fichtenreichen Beständen anstelle von Buchen-Eichenwald. Große Kahlflächen.
4. Conventwald Bannwald (16 ha)	Mittl. Schwarzwald; 700-860 m Jahresdurchschnitttemp. 6,6 ^o C. Jahresniederschlag 1390 mm	Paragneise. Lehmige Grusböden und Hänge und Quellbereich mit anschließendem Bach	Hainsimsen-Buchenwald (mit Tanne), Silikat-Buchen-Tannenwald ca. 130-180 jährig
5. Wilder See- Hornisgrinde Bannwald (32 ha) Wirtschaftswald (22 ha)	Nördlicher Schwarzwald; 780- 910 m Jahresdurchschnitttemp. 5-6 ^o C. Jahresniederschlag 2000 mm	Mittlerer Buntsandstein. Hochlagen, Karwände und Wälle, Grinde, Moor	Fichtenreiche Bestände anstelle von Hainsimsen-Buchenwald, Hainsimsen- Tannenwald, Beerstrauch-Tannenwald und Moorrand-Kiefernwald, Sukzession nach Brand seit 1800, ca. 180 jährig
6. Hoher und Mittlerer Ochsenkopf Bannwald (23 ha) Wirtschaftswald (23 ha)	Nördlicher Schwarzwald; 1010-1050 m Jahresdurchschnitttemp. 4,8 ^o C. Jahresniederschlag 2000 mm	Mittlerer Buntsandstein. Sandige Hochlagen und Hänge	Fichtenreiche Bestände anstelle von Beerstrauch-Tannenwald (reich an Kiefer, Bergkiefer und Fichte), Moorrand-Kiefernwald, Grinden, Sukzession von Weide seit 1880, ca. 120 jährig
7. Napf Bannwald (25 ha) Wirtschaftswald (20 ha)	Südlicher Schwarzwald; 1070-1360 m Jahresdurchschnitttemp. 4,4 ^o C. Jahresniederschlag 1980 mm	Mischgneise. Hochlagen, Sommer-, Winter- und Blockhänge	Großflächig fichtenreiche Bestände anstelle von Hainsimsen-Buchenwald, Ahorn-Buchenwald, Hainsimsen- Tannenwald und wenig Peitschenmoos- Fichtenwald, ca. 150 jährig

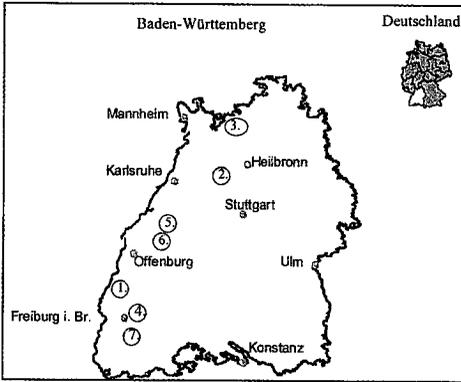


Abb. 1:
Lage der einzelnen Untersuchungsgebiete in Baden-Württemberg.

Tab. 2:
Fangperioden in den einzelnen Untersuchungsgebieten.

Untersuchungsgebiete	Erste Fangperiode	Zweite Fangperiode
Bechtaler Wald	01.05.94 - 31.10.94	02.03.95 - 02.05.96
Sommerberg	01.05.94 - 31.10.94	02.03.95 - 01.06.96
Schwarzach		01.07.95 - 21.06.96
Conventwald	01.05.94 - 31.10.94	01.04.95 - 02.05.96
Wilder See		02.05.95 - 01.06.96
Hoher Ochsenkopf		02.05.95 - 01.06.96
Napf		01.06.95 - 01.06.96

Tab. 3: Anzahl der Fallen und Fangtage pro Gebiet, für die die gesamte Fangperiode (Erklärungen im Text).

Untersuchungsgebiete	Fallen /Gebiet	Fangperiode in Tagen	potentielle Fallennächte	reale Fallennächte
Bechtaler Wald	18	605	10890	9093
Sommerberg	24	634	15216	9009
Schwarzach	18	355	6390	5901
Conventwald	30	578	17340	11844
Hoher Ochsenkopf	18	395	7110	3549
Wilder See	30	395	11850	6426
Napf	36	365	13140	6468

Ergebnisse und Bemerkungen

Die Ergebnisse der Bodenfallenfänge innerhalb der verschiedenen Waldgesellschaften geben einen Überblick über das Vorkommen der verschiedenen Wirbeltierarten und zeigen Unterschiede in der Aktivitätsdichte der einzelnen Arten auf.

Die Fangperiode erstreckte sich vom 1. 5. 1994 bis 21. 6. 1996; ein dreiwöchiges Leerungsintervall wurde angestrebt und nur im Winterhalbjahr witterungsbedingt, vor allen in den Hochlagen von Nord- und Südschwarzwald, erheblich überschritten. Die Fangperioden in einzelnen Gebieten unterscheiden sich und sind in der Tabelle 2 zusammenfassend dargestellt. Auch die Anzahl an ausgebrachten Fallen variiert von Gebiet zu Gebiet. Ein Vergleich zwischen verschiedenen Gebieten ist unter der Voraussetzung möglich, daß die verschiedene Anzahl ausgebrachter Bodenfallen, die unterschiedliche Dauer der Fangperioden und die Anzahl ausgefallener Fallen (Laubeintrag, Schneeeinwehungen vor allen in den Hochlagenbannwäldern, Überschwemmungen in Bachstandorten bzw. nach starkem Regen) mit einbezogen werden.

Dies wird in den folgenden Darstellungen berücksichtigt: Aus der Fallenanzahl pro Untersuchungsgebiet und der Länge der gesamten Fangperiode in Tagen wird die potentielle Anzahl von Fallennächten (= Anzahl Fallen x Anzahl der Tage) errechnet. Die Zeiten ausgefallener Fallennächte ($n_{\text{Fallen}} \times n_{\text{Tage}}$) werden davon zum Erhalt der realen Fallennächte subtrahiert. Damit lassen sich die Ergebnisse aus den einzelnen Gebieten durch die realen Fallennächte pro Gebiet miteinander vergleichen.

Insgesamt gingen 2579 Individuen in der dreijährigen Fangperiode in die Bodenfallen. Davon waren 60 % Spitzmäuse, 25 % Amphibien, 7 % Wühlmausartige, 6 % Echte Mäuse und 2 % Reptilien und Sonstige. Am häufigsten wurde die Zwergspitzmaus (*Sorex minutus*) gefangen, gefolgt von Waldspitzmaus (*Sorex araneus*) und Schabrackenspitzmaus (*Sorex coronatus*).



Abb. 2: Einige typische Wirbeltiere aus den Bodenfallen (links oben: Grasfrosch, rechts oben: Feuersalamander; links unten: Zauneidechse, rechts unten: Rötelmaus).

Dann folgten Grasfrosch (*Rana temporaria*), Erdkröte (*Bufo bufo*) und Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*). Alle anderen Wirbeltierarten gingen nur relativ selten in die Bodenfallen, viele Arten wurden nur in wenigen Exemplaren gefangen. Bei den folgenden Tabellen wurden bei Amphibien und Reptilien die gesamte Fangperiode, bei den Kleinsäugetern jedoch nur die zweite Fangperiode berücksichtigt. In Tabelle 4 sind die Fangzahlen der Amphibien zusammengefasst.

Tab. 4: Amphibien in Bodenfallen der verschiedenen Untersuchungsgebiete. (Becht. = Bechtaler Wald, Som. = Sommerberg, Schwarz. = Schwarzach, Con. = Conventwald, Wild. = Wilder See/Hornisgrinde, Ochs. = Mittlerer und Hoher Ochsenkopf, Napf = Napf/Feldberggebiet)

Anzahl gefangener Tiere pro 5000 Fallennächte	Becht.	Som.	Schwarz.	Con.	Wild.	Ochs.	Napf
Grasfrosch (<i>Rana temporaria</i>)	60	38	14	19	11	0	11
Springfrosch (<i>Rana cf. dalmatina</i>)	1	0	0	0	0	0	0
Erdkröte (<i>Bufo bufo</i>)	14	57	8	9	3	0	0
Geburtshelferkröte (<i>Alytes obstetricans</i>)	0	0	0	1	0	0	0
Fadenmolch (<i>Triturus helveticus</i>)	1	7	0	0	0	0	0
Bergmolch (<i>Triturus alpestris</i>)	47	20	3	0	1	0	0
Teichmolch (<i>Triturus vulgaris</i>)	0	1	0	0	0	0	0
Feuersalamander (<i>Sal. salamandra</i>)	1	5	12	13	2	0	0
Summe:	124	128	37	42	17	0	11

Über drei Viertel der gefangenen Amphibien waren nicht älter als 2 Jahre. In den meisten Fällen sind die älteren Tiere zu groß für die Bodenfallen. Nur die Feuersalamander (*Salamandra salamandra*) machten hier eine Ausnahme. Fast 70 % der gefangenen Tiere waren adult und fortpflanzungsreif. Auf der Brandfläche Schwarzach wurden überraschend viele Feuersalamander gefangen, obwohl sich die Fallen an relativ trockenen Standorten befanden und die Tiere normalerweise feuchtere Bereiche vorziehen (HÖLZINGER & SCHMID 1987, BLAB 1986). Die relativ zahlreichen Fänge der Erdkröte (*Bufo bufo*) im Untersuchungsgebiet Sommerberg lassen sich durch einen nahegelegenen Laichplatz erklären, der die Ursache für verstärkte Wanderbewegungen der Tiere sein dürfte (siehe auch MÜNCH 1991). Grundsätzlich wurden in den tiefer gelegenen Gebieten, wie dem Bechtaler Wald und Sommerberg, bedeutend mehr Amphibien gefangen als in den Hochlagen. Im Untersuchungsgebiet Hoher und Mittlerer Ochsenkopf, einer vermoorten Grindenregion auf dem Gipfel abgeflachter Bergkuppen im Nordschwarzwald, gingen trotz des feuchten Lebensraumes keine Amphibien in die Bodenfallen. Während Geländebegehungen konnten die Autoren den Grasfrosch (*Rana temporaria*) dort in sehr geringer Dichte nachweisen. Insgesamt ist dieses Gebiet für die meisten Amphibienarten als Lebensraum ungeeignet.

Ungewöhnlich war das Auftreten einer Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*) in einer Bodenfalle im Conventwald, da die Art in Wäldern eigentlich nicht vorkommt (HÖLZINGER & SCHMID 1987). Die Falle befand sich nahe einem Bergbach, der ca. 1 km außerhalb des Bannwaldes zu einem Löschteich am Rande von Viehweiden führt. Wahrscheinlich bewegte sich das Tier von dort am Bach entlang bergauf in den Wald hinein.

In Tabelle 5 sind die Individuenzahlen gefangener Reptilien zusammengefaßt.

Tab. 5: Reptilien in Bodenfallen der verschiedenen Untersuchungsgebiete. (Becht. = Bechtaler Wald, Som. = Sommerberg, Schwarz. = Schwarzach, Con. = Conventwald, Wild. = Wilder See/Hornisgrinde, Ochs. = Mittlerer und Hoher Ochsenkopf, Napf = Napf/Feldbergegebiet)

Anzahl gefangener Tiere pro 5000 Fallennächte	Becht.	Som.	Schwarz.	Con.	Wild.	Ochs.	Napf
Bergeidechse (<i>Lacerta vivipara</i>)	0	0	14	1	2	0	2
Zauneidechse (<i>Lacerta agilis</i>)	0	0	9	0	0	0	3
Blindschleiche (<i>Anguis fragilis</i>)	1	0	0	0	0	0	0
Summe:	1	0	23	1	2	0	5

Insgesamt gingen nur sehr wenige Reptilien in die Bodenfallen. Interessant ist das sympatrische Auftreten von Zaun- und Bergeidechsen (*Lacerta agilis* und *L. vivipara*) auf der Brandfläche in Schwarzach und im steilen und felsigen Untersuchungsgebiet Napf. In beiden Fällen befanden sich die Fallen an sehr offenen, waldfreien Standorten, die von beiden Arten aufgesucht werden.

In Tabelle 6 sind die Individuenzahlen der in den Bodenfallen in der zweiten Fangperiode gefangenen Spitzmäuse (*Sorex* spp.) zusammengefaßt.

Von allen Spitzmäusen wurden die Zwergspitzmäuse (*Sorex minutus*) am häufigsten in den Bodenfallen gefangen. Das hat vor allem methodische Gründe. Nach verschiedenen Autoren (ZEJDA 1976, PASSARGE 1982, SCHÖPFER 1990, SCHLUND & SCHARFE 1995) spielen Zwergspitzmäuse in der Artengemeinschaft der Kleinsäuger eine untergeordnete Rolle.

Tab. 6: Spitzmäuse in Bodenfallen der verschiedenen Untersuchungsgebiete.
(Becht. = Bechtaler Wald, Som. = Sommerberg, Schwarz. = Schwarzach,
Con. = Conventwald, Wild. = Wilder See/Hornisgrinde, Ochs. = Mittlerer
und Hoher Ochsenkopf, Napf = Napf/Feldberggebiet)

Anzahl gefangener Tiere pro 5000 Fallennächte	Becht.	Som.	Schwarz.	Con.	Wild.	Ochs.	Napf
Waldspitzmaus (<i>Sorex araneus</i>)	37	1	21	4	65	34	37
Schabrackenspitzmaus (<i>S. coronatus</i>)	0	42	31	65	2	1	2
Zwergspitzmaus (<i>Sorex minutus</i>)	70	30	221	49	128	107	22
Alpenspitzmaus (<i>Sorex alpinus</i>)	0	0	0	4	5	0	0
Sumpfspitzmaus (<i>Neomys anomalus</i>)	0	1	0	0	0	0	0
Wasserspitzmaus (<i>Neomys fodiens</i>)	0	0	3	5	7	0	0
Hausspitzmaus (<i>Crocidura russula</i>)	0	0	0	1	0	0	0
Feldspitzmaus (<i>Crocidura leucodon</i>)	1	0	0	0	0	0	0
Summe:	109	74	276	127	205	142	61

Allerdings benutzen diese Autoren einen anderen Fallentyp zum Fang der Kleinsäuger. Da die Fangergebnisse offensichtlich sehr stark von der angewendeten Methodik geprägt sind, lassen sich die bisher getroffenen Aussagen zur Struktur der Artengemeinschaften der Kleinsäuger nicht aufrecht erhalten.

Die beiden Zwillingarten Wald- und Schabrackenspitzmaus (*Sorex araneus* und *S. coronatus*) traten in unterschiedlichen Mengenverhältnissen in den Bodenfallen der einzelnen Untersuchungsgebiete auf. Die an kontinentales Klima angepasste Waldspitzmaus (*Sorex araneus*) dominiert in der Oberrheinebene (Bechtaler Wald) und in den Schwarzwaldhochlagen (Hoher Ochsenkopf, Wilder See, Napf). Ihre Zwillingart, die Schabrackenspitzmaus (*Sorex coronatus*) ist eine an atlantisches Klima angepasste Art und dominierte entsprechend in den mittleren Schwarzwaldlagen (Conventwald) bzw. im kollinen Bereich (Sommerberg). In den Bannwäldern Conventwald und Wilder See gelang der Nachweis der sehr seltenen Alpenspitzmaus (*Sorex alpinus*).

Die Art wurde bereits von BRÜNNER (1988) im Schwarzwald nachgewiesen. Wald ist sowohl für die Hausspitzmaus (*Crocidura russula*) als auch für die Feldspitzmaus (*Crocidura leucodon*) ein grundsätzlich ungeeigneter Lebensraum (NIETHAMMER & KRAPP 1990). Bei den wenigen Nachweisen in den Fallen handelt es sich um Einwanderer, die sich in den Wald „verirrt“ hatten.

Die Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*) wurde an einem unerwarteten Standort, inmitten der Brandfläche Schwarzach gefangen. Der nächste Wasserstrom ist der ca. 700 m talabwärts strömende Neckar. Offensichtlich wandern sich die Tiere manchmal größere Strecken, ohne dabei Bächen zu folgen.

In Tabelle 7 sind Bodenfallenfänge der Echten Mäuse, Wühlmausartigen, Haselmäuse und Maulwürfe zusammengefaßt. Unter den Echten Mäusen war in den höheren Lagen des Schwarzwaldes nur noch die Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*) in den Bodenfallen vertreten, aber auch sie deutlich seltener als in den tiefer gelegenen Untersuchungsgebieten. Der im Verhältnis zu den Waldmäusen seltene Fang von Gelbhalsmäusen (*Apodemus flavicollis*) liegt an deren Größe, ausgewachsene Tiere passen kaum noch in die Bodenfallen. Die Zwergmaus (*Micromys minutus*) konnte nicht nur in den strukturreichen Eichen-Hainbuchenwäldern der tieferen Lagen (Bechtaler Wald und Sommerberg) nachgewiesen werden, sondern auch in der fichtenreichen Brandfläche in Schwarzach und dem über 800 m ü.NN hohen Bergmischwald des Conventwaldes.

Tab. 7: Echte Mäuse, Wühlmausartige, Haselmäuse und Maulwürfe in Bodenfallen der verschiedenen Untersuchungsgebiete. (Becht. = Bechtaler Wald, Som. = Sommerberg, Schwarz. = Schwarzach, Con. = Conventwald, Wild. = Wilder See/Hornisgrinde, Ochs. = Mittlerer und Hoher Ochsenkopf, Napf = Napf/Feldberggebiet)

Anzahl gefangener Tiere pro 5000 Fallennächte	Becht.	Som.	Schwarz.	Con.	Wild.	Ochs.	Napf.
Waldmaus (<i>Apodemus sylvaticus</i>)	10	7	17	12	1	0	2
Gelbhalsmaus (<i>Apodemus flavicollis</i>)	6	0	0	4	0	0	0
Hausmaus (<i>Mus musculus</i>)	1	0	0	0	0	0	0
Zwergmaus (<i>Micromys minutus</i>)	19	2	16	2	0	0	0
Erdmaus (<i>Microtus agrestis</i>)	0	0	19	1	9	6	10
Kurzohrmaus (<i>Microtus subterraneus</i>)	0	2	0	0	0	0	0
Feldmaus (<i>Microtus arvalis</i>)	0	1	0	0	0	0	0
Rötelmaus (<i>Clethrionomys glareolus</i>)	34	5	19	13	0	4	12
Haselmaus (<i>Muscardinus avellanarius</i>)	0	0	1	0	0	0	0
Maulwurf (<i>Talpa europaea</i>)	0	0	0	1	0	0	0
Summe:	69	17	73	33	9	10	25

Die Wühlmausartigen Erdmaus (*Microtus agrestis*) und Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*) zeigten keine höhenabhängige Verbreitung. Auch die Kurzohrmaus (*Microtus subterraneus*) und die Feldmaus (*Microtus arvalis*) konnten im Laubwald des Untersuchungsgebietes Sommerberg nachgewiesen werden, vermutlich liegt ihr Lebensraum jedoch in den angrenzenden Wiesen (siehe auch BRAUN & DIETERLEIN 1998).

Faunistisch bemerkenswert ist der Nachweis eines Bilches, nämlich der Haselmaus (*Muscardinus avellanarius*), die auf der Brandfläche in Schwarzach in eine der Bodenfallen geriet.

Erstaunlich war auch der Fang eines Maulwurfes (*Talpa europaea*) in einer Bodenfalle, der so groß war, daß er kaum noch durch die Fallenöffnung paßte.

Fazit

Insgesamt läßt sich sagen, daß Wirbeltiere bei der Verwendung von Barberfallen grundsätzlich als Beifänge zu erwarten sind. Die Fangquote von Wirbeltieren in den Barberfallen ist zwar viel geringer als bei gezielten Fangaktionen mit Schlag- oder Lebendfallen, aber die dauerhafte Fallenexposition sorgte dennoch für relativ hohe Fangzahlen. Auch seltene und in ihrem Bestand bedrohte Wirbeltierarten, wie die stark gefährdeten Arten Alpenspitzmaus (*Sorex alpinus*) und Sumpfspitzmaus (*Neomys anomalus*) und die gefährdeten Arten Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*), Feldspitzmaus (*Crocidura leucodon*) und Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*), die in der Roten Liste der gefährdeten Tier- und Pflanzenarten Deutschland aufgeführt sind (NOWAK et al. 1994), gingen in die Bodenfallen. Der lokale, negative Einfluß der Barberfallen auf die Population von Tierarten, die häufig gefangen wurden, wie Zwergspitzmaus (*Sorex minutus*), Grasfrosch (*Rana temporaria*) und Erdkröte (*Bufo bufo*), ist in seiner Tragweite schwer abschätzbar aber unbestreitbar vorhanden.

Es sollte daher grundsätzlich versucht werden, die Wirbeltier-Beifänge bei Erfassungen epigäischer Wirbelloser soweit als möglich zu reduzieren. Entweder kann mit Lebendfallen gearbeitet werden, die – mit Versteckmöglichkeiten und Nahrung

für Spitzmäuse ausgestattet – den zufällig mitgefangenen Wirbeltieren eine Überlebenschance bieten (z.B. Lebendfang von Carabiden, vgl. HEYER et al. 1993). Oder anstelle von Trichterfallen können einfache Gläser etc. mit relativ geringem Öffnungsdurchmesser verwendet werden. Ein Stöckchen in der Mitte des Fangbeckers hilft den trotzdem hineingefallenen Tieren beim Herausklettern. Es gibt derzeit keine unumschränkt empfehlenswerte Bodenfalle, die den Beifang von Wirbeltieren gänzlich ausschließt.

Wenn jedoch im Zuge ökofaunistischer Untersuchungen von Wirbellosen unbeabsichtigt auch Wirbeltiere gefangen werden, dann sollte wenigstens eine adäquate Auswertung verpflichtend sein. Dadurch läßt sich zumindest der Nachweis des Vorkommens vieler Wirbeltierarten in den mit Bodenfallen untersuchten Gebieten dokumentieren. Bei Wirbeltierarten, die klein und aktiv genug sind, um in repräsentativem Verhältnis in Bodenfallen gefangen zu werden, wie etwa die Zwergspitzmaus (*Sorex minutus*), lassen sich darüber hinaus auch Aussagen über Aktivitätsabundanzen und Verbreitungsschwerpunkte treffen.

Schrifttum

- BLAB, J. (1986): Biologie, Ökologie und Schutz von Amphibien. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 18: 1–150.
- BRAUN, M. & DIETERLEIN, F. (Hrsg.) (in Vorbereitung): Wildlebende Säugetiere in Baden-Württemberg. – Stuttgart (Ulmer).
- BRÜNNER, H. (1988): Untersuchung zur Verbreitung, Ökologie und Karyologie der Waldspitzmaus (*Sorex araneus* L.) und der Schabrackenspitzmaus (*Sorex coronatus* Mil.) im Freiburger Raum mit Bemerkungen zu einigen anderen Spitzmausarten. – Diplomarbeit an der Fakultät für Biologie der Universität Freiburg.
- BÜCKING, W., PÜTTMAN, W. & OTT, W. (1994): Geheimnis Wald. Waldschutzgebiete in Baden-Württemberg. – 192 S., Leinfelden-Echterdingen (DRW).
- HEYER, W., DOERING, J. & DANNER, K.-H. (1993): Evaluation of the capture of beneficial epigeous arthropods with pitfall traps in field camps. – Kuehn Archiv 87 (1): 53–62.
- HÖLZINGER, J. & SCHMID, G. (Eds.) (1987): Die Amphibien und Reptilien Baden-Württembergs. – Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 41: 1–500.
- LAMPARSKI, F. (1985): Der Einfluß der Regenwurmart *Lumbricus badensis* auf Waldböden im Südschwarzwald. – Freiburger Bodenkundliche Abhandlungen 15: 206 S.
- MÜNCH, D. (1991): Erfassung von Amphibien-Populationen. – Naturschutz und Landschaftsplanung 6: 232–237.
- NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) (1990): Handbuch der Säugetiere Europas. – Wiesbaden (Aula).
- NOWAK, E., BLAB, J. & BLESS, R. (Hrsg.) (1994): Rote Liste der gefährdeten Wirbeltiere in Deutschland. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 42, Greven (Kilda).
- PASSARGE, H. (1982): Phyto- und Zoozönosen am Beispiel mausartiger Kleinsäuger. – Tuexenia 2: 257–285.
- SCHLUND & SCHARFE (1995): Kleinsäuger in Halbtrockenrasen unterschiedlicher Sukzessionsstadien. – Z. Ökologie und Naturschutz 4: 117–124.
- TURNI, H. (1996): Unterscheidung der Spitzmausarten *Sorex araneus*, Linnaeus 1758 und *Sorex coronatus*, Millet 1828 mit Hilfe einer neuen Diskriminanzfunktion. – Zeitschrift für Säugetierkunde 61: 73–92.
- SCHÖPFER, R. (1990): The structure of European Small Mammal Communities. – Zool. Jb. Syst. 117: 355–367.
- ZEJDA, J. (1976): The small mammal community of a lowland forest. – Acta Scientiarum Naturalium Bohemoslovacae, Brno (Czechoslovakia) (10) 10: 1–39.

(Am 8. Februar 1998 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	1	195–201	1998	Freiburg im Breisgau 22. Mai 1998
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Beobachtungen schwärmender Fledermäuse in der Wutachschlucht – mit einem Erstnachweis der Großen Bartfledermaus *Myotis brandti* (Eversmann, 1845) für Südbaden

von

ROBERT BRINKMANN & FRIEDRICH KRETZSCHMAR, Freiburg i. Br. *

1. Einleitung

Höhlen und Stollen werden nicht nur zur Überwinterung, sondern vor allem auch im Spätsommer und Herbst von Fledermäusen aufgesucht. Während das Phänomen der spätsommerlichen Einflüge in das Winterquartier z.B. von Wasserfledermäusen bereits vor Jahren beschrieben wurde (KLAWITTER 1980, ROER & EGSBAEK 1966) widmen sich neuere Untersuchungen dem Schwärmen vor Höhlen und Stollen (z.B. BILO, HARBUSCH & WEISHAAR 1989 in Eifel, Hunsrück und an der Mosel; BILO et al. 1990 an der Obermosel; KIEFER, SCHREIBER & VEITH 1994 in der Eifel; LIEGL 1987 in der Fränkischen Schweiz).

Als „Schwärmen“ („Swarming“ vgl. FENTON 1969 u.a.) wird die erhöhte Flugaktivität, vor allem vor den Öffnungen aber auch in den unterirdischen Räumen, bezeichnet. Dabei zeigen die Tiere häufig soziale Interaktionen (vgl. THOMAS, FENTON & BARCLAY 1979; KIEFER, SCHREIBER & VEITH 1994).

Der Kenntnisstand über schwärmende Fledermäuse in Südbaden ist bisher gering. KRETZSCHMAR (1997) faßt die Ergebnisse von Netzfängen vor Höhlen und Stollen im Regierungsbezirk Freiburg bis 1997 zusammen. In Ergänzung dieser Arbeit wurden im Spätsommer 1997 weitere bemerkenswerte Beobachtungen an der Eisbärenhöhle in der Wutachschlucht gemacht, die im folgenden mitgeteilt werden.

2. Untersuchungsgebiet

Die Eisbärenhöhle liegt im Naturraum „Mittleres Wutachland“ (BENZING 1964) im Muschelkalk-Teil der ca. 100 m in die umgebende Hochfläche eingeschnittenen Wutachschlucht. Es handelt sich um eine Karsthöhle an der Grenze zwischen Mittlerem und Oberem Muschelkalk, die durch junge Bruchtektonik in eine Viel-

* Anschriften der Verfasser: Dipl.-Ing. R. BRINKMANN, Holunderweg 2, D-79194 Gundelfingen;
Dr. F. KRETZSCHMAR, Andreas-Hofer-Str. 41, D-79111 Freiburg i.Br.

zahl von Spalten aufgesplittert ist (BURGATH 1971). Die Länge der für Fledermäuse zugänglichen Spaltensysteme dürfte mehrere hundert Meter betragen. Der Eingang der Höhle liegt in 630 m ü.NN (MTB/Quadrant: 8116/C).

Während die Hänge der Wutachschlucht von Laubwäldern (Schluchtwald, Ahorn-Lindenwald, Kalk-Buchenwald; an der Wutach Grauerlenwald) eingenommen werden, stocken auf den Hochflächen natürliche Tannen-Fichten-Wälder und Fichtenforsten.

3. Methoden

In zwei Nächten Anfang September (31.8./1.9.1997 und 3./4.9.1997) haben wir Netzfänge direkt vor dem Höhleneingang der Eisbärenhöhle durchgeführt. Dabei wurde der Höhleneingang mit einem Netz abgedeckt und etwa drei Meter vor der Höhle ein 4,5 m langes und etwa 3 m hohes Netz parallel zum Fels aufgestellt. Die Netze wurden vom Einbruch der Dunkelheit an (etwa 20.15 MESZ) bis anderthalb Stunden nach Mitternacht fängig gehalten. In der ersten Fangnacht haben wir das frei stehende Netz nach Mitternacht für kurze Zeit gerafft, weil zu viele Fledermäuse in das Netz einflogen.

Gefangene Fledermäuse wurden gewogen und vermessen. Daten zum Fortpflanzungsstatus (Ausprägung von Hoden, Nebenhoden, Zitzen) und Besonderheiten haben wir notiert und die Tiere nach Markierung der Zehennägel mit Nagellack umgehend freigelassen. Die Kennzeichnung mit Nagellack hat sich als kurzzeitige Markierung bewährt, um Wiederfänge als solche zu erkennen (vgl. KIEFER, SCHREIBER & VEITH 1994). Bei einer Untersuchung von GODMANN & FUHRMANN (1992) hielt eine solche Markierung beim Abendsegler nachweislich 29 Wochen.

Bei den Wasserfledermäusen wurde zusätzlich die Ausprägung des Kinnflecks beachtet, um den Anteil von Jungtieren abzuschätzen (vgl. GEIGER, LEHNERT & KALLASCH 1996).

4. Ergebnisse

Insgesamt konnten wir bei den Untersuchungen 7 Fledermausarten nachweisen. Neben den in Tabelle 1 aufgeführten, im Netz gefangenen Fledermäusen, haben wir die Zwergfledermaus an beiden Netzfangabenden mittels Detektor verhört. Dabei waren auch die für die Männchen in der Paarungszeit typischen Soziallaute zu hören.

Insgesamt konnten 120 Fledermäuse gefangen werden, 69 in der ersten, 51 in der zweiten Fangnacht. Am zweiten Termin wurde eine Große Bartfledermaus erneut ge-

Tab. 1: Anzahl und zeitliche Abfolge der Netzfänge (Männchen und Weibchen durch Komma getrennt; eindeutige Ausflüge in Klammern).

Art / Fangzeitpunkt (MESZ)	20-21	21-22	22-23	23-24	0-1	1-1.30	Summe
Wasserfledermaus <i>Myotis daubentoni</i>	(10, 1)	2, 0	2, 1	7, 1	14, 5	1, 1	36, 9
Fransenfledermaus <i>Myotis nattereri</i>	1, 0	-	1, 2	5, 1	7, 1	4, 0	18, 4
Kleine Bartfledermaus <i>Myotis mystacinus</i>	-	-	4, 4	6, 4	3, 3	2, 0	14, 11
Große Bartfledermaus <i>Myotis brandti</i>	-	2, 0	-	2, 0 ¹	-	1, 0	5, 0
Bartfledermaus <i>Myotis brandtii/mystacinus</i>	-	-	-	-	0, 3	-	0, 3
Großes Mausohr <i>Myotis myotis</i>	-	-	-	-	-	1, 3	1, 3
Braunes Langohr <i>Plecotus auritus</i>	-	-	1, 0	4, 0	3, 4	4, 0	12, 4
Individuen gesamt							120

¹ zusätzlich wurde ein Tier vom Fangtermin zuvor wiedergefangen.

fangen, die bereits drei Tage zuvor markiert worden war. Tabelle 1 gibt Auskunft über die Anzahl und die zeitliche Abfolge der gefangenen Fledermäuse. Die Ergebnisse beider Nächte werden gemeinsam dargestellt, weil sich zwischen den Nächten keine Unterschiede zeigten. Eindeutige Ausflüge konnten nur 11 registriert werden, alle jeweils zu Beginn der Untersuchungen. Im weiteren Verlauf der Untersuchung wurden die allermeisten Fledermäuse in dem Netz 3 Meter vor der Höhle gefangen. Bei den Fängen im Netz vor dem Höhleneingang ließ sich nicht genau rekonstruieren, ob die Tiere aus- oder einflogen, da das Netz den Höhleneingang nicht vollständig verschloß. Die Daten beider Netze werden daher zusammen dargestellt.

Die Wasserfledermaus war mit 45 nachgewiesenen Exemplaren die häufigste aller schwärmenden Fledermäuse. Am ersten Abend verließen 10 Wasserfledermäuse die Eisbärenhöhle nach Eintritt der Dämmerung, am zweiten Fangabend nur ein Exemplar. Krallen, Flughäute und Fell waren z.T. stark mit Erde verklebt, was auf Tagesquartiere in engen Spalten oder vielleicht sogar im Geröll der Höhle hinweist. Erstaunlicherweise versuchten einige Tiere das am Höhleneingang gestellte Netz auf dem Boden krabbelnd zu umgehen.

Das Aktivitätsmaximum schwärmender Tiere lag in beiden Nächten nach Mitternacht. Dabei war der Anteil der Männchen viel größer als der der Weibchen (Verhältnis 3:1).

Bei 38 Wasserfledermäusen wurde die Ausprägung des Kinnflecks kontrolliert. Etwa ein Drittel (13 Tiere) wiesen einen deutlichen Kinnfleck auf; bei ihnen handelt es sich mit großer Wahrscheinlichkeit überwiegend um diesjährige, z.T. auch um einjährige Jungtiere (chin-spot Klasse 1, vgl. GEIGER, LEHNERT & KALLASCH 1996).

In beiden Nächten erreichten die Fransenfledermäuse ihr Aktivitätsmaximum etwa um Mitternacht. Wie bei den Wasserfledermäusen überwogen auch hier die Männchen deutlich (Verhältnis 4,5:1).

Fast ausgeglichen war das Geschlechterverhältnis dagegen bei den Kleinen Bartfledermäusen. Nach unserem Eindruck lag das Aktivitätsmaximum der Kleinen Bartfledermaus eher vor Mitternacht, wo die meisten Exemplare gefangen werden konnten.

Zu unserer Überraschung gelang an beiden Abenden auch der Fang Großer Bartfledermäuse, die bislang in Südbaden noch nicht nachgewiesen wurden (vgl. v. HELVERSEN et al. 1987, KRETZSCHMAR 1997). Insgesamt konnten 5 Männchen der Großen Bartfledermaus gefangen werden, eines davon in beiden Nächten. Bei drei Bartfledermausweibchen unterblieb eine genaue Artbestimmung. Die Unterscheidung der Männchen gelingt leicht anhand der Penisform. Während der Penis bei *M. brandti* kurz und (v.a. am Ende) deutlich verdickt ist, hat *M. mystacinus* einen langen, auffallend dünnen Penis. Dieses Unterscheidungsmerkmal ist leicht erkennbar. Ihm sollte bei fledermauskundlichen Untersuchungen in Baden-Württemberg in Zukunft größere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Die Unterscheidung der Weibchen ist dagegen deutlich schwieriger, gelegentlich gelingt sie garnicht. Hier werden üblicherweise Zahnmerkmale zur Unterscheidung herangezogen (z.B. v. HELVERSEN 1989a, VIERHAUS 1994). Wir achteten vor allem auf das Verhältnis der Größen von 1. und 2. Prämolare (=Vorbackenzahn) im Unterkiefer. Bei der Kleinen Bartfledermaus ist der 2. Prämolare weniger als halb so hoch wie der 1., bei der Großen Bartfledermaus erreicht er etwa $\frac{3}{4}$ der Höhe des 1. Prämolaren. Nach VIERHAUS (mdl. Mitt.) handelt es sich bei diesem Merkmal um das am besten zu erkennende aller Zahnmerkmale. Fellfärbung, Längenmaße und Gewichte weisen in vielen Fällen deutliche Unterschiede auf, sind aber keine sicheren Bestimmungsmerkmale (vgl. Tab. 2).

Tab. 2: Durchschnittliche Unterarmlängen und Gewichte der gefangenen Großen und Kleinen Bartfledermäuse (*Myotis brandti* und *Myotis mystacinus*)

Art	Unterarmlänge in mm	Gewicht in g
Kleine Bartfledermaus, Männchen <i>Myotis mystacinus</i> (n = 14)	33,6 ± 0,72 (32,3 - 34,9)	4,9 ± 0,50 (4,1 - 5,8)
Kleine Bartfledermaus, Weibchen <i>Myotis mystacinus</i> (n = 11)	34,0 ± 0,92 (32,5 - 35,0)	5,5 ± 1,09 (4,1 - 7,0)
Große Bartfledermaus, Männchen <i>Myotis brandti</i> (n = 5)	34,8 ± 0,76 (33,9 - 36,0)	6,2 ± 1,18 (5,0 - 7,9)

Besonders auffällig beim Netzfang war der auch von anderen Autoren (SCHÖBER & GRIMMBERGER 1987; MAYWALD & POTT 1988) erwähnte „Temperamentsunterschied“. So erkannten wir im Netz gefangene Kleine Bartfledermäuse meist schon von weitem durch lautes „Schimpfen“. Beim anschließenden Vermessen und Bestimmen waren die Tiere sehr lebhaft. Dagegen verhielten sich die Großen Bartfledermäuse im Netz und auch in der Hand ruhig.

Neben den kleinen *Myotis*-Arten konnten auch 4 Mausohren gefangen werden. Auffällig war ihr erst spätes Auftreten vor der Höhle. Auch die meisten Braunen Langohren konnten erst nach Mitternacht gefangen werden. Auch hier überwogen die Männchen deutlich (Verhältnis 3:1).

Einige Weibchen der Wasser- und Fransenfledermäuse und der Mausohren besaßen noch ausgeprägte Zitzen, die auf eine Jungenaufzucht im Sommer schließen lassen.

5. Diskussion

Das im Rahmen der zwei Netzfänge nachgewiesene Artenspektrum stimmt mit dem von KRETZSCHMAR (1997) in früheren Jahren vor der Eisbärenhöhle festgestellten überein. Nur die Große Bartfledermaus wurde erstmals nachgewiesen. Offensichtlich tritt die Große Bartfledermaus im Herbst und Spätherbst nicht mehr (oder kaum noch) vor der Höhle auf (die bisherigen Fänge fanden Mitte September bis Ende Oktober statt). Bei den Untersuchungen von LIEGL (1987) in der Fränkischen Schweiz tauchten Große Bartfledermäuse nur Ende Juli in nennenswerter Zahl auf.

Vor Höhlen und Stollen in anderen Regionen treten jedoch andere Arten in anderen Häufigkeiten auf. So dominierte bei den Untersuchungen von KIEFER, SCHREIBER & VEITH (1994) in der Eifel die Zwergfledermaus. Bei den Untersuchungen von LIEGL (1987) in der Fränkischen Schweiz war das Große Mausohr die häufigste Art. Vor dem Höhlensystem im Isteiner Klotz in Südbaden konnte KRETZSCHMAR (1997) neben zahlreichen Breitflügel-Fledermäusen auch die Zwergfledermaus und das Graue Langohr fangen.

KIEFER, SCHREIBER & VEITH (1994) äußern bereits die Vermutung, daß überwiegend solche Arten vor den Höhlen schwärmend angetroffen werden können, die auch in der Nähe ihre Sommerquartiere besitzen. Dies würde erklären, weshalb im Bereich der Wutachschlucht bisher z.B. keine Wimper- oder Breitflügel-Fledermäuse gefangen wurden, die ihren Verbreitungsschwerpunkt im Rheintal und in der Vorbergzone des Schwarzwaldes besitzen. Dies würde jedoch auch bedeuten, daß die vor der Eisbärenhöhle in großer Zahl schwärmenden Wasser-, Fransen- und Bartfleder-

mäuse in der näheren Umgebung Sommerquartiere besitzen müßten. Aufgrund der bei einigen Weibchen noch gut sichtbaren Zitzen läßt sich sogar das Vorhandensein von Wochenstuben vermuten. Daß in der Umgebung keine Quartiere bekannt sind, zeigt, wie gering unser bisheriger Kenntnissstand gerade über die vornehmlich im Wald jagenden Fledermäuse noch ist.

Dies gilt im besonderen auch für die Große Bartfledermaus, die nun erstmals in Südbaden nachgewiesen werden konnte. Bereits in den Jahren zuvor waren bei Winterquartierkontrollen in der Eisbärenhöhle durch die Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft Fledermausschutz Freiburg Bartfledermäuse beobachtet worden, bei denen es sich möglicherweise um die Große Bartfledermaus gehandelt hatte. Aufgrund der bei einer winterschlafenden Fledermaus sichtbaren Merkmale konnte jedoch keine sichere Bestimmung vorgenommen werden.

Das Verbreitungsareal der Großen Bartfledermaus reicht von Frankreich über Holland und Mitteleuropa und Skandinavien bis nach Ostasien (VIERHAUS 1984). Der Fund in Südbaden liegt am südwestlichen Arealrand. Mit dem Auftreten der Art in Südbaden war jedoch zu rechnen, da auch weiter südlich aus der Schweiz (nächster Fundort Basel, ZINGG & ARLETTAZ 1995) und aus Ostfrankreich (DUQUET 1992) Vorkommen bekannt sind.

Aus dem südöstlichen Baden-Württemberg wurde kürzlich ein Fortpflanzungsnachweis der Art gemeldet (HÄUSSLER & BRAUN 1997). Daß bis dahin nur zwei Individuen aus dem Norden Baden-Württembergs gemeldet wurden (MÜLLER 1993), hängt zum einen zweifellos mit der etwas schwierigeren Bestimmbarkeit als bei anderen Arten zusammen. Unter denen als Artenpaar (*Myotis mystacinus/Myotis brandti*) im Rahmen der landesweiten Kartierung gemeldeten Vorkommen sind vielleicht noch weitere Vorkommen der Großen Bartfledermaus zu finden (MÜLLER 1993). Zum anderen sind bis heute erst sehr wenige Netzfänge vor Höhlen und Stollen und auch in den Sommerhabitaten in Südbaden durchgeführt worden. Dabei stellt gerade der Fang mit Japannetzen eine der besten Methoden zum Nachweis der Großen Bartfledermaus dar (BRINKMANN et al. 1996).

Die Kenntnisse über die Ansprüche der Großen Bartfledermaus an ihre Sommerhabitate sind spärlich. In Niedersachsen (SCHRÖDER 1996) und Westfalen (TAAKE 1992, VIERHAUS 1984) scheint die Art fast ausschließlich in Wäldern zu jagen. Wochenstuben finden sich dagegen in Gebäuden in Waldnähe (z.B. BOYE 1996) oder im Wald (SCHRÖDER 1996), werden aber auch für Baumhöhlen vermutet (KALLASCH & LEHNERT 1994). Weitere Funde, ggf. auch Fortpflanzungsnachweise, der Großen Bartfledermaus in Südbaden scheinen daher bei einer systematischen Nachsuche möglich.

Für das Schwärmverhalten der Fledermäuse vor unterirdischen Hohlräumen gibt es bislang zwei Deutungen (vgl. v. HELVERSEN 1989b). Nach der Auflösung der Wochenstuben werden die bekannten Winter- und Zwischenquartiere aufgesucht, um die Ortskenntnis von der Elterngeneration auf die Jungtiere zu übertragen. Dies könnte den Anteil von ca. 1/3 Jungtieren aller gefangenen Wasserfledermäuse erklären. Darüberhinaus dient das Schwärmen, bei dem eine große Anzahl von Fledermäusen zur gleichen Zeit an einem Ort zusammenkommt, auch Balz- und Paarungszwecken. So wäre auch die im Rahmen dieser Untersuchung festgestellte Dominanz von Männchen unter den Geschlechtern zu erklären. KIEFER, SCHREIBER & VEITH (1994) beobachteten z.B. Paarungen bei Bartfledermäusen im Eingangsbereich der untersuchten Höhle. v. HELVERSEN (1989b) bezeichnet das Schwärmen zusammenfassend als Aufbau eines „kollektiven Informationsspeichers“ der Population.

Daß am zweiten Fangtermin nur ein Wiederfang einer Großen Bartfledermaus gelang, läßt vermuten, daß entweder die Zahl der schwärmenden Fledermäuse um ein vielfaches höher liegen muß, als die Anzahl der gefangenen Tiere, oder die Tiere nur kurz vor der Höhle verweilen und in der nächsten Nacht vielleicht bereits vor einer anderen Höhle schwärmen. Für die letztgenannte Möglichkeit spricht, daß auch KIEFER, SCHREIBER & VEITH (1994) bei ihren Untersuchungen kaum Wiederfänge an späteren Fangterminen hatten. Sie vermuten, daß ein großer Teil der schwärmenden Fledermäuse allabendlich neu hinzukam. In jedem Fall liegt somit die Anzahl der Tiere, welche die Höhle zum Schwärmen nutzen, um ein Vielfaches höher als die ohnehin schon hohe Zahl der gefangenen Fledermäuse.

Damit kommt der Eisbärenhöhle eine besondere Bedeutung für die Erhaltung der Fledermauspopulationen in der Region zu. Inwieweit auch andere Höhlen und Stollen in Südbaden von schwärmenden Fledermäusen genutzt werden, müssen weitere systematische Untersuchungen klären (vgl. KRETZSCHMAR 1997). Sie sind die nötige Voraussetzung für die Durchführung gezielter Schutzmaßnahmen.

Danksagung: Die Untersuchungen wurden von der Arbeitsgemeinschaft Fledermausschutz Freiburg durchgeführt. Ohne die tatkräftige Mithilfe der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter wäre diese Untersuchung nicht möglich gewesen. Ihnen und dem Regierungspräsidium Freiburg, welches freundlicherweise eine Ausnahmegenehmigung zum Netzfang erteilte (Schreiben vom 7. 3. 1996, Az.: 73/8852.46-002), sei herzlich gedankt.

Schrifttum

- BENZING, A. (1964): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 186 Konstanz. – Geographische Landesaufnahme 1 : 200000 – Naturräumliche Gliederung Deutschlands. Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung, Bad Godesberg.
- BILO, M., HARBUSCH, C. & WEISHAAR, M. (1989): Sommerliche Fledermausaktivitäten an Höhlen und Stollen. – *Dendrocopos* 16, 17–24.
- BILO, M., HAUSEN, M., SCHMIDT, R. & STEINKAMP, A. (1990): Bedeutsame Fledermausvorkommen im Sommer in künstlichen Stollen an der Obermosel. – *Dendrocopos* 17, 28–36.
- BRINKMANN, R., BACH, L., DENSE, C., LIMPENS, H., MÄSCHER, G. & RAHMEI, U. (1996): Fledermäuse in Naturschutz- und Eingriffsplanungen – Hinweise zur Erfassung, Bewertung und planerischen Integration. – *Naturschutz u. Landschaftsplanung* 28(8), 229–236.
- BOYE, P. (1993): Ein Sommerquartier der Großen Bartfledermaus (*Myotis brandti*) in Schleswig-Holstein und Daten zur Biometrie der Art. – *Nyctalus N.F.* 4(5), 474–478.
- BURGATH, K. (1971): Die Kartshöhlen der Mittleren Wutachschlucht. – In: SAUER, K. F. J. & SCHNETTER, M. (Hrsg.): Die Wutach – Naturkundliche Monographie einer Flußlandschaft, 195–207, Freiburg i.Br.
- DUQUET, M. (1992): Inventaire de la faune de France. – Muséum national d'histoire naturelle, Paris.
- FENTON, M. B. (1969): Summer activity of *Myotis lucifugus* (Chiroptera: Vespertilionidae) at hibernacula in Ontario and Quebec. – *Can. J. Zool.* 47, 597–602.
- GEIGER, H., LEHNERT, M. & KALLASCH, C. (1996): Zur Alterseinstufung von Wasserfledermäusen (*Myotis daubentoni*) mit Hilfe des Unterlippenflecks („chin-spot“). – *Nyctalus N.F.* 6 (1), 23–28.
- GODMANN, O. & FUHRMANN, M. (1992): Einsatz eines Anlockkastens für Abendsegler, *Nyctalus noctula* SCHREBER, 1774, während der Migrationszeit im Rhein-Main-Gebiet. – *Nyctalus N.F.* 4(3), 293–301.
- HÄUSSLER, U. & BRAUN, M. (1997): Fortpflanzungsnachweis der Großen Bartfledermaus (*Myotis brandti*) in Baden-Württemberg. – *Der Flattermann – Informationen zum Fledermausschutz in Deutschland*, Nr. 17, Karlsruhe.
- HELVERSEN, O. v. (1989a): Bestimmungsschlüssel für die europäischen Fledermäuse nach äußeren Merkmalen. – *Myotis* 27, 41–60.

- HELVERSEN, O. v. (1989b): Schutzrelevante Aspekte der Ökologie einheimischer Fledermäuse. – Schriftenr. Bayer. Landesamt Umweltsch. 92, 7–17.
- HELVERSEN, O. v., ESCHÉ, M., KRETZSCHMAR, F. & BOSCHERT, M. (1987): Die Fledermäuse Südbadens. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F. 14, 409–475.
- KIEFER, A., SCHREIBER, C. & VEITH, M. (1994): Netzfänge in einem unterirdischen Fledermausquartier in der Eifel (BRD, Rheinland-Pfalz) – Phänologie, Populationsschätzung, Verhalten. – *Nyctalus* N.F. 5 (3/4), 302–318.
- KLAWITTER, J. (1980): Spätsommerliche Einflüge und Überwinterungsbeginn der Wasserfledermaus (*Myotis daubentoni*) in der Spandauer Zitadelle. – *Nyctalus* N.F. 1(3), 227–234.
- KRETZSCHMAR, F. (1997): Zum Schwärmverhalten von Fledermäusen vor Höhlen und Stollen im Regierungsbezirk Freiburg. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F. 16(3/4), 633–641.
- KALLASCH, C. & LEHNERT, M. (1994): Kleine Bartfledermaus, *Myotis mystacinus* (Kuhl, 1819) und Große Bartfledermaus, *Myotis brandti* (Eversmann, 1845). – In: AG Fledermausschutz Hessen (Hrsg.) (1994): Die Fledermäuse Hessens, S. 40–45, Remshalden-Buoch: Hennecke.
- LIEGL, A. (1987): Untersuchungen zur Phänologie und Ökologie von Fledermäusen an zwei Karsthöhlen in der Fränkischen Schweiz. – Unveröff. Diplomarbeit an der Universität Freiburg i.Br.
- MAYWALD, A. & POTT, B. (1988): Fledermäuse: Leben, Gefährdung, Schutz. – Ravensburg: Maier.
- MÜLLER, E. (1993): Fledermäuse in Baden-Württemberg II. Eine Kartierung durch die AG Fledermausschutz Baden-Württemberg in den Jahren 1986–1992. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 75, 9–96.
- ROER, H. & EGSBAEK, W. (1966): Zur Biologie einer skandinavischen Population der Wasserfledermaus (*Myotis daubentoni*) (Chiroptera). – *Z. Säugetierkunde* 31, 440–453.
- SCHRÖDER, T. (1996): Zusammenhänge zwischen dem Jagd- und Echoortungsverhalten der Großen Bartfledermaus (*Myotis brandti*) im Vergleich mit der Kleinen Bartfledermaus (*Myotis mystacinus*). – Unveröff. Diplomarbeit an der Universität Oldenburg.
- SCHÖBER, W. & GRIMMBERGER, E. (1987): Die Fledermäuse Europas. – Stuttgart: Franckh.
- THOMAS, D. W., FENTON, M. B. & BARCLAY, R. M. R. (1979): Social Behavior of the Little Brown Bat, *Myotis lucifugus*. – *Behav. Ecol. Sociobiol.* 6, 129–136.
- TAAKE, K.-H. (1992): Strategien der Ressourcennutzung an Waldgewässern jagender Fledermäuse (Chiroptera: Vespertilionidae). – *Myotis* 30, 7–74.
- VIERHAUS, H. (1984): Große Bartfledermaus – *Myotis brandti* (Eversmann, 1845). – In: SCHRÖPFER, R., FELDMANN, R. & VIERHAUS, H. (Hrsg.) (1984): Die Säugetiere Westfalens. – *Abh. Westf. Mus. Naturkunde* 46(4), 86–90.
- VIERHAUS, H. (1994): Kleine Bartfledermäuse (*Myotis mystacinus*) in einem bemerkenswerten westfälischen Winterquartier. – *Nyctalus* N.F. 5, 37–58.
- ZINGG, P. E. & ARLETTAZ, R. (1995): *Myotis brandti* (Eversmann, 1845). – In: HAUSSER, J. (Hrsg.) (1995): Säugetiere der Schweiz. Verbreitung, Biologie, Ökologie, S. 99–103, Basel: Birkhäuser.

(Am 8. Dezember 1997 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	1	203-204	1998	Freiburg im Breisgau 22. Mai 1998
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Kurze Mitteilung:

Steinschotter als Habitat der Waldgrille (*Nemobius sylvestris* Bosc. 1792)

von

REINHOLD TREIBER, Freudenstadt *

Zusammenfassung: Steinschotter im Bereich von Bahnanlagen bei Mauer (Baden-Württemberg) und Steinrasseln auf mageren Weiden der Hochvogesen (Dépt. Haut-Rhin) werden als Habitat von *Nemobius sylvestris* beschrieben, nachdem die Art bisher als typischer Fallaub-Bewohner lichter, warmer Wälder und Waldränder bezeichnet wurde.

Abstract: Gravel of a railway line near Mauer (Baden-Württemberg) and on meadows of the higher Vosges (Haut-Rhin, France) are described as a habitat of the cricket *Nemobius sylvestris*.

1. Einleitung

Nemobius sylvestris wird vielfach als typischer Fallaub-Bewohner lichter, warmer Wälder und Waldränder bezeichnet (z.B. DETZEL 1991, BELLMANN 1993). Einige Habitate aus Baden-Württemberg und dem Elsaß weichen davon grundlegend ab. Populationen der Art konnten hier zwischen den Steinen im vegetationsfreien Bahnschotter und auf Steinrasseln nachgewiesen werden.

2. Beobachtungen

Auf der Bahnstrecke zwischen Neckargemünd und Sinsheim riefen im Gleis-schotter bei Mauer (Baden-Württemberg, ca. 210 m ü.NN) am 22.8.1996 etwa fünfzehn Männchen der Waldgrille. Nachdem die Steine im Randbereich des Bahnkörpers am Außenrand der Schwellen entfernt wurden, konnten einige adulte Tiere und etwa fünfzehn präimaginale Stadien unterschiedlichen Alters entdeckt werden. Der SW-exponierte Bahndamm führt durch Feuchtwiesen und liegt etwa 700 m vom nächsten Wald entfernt. Die Vegetation der Böschung des untersuchten Streckenabschnitts wird von Gräsern und Kräutern bestimmt; Gehölze fehlen in diesem Bereich. Organisches Material, wie angewehrte Blätter oder Gräser, waren zwischen dem Steinen nicht zu finden.

Am 14. 8. 1997 wurde auf der Südseite des Petit Ballon (Frankreich, Dépt. Haut-Rhin, Vogesen, ca. 1000 m ü.NN) der Gesang von etwa 20 Männchen der Waldgrille in Lesesteinrasseln mit 20-40 Zentimeter großen Steinen inmitten von mageren Viehweiden des Festuco-Genistetum sagittalis gehört. Gehölze der näheren Umgebung waren etwa 10 m entfernt stehende Wildrosensträucher. Ein lichter Birkenwald liegt etwa 300 Meter bergabwärts von der Fundstelle entfernt. Auch hier war kein organisches Material in den Steinlücken zu finden.

* Anschrift des Verfassers: Dipl.-Biol. R. TREIBER, Eugen-Nägele-Str. 29, D-72250 Freudenstadt



Abb. 1: Die Waldgrille (*Nemobius sylvestris*) besiedelt nicht nur gehölzbezogene Biotope mit Fallaub, sondern auch offene, unbeschattete Steinschotter an Bahndämmen und Steinrasseln auf Viehweiden.

3. Diskussion

Den Beobachtungen zufolge ist das Vorkommen von Fallaub oder Gehölzen in den Habitaten von *Nemobius sylvestris* nicht obligatorisch. Die Art besiedelt in größeren Populationen auch Steinschotter, ohne organisches Material in den Zwischenräumen, der von Gehölzen weder beschattet noch auf andere Weise beeinflusst wird. Die Habitate mit Laubstreu und Steinschotter sind in ihren Habitatbedingungen miteinander vergleichbar: Es handelt sich in beiden Fällen um Lückensysteme mit einem internen Kleinklima. Nach den Untersuchungen von JAKOVLEV (1960) liegt das Temperaturoptimum von *Nemobius sylvestris* im kühleren Bereich bei 20–25 °C, bei dem auch die Transpiration der Tiere optimal eingeregelt ist. Bei höheren Temperaturen steigt die Transpirationsrate stark an, weshalb nur Habitate besiedelt werden können, deren Luftfeuchte relativ hoch ist. Die unbewachsenen Steine können sich oberflächlich stark aufheizen, das Kleinklima dürfte in den tiefergelegenen Spalten und Lücken aber kühler und luftfeuchter sein. Daß unter diesen Bedingungen eine erfolgreiche Ei- und Larvalentwicklung von *Nemobius sylvestris* stattfinden kann, zeigen die vielen Jungtiere der Population bei Mauer. Vergleichende Klimamessungen könnten die Habitatbedingungen noch genauer beschreiben, wurden bisher aber noch nicht durchgeführt.

Schrifttum

- BELLMANN, H. (1993): Heuschrecken. – 2. Aufl., Naturbuch-Verlag, 349 S., Augsburg.
DETZEL, P. (1991): Ökofaunistische Analyse der Heuschreckenfauna Baden-Württembergs (Orthoptera). – Dissertation, Universität Tübingen, 365 S. u. Tabellen.
JAKOVLEV, V. (1960): Transpiration und Vorzugstemperatur einiger Grillenarten. – Zool. Anz., Suppl. 24, 89–101.

(Am 19. Januar 1998 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F 17	1	205–212	1998	Freiburg im Breisgau 22. Mai 1998
--	--------	---	---------	------	--------------------------------------

Bücher- und Zeitschriftenschau

HOCHLEITNER, R., PHILIPSBORN, H. v. & WEINER, K.L.: Minerale – Bestimmen nach äußeren Kennzeichen. – 3. Aufl. d. „Tabeln zum Bestimmen der Minerale nach äußeren Kennzeichen“ von H. v. Philipsborn; 390 S., 23 Abb., 9 Taf., 64 Farbfotos, zahlr. Kristallbilder; Verlag Schweizerbart, Stuttgart 1996, DM 98,-

Nun ist er inzwischen in 3. Auflage da, der alte „Philipsborn“, nach dem Generationen von Studenten die Merkmale von Mineralen nach äußeren Kennzeichen gelernt haben. Und doch ist es ein neuer „Philipsborn“, der die Nachfolge einer insgesamt 130 Jahre alten Tradition antritt. Neu ist z.B. auf den ersten Blick, daß die Kristallbilder in die Tabellen eingearbeitet sind, daß die Strichfarbe das dominierende Merkmal ist, oder daß für alle Minerale jetzt die chemische Zusammensetzung nach Gewichtsprozenten angegeben wird. Erst beim näheren Hinschauen fällt dagegen auf, daß die Hinweise zum Verhalten vor dem Lötrohr entfallen sind, was durchaus verständlich ist, da diese Praxis heute kaum noch geläufig ist. Die Verminderung der aufgeführten Mineralnummern von 568 auf 487 ist in erster Linie darauf zurückzuführen, daß Mineralgruppen heute unter einer Nummer laufen, früher dagegen jedes „namhafte“ Mischungsmitglied unter eigener Nummer auftauchte. Darüber hinaus sind natürlich auch einige Mineralnamen entfallen, andere neu aufgenommen, entsprechend dem Stand der Kenntnis, die sich auch in der Welt der Minerale ständig erweitert. Diese und eine Reihe anderer Veränderungen und Ergänzungen tragen sehr zur Brauchbarkeit der Tabellen bei. Sehr zu begrüßen sind z.B. auch die einführenden Kapitel zur Mineralsystematik, zur Mineralchemie, zur Lagerstättenbildung und zur Kristallographie, in denen auch komplexe Zusammenhänge verständlich dargelegt werden. – Alles in allem eine erfreuliche Neuauflage eines beliebten Standardwerkes, dem künftige Generationen von Studenten, aber sicher auch Fachleute und Mineralienfreunde die Treue halten werden.

H. MAUS

GISI, U. et al.: Bodenökologie. – 2. Aufl., 350 S., 159 Abb., 56 Tab., flex. Taschenb.; Thieme Verlag Stuttgart/New York 1997, DM 49,80

Der Band, in zweiter Auflage von 5 Autoren bearbeitet, stellt in fünf Kapiteln einen Abriß der „Bodenökologie“ dar. Nach einer Einführung wird mit der „Zustandsbeschreibung des ungestörten Bodens“ auf die physikalischen und biologischen Grundlagen der Bodenökologie eingegangen. Dabei werden die jeweiligen Bodenkompimente und Organismen losgelöst von den auftretenden Wechselwirkungen zwischen ihnen beschrieben. Diesen Wechselwirkungen zwischen belebten und unbelebten Teilen des Bodens ist das dritte Kapitel gewidmet. Im vierten Kapitel wird auf die „Auswirkungen menschlicher Eingriffe“ in den Boden eingegangen, ein kurzes Kapitel widmet sich als Abschluß des Buches dem Bodenschutz. Den Schluß bilden jeweils eine umfangreiche Litaraturliste bzw. ein Sachverzeichnis.

Das Buch vermittelt umfassend die Grundlagen und angewandten Fragestellungen aus bodenbiologischer, bodenchemischer und bodenphysikalischer Sicht. Es informiert über alle wichtigen Eigenschaften und Vorgänge des natürlichen Bodens, wie über die Auswirkung menschlicher Eingriffe in den Boden, und stellt mit seinen zahlreichen klaren und instruktiven Abbildungen ein Kompendium über dieses Fachgebiet dar, das für den Lehrenden und Studierenden unentbehrlich ist.

A. WINSKI

GLAVAC, V.: Vegetationsökologie – Grundfragen, Aufgaben, Methoden. – 358 S., 147 Abb., 36 Tab.; Fischer Verlag, Jena 1996, geb., DM 68,-

Das Buch stellt eine Einführung in die Vegetationskunde dar, wobei besonders auf das Zusammenspiel zwischen Standort und Pflanzengesellschaft abgehoben wird. Zwei einleitende Kapitel behandeln die wissenschaftstheoretischen Aspekte der Vegetationskunde sowie Überlegungen zum Wesen der Pflanzengemeinschaften, u.a. ihrer Abhängigkeit vom Standort, dem Einfluß des Menschen oder der gegenseit-

gen Beeinflussung der Pflanzen. Den Kern des Buches bilden Darstellungen zur Methodik (Bestandsaufnahmen, Klassifikation sowie Analyse vegetationsökologischer Zusammenhänge). Weiter werden praktische Aspekte, wie Vegetationskartierung und Anwendung in Naturschutz und Landschaftsplanung behandelt. Abschließend wird anhand von Kurzbiographien bedeutender Forscherpersönlichkeiten der Vegetationskunde auf die Geschichte dieser Wissenschaft eingegangen.

Bemerkenswert ist nicht nur die Informationsfülle, die dieses Buch bietet, sondern auch die Tatsache, daß der Autor die kritischen Themen benennt, die innerhalb der Vegetationskunde diskutiert werden. Gerade auch wegen dieser Aspekte ist das Buch als anregende Lektüre zu empfehlen.

A. WINSKI

FENT, K.: **Ökotoxikologie – Umweltchemie, Toxikologie, Ökologie.** – 288 S., 178 Abb. u. 63 Tab.; Thieme Verlag, Stuttgart / New York 1998, kart., DM 78,-

Die Ökotoxikologie hat sich erst im letzten Jahrzehnt zu einem neuen Gebiet der Umweltwissenschaften entwickelt. In ihrem Mittelpunkt stehen die Analyse und das Verständnis der Auswirkungen von chemischen Stoffen auf die belebte Umwelt. Dabei verknüpft und integriert sie sowohl Konzepte der Umweltchemie als auch der Toxikologie und der Ökologie. Ihr Ziel ist es, die ökotoxikologischen Wirkungen anthropogener Chemikalien zu verstehen, um die damit verbundenen Gefahren zu erkennen und abzuwenden.

Das Buch gibt eine gut verständliche und umfassende Einführung in die Ökotoxikologie. Als Grundlage für seine Entstehung dienten die seit 1990 vom Autor an der Eidgenössischen Technischen Hochschule und der Universität Zürich gehaltenen Vorlesungen über diesen Themenbereich. Die Zielsetzung des Buches ist die Vermittlung der grundlegenden ökotoxikologischen Konzepte. Zum besseren Verständnis werden zusätzlich umweltchemische und toxikologische Aspekte erläutert. In jedem Kapitel werden die wichtigsten Erkenntnisse in Merksätzen deutlich hervorgehoben. Unterstützt wird die Verdeutlichung der Problematik durch die anschaulichen Boxen bzw. Abbildungen. Die aktuellen und praxisorientierten Beispiele zeigen die Brisanz dieser jungen Umweltwissenschaft. Die umfangreichen Literaturhinweise zu jedem Kapitel ermöglichen je nach Interesse des Lesers einen intensiveren Einstieg in Einzelaspekte.

Nachdem im ersten Teil des Buches die nötigen Wissensgrundlagen vorgegeben werden, folgt die Vorstellung ökotoxikologischer Untersuchungsmethoden bzw. Testsysteme sowie die Erörterung des Schicksals der Umweltchemikalien und der Aspekte der Bioverfügbarkeit bzw. der Bioakkumulation. Weiterführend werden dann die Wirkungen der Umweltchemikalien sowohl auf der Ebene der Zelle, der Individuen und Populationen, als auch auf der der Lebensgemeinschaften und Ökosysteme diskutiert. Das Buch schließt mit einer Erörterung der praktischen Aspekte der Ökotoxikologie, in der unter anderem die entscheidenden gesetzlichen Regelungen dargestellt werden.

Alles in allem also ein lohnendes Buch nicht nur für den Einsteiger in die Ökotoxikologie, sondern auch für denjenigen der schon lange auf eine zusammenfassende Darstellung dieser Umweltwissenschaft gewartet hat.

E. MEIKE

POTT, R.: **Biotoptypen: schützenswerte Lebensräume Deutschlands und angrenzender Regionen.** – 448 S., 872 Farbfotos, 12 Tab., 14 Karten u. Grafiken; Verlag Ulmer, Stuttgart 1996, Leinen, DM 128,-

Seit langem bezeichnen Biologen den Lebensraum einer Lebensgemeinschaft aus Pflanzen oder/und Tieren mit seinen typischen Umweltbedingungen als deren „Biotop“. Umgangssprachlich wird mit demselben Wort meist (nur) ein als schützenswert betrachtetes Geländestück (z.B. ein Feuchtgebiet) verstanden. Aus dem Fachausdruck „der Biotop“ ist in der Umgangssprache mittlerweile (einhergehend mit einem Bedeutungswandel und einer Geschlechtsumwandlung) „das Biotop“ geworden. Dieser allgemeine Gebrauch des Biotopbegriffes, auch von Nichtbiologen, vor allem in Zusammenhang mit dem Erhalten oder schonenden Umgang mit Lebensräumen, sowie die Formulierung von Gesetzestexten, verlangen nach einer zwar fachlich fundierten aber auch für den Fachfremden verständlichen Beschreibung der vorhandenen Vielfalt an Lebensräumen, nach einer Typisierung derselben.

Der Autor, Direktor des Instituts für Geobotanik der Universität Hannover, befaßt sich aus der Sicht der Vegetationskunde (Pflanzensoziologie) schon lange mit diesem Problem; mehrere Buchveröffentlichungen sind daraus bereits entstanden. Pflanzengesellschaften eignen sich viel besser für die Charakterisierung von Lebensräumen als Tiergemeinschaften, sie sind stationärer und leichter überschaubar. Aus diesem Grund muß der faunistische Aspekt bei der Beschreibung der Standorte leider noch immer im

Hintergrund bleiben. In dem großformatigen Text-/Bildband beschränkt sich der Autor auf die Vorstellung der schützenswerten (!) Biotope unseres Landes. Vieles erfährt der Leser auch über die historische Entstehung unserer heute vorhandenen Landschaftsformen, den Wandel der einstigen Naturlandschaft zur heutigen Kulturlandschaft.

Zur Gliederung: Als erste werden die zahlreichen Biotoptypen in und um Still- und Fließgewässer behandelt, gefolgt von den vergleichsweise wenigen Küstenbiotoptypen. Grünland, Hochstaudenfluren, Binnendünen, Block- und Geröllhalden, Zwergstrauch- und Wacholderheiden bilden die nächsten Großgruppen. Detailliert untergliedert folgen die diversen Biotoptypen der Kalkmagerrasen sowie der Wälder und Gebüsche trocken-warmer Standorte. Die Biotoptypen der unterschiedlichen Waldformen schließen sich an, danach Typen von Lebensräumen aus dem alpinen und dem subalpinen Bereich. Die letzte Gruppe behandelter Biotoptypen bildet eine Auswahl von Kulturbiotopen und Sonderbiotopen (extensiv genutzte Äcker und Weinberge, Feldgehölze und Hecken, Mittel- und Niederwälder usw.). Mitunter erscheint die Anordnung und Untergliederung der Biotoptypen etwas willkürlich und wenig übersichtlich. Der Autor weist auch auf die Schwierigkeit einer einheitlichen Biotoptypenklassifikation hin („verschiedene methodische Ansätze oder sogar inhaltliche Überschneidungen und räumliche Überlagerungen“), dennoch hätte ein wenig mehr Transparenz oder eine Erläuterung der Stoffgliederung ein so umfang- und inhaltsreiches Werk benutzerfreundlicher gemacht.

Die einzelnen Biotoptypen werden jeweils pflanzensoziologisch beschrieben, durch Nennung der für sie typischen Pflanzengesellschaften und ihrer Charakterarten. Ihr Zustandekommen (ökologische Faktoren und/oder anthropogener Einfluß) wird erläutert, das heutige geographische Vorkommen und die gegenwärtige Situation bezüglich eventueller Gefährdung. Die Beschreibung endet mit einem knappen Steckbrief zu Gefährdung, Schutz (z.B. nach § 20c Bundesnaturschutzgesetz, Fauna-Flora-Habitatrichtlinie FFH), Verbreitung, Beispiele (Hinweise auf die betreffende Farbabbildung). An Abbildungen hat man nicht gespart: Insgesamt 872 Farbfotos charakteristischer Landschaftsausschnitte und Nahaufnahmen sollen auch den optischen Eindruck der beschriebenen Biotoptypen vermitteln (wobei einige Bilder v.a. drucktechnisch nicht ganz befriedigen). Eine Legende erläutert jede Abbildung, so daß sie auch ohne eingehendes Textstudium zu verstehen ist. – Im Anhang befindet sich der 1983 von HAEUPLER und GARVE entwickelte detaillierte Schlüssel für Biotoptypen, teilweise versehen mit pflanzensoziologischen Entsprechungen des Autors. Das Buch endet mit einem ausführlichen Literaturverzeichnis und dem Stichwortregister. Möge es (trotz seines stattlichen Preises) dazu beitragen, das Wissen um die immer seltener werdenden schützenswerten Naturräume in unserem Land sowohl der interessierten Öffentlichkeit als auch den zuständigen Behörden und Entscheidungsträgern nahezubringen.

H. KÖRNER

Arbeitskreis Forstliche Landespflege (Hrsg.): **Waldlebensräume in Deutschland**. Ein Leitfaden zur Erfassung und Beurteilung von Waldbiotopen; Mit einer Übersicht der natürlichen Waldgesellschaften Deutschlands.- 110 S., zahlr., teils farb. Abb.; ecomed verlagsgesellschaft, Landsberg 1996, brosch., DM 48,-

Die Broschüre im DIN A4-Format stellt sich im Untertitel als „Ein Leitfaden zur Erfassung und Beurteilung von Waldbiotopen“ vor; in einem zweiten Teil findet sich eine „Übersicht der natürlichen Waldgesellschaften Deutschlands“, die als „Grundlage für die Herleitung der Naturnähe“ dient. Nach einleitenden Definitionen und Beschreibung der rechtlichen Grundlagen für die Waldbiotopkartierung werden die Arbeitsgrundlagen für die Kartierungen dargestellt. Dabei wird unterschieden zwischen der sog. „selektiven Waldbiotopkartierung“ und der „flächendeckenden Waldbiotopkartierung“. Bei ersterer werden vor allem die „besonders geschützten Biotope“ nach § 20c BNatSchG erfaßt, die innerhalb des Waldverbandes liegen. Die „flächendeckende Biotopkartierung“ dient als Grundlage für die nachhaltige Naturschutzplanung im Wald. Anhand zahlreicher Beispiele (ganz vorwiegend aus Baden-Württemberg) wird die Kartiermethodik beschrieben.

Damit stellt das Buch eine erste Grundlage für die fachliche Zusammenarbeit zwischen Naturschutz- und Forstverwaltungen dar.

A. WINSKI

Bayrischer Forstverein (Hrsg.): **Bäume und Wälder in Bayern**. Geschichtliche, naturkundliche und kulturelle Darstellung der Baumarten und Waldlandschaften.- 2. Aufl., 285 S., zahlr. Farbb.; ecomed verlagsgesellschaft, Landsberg 1996, Leinen-Hardcover, DM 58,-

Das Buch stellt Forstbäume und Waldlandschaften vor, die in Bayern vorkommen. Unter dem Titel „Die Baumarten“ werden insgesamt 27 Gattungen beschrieben; Wissenswertes aus Naturkunde, Kultur und Geschichte der Gattungen wird dargestellt. Unter den vielen interessanten Details, die zum Schmökern einladen, sind vor allem Angaben zur waldbaulichen Bedeutung, zur Verwendung des Holzes, der Fröchte (*Sorbus*-Arten, Buche etc.) sowie Anmerkungen zur Mythologie der Bäume zu nennen.

In einem zweiten Teil werden 15 Waldlandschaften dargestellt, in denen jeweils auf ein bis zwei Buchseiten Angaben zu Waldgeschichte und Standort der Gesellschaften gemacht werden. Probleme, die sich heute im Umkreis von Wald und Waldlandschaften ergeben (Naturverjüngung, Wald und Erholung, Naturschutz u.a.), werden angesprochen.

Obwohl im Buch viele interessante Einzelheiten zu finden sind, stört der Umstand, daß sich die Beschreibungen zu den "Baumarten" in Aufbau und Themenauswahl stark unterscheiden. Man vermißt deutlich die ordnende Hand eines erfahrenen Lektors, die gerade dann notwendig ist, wenn ein Buch mit dem Umfang von 285 Seiten von insgesamt 27 Autoren verfaßt wird. Zahlreiche Farbfotos bereichern die Aufmachung.

A. WINSKI

ROTH, L. & KORMANN, K.: *Duftpflanzen, Pflanzendüfte. Ätherische Öle und Riechstoffe.* – 544 S., 168 Farbabb., 10 SW-Abb., 17 Tab., über 400 Formelzeichn. u. Diagramme; ecomed verlagsgesellschaft, Landsberg 1997, Leinen, DM 128.–

Das vorliegende Buch über ein aktuelles Thema zeichnet sich durch eine riesige Fülle von Informationen aus. Nach einem einführenden Kapitel, das über die Geschichte der Duftstoffe berichtet, eine Erläuterung zu Fachbegriffen, Übersichten über Riech- und Geschmacksrohstoffe und über Duftnoten sowie über Verfahrensabläufe und industrielle Nutzung bringt, werden auf etwa 150 Seiten zahlreiche Duftpflanzen vorgestellt: von *Abies alba* bis *Zingiber officinale*. Farbfoto, Namen, Familie, Vorkommen und Verbreitung, Beschreibung, duftstoffhaltige Pflanzenteile, Verwendung und evtl. Hautwirkung und besondere Vorschriften geben zu jeder erwähnten Pflanze ein übersichtliches, informationsreiches Bild. Dieser Teil ist sehr gut gelungen.

In zwei weiteren Teilen werden Balsame, Gummiharze und Harze sowie besonders ätherische Öle sehr genau mit Vorkommen, Herkunft und chemischen sowie physikalischen Daten vorgestellt. Ausführliche Tabellen informieren über chinesische Duftstoffpflanzen, Erkenntnisse, die aus einem in China erschienenen Buch über „Aromatic plants and essential constituents“ entnommen sind. In diesem Kapitel sind zahllose Details aufgelistet, die sicher zum Teil nur Fachleute interessieren dürften. Ähnliches gilt für eine vier Seiten umfassende Tabelle über „Preise von ätherischen Ölen“. Auch das Kapitel „Chemische einheitliche Riechstoffe“ von Acetophenon bis Zimtsäure-ethylester, das fast 150 Seiten umfaßt, ist wohl überwiegend als Nachschlageteil für Apotheker und Chemiker gedacht.

Trotz dieser Informationsfülle, die im übrigen durch ein sehr gutes und ausführliches Stichwortregister erschlossen wird, ist der Eindruck zwiespältig. Der Referent meint, es sei zuviel auf knappem Raum zusammengedrängt, wobei die Intention der Autoren, einen möglichst breiten Leserkreis aus den verschiedensten Bereichen zu erreichen, durchaus zu würdigen ist. Als Nachschlagewerk für Bibliotheken und besonders Interessierte ist das Buch indessen nur schwer zu übertreffen.

D. VOGELLEHNER

SPINDLER, K.-D.: *Vergleichende Endokrinologie, Regulation und Mechanismen.* – 215 S., zahlr. zweifarb. Abb. u. Diagramme; Thieme Verlag, Stuttgart/New York 1997, DM 68.–

„Signaltransduktion“ ist ein relativ neuer Begriff in der Biologie. Er faßt molekulare Prozesse zusammen, die für die Information, Kommunikation und Koordination von Zellen, Geweben und Organen im Organismus verantwortlich sind. In den letzten Jahren ist eine Fülle von Substanzen bekannt geworden, die in die Informationsvermittlung eingeschaltet sind. Man denke nur an die G-Proteine, deren Entdeckung und Bearbeitung mit einem Nobelpreis gewürdigt wurden. Entsprechend der vielfältigen Untersuchungen auf diesem jungen Gebiet, sind die Ergebnisse weit verstreut und für den nicht-Spezialisten schwer zugänglich.

KLAUS DIETER SPINDLER bietet in seinem Buch „Vergleichende Endokrinologie“ einen kurzen Abriss der modernen Hormonforschung und trägt die Einzelergebnisse in lehrbuchartiger Form zu einem überschaubaren Gesamtbild zusammen. Es ist das zweite Buch mit diesem Titel im Thieme Verlag. Das Erscheinen des ersten, von RUDOLF REINBOTH, mit über 400 Seiten deutlich umfangreicher, liegt aber schon 17 Jahre zurück.

Ein gutes Drittel der 208 Textseiten dieses nun neuen Bandes befaßt sich mit allgemeinen Fragen der Hormonphysiologie, mit Methoden der Hormonforschung und Mechanismen der Hormonwirkung. Besonders in diesem Teil, wenn es um membranständige und G-Protein-gekoppelte sowie Rezeptoren mit katalytischer Aktivität geht, wird deutlich, welchen gewaltigen Erkenntnisfortschritt die Endokrinologie genommen hat. Der klassische Begriff vom Hormon als einer Substanz, die von speziellen Zellen oder Organen gebildet wird und – über die Blutbahn transportiert – auf andere Zellen oder Organe wirkt, muß heute erheblich erweitert werden. Die restlichen zwei Drittel des Buches dienen dann dem vergleichenden Aspekt. Hier werden Hormonsysteme von Nesseltieren, Mollusken, Krebsen, Insekten und, in einem gesonderten Kapitel natürlich, von Wirbeltieren behandelt. Ein vielleicht etwas kurz geratenes Kapitel „Phylogenetische Betrachtungen“ rundet die Zusammenschau ab.

Die sehr übersichtliche Kapitelgliederung mit zahlreichen guten und durchweg neu gezeichneten bzw. neu entworfenen Abbildungen unterstreicht den Charakter als Lehrbuch. Fehlen dürfen auch nicht die inzwischen etwas in Mode gekommenen „Boxen“, in denen einzelne Aspekte vertiefend abgehandelt werden. Jedes Kapitel ist mit einem ausführlichen Literaturverzeichnis versehen, in dem neben Monographien und Reviews überwiegend Originalarbeiten zitiert werden. Trotz der Übersichtlichkeit in der Darstellung muß man aber mindestens zu dem auf der Rückseite erwähnten Kreis der „fortgeschrittenen Studenten der Biologie, Biochemie, Medizin oder Pharmazie“ gehören, um das Buch gewinnbringend zu studieren. Man sollte es auch den Fachlehrern für Biologie-Leistungskurse empfehlen. Gelegentlich wird einem die Lektüre unnötig erschwert: „Cortisol bereitet durch verstärkte Synthese von ‚Surfactants‘, die für die Lungenatmung wichtig sind... das Ansprechen der Lunge auf Katecholamine vor.“ Surfactants sind oberflächenaktive Substanzen, das wird aber auch durch die vom Autor eingesetzten Anführungsstriche nicht klar. Insgesamt ein sehr nützliches Buch, das auf engem Raum viel Neues bietet.

K.-G. COLLATZ

KNIPPERS, R.: **Molekulare Genetik**. – 7. Auflage, 508 S., 476 Abb., 76 Tab.; Thieme Verlag, Stuttgart 1997, kart., DM 84,-

Das Lehrbuch der Molekularen Genetik von ROLF KNIPPERS hat eine lange und erfolgreiche Entwicklung hinter sich. Seit 27 Jahren wird dieses Buch von Auflage zu Auflage, entsprechend der schnellen Entwicklung der Molekularbiologie, laufend aktualisiert. Die jetzt vorliegende stolze 7. Auflage ist eine korrigierte, nur wenig veränderte Version der 6. Auflage von 1995.

Die lange Geschichte des Buches spricht für dessen Qualität. Der Autor hat sich erfolgreich darum bemüht, das explosionsartig sich ausweitende Fachgebiet vollständig aber überschaubar darzustellen. Es gelingt ihm, die Themen geschickt aufeinander aufzubauen, vom Einfachen zum Komplizierten fortschreitend. Zuerst werden solide molekularbiologische Fundamente gelegt und vor allem die einfacheren Verhältnisse bei den Prokaryoten behandelt. Aber immer wieder wird parallel dazu auf die komplizierteren Prozesse bei Eukaryoten aufmerksam gemacht. Schließlich – etwa ab Mitte des Buches – überwiegt dann die Diskussion der Struktur des Eukaryoten-Genoms, seiner Replikation und seiner Expression.

Eine große Hilfe zum Verständnis des notwendigerweise knapp gehaltenen Textes bieten die sehr zahlreichen und überwiegend hervorragend gestalteten vielfarbigen Abbildungen und Tabellen, die meistens mit ausführlichen Legenden erläutert werden. Mehrere im Text graphisch hervorgehobene Exkurse über Methoden und Forschungsgeschichte setzen zusätzliche Akzente.

Der gelungene Versuch, konsequent ein Thema aus dem vorhergehenden abzuleiten, macht die Lektüre außerordentlich spannend, auch dann noch, wenn unangenehm viele Details drohen: so z.B. bei dem großen und wichtigen Abschnitt über die eukaryotische Transkriptionsregulation, durch eine fast unüberschaubar große Zahl von Protein-Faktoren. Es wird aber durchschaubar, wenn man erfährt, daß die Wechselwirkung der vielen Transkriptionsfaktoren mit der DNA im Prinzip auf relativ wenigen Proteinstruktur-Motiven beruht, die so schöne wie anschauliche Namen wie „Zinkfinger“, „Leucinrißverschluss“ oder „Helix-Turn-Helix“ tragen.

Der Autor weist immer wieder darauf hin, was wir, außer solchen Grundprinzipien, (noch) nicht genau wissen. Und so macht die Lektüre auch neugierig auf die kommende aufregende Entwicklung der Molekulargenetik. „Der Knippers“ ist also ein hochinteressantes, spannendes und anregendes Lehrbuch, das für Biologiestudenten eine fast unentbehrliche und für Biologielehrer eine wichtige Informationsquelle darstellt.

E. HÄRLE

FRANCK, D.: **Verhaltensbiologie. Einführung in die Ethologie.** – 3., neubearb. u. erw. Aufl., 225 S., 179 Abb.; Thieme Verlag, Stuttgart 1997, kart., DM 64,-

Die erste Auflage war bereits 1979 erschienen, die zweite 1985; die 3. Auflage stellt nun eine völlige Neubearbeitung dieses bewährten einführenden Lehrbuchs in die Verhaltensbiologie dar. Hierbei hat der Autor den Inhalt der Umorientierung der Verhaltensbiologie in den vergangenen Jahren angepaßt; suchte diese ursprünglich nach den physiologischen Mechanismen des Verhaltens, so fragt sie heute mehr nach dem Überlebenswert von Verhaltensweisen. Erhalten geblieben ist die Unterteilung des Stoffes in die drei Großkapitel: 1. Verhaltensphysiologie (Mechanismen der Verhaltenssteuerung), 2. Verhaltensontogenie (Mechanismen der Verhaltensentwicklung) und 3. Verhaltensökologie (Funktionen des Verhaltens). Während die ersten beiden Kapitel die mehr klassischen Bereiche der Ethologie (K. LORENZ, N. TINBERGEN u.a.) abdecken und lediglich auf den neuesten Stand gebracht werden mußten, ist das 3. Kapitel ganz neu geschrieben worden. Es behandelt heutige Schwerpunktthemen der Verhaltensforschung, bei denen es vorwiegend um die Theorie der Gesamtfitness (inclusive fitness), der Elterninvestition (parental investment) und um den Überlebenswert (survival value) von Verhaltensweisen geht. Sehr gut ist auch die Idee, Forschungsbeispiele in einem Lehrbuch authentisch, d.h. von den jeweiligen Autoren schildern zu lassen. Bereits der 2. Auflage waren solche beigelegt; in der 3. Auflage wurden sie durch gut ausgewählte neue ersetzt. Insgesamt werden so 15 Themen in anschaulicher Form vorgestellt. Ein gut gegliedertes Literaturverzeichnis und ein ausführliches Sachverzeichnis beschließen dieses gut gestaltete und von seinem Umfang her noch überschaubare Lehrbuch.

H. KÖRNER

GEHARDT, H., KINZELBACH, R. & SCHMIDT-FISCHER, S. (Hrsg.): **Gebietsfremde Tierarten. Auswirkungen auf einheimische Arten, Lebensgemeinschaften und Biotope – Situationsanalyse.** – 314 S.; eco-med verlagsgesellschaft, Landsberg 1996, Paperback, DM 48,-

Im September 1994 fand in Offenburg eine Tagung statt mit dem Thema: „Neophyten – Gefahr für die Natur?“ Die Vorträge wurden im darauffolgenden Jahr im ecomed Verlag veröffentlicht (BÖCKER et al., Hrsg.). Nun hat derselbe Verlag das entsprechende Buch über „Neozoen“ herausgebracht, basierend auf den Berichten von einer Tagung in Fellbach bei Stuttgart vom Mai 1995 unter dem Motto „Neozoen – neue Tierarten in der Natur?“

Während man von Neophyten schon seit längerem spricht, z.B. von der Kanadischen Goldrute (*Solidago canadensis*) oder vom Indischen Springkraut (*Impatiens glandulifera*), ist der Begriff Neozoen allgemein noch weniger gebräuchlich. In ihren „Stuttgarter Thesen“ zur Neozoen-Thematik (s. vorliegendes Buch) definiert die neugegründete „Arbeitsgruppe Neozoa“ den Begriff wie folgt: „Neozoen sind Tierarten, die nach dem Jahr 1492 (Entdeckung Amerikas) unter direkter oder indirekter Mitwirkung des Menschen in ein bestimmtes Gebiet gelangt sind und dort wild leben“.

Vielen werden in diesem Zusammenhang vielleicht als erste der Waschbär und die Nutria (ausgesetzt bzw. entwichen aus Pelztierfarmen) einfallen, oder die drei aus jagdlichem Interesse eingebürgerten Huftierarten: Damwild, Sikawild, Muffelwild. Aber auch (weniger bekannte) Vögel, Reptilien, Amphibien, Fische und selbstverständlich auch Wirbellose verschiedenster systematischer Zugehörigkeit beobachten die jeweiligen Spezialisten als Neubürger in unserer Fauna. Ihnen allen ist dieser Band gewidmet, könnte man sagen, als eine Art „Zustandsbericht“ aus dem Jahr 1995.

Neben der Beschreibung einzelner Neozoen und ihrer Herkunft werden mögliche Konkurrenzphänomene mit autochthonen Tierarten, Beeinflussung heimischer Lebensgemeinschaften, Probleme mit dem Auftreten neuer Parasiten und Schädlinge erörtert. Ein Artikel befaßt sich auch mit dem noch völlig neuen rechtlichen Aspekt – im Jagd-, Fischerei-, Naturschutzrecht –, welche die „gebietsfremden“ Tierarten aufwerfen. Aufschlußreich ist auch das einleitende Kapitel von R. KINZELBACH, das die natürliche und die anthropogene Arealodynamik mit den nacheiszeitlichen Besiedlungsetappen Mitteleuropas in ihrem historischen Ablauf beleuchtet und versucht, auf den sachlich nicht gerechtfertigten Gebrauch negativer Wertungen in Zusammenhang mit den Neozoen hinzuweisen.

Eine Tagung, und demzufolge der Tagungsbericht, über eine neue Thematik können nicht allumfassend sein, sondern nur eine begrenzte Auswahl (in diesem Falle) an systematischen Gruppen und an Aspekten behandeln. Überschneidungen bzw. Mehrfachbehandlungen (Türkentaube, Halsbandsittich u.a.) unter Benutzung identischer Literaturquellen müßten nicht sein, waren aber offensichtlich ebenso wenig zu vermeiden (?) wie der Eifer, neue Definitionen zu kreieren. Dennoch ist den Herausgebern mit diesem Buch ein löblicher Anfang zur „Neozoen-Problematik“ gelungen.

H. KÖRNER

KILLIAS R. (Hrsg.): **Lexikon Marine Muscheln und Schnecken.** – 336 S., 400 Fotos auf Tafeln; Verlag Ulmer, Stuttgart 1997, DM 148.–

Marine Muscheln und Schnecken haben wegen ihrer oft prächtigen Schalen weltweit viele Liebhaber. Das repräsentativ gestaltete Buch ist ein großformatiges Nachschlagewerk (21,5 x 27 cm) vor allem für rezente Meeresmuscheln und Meeresschnecken (Kopffüßer mehr am Rande), das alphabetisch – von Aaht bis Zygote – über 40000 Stichwörter beinhaltet. Dabei sind vor allem taxonomische Begriffe, in der Regel von der Klasse bis zur Gattung herab, berücksichtigt, daneben aber auch eine Fülle allgemeinbiologische Stichwörter, die z.B. dem biologisch nicht so bewanderten, aber dennoch über das reine Sammeln hinaus engagierten Conchylienfreund weiterhelfen.

Zur fachlichen Kompetenz der Mitarbeiter: R. KILLIAS, Herausgeber und Mitarbeiter, war bis 1994 Kustos der Molluskenabteilung am Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität Berlin. Zu den weiteren Mitarbeitern rechnen u.a. Prof. GÖTTING (Univ. Gießen), einer der besten Kenner dieser Materie, und P. HARTMANN (Berlin), der die zahlreich enthaltenen kulturgeschichtlichen Stichwörter (Muschelgeld, Schmuck etc.) bearbeitet hat. Jedes Stichwort trägt ein Autorenkürzel.

Die technisch einwandfreien und ästhetisch ansprechenden Farbfotos zeigen überwiegend die Schalen, in der Mehrzahl vor schwarzem Hintergrund. Sie sind, zu jeweils 8 Bildseiten zusammengefaßt, an sechs Stellen des Buches eingebunden. Das Buch besticht – im Gegensatz zu einigen auf den ersten Blick hin ähnlichen Werken – besonders dadurch, daß es nicht nur schöne Bilder (die hat es zusätzlich!) sondern auch umfangreiches fundiertes Fachwissen in lexikalischer Aufbereitung, d.h. in leicht abrufbarer Form enthält, das hinsichtlich Allgemeiner Biologie den Rahmen der Meeresmollusken weit überschreitet. Wer den Kaufpreis so mancher seltenen Muschel- oder Schneckenschale in Betracht zieht, wird auch den Preis für dieses Buch als durchaus angemessen halten.

H. KÖRNER

SCHÄFER, E.: **Die Vogelwelt Venezuelas und ihre ökologischen Bedingungen.** – Band 1, 223 S., 55 z.T. farb. Abb., 2 Ktn.; Wirttemberg Verlag, Berglen 1996, kart., Subskr.-Preis b. z. Ersch. d. 4. Bandes: DM 78,- (danach DM 98,-).

Der 1992 verstorbene bekannte Zoologe und Tibet-Forscher ERNST SCHÄFER hat ein umfangreiches Manuskript über die Vögel Venezuelas hinterlassen. Dort leitete er fünf Jahre lang die Biologische Station Rancho Grande und lehrte an der Universität Caracas.

Der vorliegende 1. Band des auf insgesamt 4 Bände ausgelegten Werkes liefert die allgemeine Einleitung für den speziellen Teil und schildert die ökologischen Randbedingungen des Untersuchungsgebietes. Äußerst spannend und abenteuerlich ist dabei die Entstehungsgeschichte der biologischen Station „Rancho Grande“, die noch heute im Nationalpark „Henri Pittier“ an der venezolanischen Küstenkordillere funktioniert. Das gigantische Betonbauwerk war ehemals vom legendären Diktator General Juan Vicente Gómez als Hotel im Nebelwald geplant und wurde erst 1950 – einige Jahre nach seinem Tode – von Ernst Schäfer im Auftrag des venezolanischen Landwirtschaftsministers zur biologischen Station mit Museum ausgebaut.

Der Nationalpark Henri Pittier ist zweifellos einer der schönsten und vielfältigsten Südamerikas. Auf einer für venezolanische Verhältnisse vergleichsweise kleinen Fläche von 80000 ha enthält er 1000 Baumarten und deckt unterschiedliche Klimaräume vom Karibischen Golf bis zu den Kämmen der Küstenkordillere ab. Die Station „Rancho Grande“ liegt direkt am Portachuelo-Paß, der regelmäßig von unzähligen Zugvögeln sowie wandernden Fledermäusen und Insekten überquert wird. Der Autor hat Vogelzug und Zugverhalten untersucht und schildert die beeindruckenden Massenzüge einzelner Arten. Die ökologische Gliederung des Untersuchungsgebietes sowie der umgebenden landschaftlichen Großräume Venezuelas wird anschaulich beschrieben und durch zahlreiche Schwarzweißfotos illustriert. Auch die durch Feuer und Zuckerrohranbau geprägte Kulturlandschaft wird berücksichtigt. Die von den anthropogenen Änderungen profitierenden Arten bezeichnet der Autor treffend als „Zivilisationsproleten“.

Stilistisch ist das Werk sehr inhomogen, wissenschaftliche Darstellungen wechseln mit dramatischen Beschreibungen im antiquierten Stil des Abenteuer- und Reiseromans. Stilblüten von tropischer Üppigkeit erhöhen den Unterhaltungswert des Buches. Bald wird dem Leser klar, daß er es hier mit einem der letzten Vertreter des selbst in Hollywood aus der Mode gekommenen „white hunter“ zu tun hat, der „... mit seinen Hunden... durch die glutheiße, zeckenverseuchte Wildnis kriecht“ und sich von „pikanter Schildkrötensuppe, knusprigen Baumwachteln und hühnerart triefendem, am offenen Feuer gerösteten Gürteltierfleisch ernährt“ (S.101), oder er berichtet von weiteren Haudegen wie dem ausgewanderten Ostpreußen Putzier, der auf seiner Ranch Kaimanschwänze an die Säue verfüttert.

Die durchschimmernde Jagdleidenschaft ist allerdings gepaart mit hervorragender Beobachtungsgabe und der notwendigen Zähigkeit und Ausdauer – Voraussetzung für die Beobachtung seltener und scheuer Vögel wie dem Bergtinamu (*Notbocercus bonapartei*). Das Resultat sind liebevolle biologische Steckbriefe, die auf jahrelangen Beobachtungen gründen. Dieser spezielle Teil beginnt im letzten Kapitel von Band 1 mit den Steiſshühnern (Tinamidae). In den folgenden Bänden werden die übrigen in Venezuela vorkommenden Vogelfamilien dargestellt.

Schäfer hat noch die „heile Welt“ unzerstörter venezolanischer Urwaldgebiete erlebt. Bei einem Besuch in den 80er Jahren erschrickt er über die im Laufe von 30 Jahren angerichtete Umweltzerstörung und kehrt sofort enttäuscht zurück. Schade, denn mittlerweile hat auch in Venezuela mit aller Macht eine starke Umwelt- und Naturschutzbewegung eingesetzt. Die Station wird inzwischen von der landwirtschaftlichen Universität Maracay verwaltet, Stationsleiter ist ein junger, enthusiastischer Herpetologe. Entsprechende Wandgemälde am Uni-Campus illustrieren das aufkeimende iberoamerikanische Interesse am Naturschutz.

Dem modernen Leser wäre eine etwas sorgfältigere Edition zu wünschen. Vielfach fehlen die wissenschaftlichen Tiernamen (der „Marimonda Affe“ ist in der deutschen zoologischen Literatur kaum zu finden, es handelt sich um den Goldstirn-Klammeraffen *Ateles belzebuth*). Unverzeihlich sind die mehrfach vorkommenden „Binome“, mit denen offensichtlich Biome (Großlebensräume) gemeint sind – hier wurde wohl ein Mathematiker statt eines Biologen als Lektor eingesetzt. Aktuelle Informationen zum Nationalpark Henri Pittier sollten zusammengefaßt werden, etwa in Form eines Nachwortes.

Trotz dieser Mängel macht die jahrzehntelange umfassende, intensiv erlebte Erfahrung des Autors das Buch zu einer spannenden Lektüre. Zweifellos hängt der Autor an „seinem“ Rancho Grande, wie auch aus dem pessimistischen Schlußkapitel („Das Ende vom Lied“) deutlich wird. Es wäre zu wünschen, daß eine spanische Übersetzung das vorliegende Werk dem Gastland zugänglich macht.

K. RIEDE

LAUNERT, E.: **Biologisches Wörterbuch Deutsch-Englisch / Englisch-Deutsch.** – 739 S., UTB Große Reihe; Verlag Ulmer, Stuttgart 1998, DM 78,-

Jede Wissenschaft hat ihre Fachbegriffe, welche in einem „normalen“ Wörterbuch nicht enthalten sein können. Nun wird zwar von einem deutschsprachigen Biologen heutzutage erwartet, daß er der englischen Sprache mächtig ist, und insbesondere die aus den alten Sprachen abgeleiteten Fachtermini lassen sich in der Regel auch ohne Schwierigkeiten übertragen - und dennoch wird wohl jeder zugeben, daß auch er schon vergebens nach einem Fachwörterbuch suchte. Ferner sollte man hier aber auch an die englischsprachigen Kollegen denken, welche der deutschen Sprache meist weniger mächtig sind als deutsche der englischen. Und nicht zuletzt gibt es zahlreiche sprachlich perfekte Übersetzer, welche Fachtexte übertragen, ohne Ahnung von dem betreffenden Fach und dessen Termini zu haben, was oft zu „nonsense“-Übersetzungen, bestenfalls zu Stilblüten führt.

Es ist eigentlich verwunderlich, daß es so lange dauerte, bis brauchbare Werke auf den Markt kamen (siehe auch BLNN-Mitt. Bd. 16, Heft 3/4, S. 646), doch welch' immenser Aufwand ist hierfür erforderlich! Den Anfang zu vorliegendem Werk schuf HAROLD OLDROYD, bis 1973 Entomologe am British Museum of Natural History London. Nach dessen Tod übernahm EDMUND LAUNERT, ebenfalls am British Museum tätig, vom Verlag dazu ermutigt und unter Mithilfe zahlreicher Kollegen die Fortsetzung des Vorhabens.

Auf über 700 Druckseiten dreispaltig gesetzt, sind mehr als 45000 Stichwörter erfaßt (ohne irgendwelche Erklärungen, kein Lexikon!). Schwerpunkt für die getroffene Stichwortauswahl war die Biologie (vor allem die Fachgebiete Zoologie, Botanik, Pflanzenphysiologie, Genetik, Ökologie, Verhaltensforschung). Berücksichtigt wurden aber auch Teilgebiete der Medizin und Veterinärmedizin, der Biochemie, der Forst- und Landwirtschaft, und der Geologie. Von zahlreichen Tieren (v.a. Vögel, Fische, Insekten) und Pflanzen findet man die Trivialnamen, ergänzt durch die entsprechenden wissenschaftlichen Namen. Nun wird aber jeder einsehen, daß so etwas nur in begrenztem Umfang möglich sein kann. Doch ermöglicht die moderne Datenerfassung, nachdem der Anfang einmal gemacht ist, spätere Ergänzungen und Korrekturen, wie sie nach der Erprobungsphase unvermeidlich sein werden. Autor und Verlag gebühren Lob und Dank für diese Neuerscheinung, um deren Verbreitung man sich wohl keine Sorgen machen muß.

H. KÖRNER

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	1	213-218	1998	Freiburg im Breisgau 22. Mai 1998
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Vereinsnachrichten

Mitgliederversammlung für das Jahr 1996 am 9. April 1997, 18.00 Uhr im Kleinen Hörsaal der Biologischen Institute II/III der Universität Freiburg

Herr KÖRNER, der 1. Vorsitzende, begrüßt die erschienenen Mitglieder des Vereins und gibt die Tagesordnung bekannt:

1. Bericht des 1.Vorsitzenden
2. Berichte der Naturschutzgruppen (AGN, AGF)
3. Bericht des Rechners
4. Bericht des Schriftleiters
5. Sonstiges

TOP 1: Bericht des 1.Vorsitzenden

Mitgliederbewegung

Der Mitgliederstand am 29. 2. 1996 betrug 586. 3 Mitglieder sind im Berichtszeitraum verstorben. 6 Mitglieder sind ausgetreten. 22 Neueintritte waren zu verzeichnen. Damit beträgt der Mitgliederstand am 28. 2. 1997: 599

Die Anwesenden gedenken der im vergangenen Jahr verstorbenen Mitglieder:

	Mitglied seit
Prof. Dr. Ekke-W. Guenther, Ehrenkirchen	1953
Gertrud Mergenthaler, Freiburg	1935
Dr. Walter Scheid, Villingen-Schwenningen	1922

Über Mitglieder mit langjähriger Vereinszugehörigkeit ist zu berichten:

75 Jahre Mitgliedschaft:

Ortsgruppe Breisach des Schwarzwaldvereins
Ortsgruppe Freiburg des Schwarzwaldvereins
Ortsgruppe Neustadt des Schwarzwaldvereins

60 Jahre:

Städtisches Forstamt Freiburg

45 Jahre:

Prof. Dr. Hans-Joachim Elster, Konstanz
Dr. Adolf Kappus, Neuried
OStR Inge Langen, Breisach

40 Jahre:

Dr. Hermann Dittes, Freiburg
Dr. Paul Gossel, Lörrach
Gisela Hassmann-Kube, Freiburg
Dr. Erika Macpherson-Fischer, Freiburg
Hildegard Matthes, Freiburg
Rolf Nosch, Freiburg
Meinrad Schwörer, Wyhl
Dr. Bernhard Schnetter, Überlingen
Dr. Martin Schwarz, Basel

35 Jahre:

Dr. Klaus Münzing, Freiburg
Walter Pfaff, Titisee-Neustadt
Erich Weissenberger, Merzhausen
Dr. Alfred Wehrmaker, Winterbach/Rems
Schiller-Gymnasium, Offenburg

Herr Dr. Körner dankt den
langjährigen Mitgliedern und
Institutionen für ihre Treue zum
Verein.

30 Jahre:

Roswitha Baron, Freiburg
Gertrud Bürger, Gundelfingen
Prof. Dr. med. Hellmut Hille, Freiburg
Dr. Cornelia Kluth, Karlsruhe
Wolfgang Martin, Villingen-Schwenningen
Christoph Münch, Oberkirch
Prof. Dr. Jürgen Otto, Freiburg
Franz Schneider, Heitersheim
Siegfried Schuster, Radolfzell
Monika Stehmanns, Freiburg
Prof. Dr. Gerhard Thielcke, Radolfzell
Reno Zimmer, Waldshut-Tiengen
Franz Zmudzinski, Karlsruhe

25 Jahre:

Karl Aigeldinger, Epfendorf
Josef Aschenbrenner, Freiburg
Helmut Bacherer, Emmendingen
Dipl.-Ing. Hans Baumann, Freiburg
Dr. Rainer Groschopf, Freiburg
Irmgard Hager, Freiburg
Maria Huppertz, Freiburg
Hans-Helmut Kambach, Villingen-Schwenningen
Prof. Dr. Dietrich Klimetzek, Freiburg
Dr. Magdalene Neff, Basel
Helge Reinhardt, Freiburg
Margrit Schwarz, Emmendingen
Dr. Otthard Wendt, Bad Krozingen
Susanne Wimmer, Freiburg
Kreisverwaltung Ortenaukreis, Offenburg

Als neue Mitglieder begrüßt der Verein:

Dipl.-Ing. Robert Brinkmann,
Gundelfingen
Thomas Dobberkau, Staufen
Dirk Enters, Kenzingen
Dipl.-Biol. Sabine Freundt, Haltern
Volker Genenz, Freiburg
Michael Hamann, Freiburg
Anett Holzapfel, Antdorf
Karen Lang, Freiburg
Andreas Lex, Freiburg
Dr. Manfred Lieser, Oberried
Dipl.-Biol. Michael Lüth, Freiburg

Markus Mayer, Freiburg
Dipl.-Biol. Elke Meike, Freiburg
Prof. Dr. Karl Nickel, Freiburg
Dipl.-Biol. Michael Nobis, Kirchzarten
OStR. Eckehard Oczipka, Freiburg
Bert Piest, Freiburg
Diethelm Schneider, Freiburg
Katrin Schwoerer, Freiburg
Christopher Traiser, Freiburg
Reinhold Treiber, Freudenstadt
Ute Unteregger, Freiburg

Vorträge im Berichtszeitraum

30. Oktober 1996 Prof. Dr. Hugo Genser, Freiburg:
„Geologie des Schönbergs“
13. November 1996 Dipl.-Biol. Michael Nobis, Freiburg:
„Die Vegetation des Schönbergs unter dem Einfluß des wirtschaftenden Menschen“
27. November 1996 Prof. Dr. Peter Gürth, Freiburg:
„Wald und Forstwirtschaft am Schönberg“
11. Dezember 1996 StDir. Dieter Knoch, Emmendingen:
„Pilzflora am Schönberg – Faszination und Gefährdung“
15. Januar 1997 Dr. Wolfgang Kramer, Freiburg:
„Natur- und Landschaftsschutz am Schönberg“
29. Januar 1997 Dr. Hansjosef Maus, Freiburg:
„Der Eisenerz-Bergbau am Schönberg“

Exkursionen im Berichtszeitraum

11. Mai 1996 Dr. Odwin Hoffrichter, Freiburg:
„Vogelstimmen zwischen Weinberg und Wald“
12. Mai 1996 Ulrich Mahler, Neulußheim:
„Vogelkundliche Tagesexkursion ins NSG Wagbachniederung“
9. Juni 1996 Dipl.-Biol. Michael Nobis, Freiburg:
„Landschaft im Wandel – eine vegetationskundliche Führung rund um den Kienberg bei Ebringen“
22. September 1996 Prof. Dr. Hugo Genser, Freiburg:
„Geologische Wanderung am Schönberg“
13. Oktober 1996 StDir. Dieter Knoch, Emmendingen:
„Pilzflora der Kalkbuchenwälder am Schönberg“
16. März 1997 Gisela Friedrich und Josef Ruf, Freiburg:
„Wasservogel-Exkursion zum Aare-Stausee/Schweiz“

TOP 2: Bericht der Naturschutzgruppen

Die Leiterin der Arbeitsgruppe Naturschutz (AGN), Frau Annette Kolb, berichtet über die Arbeit im vergangenen Jahr. Es sind drei neue Projekte begonnen worden: Neuhäuser Teich bei Kirchzarten, Freiburger Güterbahnhof und Laichgewässer im Mooswald. Zu den laufenden Naturschutzdiensten kam ein neuer hinzu: Küssaberg, in Zusammenarbeit mit der Bezirksstelle (BNL). Die AGN ist am Bergwaldprojekt Rohrhardtsberg beteiligt. Man will versuchen, mit dem Arbeitskreis Naturschutz des B.U.N.D. zu kooperieren, um sich am Ölberg-Projekt zu beteiligen.

Im Botanischen Institut gibt es eine neue Stellwand für Bekanntmachungen der Naturschutzgruppen.

Bödischer Landesverein für
Naturkunde und Naturschutz e. V.

Kassenbericht für das Jahr 1996

A. VEREINSKONTEN

	1996	(1995)
Einnahmen		
Mitgliedsbeiträge	16.575,00 DM	(14.505,00 DM)
Spenden für BLNN	7.850,00 DM	(450,00 DM)
Spenden für Bibliothek	660,00 DM	(100,00 DM)
Spenden für AGF	500,00 DM	(400,00 DM)
Spenden für Expedient	100,00 DM	(0,00 DM)
Verkauf Mitteilungen	5.068,00 DM	(30,00 DM)
Verkauf Mitteilungen	105,00 DM	(12.275,41 DM)
ABM-Zuwendungen Arbeitsamt	0,00 DM	(15,56 DM)
Zinsen BLNN-Konten	71,43 DM	(28.155,97 DM)
	<u>31.130,10 DM</u>	

Ausgaben

Storno Mitgliedsbeiträge	1.030,00 DM	(700,00 DM)
Stornogebühren (Kontogebühren)	277,50 DM	(200,00 DM)
Druckkosten Mitteilungen (75%)	12.772,73 DM	(0,00 DM)
Versandkosten Mitteilungen	1.049,54 DM	(19,20 DM)
Versandkosten Rundschreiben	823,54 DM	(709,55 DM)
Post- und Porto (u.a. Druckkostenzuschuß = 25%)	5.812,56 DM	(304,00 DM)
Porto, Büroposten (u.a. Postgebühren)	2.700,00 DM	(0,00 DM)
Aufwandsrückstellungen (Vorräte)	0,00 DM	(53,50 DM)
Exkursionen	0,00 DM	(89,50 DM)
Ausgaben Großland-Exkursion	5.268,67 DM	(0,00 DM)
Ausgaben AGF	0,00 DM	(400,00 DM)
Beiträge an Vereine und Verbänden	902,00 DM	(400,00 DM)
Gebühren	10,00 DM	(902,00 DM)
Gehälter, Lohnsteuer und Lohnnebenkosten	0,00 DM	(300,00 DM)
Versicherung	0,00 DM	(15.536,40 DM)
Kontogebühren BLNN-Konten	569,40 DM	(536,40 DM)
Liquiditätsrückzahlung Kieffer-Fonds	118,37 DM	(153,37 DM)
Liquiditätsrückzahlung Kieffer-Fonds	2.288,17 DM	(0,00 DM)
Summe-Fonds (Einzahlung auf Sparkonto)	260,00 DM	(1.370,50 DM)
	<u>31.216,10 DM</u>	(21.725,36 DM)

Bilanz 1996

Kassenstand am 31.12.1995	14.003,65 DM
Einnahmen	17.126,45 DM
Ausgaben	-31.216,10 DM
Kassenstand am 31.12.1996	<u>13.917,65 DM</u>

Kassenstände am 31.12.1996	
Postsparkonto	1.262,66 DM
Sparkassenkonto	2.426,00 DM
Sparkasse	205,54 DM
Sparkonto	10.003,33 DM
Sparkasse	13.917,65 DM

B. SUMMER-FONDS

Einnahmen

Spenden	200,00 DM	(0,00 DM)
Zinsen	3,56 DM	(0,00 DM)
	<u>203,56 DM</u>	(3,47 DM)

Ausgaben

Kontogebühren	3,00 DM	(3,00 DM)
---------------	---------	-------------

Bilanz 1996

Kassenstand am 31.12.1995 (Sparkbuch)	275,78 DM
Einnahmen	205,56 DM
Ausgaben	3,00 DM
Kassenstand am 31.12.1996 (Sparkbuch)	<u>478,32 DM</u>

C. KIEFFER-FONDS

Einnahmen

Zinsen Bundesbeschriftungs	4.320,00 DM	(4.200,00 DM)
Zinsen Zinssparbuch	7,24 DM	(10,00 DM)
Zinsen Zinssparbuch	224,35 DM	(307,43 DM)
Zinsen Sparkonto	1,55 DM	(0,00 DM)
Ankauf/Verkauf Wertpapiere	6.674,44 DM	(1,52 DM)
Rückführung Liquiditätshilfe	2.288,17 DM	(1.370,50 DM)
	<u>20.793,32 DM</u>	(15.976,70 DM)

Ausgaben

Förderung von Arbeiten für Naturkunde und Naturschutz	8.200,00 DM	(5.500,00 DM)
Erhöhung des Fonds-Kapitals	10.073,61 DM	(0,00 DM)
Depot-Gebühren	69,00 DM	(0,00 DM)
	<u>18.282,61 DM</u>	(5.500,00 DM)

Bilanz 1996

Kassenstand am 31.12.1995	20.482,21 DM
Einnahmen	20.793,32 DM
Ausgaben	18.282,61 DM
Kassenstand am 31.12.1996	<u>22.962,92 DM</u>

Kassenstände am 31.12.1996

Zinsen Zinssparbuch	17.282,16 DM
Zinsguthaben	5.621,68 DM
Sparkonto Kieffer-Fonds	79,08 DM
	<u>22.962,92 DM</u>

Für die Richtigkeit der Angaben

Freiburg, den 06.04.1997

(W. H. Müller - Rechner BLNN)

TOP 3: Bericht des Rechners

Unser Rechner, Herr Wolfgang Müller, berichtet über die Einnahmen und Ausgaben des Vereins: siehe nebenstehenden Kassenbericht für das Jahr 1996.

Die Kasse wurde von Frau Strauss und Herrn Mutterer geprüft. Alle Buchungen waren ordnungsgemäß vorgenommen und es lagen keine Beanstandungen vor. Die Kassenprüfer bitten die Mitglieder, den Rechner zu entlasten. Die Entlastung wird einstimmig erteilt.

Herr Dr. Körner dankt dem Rechner und den beiden Kassenprüfern für ihre Arbeit.

TOP 4: Bericht des Schriftleiters

Herr Dr. Körner berichtet als Schriftleiter, daß für die Jahre 1996 und 1997 ein Doppelheft unserer „Mitteilungen..,“ (Band 16, Heft 3/4) noch in diesem Jahr erscheinen wird.

TOP 5: Sonstiges

Herr Dr. Körner gibt einen Ausblick auf die geplanten Veranstaltungen im Jahr 1997: Eine Vortragsreihe mit dem Rahmenthema „Die Baar“ ist vorgesehen.

Wie im vergangenen Jahr werden den Rundschriften an die Mitglieder auch in Zukunft Einladungen zu weiteren Exkursionsprogrammen, z.B. „Botanischer Exkursionskreis Südbaden“ (Kontaktperson Reinhold Treiber) und „Exkursionskreis für ganzheitliche Landschaftskunde“ (Dr. J.W. Bammert), beigelegt werden.

Herr Dr. Körner schließt um 20 Uhr die Versammlung.

Dr. H. Körner
(Versammlungsleiter)

Dr. J.W. Bammert
(Protokollführer)

„Empfänger unbekannt verzogen“

In jedem Jahr verliert der BLNN eine beachtliche Anzahl Mitglieder (meist 10 bis 20!), weil sich deren Adresse geändert hat und sie es leider versäumt haben, unsere Geschäftsstelle zu benachrichtigen. In der Regel stellen wir dies erst dann fest, wenn das Heft der BLNN-Mitteilungen oder das Veranstaltungsprogramm mit dem postalischen Vermerk „Empfänger unbekannt verzogen“ wieder zurückkommt.

Für den Vorstand bedeutet das einen unnötigen, weil vermeidbaren Arbeitsaufwand und für unsere Vereinskasse zusätzliche Kosten. Bedauerlich ist natürlich auch der auf diese Weise zustande kommende Mitgliederschwund, welcher nur mühsam durch Neubetriebe wieder auszugleichen ist. Vielleicht fragt sich manch einer aber auch, warum er von uns nichts mehr hört.

Deshalb auch diesmal wieder der dringende Wunsch: Teilen Sie jede Änderung Ihrer Anschrift und/oder Ihrer Bankverbindung bitte gleich unserer Geschäftsstelle mit, damit wir unsere Mitgliederdatei aktualisieren können.

Um doch das eine oder andere verschollene Mitglied wieder ausfindig zu machen, wollen wir auch hier wieder die Namen derjenigen Mitglieder veröffentlichen, deren gegenwärtige Anschrift uns nicht bekannt ist, – in der Hoffnung, daß vielleicht einer der Leser einen entsprechenden Hinweis an unsere Geschäftsstelle geben kann.

Die Anschriften folgender Mitglieder sind uns derzeit nicht bekannt:

Klaus Jürgens, Konstanz
Hubert Laufer, Neuried
Paul Mann, Dornhan-M.
Sabine Mayer, Freiburg
Uwe Miritz, Rottweil
Margarete Münch, Freiburg
Dr. Ruth Noack, Schopfheim
Karin Opeker, Freiburg

Julia Probst, Merdingen
Rüdiger M. Schmelz, Osnabrück
Emerich Sumser, Gundelfingen
Dr. D. & J. Troschel, Umkirch
Christof Trzebitzky, Freiburg
Heike Uther, Eckernförde
Holger Volkmann, Kirchzarten
Thomas Wasmer, Konstanz

Mitteilungen
des Badischen Landesvereins für
Naturkunde und Naturschutz e.V.

Freiburg i. Br.

N.F. Band 17, Heft 2

Schriftleitung: Helge Körner

Freiburg i. Br. 1999

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	2	219-507	1999	Freiburg im Breisgau 23. September 1999
--	---------	---	---------	------	--

Die Drucklegung dieses Heftes wurde gefördert
durch Mittel aus dem PROF.-FRIEDR.-KIEFER-Fonds des BLNN
und durch Mittel der Wissenschaftlichen Gesellschaft Freiburg.

Herstellung: Systemdruck+Verlags-GmbH, Grünstraße 13, D-79232 March-Hughstetten

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Übersetzungen, Nachdruck, Vervielfältigung auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege sowie Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from the publisher.

Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.
Gerberau 32, D-79098 Freiburg i.Br.

ISSN 0067-2858

Im Zwergengarten der Geobotanik

Ökologische und populationsbiologische Forschungen zu
Isoëto-Nanojuncetea- und *Isoëto-Littorelletea*-Arten und -Gesellschaften

Ergebnisse des

1. FREIBURGER GEOBOTANISCHEN KOLLOQUIUMS

vom 29. - 31. Januar 1999



Vorwort

Geobotanische Symposien, die ein fest umrissenes Thema haben, widmen sich im internationalen Rahmen meist einem allgemeinen vegetationskundlichen Phänomen, wie z.B. dem Zusammenhang zwischen Klima und Pflanzendecke. Durch den Austausch von Ideen, Vorgehensweisen und Ergebnissen wird versucht, allgemein gültige Gesetzmäßigkeiten zu entdecken und methodisch einen Schritt weiter zu kommen. Workshops und Tagungen mit einem nationalen oder regionalen Teilnehmerkreis haben oft die Vegetationsverhältnisse eines konkreten Raumes zum Gegenstand und beleuchten die Vielfalt seiner Vegetationstypen und die Wechselbeziehungen zwischen den Landschaftselementen. Neben diesen beiden Ansätzen, die der Allgemeinen bzw. der Regionalen Geobotanik zugeordnet werden können, steht die Spezielle Geobotanik: Sie beschäftigt sich mit einem bestimmten Vegetationstyp, seinen Umweltbedingungen und den ökologischen Anpassungen seiner Schlüsselarten. Einem solchen Thema der Speziellen Vegetationskunde war das 1. Freiburger Geobotanische Kolloquium gewidmet.

Ziel war es, eine überschaubare Zahl von Kolleginnen und Kollegen zu einem Gedankenaustausch zusammenzuführen, die in den vergangenen Jahren mit verschiedenen methodischen Ansätzen unterschiedliche Aspekte ein und desselben Vegetationstyps untersuchten. Wir wählten hierzu die Zwergbinsen- (Isoëto-Nanojuncetea) und die Strandlingsgesellschaften (Isoëto-Littorelletea) aus. Hierfür gab es zwei Gründe: Zum einen handelt es sich um Vegetationstypen, die Habitate mit extremen Umweltbedingungen besiedeln (periodische Überflutung bzw. Staunässe, episodisches Trockenfallen). Es sind Grenzlebensräume für Kormophyten (WILMANN 1998). Die Standorte sind, zumindest oberirdisch, zeitweilig vegetationsfrei. Die Bestände werden von annuellen, zwergwüchsigen Pflanzen oder von ausdauernden, krautigen Arten mit sehr spezifischen Anpassungen (Isoëtiden) aufgebaut. Für stellenäquivalente Arten hat DIELS (1906) in seiner Monographie „Die Pflanzenwelt von West-Australien südlich des Wendekreises“ den Begriff „Zwergpflanzenflora“ geprägt. Ihn haben wir mit dem Tagungstitel „Zwergengarten“ aufgegriffen. Ein zweiter Grund für die Wahl dieser beiden pflanzensoziologischen Klassen war, dass neue Ergebnisse zur Populationsbiologie, zur Aut- und zur Synökologie dieser Arten und Gesellschaften vorliegen. Auch in unserer eigenen Arbeitsgruppe in Freiburg laufen Untersuchungen zu den Isoëto-Nanojuncetea. Auf diese Klasse bezogen sich die meisten Kolloquiumsbeiträge.

Mit dem Ansatz, einen Vegetationstyp möglichst vielseitig zu beleuchten und ihn exemplarisch zu untersuchen, folgten wir einem Weg, den der Basler MAX MOOR (1936) in seiner Monographie „Zur Soziologie der Isoëtetalia“ beschritten hat. Im Vorwort schreibt er: „Vorliegende Arbeit behandelt die Pflanzengesellschaften der Ordnung der Isoëtetalia und versucht, ihre Soziologie möglichst allseitig zu beleuchten, wobei der Begriff Soziologie sowohl Gefüge und Ökologie, als auch Genetik, Verbreitung und Systematik umfaßt.“ Und später fährt er fort: „Da die Untersuchungen viel Arbeit erforderten, und da sie sich auf ein großes Gebiet erstreckten, war die Beschränkung auf eine einzige Ordnung von Pflanzengesellschaften nötig. Ich glaube aber, daß gerade eine solche Beschränkung, die eine eingehende Behandlung eines enger begrenzten Stoffgebietes erlaubt, zur Lösung allgemeiner Fragen wertvolle Beiträge liefern kann.“

Wie vielfältig MOOR die Phänomene bereits betrachtet hat, zeigt sich auch an den Unterkapiteln zu der Beschreibung der jeweiligen Assoziationen, die folgende Titel tragen: „Synonyme, floristische Charakteristik; Typus- und Faziesbildung; Soziologische Struktur; Periodizität; Ökologie; Einfluß der menschlichen Eingriffe; Blüten- und Verbreitungsbiologisches; Sukzession; Geographische Verbreitung“. Um einige dieser Themen kreisen jeweils mehrere Beiträge des vorliegenden Bandes, so etwa um die Keimungsbiologie, die sich bei MOOR hinter Periodizität/Ökologie verbirgt. Ein

Stichwort, das in einer Vielzahl von Referaten auftauchte, fehlt jedoch bei MOOR völlig: Es lautet „Diasporenbank“. Beim Verbreitungsbiologischen, heute präziser „Ausbreitungsbiologischen“ genannt, werden von ihm insbesondere Anemochorie und Hydrochorie zur raschen Wiederbesiedlung der Standorte genannt. Überlegungen zur Rolle der Diasporenbank fehlen. MOOR hatte nur die Wiederbesiedlung von außen nach einer Zerstörung der Bestände im Auge, nicht deren Wiederbelebung aus der Samenbank. Diese spielt jedoch eine entscheidende Rolle, wie mehrere Beiträge zeigen, insbesondere der einleitende Übersichtsartikel von PETER POSCHLOD.

Der vorliegende Band enthält die schriftliche Fassung fast aller Vorträge des Kolloquiums. Sie sind nach Themenkreisen geordnet. Am Beginn stehen die populationsbiologischen und keimungsökologischen Untersuchungen. Es folgen Arbeiten mit standortökologischem Schwerpunkt. Den Hauptteil bilden Beiträge zur ökologischen und floristisch-soziologischen Charakterisierung der Gesellschaften ausgewählter Räume. Syntaxonomische Fragen treten in den Hintergrund. Da sei auf die Übersichten von PIETSCH (1973) und BRULLO & MINISSALE (1999) verwiesen. Geographische Schwerpunkte sind Mitteleuropa und der Mittelmeerraum, wo – vor allem in den mehr ozeanischen Gebieten – Gesellschaften der Isoëtetalia ihre Hauptverbreitung besitzen. Einheiten der Cyperetalia fuscii hingegen, so zeigt ein Beitrag, sind noch in Sibirien vielfältig vertreten. Fragen der Nischenäquivalenz wurden in einem Referat zu Sickerfluren der Tropen angesprochen.

Da Seltenheit, Kurzlebigkeit, Kleinflächigkeit, Zwergwuchs und Stenökie einen Vegetationstyp sehr empfindlich machen gegenüber Umweltveränderungen, spielen die Frage der Bedrohung und die Möglichkeiten des Schutzes dieser Vegetation in vielen Beiträgen eine Rolle. Damit (und mit mehreren Beiträgen aus dem südwestdeutschen Raum) hoffen wir, dass dieser geographisch breit, thematisch aber eng ausgerichtete Band dennoch das Interesse der Leserschaft der „Mitteilungen“ findet. Wir bedanken uns beim Badischen Landesverein für Naturkunde und Naturschutz für die Möglichkeit, die Beiträge der Freiburger Tagung als Themenheft publizieren zu können, und beim verantwortlichen Schriftleiter, Herrn Dr. Helge Körner, für die sorgfältige Redaktion der Manuskripte. Die Wissenschaftliche Gesellschaft Freiburg gewährte dankenswerterweise einen Zuschuss zu den Druckkosten.

Unser Dank gilt auch allen Mitarbeitern der Abteilung Geobotanik, die bei der Durchführung der Tagung geholfen haben, der Fakultät für Biologie der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg für die finanzielle Unterstützung des Kolloquiums und den Kollegen vom Institut für Biologie I (Zoologie), die freundlicherweise die Tagungsräume zur Verfügung stellten.

Freiburg, im September 1999

ULRICH DEIL, ARNO BOGENRIEDER, ERWIN BERGMEIER

Schrifttum

BRULLO, S. & MINISSALE, P. (1999): Considerazioni sintassonomiche sulla classe Isoëto-Nanojuncetea. – *Itinera Geobotanica* 11, 263-290.

DIELS, L. (1906): Die Pflanzenwelt von West-Australien südlich des Wendekreises. – 413 S., Leipzig.

MOOR, M. (1936): Zur Soziologie der Isoëtetalia. – *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz* 20, 148 S., Bern.

PIETSCH, W. (1973): Beiträge zur Gliederung der europäischen Zwergbinsengesellschaften (Isoëto-Nanojuncetea Br.-Bl. & Tx. 1943). – *Vegetatio* 28, 401-438.

WILMANN, O. (1998): Ökologische Pflanzensoziologie. – 6. Aufl., 405 S., Wiesbaden.

INHALT

POSCHLOD, P., BÖHRINGER, J., FENNEL, S., PRUME, C. & TIEKÖTTER, A.: Aspekte der Biologie und Ökologie von Arten der Zwergbinsenfluren	219
PIETSCH, W.: Zum Keimverhalten ausgewählter Arten mitteleuropäischer Zwergbinsengesellschaften	261
BERNHARD, K.-G.: Die Bedeutung der Diasporenbank für die langfristige Erhaltung von Isoëto-Nanojuncetea-Gesellschaften	275
VAHLE, H.-C.: Die Optimierung des eigenen Standortes durch das Isoëto-Lobelietum	281
CHABBI, A.: <i>Juncus bulbosus</i> as a pioneer species in acidic lignite mining lakes: Source of inorganic carbon assimilation and phosphorus uptake kinetics	293
HOBHOM, C. & PETERSEN, J.: Zur Artenvielfalt von Zwergbinsengesellschaften	303
URBAN, K.: Plastizität bei Pflanzenarten der Heideweiherr	309
VOGEL, A.: Das Überleben von <i>Corrigiola litoralis</i> , <i>Illecebrum verticillatum</i> und <i>Herniaria glabra</i> (Illecebraceae) auf Industriebrachen und an Talsperrenufern in Nordrhein-Westfalen.	323
TÄUBER, T.: Vegetationsökologische und populationsbiologische Untersuchungen an niedersächsischen Zwergbinsengesellschaften – Mit einem Beitrag zur Gliederung der Isoëto-Nanojuncetea Deutschlands	337
PETERSEN, J.: Littorelletea- und Isoëto-Nanojuncetea-Gesellschaften der niederländischen, deutschen und dänischen Inseln des Wattenmeeres	355
POPIELA, A.: Communities and species of Isoëto-Nanojuncetea in Poland – syntaxonomic classification, distribution and current state of research	369
HERMS, U.: Unterschiedliche Verteilungen von Isoëto-Nanojuncetea- und Littorelletea-Arten an ökologisch differenzierten Sekundärgewässertypen im Raum Osnabrück	381
DIENST, M. & STRANG, I.: Zum Zustand des <i>Deschampsietum rhenanae</i> am Bodensee	389
ALBRECHT, H.: Vergesellschaftung, Standorteigenschaften und Populationsökologie von Arten der Klasse Isoëto-Nanojuncetea auf Ackerflächen	403
NEZADAL, W.: Isoëto-Nanojuncetea-Arten als Bestandteil von Ackerunkrautgesellschaften in Nordbayern und auf der Iberischen Halbinsel	419
RUDNER, M., DEIL, U. & GALÁN DE MERA, A.: Zwergbinsengesellschaften im Südwesten der Iberischen Halbinsel. Standörtliche Einnischung und floristische Differenzierung	427
JANSEN, J. & MENEZES DE SEQUEIRA, M.: The vegetation of shallow waters and seasonally inundated habitats (Littorelletea and Isoëto-Nanojuncetea) in the higher parts of the Serra da Estrela, Portugal	449
BERGMEIER, E. & RAUS, T.: Verbreitung und Einnischung von Arten der Isoëto-Nanojuncetea in Griechenland.	463
ÜNAL, A.: Zum Stand der Erforschung von Zwergbinsengesellschaften in Sibirien	481
POREMBSKI, S.: Dynamik und Diversität von Sickerfluren auf tropischen Inselbergen	497

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	2	219-260	1999	Freiburg im Breisgau 23. September 1999
--	---------	---	---------	------	--

Aspekte der Biologie und Ökologie von Arten der Zwergbinsenfluren

von

PETER POSCHLOD, JÖRG BÖHRINGER, SABINE FENNEL, CHRISTIAN PRUME
& ANKE TIEKÖTTER, Marburg*

Zusammenfassung: Ausgewählte Aspekte der Biologie und Ökologie von Zwergbinsenarten werden vorgestellt.

Untersuchungen zur saisonalen und langfristigen Vegetationsdynamik im Gelände und solche unter kontrollierten Bedingungen in Wasserbecken haben gezeigt, daß die Arten der ausgewählten Standorte (Flußufer, Flachwasserseen, Teiche) hinsichtlich des hydrologischen Regimes unterschiedliche Nischen besitzen. Während die meisten Arten nur nach Trockenfallen unter nassen und/oder feuchten Bedingungen auflaufen, gibt es daneben auch Arten, die unter Wasser keimen, sich etablieren und sogar reproduzieren können. Allerdings etabliert sich unter letzteren Bedingungen immer nur ein Teil der Individuen einer „Diasporenpopulation“. Die notwendigen offenen und konkurrenzarmen Standorte können durch extreme Hochwasserereignisse aufrechterhalten werden. Eine natürliche Neuschaffung von Standorten, z.B. in Umlagerungsstrecken in unbeeinflussten Flußstrecken, ist heute unterbunden. Allerdings wurden bis vor kurzem durch die Anlage von Teichen und ihrer entsprechenden Bewirtschaftung, die Freilandhaltung von Schweinen in Auenbereichen oder Ackerbau auf überflutungsgefährdeten Standorten zahlreiche neue Nischen geschaffen, die den Arten auch bei „ungeeigneten“ hydrologischen Regimen durch entweder gelegentliches Ablassen des Wasserkörpers (Teiche) bzw. durch die Offenboden schaffenden Störungen (Schweine, Ackerbau) eine Etablierung ermöglicht haben. Der heute zu beobachtende Rückgang der Zwergbinsenfluren und ihrer Arten ist deshalb nicht nur auf wasserbauliche Maßnahmen an Flüssen bzw. die Entwässerung von Flachwasserseen zurückzuführen, sondern auch in der Aufgabe traditioneller Landnutzungsformen zu sehen.

Entsprechend der jahreszeitlich nur während eines Teils der Vegetationsperiode und über längere Zeiträume hinweg oft nur gelegentlichen Verfügbarkeit der Nischen sind die Arten an eine hohe Ausbreitungsfähigkeit über die Zeit angepaßt. Die Diasporen können möglicherweise nicht nur Jahrzehnte, sondern sogar mehr als ein Jahrhundert unter Bedingungen überdauern, die den Arten kein Auflaufen ermöglichen. Auf kurzfristig geeignete Standortbedingungen können die Arten sofort reagieren, da eine Dormanz durch entsprechende Umweltfaktoren (z.B. kon-

* Anschrift der Verfasser: Prof. Dr. PETER POSCHLOD, Dipl.-Biol. JÖRG BÖHRINGER, Dipl.-Biol. SABINE FENNEL, Dipl.-Biol. CHRISTIAN PRUME, Dipl.-Biol. ANKE TIEKÖTTER, Naturschutz II/ Fachbereich Biologie, Philipps-Universität, D-35032 Marburg

stante Temperaturen, Beschattung, Dunkelheit) nur erzwungen ist. Eine hohe Keimungsrate tritt nur bei „optimalen“ Bedingungen auf. Unter diesen Bedingungen findet eine Keimung über die ganze Vegetationsperiode hinweg statt. So reicht den *Limosella aquatica*-Populationen am Rhein ein Auflaufen noch Anfang Oktober aus, um sich erfolgreich zu reproduzieren. Unter Wasser aufgelaufene Individuen wachsen nach dem Trockenfallen weiter und reproduzieren sich. Diese hohe Plastizität der Diasporen- und der adulten Population kennzeichnet alle Arten und ermöglicht ihnen neben der Tatsache der extrem dauerhaften Diasporenbank das langfristige Überleben. Das letztgenannte Merkmal läßt auch die tatsächliche Gefährdung der Arten der Zwergbinsenfluren vergleichsweise gering erscheinen, wenn unter der Voraussetzung entsprechender Standortbedingungen durch entsprechende Maßnahmen („Störung“) konkurrenzarme Offenbodenbedingungen geschaffen würden.

Summary: Selected aspects on the biology and ecology of Nanocyperion species are presented. - Studies on the seasonal and long-term vegetation dynamics and under experimental conditions in water basins have shown, that the species of the selected habitats (river banks, shallow lake with strongly fluctuating water levels, ponds) have different niches with respect to the hydrological regime. Whereas most of the species only establish after drainage under wet or moist conditions there are few species such as *Schoenoplectus supinus* and *Limosella aquatica* which germinate and reproduce (only *Limosella*) under water. However, the number of individuals is much lower under flooded conditions. The necessary conditions, open soil and no or few other competitive species, are maintained by extreme flooding events which can destroy e.g. reed stands which spread to the open places. A „natural“ establishment of new habitats, e.g. banks in rivers, is very rare today due to the extensive correction and management of rivers. However, until recently many new suitable habitats were created by man such as ponds, herding pigs in floodplain pastures or by ploughing on occasionally flooded sites which allowed species of the Nanocyperion to establish after occasional drainage of the ponds or after management creating soil disturbances. The actual decrease and threat of the species, therefore, can be attributed not only to the correction and hydrological management of rivers and shallow lakes but mainly to the abandonment of traditional land use forms in occasionally flooded habitats.

With respect to the niches which are seasonally mostly only for a short period and on a long-term only occasionally available species are adapted to the dispersal in time which means a very permanent seed bank. Seeds can probably survive in the soil/sediment not only for decades but for more than hundred years. Species are adapted to the short-term availability of suitable habitat conditions that the dormancy is only enforced, that means germination is only inhibited by unfavourable environmental conditions such as constant temperatures, shading or darkness. If germination occurs under non-optimal conditions the rate is strongly reduced which shows the high plasticity of the seed population of Nanocyperion species in this respect and guarantees that at least part of the population survives in the seed bank. The high phenotypic plasticity of both, the seed and the adult population, is very characteristic these species which occur in these „unpredictable“ habitats. Germination takes place throughout the whole vegetation period under optimal conditions. A drainage only at the beginning of October is still enough that germination takes place and individuals reproduce successfully. Individuals of *Limosella aquatica* which germinate under water grow on after drainage. With respect to the

character persistence of the seed bank species seem not to be threatened as it may be stated in Red Data Books if occasional disturbance management in sites of former occurrence create respective open niches.

Einleitung:

„Zwergbinsen“ gelten aufgrund ihres seltenen und sporadischen Auftretens als botanische „Kostbarkeiten“ (ELLENBERG 1996). Häufig in unterschiedlichster Vergesellschaftung wachsen sie in einer Vielfalt von Standorten von Flußufern, Schlammböden in Teichen, Waldwegen etc., die entweder durch starke Wasserspiegelschwankungen oder langanhaltende Feuchtigkeit gekennzeichnet sind. Sowohl die Standorte als auch deren Arten haben bereits seit langer Zeit Wissenschaftler fasziniert.

MOOR (1936) bearbeitete als erster vergleichend Vegetation und Standort. Die dort angewandte soziologische Gliederung wurde später von PIETSCH (1963, 1973) überarbeitet. Heute läßt das häufig vereinzelte Vorkommen vieler Arten, v.a. bedingt durch das Verschwinden der für diese Arten charakteristischen Standorte in einer traditionellen Kulturlandschaft (z.B. die Kleinlings-Hornmoos-Gesellschaft in den Mulden zwischen Wölbäckern [„Muldenäcker“, vgl. MOOR 1936, S. 46]; Zypergras-Gesellschaft auf langfristig nassen Trittstellen in extensiven Viehweiden [vgl. MOOR 1936, S. 110]) diese ursprüngliche Gliederung oft nur schwer nachvollziehen oder sie sind untrennbar verzahnt mit Therophytenfluren der Zweizahn- und Melden-Ufergesellschaften.

In dieser Arbeit stehen deshalb v. a. die heute noch häufigeren Gesellschaften, die an Flußufern und am Rande von Flachwasserseen vorkommende Zypergras-Schlammkraut-Gesellschaft (Cypero-Limoselletum) und die für Teichböden typische Teichriet-Böhmerseggen-Gesellschaft (Eleochari-Caricetum bohemicae) im Mittelpunkt. Unter den Arten, die hier näher betrachtet werden, wurden nur solche ausgewählt, die als typische Arten der Zwergbinsenfluren gelten (ELLENBERG 1996). Aufgrund der Artenvielfalt auf den untersuchten amphibischen Standorten wurde auf eine umfassende vegetationskundliche Darstellung verzichtet. Nur bei der Beschreibung der Vegetationsdynamik wurden ausgewählte, konkurrierende oder für ein jeweiliges hydrologisches Regime typische Arten zusätzlich dargestellt.

Auch die Biologie dieser Arten hat bereits sehr früh die Aufmerksamkeit der Botaniker auf sich gezogen. Bereits DARWIN (1859) setzte sich damit auseinander „what enormous ranges many fresh-water and even marsh-species (hierzu zählen die Zwergbinsen, Anm. d. Autors) have“. Er bemerkte: „I think favourable means of dispersal explain this fact. I have before mentioned that earth occasionally, though rarely, adheres in some quantity to the feet and beaks of birds. Wading birds, which frequent the muddy edge of ponds, if suddenly flushed, would be the most likely to have muddy feet. Birds of this order I can show are the greatest wanderers ...“. Damit stellte er bereits die wahrscheinlich häufigste Ausbreitungsmöglichkeit von Zwergbinsenarten auf entsprechenden Standorten fest, die von KERNER VON MARILAUN & HANSEN (1921) bestätigt wurde (vgl. auch BERNHARDT 1989). DARWIN (1859) wies aber noch ein weiteres typisches Merkmal von Arten auf Schlammböden nach, das Vorhandensein einer Samenbank im Sediment: „I do not believe that botanists are aware how charged the mud of ponds is with seeds: ... I took in February three table-spoonfuls of mud from three different points, beneath

water, on the edge of a little pond; this mud when dry weighed only 6 $\frac{3}{4}$ Ounces; I kept it covered up in my study for six months, pulling up and counting each plant as it grew; the plants were of many kind (ob Zwergbinsen?, Anm. des Autors), and were altogether 537 in number; and yet the viscid mud was all contained in a breakfast cup!" SALISBURY (1942, S. 192) vermutete erstmals eine über Jahrzehnte persistente Diasporenbank der Zwergbinsenarten der Teichbodengesellschaften: "That the seeds of such plants do actually remain dormant for long periods in the mud is shown by the fact that viable seeds have been obtained by the writer from the floor of a reservoir at a depth of from six to twelve inches below the surface of the caked mud, and rare species sometimes appear in vast numbers in localities where they have not been seen for many years, and where too a suitable situation for their growth may not have been available for a considerable period". Auch vermutete er schon damals, daß dies für die in diesen Gesellschaften vorkommenden Kryptogamen – er nennt *Botrydium granulosum* und *Riccia crystallina* (= *R. cavernosa*) – ebenso gilt.

Der gleiche Autor beschäftigte sich später mit ausgewählten Aspekten der Keimungsbiologie der „Pionierarten“ auf Schlammböden (die meisten gehören zu den sog. Zwergbinsenarten – Anm. des Autors; SALISBURY 1970, vgl. auch für einzelne Arten SALISBURY 1967a, b, c, 1969). Er stellte fest, daß die meisten Arten keine angeborene Dormanz besitzen, d.h. die Keimbereitschaft nur durch externe Faktoren geregelt wird, und daß Licht eine wichtige Voraussetzung für die Keimung ist. In einer vorhergehenden Arbeit (SALISBURY 1942) wies er bereits nach, daß diese Arten eine hohe reproduktive Kapazität besitzen, d.h. sehr viele Diasporen produzieren. Allerdings sind viele Arten in ihrer reproduktiven Kapazität sehr plastisch. So ist diese u.a. vom Zeitpunkt des Auflaufens und der damit verbliebenen Dauer der Vegetationsperiode abhängig (CUMMING 1959, SALISBURY 1970).

Die hohe phänotypische Plastizität der Arten „amphibischer Standorte“ hat bereits GLÜCK (1905 ff) schon Anfang diesen Jahrhunderts zu umfangreichen Untersuchungen angeregt. Im Rahmen seiner „Biologischen und morphologischen Untersuchungen über Wasser- und Sumpfgewächse“ beschäftigte er sich v.a. mit der phänotypischen Plastizität der Keimlinge und adulten Pflanzen unter besonderer Berücksichtigung des Wasserhaushaltes (Wassertiefe, Wasserstandsschwankungen) beschäftigt (vgl. Tab. 1). Er stellte fest, daß die Plastizität der von ihm untersuchten Arten bezüglich der amphibischen Standort enorm groß ist. Arten der Zwergbinsengesellschaften werden aber ausschließlich hinsichtlich der „Formenmannigfaltigkeit“ in Abhängigkeit vom Wasserstand beschrieben (GLÜCK 1911). In diesem Zusammenhang muß auch auf die Arbeit von VON LAMPE (1996) verwiesen werden. Sie beschrieb erstmals die Vielfalt der Wuchsformen der einzelnen Arten als „strukturelle Anpassungserscheinungen an eine ephemere Lebensweise“. Mit Hilfe von umfangreichen Wuchsrhythmusanalysen, die zahlreiche Aspekte innerhalb der Lebensgeschichte umfassen, interpretierte sie die verschiedenen Areale von 33 Arten der Zwergbinsengesellschaften. Sie betont ebenso die Möglichkeit der Zwergbinsenarten, „bei sehr geringer Ausdehnung des vegetativen Apparates erstmalig blühen zu können und auf diese Weise innerhalb weniger Wochen reife Früchte hervorzu bringen“. Weiter schreibt sie zusammenfassend: „Unter günstigen Wachstumsbedingungen führt ununterbrochen fortgesetzte Bereicherung zu einer hohen Diasporenproduktion“. Auch sie weist auf die große phänotypische Plastizität bei unterschiedlichem Wasser- und Nährstoffangebot hin.

Schließlich soll noch auf zwei weitere „klassische“ Arbeiten verwiesen werden, in denen u.a. auf die Ökologie und Biologie der Zwergbinsenpflanzen eingegangen wurde, ohne daß diese aber wesentliche neue Aspekte zu den bereits o.g. Arbeiten hinzugefügt haben, nämlich das Werk von HEJNY (1960) über die „Ökologische Charakteristik der Wasser- und Sumpfpflanzen in den slovakischen Tiefebene“ und schließlich das beeindruckende Werk von SCULTHORPE (1967), eine Kompilation der Literatur über “The Biology of Aquatic Vascular Plants”. Letztendlich soll noch auf das von CRAWFORD (1987) herausgegebene Buch über “Plant Life in Aquatic and Amphibious Habitats” hingewiesen werden. Was kann so einer umfangreichen Literatur noch neues hinzugefügt werden?

Die verschiedenen Aspekte zur Biologie und Ökologie der einzelnen Arten wurden separat und mit Ausnahme der Arbeit von SALISBURY (1970) nicht zusammenfassend betrachtet. Detaillierte Untersuchungen zur Diasporenbank liegen mit Ausnahme der Arbeiten von BERNHARDT (1989, 1993), die aber nur Arten bzw. Gesellschaften des Verbandes Radiolion linoidis berücksichtigen, und POSCHLOD et al. (1993, 1996) nicht vor.

Gleiches gilt für vergleichende Untersuchungen zur Charakterisierung der räumlichen und zeitlichen Nische von Zwergbinsenarten, der saisonalen und langfristigen Populationsdynamik und der diese steuernden Faktoren. Erste Ergebnisse wurden von BERNHARDT (1993) für Flußufer und Sandabgrabungen in Nordwestdeutschland und für Teiche von POSCHLOD (1996) und POSCHLOD et al. (1996) vorgestellt.

Und schließlich gibt es mit Ausnahme der wenigen Angaben von PIETSCH (1963, 1973) und vor allem PHILIPPI (1969) keine Hinweise darauf, welche Veränderungen in der Kulturlandschaft welche Auswirkungen auf das Vorkommen der Zwergbinsengesellschaften gehabt haben. Empfehlungen über das „Management“ dieser meist als bedroht geltenden Standorte und ihrer Arten liegen deshalb mit Ausnahme der Teichbodengesellschaften (FRANKE 1988, POSCHLOD et al. 1996) nicht vor.

Aus diesem Grunde soll in einem ersten Teil eine vergleichende Betrachtung der räumlichen und zeitlichen Nische der Zwergbinsenarten und der diese bestimmenden Faktoren erfolgen. Dabei wird auch auf die Veränderungen der Kulturlandschaft in ihrer Bedeutung für das Überleben dieser Arten eingegangen. Folgende Fragestellungen stehen im Mittelpunkt:

Welche Nische bezüglich des Wasserhaushaltes besitzen die Zwergbinsenarten? Dabei steht folgende Hypothese im Vordergrund: *Langfristige Überflutungen bei gleichzeitig starken Amplituden der Wasserstandsschwankungen sind die Störungsfaktoren, die die notwendigen, konkurrenzarmen Nischen für die Zwergbinsenarten schaffen können – je nach Überflutungsdauer, – dynamik und des Vorkommens von Extremereignissen (z.B. extreme Hochwässer, extreme Niedrigwasser) variieren sie in Raum und Zeit.*

Gibt es „Ersatznischen“ bei einer Verschiebung des Wasserhaushaltes? Die Hypothese ist, daß *mechanische Störungen, die ausreichend konkurrenzarme Standorte wenigstens kurzfristig schaffen, in bestimmtem Umfang Ersatznischen schaffen können (die Bedeutung der Landnutzung)!*

In einem zweiten Teil soll auf die Anpassungen, „zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort zu sein“, bedingt durch die hohe zeitliche und räumliche Dynamik der für die Zwergbinsenarten geeigneten Nischen, eingegangen werden.

Dabei stellt sich die Frage nach den Ursachen der „schnellen“ Reaktion der Arten auf die Bereitstellung der Nischen. Folgende Hypothese liegt dieser Fragestellung zugrunde: *Da die Ausbreitung im Raum saisonal bedingt ist und das „Treffen“ einer geeigneten Nische eher vom Zufall abhängt, müssen die Arten über eine extrem hohe Kapazität der Ausbreitung in der Zeit (persistente bzw. permanente Diasporenbank) verfügen.*

Daraus leitet sich die Frage ab, welche „äußeren“ und „inneren“ Faktoren die Reaktion der Diasporen bei der Bereitstellung der Nische regeln? Folgende Hypothesen stehen dabei im Vordergrund: *Da fast alle Zwergbinsenarten entweder einjährig oder kurzlebig sind, sind entweder – keimungsregelnde Faktoren für das Auflaufen verantwortlich, die eine Keimung unter Wasser einschränken bzw. unterdrücken (Sauerstoffarmut, fehlende Temperaturschwankungen, Temperaturen, ...). Eine primäre Dormanz verhindert ein sofortiges Auflaufen! Eine sekundäre Dormanz sollte erzwungen sein, damit ein Auflaufen bei geeigneten Bedingungen sofort erfolgt!*

Material und Methoden

Untersuchungsgebiete

Die Untersuchungsgebiete wurden hinsichtlich der unterschiedlichen Standorte (v.a. bezogen auf den Wasserhaushalt), an denen Arten bzw. Gesellschaften des Verbandes *Elatino-Eleocharition ovatae* vorkommen, ausgewählt. Mit Ausnahme des Lonjsko Polje sind sie alle in Baden-Württemberg gelegen (Abb. 1).

Die erste Gruppe von Standorten, der „Kleine Bodensee“ bei Karlsruhe und der „Kosperskern“ bei Philippsburg, befinden sich am **Oberrhein** und werden durch dessen hydrologisches Regime, d.h. Hochwässer im Frühjahr/-sommer (Schneeschmelze in den Mittelgebirgen) und Sommer (Schneeschmelze und Sommerregenfälle in den Alpen), Niedrigwasser im Herbst und Winter, beeinflusst. Allerdings weichen die Wasserstandsganglinien der einzelnen Jahre immer wieder davon ab. So existieren Jahre mit durchgängig hohen oder auch niedrigen Wasserständen. Starkregenfälle, v.a. im Schwarzwald, können immer wieder zu kurzfristigen Hochwasserereignissen führen.

Der „Kleine Bodensee“ ist ein relativ junges Gebilde. Noch im Jahre 1700 sind an der Stelle des heutigen Altarms eingedeichte Wiesen und Äcker verzeichnet (MUSALL 1969). Danach verlagerte sich das Hauptbett des Rheins und es entstand in diesem Bereich eine neue Schlinge, die durch eine erneute Verlagerung des Rheinbettes im Jahre 1780 zum Altarm wurde. Die Verbindung zum Rhein wurde durch die Tulla'sche Rheinkorrektur in den Jahren 1818-21 noch verringert, Anfang des 20. Jahrhunderts wurden schließlich die ersten Dämme zwischen Rhein und dem Kleinen Bodensee errichtet. Heute ist der Kleine Bodensee nicht mehr direkt mit dem Rhein verbunden, sondern nur mit der in den Rhein fließenden Alb über ein Durchlaßbauwerk. Trotzdem kann er darüber noch vom hydrologischen Regime des Rheins beeinflusst werden, wenn bei entsprechenden Wasserständen ein Anstau der Alb bewirkt wird.

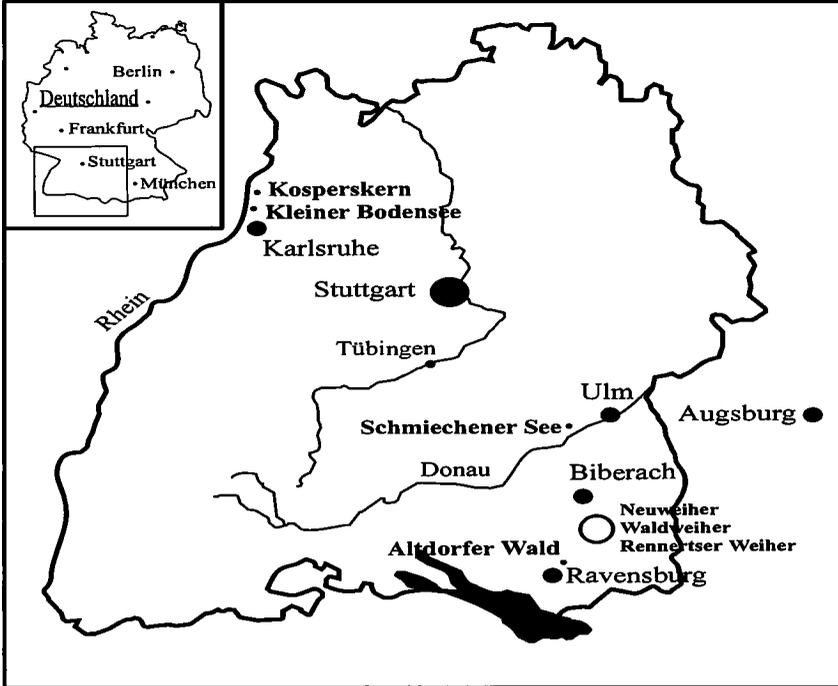


Abb. 1: Lage der Untersuchungsgebiete in Südwestdeutschland (Erläuterungen siehe Text).

Der „Kosperskern“ liegt auf der Rheinschanzinsel und ist heute ein Polder, der durch die Entnahme von Bodenmaterial zur Erneuerung der Hochwasserschutzdeiche im Jahre 1955 als Überflutungsfläche geschaffen wurde (BEEGER 1990). Ein ständig geöffnetes Durchlaßbauwerk verbindet die Fläche mit dem Rhein, so daß der Wasserstand im Polder dem des Rheins an dieser Stelle entspricht.

Die zweite Gruppe von Standorten, zwei ehemalige Ackerflächen, befinden sich im Randbereich eines **abflußlosen Flachwassersees**, dem Schmiechener See. Er liegt in einer Schleife der ehemaligen „Ur-Donau“ auf einer Lehmschicht, die den dort anstehenden verkarsteten Juraschichten aufgelagert ist (KUHNS & KRAMER 1995). Der Schmiechener See ist durch hohe Wasserstände nach der Schneeschmelze im Frühjahr bis Sommer und zunehmend niedrige Wasserstände vom Sommer bis zum Winter gekennzeichnet (KUHNS & KRAMER 1995). Die Randflächen sind deshalb im Frühjahr und Frühsommer fast regelmäßig überflutet. Im Untersuchungszeitraum waren allerdings die Wasserstände zeitweise durch „Renaturierungsmaßnahmen“ am einzigen Zufluß, dem Siegentalgraben, beeinträchtigt worden. Dabei wurde die dem Karst aufliegende Lehmschicht verletzt. Damit wurde dem Schmiechener See die über den Zufluß ansonsten zusätzlich zur Verfügung stehende Wassermenge versagt. Dies führte dazu, daß der Schmiechener See in diesem Zeitraum ganzjährig niedrige Wasserstände aufwies, und die Randflächen nicht überschwemmt waren (vgl. KUHNS et al. 1999).

Die hier vorgestellten Untersuchungsergebnisse wurden nur auf einem der beiden Äcker erhoben. Dieser liegt am Südwestrand des Schmiechener Sees.

Die dritte Gruppe von Standorte stellen **fischereilich bewirtschaftete Weiher** in Oberschwaben dar. Sie sind dadurch gekennzeichnet, daß sie inzwischen entweder ganzjährig „bespannt“ sind, d.h. hohe Wasserstände aufweisen und ein Ablassen, wenn überhaupt, nur über kurze Zeit im Winter erfolgt. Oder es findet unregelmäßig, oft in Zeitabständen von bis zu über 20 Jahren eine Sömmerung statt, d.h. ein Ablassen im Sommer (POSCHLOD et al. 1996).

In Oberschwaben wurden sechs Teiche in der Altmoränen- und 32 Weiher in der Jungmoränenlandschaft (davon 30 im Altdorfer Wald) untersucht (vgl. POSCHLOD et al. 1996). Sie sind in den letzten Jahrzehnten durchgehend bespannt gewesen. Über ihre Nutzungsgeschichte und ihr langfristiges hydrologisches Regime lagen leider nur unvollständige Angaben vor (z.B. KONOLD 1987).

Das Alter der Weiher, die zum größten Teil künstlich angelegt wurden, beträgt mit wenigen Ausnahmen mehr als 200 Jahre.

Einen Sonderfall stellt schließlich der Loniske Polje („Feld der Lonja“) dar, der in den **Save-Auen** im Norden Kroatiens gelegen ist. Der Lonjsko Polje ist durch Dämme vollständig von der Save abgeschnitten, aber über 3 Schleusen als Ein- bzw. Auslauf noch mit ihr verbunden. Er wird heute als Retentionsbecken gehandhabt, mit dem Ziel, kritische Hochwasserspitzen der Save zu „kappen“. Die Zuläufe werden in der Regel erst kurz vor der Hochwasserspitze geöffnet. Dies ist im Frühjahr bzw. Frühsommer zur Zeit der Schneeschmelze im dinarischen Gebirge bzw. den Kalkalpen der Fall, währenddessen der Lonjsko Polje überschwemmt ist (in der Regel bis Mitte/Ende Mai). Da die Dämme zum Hinterland nicht völlig durchgezogen sind, wird das hydrologische Regime aber auch bei geschlossenen Schleusen noch durch Nebenflüsse wie die Lonja beeinflusst. Nach SCHNEIDER-JACOBY (1993) ist daher das hydrologische Regime des Lonjsko Polje noch relativ naturnah.

Innerhalb des Lonjsko Polje wurden mehrere Hutweiden, die durch Rinder, Pferde und Schweine beweidet werden, untersucht. Die hier vorgestellten Ergebnisse zur Auswirkung der Beweidung durch Schweine auf die Artenzusammensetzung der Hutweiden wurden auf der des Dorfes Muilowcica erhoben.

Nomenklatur

Die Nomenklatur der Blütenpflanzen richtet sich nach EHRENDORFER (1973), die der Moose nach FRAHM & FREY (1983). Auf die Kürzel der Autorennamen hinter den Artnamen wurde verzichtet. Die Nomenklatur der Vegetationseinheiten entspricht der in ELLENBERG (1996).

Vegetations-/Floristische Kartierung

Zur Charakterisierung der Vegetation und Flora der Untersuchungsgebiete wurden die Versuchsflächen und das umgebende Gelände vegetationskundlich und floristisch kartiert. Die räumliche Einnischung der Zwergbinsengesellschaften bzw. -arten wurde mit Hilfe von Transekten entlang eines Wasserhaushaltgradienten erfaßt. Beispielhaft wird dies in Abb. 2 für das Transekt im „Kosperskern“ dargestellt. Die Teilflächen waren lückig oder lückenlos entlang der Transekte angeordnet. Die Größe der Teilflächen betrug 1, 2 oder 4 m² (zur Methodik vgl. PFADENHAUER et al. 1986). Die Vegetation bzw. die Dominanz der Arten in jeder Transektfläche wurden halbquantitativ (Angabe des geschätzten Deckungsgrades nach BRAUN-BLANQUET 1964 bzw. WILMANN 1993), in bestimmten Fällen auch quantitativ (Anzahl Individuen etc.) erfaßt.

Vegetationsentwicklung

Die Transekte und Kleinflächen wurden mit metallischen Grenzmarken (Vermessungssteine, -nägel), die mit Hilfe eines Metallsuchgerätes jederzeit wieder auffindbar sind, verpflockt und damit als Dauerbeobachtungsflächen eingerichtet. Die Aufnahme erfolgte kurzfristig mehrmals bzw. zweiwöchentlich im Jahr bzw. langfristig im Spätsommer bzw. Herbst zum Zeitpunkt des niedrigsten Wasserstandes innerhalb der Vegetationsperiode.

Parallel zu den Untersuchungen im Gelände wurden Versuche unter kontrollierten hydrologischen Bedingungen durchgeführt (sog. „Marburger Grundwasser- und Überflutungsversuch“). Dazu wurden entlang der Transekte an den Standorten „Kleiner Bodensee“, „Kosperskern“, „Schmiechener See“ und „Gloggere Weiher“ (Altdorfer Wald) Boden-(Sediment-)proben entnommen, die das gesamte, an einem Standort vorhandene Diasporenpotential (incl. vegetativer Sproßteile) umfaßten. Die Probenahme geschah entweder am Ende (November) oder vor Beginn der Vegetationsperiode (Anfang März). Anschließend wurden die Bodenproben eines Standorts vermischt und bis zur Kultivierung in einem Kühlraum bei Dunkelheit zwischengelagert.

Die Proben wurden in Plastikeimern (Durchmesser 28 cm) in Wasserbecken kultiviert. Dazu wurden die Eimer zuerst mit 10 l einer sterilen Kompost-Sand-Mischung gefüllt, über die in einer Mächtigkeit von etwa 2,5 cm 1,5 l Boden/Sediment aufgetragen wurde. Durch die vorhergegangene Durchmischung der Bodenproben eines Standorts (s.o.) und das Auftragen einer einheitlichen Menge/Topf war gewährleistet, daß in jedem Eimer das gleiche floristische Ausgangspotential vorhanden war.

Die hydrologischen Varianten (Tab. 1) umfaßten sowohl verschiedene konstante Wasserstände als auch verschiedene Zeitpunkte des Trockenfallens (vorher 40 cm überstaut) und der Überflutung (vorher Wasserstand unter Flur; hier nur bei Sedimentproben der Versuchsfläche „Kosperskern“). Zusätzlich wurde bei letzter Variante die Zeitdauer der Überflutung variiert (2 Wochen, 6 Wochen). Pro hydrologischer Variante wurden 8 („Kleiner Bodensee“, „Kosperskern“) bzw. 10 Wiederholungen („Schmiechener See“, „Gloggere Weiher“) parallel durchgeführt.

Die statistische Auswertung (Vergleich der Anzahl gekeimter und etablierter Individuen/ Versuchsvariante) erfolgte mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Tests (WERNER 1992).

Tab. 1: Hydrologische Varianten des „Marburger Grundwasser- und Überflutungsversuchs“.

A - konstante Bedingungen	40 cm überstaut
	10 cm überstaut
	„feucht“ (Wasserstand oberflächennah) „trocken“ (Wasserstand ca. 30cm unter Oberfläche)
B - Zeitpunkte des Trockenfallens (davor 40 cm überstaut)	10.5. (nur Proben der Versuchsfläche „Kosperskern“)
	15.6.
	15.8.
C - Zeitpunkte und Zeiträume der Überstauung (davor und danach „trocken“)	ab 10.5. 2 Wochen (nur Proben der Versuchsfläche „Kosperskern“)
	ab 10.5. 6 Wochen (nur Proben der Versuchsfläche „Kosperskern“)
	ab 15.6. 2 Wochen (nur Proben der Versuchsfläche „Kosperskern“)
	ab 15.6. 6 Wochen (nur Proben der Versuchsfläche „Kosperskern“)
	ab 15.8. 6 Wochen (nur Proben der Versuchsfläche „Kosperskern“)

Diasporenbank/Diasporenenregen

Probenahme

Zur Probenahme dienten in der Regel Wurzelbohrer mit entweder 4cm oder 8cm Innendurchmesser. Neben der horizontalen Verteilung wurde an fast allen Standorten die vertikale Verteilung der Diasporenbank einzelner Arten untersucht. Dabei wurden die Bodenschichten 0-2 cm, 2-6,5 cm, 6-13 cm und in bestimmten Fällen 13,5-20 cm unterschieden (vgl. FISCHER 1987). Am Standort „Kleiner Bodensee“ kam ein Sedimentbohrer mit 8 cm Innendurchmesser zum Einsatz, bei dem der Bohrkern in Schichten zu zwei Zentimetern geteilt wurde. Die Probenahme erfolgte bis zu einer maximalen Tiefe von 40 cm (in der Regel waren am „Kleinen Bodensee“ die Sedimentauflagen über einer Tonschicht bis etwa 35 cm dick). In den bespannten Teichen wurde schließlich ein Sedimentbagger für die Probenahme eingesetzt.

Bei der Probenahme mit Hilfe der Wurzelbohrer wurden pro Standort wurden entweder 50 bzw. 100 (Wurzelbohrer mit 4 cm Durchmesser) oder 25 bzw. 30 Einstiche (Wurzelbohrer mit 8 cm Durchmesser) vorgenommen (vgl. ZWERTER et al. 1990) bzw. die Diasporenbank entlang der Transekte untersucht. Am „Kleinen Bodensee“ wurden insgesamt 14 Bohrkern entlang des Transekts genommen.

Die Probenahme erfolgte meist im Frühjahr. In den Fischteichen geschah dies z.T. auch im späten Herbst oder Winter, wenn diese kurzzeitig in diesem Zeitraum abgelassen waren.

Als Diasporenenfallen dienten in den Boden eingegrabene Plastiktrichter (Trockenfallen) mit einem oberen Durchmesser von 10 cm und einem unteren Durchmesser von 2,5 cm (JACKEL & POSCHLOD 1994). An die untere Öffnung der Trichter war ein engmaschiges Kunststoffnetz (Siebdruckgaze) befestigt. Unter den Fallen wurde im Boden ein Hohlraum gelassen, um eine Entwässerung zu gewährleisten. Bei zeitweilig sehr hohen Wasserständen stand Wasser in den Diasporenenfallen oder waren sie sogar überflutet.

Bestimmung

Zur Bestimmung der Diasporenbank wurde die Auflaufmethode gewählt. Dazu wurden die Bodenproben in einer dünnen Schicht (etwa 0,5 bis 1 cm) über Kultursubstrat ausgebracht und anschließend über 6 (Untersuchungen ab 1995) bis 18 Monate (Untersuchungen vor 1995) in einem Glasgewächshaus kultiviert. Teilweise (ab Untersuchungsjahr 1995) wurden die Bodenproben vor der Kultivierung mit Hilfe der von TER HEERDT et al. (1996) beschriebenen Auswaschmethode konzentriert.

Zur Bestimmung der Diasporenbank der Sporenpflanzen (hier nur Moose) wurden Proben getrennt in geschlossenen Kleinstgewächshäusern kultiviert, die über Öffnungen im Boden bewässert wurden und nur zur Probenentnahme geöffnet wurden.

Eine detaillierte Beschreibung des Vorgehens ist in POSCHLOD (1993b) und POSCHLOD et al. (1996) erläutert.

Die Bestimmung der Diasporen in den Diasporenenfallen erfolgte unter dem Binokular mit Hilfe eines gesammelten Vergleichsherbars. Weiterhin wurde Bestimmungsliteratur von BERTSCH (1941) und BEIJERINCK (1974) hinzugezogen.

Jahreszeitliche Dynamik

Die jahreszeitliche Dynamik der Diasporenbank wurde am Kosperskern und am Schmiechener See untersucht. Diese Methode wurde zur Charakterisierung von Arten mit einer kurzfristigen Diasporenbank gewählt, da eine einmalige Probenahme keine Aussage darüber zulässt, welche Arten eine vorübergehende bzw. dauerhafte Diasporenbank besitzen (vgl. THOMPSON & GRIME 1979, POSCHLOD & JACKEL 1993). Schließlich werden Arten mit einer vorübergehenden Diasporenbank durch eine einmalige Probenahme häufig nicht erfasst.

Dazu wurden der Diasporenregen alle zwei und die Diasporenbank in oberen (0-2 cm) und unteren Bodenschichten (2-6,5 cm) alle sechs- bis acht Wochen untersucht. Die Beziehung des Auftretens der Diasporen im Diasporenregen und in der Diasporenbank lässt eine Aussage darüber zu, welchem Diasporenbanktyp nach POSCHLOD & JACKEL (1993) eine Art zuzuordnen ist. Durch den jahreszeitlichen Vergleich oberer und unterer Bodenschichten lässt sich auch die Dynamik der Diasporenbank und damit, allerdings nur grob, deren Dauerhaftigkeit abschätzen (vgl. POSCHLOD & JACKEL 1993).

Langfristige Dynamik ("longevity")

Die Persistenz der Diasporenbank (Klassifikation nach POSCHLOD 1993b) wurde entweder darüber abgeschätzt, in welcher Tiefe noch keimfähige Diasporen nachzuweisen waren (in Beziehung zur Sedimentationsrate gesetzt, lässt sich damit das Alter abschätzen, z.B. Kleiner Bodensee) oder, im Falle der Weiher, wann der letzte floristische Nachweis in der Vegetation erbracht wurde (vgl. POSCHLOD 1993a).

Keimungsbiologie

Die Keimtests und keimungsökologischen Untersuchungen wurden sowohl an Arten der Zwergbinsengesellschaften als auch der Gesellschaften bzw. Standorte, die mit diesen eng verzahnt sind (z.B. Gesellschaften der Phragmitetea, Littorelletea und Bidentetea), durchgeführt. Im folgenden werden nur die Ergebnisse für „typische“ Zwergbinsenarten vorgestellt. Die Versuche wurden im Labor in einem Lichtthermostaten im Herbst und Winter der Jahre 1989/1990, 1990/1991 und im Sommer, Herbst und Winter des Jahres 1991 durchgeführt.

Diasporenmaterial

Die Diasporen der Zwergbinsenarten wurden während den Vegetationsperioden 1989, 1990 und 1991 an verschiedenen Orten gesammelt (s. Tab. 2). Dies waren die o.g. Untersuchungsgebiete, aber auch andere Standorte. Schließlich wurden die Diasporen auch an Pflanzen geerntet, die in den Untersuchungen zur Diasporenbank aufliefen und bis zur Fruchtreife kultiviert wurden. Hierbei handelte es sich um Arten, die sonst im Gelände nicht vorkamen bzw. nie fruchtend oder nicht in ausreichender Menge gefunden werden konnten. Die untersuchten Arten sind in Tabelle 1 mit dem jeweiligen Sammeldatum und -ort aufgelistet.

Die Diasporen wurden reif geerntet. Unterschiede in der Größe der Diasporen wurden bei diesen Versuchsreihen ebenso wie unterschiedliche Entnahmestellen an den Infloreszenzen nicht berücksichtigt. Maternale Effekte blieben daher unberücksichtigt (vgl. GUTTERMAN 1992).

Tab. 2: Sammelort und -datum der Arten für die Keimtests bzw. keimungsökologischen Untersuchungen.

* – Diasporen von im Gewächshaus aus Bodenproben aufgelaufenen Pflanzen (im Freilandgewächshaus bis zur Fruchtreife kultiviert) geerntet.

Art	Familie	Datum	Sammelort/Standort
<i>Carex bohemica</i>	Cyperaceae	24.09.91	Gloggere Weiher(Altdorfer Wald)/Weiher
<i>Cyperus fuscus</i>	Cyperaceae	29.08.91	Hardt/Weiher
<i>Cyperus fuscus</i>	Cyperaceae	30.09.89	Pfaunmoos/Weg
<i>Eleocharis ovata</i>	Cyperaceae	05.07.90	Reinhartshofen/Weiher
<i>Isoplepis setacea</i>	Cyperaceae	30.09.89	Wurzacher Ried/Weg
<i>Schoenoplectus supinus</i>	Cyperaceae	21.08.89	Schmiechener Sec/Acker*
<i>Juncus sphaerocarpus</i>	Juncaceae	05.07.90	Schmiechener See/Acker*
<i>Elatine hydropiper</i>	Elatinaceae	24.08.90	Reinhartshofen/Weiher
<i>Limosella aquatica</i>	Scrophulariaceae	01.07.91	Burgwalden/Weiher*
<i>Limosella aquatica</i>	Scrophulariaceae	30.06.91	Schmiechener See/Acker*
<i>Limosella aquatica</i>	Scrophulariaceae	30.06.91	Philippburger Altrhein/Polder*

Keimtests

Die Keimtests wurden entweder sofort nach dem Sammeln (max. 10 Tage Lagerung - Variante 1, vgl. Tab. 3) oder nach ca. 3 Monaten Lagerung (dunkel, ca. 20° C und 40-50 % Luftfeuchtigkeit) durchgeführt. Vor Beginn des Ansatzes der jeweiligen Keimtests wurden die Diasporen zur Vorbeugung gegen Pilzbefall in einer 2%igen Natriumhypochlorit-Lösung gebadet. Die Zeitdauer war abhängig von der Größe der Diasporen: größere Diasporen wurden ca. 15 Minuten, kleinere Diasporen 7 Minuten (sehr kleine, wie solche von *Limosella aquatica* gar nicht) in dieser Lösung geschüttelt. Anschließend wurden die Diasporen abfiltriert und mit deionisiertem Wasser gespült (vgl. ISTA 1993).

Tab. 3: Übersicht über die Varianten der keimungsökologischen Untersuchungen.

Variante	Lagerung	Vorbehandlung	Licht	Temperatur
1	max. 10 Tage	-	warm-weiß	fluktuierend
2	3 Monate	-	warm-weiß	fluktuierend
3	3 Monate	Kälte	warm-weiß	fluktuierend
4	3 Monate	Frost	warm-weiß	fluktuierend
5	3 Monate	-	warm-weiß	konstant
6	3 Monate	-	warm-weiß	12 Wochen konstant, dann fluktuierend
7	3 Monate	-	warm-weiß	12 Wochen konstant, dann 6 Wochen Kälte-zwischenbehandlung, anschließend fluktuierend
8	3 Monate	Kälte	dunkelrot	fluktuierend
9	3 Monate	Kälte	12 Wochen dunkelrot, dann warm-weiß	fluktuierend
10	3 Monate	Kälte	12 Wochen dunkelrot, dann warm-weiß (nach 6 Wochen warm-weiß Kältezischenbehandlung)	fluktuierend
11	3 Monate	Kälte	Dunkelheit	fluktuierend
12	3 Monate	Kälte	12 Wochen Dunkelheit, dann warm-weiß	fluktuierend
13	3 Monate	Kälte	12 Wochen Dunkelheit, dann warm-weiß (nach 6 Wochen warm-weiß Kältezischenbehandlung)	fluktuierend

Die gespülten Diasporen wurden für alle Keimtests in Petrischalen über einer doppelten Lage von Filterpapier (Schleicher & Schüll, No. 595) ausgebracht. Das Filterpapier wurde während der gesamten Versuchsdauer feuchtgehalten (1- bis 2-malige Wässerung/Woche). Die Diasporen wurden als gekeimt betrachtet, wenn sowohl die Keimwurzel als auch das Keimblatt bzw. die Keimblätter sichtbar waren. Die Kontrolle der Keimung erfolgte anfangs alle 2 bis 3 Tage, später wöchentlich. Kontrolliert wurde bei Tageslicht, lediglich bei den Dunkel- und Dunkelrot-Varianten erfolgte die Kontrolle bei Sicherheitsgrünlicht. Gekeimte Diasporen wurden aus den Schalen entfernt.

Für jede Art wurden pro Variante 5 Wiederholungen à 50 Diasporen angesetzt. Die verschiedenen Behandlungen bzw. Varianten sind in Tabelle 6 aufgeführt. Die Vorbehandlungen wurden in einem Klimaschrank durchgeführt (Stratifikationsvariante Kälte bei +3° C, Frost 1 Woche bei +3° C und 5 Wochen bei -3° C). Die Simulation der Tag/Nachtbedingungen und die fluktuierenden Temperaturen bei den verschiedenen Varianten erfolgten in einem mit Lichtthermostaten versehenen Klimaschrank. Beleuchtet wurde mit Leuchtstoffröhren (Typ warm-weiß) à 36 Watt. Die Beleuchtungsstärke über den Schalen betrug etwa 3000 Lux. Die Variante Dunkelrotlicht wurde mit Hilfe von Leuchtstoffröhren des Typs weiß und zusätzlichen Glasfiltern (Göttinger Farbfilter GmbH, No. IR 1013, Wellenlänge 730 nm) erreicht. Für die Variante Dunkelheit wurden die Petrischalen in einer mit schwarzem Karton ausgekleideten und auf ihre Lichtundurchlässigkeit geprüften Kiste im Lichtthermostaten exponiert. Fluktuierende Temperaturen waren 22° C während der Tagesperiode (14h), 14° C während der Nachtperiode (10h). Nicht-fluktuierende Temperaturen waren sowohl tags als auch nachts 22° C.

Nach den jeweiligen Keimtestbehandlungen wurde überprüft, ob die nicht gekeimten Diasporen unter Standardbedingungen (Licht, fluktuierende Temperaturen) keimen, um herauszufinden, ob durch die jeweilige Behandlung (nicht fluktuierende Temperaturen, Dunkelrot, Dunkelheit) eine Dormanz erzwungen oder induziert wurde. Dazu wurde bei den Varianten 5, 8 und 11 (s. Tab. 2) die Keimung sofort (Varianten 6, 9 und 12) oder nach 6-wöchiger Stratifikation (Varianten 7, 10, 13) unter Standardbedingungen getestet. Waren die Diasporen sofort gekeimt, bestand eine erzwungene Dormanz, keimten sie erst nach vorheriger Stratifikation, bestand eine induzierte Dormanz.

Die statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgte mit einer Varianzanalyse. Alle Prozentwerte wurden vor der Verrechnung nach der Arcussinus-Methode transformiert (vgl. THÖNI 1967). Als Signifikanztest wurde der Scheffé-Test (WEBER 1980) gewählt. Signifikante Unterschiede wurden für $p < 0,05$ (*) und $p < 0,01$ (**) dargestellt.

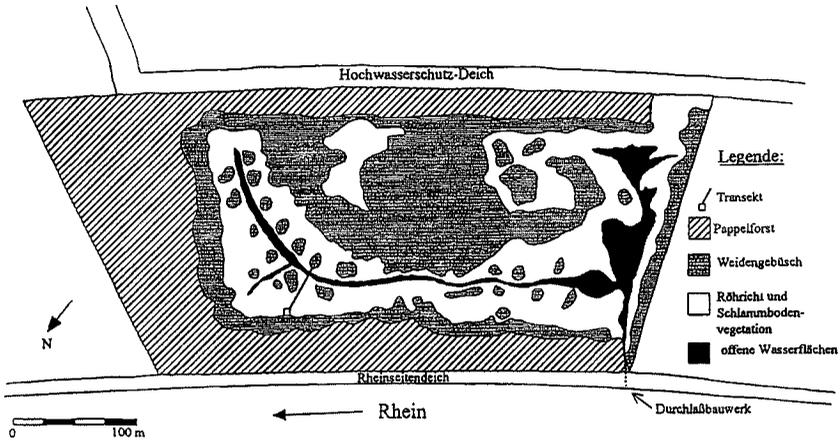
Ergebnisse

Die ökologische Nische der Zwergbinsengesellschaften – die Bedeutung des Wasserhaushalts

Die geringe Größe und Konkurrenzkraft der Arten der Zwergbinsengesellschaften bedingt, daß sie nur an konkurrenzschwachen, in der Regel offenen, nur schwach oder gar nicht durch andere Arten besiedelten Standorten vorkommen. Die raumzeitliche Einnischung in Abhängigkeit von der Hydrologie sollte saisonal und langfristig betrachtet werden.

Saisonale Vegetationsdynamik - Geländebeobachtungen

Ein Auflaufen von Keimlingen, sowohl der Röhrichtarten (z.B. *Phalaris arundinacea*, *Rorippa amphibia*) und Gehölze (z.B. *Salix* spp.) als auch der Arten der Zwergbinsenfluren (z.B. *Limosella aquatica*) erfolgte während der Beobachtungszeit von März 1991 bis August 1992 (bei zweiwöchentlicher Kontrolle) ausschließlich bei Wasserständen unter Flur (Abb. 3). *Ranunculus trichophyllus* keimte sowohl unter Wasser als auch bei Wasserständen unter Flur (hier mit höheren Individuenzahlen!). Auch auf allen anderen untersuchten Standorte keimten die Arten der Zwergbinsenfluren ausschließlich bei oberflächlichen oder Wasserständen unter Flur.



Lage der Dauerbeobachtungsflächen

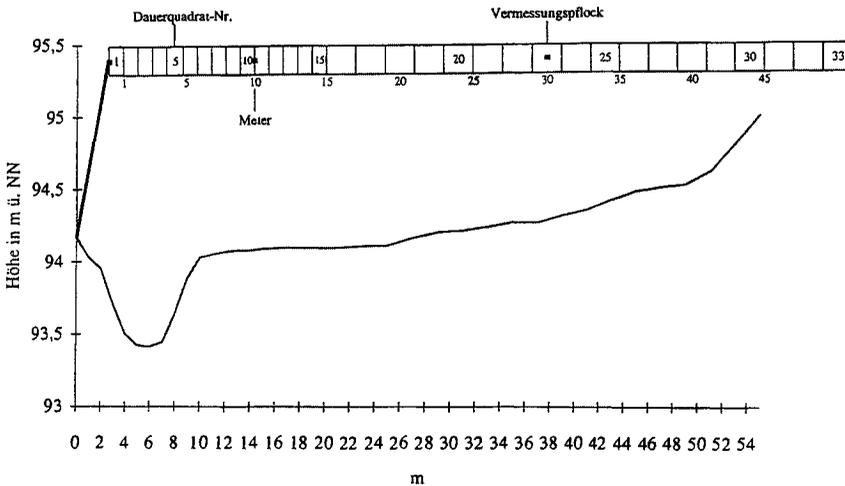


Abb. 2: Verlauf des Transekts und Lage der Dauerbeobachtungsflächen entlang des Transekts im „Kosperskern“.

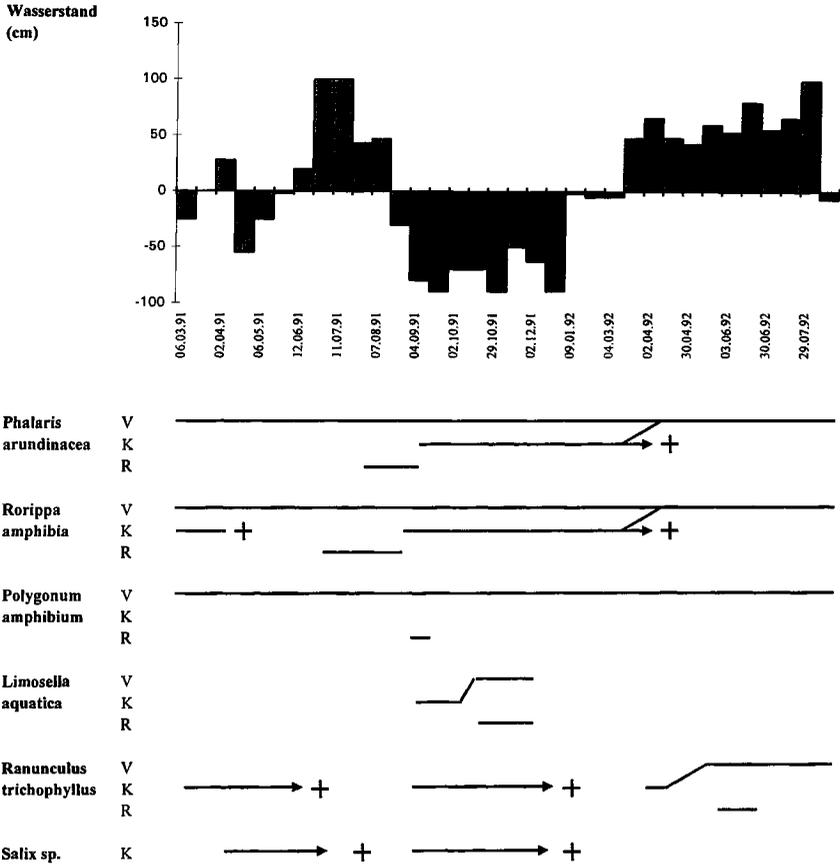


Abb. 3: Wasserstandsdynamik von März 1991 bis August 1992 (im Graben innerhalb des Transekts bezogen auf die Vermarkung am Grabenrand bei 10 Meter, vgl. Abb. 2) und Phänologie der Sprosse (V), Keimlinge (K) und der Diasporenausstreue (R) ausgewählter Arten im „Kosperskern“. + = Keimlinge abgestorben.

Am Schmiechener See erfolgte, trotz in dieser Phase noch existierenden Offenbodenbedingungen, während der Zeit der Untersuchungen zur jahreszeitlichen Vegetationsdynamik (in den Jahren 1990 und 1991) keine Keimung und Etablierung von Arten der Zwergbinsenfluren. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Untersuchungsfläche während dieses Zeitraums niemals überflutet war.

Im Gloggere Weiher fand im Jahr des Ablassens eine Keimung von Arten der Zwergbinsenfluren über sehr lange Zeiträume statt. *Carex bohemica* lief von Mitte April bis Mitte Juni auf, *Cyperus fuscus* und *Eleocharis ovata* von Mitte April bis Anfang Oktober (Tab. 4)! Die ersten Individuen begannen sich bereits im Juli zu reproduzieren, Diasporen wurden während 10 bis 14 Wochen ausgestreut.

Tab. 4: Zeitpunkte und Zeiträume erfolgreicher Keimung und der Diasporenausstreu ausgewählter Arten der Zwergbinsenfluren im „Gloggere Weiher“ im Jahr 1993 (Beobachtungszeitraum 28.04. bis 19.10.).

* Bei *Carex bohemica* verblieben die reifen Früchte an der Mutterpflanze; deshalb beziehen sich hier die Zeitpunkte bzw. -räume auf das Auftreten reifer Früchte an der Mutterpflanze.

Art	Keimung			Diasporenausstreu*		
	Beginn	Ende	Dauer (Wochen)	Beginn	Ende	Dauer (Wochen)
<i>Carex bohemica</i>	28.04.	15.06.	7	29.06.	> 19.10.	> 16
<i>Cyperus fuscus</i>	28.04.	07.09.	19	28.07.	> 19.10.	> 12
<i>Eleocharis ovata</i>	28.04.	28.07.	13	24.08.	> 19.10.	> 8

Saisonale Vegetationsdynamik - Wasserbeckenversuche

Diese Beobachtungen im Gelände werden durch die Versuche in den Wasserbecken im wesentlichen unterstützt (Tab. 5, 6). So liefen aus den Sedimentproben der Versuchsfläche im Kosperskern *Riccia cavernosa* nur bei feuchten Bedingungen auf, *Limosella aquatica* v.a. bei feuchten und nassen und nur in sehr geringer Anzahl auch bei überstauten. *Juncus sphaerocarpus* lief aus Bodenproben des Schmiechener Sees nur in der Variante „nass“ auf, *Limosella aquatica* und *Schoenoplectus supinus* zwar bei allen Varianten (mit Ausnahme von *Schoenoplectus supinus* in der Variante „feucht“), aber mit einer signifikant niedrigeren Anzahl Individuen in den „überstauten“ Varianten. *Carex bohemica*, *Cyperus fuscus* und *Eleocharis ovata* keimten nur unter „feuchten“ und „nassen“ Bedingungen mit signifikant höheren Individuenzahlen in der „feuchten“ Variante.

Bezogen auf die Jahreszeit keimten die Arten der Versuchsflächen „Kosperskern“ und „Schmiechener See“ unter konstant optimalen Bedingungen (Varianten „feucht“

Tab. 5: Mittlere Anzahl von Individuen/Plastikeimer (615 cm²) von Arten der Zwergbinsenfluren und ausgewählten, am jeweiligen Standort („Kosperskern“, „Schmiechener See“ und „Gloggere Weiher“) „konkurrierender“ Arten nach Kultivierung von Sediment-/Bodenproben unter verschiedenen Wasserstandsvarianten (feucht = Wasserstand ca. 20 cm unter Flur, nass = Wasserstand an der Bodenoberfläche). Signifikante Unterschiede (p < 0,05) zwischen den Varianten werden durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet.

Untersuchungsgebiet	Ökologisches Verhalten	Art	Versuchsvariante			
			feucht	nass	10cm überstaut	40cm überstaut
Kosperskern	Nur emers auftretend	<i>Riccia cavernosa</i>	>50,0a	0,0	0,0	0,0
		<i>Phalaris arundinacea</i>	2,9a	0,3b	0,0	0,0
		<i>Carex gracilis</i>	1,9a	0,6a	0,0	0,0
	Submers und emers auftretend	<i>Limosella aquatica</i>	8,8a	5,5b	0,9c	0,5c
Schmiechener See	Nur submers auftretend	<i>Potamogeton berchtoldii</i>	0,0	0,0	13,0a	13,0a
	Nur emers auftretend	<i>Juncus sphaerocarpus</i>	0,0	0,6a	0,0	0,0
		<i>Phalaris arundinacea</i>	3,8a	0,2b	1,5b	0,4b
		<i>Limosella aquatica</i>	43,8a	128,0b	38,1a	18,5c
Gloggere Weiher	Submers und emers auftretend	<i>Schoenoplectus supinus</i>	0,0	5,6a	3,1a	0,7b
		<i>Sparganium erectum</i>	0,0	1,5a	3,2b	4,4b
		<i>Chara vulgaris</i>	0,0	0,0	44,1a	36,3a
		<i>Carex bohemica</i>	52,2a	0,6b	0,0	0,0
	Nur emers auftretend	<i>Cyperus fuscus</i>	1,3a	0,2b	0,0	0,0
<i>Eleocharis ovata</i>		9,1a	1,3b	0,0	0,0	
<i>Potamogeton obtusifolius</i>		0,0	0,0	8,2a	15,6b	

bzw. „nass“) vor allem am Beginn der Vegetationsperiode. Nur *Cyperus fuscus* und *Eleocharis ovata* (Versuchsfläche „Gloggere Weiher“) liefen fast während der gesamten Vegetationsperiode auf. Dies entspricht auch den Geländebeobachtungen im „Gloggere Weiher“.

Hinsichtlich des Zeitpunktes des Trockenfallens zeigte sich, daß die Anzahl keimender Individuen höher war, je früher der Zeitpunkt lag (Tab. 6). So keimten die Zwergbinsen-Arten des „Kosperskern“ und „Schmiechener Sees“ noch nach dem letzten Termin im August, allerdings mit signifikant niedrigeren Individuenzahlen als z.B. noch im Juni. Die Arten des „Gloggere Weiher“ liefen (entgegen den Beobachtungen im Gelände, dort aber von Jahresbeginn an gesömmert) dagegen im August nicht mehr auf, eine späte Sömmierung des Weihers dürfte deshalb keine Auswirkung auf die Etablierung dieser Arten haben. Bemerkenswert ist, daß alle Individuen von *Limosella aquatica* und *Schoenoplectus supinus*, die bereits unter Wasser gekeimt waren, das Trockenfallen überlebten. Zwar starben die unter Wasser gebildeten, fädigen Blätter ab, die Individuen wuchsen aber weiter und bildeten nach dem Trockenfallen den Bedingungen entsprechend ihre „typischen“, für Landformen übliche Blätter aus.

Tab. 6: Mittlere Anzahl von Individuen/Plastikeimer (615 cm²) von Arten der Zwergbinsenfluren und ausgewählten, am jeweiligen Standort („Kosperskern“, „Schmiechener See“ und „Gloggere Weiher“) „konkurrierender“ Arten nach Kultivierung von Sediment-/Bodenproben unter Wasser („40 cm überstaut“) und anschließendem Trockenfallen zu verschiedenen Zeitpunkten.

Vergleich – „feucht“ (= Wasserstand ca. 20 cm unter Flur) von Beginn der Kultivierung an (vgl. Tab. 4). In Klammern Zahl der Individuen, die bereits während der überstauten Phase aufgelaufen sind. (Keines dieser Individuen der hier angegebenen Arten ist nach dem Trockenfallen abgestorben!)

Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Varianten werden durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet.

Unter-suchungs-gebiet	Ökologisches Verhalten	Art	Versuchsvariante			
			konstant feucht	trocken ab 10.5.	trocken ab 15.6.	trocken ab 15.8.
Kosperskern	Nur emers auftretend	<i>Riccia cavernosa</i>	>50,0a	>50,0a	>50,0a	>50,0a
		<i>Phalaris arundinacea</i>	2,9a	3,3a	4,0a	4,6a
		<i>Carex gracilis</i>	1,9a	1,0a	0,8a	1,4a
	Submers und emers auftretend	<i>Limosella aquatica</i>	8,8a	2,8b	0,9c	0,9c
	Schmiechener See	Nur emers auftretend	<i>Juncus sphaerocarpus</i>	0,0	-	0,0
Gloggere Weiher	Submers und emers auftretend	<i>Phalaris arundinacea</i>	3,8a	-	0,9b (0,1)	0,1b (0,1)
		<i>Limosella aquatica</i>	43,8a	-	125,2b (20,5)	19,2c (16,2)
		<i>Schoenoplectus supinus</i>	0,0	-	3,7a (0,7)	1,6b (0,7)
		<i>Sparganium erectum</i>	0,0	-	0,5a (0,5)	0,9a (0,9)
Gloggere Weiher	Nur emers auftretend	<i>Carex bohemica</i>	52,2a	-	32,4b	0,0
		<i>Cyperus fuscus</i>	1,3a	-	4,4b	0,0
		<i>Eleocharis ovata</i>	9,1a	-	6,1a	0,0

Bei der Überflutung zuvor feucht kultivierter Proben (Varianten „Überstauung“ zu unterschiedlichen Zeitpunkten und mit 2 oder 6 Wochen Dauer; nur bei Versuchsfläche „Kosperskern“) starben bei einer 2 Wochen dauernden Überflutung von *Limosella aquatica* keine Individuen ab, bei einer von 6 Wochen Dauer im Mai 8 % und im Juni 2 % der vorher aufgelaufenen Individuen. Die Überflutung wirkte sich zwar fast nicht im Mai, dafür aber im Juni etwas stärker auf die generative Reproduktion der Individuen aus. Nur etwa 80 % der Individuen konnten sich aufgrund der Überflutung im Juni noch reproduzieren. Während der Überflutungsphase traten fast keine Individuen in die Reproduktionsphase ein.

Langfristige Vegetationsdynamik

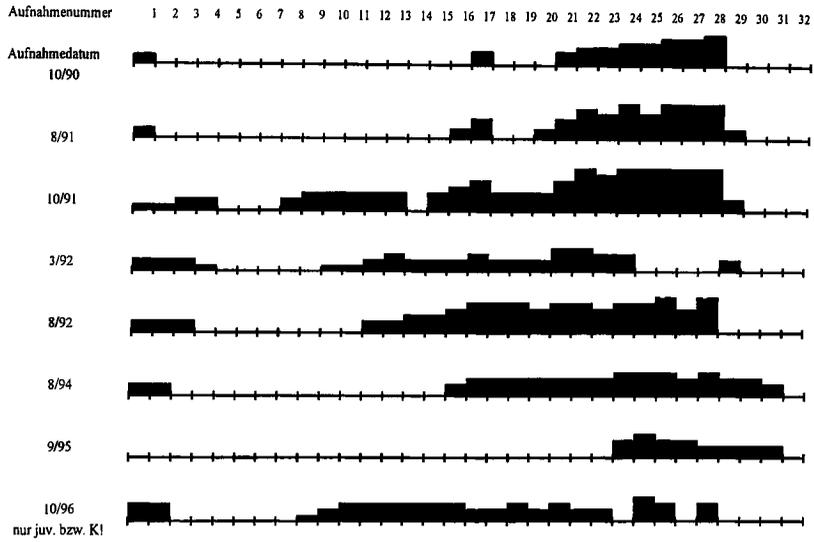
Die Nischen, in der die Zwergbinsenarten auflaufen, sind in der Regel nicht durch konkurrenzkräftige Arten besiedelt (vgl. z.B. Abb. 4 u. 5). Die entsprechenden Standorte werden aber nur dann langfristig von entsprechenden Konkurrenten, z.B. Weidengebüschen und klonalen Röhrcharten nicht eingenommen, solange der Wasserhaushalt der Standorte eine Ausbreitung dieser Arten verhindert. Dies wird durch die langfristige Beobachtung der Transekte im „Kosperskern“ (Abb. 4, 5) und im „Gloggere Weiher“ (Abb. 6) deutlich.

Am Kosperskern schränken v.a. gelegentlich extrem hohe Wasserstände die Ausbreitung dieser Arten ein. Dies zeigt das Beispiel *Phalaris arundinacea* (vgl. Abb. 4 oben). Trotz der Höhenunterschiede entlang des Transekts (vgl. Abb. 2) erfolgte von Oktober 1990 bis Oktober 1991 eine starke Ausbreitung von *Phalaris arundinacea* zu den niedersten Stellen, die hier die Nische von *Limosella aquatica* repräsentieren (vgl. Abb. 5). Langandauernde hohe Wasserstände in den Jahren 1992 (vgl. Abb. 3), 1993 (das Transekt war während der Vegetationsperiode von Mitte Mai bis Ende Oktober durchgehend überflutet), 1994 (das Transekt war während des ganzen Jahres mit Ausnahme der letzten Oktoberhälfte überflutet; Hochwasserspitzen mit Wasserständen von über 4m über Flur Anfang Juni!) und 1995 (durchgehend überflutet mit Ausnahme weniger Wochen im November und Dezember; Hochwasserspitzen mit Wasserstände bis etwa 3m über Flur im März bzw. bis 4m über Flur im Juni!) haben den adulten Bestand bis 1995 auf den hinteren, höchsten Teil des Transektes zurückgedrängt. Nach erneut hohen Wasserständen über Flur im Winter 1995/96 und im Jahre 1996 zur Austriebszeit von *Phalaris arundinacea* ist der adulte Bestand fast vollkommen abgestorben. Im Herbst waren nach dem Trockenfallen ausschließlich Keimlinge und juvenile Pflanzen (teilweise aus Rhizomen ausgetrieben) entlang des Transekts zu finden. Im Gegensatz dazu breitete sich *Carex gracilis* vom hinteren Teil des Transekts nach vorne aus (Abb. 4 unten). Allerdings war die hohe Dominanz am Ende des Transekts in den Jahren mit den extremen Hochwasserereignissen (1994, 1995) vergleichsweise geringer.

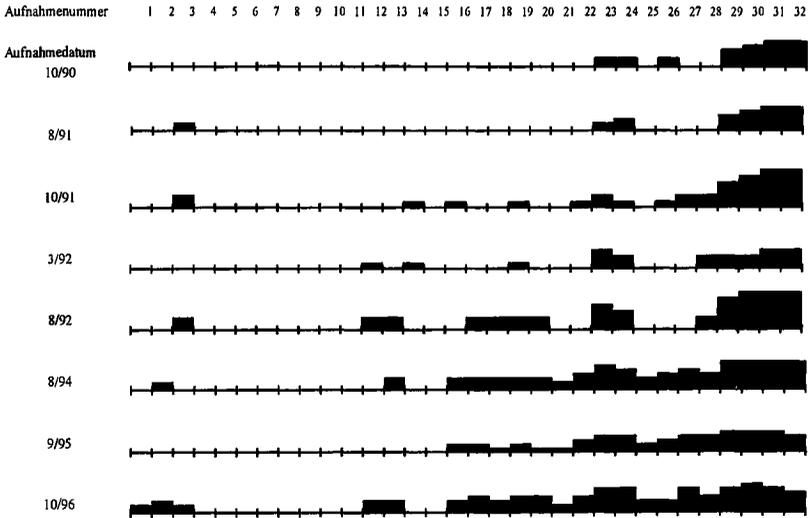
Die fast ganzjährigen Überflutungen in den Jahren 1992 bis 1995 führten dazu, daß *Limosella aquatica* während dieser Zeit an keiner Stelle entlang des Transekts beobachtet werden konnte. Nach 1991 tauchte es wegen der niedrigen Wasserstände ab Mitte September erstmals wieder im Jahre 1996 auf und erreichte hier auf den meisten Flächen eine höhere Dominanz als in den Jahren 1990 und 1991.

Auch die Wasserhaushaltbedingungen am Gloggere Weiher machen deutlich, daß nur aufgrund der langanhaltenden hohen Wasserstände und nur seltenen Abblaßintervallen die entsprechenden „Nischen“ für die Arten der Zwergbinsenfluren geschaffen werden (Abb. 6). Dieser Standort ist vor allem durch seine Wasserpflanzenvegetation charakterisiert. Diese wird entweder bei früher Sömmerung im Jahr geschwächt (z.B. *Nymphaea alba*) oder läuft überhaupt nicht auf (z.B. *Potamogeton obtusifolius*). *Carex elata*, die am östlichen Rand des Weihers eine Röhrchartzone bildet, etablierte sich zwar mit wenigen Individuen während der Sömmerung im Jahr 1993. Diese Individuen sind aber nach der Bespannung wieder abgestorben, so daß sich diese Art nicht ausbreiten konnte. Alle Arten der Zwergbinsenfluren sind ausschließlich im Jahr 1993 nach der Sömmerung aufgelaufen, haben sich etabliert und erfolgreich reproduziert (vgl. Abb. 6).

Phalaris arundinacea



Carex gracilis



Deckungsgrad nach Braun-Blanquet

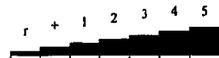


Abb. 4: Langfristige Dynamik (1990 bis 1996) der Populationen von *Phalaris arundinacea* (oben; beachte im Jahre 1996 ausschließlich Keimlinge und juvenile Pflanzen!) und *Carex gracilis* entlang des Transekts im „Kosperskern“ (vgl. Abb. 2).

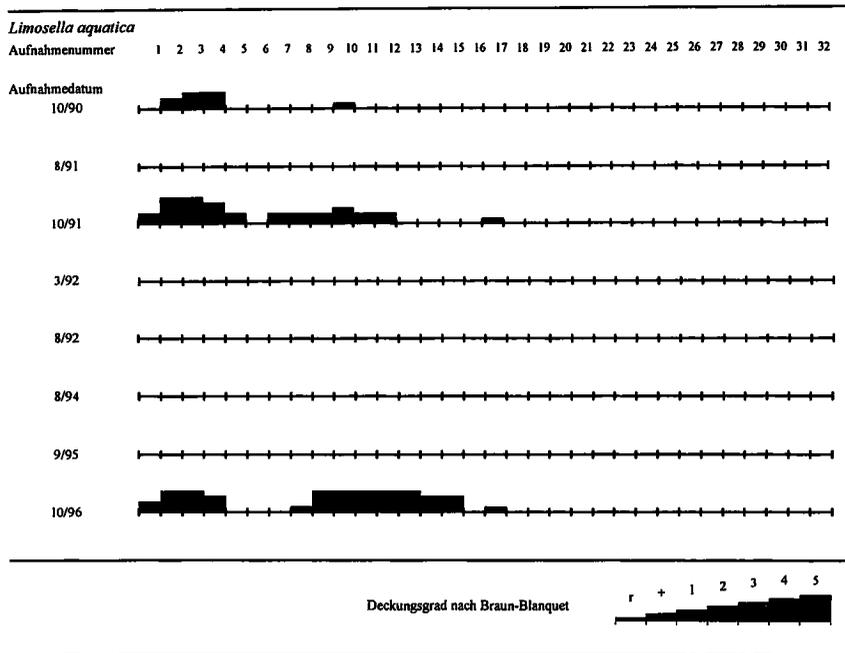


Abb. 5: Langfristige Dynamik der Population von *Limosella aquatica* entlang des Transekts im „Kosperskern“ (vgl. Abb. 2).

Abb. 6: Versuchsanlage (oben) und langfristige Dynamik (unten; 1992 bis 1995) der Wasserpflanzen *Nymphaea alba* und *Potamogeton obtusifolius*, der Röhrichtpflanze *Carex elata* und der Zwergbinsenpflanze *Carex bohemica* entlang des Transekts im „Gloggere Weiher“.

Bespannung 1992, 1994, 1995; Sömmerung im Jahr 1993 (grau hinterlegt). J = Jahr der Aufnahme. Angabe des Deckungsgrades nach WILMANN'S (1993).

Die Bedeutung der Landnutzung

Die Bedeutung der Landnutzung ist bereits am Beispiel der bewirtschafteten Weiher deutlich geworden. Anhand von den folgenden zwei Fallbeispielen soll aufgezeigt werden, daß mechanische Störungen, die in die Vegetationsdecke eingreifen bzw. offenerdige Nischen schaffen, die fehlenden hydrologischen Voraussetzungen zumindest kurzfristig bei entsprechenden Standortbedingungen ersetzen können.

Die Auswirkung der Störung durch Weideschweine – das Fallbeispiel Lonjsko Polje

Die Schweineweiden im Lonjsko Polje gehen auf die frühere Waldweide der Eichenwälder in den Save-Auen zurück. Die heute noch existierenden Rassen sind die „Turopoljska“ (Turopolje-Schweine), „Mangulica“ (Mangalitzza-S.) und „Sarena“ (Wollschweine). Angaben über den genauen Zeitpunkt der Entstehung der Schweine-Hutweiden liegen nicht vor (detaillierte Angaben zur Nutzungsgeschichte des Gebietes vgl. SCHNEIDER-JACOBY & ERN 1990, GUGIC 1996). Zumindest seit dem 18. Jahrhundert wurden die Schweine nach dem Abfließen des Hochwassers auf die Weide geschickt, wo sie in der Regel bis zur Eichelmast verbleiben. Heute werden die Schweine in kleinen Gruppen von 6 bis 8 Muttersauen gehalten. Sie werden mit Ausnahme im Spätherbst, wo sie neben den Eichenwäldern in die abgeernteten Äcker getrieben werden („herd-management“), nicht in der klassischen Form gehütet. Eine Betreuung durch den jeweiligen Hirten umfaßt nur die Zufütterung („jato-management“; GUGIC 1996).

Tab. 7: Dominante und ausgewählte Arten in der Vegetation und Diasporenbank auf zwei Standorten (A, B) einer Kriechstraußgras-Weide in den Save-Auen bei Lonjsko Polje (Kroatien).

Angabe der Stetigkeit aus jeweils 20 Aufnahmen à 1 x 1 m²/Standort.

Standort	Stetigkeit (Deckungs- gradspanne)		Diasporenbank (Anzahl Diasporen/m ²)	
	A	B	A	B
Art				
Arten der Kriechstraußgras-Rasen				
<i>Agrostis stolonifera</i>	V(4, 5)	V(5)	16	32
<i>Mentha pulegium</i>	V(+, 1)	V(+, 1)	31355	18112
<i>Plantago intermedia</i>	V(+, 2)	V(+, 2)	18558	16218
<i>Pulicaria vulgaris</i>	V(r, 2)	V(r, 2)	796	525
<i>Ranunculus sardous</i>	V(+, 1)	IV(r, +)	5762	95
<i>Teucrium scordium</i>	III(r, +)	I(+)	191	32
<i>Trifolium fragiferum</i>	II(+, 1)	-		
Arten der Zwergbinsenfluren				
<i>Marsilea quadrifolia</i>	I(r,+)	I(r)	*	*
<i>Ludwigia palustris</i>	I(r)	I(r)	143	573
<i>Cyperus fuscus</i>	-	-	1512	80
Gesamt (Artenzahl bzw. Diasporen/m ²)	35	26	96546	67134

Die Untersuchungen zur Auswirkung der Beweidung durch Schweine im Lonskje Polje zeigten deutlich den positiven Einfluß dieser Landnutzungsform für die Etablierung und damit das Überleben von Populationen der Zwergbinsenarten, aber auch der Arten der Kriechstraußgras-Rasen (vgl. z.B. Tab. 7), mit denen die Zwergbinsenfluren oft verzahnt sind. Während ohne Störung flächendeckend *Agrostis stolonifera* dominiert, schaffen die Störungen durch die nach Nahrung (Rhizome u.a.) grabenden Schweine die notwendigen Nischen für die Keimung und Etablierung (Abb. 7, 8) der o.g. Arten. Unter den Arten der Zwergbinsenfluren sind dies vor allem *Marsilea quadrifolia* und *Ludwigia palustris*. Weitere häufigere Arten aus dieser Gruppe sind *Cyperus fuscus*, *C. flavescens*, *Centaurium pulchellum* und *Gnaphalium uliginosum*. Die Voraussetzung, auf die Störung entsprechend „schnell“ reagieren zu können, ist auch hier eine Diasporenbank (Tab. 7). Teilweise weisen manche Arten sehr hohe Werte keimfähiger Diasporen im Boden auf, so z.B. *Mentha pulegium* und *Plantago intermedia*.

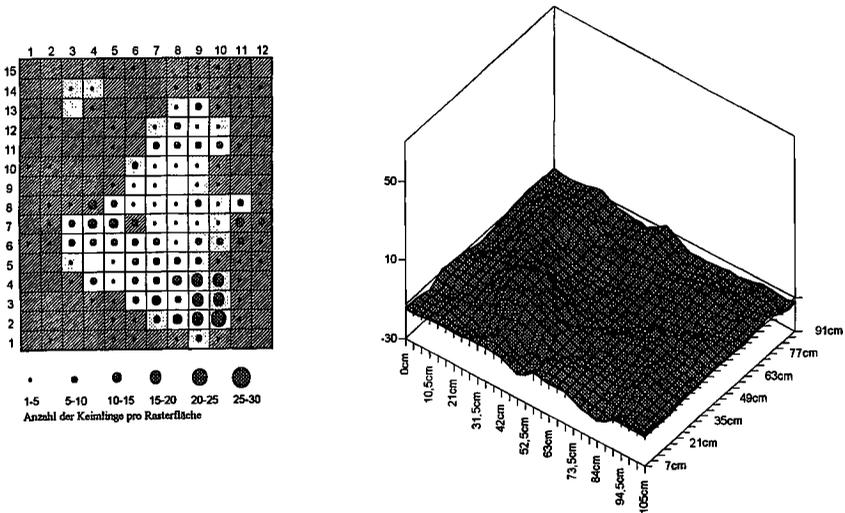


Abb. 7: Zahl der Keimlinge [links; weiß – Offenboden, gerastert/schraffiert – zunehmende Deckung von *Agrostis stolonifera* (dunkel = 75-100 %)] in einer typischen, durch Schweine geschaffenen Störstelle und deren Mikrorelief (rechts) auf der Hurweide im Lonsjko Polje in den Save-Auen (Kroatien). Größe einer Rasterfläche: 7 x 7 cm².

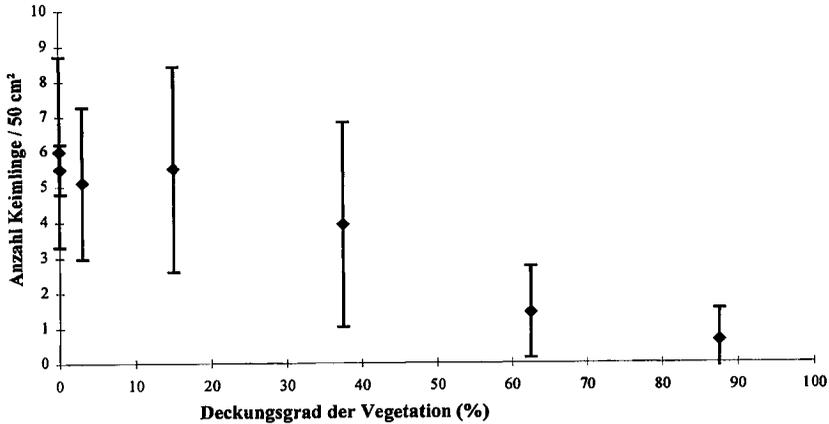


Abb. 8: Durchschnittliche Anzahl Keimlinge mit abnehmendem Deckungsgrad der Vegetation (durch Schweine hervorgerufene Störstellen) auf der Huteweide im Lonjsko Polje in den Save-Auen (Kroatien).

Die Auswirkung der Störung durch Ackerbau – das Fallbeispiel Schmiechener See

Im Randbereich des Schmiechener Sees wurde trotz der gelegentlichen Überflutung bis 1988 Ackerbau betrieben. Dies führte in nassen Jahren dazu, daß die Einsaat „ertrank“ und die offenen Böden u.a. durch Arten der Zwergbinsenfluren besiedelt wurden (hier v.a. *Schoenoplectus supinus*, *Juncus sphaerocarpus*, *Limosella aquatica*; zur Vegetation vgl. KUHN & KRAMER 1995, KUHN et al. 1999). Im Zuge der Ausweisung als Naturschutzgebiet fand im Jahre 1988 eine Flurneuordnung statt, die zum Ziele hatte, diese Flächen als Puffer dem NSG zuzuschlagen. Seither liegen die Flächen brach. Dies führte zur Ansiedlung von Weiden und der Etablierung eines Rohrglanzgrasröhrichts (Abb. 9).

Um die für die Arten der Zwergbinsenfluren notwendigen konkurrenzschwachen, offenerdigen Standortbedingungen zu erhalten, wurde im Jahre 1990 empfohlen, wenigstens einen Teil der betroffenen Ackerflächen durch einmaliges Pflügen im Herbst offenzuhalten. Dies geschah schließlich auf einem Acker im Südwesten des Schmiechener Sees in der Weise, daß dieser in zwei Parzellen in Längsrichtung geteilt wurde. Davon wurde die östliche Parzelle belassen (Variante „Brache“), die westliche einmalig im Dezember 1990 vollständig gepflügt (Variante „Störung“).

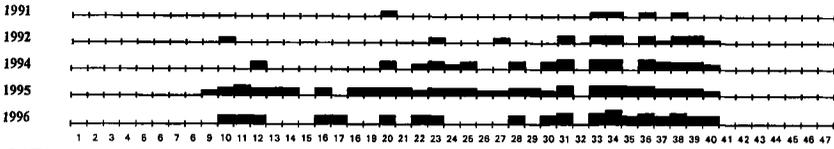
Die hydrologischen Voraussetzungen für die Etablierung der Zwergbinsenarten waren aber erstmals wieder im Jahre 1994 gegeben. Allerdings zeigen die Ergebnisse deutlich, daß die einmalige mechanische Störung und damit das Schaffen von Offenbodenbedingungen für die Etablierung und erfolgreiche Reproduktion dieser Arten notwendig war (Abb. 10).

Salix aurita x cinerea

Variante "Brache seit 1988/1989"



Variante "Brache seit 1988/1989, einmaliges Umhrehen im Winter 1990/1991"



Phalaris arundinacea

Variante "Brache seit 1988/1989"



Variante "Brache seit 1988/1989, einmaliges Umhrehen im Winter 1990/1991"



Abb. 9: Dominanz (Deckungsgrad nach Braun-Blanquet 1964) von *Salix aurita x cinerea* und *Phalaris arundinacea* entlang der Transekte auf den Versuchsvarianten „Brache“ (B) und „Pflügen (Pf)“ des ehemaligen Ackers am Rande des Schmiechener Sees.

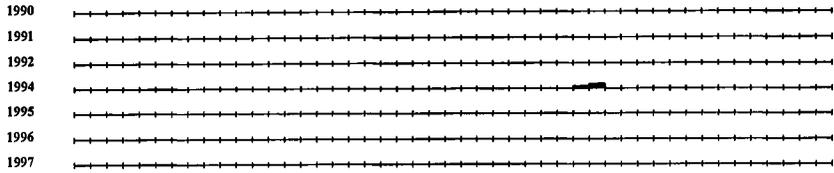
1990 – nur Aufnahme der Variante „Brache“.

1994, 1995 – jeweils Überschwemmung der Versuchsflächen.

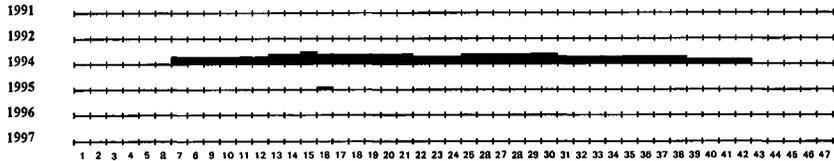
Während entlang des Transekts auf der Parzelle, die durchgängig „Brache“ war, nur an einer Stelle wenige Individuen von *Schoenoplectus supinus* vorkamen, etablierte sich auf der „gepflügten Parzelle“ ein flächendeckendes Vorkommen. Auch *Limosella aquatica* keimte und reproduzierte sich ausschließlich auf der gepflügten Parzelle, im Gegensatz zu *Schoenoplectus supinus* in wenigen Individuen auch im relativ trockenen Jahr 1991. Bereits im Jahre 1995 war der Effekt des einmaligen Pflügens durch die flächendeckende Ausbildung eines Moosrasens mit *Drepanocladus aduncus* dahin. Dies bedeutet, daß diese Maßnahme, wenn auch nicht jedes Jahr, so doch in kontinuierlichen Zeitabständen durchgeführt werden muß. Eine weitere dahingehende Empfehlung führte schließlich dazu, daß beide Parzellen im Winter 1998/1999 gerodet, gemäht und anschließend gepflügt wurden. Im Jahre 1999 kam es durch die großflächige Überschwemmung des gesamten Bereichs zu

Schoenoplectus supinus

Variante "Brache seit 1988/1989"

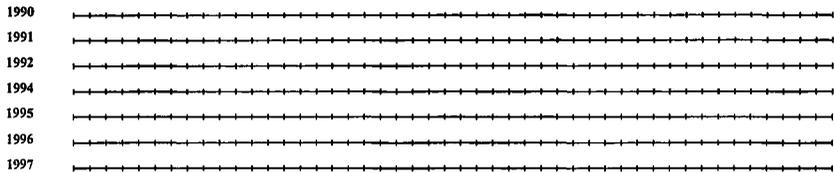


Variante "Brache seit 1988/1989, einmaliges Umbrechen im Winter 1990/1991"



Limosella aquatica

Variante "Brache seit 1988/1989"



Variante "Brache seit 1988/1989, einmaliges Umbrechen im Winter 1990/1991"

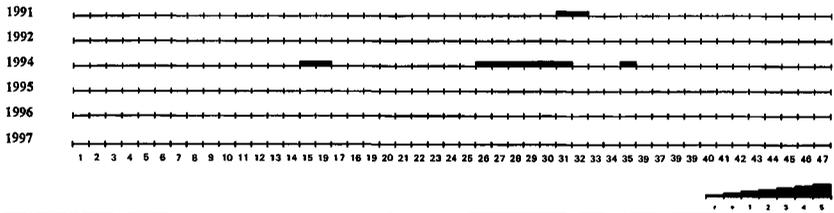


Abb. 10: Dominanz (Deckungsgrad nach BRAUN-BLANQUET 1964) von *Schoenoplectus supinus* und *Limosella aquatica* entlang der Transekte auf den Versuchsvarianten „Brache“ (B) und „Pflügen (Pf)“ des ehemaligen Ackers am Rande des Schmiechener Sees.

1990 – nur Aufnahme der Variante „Brache“.

1994, 1995 – jeweils Überschwemmung der Versuchsflächen.

einem „Massenaufaufen“ wenigstens zwei der drei für diesen Standort typischen Zwergbinsenarten (*Schoenoplectus supinus*, *Limosella aquatica*; nur in extrem geringer Individuenzahl: *Juncus sphaerocarpus*).

Auch hier ist eine Diasporenbank im Boden für diese Arten charakteristisch: So konnten sie auch nach langer Zeit „ungünstiger Standortbedingungen“ auf die entsprechenden Maßnahmen sofort reagieren. Ein weiterer Aspekt des Pflügens ist schließlich, daß, falls in trockenen Jahren die Diasporen dieser Arten in den oberen Bodenschichten ihre Keimfähigkeit verlieren, dadurch die Diasporen, die in tieferen Bodenschichten überlebt haben, an die Bodenoberfläche befördert werden (z.B. *Juncus sphaerocarpus*).

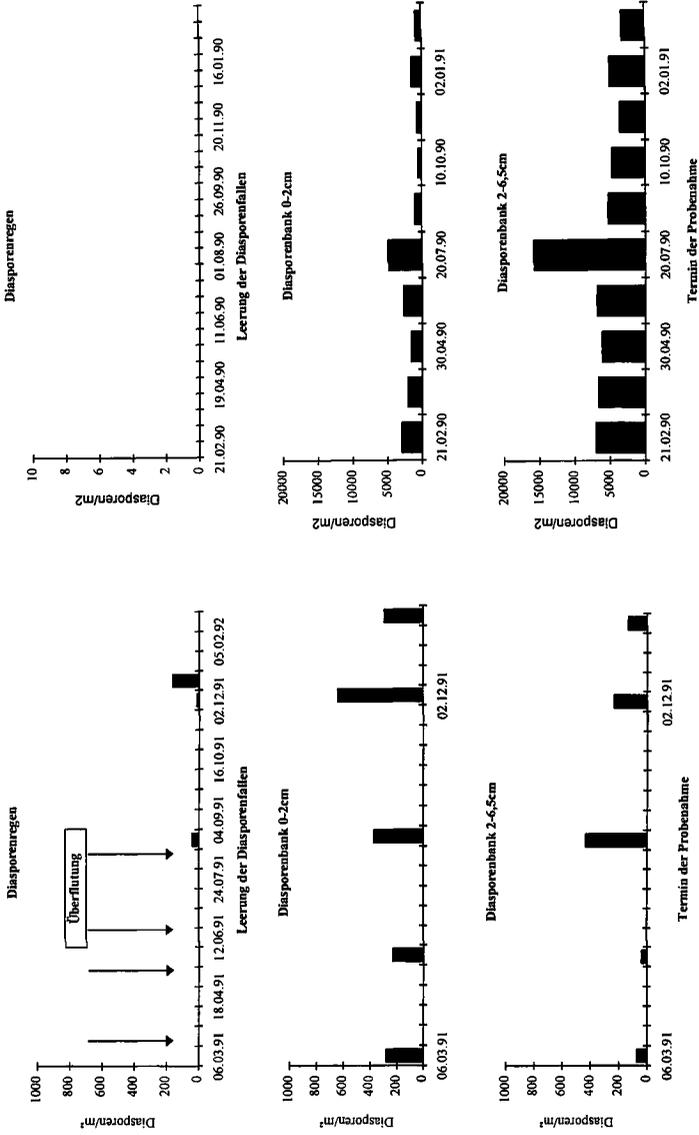


Abb. 11: Saisonale Dynamik des Diasporengens (oben) und der Diasporenbank in oberflächlichen (Mitte) und tieferen Bodenschichten (unten) von *Limosella aquatica* im „Kosperskern“ (links) und auf einem ehemaligen Acker am Rande des „Schmiechener Sees“ (rechts).

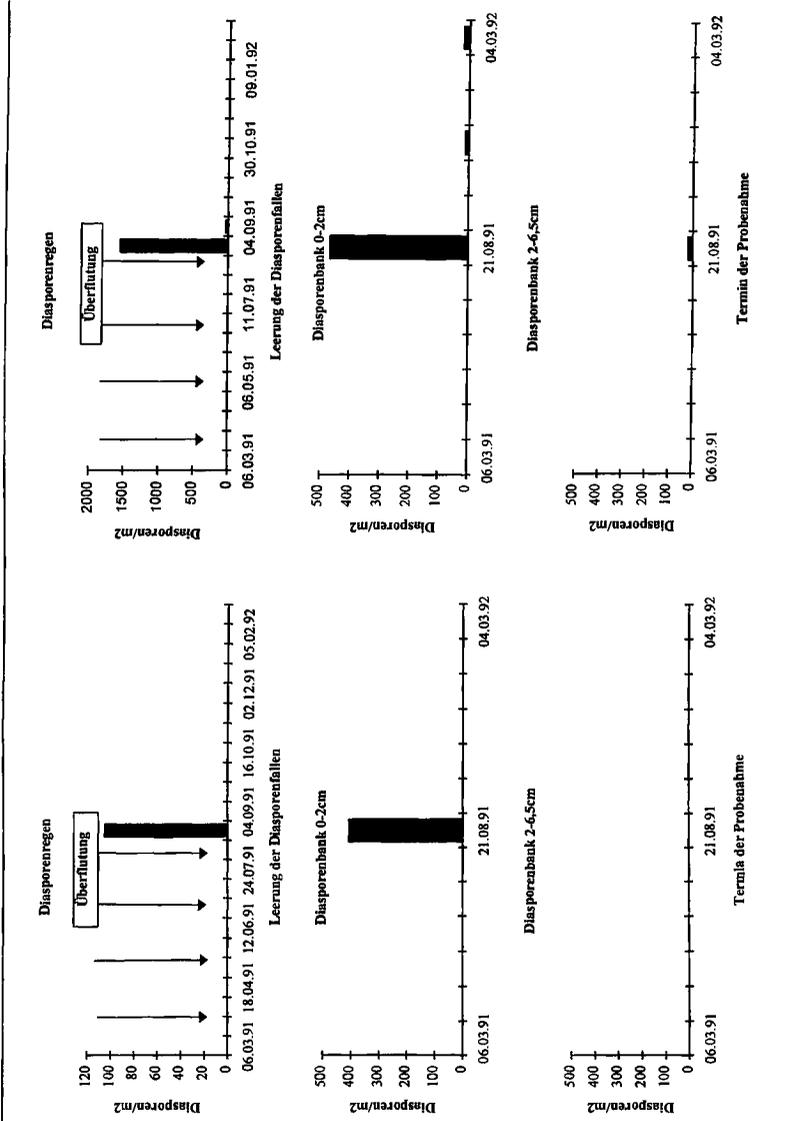


Abb. 12: Saisonale Dynamik des Diasporenenregens (oben) und der Diasporenbank in oberflächlichen (Mitte) und tieferen Bodenschichten (unten) von *Salix* spp. (links) und *Phalaris arundinacea* im „Kosperskern“

Die Ergebnisse des Vergleichs des Nachweis keimfähiger Diasporen im Sediment mit dem Zeitpunkt, an dem zum letzten Male ein floristischer Nachweis erbracht wurde, bestätigen diese Tatsache. Zwar sind, bedingt durch eine intensiv floristische Kartierung erst seit Beginn der 60er Jahre, die Werte nicht so hoch, doch betragen die mit Hilfe dieser Methode erbrachten Datierungen teilweise mehr als 20 Jahre (Tab. 9). Am Beispiel dieser Untersuchungen soll dies auch für die typischen Moose der Zwergbinsenfluren aufgezeigt werden. Neben *Riccia cavernosa* konnten *Physcomitrella patens*, *Physcomitrium eurystomum* und *P. sphaericum* für diese Weiher überhaupt erstmals nachgewiesen werden.

Tab. 9: Historische floristische Angaben (vgl. POSCHLOD et al. 1996) zu Arten der Zwergbinsenfluren in ausgewählten Weihern Oberschwabens (Baden-Württemberg) und deren aktuelles Vorkommen in der Diasporenbank.

Ort	Art	letzter florist. Nachweis	Nachweis in der Diasporenbank
Neuweiher	<i>Carex bohemica</i>	1983	1992
	<i>Cyperus fuscus</i>	bisher nicht bekannt	1992
	<i>Eleocharis ovata</i>	1981	1992
	<i>Limosella aquatica</i>	bisher nicht bekannt	1992
	<i>Peplis portula</i>	1977	n. n.
	<i>Riccia cavernosa</i>	bisher nicht bekannt	1992
	<i>Physcomitrium eurystomum</i>	bisher nicht bekannt	1992
Rennertser Weiher	<i>Elatine triandra</i>	1983	1991
Weiher	<i>Eleocharis ovata</i>	1985**	1991
	<i>Physcomitrella patens</i>	bisher nicht bekannt	1991
	<i>Physcomitrium eurystomum</i>	bisher nicht bekannt	1991
	<i>Physcomitrium sphaericum</i>	bisher nicht bekannt	1991
Waldweiher	<i>Elatine triandra</i>	1967	1992
	<i>Eleocharis ovata</i>	1973	1992
	<i>Limosella aquatica</i>	1967	n. n.
	<i>Peplis portula</i>	1959	n. n.
	<i>Physcomitrium sphaericum</i>	bisher nicht bekannt	1992
Gloggerweiher	<i>Carex bohemica</i>	bisher nicht bekannt	1992
	<i>Cyperus fuscus</i>	bisher nicht bekannt	1992
	<i>Eleocharis ovata</i>	bisher nicht bekannt	1992
	<i>Ricca cavernosa</i>	bisher nicht bekannt	1992
	<i>Physcomitrium eurystomum</i>	bisher nicht bekannt	1992

Auch die Untersuchung der Diasporenbank der 30 Weiher im Altdorfer Wald brachte erstaunliche Ergebnisse (Tab. 10). Obwohl von dort, trotz intensiver floristischer Untersuchungen und mehrjährigen Untersuchungen im Rahmen eines Projektes zur Ökologie und Vegetation der Weiher (KONOLD 1987) nur ein einziges Vorkommen von *Carex bohemica* bekannt war, konnte diese Art mit Hilfe der

„underground floristics-Methode“ in acht weiteren Weihern nachgewiesen werden. *Cyperus fuscus*, *Eleocharis ovata* und *Limosella aquatica* waren aus diesem Gebiet bisher überhaupt nicht bekannt. Dies gilt auch für die Moose *Riccia cavernosa* und *Physcomitrium eurystomum*. Daß von vielen Weihern die letztmalige Sömmerung (Ablassen im Sommer) über 20 und sogar 30 Jahre zurücklag bzw. in den Teichbüchern überhaupt nicht mehr verzeichnet war, deutet darauf hin, daß diese Arten als keimfähige Diasporen im Boden/Sediment über mehrere Jahrzehnte, wenn nicht sogar mehr als ein Jahrhundert überleben können.

Tab. 10: Aktuelles Vorkommen (Anzahl Keimlinge/l Sediment; * - nur Angabe des Vorkommens möglich) von Arten der Zwergbinsenfluren in der Diasporenbank des Sedimentes von Weihern im Altdorfer Wald (Oberschwaben, Baden-Württemberg).

Weierher	Neuw. Nord	Hellik.	Henglimossw.	Al. Grünfl.	Talchw.	U. abgetroch. W.	Mittl. Kahlhählw.	Neuw. Süd	Al. Kiebelsw.	Kiebelw.	Bunhofer W.	Schanzsw.	Stöckw.	Schwarzgrabenw.	Birkw.	Unt. Kahlhählw.	Ob. Kahlhählw.	Bambhählw.	Egelsee	Langmossw.	Hagenbachw.	Klosterw.	Kilmsw.	Ob. abgetroch. W.	Trodassensw.	Langteichhählw.	Tiefw.	Glogersw.	Stiefkett	
Gesamtartenzahl	12	19	25	13	27	20	18	23	22	24	21	23	23	14	26	37	18	24	23	16	29	22	24	22	22	18	40	14	40	
<i>Cyperus fuscus</i>		1			1				5	2	2					1	7	6	73	2	6	94	2	60	2	2		*	*	18
<i>Carex bohemica</i>			1																	2	5	5	2	1	4	4		*	*	9
<i>Limosella aquatica</i>			1	1																				1	1	1		*	*	7
<i>Eleocharis ovata</i>							1				1								2										*	4
<i>Gnaphalium uliginosum</i>																			2											1
<i>Juncus bufonius</i>						1																							*	1
<i>Riccia cavernosa</i>										*	*	*				*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*			
<i>Physcomitrium eurystom.</i>				*			*									*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*			*

Keimungsbiologie

Die Ergebnisse haben gezeigt, daß die hier untersuchten Arten der Zwergbinsenfluren hinsichtlich der untersuchten Faktoren kein einheitliches Bild aufweisen (Tab. 11-14).

Etwa die Hälfte der untersuchten Arten, nämlich *Cyperus fuscus*, *Eleocharis ovata*, *Schoenoplectus supinus*, *Juncus sphaerocarpus* und *Elatine hydropiper* wiesen eine primäre Dormanz auf (Tab. 11). Während die primäre Dormanz bei *Cyperus fuscus*, *Elatine hydropiper* und wenigstens zum Teil bei *Eleocharis ovata* durch eine dreimonatige Lagerung gebrochen war, war bei *Schoenoplectus supinus* und *Juncus sphaerocarpus* erst nach Kältestratifikation eine signifikant erhöhte Keimrate festzustellen. Bei *Eleocharis ovata* führte die Stratifikation zu einer nochmaligen Erhöhung der Keimrate.

Unter den Faktoren, die eine Keimung unter Wasser verhindern, wurde bisher nur die Auswirkung konstanter Temperaturen, die durch einen aufliegenden Wasserkörper bedingt sind, untersucht (Tab. 12). Dabei zeigte sich, daß die Keimraten bei *Cyperus fuscus*, *Eleocharis ovata* und *Schoenoplectus supinus* bei konstanten Temperaturen nur zwischen 0 und 5 % lagen. Sie waren damit signifikant niedriger als bei fluktuierenden Temperaturen. Bei den anderen Arten zeigten sich keine Unterschiede. Während *Cyperus fuscus* unter anschließend fluktuierenden Temperaturen sofort annähernd gleich hohe Keimraten wie unter von Beginn an

Tab. 11 = Keimtab 1: Keimungsraten (%) ausgewählter Arten der Teichbodenflora der Varianten „1“, „2“, „3“ und „4“ (vgl. Tab. 2).

Art: Von manchen Arten wurden die Keimtests an verschiedenen Populationen durchgeführt. In diesem Fall wurde jeweils angeführt, woher die getesteten Populationen stammen (Hardt - Weiher bei Hardt, Reinh - Weiher bei Reinhartshofen, SchmS - Acker beim Schmiechener See; vgl. Tab. 2).

Varianten: 1 - Lagerung max. 10 Tage, keine Vorbehandlung, Licht warm-weiß, Temperaturen fluktuierend; 2 - Lagerung 3 Monate, keine Vorbehandlung, Licht warm-weiß, Temperaturen fluktuierend; 3 - Lagerung 3 Monate, Kältevorbehandlung, Licht warm-weiß, Temperaturen fluktuierend; 4 - Lagerung 3 Monate, Frostvorbehandlung, Licht warm-weiß, Temperaturen fluktuierend.

A, B, C, D - signifikante Unterschiede (* - $p = 0,05$, ** - $p = 0,01$) zwischen den Varianten 1 und 2 (A), 2 und 3 (B), 2 und 4 (C) und 3 und 4 (D). - = Variante nicht durchgeführt.

Variante	1	2	3	4	A	B	C	D
Art								
<i>Carex bohemica</i>	93,6	60,8	80,0	81,2	**	**	**	
<i>Cyperus fuscus (Hardt)</i>	4,6	94,0	-	-	**			
<i>Cyperus fuscus (Pfaumoos)</i>	-	33,2	36,8	54,8			**	**
<i>Eleocharis ovata</i>	0,0	32,0	90,0	66,6	**	**	**	**
<i>Isolepis setacea (1989)</i>	-	55,2	48,8	58,8				
<i>Isolepis setacea (1990)</i>	98,6	99,4	-	-				
<i>Schoenoplectus supinus</i>	16,0	25,4	68,6	28,0		**		*
<i>Juncus sphaerocarpus</i>	0,8	0,8	12,8	4,0		**		
<i>Elatine hydropiper</i>	5,0	56,6	22,6	78,6	**	**	*	**
<i>Limosella aquatica (Kosp)</i>	96,4	96,8	-	-				
<i>Limosella aquatica (SchmS)</i>	95,4	98,8	94,8	97,6				
<i>Limosella aquatica (Reinh)</i>	98,4	96,8	-	-				

Tab. 12 = Keimtab 2: Keimungsraten (%) ausgewählter Arten der Teichbodenflora der Varianten „2“, „5“, „6“ und „7“ (vgl. Tab. 2).

Art: Von manchen Arten wurden die Keimtests an verschiedenen Populationen durchgeführt. In diesem Fall wurde jeweils angeführt, woher die getesteten Populationen stammen (Hardt - Weiher bei Hardt, Reinh - Weiher bei Reinhartshofen, SchmS - Acker beim Schmiechener See; vgl. Tab. 2).

Varianten: 2 - Lagerung 3 Monate, keine Vorbehandlung, Licht warm-weiß, Temperaturen fluktuierend; 5 - Lagerung 3 Monate, keine Vorbehandlung, Licht warm-weiß, Temperaturen konstant; 6 - Lagerung 3 Monate, keine Vorbehandlung, Licht warm-weiß, Temperaturen 12 Wochen konstant, anschließend fluktuierend; 7 - Lagerung 3 Monate, keine Vorbehandlung, Licht warm-weiß, Temperaturen 12 Wochen konstant, anschließend 6 Wochen Kältezwischenbehandlung, anschließend wieder fluktuierend.

A, B, C, D - signifikante Unterschiede (* - $p = 0,05$, ** - $p = 0,01$) zwischen den Varianten 2 und 5 (A), 5 und 6 (B), 5 und 7 (C) und 6 und 7 (D). - = Variante nicht durchgeführt.

Variante	2	5	6	7	A	B	C	D
Art								
<i>Carex bohemica</i>	60,8	73,6	88,8	88,8		*	*	
<i>Cyperus fuscus (Hardt)</i>	94,0	4,6	78,8	78,8	**	**	**	
<i>Cyperus fuscus (Pfaumoos)</i>	-	-	-	-				
<i>Eleocharis ovata</i>	32,0	0,0	0,0	85,4	**		**	**
<i>Isolepis setacea</i>	99,4	94,6	94,6	94,6				
<i>Schoenoplectus supinus</i>	25,4	2,6	4,0	14,0	**		**	**
<i>Juncus sphaerocarpus</i>	0,8	0,0	0,2	8,8			**	**
<i>Elatine hydropiper</i>	56,6	70,6	70,6	70,6				
<i>Limosella aquatica (Kosp)</i>	96,8	98,4	98,4	98,4				
<i>Limosella aquatica (SchmS)</i>	98,8	94,6	94,6	94,6				
<i>Limosella aquatica (Reinh)</i>	96,8	94,8	95,2	95,2				

Tab. 13 = Keimtab. 3: Keimungsraten (%) ausgewählter Arten der Teichbodenflora der Varianten „3“, „8“, „9“ und „10“ (vgl. Tab. 2).

Art: Von manchen Arten wurden die Keimtests an verschiedenen Populationen durchgeführt. In diesem Fall wurde jeweils angeführt, woher die getesteten Populationen stammen (Pfau - Pfaumoos, SchmS - Acker beim Schmiechener See; vgl. Tab. 2)

Varianten: 3 - Lagerung 3 Monate, Kältevorbehandlung, Licht warm-weiß, Temperaturen fluktuierend; 8 - Lagerung 3 Monate, Kältevorbehandlung, Dunkelrotlicht, Temperaturen fluktuierend; 9 - Lagerung 3 Monate, Kältevorbehandlung, 12 Wochen Dunkelrotlicht, anschließend Licht warm-weiß, Temperaturen fluktuierend; 10 - Lagerung 3 Monate, Kältevorbehandlung, 12 Wochen Dunkelrotlicht, anschließend nach 6 Wochen Kältezwischenbehandlung Licht warm-weiß, Temperaturen 12 Wochen fluktuierend, anschließend nach 6 Wochen Kältezwischenbehandlung wieder fluktuierend.

A, B, C, D - signifikante Unterschiede (* - $p = 0,05$, ** - $p = 0,01$) zwischen den Varianten 3 und 8 (A), 8 und 9 (B), 8 und 10 (C) und 9 und 10 (D). - = Variante nicht durchgeführt.

Variante	3	8	9	10	A	B	C	D
Art								
<i>Carex bohemica</i>	80,0	0,0	90,4	90,4	**	**	**	
<i>Cyperus fuscus (Hardt)</i>	-	-	-	-				
<i>Cyperus fuscus (Pfaumoos)</i>	36,8	0,0	26,8	27,6	**	**	**	
<i>Eleocharis ovata</i>	90,0	0,0	97,4	97,4	**	**	**	
<i>Isolepis setacea</i>	48,8	0,4	48,0	48,0	**	**	**	
<i>Schoenoplectus supinus</i>	68,6	0,0	7,4	7,4	**	*	*	
<i>Juncus sphaerocarpos</i>	12,8	0,0	38,0	38,0	**	**	**	
<i>Elatine hydropiper</i>	22,6	0,0	80,0	80,0	**	**	**	
<i>Limosella aquatica (Kosp)</i>	-	-	-	-				
<i>Limosella aquatica (SchmS)</i>	94,8	0,0	86,8	86,8	**	**	**	
<i>Limosella aquatica (Reinh)</i>	-	-	-	-				

Tab. 14 = Keimtab. 4: Keimungsraten (%) ausgewählter Arten der Teichbodenflora der Varianten „3“, „11“, „12“ und „13“ (vgl. Tab. 2).

Art: Von manchen Arten wurden die Keimtests an verschiedenen Populationen durchgeführt. In diesem Fall wurde jeweils angeführt, woher die getesteten Populationen stammen (Pfau - Pfaumoos, SchmS - Acker beim Schmiechener See; vgl. Tab. 2)

Varianten: 3 - Lagerung 3 Monate, Kältevorbehandlung, Licht warm-weiß, Temperaturen fluktuierend; 11 - Lagerung 3 Monate, Kältevorbehandlung, Dunkelheit, Temperaturen fluktuierend; 12 - Lagerung 3 Monate, Kältevorbehandlung, 12 Wochen Dunkelheit, anschließend Licht warm-weiß, Temperaturen fluktuierend; 13 - Lagerung 3 Monate, Kältevorbehandlung, 12 Wochen Dunkelheit, anschließend nach 6 Wochen Kältezwischenbehandlung Licht warm-weiß, Temperaturen 12 Wochen fluktuierend, anschließend nach 6 Wochen Kältezwischenbehandlung wieder fluktuierend.

A, B, C, D - signifikante Unterschiede (* - $p = 0,05$, ** - $p = 0,01$) zwischen den Varianten 3 und 11 (A), 11 und 12 (B), 11 und 13 (C) und 12 und 13 (D). - = Variante nicht durchgeführt.

Variante	3	11	12	13	A	B	C	D
Art								
<i>Carex bohemica</i>	80,0	0,0	91,2	88,4	**	**	**	
<i>Cyperus fuscus (Hardt)</i>	-	-	-	-				
<i>Cyperus fuscus (Pfaumoos)</i>	36,8	0,0	17,6	35,6	**	**	**	**
<i>Eleocharis ovata</i>	90,0	0,0	98,0	100,0	**	**	**	
<i>Isolepis setacea</i>	48,8	0,0	82,4	73,6	**	**	**	*
<i>Schoenoplectus supinus</i>	68,6	0,0	26,6	41,4	**	**	**	
<i>Juncus sphaerocarpos</i>	12,8	0,0	60,8	43,2	**	**	**	*
<i>Elatine hydropiper</i>	22,6	0	80,6	69,4	**	**	**	
<i>Limosella aquatica (Kosp)</i>	-	-	-	-				
<i>Limosella aquatica (SchmS)</i>	94,8	0	89,6	84	**	**	**	
<i>Limosella aquatica (Reinh)</i>	-	-	-	-				

fluktuierenden Temperaturen erreichte, war dies bei *Eleocharis ovata* und *Schoenoplectus supinus* erst nach erneuter Kältestratifikation der Fall. Dies bedeutet, daß durch konstante Temperaturen bei der ersten Art eine Dormanz erzwungen, bei den letzten beiden Arten induziert wurde.

Allerdings keimten alle Arten nicht bei Dunkelrotlicht (entspricht z.B. der Beschattung durch Wasserpflanzen; Tab. 13) und Dunkelheit (z.B. bei Sedimentüberlagerung; Tab. 14). Mit Ausnahme von *Schoenoplectus supinus* und einem Teil der Diasporen von *Cyperus fuscus* wurde die Dormanz durch beide Faktoren nur erzwungen, d.h. nach Anwendung von Licht nach 3 Monate langer Behandlung bei Dunkelrotlicht bzw. Dunkelheit keimten die Diasporen sofort. Eine auffällige Tatsache war, daß bei mehreren Arten, so bei *Juncus sphaerocarpus* und *Elatine hydropiper*, die Keimrate nach der Behandlung mit Dunkelrotlicht oder Dunkelheit signifikant höher als vor der Behandlung war.

Diskussion

Die ökologische Nische und Anpassungen der Zwergbinsenpflanzen, darin zu überleben

Zur ökologischen Nische von Arten der Zwergbinsenfluren liegen viele, „cher“ sporadische, denn gezielte Beobachtungen vor. In der Regel umfassen die Beobachtungen floristische Angaben oder vegetationskundliche Beschreibungen nach dem Trockenfallen von „Ufer- und Schlammböden“, zu einem Zeitpunkt, wenn die Phänologie der Arten bzw. Ausprägung der Vegetation eine Ansprache überhaupt zuläßt (allgemein Moor 1936; Flußufer z.B. KORNECK 1960, PHILIPPI 1978 u.v.a.; Flachwasserseen z.B. PEINTINGER 1988, KUHN & KRAMER 1995; Teichböden z.B. KREH 1929, FRANKE 1987, HIEMEYER 1987, SCHAEFER-GUIGNIER 1994 u.v.a.). Die Autoren weisen auch darauf hin, daß das Vorkommen von Arten der Zwergbinsenfluren nicht nur an bestimmte hydrologische Voraussetzungen, sondern auch an Unterschiede im Substrat (Anteil organischer Substanz, Nährstoffe etc.) gebunden ist, die hier nicht untersucht wurden. Die meisten Autoren (z.B. BURRICHTER 1960, PIETSCH & MÜLLER-STOLL 1968, PHILIPPI 1976, ELLENBERG 1996 u.a.) beschreiben räumliche Zonierungen und/oder eine Abfolge von Stadien im Laufe einer Vegetationsperiode, die durch bestimmte Artengruppen repräsentiert sind. Eine zeitliche Abfolge tritt aber nur dann auf, wenn die hydrologischen Bedingungen sich während des Beobachtungszeitraums geändert haben, wie dies auch unsere Experimente in den Wasserbecken gezeigt haben. Die räumliche Zonierung ist oft typisch an solchen Standorten mit einem Gefälle, an denen sich ein entsprechender „hydrologischer Gradient“ ausbilden kann, wie er an unseren Standorten am Oberrhein repräsentiert ist. Die Arten der Zwergbinsenfluren sind hier v.a. auf die extrem selten und in der Regel nur spät im Jahr trockenfallenden Stellen beschränkt.

Allerdings bewirken hydrologische Extremereignisse immer wieder eine Neuschaffung von konkurrenzarmen Nischen bzw. halten die bestehenden Nischen langfristig aufrecht, wie dies auch Beobachtungen von PHILIPPI (1980) bestätigen. So schreibt er für die an den Ufern des Altrheinarms „Kleiner Bodensee“ vorkommenden Röhrcharten, daß „das Caricetum gracilis bei Hochwassern geschädigt wird, bei extremen Hochwassern auch das Phragmitetum“. Weiterhin führt er aus, daß *Phalaris arundinacea*-Bestände bei länger anhaltenden Überflutungen geschä-

digt werden, wie dies auch hier aufgezeigt werden konnte. Für die in dieser Arbeit ausgewählten Untersuchungsflächen zur Diasporenbank am „Kleinen Bodensee“ weist er u.a. nach, daß die dort vorkommenden Schilfbestände nach dem Hochwasser im Sommer 1965 abgestorben sind.

Zusammenfassend kann deshalb die ökologische Nische der Arten der Zwergbinsenfluren als „räumlich variierend“, „unvorhersagbar“ und meist „kurzlebig“ („ephemere Habitate“) charakterisiert werden.

Leider liegen aber nur wenige detaillierte Beobachtungen über die saisonale und langfristige Vegetations- bzw. Populationsdynamik vor, die erst einen Rückschluß darüber erlauben, mit Hilfe welcher Strategien bzw. Anpassungen die Arten der Zwergbinsenfluren in diesen Nischen überleben.

Unsere Untersuchungen zeigen zuerst einmal, daß die Zwergbinsenarten sehr differenziert, zumindest hinsichtlich der Individuenzahl, auf unterschiedliche hydrologische Bedingungen bzw. „Feuchteverhältnisse“ reagieren. In der Regel liefen sie nur unter terrestrischen Bedingungen auf. Nur ein Teil der Populationen zweier Arten mußte als „amphibisch“ bezeichnet werden. So liefen *Schoenoplectus supinus* und *Limosella aquatica*, allerdings mit niedrigerer Individuenzahl als unter terrestrischen Bedingungen, unter Wasser auf, was GLÜCK (1911) und HEJNY (1960) bei der letztgenannten Art ebenso feststellen konnten. Die generative Reproduktion „unter Wasser“ war aber teilweise eingeschränkt (*Limosella aquatica*, Schmiechener See) oder fiel vollständig aus (*Schoenoplectus supinus*; unveröff. Daten). Die unter Wasser aufgelaufenen Individuen starben bei anschließendem Trockenfallen, nach dem zahlreiche weitere Individuen aufliefen, nicht ab, sondern wuchsen als „Landformen“ weiter und reproduzierten sich erfolgreich. Die Strategie, daß eine weit geringere Anzahl von Individuen unter Wasser aufläuft, verhindert, daß bei einer über längere Zeiträume (Jahre, Jahrzehnte) andauernden Überflutung ohne anschließendes Trockenfallen die Diasporenbank „aufgebraucht“ wird und damit die Population langfristig erlöscht.

Das Auftauchen von Keimlingen über die gesamte Vegetationsperiode unter terrestrischen Bedingungen, unter der Voraussetzung, daß geeignete Nischen zur Verfügung stehen, entspricht auch der bezüglich der Keimungsbiologie aufgestellten Hypothese, daß die Keimbereitschaft permanent sein muß, da die für diese Arten günstigen Keimnischen in amphibischen Habitaten zeitlich nicht vorhersagbar sind. Auch BASKIN et al. (1989, 1993a, b, 1996) konnten für einige Arten ephemerer Habitate eine ausschließlich durch ungünstige Umweltbedingungen erzwungene Dormanz für Arten aufzeigen, sobald eine primäre Dormanz, die kein generelles Merkmal der Arten von Zwergbinsenfluren ist (SALISBURY 1970, BASKIN et al. 1993a), gebrochen ist.

BASKIN et al. (1993a) wiesen aber darauf hin, daß bei den Arten ohne primäre Dormanz die optimalen Keimungstemperaturen über 20° C lagen. Damit wird das Risiko vermindert, daß eine Population durch ein Auflaufen aller Diasporen am Ende der Vegetationsperiode ohne erfolgreiche Reproduktion aussirbt.

Die ungünstigen Umweltbedingungen sind in der Regel konstante Temperaturen, wie sie unter einem Wasserkörper auftreten, fehlender Sauerstoff in den oberen Bodenschichten, Beschattung und Dunkelheit (FRANKLAND et al. 1987, BASKIN & BASKIN 1998). So wiesen THOMPSON et al. (1977) bereits nach, daß fluktuierende Temperaturen die Keimung von Arten amphibischer Standorte auslösen. BONNEWELL et al. (1988) und KEELEY (1988) zeigten aber, daß bestimmte Arten amphibischer Standorte auch bei geringen Sauerstoffkonzentration im Substrat keimen. Vergleichbare Untersuchungen zum Einfluß von Dunkelrotlicht auf die

Keimung dieser Arten fehlen zwar, doch lassen die Geländebeobachtungen vieler Autoren, die bei Beschattung ein starkes Abnehmen der Zwergbinsenpflanzen beobachten (z.B. schreibt MOOR 1936, daß das *Eleocharetetum* lichtbedürftig ist), den Schluß zu, daß Dunkelrotlicht, das im Gegensatz zum keimungsauslösenden Hellrotlicht nicht durch ein Blätterdach gefiltert wird (GORSKI et al. 1977), ein Auflaufen verhindert. In einer Zusammenstellung zahlreicher Arten von Schlamm-bodenstandorten mit einer persistenten Diasporenbank, unter ihnen auch Arten der Zwergbinsenfluren, zeigen BASKIN & BASKIN (1998), daß diese in Dunkelheit entweder überhaupt nicht oder mit verringerter Rate keimen.

Laufen Individuen noch am Ende der Vegetationsperiode auf, findet häufig noch eine erfolgreiche Reproduktion statt. Diese Plastizität der adulten Population wurde bereits von SALISBURY (1942) und von VON LAMPE (1996) beschrieben.

Ein weiteres Merkmal, in diesen unvorhersagbaren Habitaten zu überleben, ist die Persistenz der Diasporenbank. Unsere Untersuchungen bestätigen die Vermutungen mancher Floristen und unsere Hypothese, die das plötzliche Auftreten dieser Arten bei geeigneten Bedingungen weniger auf einen Diasporeneintrag, als vielmehr auf das Vorhandensein keimfähiger Diasporen im Boden zurückführen (z.B. PHILIPPI 1969, SALISBURY 1970, OESAU 1972 u.a.). Die lange Lebensfähigkeit der Diasporenbank von Arten der Zwergbinsenfluren wird auch durch neuere Untersuchungen von anderen Standorten untermauert (MÜLLER & CORDES 1985, BERNHARDT 1989, 1993, in diesem Band, KAPLAN & MUER 1990, KOHN 1993 u.a.; vgl. auch POSCHLOD 1993, POSCHLOD et al. 1993, 1996).

Allerdings soll in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen werden, daß die Ausbreitungsbiologie dieser Arten nicht unterschätzt werden darf. So können sie über die Verdriftung über den Wasserkörper und die Verlagerung von Sediment (BERNHARDT 1993, POSCHLOD et al. 1996; vgl. auch den Eintrag von *Limosella*-Samen außerhalb der Reproduktionsphase auf der Versuchsfläche Kosperskern nach Überflutung, Abb. 11) entlang von Fließgewässern ausgebreitet werden. Auch soll die oft zitierte Ausbreitungsmöglichkeit über Vögel (siehe Einleitung) noch einmal erwähnt werden. Aber nur die hohe Ausbreitungsfähigkeit über die Zeit sichert aufgrund der Unvorhersagbarkeit der Standorte ihr langfristiges Überleben.

Zusammenfassend läßt sich deshalb feststellen, daß die hohe phänotypische Plastizität der Arten der Zwergbinsenfluren einerseits (vgl. auch VON LAMPE 1996), die hier sowohl für die Diasporen- als auch die adulte Population aufgezeigt wurde, und die hohe Ausbreitungsfähigkeit über die Zeit andererseits diejenigen Merkmale sind, die ihnen das Überleben in den beschriebenen Habitaten in unserer mitteleuropäischen Landschaft ermöglicht haben. PLACHTER (1996) beschreibt eine „Risikostreuung durch Reaktionsalternativen“ und eine „hohe phänologische Plastizität“ auch bei vielen Tierarten in Wildflußlandschaften. So darf die hohe Plastizität möglicherweise für alle Arten unvorhersagbarer und häufig gestörter Standorte angenommen werden.

Arten- und Naturschutzaspekte in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft

Bedeutung der historischen Landnutzung

Das Vorkommen einer sog. Teichbodenflora bzw. -vegetation und die Beispiele „Schmiechener See“ und „Lonsjko Polje“ zeigen, daß die Tätigkeiten des Menschen

in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft wahrscheinlich überhaupt erst zu einer großflächigen Ausbreitung dieser Arten, auch außerhalb ihrer natürlichen Standorte, beigetragen haben (vgl. auch ELLENBERG 1996).

Die Bedeutung traditioneller Landnutzungsformen für das Vorkommen von Arten der Zwergbinsengesellschaften läßt sich bereits aus den zahlreichen floristischen Angaben aus dem letzten und Anfang dieses Jahrhunderts ablesen. So schreibt PHILIPPI bereits 1969 sehr treffend: „Mit der Aufgabe der Wiesenbewässerung und dem Zuwachsen bzw. Zuschütten der Hanflöcher (Anm. d. Autoren: künstliche wassergefüllte Mulden, die zum Ausfaulen des Hanfs dienten) und der Schweineweiden sind in den letzten Jahrzehnten Standorte verschwunden, die jahrhundertlang kontinuierlich Arten der Zwergbinsengesellschaften geeignete Wuchsstellen geboren haben“. Als weitere anthropogene Standorte für Zwergbinsengesellschaften nennt er Ziegeleigruben, periodisch abgelassene Teiche und schließlich feuchte Wegränder.

Während die Bedeutung der Teichwirtschaft für das Vorkommen vieler Arten bekannt ist (z.B. FRANKE 1987, SCHÄFER-GUIGNIER 1994 u.a.), soll hier am Beispiel der „fast vergessenen“ Schweineweiden deren Bedeutung für einzelne Arten kurz aufgezeigt werden: So fanden sich z.B. die letzten Vorkommen des Kleefarns (*Marsilea quadrifolia*) in Deutschland auf Schweineweiden am Oberrhein. Mit deren Verschwinden starb auch der Kleefarn aus (NEBEL et al. 1990, SCHNEIDER-JACOBY & ERN 1990). Auch der hochgradig gefährdete Pillenfarn (*Pilularia globulifera*) war eine häufige Art auf Schweineweiden in den Auen (NEBEL et al. 1990). Von zahlreichen weiteren, schon vom Aussterben bedrohten Arten wie dem Sumpf-Heusenkraut (*Ludwigia palustris*), Quirlblättrigem Tännel (*Elatine alsinastrum*), Wasserpfeffer-Tännel (*E. hydropteris*), Liegendes Büchsenkraut (*Lindernia procumbens*) oder gefährdeten Arten wie dem Braunen Cyperngras (*Cyperus fuscus*) oder dem Schlämmling (*Limosella aquatica*) ist ebenfalls bekannt, daß sie häufig auf Schweineweiden anzutreffen waren (PHILIPPI 1969, 1992, QUINGER 1993).

Praktische Konsequenzen

Die obigen Ausführungen zeigen deutlich, daß der natürlichen Flußdynamik bzw. der ungestörten hydrologischen Dynamik natürlicher Systeme, durch die entsprechende Nischen für das Vorkommen von Arten der Zwergbinsenfluren geschaffen werden, zwar besondere Bedeutung zukommt. Mit den Ausbaumaßnahmen der großen Flüsse, aber auch der Trockenlegung von Standorten mit starken Wasserspiegelschwankungen wie Flachwasserseen, wurden aber die o.g. anthropogene Standorte zunehmend zu Ersatzstandorten der „natürlichen Standorte“. Mit der Aufgabe der traditionellen Landnutzungsformen, die auch zum Rückgang der anthropogenen Ersatzstandorte geführt haben, haben die bisherigen Maßnahmen innerhalb der Landschaftspflege Aspekte der Störung, die langfristig konkurrenzarme Standorte für das Überleben dieser Arten schaffen, nicht berücksichtigt (Riecken et al. 1998).

Nachdem Rückbaumaßnahmen entlang der großen Ströme, die großflächige Überflutungen, entweder langanhaltend oder mit erosiver Wirkung, zulassen, kaum in naher Zukunft verwirklicht werden dürften, kommt deshalb entweder der Aufrechterhaltung bzw. der Wiedereinführung entsprechender traditioneller Landnutzungsformen besondere Bedeutung zu. Die Empfehlungen im Rahmen der Teichwirtschaft, nämlich der Erhalt bzw. die Wiederaufnahme der traditionellen Bewirtschaftung mit Sömmerung bzw. wenigstens gelegentliche Sömmerungster-

mine (alle 20 Jahre), wurden bereits in manchen „Betrieben“ umgesetzt. So sind unter diesen Umständen auch keine großen finanzielle Einbußen zu befürchten (vgl. ZINTZ & POSCHLOD 1996). BEINLICH (1998) hat die Schweineweide als dynamisches Element in der Kulturlandschaft wieder aufgegriffen und empfiehlt deshalb deren Wiedereinführung (vgl. BEINLICH et al. 1999).

Oder es werden im Rahmen von Pflegemaßnahmen gezielt Bodenstörungen geschaffen, die den Arten wenigstens kurzfristig eine Etablierung und Reproduktion ermöglichen. Der Schmiechener See ist dafür eines der wenigen Beispiele, in dem solche Maßnahmen, hier Pflügen, lokal zum Erhalt eines Lebensraumes und seiner Arten durchgeführt werden. Die Erfahrungen auf diesem Standort haben gezeigt, daß auch im Abstand von immerhin 8 Jahren durchgeführte Maßnahmen diese immer noch die gewünschte Wirkung aufweisen können.

Aspekte der aktuellen Gefährdung

Die in jüngerer Zeit aufgetauchten Forderungen „Risikofaktoren, die aus der Biologie der Arten resultieren“, in den „Skalen zur Erfüllung der Kriterien der Einschätzung der Gefährdung“ aufzunehmen (POSCHLOD et al. 1995, 1999, KORNECK et al. 1996, 1998, SCHNITTLER & LUDWIG 1996), dürften gerade bei den Arten der Zwergbinsenfluren besondere Bedeutung besitzen. Die möglicherweise nicht nur wenige, sondern mehrere Jahrzehnte dauerhafte Diasporenbank läßt die Gefährdung aller hier erwähnten Arten der Zwergbinsenfluren weniger gering erscheinen, d.h. daß sie an ihren ehemaligen Standorten mit großer Wahrscheinlichkeit noch als Diasporenpopulation vertreten sind (vgl. dazu auch POSCHLOD 1993a). Dieser Aspekt läßt deshalb eine Wiedereinführung entsprechender Nutzungsformen bzw. von Managementmaßnahmen, die wenigstens ab und zu geeignete Standortbedingungen schaffen, für eine Etablierung und Reproduktion („Auffrischen“ der Diasporenbank) erfolgreich erscheinen.

Danksagung: Teilaspekte dieser Arbeit wurden im Rahmen eines vom „Projekt Angewandte Ökologie“ des von der LfU Baden-Württemberg geförderten Forschungsvorhabens zur „Ökologie kleinerer, ablaßbarer Strehgewässer“ (Fördernummer 209124.01) erhoben. Den Bezirksstellen für Naturschutz und Landschaftspflege in Tübingen und Karlsruhe sei für die wohlwollende Unterstützung dieser Untersuchungen gedankt, der BNL Tübingen insbesondere für die Durchführung der Managementmaßnahmen am Schmiechener See.

Dankbar sind wir auch dem Botanischen Garten Marburg und seinem Leiter, Prof. Dr. Volker Melzheimer, für die Bereitstellung von Wasserbecken für unseren „Grundwasser- und Überflutungsversuch“, Herrn Prof. Philippi für Diskussionen über Schlamm- und Bodenseen, den Kleinen Bodensee und den Kosperskern, und schließlich Herrn Schneider-Jacoby für die begeisterte Einführung in die Save-Auen und die vielfältige Unterstützung bei den dortigen Untersuchungen. Einen besonderen Dank auch an Christina Mengel für ihre ständige Unterstützung und Geduld.

Schrifttum

- BASKIN, C.C. & BASKIN, J.M. (1998): Seeds. Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. – 666 pp., San Diego.
- BASKIN, C.C., BASKIN, J.M. & SPOONER, D.M. (1989): Role of temperature, light and date: seeds were exhumed from soil on germination of four wetland perennials. – *Aquat. Bot.* 35, 387-394.
- BASKIN, C.C., BASKIN, J.M. & CHESTER, E.W. (1993a): Seed germination ecophysiology of four summer annual mudflat species of Cyperaceae. – *Aquatic Botany* 45, 41-52.
- BASKIN, C.C., BASKIN, J.M. & CHESTER, E.W. (1993b): Germination ecology of *Leptochloa panicoides*, a summer annual grass of seasonally dewatered mudflats. – *Acta Oecol.* 14/5, 693-704.

- BASKIN, C.C., BASKIN, J.M. & CHESTER, E.W. (1996): Seed germination ecology of the aquatic winter annual *Hottonia inflata*. – *Aquat. Bot.* 54, 51-57.
- BEEGER, H. (1990): Staustufen, Polder und kein Ende. Die Ausbaumaßnahmen am Oberrhein von Tulla bis heute. – *Mitt. Polllichia* 77, 52-72.
- BEIJERINCK, W. (1974): *Zadenatlas der nederlandsche Flora*. – 316 S., Wageningen.
- BEINLICH, B. (1998): Die Schweineweide als dynamisches Element in der Kulturlandschaft. – *Schr.-R. f. Landschaftspfl. u. Natursch.* 56, 317-336.
- BEINLICH, B., VAN RHEMEN, K. & HILL, B. (1999): Schweinefreilandhaltung in der Landschaftspflege – Ein Überblick zum aktuellen Kenntnisstand. – 4. Lenzener Gespräche, im Druck.
- BERNHARDT, K.-G. (1989): Pflanzliche Strategien der Pionierbesiedlung terrestrischer und limnischer Sandstandorte in Nordwestdeutschland. – *Drosera* 89/1,2, 113-124.
- BERNHARDT, K.-G. (1993): Untersuchungen zur Besiedlung und Dynamik der Vegetation von Sand- und Schlickpionierstandorten. – *Diss. Bot.* 202, 1-223.
- BERTSCH, K. (1941): Früchte und Samen. *Handbücher der praktischen Vorgeschichtsforschung* 1. – 247 S., Stuttgart.
- BONNEWELL, V., KOUKARI, W.L. & PRATT, D.C. (1983): Light, oxygen, and temperature requirements for *Typha latifolia* seed germination. – *Can. J. Bot.* 61, 1330-1336.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): *Pflanzensoziologie*. – 3. Aufl., 865 S.; Wien.
- BURRICHTER, E. (1960): Die Therophyten-Vegetation an nordrhein-westfälischen Talsperren im Trocken-jahr 1959. – *Ber. Deutsche Bot. Ges.* 73, 24-37.
- CRAWFORD, R.M.M. (1987): *Plant Life in Aquatic and Amphibious Habitats*. – *Spec. Publ. Brit. Ecol. Soc.* 5, Oxford.
- CUMMING, B.G. (1959): Extreme sensitivity of germination and photoperiodic reaction in the genus *Chenopodium* (Tourm.)L. – *Nature* 184, 1044-1045.
- DARWIN, C. (1859): The origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle for life. – Reprint 1985, Penguin, 477 pp., London.
- EHRENDORFER, F. (1973): *Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas*. – 318 S., Stuttgart.
- ELLENBERG, H. (1996): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. – 5. Aufl., 1096 S., Stuttgart.
- FISCHER, A. (1987): Untersuchungen zur Populationsdynamik am Beginn von Sukzessionen. – *Diss. Bot.* 110, 1-234.
- FRAHM, J.P. & FREY, W. (1983): *Moosflora*. – 1. Aufl., 522 S., Stuttgart.
- FRANKE, T. (1987): *Pflanzengesellschaften der Fränkischen Teichlandschaft*. – *Berichte der Naturforschenden Gesellschaft Bamberg* 61/2, 1-208.
- FRANKE, T. (1988): Die Bedeutung von extensiv genutzten Teichen für die Pflanzenwelt – am Beispiel des fränkischen Teichgebietes. – *Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz* 84, 143-153.
- FRANKLAND, B., BARTLEY, M.R. & SPENCE, D.H.N. (1987): Germination under Water. – In: *Plant Life in Aquatic and Amphibious Habitats* (Ed.: CRAWFORD, R.M.M.), *Spec. Publ. Brit. Ecol. Soc.* 5, 167-177.
- GLÜCK, H. (1905): *Biologische und morphologische Untersuchungen über Wasser- und Sumpfgewächse*. Erster Teil: Die Lebensgeschichte der europäischen Alismaceen. – 312 S., Jena.
- GLÜCK, H. (1906): *Biologische und morphologische Untersuchungen über Wasser- und Sumpfgewächse*. Zweiter Teil: Untersuchungen über die mitteleuropäischen *Utricularia*-Arten, über die Turionienbildung bei Wasserpflanzen, sowie über *Ceratophyllum*. – 256 S., Jena.
- GLÜCK, H. (1911): *Biologische und morphologische Untersuchungen über Wasser- und Sumpfgewächse*. Dritter Teil: Die Uferflora. – 644 S., Jena.
- GLÜCK, H. (1924): *Biologische und morphologische Untersuchungen über Wasser- und Sumpfgewächse*. Viertes Teil: Untergetauchte und Schwimmblattflora. – 746 S., Jena.
- GLÜCK, H. (1930): *Limosella*-Studien. – *Bot. Jb.* 66, 488-566.
- GORSKI, T., GORSKI, K. & NOWICKI, J. (1977): Germination of seeds of various herbaceous species under leaf canopy. – *Flora* 166, 249-259.
- GUGIC, G. (1996): Die Hudewirtschaft der Sava-Auen. – 2. Lenzener Gespräche, 88-98.
- GUTTERMANN, Y. (1992): Maternal effects on seeds during development. – In: *Seeds. The Ecology of Regeneration in Plant Communities* (Ed.: FENNER, M.), pp. 27-59, Wallingford.
- HEJNY, S. (1960): *Ökologische Charakteristik der Wasser- und Sumpfpflanzen in den slowakischen Tiefebene(n) (Donau- und Theißgebiet)*. 480 S., Bratislava.

- HIEMEYER, F. (1987): Die Vegetation abgelassener Weiher – Beobachtungen und Erkenntnisse. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 58, 45-51.
- ISTA (International Seed Testing Association), 1993: International Rules for Seed Testing. Rules 1993. – Seed Sci. & Technol. 21, 1-288.
- JACKEL, A.-K. & POSCHLOD, P. (1994): Diaspore production and the influence of the size of diaspore traps on the quantitative result of seasonal diaspore rain in two calcareous grassland sites. – Ber. Inst. Landschafts- u. Pflanzenökologie Univ. Hohenheim 3, 123-132.
- KAPLAN, K. & MUER, T. (1990): Beobachtungen zum Diasporenreservoir im Bereich ehemaliger Heideweiher. – Florist. Rundbr. 24, 38-45.
- KEELEY, J.E. (1988): Anaerobiosis as a stimulus to germination in two vernal pool grasses. – Amer. J. Bot. 75, 1086-1089.
- KERNER V. MARILAUN, A. & HANSEN, A. (1921): Pflanzenleben, Band 3: Die Pflanzenarten als Floren und Gesellschaften. – 3. Aufl., 555 S., Leipzig/Wien.
- KOHN, J. (1993): Zum Diasporenreservoir unterschiedlich beeinträchtigter nordwestdeutscher Flachgewässer. – In: Mitteleuropäische Kleingewässer. Ökologie, Schutz, Management (Hrsg.: GLANDT, D.), Metelener Schriften. Naturschutz 4, 75-91.
- KONOLD, W. (1987): Oberschwäbische Weiher und Seen. Teil I: Geschichte, Kultur. Teil II: Vegetation, Limnologie, Naturschutz. – Beih. Veröff. Naturschutz u. Landschaftspflege Bad.-Württ. 52/1,2, 1-634.
- KORNECK, D. (1960): Beobachtungen an Zwergbinsengesellschaften im Jahr 1959. – Beitr. Naturf. Forsch. SW-Deutschl. 19, 101-111.
- KORNECK, D., SCHNITTLER, M. & VOLLMER, I. (1996): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta) Deutschlands. – Schr.-R. f. Vegetationskunde 28, 21-187.
- KORNECK, D., SCHNITTLER, M., KLINGENSTEIN, F., LUDWIG, G., TAKLA, M., BOHN, U. & MAY, R. (1998): Warum verarmt unsere Flora? Auswertung der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – Schr.-R. f. Vegetationskunde 29, 299-444.
- KREH, W. (1929): Pflanzensoziologische Beobachtungen an den Stuttgarter Wildparkseen. – Jahresh. Ver. Vaterl. Naturk. Württ. 85, 175-203.
- KUHN, J., ANKA, K., MÜLLER, J.M. & WEIDMANN, E. (1999): Naturschutzgebiet Schmiechener See: Zustand und Entwicklung in den Jahren 1995-1998. – Mitt. orn. ArbGem. Ulmer Raum 4, im Druck.
- KUHN, J. & KRAMER, W. (1995): Vegetation und Flora des Schmiechener Sees (Gefäßpflanzen). – Beih. Veröff. Naturschutz u. Landschaftspf. Bad.-Württ. 78, 159-306.
- LAMPE, M. VON (1996): Wuchsform, Wuchsrhythmus und Verbreitung der Arten der Zwergbinsengesellschaften. – Diss. Bot. 266, 1-353.
- MOOR, M. (1936): Zur Soziologie der Isoëtales. – Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz 20, 1-148.
- MÜLLER, J. & CORDES, H. (1985): Wiederbesiedlung, Gefährdung und Erhaltung seltener Feuchtsand-Pioniergesellschaften. – Verh. Ges. f. Ökol. 13, 243-250.
- MUSALL, H. (1969): Die Entwicklung der Kulturlandschaft der Rheinniederung zwischen Karlsruhe und Speyer vom Ende des 16. bis zum Ende des 19. Jahrhunderts. – Heidelberger Geogr. Arb. 22, 1-279.
- NEBEL, M., PHILIPPI, G., QUINGER, B., RÖSCH, M., SCHIEFER, J., SEBALD, O. & SEYBOLD, S. (1990): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Bd. 1. Allgemeiner Teil; Spezieller Teil (Pteridophyta, Spermatophyta). – 613 S., Stuttgart.
- OESAU, A. (1972): Zur Soziologie von *Limosella aquatica* L. – Beitr. Biol. Pflanzen 48, 377-387.
- PEINTINGER, M. (1988): Die Vegetation des Litzelsees bei Markelfingen (Westliches Bodenseegebiet). – Carolina 46, 17-22.
- PFADENHAUER, J., POSCHLOD, P. & BUCHWALD, R. (1986): Überlegungen zu einem Konzept geobotanischer Dauerbeobachtungsflächen für Bayern. Teil 1: Methodik der Anlage und Aufnahme. – Ber. ANL 10, 41-60.
- PHILIPPI, G. (1969): Zur Verbreitung und Soziologie einiger Arten von Zwergbinsen- und Strandlingsgesellschaften im badischen Oberrheingebiet. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N.F. 10, 139-172.
- PHILIPPI, G. (1976): Vegetationskundliche Beobachtungen an Weiher des Stromberggebietes um Maulbronn. – Veröff. Naturschutz u. Landschaftspflege Bad.-Württ. 44/45, 9-50.
- PHILIPPI, G. (1978): Die Vegetation des Altrheingebietes bei Rußheim. – In: Der Rußheimer Altrhein (Hrsg.: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg). Natur- und Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ. 10, 103-267.

- PHILIPPI, G. (1980): Die Vegetation des Altrheins Kleiner Bodensee bei Karlsruhe. – Beitr. Naturk. Forsch. SüdWdt. 39, 71-114.
- PHILIPPI, G. (1992): Onagraceae, Nachtkerzengewächse. – In: Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs Band 4 (Hrsg.: SEBALD, O., SEYBOLD, S. & PHILIPPI, G.), S. 33-64, Stuttgart.
- PIETSCH, W. (1963): Vegetationskundliche Studien über die Zwergbinsen- und Strandlingsgesellschaften in der Nieder- und Oberlausitz. – Abh. u. Ber. Naturkundemus. Görlitz 38/2, 1-80.
- PIETSCH, W. (1973): Beitrag zur Gliederung der europäischen Zwergbinsengesellschaften (Isoëto-Nanojuncetea Br.-Bl. et Tx. 1943). – Vegetatio 28, 401-438.
- PIETSCH, W. & MÜLLER-STOLL, W.R. (1968): Die Zwergbinsen-Gesellschaften der nackten Teichböden im östlichen Mitteleuropa, Eleocharito-Caricetum bohemicae. – Mitt. Flor.-Soz. AG, N.F. 13, 14-47.
- PLACHTER, H. (1998): Die Auen alpiner Wildflüsse als Modelle störungsgeprägter ökologischer Systeme. – Schr.-R. f. Landschaftspfl. u. Natursch. 56, 21-66.
- POSCHLOD, P. (1993a): „Underground floristics“ – keimfähige Diasporen im Boden als Beitrag zum floristischen Inventar einer Landschaft am Beispiel der Teichbodenflora. – Natur und Landschaft 68, 155-159.
- POSCHLOD, P. (1993b): Die Dauerhaftigkeit von generativen Diasporenbanken in Böden am Beispiel von Kalkmagerrasenpflanzen und deren Bedeutung für den botanischen Arten- und Biotopschutz. – Verh. Ges. f. Ökol. 22, 229-240.
- POSCHLOD, P. (1996): Population biology and dynamics of a rare short-living pond mud plant, *Carex bohemica* Schreber. – Verh. Ges. Ökol. 25, 321-337.
- POSCHLOD, P., BAUER, U., GRUNICKE, U., HEIMANN, B. & KOHLER, A. (1993): Ökologie und Management periodisch abgelassener und trockenfallender kleinerer Stehgewässer im oberschwäbischen und schwäbischen Voralpengebiet. Die Bedeutung der Diasporenbank für das Überleben der Schlamm Bodenvegetation. – Veröff. PAÖ 7, 81-107.
- POSCHLOD, P., BONN, S. & BAUER, U. (1996): Ökologie und Management periodisch abgelassener und trocken fallender kleinerer Stehgewässer im oberschwäbischen und schwäbischen Voralpengebiet. Vegetationskundlicher Teil. – Veröff. PAÖ 17, 287-501.
- POSCHLOD, P. & JACKEL, A.-K. (1993): Untersuchungen zur Dynamik von generativen Diasporenbanken von Samenpflanzen in Kalkmagerrasen. I. Jahreszeitliche Dynamik des Diasporenregens und der Diasporenbank auf zwei Kalkmagerrasenstandorten der Schwäbischen Alb. – Flora 188, 49-71.
- POSCHLOD, P., KIEFER, S. & FISCHER, S. (1995): Die potentielle Gefährdung von Pflanzenpopulationen in Kalkmagerrasen auf der Mittleren Schwäbischen Alb durch Sukzession (Brache) und Aufforstung - ein Beispiel für einen zönotischen Ansatz der Gefährdungsanalyse von Pflanzenpopulationen. – Beih. Veröff. Naturschutz u. Landschaftspflege Bad.-Württ. 83, 199-227.
- POSCHLOD, P., KIEFER, S., JACKEL, A.-K. & FISCHER, S. (1999): Populationsbiologische Untersuchungen an Pflanzen der Trockenrasen - ein zönotischer Ansatz der Analyse der Gefährdung durch Fragmentierung und Isolation. – In: Verinselung von Lebensräumen. Populationsbiologie in der Naturschutzpraxis (Hrsg.: AMLER, K., BAH, A., HENLE, K., KAULE, G., POSCHLOD, P. & SEITTELE, J.), im Druck, Stuttgart.
- QUINGER, B. (1993): Elatinaceae, Tünnelgewächse. – In: Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs Band 2 (Hrsg.: SEBALD, O., SEYBOLD, S. & PHILIPPI, G.), S. 23-30, Stuttgart.
- RIECKEN, U., FINCK, P., KLEIN, M. & SCHRÖDER, E. (1998): Schutz und Wiedereinführung dynamischer Prozesse als Konzept des Naturschutzes - Einführung und Problemaufriß. – Schr.-R. f. Landschaftspfl. u. Natursch. 56, 7-19.
- SALISBURY, E.J. (1942): The reproductive capacity of plants. – 244 pp., London.
- SALISBURY, E.J. (1967a): On the reproduction and biology of *Elatine hexandra* (Lapierre) DC. (Elatinaceae), a typical species of exposed mud. – Kew Bull. 21, 139-149.
- SALISBURY, E.J. (1967b): The reproduction and germination of *Limosella aquatica*. – Ann. Bot. 31, 147-162.
- SALISBURY, E.J. (1967c): The reproductive biology of *Pulicaria vulgaris* Gaertn. and its diminishing frequency. – Ann. Bot. 31, 699-712.
- SALISBURY, E.J. (1969): The reproductive biology and occasional seasonal dimorphism of *Anagallis minima* and *Lythrum hyssopifolia*. – Watsonia 7, 25-39.
- SALISBURY, E.J. (1970): The pioneer vegetation of exposed muds and its biological features. – Phil. Transact. Roy. Soc. London, B 259, 207-255.
- SCHAEFER-GUIGNIER, O. (1994): Weiher in der Franche-Comté: eine floristisch-ökologische und vegetationskundliche Untersuchung. – Diss. Bot. 213, 1-225.

- SCHNEIDER-JACOBY, M. (1993): Vögel als Indikatoren für das ökologische Potential der Saveauen und Möglichkeiten für deren Erhaltung. – 219 S., Konstanz.
- SCHNEIDER-JACOBY, M. & ERN, H. (1990): Save-Auen – Vielfalt durch Überschwemmung. – 135 S., Radolfzell.
- SCHNITTNER, M. & LUDWIG, G. (1996): Zur Methodik der Erstellung Roter Listen. – *Schr.-R. f. Vegetationskunde* 28, 709-739.
- SCULTHORPE, C.D. (1967): *The Biology of Aquatic Vascular Plants*. – 610 pp., London.
- TER HEERDT, G.N.J., VERWEIJ, G.L., BEKKER, R.M. & BAKKER, J.P. (1996): An improved method for seed bank analysis: seedling emergence after removing the soil by sieving. – *Funct. Ecol.* 10, 144-151.
- THÖNI, H. (1967): Transformations of variables used in the analysis of experimental and observational data. – *Technical Report 7*, Ames/Iowa: Statistical Laboratory, Iowa State University.
- THOMPSON, K., GRIME, J.P. & MASON, G. (1977): Seed germination in response to diurnal fluctuations of temperature. – *Nature* 267, 147-149.
- THOMPSON, K. & GRIME, J.P. (1979): Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. – *J. Ecol.* 67, 893-921.
- WEBER, E. (1980): *Grundriß der biologischen Statistik*. – 8. Aufl., 652 S., Stuttgart/New York.
- WERNER, J. (1992): *Biomathematik und Medizinische Statistik*. – 2. Aufl., 326 S., München.
- WILMANN, O. (1993): *Ökologische Pflanzensoziologie*. – 5. Aufl., 479 S., Wiesbaden.
- ZINTZ, K. & POSCHLOD, P. (1996): Ökologie und Management periodisch abgelassener und trocken fallender kleinerer Stehgewässer im oberschwäbischen und schwäbischen Voralpengebiet. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen für die Naturschutzpraxis. – *Veröff. PAÖ* 17, 503-515.
- ZWIRGER, P., MAYER, H. & HURLE, K. (1990): Untersuchungen zum Einfluß der Bohrstockgröße bei der Bestimmung des Unkrautsamengehaltes im Boden. – *Agrarinform* 18, 41-50.

(Am 13. September 1999 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	2	261-274	1999	Freiburg im Breisgau 23. September 1999
--	---------	---	---------	------	--

Zum Keimverhalten ausgewählter Arten mitteleuropäischer Zwergbinsengesellschaften

von

WERNER PIETSCH, Cottbus *

Zusammenfassung: Am Beispiel 20 verschiedener *Cyperetalia fuscus*-Arten der mitteleuropäischen Zwergbinsenvegetation wird das Keimverhalten in Abhängigkeit von den Temperaturverhältnissen und der Beschaffenheit der Keimsubstrate untersucht. Es gibt Arten, die bei optimalen Keimungsbedingungen bereits innerhalb weniger Tage sehr hohe Keimungsraten aufweisen, aber auch solche Arten, die eine längere Keimung von 14 bis 21 Tagen benötigen.

Bei der Mehrzahl der untersuchten Arten wurden mit der Anwendung von Wechseltemperaturen, 6 Stunden bei 35-40° C und 18 Stunden bei 18-20° C, die besten Keimungsraten erzielt. Bei konstanten Temperaturverhältnissen, wie zum Beispiel bei Raumtemperatur, konnte nur ein geringfügiges Auskeimen festgestellt werden: Eine Ausnahme zeigten *Juncus bufonius* und die beiden *Gnaphalium*-Arten *G. uliginosum* und *G. luteo-album*. Unabhängig von den Temperaturverhältnissen wurde innerhalb kurzer Zeit von 5 bis 8 Tagen ein Auskeimen von 92 bis 98 % erreicht.

Zur Untersuchung der Abhängigkeit der Keimung von der Beschaffenheit der Keimsubstrate wurden folgende Substrate untersucht: feuchter Sand, feuchte Gartenerde, einlagig angefeuchtetes Filterpapier, dreilagig angefeuchtetes Filterpapier, Aqua dest. 2 cm und Leitungswasser 2 cm.

Während einige Arten auf feuchtem Grund bzw. Gartenerde kurzfristig hohe Keimungsraten erreichen, benötigen andere Arten das Vorhandensein einer Überschichtung mit Leitungswasser bzw. eine längerfristige Durchfeuchtung der Substrate, wie z.B. Filterpapier, für eine optimale Keimung. In Abhängigkeit der Keimung von verschiedenen Keimsubstraten bei Behandlung mit Wechseltemperaturen lassen sich folgende Artengruppen unterscheiden: *Juncus bufonius*-, *Limosella aquatica*-, *Peplis portula*-, *Cyperus fuscus*-, *Elatine triandra*-, *Radiola linoides*- und *Illecebrum verticillatum*-Gruppe. Diese Artengruppen entsprechen im Wesentlichen den floristisch-soziologischen Gruppen, die als Grundlage für die Gliederung der mitteleuropäischen Zwergbinsengesellschaften erarbeitet wurden.

Summary: Using 20 different *Cyperetalia fuscus* species of the Central European dwarf rush vegetation as an example, the behavior of germs is studied in dependence on the temperature conditions and the quality of the substrate. Some species reve-

* Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. WERNER PIETSCH, Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Professur Spezielle Rekultivierung, Postfach 101344, D-03013 Cottbus

al very high germination rates within a few days only, while other species require a longer germination period of 14 to 21 days. The majority of species included in the study attained their best germination rates with the application of alternating temperature, i.e. 6 hours at 35 to 40° C and 18 hours at 18 to 20° C. At constant temperature conditions, e.g. room temperature, the germination was found to be low with the exception of the species *Juncus bufonius* and the two *Gnaphalium* species *G. uliginosum* and *G. luteo-album*: independent on the temperature conditions, a 92 to 98 % germination was obtained within a short period of 5 to 8 days. The following substrates were used to study the correlation between germination and the quality of the substrates: wet sand, wet garden soil, single-layered wetted filter paper, three layers of wetted filter paper, distilled water 2 cm and tap water 2 cm.

On wet ground or garden soil some species achieve high germination rates within short periods only, while other species require a coverage with tap water or a longer-term moistening of the substrates (e.g. filter paper) for their optimum germination. Depending on the germination of various substrates and the treatment with alternating temperatures, the following groups of species can be differentiated: *Juncus bufonius*, *Limosella aquatica*, *Peplis portula*, *Cyperus fuscus*, *Elatine triandra*, *Radiola linoides*, and *Illecebrum verticillatum*.

Basically, these groups of species are in accordance with the floristic-sociological groups which were determined as a basic for the classification of Central European dwarf rush associations.

1. Einleitung

Zur Erfassung der floristisch-soziologischen Struktur der Zwergbinsengesellschaften in Mitteleuropa wurden in den Jahren 1960 bis 1981 umfangreiche Untersuchungen in den Teichgebieten der Ober- und Niederlausitz in Sachsen und Brandenburg, dem Moritzburger Teichgebiet, den Teichgebieten im Erzgebirgsvorland zwischen Freiburg und Olbernaue in Sachsen sowie in dem Teichgebiet der Schleizer Seenplatte, insbesondere dem Plothener Teichgebiet im südöstlichen Thüringen, durchgeführt (PIETSCH 1963, 1968, 1973a, 1996; PIETSCH & MÜLLER-STOLL 1968).

Hinzu kamen später die Teichgebiete und Reisfelder in der Großen Ungarischen Tiefebene (PIETSCH 1973b) sowie im Wittingauer Teichgebiet in der Umgebung von Trebnitz.

Erste Untersuchungen über das Keimverhalten der therophytischen Cyperetalia fuscus-Arten wurden in den Jahren 1964-1968 am Botanischen Institut der Universität Leipzig durchgeführt.

Die Tatsache, daß innerhalb weniger Tage nach dem Ablassen der Teiche bereits große Flächen des z.T. noch zähflüssigen Bodens teppichartig von niedrigwüchsigen therophytischen Arten unserer Gesellschaften bedeckt sein können und ausgedehnte grüne Wiesen bilden, veranlaßte uns Keimversuche im Laboratorium durchzuführen.

Es kam uns zunächst darauf an, etwas darüber zu erfahren, unter welchen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen ein optimales Keimen vonstatten geht, um evtl. eine Erklärung für das plötzliche massenhafte Keimen innerhalb kurzer Zeit zu finden.

Weiterhin gilt es zu untersuchen, ob das ausgereifte Saatgut sofort keimt oder ob es eine Periode der Nachreife benötigt; ob eine Keimbereitschaft nur zu bestimmten Jahreszeiten vorliegt oder ob das Saatgut das ganze Jahr über keimfähig ist.

Im vorliegenden Beitrag wird die Abhängigkeit der Keimung von unterschiedlichen Temperaturverhältnissen und von verschiedenen Keimsubstraten besprochen.

2. Untersuchungsgebiete

Die deutschen Untersuchungsgebiete umfassen zunächst die ausgedehnten Teichgebiete der Ober- und Niederlausitz in Sachsen und Brandenburg. Hierzu gehören im wesentlichen folgende vier Gebiete: Peitzer Teichgebiet, Teichgebiete der Ruhland-Königsbrücker Heide, Teichgebiete der Oberlausitzer Heide, Teichgebiete des Niederlausitzer Becken- und Hügellandes.

3. Material und Methoden

3.1 Herkunft des Untersuchungsmaterials

Die Keimversuche wurden in den Jahren 1982-1984 an Saatgut von *Carex bohemica*, *Cicendia filiformis*, *Coleanthus subtilis*, *Cyperus fuscus*, *Elatine alsinastrum*, *Elatine triandra*, *E. hexandra*, *E. hydropper*, *Eleocharis ovata*, *Gnaphalium uliginosum*, *G. luteo-album*, *Hypericum humifusum*, *Illecebrum verticillatum*, *Juncus bufonius*, *Juncus capitatus*, *Juncus tenageia*, *Limosella aquatica*, *Lindernia procumbens*, *Peplis portula* und *Radiola linoides* durchgeführt. Die verwendeten Samen bzw. Früchte wurden, mit Ausnahme von *Cicendia filiformis* und *Coleanthus subtilis*, am 26.11.1962 am mittleren Schafgarten-Teich bei Jannowitz, Kr. Senftenberg gesammelt. Das *Coleanthus*-Saatgut stammt vom Großhartmannsdorfer Großteich im Erzgebirgs-vorland vom 10.9.1982.

3.2 Versuchsreihen zum Keimverhalten

Das Keimverhalten wurde zunächst in Abhängigkeit von der Temperatur, vom Licht und verschiedenen Substrattypen untersucht. Später wurde die Feuchtigkeit als wichtiger Standortfaktor in das Untersuchungsprogramm mit einbezogen.

Folgende Varianten der Keimversuche wurden durchgeführt:

Untersuchung unterschiedlicher Temperaturen

- Temperaturvarianten -,

Untersuchung unterschiedlicher Keimsubstrate

- Substratvarianten -,

kombinierte Untersuchung des Keimverhaltens unterschiedlicher Substratbeschaffenheit bei Raum- und Schocktemperatur

- Kombinationsvarianten -.

3.3 Durchführung der Keimversuche

1. Versuchsreihe: Verhalten gegenüber unterschiedlichen Temperaturen

- Temperaturvarianten -

Von jeder Probe wurden 4 Parallelen mit je 100 Samen bzw. Früchten in einem Quadrat von 10 x 10 auf feuchtem Filterpapier in Petrischalen ausgelegt. Die Schalen wurden folgenden Temperaturen im Lichtthermostaten ausgesetzt: konstante Temperaturen: 5 °C, 25° C, 35° C und 40° C; wechselhafte Temperaturen 15-21° C bei Raumtemperatur im Laboratorium; außerdem wurde eine Reihe 6 Std. bei 35-40° C und anschließend 18 Std. bei 18-20° C im Thermostaten behandelt (Schockwirkung). Weiterhin wurde eine Serie ohne Beleuchtung bei 20-22° C aufbewahrt. Täglich erfolgte eine Kontrolle der einzelnen Keimschalen und Erfassung der aufgekeimten Samen, wobei darauf geachtet wurde, daß das Fließpapier stets angefeuchtet war.

2. Versuchsreihe: Verhalten gegenüber unterschiedlichen Keimsubstraten - Substratvarianten -

Es wurden ebenfalls 100 Samen bzw. Früchte in schon erwähnter Weise ausgelegt und entweder im Laboratorium bei Raumtemperatur belassen oder aber der Schockwirkung im Thermostaten ausgesetzt. Die Proben erhielten eine Belichtung von 16 Stunden.

Folgende Substrate wurden verwendet:

- Mitscherlich-Sand 0,5 cm hoch in Petrischalen eingefüllt,
- angedämpfte Gartenerde mit geringen organischen Resten,
- chemisch reines Filterpapier, einlagig,
- chemisch reines Filterpapier, dreilagig,
- 2 cm hohe Schicht von Aqua dest.,
- 2 cm hohe Schicht Leitungswasser.

4. Ergebnisse zum Keimverhalten

4.1 Temperaturvarianten

Die Versuche mit unterschiedlichen Keimtemperaturen auf feuchtem Filterpapier zeigen für *Limosella aquatica*, *Coleanthus subtilis*, *Carex bohemica* und *Eleocharis ovata* bei konstanten Temperaturverhältnissen keine oder eine nur sehr geringe Keimung. Eine wesentliche Erhöhung der Keimfähigkeit läßt sich bei Behandlung mit Wechseltemperaturen erreichen, jedoch findet in keinem Falle ein massenhaftes Keimen statt. Die höchste Keimfähigkeit liegt mit Ausnahme von *Carex bohemica* bei ca. 25%. *Carex bohemica* zeigte bei konstanten Temperaturen überhaupt keine Keimung; bei Raumtemperatur beträgt sie nach 40 Tagen 2,7%. Am 10. Tag erfolgte die erste Keimung. Durch Schockwirkung konnten im gleichen Zeitraum 43% erreicht werden; die erste Keimung erfolgte bereits nach 5 Tagen.

Bei *Limosella aquatica* sind bei Raumtemperatur ca. 18%, bei den der Schockwirkung ausgesetzten Proben 21%, nach 3 Wochen 20 bzw. 25% gekeimt. Die höchste Keimfähigkeit lag nach 40 Tagen bei 22 bzw. 25%. Die konstanten Temperaturen ausgesetzten Proben ließen nach 40 Tagen nur sehr geringe Keimprozentage beobachten. Ähnlich verhält sich auch *Coleanthus subtilis*.

Eleocharis ovata keimt bereits während der ersten beiden Tage, wenn die Proben hohen Wechseltemperaturen oder 40° C ausgesetzt werden; jedoch liegen die Gesamtkeimprozentage nach 40 Tagen mit 24 bzw. 21,5% relativ niedrig. Im Vergleich

zu *Limosella* und *Coleanthus* ist die Keimung nicht bereits nach 10 bzw. 21 Tagen abgeschlossen, sondern erstreckt sich über den gesamten Beobachtungszeitraum.

Gegenüber den bisher besprochenen Arten verhalten sich *Juncus bufonius*, *Peplis portula*, *Elatine alsinastrum*, *Gnaphalium luteo-album* und *G. uliginosum* völlig anders. Nach 10 Tagen wird unter Anwendung von Wechseltemperaturen bereits eine Keimfähigkeit von 90-98 % erreicht, bei *Gnaphalium uliginosum* betrug diese sogar 100 %. Die erste Keimung erfolgt bereits während des 2. Tages, in einigen Fällen sogar am 1. Tag. Auch bei konstanten Temperaturverhältnissen läßt sich eine Keimfähigkeit bis zu 64 % beobachten; jedoch werden die Höchstwerte nicht mehr wie bei den der Schockwirkung ausgesetzten Proben bereits nach 10 Tagen (innerhalb der ersten Tage) erreicht. Die Keimung erstreckt sich vielmehr über den gesamten Beobachtungszeitraum, wobei allerdings das Optimum des Auflaufens während der ersten 2-3 Wochen erfolgt. Zeigt *Gnaphalium luteo-album* bei 40° C noch eine Keimfähigkeit von 5,5 %, so unterbleibt bei *G. uliginosum* in diesem Temperaturbereich jegliche Keimung.

Peplis portula und *Elatine alsinastrum* zeigen bei 40° C eine höhere Keimfähigkeit als bei den anderen konstanten Temperaturverhältnissen. Nach 10 Tagen Rt.-Behandlung wird bereits ein Auskeimen von 40 % erreicht, das sich aber dann während der weiteren Versuchsdauer kaum noch verändert.

Cyperus fuscus weist in allen Temperaturbereichen über 15° C eine Keimung auf, wobei das Optimum durch Schockwirkung erreicht wird; nach 10 Tagen liegen hier 60 %, nach 40 Tagen 87 % Keimfähigkeit vor. Die Keimungsrate ist bei der Behandlung mit 40° C sogar etwas höher als bei Rt.-Behandlung. Ein massenhaftes Keimen in kurzem Zeitraum war auch bei wechselhafter Temperatureinwirkung nicht zu erzielen.

Zusammenfassend läßt sich folgendes feststellen:

- Die Mehrzahl der untersuchten Arten weisen bei konstanter Temperatur einschließlich Raumtemperatur keine oder eine nur sehr geringe Keimung auf.
- Eine wesentliche Erhöhung der Keimungsrate erfolgt bei Wechseltemperaturen (Schocktemperatur).
- *Juncus bufonius*, *Gnaphalium uliginosum*, *Gnaphalium luteo-album* weisen bei Schocktemperatur nach 10 Tagen eine Keimfähigkeit von 90-98 % auf (Tab. 1).
- *Limosella aquatica*, *Coleanthus subtilis* und *Carex bohémica* zeigen bei konstanten Temperaturen eine geringe Keimung 18-24 % und bei Schocktemperaturen höchstens 24 % nach 40 Tagen (Tab. 2).
- *Cyperus fuscus* weist in allen Temperaturbereichen über 15° C eine Keimung auf. Das Optimum liegt nach 10 Tagen bei 60 % und nach 40 Tagen bei 87 %. Ein massenhaftes Keimen in kurzem Zeitraum war auch bei Schocktemperatur auf feuchtem Filterpapier nicht zu erzielen (Tab. 3).
- In keinem Fall findet ein massenhaftes Auskeimen statt, wie wir es von den Teichböden her kennen.

4.2 Substratvarianten, Kombinationsvarianten

Alle bisher besprochenen Versuche erfolgten auf Fließpapier, das täglich feucht gehalten wurde. Da bei *Eleocharis ovata*, *Carex bohémica*, *Limosella aquatica* und *Coleanthus subtilis* keinerlei massenhaftes Keimen festzustellen war, wie wir es von den Teichböden her kennen, müßte die Ursache in dem bisher angebotenen Keim-

substrat zu suchen sein. Aus diesem Grund wurde die Wirkung verschiedener Substrate auf die Keimfähigkeit untersucht.

Da sich Wechseltemperaturen gegenüber konstanten Temperaturverhältnissen bei der Erzielung der Keimprozentage als vorteilhaft erwiesen hatten, wurden jetzt die Untersuchungen mit verschiedenen Substraten und Wechseltemperaturen (Rt.- und Schockwirkung) durchgeführt.

Juncus bufonius, *Gnaphalium uliginosum* und *G. luteo-album* waren in ihrem Keimverhalten von der Art der Keimsubstrate und dessen Feuchtigkeitsgehalt relativ unabhängig (Tab. 1). So ließen sich auf angefeuchtetem Fließpapier wie auf angefeuchtetem Sand innerhalb weniger Tage sehr hohe Keimprozentage erzielen. In den meisten Fällen wurde bereits nach 10 Tagen die höchste Keimfähigkeit erreicht, die vielfach 100 % betrug. Innerhalb kurzer Zeit konnte auf allen verwendeten Substraten, bis auf die mit einer Wasserschicht versehenen Probe, sowohl bei Rt.-Verhältnissen als auch bei Schockwirkung eine sehr gute Keimung erreicht werden. Eine vorangegangene Kältebehandlung hatte auf die Keimungsgeschwindigkeit sowie auf die Gesamtkeimungsrate nur geringen Einfluß. Die Keimprozentage des eingefrostenen Materials lagen bei *Gnaphalium luteo-album* etwas höher als bei Frostung.

Den Hauptanteil bei der Normalbehandlung an der Gesamtkeimung (ca. 90 %) wiesen bereits nach 5 Tagen die feuchten Sand-, Gartenerde- und Filterpapierproben auf. Bei der Wasserbehandlung erreichten sie im gleichen Zeitraum nur eine Keimfähigkeit von ca. 50 %, die bis zum 10. Tag dennoch Werte um 90 % aufwies. Bei *Juncus bufonius* zeigten die Wasserproben die höchsten Keimzahlen (96-98 %) gegenüber feuchtem Sand und Gartenerde.

Gegenüber den eben besprochenen Arten stellten *Eleocharis ovata*, *Limosella aquatica* und *Coleanthus subtilis* spezifische Ansprüche an ein ganz bestimmtes Keimsubstrat und auch an ganz spezifische Temperaturverhältnisse. Ein massenhaftes Auskeimen war nur bei einem sehr hohen Feuchtigkeitsgehalt des Keimsubstrates zu beobachten (Tab. 2).

In Abhängigkeit von verschiedenen Keimsubstraten bei Wechseltemperaturen lassen sich danach folgende Gruppen unterscheiden:

Juncus bufonius-Gruppe (Tab. 1):

Es ist ein sehr hohes Keimverhalten unabhängig von der Art des Keimsubstrates und dessen Feuchtigkeitsgehalten zu beobachten. Bereits nach 10 Tagen ist die höchste Keimfähigkeit (oft 100 %) festzustellen. Weitere Arten: *Gnaphalium uliginosum*, *Gnaphalium luteo-album*.

Tab. 1: Keimverhalten (Keimung in %) der Arten der *Juncus bufonius*-Gruppe bei Raum- und Schocktemperatur und Frostbehandlung auf unterschiedlichen Substraten.

Substratbeschaffenheit	Temperatur Keimung in % nach Tagen				Frostbehandlung Keimung in % nach Tagen	
	5		10		5	10
	normal	Schock	normal	Schock		
feuchter Sand	84	82	86	84	80	82
Gartenerde	66	64	75	80	72	81
1x Filterpapier	90	82	96	95	84	86
3x Filterpapier	85	84	94	92	87	91
Aqua dest. 2cm	84	82	96	90	92	98
Leitungswasser 2cm	88	78	98	95	96	98

Substratbeschaffenheit	Temperatur Keimung in % nach Tagen				Frostbehandlung Keimung in % nach Tagen	
	5		10		5	10
	normal	Schock	normal	Schock		
feuchter Sand	88	86	98	98	82	96
Gartenerde	75	80	82	92	71	90
1x Filterpapier	92	90	98	94	78	97
3x Filterpapier	84	86	96	96	80	94
Aqua dest. 2cm	46	62	88	90	91	93
Leitungswasser 2cm	58	58	92	94	94	96

Substratbeschaffenheit	Temperatur Keimung in % nach Tagen				Frostbehandlung Keimung in % nach Tagen	
	5		10		5	10
	normal	Schock	normal	Schock		
feuchter Sand	90	92	98	96	86	98
Gartenerde	78	60	97	94	64	96
1x Filterpapier	91	86	98	98	90	96
3x Filterpapier	84	84	92	94	88	92
Aqua dest. 2cm	52	61	70	62	60	70
Leitungswasser 2cm	58	64	78	81	64	78

Limosella aquatica-Gruppe (Tab. 2):

Die höchsten Keimzahlen lassen sich bei den Wasserproben und feuchten bzw. nassen Sand- und Gartenerdeproben bei Schockwirkung erreichen. Nach 5-10 Tagen wird bereits eine Keimung von 90-98 % erreicht. Innerhalb von 5 Tagen erfolgt ein massenhaftes Auskeimen in den Wasserproben bei Schockwirkung unter Normalbehandlung oder bei vorangegangener Kältebehandlung auch auf feuchtem Sand und Gartenerde. Weitere Arten: *Coleanthus subtilis* (*Eleocharis ovata*).

Tab. 2: Keimverhalten (Keimung in %) der Arten der *Limosella aquatica*-Gruppe bei Raum- und Schocktemperatur und Frostbehandlung auf unterschiedlichen Substraten.

Limosella aquatica

Substratbeschaffenheit	Temperatur				Frostbehandlung	
	Keimung in % nach Tagen				Keimung in % nach Tagen	
	5		21		5	21
	normal	Schock	normal	Schock		
feuchter Sand	12	46	34	67	62	82
Gartenerde	4	68	24	74	82	86
1x Filterpapier	2	6	19	21	32	54
3x Filterpapier	3	4	23	18	19	41
Aqua dest. 2cm	8	42	10	67	52	78
Leitungswasser 2cm	30	90	62	98	94	96

Coleanthus subtilis

Substratbeschaffenheit	Temperatur				Frostbehandlung	
	Keimung in % nach Tagen				Keimung in % nach Tagen	
	5		10		5	10
	normal	Schock	normal	Schock		
feuchter Sand	10	56	48	68	88	92
Gartenerde	8	52	38	64	87	90
1x Filterpapier	6	5	28	18	30	58
3x Filterpapier	7	8	30	14	32	54
Aqua dest. 2cm	8	68	34	77	74	88
Leitungswasser 2cm	14	92	59	98	96	98

Eleocharis ovata

Substratbeschaffenheit	Temperatur				Frostbehandlung	
	Keimung in % nach Tagen				Keimung in % nach Tagen	
	10		21		10	21
	normal	Schock	normal	Schock		
feuchter Sand	2	14	3	34	2	9
Gartenerde	5	18	6	22	3	15
1x Filterpapier	4	12	8	16	7	10
3x Filterpapier	6	10	8	12	5	6
Aqua dest. 2cm	10	44	45	63	5	48
Leitungswasser 2cm	41	62	72	94	38	64

Peplis portula-Gruppe (Tab. 3):

Relativ unabhängig gegenüber der Art des Substrates und auch dem Feuchtigkeitsgehalt, aber wesentlich von Schocktemperaturen begünstigt. Die höchsten Keimprozente werden auf feuchtem Sand und in der Leitungswasserprobe sowie auf feuchtem Fließpapier erzielt (nach 10 Tagen 98 %). Weitere Arten: *Elatine alsinastrum*, *Juncus tenageia*.

Tab. 3: Keimverhalten (Keimung in %) der Arten der *Peplis portula*-Gruppe bei Raum- und Schocktemperatur auf unterschiedlichen Substraten.

Peplis portula

Substratbeschaffenheit	Temperatur			
	Keimung in % nach Tagen			
	10		21	
	normal	Schock	normal	Schock
feuchter Sand	35	85	42	96
Gartenerde	15	72	28	88
1x Filterpapier	39	96	61	98
3x Filterpapier	32	78	38	87
Aqua dest. 2cm	20	60	24	72
Leitungswasser 2cm	28	92	32	98

Elatine alsinastrum

Substratbeschaffenheit	Temperatur			
	Keimung in % nach Tagen			
	10		21	
	normal	Schock	normal	Schock
feuchter Sand	17	97	57	98
Gartenerde	15	64	46	68
1x Filterpapier	21	86	50	92
3x Filterpapier	18	84	52	84
Aqua dest. 2cm	14	68	24	70
Leitungswasser 2cm	25	95	62	98

Juncus tenageia

Substratbeschaffenheit	Temperatur			
	Keimung in % nach Tagen			
	10		21	
	normal	Schock	normal	Schock
feuchter Sand	36	71	85	98
Gartenerde	48	83	90	98
1x Filterpapier	52	85	94	96
3x Filterpapier	35	66	73	88
Aqua dest. 2cm	6	15	18	44
Leitungswasser 2cm	8	18	16	56

Elatine triandra-Gruppe (Tab. 4):

Die Keimung beginnt bereits bei geringer Wasserbedeckung und täglichen Wechseltemperaturen, insbesondere auf feuchtem Sand; nach 5 Tagen werden bereits Keimzahlen von >90 % erreicht. Die Arten bilden deshalb auch charakteristische Initialstadien auf den Teichböden. Weitere Arten: *Elatine hydropiper*, *E. hexandra*.

Tab. 4: Keimverhalten (Keimung in %) der Arten der *Elatine triandra*-Gruppe bei Raum- und Schocktemperatur auf unterschiedlichen Substraten.

Elatine triandra

Substratbeschaffenheit	Temperatur			
	Keimung in % nach Tagen			
	10		21	
	normal	Schock	normal	Schock
feuchter Sand	11	92	24	98
Gartenerde	2	44	6	46
1x Filterpapier	14	46	18	52
3x Filterpapier				
Aqua dest. 2cm	18	82	25	90
Leitungswasser 2cm	28	94	36	98

Elatine hydropiper

Substratbeschaffenheit	Temperatur			
	Keimung in % nach Tagen			
	10		21	
	normal	Schock	normal	Schock
feuchter Sand	8	94	36	98
Gartenerde	6	58	10	74
1x Filterpapier	18	62	32	78
3x Filterpapier	16		35	
Aqua dest. 2cm	24	86	38	94
Leitungswasser 2cm	31	96	54	99

Cyperus fuscus-Gruppe (Tab. 5):

Bei konstanten Temperaturverhältnissen und Raumtemperatur erfolgt keine oder nur eine geringe Keimung; bei Schocktemperaturen wird eine sehr hohe Keimfähigkeit erreicht. Als optimales Substrat erweisen sich feuchter Sand und die Wasserproben (*Carex bohémica*) bzw. feuchter Sand und Gartenerde (*Cyperus fuscus*, *Dichostylis micheliana*). Die höchste Keimfähigkeit wird meist erst nach 21 Tagen erreicht. Weitere Arten: *Carex bohémica*, *Dichostylis micheliana*.

Tab. 5: Keimverhalten (Keimung in %) der Arten der *Cyperus fuscus*-Gruppe bei Raum- und Schocktemperatur und Frostbehandlung auf unterschiedlichen Substraten.

Cyperus fuscus

Substratbeschaffenheit	Temperatur				Frostbehandlung			
	Keimung in % nach Tagen				Keimung in % nach Tagen			
	10		21		10		21	
	normal	Schock	normal	Schock	normal	Schock	normal	Schock
feuchter Sand	1	77	5	87	34	64	75	92
Gartenerde	3	72	4	89	36	65	76	94
1x Filterpapier	2	59	6	79	29	58	62	90
3x Filterpapier	3	56	7	72	24	55	58	88
Aqua dest. 2cm	1	46	4	49	22	55	52	64
Leitungswasser 2cm	1	62	6	68	34	58	52	81

Carex bohemica

Substratbeschaffenheit	Temperatur				Frostbehandlung			
	Keimung in % nach Tagen				Keimung in % nach Tagen			
	10		21		10		21	
	normal	Schock	normal	Schock	normal	Schock	normal	Schock
feuchter Sand	0	32	2	71	1	48	2	82
Gartenerde	0	48	0	57	4	87	7	87
1x Filterpapier	1	21	15	39	6	62	18	89
3x Filterpapier	1	14	1	35	7	36	18	98
Aqua dest. 2cm	0	34	1	56	1	54	4	58
Leitungswasser 2cm	0	86	4	94	2	88	20	97

Radiola linoides-Gruppe (Tab. 6):

Es sind schnell keimende Arten auf feuchten, sandigen, nährstoffarmen, schwach sauren Böden mit einer geringen Verdichtung: Innerhalb von 5 bis 8 Tagen wird eine Keimfähigkeit von bis zu 98 % erreicht, durch Schocktemperatur begünstigt. Die Arten benötigen einen hohen Feuchtigkeitsgehalt der bodennahen Luftschicht und vertragen kurzfristige Überflutung. Weitere Arten: *Isolepis setacea*, *I. savii*.

Tab. 6: Keimverhalten (Keimung in %) der Arten der *Radiola linoides*-Gruppe bei Raum- und Schocktemperatur auf unterschiedlichen Substraten.

Radiola linoides

Substratbeschaffenheit	Temperatur			
	Keimung in % nach Tagen			
	10		21	
	normal	Schock	normal	Schock
feuchter Sand	16	84	42	98
Gartenerde	18	76	54	92
1x Filterpapier	24	92	69	96
3x Filterpapier	19	64	31	89
Aqua dest. 2cm	12	52	27	68
Leitungswasser 2cm	10	36	18	48

Isolepis setacea

Substratbeschaffenheit	Temperatur			
	Keimung in % nach Tagen			
	10		21	
	normal	Schock	normal	Schock
feuchter Sand	36	82	74	98
Gartenerde	32	74	82	96
1x Filterpapier	38	91	72	98
3x Filterpapier	32	63	66	74
Aqua dest. 2cm	16	36	31	52
Leitungswasser 2cm	18	48	38	54

Illecebrum verticillatum-Gruppe (Tab. 7):

Besiedelt werden nährstoff- und humusarme sandige Substrate, fein- bis mittel-sandig fraktioniert, wie z.B. oberflächlich abgetrocknete Randbereiche von Teichen und Sandgruben, die hohen Tagestemperaturen von 35 bis 45° C ausgesetzt sind. Bei kurzfristiger Durchfeuchtung und optimalen Temperaturverhältnissen, einschließlich Schocktemperaturen, läßt sich bereits innerhalb von 4 bis 8 Tagen eine bis zu 100 prozentige Keimfähigkeit erreichen.

Tab. 7: Keimverhalten (Keimung in %) der Arten der *Illecebrum verticillatum*-Gruppe bei Raum- und Schocktemperatur auf unterschiedlichen Substraten.

Illecebrum verticillatum

Substratbeschaffenheit	Temperatur			
	Keimung in % nach Tagen			
	10		21	
	normal	Schock	normal	Schock
feuchter Sand	12	96	24	98
Gartenerde	12	92	25	96
1x Filterpapier	10	88	22	98
3x Filterpapier	10	75	18	92
Aqua dest. 2cm	6	28	12	38
Leitungswasser 2cm	8	34	10	46

5. Diskussion und Schlußfolgerungen

Die auf der Grundlage eines umfangreichen floristisch-soziologischen Aufnahmемaterials von Zwergbinsengesellschaften Mitteleuropas durch PIETSCH (1973 a,b) erarbeitete Gliederung der *Cyperetalia fusci*-Gesellschaften in Verbände und Assoziationen sowie Initialstadien, Vegetationsmosaik und Gesellschaftsfragmente läßt sich am Beispiel des Keimverhaltens zahlreicher Kennarten erklären und bestätigen.

Es konnte gezeigt werden, daß das unterschiedliche Keimverhalten ausgewählter Arten die Grundlage der jeweiligen Vegetationsstruktur (Initialstadium, Vegetationsmosaik, Gesellschaftsfragmente) und der floristisch-soziologischen Gliederung der mitteleuropäischen Zwergbinsengesellschaften der Ordnung *Cyperetalia fusci* bildet.

Sehr hohe Tagestemperaturen auf der Teichbodenoberfläche (40-45° C) und starke nächtliche Abkühlung auf Temperaturen von 10-15° C führen zu einer raschen Keimung der Teichbodenarten. Innerhalb weniger Tage (4-8 Tage) kommt es zur Ausbildung ausgedehnter grüner Matten (Wiesen) auf den bisher vegetationsfreien vom Wasser trockengefallenen Teichböden.

Die Initialstadien werden von Arten gebildet, die in der Lage sind, kurzfristig zu keimen und individuenreiche Bestände, oft auch artenarme Dominanzbestände zu entfalten. Auf den nassen, abgelassenen Teichböden sind es die Arten des Verbandes *Elatini-Eleocharition ovatae*, wie *Limosella aquatica*, *Coleanthus subtilis*, *Elatine triandra* und *E.hexandra*.

Auf längerfristig überfluteten nährstoff- und humusarmen Sandböden von Sandgruben, Teichufern, Fahrwegen und Ackerflächen kommt es nach deren Wasserrückgang bzw. längerfristiger Durchfeuchtung durch Arten des Verbandes *Radiolion linoidis* zur Entfaltung individuenreicher Bestände. Es sind die Arten *Radiola linoides*, *Isolepis setacea*, *Juncus capitatus* und *Cicendia filiformis*. Für große Bereiche von Sandgruben sind Massenbestände eines Zwerggrases von *Radiola linoides* charakteristisch.

Schließlich bilden auf kurzfristig, oberflächlich durchfeuchteten humusarmen Sandstandorten *Juncus bufonius* und *Gnaphalium uliginosum* als Ordnungs- bzw. Klassenkennarten artenarme Dominanzbestände als fragmentarische Ausbildungen der *Cyperetalia fusci* bzw. der *Isoëto-Nanojuncetea*.

Es konnte gezeigt werden, daß die untersuchten Arten große Übereinstimmung in ihrem Keimverhalten und in ihrer syntaxonomischen Zugehörigkeit aufweisen. Eine der wesentlichsten Ursachen für ein optimales Auskeimen der Arten sind die ausgeprägten Schock- bzw. Wechseltemperaturen im Tagesgang des Temperaturablaufes am Standort in Abhängigkeit vom Feuchtigkeitsgehalt der jeweiligen Bodensubstrate.

Die floristisch-soziologische Struktur und die ökologischen Besonderheiten der Standortverhältnisse der Initialstadien, Vegetationsmosaiken, der Subassoziationen und der Assoziationen beider Verbände lassen sich durch das jeweilige Keimverhalten der Arten erklären.

Von MÜLLER-STOLL und PIETSCH (1985) wurde erstmalig eine Unterscheidung der Subassoziationen und Varianten des *Eleocharito-Caricetum cyperoidis* gegenüber dem Feuchtigkeitsgehalt der Teichböden vorgenommen. Die darin ausgewiesenen Artengruppen der syntaxonomischen Einheiten zeigen auch ein ähnliches Keimverhalten und entsprechen den von uns aufgestellten Gruppen. Unsere Untersuchungen bestätigen die Ergebnisse von SALISBURY (1967 a,b) über das Keimverhalten von *Elatine hexandra* und *Limosella aquatica*. SALISBURY beschreibt auf der Grundlage eigener Versuche bereits ein optimales Keimen von *Limosella aquatica* innerhalb von 3 bis 5 Tagen.

Die von LAMPE (1996) in jüngerer Zeit durchgeführten Untersuchungen über Wuchsform, Wuchsrhythmus und die Verbreitung von Arten der Zwergbinsengesellschaften bestätigen unsere Ergebnisse.

Das spezifische Keimverhalten der Arten der *Limosella aquatica*-, *Juncus bufonius*- und *Cyperus fuscus*-Gruppe läßt sich als Grundlage zur Bewertung und Erklärung der pflanzengeographischen Verbreitung der Zwergbinsen-Vegetation verwenden.

Erste Ergebnisse über umfangreiche, langjährige Untersuchungen zur Vegetationsdynamik verschiedener *Radiolion*-Arten, insbesondere *Cicendia filiformis*, in Abhängigkeit vom Feuchtigkeitsgehalt werden von MÜLLER (1996) und MÜLLER & GEBHARDT (1998) mitgeteilt. Sie bestätigen das Keimverhalten der von uns aufgestellten *Radiola linoides*-Gruppe.

POSCHLOD (1993) weist in jüngerer Zeit auf die Bedeutung keimfähiger Diasporen zum Schutz seltener Pflanzenarten am Beispiel der Teichbodenflora hin. In diesem Zusammenhang wird zukünftig auch die Kenntnis über das Keimverhalten der Teichbodenarten an Bedeutung erlangen. Die Frage des Sauerstoffgehalts, des Redox-Potentials in dem Teichboden sollte mit dem Feuchtigkeitsgehalt und den Temperaturverhältnissen genauer untersucht werden. Es sollte somit geklärt werden, durch welche Faktoren das Auskeimen in die Teichböden eingebrachter Diasporen ausgelöst wird. Welche Rolle spielt dabei die Absorption in der Samenschale vorhandener keimungshemmender Substanzen in Abhängigkeit von dem vorhandenen Keimsubstrat ?

Schrifttum

- LAMPE, M. v. (1996): Wuchsform, Wuchsrhythmus und Verbreitung der Arten der Zwergbinsengesellschaften. – Diss. Bot., 266, 1-357, Berlin/Stuttgart.
- MÜLLER, J. (1996): Experimentelle Sukzessionsforschung zum Schutz seltener Zwergbinsengesellschaften in Norddeutschland. – Abhandl. Naturwiss. Ver. Bremen, 43, 289-308.
- MÜLLER, J. & GEBHARDT, R. (1998): Die Vegetation der Holmer Teiche (Lüneburger Heide), Entwicklung und Vielfalt in der extensiv genutzten Kulturlandschaft. – Jb. Naturw. Verein Fehm. Lbg., 41, 75-101.
- MÜLLER-STOLL, W.R. & PIETSCH, W. (1985): Ökologische Untersuchungen über die Gesellschaft des *Eleocharito-Caricetum bohemicum* auf wasserfrei gewordenen Teichböden in Zentraleuropa. – Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich, 123, 51-70.
- PIETSCH, W. (1963): Vegetationskundliche Studien über die Zwergbinsen- und Strandlingsgesellschaften in der Nieder- und Oberlausitz. – Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz, 38/2, 1-80, Görlitz.
- PIETSCH, W. (1968): Die Verlandungsvegetation des Sorgenreiches bei Ruhland in der Oberlausitzer Niederung und ihre pflanzengeographische Bedeutung. – Ber. Arbeitsgem. sächs. Botaniker, N.F., 8, 55-91, Dresden.
- PIETSCH, W. (1973a): Beitrag zur Gliederung der Europäischen Zwergbinsengesellschaften (*Isoëto-Nanojuncetea* Br.-Bl. & Tx. 1943). – Vegetatio, Vol. 28/5-6, 401-438, Dresden.
- PIETSCH, W. (1973b): Zur Soziologie und Ökologie der Zwergbinsengesellschaften Ungarns (Klasse *Isoëto-Nanojuncetea* Br.-Bl. & Tx. 1943). – Acta bot. hung., 19, Söd-Festschrift.
- PIETSCH, W. (1996): Bemerkungen zur Entwicklung der Zwergbinsengesellschaften (*Cyperetalia fusci* Pietsch 1963) in der Lausitzer Niederung. – Abh. Naturw. Verein Bremen.
- PIETSCH, W. & MÜLLER-STOLL, W.R. (1968): Die Zwergbinsengesellschaft der nackten Teichböden im östlichen Mitteleuropa, *Eleocharito-Caricetum bohemicum*. – Mitt. flor.-soziol. Arbeitsgem. N.F. 1/3, 14-47, Todemann/Rinteln.
- POSCHLOD, P. (1993): "Underground floristics" – keimfähige Diasporen im Boden als Beitrag zum floristischen Inventar einer Landschaft am Beispiel der Teichbodenflora. – In: Natur und Landschaft, 68, 155-159.
- SALISBURY, E.J. (1967a): On the reproduction and biology of *Elatine hexandra* (Lapierre) Dc., a typical species of exposed mud. – Kew Bull., 21/1, 139-149.
- SALISBURY, E.J. (1967b): The reproduction and germinating of *Limosella aquatica*. – Ann. Bot., 31, 147-162.

(Am 25. Juni 1999 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	2	275-280	1999	Freiburg im Breisgau 23. September 1999
--	---------	---	---------	------	--

Die Bedeutung der Diasporenbank für die langfristige Erhaltung von Isoëto-Nanojuncetea-Gesellschaften

von

KARL-GEORG BERNHARDT, Wien*

Zusammenfassung: Die Bedeutung der Diasporenbank im Boden zur Erhaltung von Pionierarten einiger Isoëto-Nanojuncetea-Gesellschaften ist Gegenstand dieser Untersuchung. Nach Verdrängung der Arten aus der Vegetationsbedeckung bei fortschreitender Sukzession speichert die Diasporenbank neben den Arten auch ihre genetische und phänotypische Variabilität. Aus ihr heraus können Diasporen verlagert, d.h. ausgebreitet werden, sie können aber auch vor Ort nach Schaffung von Vegetationslücken auflaufen. Beispielhaft wurde das an *Juncus bufonius*, *Cyperus fuscus*, *Eleocharis acicularis*, *Elatine hexandra* und *Isolepis setacea* untersucht.

Summary: The importance of soil seed banks is shown for the conservation of pioneer species of Isoëto-Nanojuncetea vegetation types. After the loss of species during succession, the soil seed bank conserve the species and their genetic and phenotypic diversity. The soil seed bank at a certain site is the source as well of dispersal mechanisms as of revegetation at the same place after disturbance of vegetation cover. The results are shown at *Juncus bufonius*, *Cyperus fuscus*, *Eleocharis acicularis*, *Elatine hexandra* and *Isolepis setacea*.

1. Einleitung

Die meist nur kurzlebigen und unbeständigen Pioniergesellschaften der Isoëto-Nanojuncetea besiedeln offene Standorte auf wechselfeuchten Böden und sind sehr kleinflächig entwickelt. Der wichtigste Faktor für das Zustandekommen dieser Vegetation aus konkurrenzschwachen Spezialisten ist das ständige Vorhandensein offener Freiflächen bei optimalem Wasserhaushalt (vgl. MOOR 1936, HEYNY 1962, BERNHARDT & POSCHLOD 1993). Schon MOOR (1936) bezeichnete die Fähigkeit zur jahrelangen Samenruhe und die rasche Samenkeimung als wichtige Konkurrenzvorteile. Das Überleben der Arten und Gesellschaften der Isoëto-Nanojuncetea wird durch das Überleben der Diasporenbank im Boden ermöglicht (vgl. BERNHARDT 1993), unabhängig davon, ob sie in der aktuellen Vegetations-

* Anschrift des Verfassers: Univ. Prof. Dr. KARL-GEORG BERNHARDT, Universität für Bodenkultur, Institut für Botanik, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien

bedeckung erscheinen oder nicht (vgl. BERNHARDT & KOCH 1993). An zwei Beispielen, einem ständig offen gehaltenen Standort im Fürstentum Liechtenstein und einem im Laufe der Sukzession stark veränderten und bewaldeten Standort in Nordwestdeutschland wird das Überleben der Arten und Gesellschaften aufgezeigt. Während im Fürstentum Liechtenstein eine 5-jährige Beobachtungszeit zugrunde liegt, sind es am nordwestdeutschen Standort 12 Jahre.

2. Untersuchungsgebiet

Eine der Untersuchungsflächen liegt im Fürstentum Liechtenstein im Naturschutzgebiet Schwabbrüner Riet. Es handelt sich um Wagenspuren, in denen *Cyperus fuscus* siedelt.

In Nordwestdeutschland wurden verschiedene Gesellschaften der Nano-Juncetea im Ersatzbiotop Geeste zwischen Meppen und Lingen im Emsland untersucht (BERNHARDT 1990). Dabei ist insbesondere die Veränderung innerhalb von 12 Jahren von Bedeutung. Detaillierte Angaben zum Untersuchungsgebiet sind BERNHARDT (1993) zu entnehmen.

3. Methoden und Vegetationseinheiten

Die Methoden zur Vegetationsbeschreibung, Erfassung der Diasporenbank (Ausspül- und Ausstreichmethode) und zum Keimfähigkeitstest sind ebenfalls bei BERNHARDT (1993) beschrieben. Je Vegetationstyp wurden 4 Probeflächen (je 1 m²) untersucht. Die Nomenklatur der Vegetationseinheiten folgt im wesentlichen POTT (1995). In Tabelle 1 werden die vorgefundenen und untersuchten Vegetationseinheiten mit ihren dominanten Arten ersichtlich.

Tab. 1: Die Vegetationseinheiten des Untersuchungsraumes.

	<u>Schwabbrünn</u>	<u>Geeste</u>
Scirpo setacei-Stellarietum uliginosae Libbert 1932 (<i>Isolepis setacea</i>)	-	x
Cyperetum flavescens W. Koch ex Aichinger 1933 (<i>Cyperus fuscus</i>)	x	-
Elatine hexandra-Gesellschaft (<i>Elatine hexandra</i> , <i>Eleocharis acicularis</i>)	-	x
Juncus bufonius-Gesellschaft (<i>Juncus bufonius</i>)	x	x

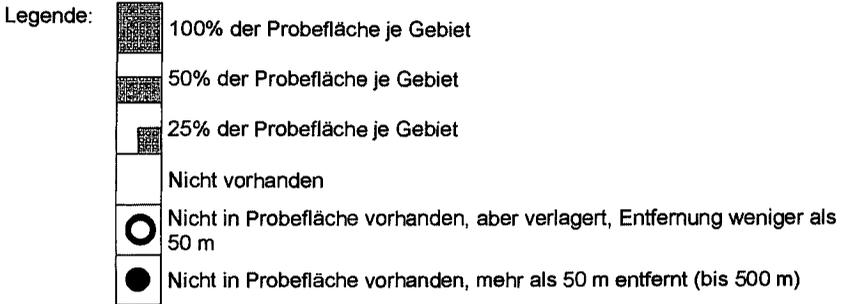
4. Ergebnisse

4.1 Dynamik der Gesellschaften

In Tabelle 2 wird deutlich, daß die einzelnen Arten im Laufe der Sukzession aufgrund des Schließens der Vegetationsdecke aus der sichtbaren Vegetation verschwinden. Arten wie *Eleocharis acicularis* und *Elatine hexandra* verschwinden sehr schnell, Pflanzen wie *Juncus bufonius* können sich über viele Jahre halten (BERNHARDT 1993b). Innerhalb des Untersuchungsgebietes Ersatzbiotop Geeste kommt es aber zu Substratverlagerungen, so daß immer wieder Sand abgetragen und wieder aufgetragen wird. Damit wird auch die Diasporenbank verlagert (vgl.

Tab. 2: Dynamik des Auftretens der einzelnen Arten im Untersuchungszeitraum (je 4 Probeflächen am 1m²).

Arten	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
<i>Isolepis setacea</i>			■	■	■	■	■	■	○	○	●	○	●
<i>Elatine hexandra</i>					■	■	■			●	○		
<i>Eleocharis acicularis</i>		■	■	■	■	■	■	■	■	■	○	■	
<i>Juncus bufonius</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	○	○	○	●
<i>Cyperus fuscus</i>									■	■	■	■	



SOUSA 1984, BROWN & SOUTHWOOD 1987, POSCHLOD 1991) und kann an günstigen Standorten zur Regeneration der Vegetationsdecke führen, so daß in der Nähe oder auch weiteren Entfernung zu den Probeflächen der Vegetationstyp erhalten bleibt. *Cyperus fuscus* im Schwabbrünner Riet fiel teilweise (1998) aus, da die Wasserverhältnisse ungünstig waren.

Alle Arten konnten sich in der Diasporenbank erhalten (Abb. 1), unterlagen aber Schwankungen, die insbesondere bei *Cyperus fuscus* und *Juncus bufonius* auffällig sind. Bei letztgenannter Art kam es mit der Abnahme der Präsenz zu einer Abnahme in der Diasporenbank, die aber durch einen Diasporeneintrag aus der Nachbarschaft unterbrochen wurde (BERNHARDT 1993b).

Bei *Elatine hexandra* und *Eleocharis acicularis* zeigt sich ebenfalls eine Abnahme in der Diasporenbank, nachdem die Vegetationsdecke sich schließt oder die Pionierflächen überlagert werden (BERNHARDT & KOCH 1993).

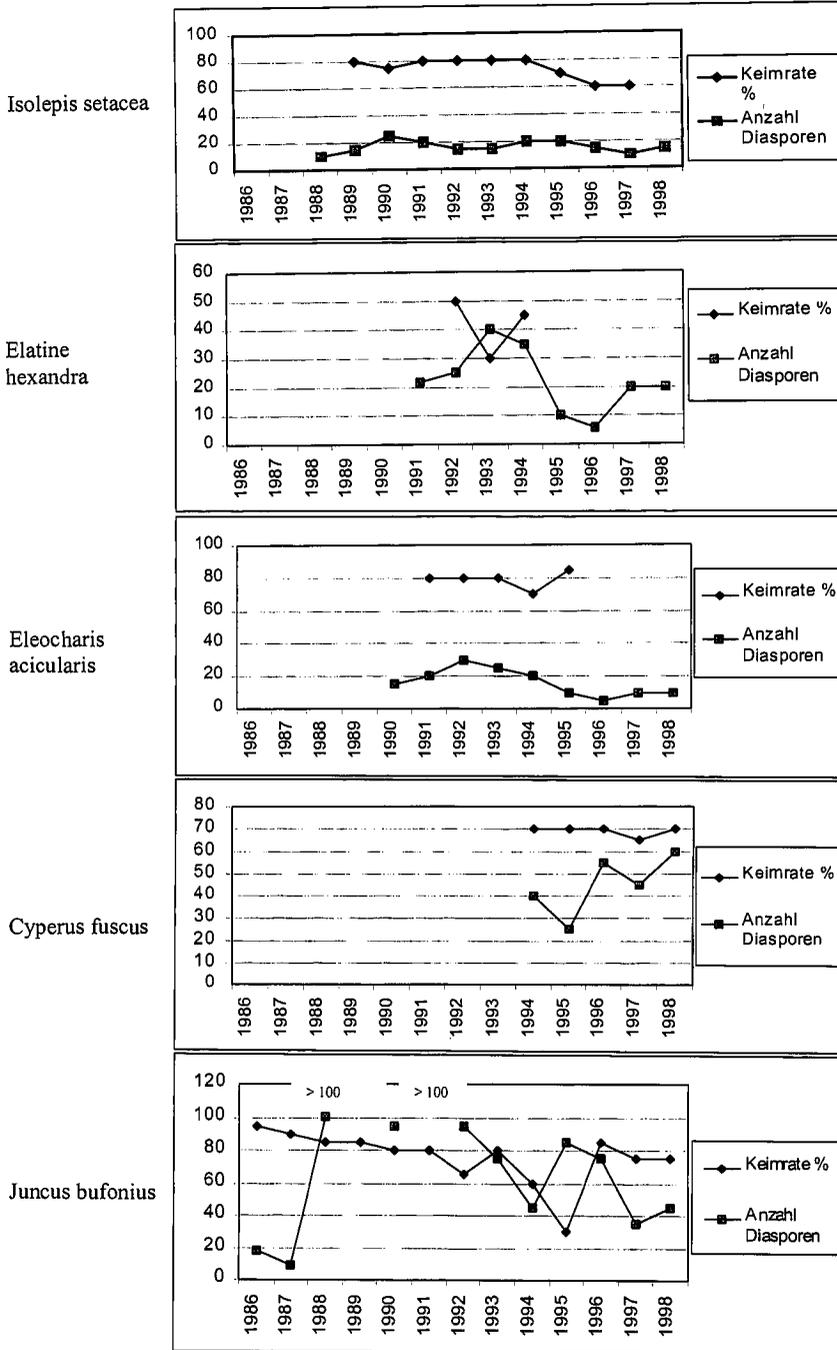


Abb. 1: Absolute Anzahl der Diasporen im Boden (Mittelwert aus 2 Proben je Fläche bei 4 Flächen).

4.2 Keimfähigkeit

In Abbildung 1 ist neben der Anzahl der Diasporen auch die Keimrate abzulesen. Hierbei sind aber insbesondere bei *Isolepis setacea* und *Eleocharis acicularis* Abstriche zu machen, da aufgrund der geringen Anzahl der vorgefundenen Diasporen nur 10 oder 20 Diasporen getestet werden konnten. Trotzdem zeigt sich bei allen die Tendenz, daß die Keimfähigkeit ab dem Zeitpunkt, ab dem keine „neuen“ Diasporen mehr eingetragen werden, abnimmt (vgl. BERNHARDT 1993a). Da bei *Cyperus fuscus* kaum Schwankungen in der Präsenz auftraten, ist die Keimfähigkeit gleichbleibend hoch.

Bei allen Arten bleiben über den gesamten Zeitraum keimfähige Diasporen der Isoëto-Nanojuncetea im Boden vorhanden, obwohl sie in der Vegetationsbedeckung nicht mehr vorhanden oder nur benachbart vorkamen (vgl. BAZZAZ 1986)

5. Bedeutung der Diasporenbank (Diskussion)

Der Verbleib von keimfähigen Isoëto-Nanojuncetea-Arten in der Diasporenbank erhält die Möglichkeit einer Wiederansiedlung nach Jahren der Lagerung im Boden (vgl. SALISBURGY 1970, VAN DER VALK & PEDERSON 1989). Bei Zerstörung der Vegetationsdecke könnte es zu einer Wiederansiedlung kommen. Es wird dabei nicht nur das floristische Potential einer Gesellschaft erhalten, sondern auch die genetische und phänotypische Diversität einzelner Arten (FALK 1990, LEVIN 1990), was eine große Relevanz für den Artenschutz hat. Da insbesondere in semiaquatischen Böden die Lebensfähigkeit der Diasporen sehr groß sein kann, kommt dem auch eine langfristige Bedeutung zu (BERNHARDT & POSCHLOD 1993). Neben der spontanen Wiederansiedlung durch Schaffung von Vegetationslücken und Zerstörung der Vegetationsdecke hat die Diasporenbank aber auch Bedeutung für vegetationslenkende Maßnahmen in Uferzonen (vgl. BERNHARDT 1995). Nicht vergessen werden darf die Bedeutung der Diasporenbank als Ausbreitungszentrum für Wiederansiedlungen. Im Flachuferbereich kommt den Vögeln eine große Bedeutung zu, da sie den Boden „aufbrechen“ und dann anhaftende Diasporen weiter ausbreiten (vgl. DIEKJOBST 1986, BERNHARDT 1989). Dieser Effekt konnte im Untersuchungsraum Geeste innerhalb der Untersuchungsfläche sowie in der Umgebung beobachtet werden. An Vogelrastplätzen kam es auf sandigem Grund immer wieder zur Ausbreitung einiger Arten der Isoëto-Nanojuncetea.

Da die beschriebenen Pflanzenarten langfristig in der Diasporenbank überdauern können, ist aus Sicht des Naturschutzes für die Erhaltung der Gesellschaften in der Landschaft auch das Erkennen der Präsenz der Arten von Bedeutung. Gerade Arten ephemerer Standorte wie *Elatine hexandra* und *Eleocharis acicularis* werden bei Kartierungen übersehen, da sie nicht regelmäßig auftreten und schwer zu erkennen sind. So konnten bei einer Untersuchung der Diasporenbänke potentieller Uferstandorte im Emsland für *Elatine hexandra* 7 weitere, für *Eleocharis acicularis* 17 weitere Fundpunkte erfaßt werden, die aufgrund des Fehlens in der aktuellen Vegetation nicht erkannt wurden (BERNHARDT 1995).

Für den Schutz dieser Arten ist die Kenntnis der Vorkommen im Diasporenvorrat von großer Bedeutung. Die Populationsbiologie der Arten zeigt dabei die Komplexität der Vorkommen, die durch große Präsenzwankungen im Diasporenvorrat und im aktuellen Vegetationsbild gekennzeichnet sind.

Schrifttum

- BAZZAZ, F.A. (1986): Life history of colonizing plants: some demography, genetic and physiological features. – In: Ecology of Biological Invasions of North America and Hawaii. (Hrsg.: H.A. MOONEY, & J.A. DRAUL), S. 96-110; New York.
- BERNHARDT, K.-G. (1989): Pflanzliche Strategien der Pionierbesiedlungen terrestrischer und limnischer Sandstandorte in Nordwestdeutschland. – *Drosera* 89 (1/2), 113-114.
- BERNHARDT, K.-G. (1990): Die Vegetationsentwicklung der Ufer- und Wasserflächen im Ersatzbiotop Geeste. – *Landschaft u. Stadt* 22(4), 140-144.
- BERNHARDT, K.-G. (1993a): Untersuchungen zur Besiedlung und Dynamik der Vegetation in Sand- und Salzpionierstandorten. – *Diss. Bot.* 202, 223 Seiten.
- BERNHARDT, K.-G. (1993b): Populationsökologische Untersuchungen an *Juncus bufonius* an sekundären Abgrabungsstandorten. – *Z. f. Ökologie u. Naturschutz* 2, 157-162.
- BERNHARDT, K.-G. (1995): Die Bedeutung der Diasporenbank im Boden für vegetationskundliche Maßnahmen im Biotop- und Artenschutz am Beispiel von Uferpioniervegetation. – *Z. f. Kulturtechnik u. Landschaftsentw.* 36, 274-282.
- BERNHARDT, K.-G. & KOCH, M. (1993): Vorkommen und Vergesellschaftung von *Elatine hexandra* im Emsland (Niedersachsen). – *Floristische Rundbriefe* 27(1), 32-37.
- BERNHARDT, K.-G. & POSCHLOD, P. (1993): Zur Biologie semiaquatischer Lebensräume aus botanischer Sicht. – In: *Biologie semiaquatischer Lebensräume – Aspekte der Populationsbiologie.* (Hrsg.: K.-G. BERNHARDT, H. HURKA & P. POSCHLOD), S. 5-19; Solingen.
- BROWN, V.K. & SOUTHWOOD, T.R.E. (1987): Secondary succession patterns and strategies. – In: *Colonization succession and stability* (Hrsg.: A.J. GRAY, K.J. CRAWLEY, & P.J. EDWARDS), S. 315-337, 26th Symposium of the British Ecology. *Sonely, Oxford, Blackwell.*
- FALK, P.A. (1990): Integrated strategies for conserving plant genetic diversity. – *Ann. Missouri Bot. Gard.* 77, 38-47.
- HEYNY, S. (1962): Über die Bedeutungen der Schwankungen des Wasserspiegels für die Charakteristik der Makrophytengesellschaften in mitteleuropäischen Gewässern. – *Preslia* 34, 359-367, Prag.
- LEVIN, D.A. (1990): The seed banks as a source of genetic novelty in plants. – *The American Naturalist* 135(4), 563-572.
- MOOR, M. (1936): Zur Soziologie der Isoëtetalia. – *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz* 20, 148 S., Zürich.
- POSCHLOD, P. (1991): Diasporenbanken in Böden – Grundlagen und Bedeutung. – In: *Populationsbiologie der Pflanzen* (Hrsg.: B. SCHMID & J. STÖCKLIN), S. 15-35; Basel, Birkhäuser.
- POTT, R. (1995): *Die Pflanzengesellschaften Deutschlands.* – Eugen Ulmer Verlag, 622 S.
- SALISBURY, E.J. (1970): The pioneer vegetation of exposed muds and its biological features. – *Phil. Transact. Roy. Soc. London*, Vol. 259, No. 829, 207-255.
- SOUSA, W.P. (1984): The role of disturbance in natural communities. – *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 15, 353-391.
- VAN DER VALK, A.G. & PEDERSON, R.L. (1989): Seed banks and the management and restoration of natural vegetation. – In: *Ecology of Soil Seed Banks* (Hrsg.: M.A. LECK, V.T. PARKER & R.L. SIMPSON), S. 329-346; London, Academic Press.

(Am 10. Februar 1999 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	2	281-291	1999	Freiburg im Breisgau 23. September 1999
--	---------	---	---------	------	--

Die Optimierung des eigenen Standortes durch das Isoëto-Lobelietum

von

HANS-CHRISTOPH VAHLE, Witten*

Zusammenfassung: Zwei Erklärungsmodelle beherrschen gegenwärtig das Denken in der Vegetationskunde: das kausalistische Modell und das Konkurrenz-Modell. Sie werden am Beispiel des Isoëto-Lobelietum dargestellt und kritisch beleuchtet. Ein dritter Ansatz wird vorgestellt, der die aktuelle Wahrnehmung, als Basis jeglicher Wissenschaft, **mehr** in den Vordergrund stellt: der ästhetische Ansatz. Mit ihm ist es möglich, den Funktionskomplex von oligotrophem Standort und Isoëto-Lobelietum als simultan sich wechselseitig bedingenden Zusammenhang aufzufassen. Danach ist das Isoëto-Lobelietum genauso die Ursache für den sauerstoffreichen, kohlenstoffarmen und mineralischen Boden, wie umgekehrt. Zur Oligotrophierung des eigenen Wuchsortes durch die Stoffwechsel-Aktivität der Lobelien-Gesellschaft werden bisher gefundene Tatsachen in einer Synopse zusammengestellt.

Summary: Two general ways of explanation are dominant in vegetation science: the causalistic model and the competition model. They are examined critically using the Isoëto-Lobelietum as an example. A third model is presented, which focuses on the actual perception as the basis of science: the aesthetical approach. With that it is possible to conceive both the oligotrophic environment and the Isoëto-Lobelietum as two aspects of a function complex, in which the Isoëto-Lobelietum is the cause of an oxygen-rich, carbon-poor and mineral environment, and vice versa. Data found till now, concerning an oligotrophication caused by the Isoëto-Lobelietum, are brought together in a synopsis.

Einleitung

Zwei Denkmodelle treten zur Zeit in der Vegetationskunde beherrschend auf, die sich oft wie eine Brille zwischen Forscher und Beobachtungsobjekt schieben, wobei sie manchmal sogar als beobachtbare Tatsache anstatt als Modell aufgefaßt werden. Ich möchte am Beispiel des Isoëto-Lobelietum auf diese Modelle aufmerksam machen und sie kritisch hinterfragen. Dann werde ich einen dritten Ansatz vorstellen, der hilft, Forscher und Beobachtungsobjekt wieder näher zusammenzu-

* Anschrift des Verfassers: Dr. HANS-CHRISTOPH VAHLE, Karl-Schweisfurth-Institut für Evolutionsbiologie und Morphologie, Universität Witten/Herdecke, Stockumer Str. 10-12, D-58448 Witten

schließen. Da der Akt der Beobachtung die Basis für jegliches wissenschaftliche Arbeiten ist, lohnt es sich, hierauf besonderes Augenmerk zu richten. Schließlich will ich versuchen, anhand dieses Ansatzes bereits vorhandene Daten in einer Synopse neu zu verknüpfen.

Zwei herrschende Denkmodelle und ihre Kritik

Die klassische Standortdiagnose für das Isoëto-Lobelietum lautet nahezu übereinstimmend (z.B. DIERSSEN 1975: 43 f., ELLENBERG 1996: 439, POTT 1992: 86, VAHLE 1990b: 136): nährstoffarmes, schwach saures, sauerstoffreiches und CO₂-armes Wasser über reinem Sandboden ohne nennenswerte Schlammauflage bei hoher Wassertransparenz und hohem Lichtgenuß. Das Auftreten einer bestimmten Vegetation und dieser speziellen Standortparameter wird zumeist so verstanden, daß die Standortparameter die Ursache der Vegetation sind. Damit ist das kausalistische Erklärungsmodell angesprochen. So, wie die Standortkräfte als Ursache für das Auftreten des Isoëto-Lobelietum aufgefaßt werden, so können diese Ursachen selbst wieder als Wirkung anderer Ursachen gelten, die immer weiter zu vorausgehenden Ursachen zurückverfolgt werden können. Das kausalistische Denken ist deshalb ein Denken in Kausalketten (Abb. 1).

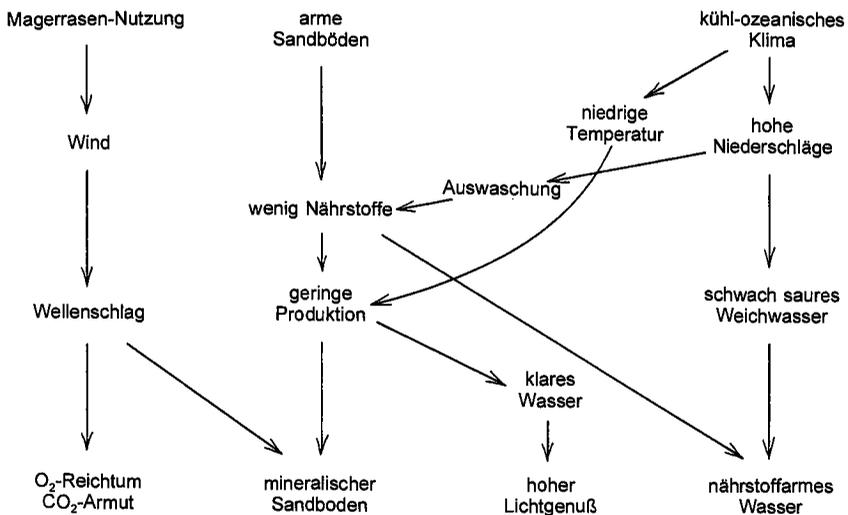


Abb. 1: Einfache Kausalkette für den Standort des Isoëto-Lobelietum. Unten die klassische Standortdiagnose, die als Ursache für das Auftreten dieser Gesellschaft gilt. Wenn man die Pfeile zurückverfolgt, kommt man zu immer weiteren, grundlegenden Ursachen.

Die Wirklichkeit ist jedoch bei weitem nicht so einfach. Die auf Abbildung 1 angegebenen chemisch-physikalischen Voraussetzungen für das Isoëto-Lobelietum sind bei vielen Beständen dieser Assoziation nicht gegeben. Ich komme noch auf diese Ausnahmen zurück; an dieser Stelle will ich nur auf die vielzitierte Arbeit von ROLL (1939) hinweisen, der *Littorella uniflora*, *Lobelia dortmanna* und *Isoëtes lacustris* monatelang mit teilweiseem Erfolg in kalkreichem, alkalischen Wasser eines eutrophen Sees kultivierte. Daraus wird allgemein die Schlußfolgerung gezogen: „Daß sie [*Isoëtes*, *Littorella*, *Lobelia*] in der Natur an den Ufern nährstoffreicher Seen

fehlen, liegt zweifellos daran, daß ihnen die hier gedeihenden und kräftiger wachsenden Schwimmblatt- und Röhrichtpflanzen das Licht wegnehmen“ (ELLENBERG 1996: 439). Diese Aussage entspringt dem zweiten hier zu beleuchtenden Erklärungsmodell: dem Denken in Konkurrenzmechanismen. Wenn ich dazu ELLENBERG zitiere, dann nicht deshalb, weil ich ihn als besonders extremen Vertreter des konkurrenzorientierten Ansatzes herausstellen und kritisieren will; seine Formulierung steht vielmehr stellvertretend für zahllose ähnliche Sätze in der vegetationskundlichen Literatur.

Im Konkurrenz-Ansatz wird den Pflanzenindividuen und/oder -populationen eine Art individueller Subjektivität zugesprochen (vgl. VAHLE 1996: 129 ff.). Das impliziert, Pflanzen würden als zielgerichtete Individuen ihre Lebensumstände zu optimieren versuchen, was einer Hinarbeit auf eine zu erwartende Zukunft gleichkommt. Hierin liegt eine finalistische (teleologische) Sichtweise versteckt, die die Erklärung für das gegenwärtig Beobachtbare in der Zukunft sieht (SCHAD 1982: 12, 1997: 18).

Im kausalistischen Denkmodell ist es im Prinzip genau andersherum. Wenn die Pflanzen allein als von physikalisch-chemischen Standortfaktoren determiniert gedacht werden, die durch Kausalketten gestaffelt wirken, dann werden die Bedingungen für die gegenwärtig vorfindbare Erscheinung prinzipiell in der Vergangenheit gesucht. Beide Denkmodelle haben gemeinsam, daß sie die Erklärungsansätze von der Gegenwart fortführen, also auch weg von dem jeweils aktuellen Augenblick der Wahrnehmung. Das kann dazu führen, daß der Wahrnehmungsakt selbst rückwirkend von diesen Denkmodellen so stark okkupiert wird, daß man nicht mehr die gegenwärtige Erscheinung *als solche* erfährt, sondern glaubt, die Kausalabhängigkeit oder die Konkurrenz im Gelände wirklich *sehen* zu können.

Dazu ein Beispiel, das die Dominanz des Konkurrenzmodells beleuchtet. Ein Wurzelkammerversuch von HERTEL & LEUSCHNER (1998, in LEUSCHNER 1998) sollte zeigen, in welchem Maß die Buche der Eiche im Mischbestand konkurrenzüberlegen ist. Die Graphik (Abb. 2) wird ganz automatisch als Konkurrenzphänomen

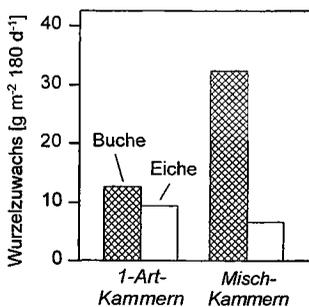


Abb. 2: Zuwachs von Buchen- und Eichenfeinwurzeln in Wurzelkammern. 1-Art-Kammern: je 1 Buchen- oder Eichenwurzel eingebracht; Mischkammern: je eine Buchen- und Eichenwurzel eingebracht. Nach HERTEL & LEUSCHNER 1998, aus LEUSCHNER 1998. Das Beispiel gilt als Beweis für die Konkurrenzüberlegenheit der Buche. Es läßt sich aber auch anders herum interpretieren: Die Anwesenheit der Eiche fördert das Wachstum der Buche. Das Phänomen selbst zeigt aber weder das eine noch das andere.

gelesen (LEUSCHNER 1998). Die kaum reflektierte Art, mit der dies getan wird, zeigt, wie stark das Denken von dieser Vorstellung bereits beherrscht ist. Es liegt jedoch keine zwingende Notwendigkeit vor, das Resultat des Wurzelkammer-Versuches als Konkurrenzvorgang zu interpretieren. Er ist sogar völlig entgegenge-

setzt deutbar, nämlich: Erst durch die Anwesenheit der Eichenwurzeln wird das Buchenwachstum verstärkt angeregt; die Eiche nimmt sich selbst etwas zurück und ermöglicht der Buche einen so großen Zuwachs, daß im Zusammenwirken von Buche und Eiche die gemeinsame Produktion viel höher ist als wenn eine Art alleine wächst. Dies ist die Denkweise des Cooperations- oder Altruismus-Modells, das allerdings nur von wenigen Vegetationskundlern beachtet wird (z.B. GIGON 1981, GIGON & RYSER 1986, WESTHOFF 1965, BARKMAN 1990).

Ähnlich beeinflusst auch der kausalistische Denkansatz die Wahrnehmung. Das lineare Denken, das Ursache und Wirkung eindeutig trennen will, „sieht“ im Augenblick der Beobachtung die Standortparameter als Ursache der Vegetation. Schon das einfache Beispiel einer Weißdüne mit dem *Elymo-Ammophiletum arenariae* darauf zeigt jedoch, daß das so nicht zu halten ist (Abb. 3). Das Phänomen

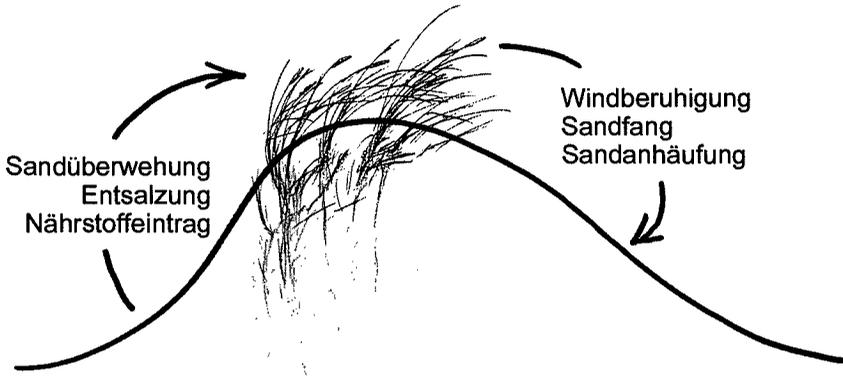


Abb. 3: Simultane Wechselwirkung zwischen Weißdüne und *Elymo-Ammophiletum arenariae*, die vom Ursache-Wirkungs-Denken in zwei getrennte kausale Geschehnisse aufgelöst wird.

zeigt nichts als einen simultanen Zusammenhang von Sandanhäufung und Strandhafer-Wachstum. Unser kausalistisches Denken versucht jedoch, aus der zu beobachtenden Simultaneität in der Vorstellung eine Ursache-Wirkung-Beziehung zu machen, die nun allerdings mehr kreisförmig gedacht wird (vgl. SCHAD 1982: 17): Danach ist die sich deutlich über den Salzwasser-Horizont erhebende Düne mit regelmäßiger Sand- und Nährstoffzufuhr Ursache der *Ammophila*-Besiedlung, und umgekehrt ist auch das *Ammophiletum* Ursache für das Aufwachsen der Düne durch Sandanhäufung im Bestand. In einem anderen Beispiel ist diese Art des kreisförmig-kausalen Denkens schwieriger anzuwenden. Im Wechselwirkungs-Komplex von *Oxycocco-Sphagnetum*-Vegetation und Hochmoor bilden Milieu und Vegetation eine solche Einheit, daß ein einfach auflösbarer Kausalnexus (gleich ob in linearer oder Kreisform) auch hier der Beobachtung nicht gegeben ist. Beobachtet wird nur die Simultaneität der speziellen Standortparameter und der speziellen Vegetation in ihrem gegenwärtigen Zusammenhang.

Wenn ich hier die beiden Denkmodelle kritisiere, tue ich das nicht aus dem Grunde, um sie völlig abzulehnen, sondern um darauf aufmerksam zu machen, wie sehr wir als Vegetationskundler von diesen Denkart beherrscht werden und wie wenig wir dieses Denken selbst reflektieren. Es erscheint mir deshalb notwendig,

einen weiteren Ansatz einzuführen, der dasjenige in den Vordergrund stellt, was in den beiden anderen Denkmodellen zu kurz kommt.

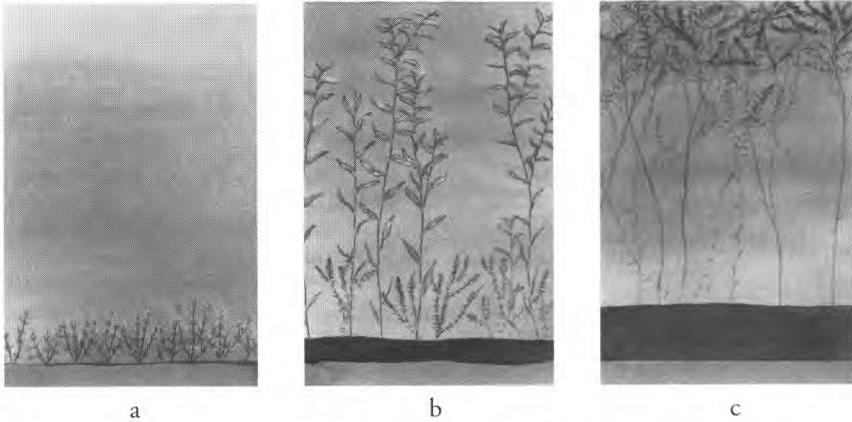
Ästhetischer Ansatz

Gegenüber dem kausalistischen Denkmodell mit dem Vergangenheitsbezug und dem Konkurrenzmodell mit dem Zukunftsbezug soll nun ein Ansatz dargestellt werden, der den Gegenwartsbezug mehr betont, aus den eingangs genannten Gründen. Diese Denkrichtung nenne ich den ästhetischen Ansatz. Damit ist nicht, wie im umgangssprachlichen Gebrauch, eine Kunsttheorie gemeint, sondern Ästhetik im ursprünglichen Sinne der Aisthesis: als Wahrnehmung oder Wissenschaft der Wahrnehmung; ein Aspekt, der inzwischen nahezu vollständig aus dem Wissenschaftsbetrieb ausgeklammert ist (SCHWEIZER 1976: 9, SCHWEIZER & WILDERMUTH 1981). Dieser Ansatz richtet sich auf das, was der direkten gegenwärtigen Wahrnehmung als erstes zugänglich ist: auf die Gestalt der Vegetation (VAHLE 1996: 178 ff., 1999). In einem zweiten Schritt kann und soll eine Erweiterung auf den gesamten Standort stattfinden. Die Verknüpfung beider kann zu einem neuen Funktionsmodell des komplexen Geschehens zwischen Standort und Vegetation führen, ohne sofort und ausschließlich Erklärungen in Vergangenheit oder Zukunft zu suchen (Zur ausführlichen Darstellung und Begründung des Ansatzes siehe VAHLE 1999).

Angewandt auf das Isoëto-Lobeliëtum geht es im ästhetischen Ansatz zunächst darum, die Gesellschaftsbestände mit allen Sinnen wahrzunehmen. Als Hilfe zur Vertiefung der gegenwärtigen Wahrnehmung hat sich das Zeichnen oder Malen des Bestandes bewährt (Abb. 4). Eine weitere Vertiefung sind alle Messungen der ver-



Abb. 4: Aquarell eines Isoëto-Lobeliëtum-Bestandes. Malen oder Zeichnen von Vegetationsausschnitten unterstützt die Wahrnehmung des gegenwärtig Vorfindbaren ohne Rückgriffe auf Erklärungsmodelle.



schiedenen Standortparameter, die als Verfeinerung oder „Objektivierung“ der sinnlichen Beobachtung angesehen werden können. Die Beobachtungen und Messungen sagen jedoch nichts darüber aus, daß die gefundene Boden- und Wasserqualität die Ursache für das Auftreten des Isoëto-Lobelietum ist. Eine Kausalabhängigkeit kann ich gegenwärtig weder sehen noch messen, sondern nur eine Koizidenz.

Dem ästhetischen Ansatz folgend, soll nun die Vegetationsgestalt der Lobelien-Gesellschaft genauer untersucht werden. Ich bediene mich dazu im Grundsatz der vergleichenden Morphologie im Sinne von TROLL (1928), woraus ein spezielles

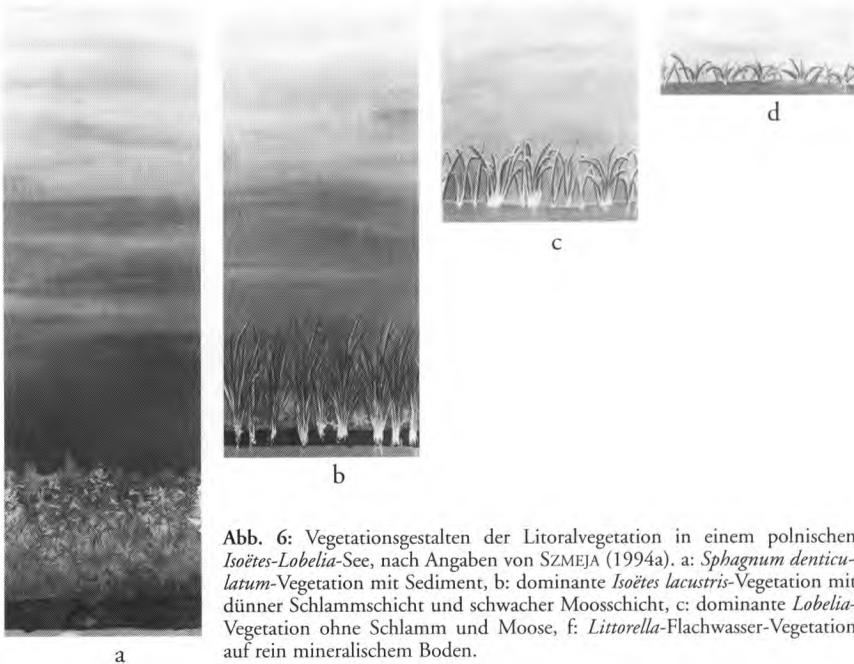


Abb. 6: Vegetationsgestalten der Litoralvegetation in einem polnischen *Isoëtes-Lobelia*-See, nach Angaben von SZMEJA (1994a). a: *Sphagnum denticulatum*-Vegetation mit Sediment, b: dominante *Isoëtes lacustris*-Vegetation mit dünner Schlammschicht und schwacher Moosschicht, c: dominante *Lobelia*-Vegetation ohne Schlamm und Moose, f: *Littorella*-Flachwasser-Vegetation auf rein mineralischem Boden.

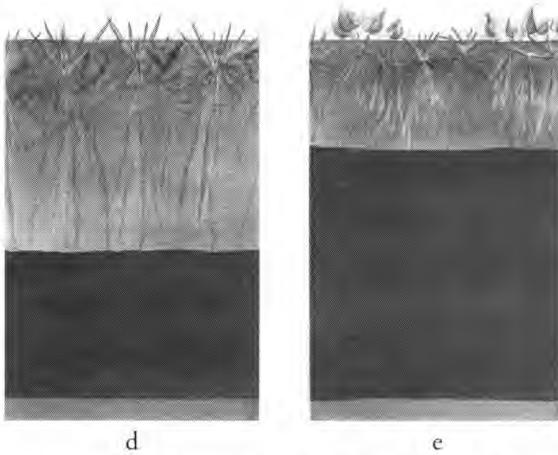


Abb. 5: Reihe von Vegetationsgestalten in einem flachen, nährstoffreichen, windgeschützten Stillgewässer. Nach SEGAL (1965: 40) eine Sukzessionsreihe, die aber auch als Zonierung gelesen werden kann.

- a: Characeen-Bodenrasen,
- b: Magnopotamiden,
- c: Ceratophylliden,
- d: Stratiotiden,
- e: *Calla*-Schwingrasen.

Verfahren zur Untersuchung der Gestalten von Vegetationsausschnitten entwickelt wurde (VAHLE 1999). Es ist sinnvoll, das Isoëto-Lobelietum als Gesellschaft eines oligotrophen Standortes mit Vegetationstypen eutropher Gewässer zu vergleichen. Allein durch die Gegenüberstellung von Lobelietum und Myriophyllo-Nuphar-etum beispielsweise ist jedoch noch nicht viel an Erkenntnis gewonnen. Erst durch den Vergleich von Gestaltreihen entlang eines oder mehrerer Gradienten ist ein Erkenntnisgewinn erreichbar. In der Gestaltreihe der Abbildung 5 fallen von links nach rechts folgende durchgehende Gestalttendenzen auf: Die Mächtigkeit der Schlamm-Ablagerungen nimmt zu, so daß die Bodenoberfläche dem Wasserspiegel immer näher kommt. Parallel dazu wächst auch die Biomasse der Vegetation, während diese vom Bodengrund über den freien Wasserkörper bis zur Oberfläche aufsteigt. Als *Stratiotes*- und schließlich *Calla*-Schwingrasen wächst sie zuletzt über den Wasserspiegel hinaus.

Das Uferprofil eines oligotrophen *Isoëtes-Lobelia*-See zeigt demgegenüber geradezu das Gegenteil (Abb. 6). Die höheren Sedimentstärken findet man hier im tieferen Wasser, zum Ufer hin verschwindet die Mudde ganz. Parallel dazu nimmt die Wuchshöhe und die Biomasse der Vegetation ab, und die Gestalt der Isoëtiden-Blätter geht von aufrecht-gestreckten Formen in abwärts gebogene Formen über. Noch deutlicher zeigt sich diese „Umkehrungstendenz“ im Heideweiher (Abb. 7). In der Reihe der typischen Vegetationsausschnitte vom Südwest- zum Nordostufer findet man einen Rückgang der Pflanzenmasse und eine zunehmende Konzentration der Vegetation in Bodennähe, sowie eine Abnahme der Sedimentstärke. Den Endpunkt der Reihe stellt *Lobelia* dar mit nur wenigen Zentimeter hohen Bodenrasen auf nahezu mineralischem Boden.

In der Rhizosphäre beobachtet man ein paralleles Phänomen: In dem Maße, wie von Südwest nach Nordost das Sediment dünner wird und die oberirdischen Vegetationsteile sich immer mehr in Bodennähe zusammenziehen, wird auch die Durchwurzelung intensiver. Das Verhältnis Wurzelmasse zu oberirdischer Sproßmasse (bis zu 4 : 1 nach WIUM-ANDERSEN 1971: 245 und SZMEJA 1994b: 210) ist bei *Lobelia* am größten, so daß insgesamt als gestaltbiologisches Ergebnis formuliert werden kann: Von Südwest nach Nordost „bewegt“ sich die Vegetation

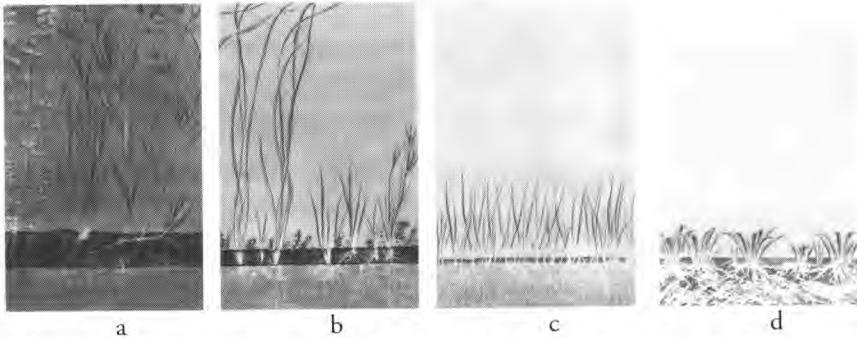


Abb. 7: Vegetationsgestalten in einem typischen Lobelien-Heideweiher von Südwest nach Nordost. a: *Hyperico-Potamogetoneterum oblongi*, b: *Sphagno-Sparganietum angustifolii*, c: *Littorella uniflora*-Gesellschaft, d: Isoëto-Lobelietum.

aus dem freien Wasserkörper in die Bodennähe und letztlich sogar unter die Bodenoberfläche. Diese gegenläufige Tendenz zur „normalen“ Wasservegetation zeigt sich schließlich auch in den lederig-knorpeligen Blättern der *Lobelia* mit vergleichsweise dicker Kutikula (WIUM-ANDERSEN 1971: 245), was den Rückzug aus der Wassersphäre auf einer weiteren Ebene verdeutlicht.

Aktive Oligotrophierung durch das Isoëto-Lobelietum

Im folgenden seien physiologische und ökologische Tatsachen mit in die Betrachtung des Isoëto-Lobelietums einbezogen. Bemerkenswert ist beispielsweise die Ausbildung einer Mykorrhiza bei *Littorella* und *Lobelia* (FARMER 1985), ein Phänomen, das bei Landpflanzen häufig vorkommt, jedoch für Wasserpflanzen ungewöhnlich ist (WILMANN 1998: 84). Das durch den Gestaltvergleich gewonnene Bild des „Gegensatzes“ von Isoëto-Lobelietum und euträphten Wasserpflanzen-Gesellschaften zeigt sich hier in einem weiteren Aspekt, indem sich eher eine gewisse Verwandtschaft mit Landvegetation andeutet. Damit nicht genug: Durch den diurnalen Säurerhythmus (CAM), der bei *Littorella* und *Isoëtes lacustris* nachgewiesen wurde, steht die Physiologie dieser Arten sogar mit xerothermen Sukkulente in Beziehung, also eigentlich mit den „ökologischen Gegenspielern“ der Gewässervegetation (FRISCH 1996: 108 ff, WILMANN 1998: 85). Das spiegelt genau den Befund wider, der durch den Gestaltvergleich gefunden wurde: den extremen Rückzug des Isoëto-Lobelietums aus dem freien Wasserkörper, damit das Gegenteil zur euträphten Wasservegetation.

Weitere physiologische Prozesse lassen sich anschließen. So nehmen die Isoëtiden im Vergleich etwa zu *Potamogeton*-Arten den größten Teil des für die Photosynthese notwendigen CO₂ durch die Wurzeln auf und geben massiv Sauerstoff an die Rhizosphäre ab (SAND-JENSEN et al. 1982: 351), wodurch das Sediment bis 20 cm Tiefe oxidiert wird (WIUM-ANDERSEN 1971 für *Lobelia*, TESSENOW & BAYNES (1978) für *Isoëtes lacustris*, vgl. Abb. 8). Auch auf der Ebene des Stoffwechsels deutet also alles darauf hin, daß im Isoëto-Lobelietum die wesentlichen Prozesse aus dem Wasser in den Boden verlagert werden, was wiederum mit der Vegetationsgestalt völlig übereinstimmt.

Durch den hohen Sauerstoffgehalt im Boden werden hier organische Substanzen schnell abgebaut, wobei das freiwerdende Kohlendioxid für die Photosynthese aufgenommen wird. Ebenso werden die wenigen Nährstoffe absorbiert, wobei das sauerstoffreiche Sediment auch als Phosphatfalle wirkt und damit diesen wichtigen Pflanzennährstoff der Lobelien-Gesellschaft zuführt (JAYNES & CARPENTER 1986). Damit ist das Isoëto-Lobelietum ein aktiver Oligotrophierer, und es selbst ist genauso die Ursache für die Parameter der klassischen Standortdiagnose, wie auch umgekehrt diese Bedingungen die Ursache für das Auftreten der speziellen Vegetation sind. Da beides nicht eindeutig auflösbar ist, sollte man auch hier von einem simultan sich wechselseitig bedingenden Zusammenhang (SCHAD 1982: 19) oder von einem Funktionskomplex (VAHLE 1999) sprechen.

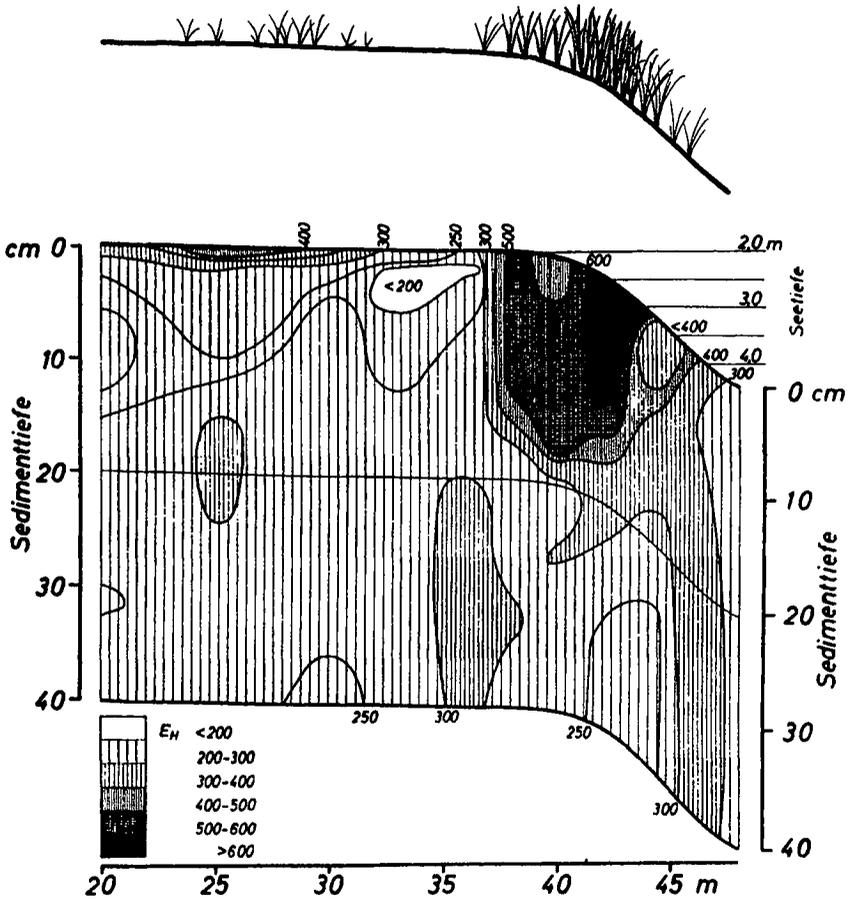


Abb. 8: Intensität des Sauerstoffeintrags in den Boden unter *Isoëtes lacustris*-Vegetation im Feldsee (Schwarzwald), gemessen am Redoxpotential (EH in mV) des Sediment-Interstitialwassers (ohne pH-Korrektur). Je dunkler die Schraffur, desto mehr Sauerstoff im Bodengrund. Darüber die etwaige Dichte der *Isoëtes*-Vegetation: je dichter der Bewuchs, desto größer der Sauerstoffeintrag. Nach TESSENOW & BAYNES 1978.

Es liegt auf der Hand, daß bei Überschreitung eines gewissen Maßes an organischem Substanzeintrag das Isoëto-Lobelietum degeneriert. Dennoch scheint die Gesellschaft innerhalb von bisher unbekanntem Toleranzgrenzen den oben beschriebenen Wechselwirkungskomplex aktiv aufrechterhalten zu können. So erklärt es sich vielleicht, daß die Lobelien-Gesellschaft manchmal auf Mudde- oder Torfböden wächst (LÜBBEN 1973: 31, DIERSSEN 1975: 43, URBAN & TRAPP 1998: 41), daß sie auch in Waldseen mit starkem Laubeinfall vorkommt (z.B. in Schleswig-Holstein: Ihlsee, Garrensee – in letzterem inzwischen verschollen) und daß sie auch Seen mit eutraphentem Plankton besiedelt (THIENEMANN 1932: 356). Diese eher merkwürdigen Befunde, die nicht in das Bild der klassischen Standort-Diagnose passen, erscheinen in neuem Licht, wenn man den Isoëto-Lobelietum-Funktionskomplex zugrunde legt. Demnach wären diese standörtlich „untypischen“, gleichwohl vielleicht gut entwickelten Bestände wahrscheinlich Relikte aus rein oligotrophen See-Entwicklungsphasen, die sich entgegen der später einsetzenden Dystrophierungs- oder Eutrophierungs-Tendenzen (VAHLE 1990a: 115, 121 f.; 1995) durch ihren aktiven Funktionskomplex bis in eine schon suboptimale Phase hinein selbst erhalten konnten.

Eine vertiefte Erkenntnis dieser Zusammenhänge muß für Naturschutzkonzeptionen und die Sanierung oligotropher Stillgewässer eine besondere Bedeutung haben. Damit muß nicht nur die Frage der Bewertung von *Isoëtes-Lobelia*-Seen neu gestellt werden, sondern es ergeben sich auch Konsequenzen für den praktischen Naturschutz, nämlich die Sanierung ehemals oligotropher Gewässer. Hierbei wäre zu überlegen, die Arten der Lobelien-Gesellschaft als „Repositionspflanzen“ (SEITZ 1994, 1996) für eine Oligotrophierung einzusetzen (VAHLE 1998).

Dank: Ich danke Frau Katharina Urban ganz herzlich für die konstruktive Kritik des Manuskriptes.

Schrifttum

- BARKMANN, J.J. (1990): Controversies and perspectives in plant ecology and vegetation science. – *Phytocoenologia* 18(4), 565-589.
- DIERSSEN, K. (1975): *Littorelletea uniflorae* Br.-Bl. et Tx. – *Prodromus der europäischen Pflanzengesellschaften* (Hrsg.: R. TÜXEN) Lieferung 2, 149 S.; Vaduz.
- ELLENBERG, H. (1996): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. – 5. Aufl., 1096 S.; Stuttgart.
- FARMER, A.M. (1985): The occurrence of vesicular-arbuscular mykorrhiza in Isoëtid-type submerged aquatic macrophytes ... – *Aquat. Bot.* 21, 245-249.
- FRISCH, K. (1996): Zum tagesrhythmischen Säurestoffwechsel der Kakteen und anderer Pflanzen. – *Tycho de Brahe-Jahrb. f. Goetheanismus* 1996, 77-127.
- GIGON, A. (1981): Koexistenz von Pflanzenarten, dargelegt am Beispiel alpiner Rasen. – *Verh. Ges. f. Ökologie* 9, 165-172.
- GIGON, A. & RYSER, P. (1986): Positive Interaktionen zwischen Pflanzenarten. I. Definition und Beispiele aus Gruenland-Oekosystemen. – *Veröff. Geobot. Inst. ETH Rübel* 87, 372-387.
- JAYNES, M.L. & CARPENTER, S.R. (1986): Effects of vascular and nonvascular macrophytes on sediment redox and solute dynamics. – *Ecology* 67 (4), 875-882.
- JÖNS, K. (1961): Der Bültsee. Über seine Stellung unter den schleswig-holsteinischen Seen. – *Jb. Heimatgem. Krs. Eckernförde* 19, 219-232.
- LEUSCHNER, C. (1998): Mechanismen der Konkurrenzüberlegenheit der Rotbuche. – *Ber. Reinh. Tüxen-Ges.* 10, 5-18.

- LÜBBEN, U. (1973): Zur Verbreitung und Ökologie der Wasserlobelie (*Lobelia dortmanna* L.) in der Bundesrepublik Deutschland. – Mitt. Flor. – soz. Arbeitsgem. N.F. 15/16, 28–40.
- POTT, R. (1992): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. – 427 S.; Stuttgart.
- ROLL, H. (1939): *Isoëtes*, *Lobelia* und *Littorella* in kalkarmem und kalkreichem Wasser. – Beih. Bot. Centralbl. 59, 345–358.
- SAND-JENSEN, K., PRAHL, K., STOKHOLM, H. (1982): Oxygen release from roots of submerged aquatic macrophytes. – Oikos 38, 349–354.
- SCHAD, W. (1982): Biologisches Denken. – In: Goetheanistische Naturwissenschaft. Bd. 1: Allgemeine Biologie (Hrsg.: SCHAD, W.), S. 9–25. Stuttgart.
- (1997): Die Zeitintegration als Evolutionsmodus. – Habilitationsschr. Fak. Naturwiss. Univ. Witten/Herdecke. Mskr. 134 S.
- SEGAL, S. (1965): Een vegetatie onderzoek van hogere waterplanten in Nederland. – Wetensch. Meded. Kon. Ned. Natuurhist. Ver. 57, 1–80.
- SEITZ, P. (1994): Repositionspflanzen – Wasser reinigen und die Landschaft entwickeln. – Das Gartenamt 8/94, 539–545.
- (1996): Mit Pflanzen Umwelt sanieren. – Stadt u. Grün 2/96, 83–88.
- SZMEJA, J. (1994a): Dynamics of the abundance and spatial organisation of Isoëtid populations in an oligotrophic lake. – Aquat. Bot. 48, 19–32.
- (1994b): An individual's status in populations of Isoëtid species. – Aquat. Bot. 48, 203–224.
- SCHWEIZER, H.R. (1976): Vom ursprünglichen Sinn der Ästhetik. – 138 S.; Oberwil-Zug.
- SCHWEIZER, H.R. & WILDERMUTH, A. (1981): Die Entdeckung der Phänomene. – 395 S.; Basel, Stuttgart.
- TESSENOW, U. & BAYNES, Y. (1978): Redoxchemische Einflüsse von *Isoëtes lacustris* L. im Littoralsediment des Feldsees (Hochschwarzwald). – Arch. Hydrobiol. 82, 20–48.
- THIENEMANN, A. (1932): Schwankungen des Grundwasserstandes in Nordwestdeutschland während der letzten Jahrzehnte, ihre Ursachen und ihre limnologische, geologische und wirtschaftliche Bedeutung. – Arch. Hydrobiol. 24, 345–428.
- TROLL, W. (1928): Die urbildliche Denkweise. – In: TROLL, W.: Organisation und Gestalt im Bereich der Blüte. Berlin. (Nachdruck in: TROLL, W.: Gestalt und Urbild. Gesammelte Aufsätze zu Grundfragen der organischen Morphologie. Leipzig.)
- URBAN, K. & TRAPP, S. (1998): Die Isoëtidvegetation des Wollingster Sees – Entwicklung und Vergleich mit dem polnischen See Krasne. – Mitt. AG Geobot. Schleswig-Holstein u. Hamburg 57, 36–43.
- VAHLE, H.-C. (1990a): Grundlagen zum Schutz der Vegetation oligotropher Stillgewässer in Nordwestdeutschland. – Naturschutz Landschaftspf. Niedersachs. 22, 1–157.
- (1990b): Littorelletea uniflorae Br.-Bl. et Tx. 1943. Strandlings-Gesellschaften. – In: PREISING, E., VAHLE, H.-C., BRANDES, D., HOFMEISTER, H., TÜXEN, J., WEBER, H.E.: Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens – Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme. Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften des Süßwassers. Naturschutz Landschaftspf. Niedersachs. 20(8), 134–145.
- (1995): Oligotrophe Heideweiher als anthropogene Ökosysteme. – Natur und Landsch. 70(7), 295–301.
- (1996): Pflanzensoziologie. Ein Weg zu einer goetheanistischen Landschaftskunde. – Tycho de Brahe-Jb. f. Goetheanismus 1996, 129–207.
- (1998): Gedanken zur Weiterentwicklung des Wollingster Sees – ein persönliches Fazit des Symposiums. – Mitt. AG Geobot. Schleswig-Holstein u. Hamburg 57, 145–150.
- (1999): Gestaltbiologie von Pflanzengesellschaften in ökologischer und dynamischer Hinsicht. – Habilitationsschrift Univ. Witten/Herdecke, Mskr. 215S.
- WESTHOFF, V. (1965): Plantengemeinschaften. – In: Uit de plantenwereld (Lanjouw, J. et al.), S. 288–349; Zeist, Arnhem.
- WILMANN, O. (1998): Ökologische Pflanzensoziologie. – 6. Aufl., 405 S.; UTB Wiesbaden.
- WIUM-ANDERSEN, S. (1971): Photosynthetic uptake of free CO₂ by the roots of *Lobelia dortmanna*. – Physiol. Plant. 25, 245–248.

(Am 16. März 1999 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	2	293-302	1999	Freiburg im Breisgau 23. September 1999
--	---------	---	---------	------	--

Juncus bulbosus as a pioneer species in acidic lignite mining lakes: Source of inorganic carbon assimilation and phosphorus uptake kinetics

by

ABAD CHABBI, Cottbus*

Zusammenfassung: Die Zwiebel-Binse (*Juncus bulbosus* L.) ist die Pionierpflanze in extrem sauren Tagebaurestseen des Lausitzer Braunkohlenreviers. Die pflanzenfeindlichen Bedingungen in den Restlöchern läßt auf das Vorhandensein von Anpassungsmechanismen schließen, die es der Pflanze erlauben, in diesem Milieu zu überleben und den Mangel an anorganischem Kohlenstoff sowie an Phosphor auszugleichen. Röntgenbeugungsanalysen zeigten, daß die Eisenplatten um die Wurzel hauptsächlich aus Goethit besteht, der in Anwesenheit von CO₂ gebildet wird. Die Rasterelektronenmikroskopie-Aufnahmen der Eisenplatten sind durch einen Freiraum zwischen Wurzel und Sandkörnern gekennzeichnet. Dieses ungewöhnliche Milieu wird von Mikroorganismen besiedelt. Chemische Analysen zeigten, daß die Eisenplatten Spuren mehrerer Wurzelexsudate enthalten. Dieses Ergebnis läßt auf eine Interaktion zwischen der mikrobiellen Komponente auf der Wurzeloberfläche und den Wurzelexsudaten unter den Eisenplatten (mineralfreier Raum) schließen. Dieser Mechanismus könnte für Kohlenstoff- und Phosphorkreisläufe in diesem Ökosystem von Bedeutung sein. Außerdem ist die Aufnahme dieser Elemente ein wichtiger Prozeß für die pH-Pufferkapazität innerhalb der Eisenplatten.

Summary: Bulbous rush (*Juncus bulbosus* L.) initiates the plant colonization in acidic mining lakes in the Lusatian mining district. The extreme and hostile site conditions in mining lakes suggest the presence of adaptive mechanisms that enable bulbous rush to survive and overcome inorganic carbon stress and phosphorus deficiency in those ecosystems. Powder X-ray diffraction (XRD) showed that the iron oxide of the plaque is mainly goethite that has been developed in the presence of CO₂. Scanning electron microscopy shows that the iron plaques around the root are characterized by the presence of a mineral-free space between the root and the sand grains. This unusual microenvironment is inhabited by colonies of microorganisms. Chemical analyses revealed that the iron plaque contains several trace concentrations of roots exudates. The results suggest that there are interactions of the microbial component embedded on the root surface and the root exudates beneath the iron plaque (i.e. micro-space). This pathway may be important for carbon and

* Author's address: Dr. ABAD CHABBI, Department of Soil Protection and Recultivation, Brandenburg Technical University of Cottbus, Faculty of Environmental Science, P.O. Box 101344, D-03013 Cottbus

phosphorus cycling in man-made ecosystems. Furthermore the assimilation of those elements by the plant is a significant process for pH buffering capacity inside the iron plaque.

Introduction

Acidic mining lakes resulting from coal mining operations in the eastern part of the Federal Republic of Germany have been regarded as environmental disasters. But for researchers, these man-made ecosystems offer a remarkable research opportunity (CHARLES 1998). In the Lusatian area alone, more than 100 lakes of various sizes contain water having a pH between 2.5 and 3.5 and concentrations of dissolved iron, manganese and aluminum at levels highly toxic or lethal to most plant species. Despite the extreme conditions, bulbous rush (*Juncus bulbosus* L.) was recognized as a pioneer species of the littoral areas of these lakes (PIETSCH 1979). The presence of an adaptive mechanism has been long speculated but remains an unresolved question. A recent study (CHABBI 1999) has shown that the plant responds to toxic compounds through a sophisticated ecophysiological adaptation. This report explores the effective interactions of root excreted compounds and microorganisms beneath an iron plaque formed on roots as key processes enabling the plant to avoid inorganic carbon limitation and phosphorus deficiency in the extreme environment of acidic mining lakes.

Material and Methods

Sites: Our investigations were carried out in Senftenberg See (lake SFB) and Koyn-Plessa (Lakes numbers 108 and 109) of the Lusatian mining district in the eastern part of the Federal Republic of Germany (54₀₆ - 57₀₆ & 54₃₀ - 57₀₆; map references: 1/50 000, L 45-46 & L 45-48). These lakes are the final result of lignite mining that lasted for decades. The water levels fluctuate depending largely on ground water. The substrate is mainly Pleistocene-Sand with little Tertiary material (Senftenberg See) and Tertiary material rich in pyrite at Koyn-Plessa district. *Juncus bulbosus*, floating and submersed stands, is the dominant macrophyte species in the littorals of these lakes.

Plant material: On August 5, 1997, turgid and structurally intact living roots were collected at the sampling sites from both the sediment of acid lignite mine sediment rich in iron (roots with iron plaque formation) and the sediment of gravel pit poor in iron (control roots without iron plaque formation). Root collection were carefully carried out with a stainless steel shovel, keeping the root and soil intact. Afterwards the roots were placed in plastic bags, transported to the lab and stored overnight at 4° C. Root and soil were separated using de-ionised water. Root material with iron plaques was used for scanning electron microscopy and energy dispersive X-ray detector (SEM & EDX) investigations. The trace elements of root exudates in iron plaques were determined by chemical analysis.

Powder X-ray diffraction (XRD) of the rhizosphere of *Juncus bulbosus*: Roots with iron oxide plaque were quick-frozen, and freeze-dried. After 24 hours, the iron oxide around the roots (iron plaque) was separated from the roots and gently ground by hand. X-ray diffraction analyses of the powdered specimens were conducted using Co-K α radiation as described by BIGHAM et al. (1990).

Scanning electron microscopy (SEM): For SEM, fresh roots segment with iron plaques (10 mm distance to apex) were fixed with 2.5 % glutaraldehyde in 0.1 M cacodylate buffer, pH 7.4 at 4° C overnight. After gently washing with buffer solution, segments were postfixed with 1% OsO₄ for 2 h, dehydrated with acetone and embedded in epoxy resin (SPURR 1969). After polymerization at 70° C for 24 h, specimens were cut into 4-mm sections, mounted on aluminum specimen mounts with epoxy resin. After gently grinding the specimens were polished and coated with carbon. The specimens were investigated with a SEM (Zeiss DSM 962) at 20 kV with a working distance of 25 mm using a backscattering electron detector and an energy dispersive X-ray detector (Oxford Instruments, Link ISIS).

Chemical analysis of trace elements of root exudates in iron plaque: For trace elements of root exudates, iron plaque was carefully separated from fresh root segment to expel iron plaque solution using a specially equipped cooling centrifuge, keeping sample temperature at 4° C, at 12 000 rev. min⁻¹, for 1 h. The amounts of exudates have been determined by ion chromatograph following the procedure described by SHEN et al. (1996) using a supported liquid membrane enrichment technique.

Results and Discussion

Juncus bulbosus was characterized as having an extensive plaque surrounding the roots (Fig. 1 b). The sediment oxygenation and subsequent increase of E_h results in oxidation of Fe²⁺ to Fe³⁺ which leads to the formation of iron oxide plaques (CHABBI 1999). Iron plaque formation is known to serve as a protective mechanism against the entry of phytotoxic levels of reduced elements into the root cells (CHABBI et al. 1998). In spite of the well-designed research reported on iron plaque formation, the specific nature of the processes involved in the protective mechanisms within species is not clear (MENDELSSOHN et al. 1995).



Fig. 1: Roots of *Juncus bulbosus* without iron plaque (white root) (A), and with iron plaque (B) clearly visible as a reddish brown precipitate; scale bar is 200 μ m. The photo on the right (C) shows floating and submersed dense stand of *Juncus bulbosus* in lake SFB.

XRD indicated that the oxide deposit is rich in goethite (Fig. 2) which has an average crystal size (mean coherence length perpendicular to (110)) of only ca. 10 nm, as calculated from the corrected full width at half height of the (110) reflection using the Scherrer formula (SCHWERTMANN & FITZPATRICK 1977). This type consisting of very small goethite crystals form commonly from oxidation of Fe^{2+} in surface environments at ambient temperatures under circumneutral conditions (for a review see CORNELL & SCHWERTMANN 1996). CHEN, DIXON & TURNER (1980)

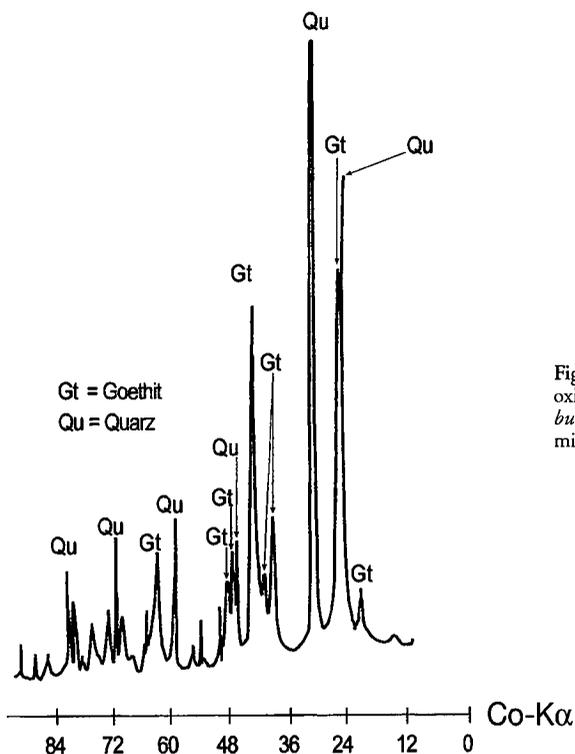


Fig. 2: X-ray diffraction pattern of oxidised roots channels from *Juncus bulbosus* growing in acid lignite mine sediment.

were the first to observe goethite in rice roots deposits. SCHWERTMANN (1959) and CARLSON & SCHWERTMANN (1990) demonstrated in laboratory experiments that CO_2 in the oxidation environment favored goethite (α - $FeOOH$) over lepidocrocite (γ - $FeOOH$) formation. By thin-sectioning a root concretion (so-called pipe stem), SCHWERTMANN & FITZPATRICK (1977) showed that the inner part close to the root was rich in goethite, whereas lepidocrocite dominated in the outer part. From this I conclude that the release of CO_2 by the *Juncus* root/micro-organisms has fostered goethite formation.

It is assumed that inorganic carbon is a limiting factor for primary production in extremely acidic lakes (GOLDMAN, OSWALD & JENKINS 1974). Moreover much evidence in the literature indicated that the rates of carbon uptake by roots of aquatic plants (SØNDERGAARD & SAND-JENSEN 1979) can be higher than uptake by their shoots particularly in acid lakes. The extreme acidity ($pH < 3.5$) combined with shallow acid lakes lead to a low concentration of the CO_2 (0.43 mg L⁻¹, CHABBI unpubl. material) around the leaves of *Juncus bulbosus*. NIXDORF, WOLLMANN &

DENEKE (1998) reported that the concentration of DIC in the study lakes is very low and is below the level of detection ($< 0.5 \text{ mg C L}^{-1}$). A subsequent study (KAPFER 1998) documented that DIC produced by microbial activities (e.g. sulfate reduction, denitrification, respiration) in the sediment is rapidly lost to the atmosphere. Published evidences however, demonstrated that inorganic carbon controls the growth dynamics of *Juncus bulbosus* and its competitive ability increases with increasing CO_2 in the system (ROELOFS, SCHURKES & SMITS 1984, WETZEL, BRAMMER & FORSBERG 1984; SVEDÅNG 1992). The question then is how *Juncus bulbosus* avoid inorganic carbon limitation in acidic mining lakes?

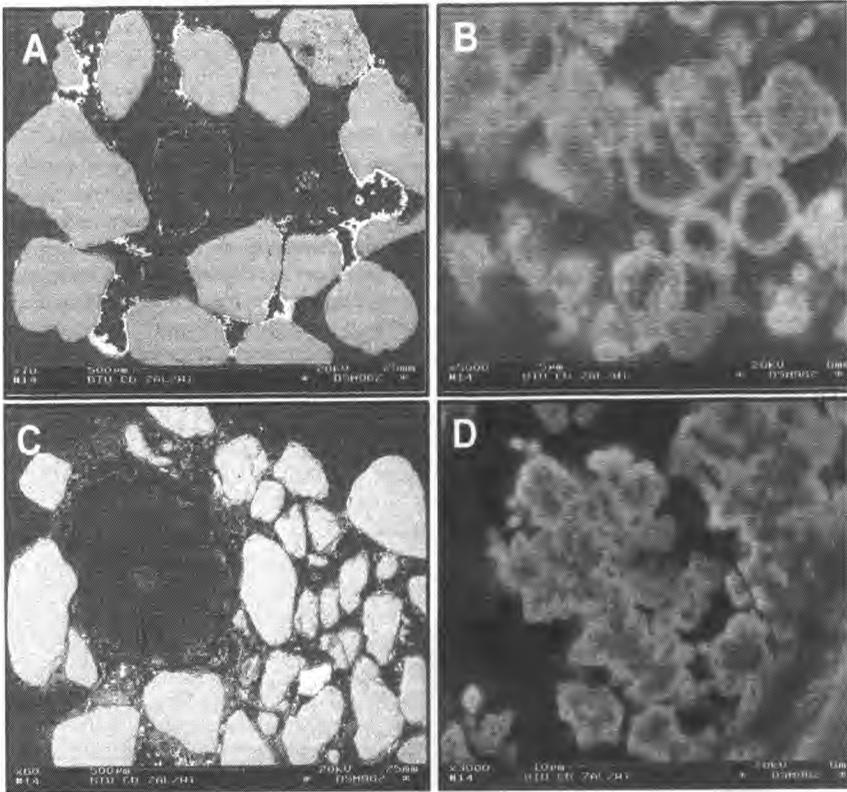


Fig. 3: Scanning electron microscopy of *Juncus bulbosus* root with iron plaque (10 mm distance to apex) taken from lake SFB (a) and lake n° 108 (c); visible micro-space between the root surface (centre) and the mineral component. Figures (b) and (d) represent the microbial component between the root surface and the mineral component with the red precipitate (in figures a and c).

Transverse sections of oxidized root channels show that the root is covered by quartz and iron oxide, mainly Goethite. Between the root and the sand grains exists a mineral-free space (Fig. 3 a, c) which is inhabited by colonies of micro-organisms (Fig. 3 b, d). The microbial component is quite interesting since observations show that the bacteria are true rhizobacteria attached to or embedded on the root surface beneath the iron plaque. This is in contrast to typical "iron associated bacteria" that one would expect to be literally coated with iron (BROCK & GUSTAFSON 1976).

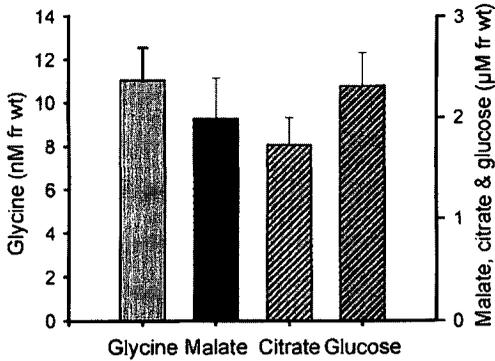


Fig. 4: Trace of root exudates extracted from iron plaque surrounding the roots of *Juncus bulbosus*.

The investigation of iron plaque (Fig. 4) revealed that this material contained several concentrations (nano- to micromolar) of malate, citrate, glucose and glycine which likely increased with plant stress (HALE et al. 1978; HALE & MOORE 1979; CURL & TRELOVE 1986) and thereby provided micro-organisms with available substrates for metabolism. These exudates may also function as complexing ligands (FRANCIS et al. 1992) for toxic metal immobility/and or in sequestering nutrients such as phosphorus for uptake by the plant (JONES et al. 1996). The feedback involving stress, quantity of exudates, and microbial establishment in this unusual rhizosphere environment may have beneficial effects that promote survival and plant growth in acidic mining lakes. The discovery of this unique microenvironment challenges current ideas about inorganic carbon assimilation and phosphorus uptake in such ecosystems. I believe that the micro-organisms likely metabolize root exudates to different extents and thereby cause an increase in carbon dioxide released in micro-space (Fig. 5). Furthermore the formation of iron plaque around root surfaces may prevent the loss of this inorganic carbon from the system. It is pos-

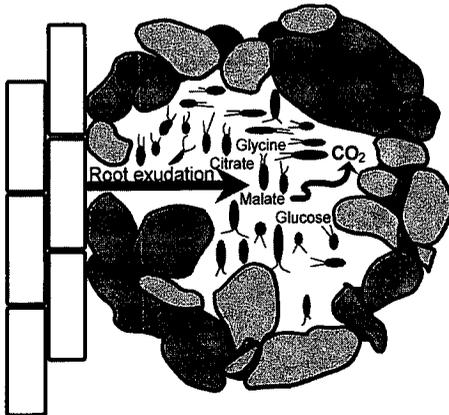


Fig. 5: Iron plaque formation, root exudates and microbial interactions in the micro-space.

sible that *Juncus bulbosus* conserves some of its carbon by exploiting the accessory CO₂ produced in the micro-space. This would accord with the finding of WETZEL, BRAMMER & FORSBERG (1984) who concluded that a substantial part (1/4 - 1/3) of the photosynthetically fixed CO₂ by *Juncus bulbosus* is derived from root uptake.

It is well known that ferrous iron oxidation and protons release from the roots generated acidification (AHMAD & NYE 1990, BEGG et al. 1994). These two sources of acidity can produce large changes in pH close to roots and may exacerbate the plant's problem in already acid sediments. Net CO₂ assimilation may remove some of the acidity produced in the Fe²⁺ oxidation and in the cation-anion intake imbalance from the micro-space as follows:

$\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (BEGG et al. 1994). This reaction that may cause an increase in pH in the micro-space. It is suggested that *Juncus bulbosus* is not suffering from the acidity generated from the two processes mentioned above neither from the external pH. The dominate stands of *Juncus bulbosus* (Fig. 1) in acid mine lignite sediment suggest that the acidity and alkalinity generation in the micro-space may occur simultaneously/and or sequentially and that the plant fully controls these processes.

Several reports in the literature suggest that iron plaque on roots can influence phosphorus uptake by the affected plant due to the adsorption of phosphorus to iron-hydroxide (iron plaque) (Jaynes & Carpenter 1986, Wigand & Stevenson 1997, Christensen & Wigand 1998). The high relationships found between solid phase inorganic phosphorus and iron plaque (Fig. 6) suggest that phosphorus was in a form less available for direct uptake. The tissue - phosphorus content of the

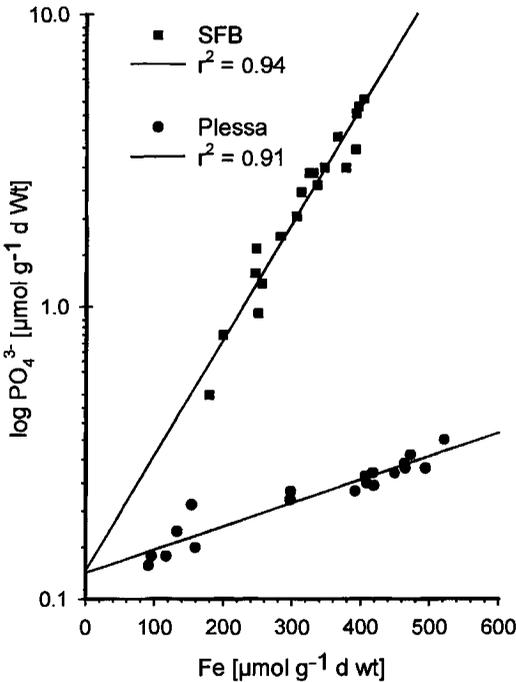


Fig. 6: Regression relationships of solid-phase inorganic phosphorus and iron plaque on the roots of *Juncus bulbosus* in two different vegetated sediments. Each value represents a single plant.

plant however, was at a level for optimal nutrition (0.02 & 0.03 mmol g⁻¹ d wt; CHABBI et al. 1998) even though goethites typically exhibit a high capacity for phosphorus binding (SCHWERTMANN & TAYLOR 1977). The P status in plant tissue was further approved by using the model of VERHOEVEN et al. (1996) (Fig. 7) which

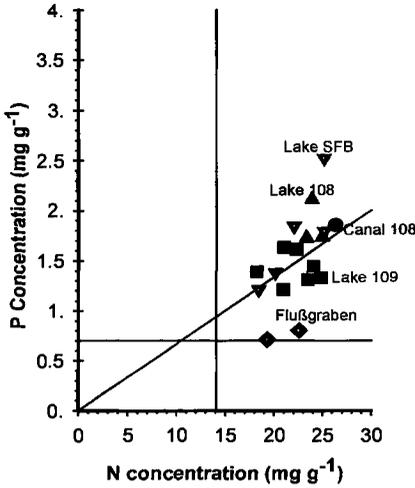


Fig. 7: Nitrogen (N) and phosphorus concentrations in the shoots of *Juncus bulbosus* (mg g⁻¹ d wt). The horizontal and vertical lines indicate the critical P and N concentrations respectively. The line through the origin represents an N:P of 15 according to VERHOEVEN et al. 1996.

shows that most of our values are above the critical level for either N and P. The plant also does not support mycorrhizal associations that could mediate the process of solubilization of P bound to metals within the plaques. Bacterial metabolites, other than siderophores (i.e. phytochelators), however, are likely important in P solubilization and uptake patterns. The high P and K concentrations in the micro-space (Fig. 8) as shown by EDX support the hypothesis regarding P solubilization

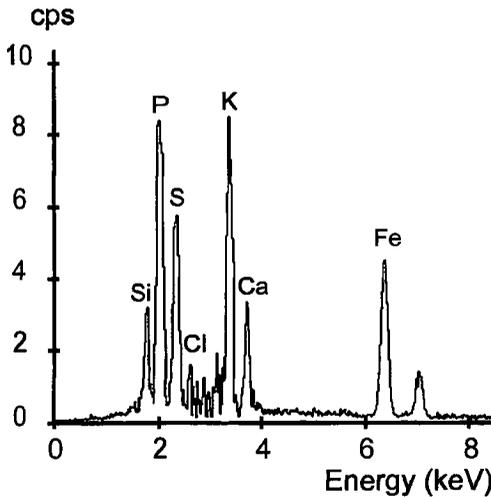


Fig. 8: Energy-dispersive X-ray analysis of the chemical characteristics in the micro-space.

and uptake kinetics inside the micro-space. It seems that iron plaque did not cause any decrease in the absorption of potassium and phosphorus as it has, on the contrary, been demonstrated in rice plants (YOSHIDA 1981, Benckiser et al. 1984) or in *Lobelia dortmanna* (CHRISTENSEN & WIGAND 1998). Likewise solubilization of phosphorus and its absorption by the plant may affect the internal charge balance of the plant (HEDLEY et al. 1982) causing excretion of HCO₃⁻ or organic ion anions (MCLAUGHLIN & JAMES 1991) which could raise solution pH. To my knowledge,

evidence on the occurrence of P-solubilizing bacteria and their interaction with plaque in this unique extreme habitat has not been previously reported. It seems that the *Juncus* plant through the bacterial metabolites is able to increase the bioavailability of phosphorus with further implication on pH buffering capacity.

The specific micro-space beneath the iron plaque may foster a favorable zone for rhizobacteria establishment on root surfaces, nutrient uptake (e.g. phosphorus), and inorganic carbon source for plant metabolism. This processes that may could be not only important in carbon and phosphorus cycling in man made-ecosystems but also in pH buffering capacity inside the iron plaque. It is suggested that *Juncus bulbosus* growth in acid mine sediments is not a situation of directly living in and tolerating acidic milieu, rather the plant is capable of forming a favorable growth environment by achieving an alkaline micro-medium within an acidic milieu. The specific nature of these interactions may help to explain why *Juncus bulbosus* is a primary plant colonizer in acid lignite mining lakes in spite of extreme and unfavorable growth conditions.

Acknowledgements: I thank Prof. U. Schwertmann, TU Munich, for providing powder X-ray diffraction, Dr. W. Wiehe, Central Analytical Laboratory, TU Cottbus, for providing the SEM and TEM, Mrs N. Hendgen, R. Müller, and G. Franke, TU Cottbus, for technical assistance. I acknowledge the helpful and valuable comments of Prof. U. Schwertmann from TU Munich, Prof. Robert J. Kremer from the University of Missouri and two anonymous referees for their thorough reviews which improved the manuscript. This work was supported by the German Ministry of Research and Education (BMBF, FKZ 0339648), and LMBV GmbH.

References

- AHMAD, A.R. & NYE, P.H. (1990): Couple diffusion and oxidation of ferrous iron in soils. I. Kinetics of oxidation of ferrous iron in soil suspension. – *J. soil Sc.*, 41, 395-409.
- BEGG, C.B.M., KIRK, G.J.D., MACKENZIE, A.F. & NEUE, H.U. (1994): Root-induced iron oxidation and pH changes in the lowland rice rhizosphere. – *New Phytol.*, 128, 469-477.
- BENCKISER, G., SANTIAGO, S., NEUE, H.U., WATANABE, I. & OTTOW, J.C.G. (1984): Effect of fertilisation on exudation, dehydrogenase activity, iron-reducing populations and Fe²⁺ formation in the rhizosphere of rice (*Oryza sativa* L.) in relation to iron toxicity. – *Plant & soil*, 79, 305-316.
- BIGHAM, J.M., SCHWERTMANN, U., CARLSON, L. & MURAD, E. (1990): A poorly crystallised oxyhydroxysulfate of iron formed by bacterial oxidation of Fe(II) in acid waters. – *Geoch. & Cosmoch. Ac.*, 54, 2743-2758.
- BROCK, T.D. & GUSTAFSON, J. (1976): Ferric iron reduction by sulphur-and iron-oxidising bacteria. – *Appl. Environ. Microbiol.*, 32, 567-571.
- CARLSON, L. & SCHWERTMANN, U. (1990): The effect of CO₂ and oxidation rate on the formation of goethite versus lepidocrocite from an Fe(II) system at pH 6 and 7. – *Clay Mineral*, 25, 65-71.
- CHABBI, A., PIETSCH, W., WIEHE, W. & HÜTTL, R.F. (1998): *Juncus bulbosus* L.: Strategies of survival under extreme phytotoxic conditions in acid mine lakes in the Lusatian mining district, Germany. – *Intern. J. Ecol. & Envir. Sc.*, 24, 271-292.
- CHABBI, A. (1999): *Juncus bulbosus* as a pioneer species in acidic lignite mining lakes: Interactions mechanism and survival strategies. – *New Phytol.*, (144/1, 133-142).
- CHARLES, D. (1998): Wasteworld. – *New Scientist*, 157, 32-35.
- CHEN, C.C., DIXON, J.B. & TURNER, F.T. (1980). Iron coatings on rice roots: mineralogy and quantity influencing factors. – *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 44, 635-639.
- CHRISTENSEN, K.K. & WIGAND, C. (1998): Formation of root plaques and their influence on tissue phosphorus content in *Lobelia dortmanna*. – *Aquat. Bot.*, 61, 111-122.
- CORNELL, R.M. & SCHWERTMANN, U. (1996). The iron oxides. Structure, Properties, Reactions, occurrence and uses. – VCH publishers, New York, NY (USA).
- CURL, E.A. & TRELOVE, B. (1986): The rhizosphere. – *Adv. Ser. Agric. Sc.*, 15, 9-54.

- FRANCIS, A.J., DODGE, C.J. & GILLOW, J.B. (1992): Biodegradation of metal citrate complexes and implications for toxic metal mobility. – *Nature*, 356, 140-142.
- GOLDMAN, J.C., OSWALD, W.J. & JENKINS, D. (1974): The kinetics of inorganic carbon-limited algal growth. – *J. Water Pollut. Cont. Fed.*, 46(3), 554-574.
- HALE, M.G., MOORE, L.D. & GRIFFIN, G.J. (1978): Roots exudates and exudation. – In: *Interaction between non-pathogenic soil micro-organisms and plants* (Eds.: Y.R. DOMMERGUES & S.V. KRUPA), p. 163-204. Elsevier Publishing Co., Amsterdam.
- HALE, M.G. & MOORE, L.D. (1979): Factors affecting root exudation II, 1970-1978. – *Adv. Agron.*, 31, 93-124.
- HEDLEY, M.J., NYE, P.H. & WHITE, R.E. (1982): Plant-induced pH changes in the rhizosphere of rape (*Brassica napus* var. Emerald) seedlings. – *New Phytol.*, 91, 31-34.
- JAYNES, M.L. & CARPENTER, S.R. (1986): Effects of vascular and nonvascular macrophytes on sediment redox solute dynamics. – *Ecol.*, 67, 875-882.
- JONES, D.L., PRABOWO, A.M. & KOCHIAN, L.V. (1996): Kinetics of malate transport and decomposition in acid soils and isolated bacterial populations: The effect of microorganisms on root exudation of malate under Al stress. – *Plant & Soil*, 182, 239-247.
- KAPFER, M. (1998): Assessment of colonization and primary production of microphytobenthos in the littoral of acidic mining lakes in Lusatia, Germany. – *Wat. Air & Soil Pollut.*, 108, 331-340.
- MCLAUGHLIN, M.J. & JAMES, T.R. (1991): Effect of phosphorus supply to the surface roots of wheat on root extension and rhizosphere chemistry in an acidic subsoil. – *Plant & Soil*, 134, 73-82.
- MENDELSSOHN, I.A., KLEISS B.A. & WAKELEY J.S. (1995): Factors controlling the formation of oxidized root channels: a review. – *Wetlands*, 15(1), 37-46.
- NIXDORF, B., WOLLMANN, K. & DENKE, R. (1998): Ecological potentials for planctonic development and food web interactions in extremely acidic mining lakes in Lusatia. – In: *Acidic Mining Lakes* (Eds.: W. GELLER, H. KLAPPER & W. SALOMONS), Springer, p. 147-167.
- PIETSCH, W. (1979): Zur hydrochemischen Situation der Tagebauseen des Lausitzer Braunkohlen-Reviere. – *Arch. Naturschutz Landschaftsforsch. Berl.*, 19, 97-115.
- ROELOFS, J.G.M. SCHUURKES, J.A.A.R. SMITS, A.J.M. (1984): Impact of acidification and eutrophication on macrophyte communities in soft waters. II. Experimental studies. – *Aquat. Bot.*, 18, 389-411.
- SCHWERTMANN, U. (1959): Über die Synthese definierter Eisenoxyde unter verschiedenen Bedingungen. – *Z. Anorg. Allg. Chemie.*, 298, 337-348.
- SCHWERTMANN, U. & FITZPATRICK, R.W. (1977): Occurrence of lepidocrocite and its association with goethite in Natal soils. – *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 41, 1013-1018.
- SCHWERTMANN, U. & TAYLOR, R.M. (1977): Iron oxides. – In: *Minerals in soil environments* (Eds.: B. DIXON & S.B. WEEB), p. 145-179. – *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, WI, USA
- SHEN, Y., OBUSENG, V., GRÖNBERG, L. & JÖNSSON, J.Å. (1996): Liquid membrane enrichment for the ion chromatographic determination of carboxylic acids in soil samples. – *J. Chromatogr. A*, 725, 189-197.
- SØNDERGAARD, K. & SAND-JENSSEN, K. (1979): Carbon uptake by the leaves and roots of *Littorella uniflora* (L.) Ascher – *Aquat. Bot.*, 6, 1-12.
- SPURR, A.R. (1969): A low-viscosity epoxy resin embedding medium for electron microscopy. – *J. Ultrastr. Res.*, 26, 31-43.
- SVEDÅNG, M.U. (1992): Carbon dioxide as a factor regulating the growth dynamics of *Juncus bulbosus*. – *Aquat. Bot.*, 42, 231-240.
- VERHOEVEN, J.T.A., KOERSELMAN, W. & MEULEMAN, A.F.M. (1996): Nitrogen- or phosphorus-limited growth in herbaceous, wet vegetation: relations with atmospheric inputs and management regimes. – *TREE*, 11, 494-497.
- WETZEL, R.G., BRAMMER, E.S., FORSBERG, C. (1984): Photosynthesis of submerged macrophytes in acidified lakes. I. Carbon fluxes and recycling of CO₂ by *Juncus bulbosus* L. – *Aquat. Bot.*, 19, 329-342.
- WIGAND, C., STEVENSON, J.C., CORWELL, J.C. (1997): Effects of different submersed macrophytes on sediment biogeochemistry. – *Aquat. Bot.*, 56, 233-244.
- WIGAND, C. & STEVENSON, J.C. (1997): Facilitation of phosphate assimilation by aquatic mycorrhizae of *Vallisneria americana* Michx. – *Hydrobiol.*, 342/343, 35-41.
- YOSHIDAS, S. (1981): Fundamentals of rice crop science. – International Rice Research Institute, Manila, Philippines.

(Received 19 April 1999)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	2	303-308	1999	Freiburg im Breisgau 23. September 1999
--	---------	---	---------	------	--

Zur Artenvielfalt von Zwergbinsengesellschaften

von

CARSTEN HOBOHM, Lüneburg, & JÖRG PETERSEN, Hannover*

Zusammenfassung: Für verschiedene Pflanzengesellschaften der Isoëto-Nanojuncetea und Saginetea wird auf der Basis von drei Indizes (α -Index, Shannon-Index, Evenness) die Diversität berechnet. Dabei zeigt sich, daß die Artenvielfalt von Zwergbinsengesellschaften im Vergleich zu ihren Kontaktgesellschaften bzw. zu anderen Pflanzengesellschaften in Grenzlebensräumen häufig sehr viel größer ist. Spitzenwerte der α -Diversität sind vergleichbar mit denen von Trocken-rasen oder Magerweiden. Auf der Grundlage einiger Theorien zur Artenvielfalt wird versucht, die Ergebnisse zu erklären.

Summary: Three diversity indices (α -index, Shannon-index, evenness) are calculated for some communities of the Isoëto-Nanojuncetea and Saginetea. It can be shown that the species composition of these communities is rich in relation to some Phragmitetea, Bidentetea and Agrostietea communities in contact and in relation to other communities of border zones. High values for the α -diversity indicate species richness like in dry meadows or in unfertilized grazed areas. Some theories are discussed to explain the empirical data.

Einleitung

Ziel der Untersuchungen war es, die Artenvielfalt von Zwergbinsengesellschaften zu ermitteln und Gründe für die Artenvielfalt zu diskutieren. Um entsprechende Untersuchungsergebnisse in einem größeren Rahmen vergleichen zu können, sollten verschiedene Kenngrößen (Messwerte, Indizes) für verschiedene Pflanzengesellschaften der Isoëto-Nanojuncetea bzw. Saginetea bestimmt werden. Vor dem Hintergrund einiger Theorien, die im Zusammenhang mit der Artenvielfalt zu diskutieren sind, und auf der Basis einfacher statistischer Verfahren sollte darüber hinaus festzustellen sein, welche Mechanismen eine maßgebliche Rolle spielen könnten.

* Anschriften der Verfasser: PD Dr. CARSTEN HOBOHM, Universität Lüneburg, Fachbereich Umweltwissenschaften/Ökologie, D-21332 Lüneburg. – Dr. JÖRG PETERSEN, Universität Hannover, Institut für Geobotanik, Nienburger Straße 17, D-30167 Hannover

Material und Methoden

Für die Berechnungen der Diversitätsindizes wurden 20 noch nicht publizierte Aufnahmen des Centauro-Saginetum (PETERSEN 1993: Anhang) und 76 Aufnahmen des Cicendietum filiformis (syn. Ranunculo-Radioletum; PETERSEN 1999), die vom 2. Autor zwischen 1994 und 1997 auf Inseln der südlichen Nordsee angefertigt wurden, 9 noch unveröffentlichte Aufnahmen des Cypero-Limoselletum, die vom 1. Autor 1998 an der Elbe angefertigt wurden und Tabellen bzw. Werte aus MÜLLER-STOLL & PIETSCH (1985), TÄUBER (1994), TÄUBER (1998), HOBOHM & HÄRDTLE (1997), HOBOHM 1998 a und b, zugrundegelegt. Insgesamt stehen auf diese Weise 324 Aufnahmen zur Verfügung.

Mit den folgenden Verfahren sollten 1. die für Zwergbinsengesellschaften charakteristischen Werte der Artenvielfalt bestimmt werden um diese mit Werten aus anderen Lebensräumen – Trockenrasen, Röhrichten, Niedermooren etc. – vergleichen zu können, 2. sollten mögliche Abhängigkeiten von ökologischen Bedingungen ermittelt werden, und 3. sollte festgestellt werden, ob die verschiedenen zur Berechnung der Diversität verwendeten Indizes in irgend einer Weise zusammenhängen.

Es wurden die folgenden Diversitätsindizes berechnet: der Shannon-Index (Formel z. B. in SCHÄFER 1992: 82, HAEUPLER 1982: 37 ff.) für die Aufnahmen des Cypero-Limoselletum von der Elbe; dieser und der folgende Index machen es notwendig, daß von allen Arten innerhalb der Probestfläche auch die Individuenzahlen erfaßt werden. Die Formel lautet:

$$H = - \sum_{i=1}^S (p_i * \log p_i) ;$$

Die Evenness-Werte wurden ebenfalls für die Cypero-Limoselletum-Aufnahmen von der Elbe nach der folgenden Formel (aus HAEUPLER 1982: 43) berechnet:

$$E = H/\log S$$

Der α -Index als Maß für die Artendichte (vgl. Hobohm 1998a: 72) wurde für alle Aufnahmen berechnet:

$$a = \log S - (z * \log A + \log c)$$

In diesen drei Formeln bedeuten:

- H = Shannon-Index; als „Mischindikator“ für Gleichverteilung der Arten innerhalb einer Untersuchungsfläche und Artenvielfalt,
- i = Laufvariable für die Arten von 1 bis S,
- S = Gesamtartenzahl innerhalb einer Untersuchungsfläche,
- p_i = N_i/N_{ges} ,
- N_i = Individuenzahl der Art i,
- N_{ges} = Summe aller Individuen in einer Untersuchungsfläche,

- E = Evenness-Wert; als Maß für die Gleichverteilung der Arten innerhalb der Untersuchungsfläche,
 α = Maß für die Artendichte (Artendichte = S/A),
z = Anstieg der Regressionsgeraden der Artenzahl-Areal-Beziehung im doppelt-logarithmischen Raum; für Pflanzengesellschaften Mitteleuropas wurde ein z-Wert von 0,2 ermittelt,
A = Größe der Untersuchungsfläche,
logc = Schnittpunkt der Regressionsgeraden mit der y-Achse (logS bei logA = 0; für Pflanzengesellschaften Mitteleuropas wurde ein Durchschnittswert von logc = 1 ermittelt).

Aus dem Tabellenkopf des o. a. Aufnahmемaterials konnten weitere charakteristische Größen wie Deckungen, Wuchshöhen, Individuenzahlen, Zeigerzahlen, oder bodenökologische Messdaten wie Mächtigkeit des Ah-Horizontes in cm, organischer Gehalt in g/m², pH-Wert zugrundegelegt werden, um mit Hilfe von Korrelationsanalysen mögliche Zusammenhänge mit der Artenvielfalt aufzudecken.

Ergebnisse

Einige Ergebnisse aus den Berechnungen der α -Indizes sowie der Korrelationsanalysen zum Verhältnis von Artenvielfalt und Gesamtdeckung sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Die durchschnittlichen α -Werte aller ausgewerteten Aufnahmen liegen im positiven Bereich und repräsentieren somit Pflanzengesellschaften, die überdurchschnittlich artenreich sind (vgl. HOB OHM & HÄRDTLE 1997: 22 ff.). Für Bestände des Cypero-Limoselletum an der Mittel elbe und für das Centaurio-Saginetum auf den Nordseeinseln kann gezeigt werden, daß die Artenvielfalt in der Regel auch deutlich größer als die der Kontaktgesellschaften ist (vgl. HOB OHM 1998b: 297 ff.).

Pflanzengesellschaft (Anzahl der Aufnahmen, Autoren, Raum)	α -Index Minimum	α -Index Durchschnitt	α -Index Maximum	Korrelationskoeffizient r für die Beziehung von α und Deckung (Stichpr.umfang/Sign.schranke)
Cicendietum filiformis (76 Aufn., PETERSEN n. p., Nordseeinseln)	-0,36	0,24	0,53	0,785 (76/0,37)
Centaurio-Saginetum (159 Aufn. div. Autoren aus HOB OHM 1998b, Westfries. Inseln)	-0,36	0,2	0,55	0,72 (159/0,26)
Centaurio-Saginetum (10 Aufn., PETERSEN n. p., aus HOB OHM & HÄRDTLE 1997, Langeoog)	0	0,2	0,3	0,71 (10/0,87)
Samolo-Cyperetum (13 Aufn., MÜLLER-STOLL & PIETSCH 1985, NE- und Mitteldeutschland)	-0,2	0,2	0,35	0,1 (13/0,8)
Cypero-Limoselletum (9 Aufn., HOB OHM 1998 n. p., Mittel elbe)	0,08	0,18	0,32	0,56 (9/0,9)
Centaurio-Saginetum (20 Aufn., PETERSEN n. p., Nordseeinseln)	-0,05	0,16	0,38	0,36 (20/0,68)
<i>Elatine triandra-Elatine hydropiper</i> -Ges. (18 Aufn., TÄUBER 1998, Niedersachsen)	-0,22	0,05	0,4	0,13 (18/0,71)
Spergulario-Illecebretrum (19 Aufn., TÄUBER 1994, Lüneburger Heide)	-0,38	0,04	0,39	0,45 (19/0,69)
Gesamter Datensatz	-0,38	0,2	0,55	0,57 (324/0,18)

Tab. 1: α -Werte und Korrelationskoeffizienten für die Beziehung von Artenvielfalt und Gesamtdeckung einiger Zwergbinsengesellschaften. Die durchschnittlichen α -Werte aller zugrundegelegten Tabellen sind positiv, repräsentieren also vergleichsweise artenreiche Gesellschaften. Die artenreichste Gesellschaft ist das Cicendietum filiformis. Für den gesamten Datensatz ist die Beziehung von Artenvielfalt und Gesamtdeckung hochsignifikant (nicht jedoch für jeden Teildatensatz).

Die Unterschiede zwischen Minimum und Maximum können innerhalb einer Pflanzengesellschaft sehr groß sein.

Der α -Index und die Gesamtdeckungen sind – bezogen auf vorliegende Aufnahmenkollektive – stets positiv miteinander korreliert, wenngleich diese Beziehung nicht in jedem Fall signifikant ist. Dies bedeutet, daß die Artenvielfalt innerhalb der Zwergbinsengesellschaften tendenziell mit der Deckung steigt. Möglicherweise ist eine Korrelation von Artenzahl, Individuenzahl und Deckung als typisches Merkmal von Pflanzengesellschaften in Grenzlebensräumen zu betrachten. Viele eigene Beobachtungen, auch noch nicht publizierte Korrelationsanalysen aus Dünen-, Salzwiesen- und Schuttflurökosystemen deuten darauf hin.

Die übrigen Beziehungen – z. B. Boden-pH und Artenvielfalt oder Nährstoff-Zeigerzahl und Artenvielfalt – sind für den zugrundeliegenden Datensatz der Zwergbinsengesellschaften in der Regel nicht signifikant korreliert oder sie beziehen sich nur auf kleinere Datensätze und lassen kein Tendenz erkennen, die zu verallgemeinern wäre.

Anhand der Aufnahmen des Cypero-Limoselletum an der Mittelalbe wurde das Verhältnis der verschiedenen Diversitätsindizes untereinander verglichen. Dabei zeigte sich einmal mehr (vgl. HAEUPLER 1982: 37 ff.), daß der Shannon-Index und die Evenness hochsignifikant miteinander korreliert sind ($r = 0,96$; Signifikanzschwelle = 0,9 bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,1 %). Die Beziehungen dieser beiden Indizes zum α -Index waren nicht signifikant. Dieser Befund ist insofern erstaunlich, als der Shannon-Index sowohl durch die Artenvielfalt (die über den α -Index zu bestimmen ist), als auch durch die Verteilung der Individuen auf die beteiligten Arten (die durch den Evenness-Wert ausgedrückt wird), bestimmt wird. Es wäre deshalb zu erwarten gewesen, daß der Shannon-Index eine intermediäre Position zwischen Evenness und α -Index einnehmen würde. Durch einfaches Spielen mit verschiedenen Arten- und Individuenzahlen läßt sich aber zeigen, daß die Artenvielfalt in Abhängigkeit von der Verteilung der Individuen den Shannon-Index auf ganz unterschiedliche Weise beeinflusst. Eine größere Artenvielfalt kann bei extremer Ungleichverteilung der Individuen sogar zu einem kleineren Shannon-Index führen!

Diskussion

Zwergbinsengesellschaften gehören zu den Vegetationseinheiten, die bevorzugt Grenzlebensräume besiedeln. Viele der Bestände haben zu keiner oder nur zu einer Seite hin Kontakt zu anderen Pflanzengesellschaften. Die Zusammensetzung innerhalb solcher „Grenz-Gemeinschaften“ (beispielsweise zu finden auf Spülsäumen, in Dünen, Salzwiesen, Schuttfluren, an Quellen, Bächen, Seeufern etc.) ist zumeist sehr artenarm (HOBOM & HÄRDTLE 1997: 22 ff.).

Zu diskutieren ist die Frage, warum dies bei den Zwergbinsengesellschaften sehr häufig nicht der Fall ist.

Die Artenvielfalt an einem Ort (z. B. innerhalb einer Probestfläche) ist generell von drei verschiedenen Betrachtungsebenen her zu erklären: 1. von der stammesgeschichtlich-genetischen, 2. der wanderungsgeschichtlich-wanderungsbiologischen und 3. der rezent-ökologischen Betrachtungsebene. Die Bedeutsamkeit einzelner Prozesse kann allerdings von Ort zu Ort ganz verschieden sein.

Zur Erklärung von kleinräumigen Unterschieden können vor allem Thesen der wanderungsgeschichtlich - wanderungsbiologischen und der ökologischen Ebene beitragen; stammesgeschichtliche Abläufe benötigen große oder isolierte Räume und viel Zeit, sind daher für eine Erklärung der hier zu diskutierenden Unterschiede in der Artenvielfalt kaum relevant.

Von den vielen Theorien dieser beiden Ebenen (vgl. die ausführliche Diskussion in HOBOHM & HÄRDTLE 1997: 28 ff.) können insbesondere solche zu einer Erklärung beitragen, die sich auf lebensraumtypische Prozesse beziehen. Für viele Zwergbinsengesellschaften auf den Nordseeinseln, am Elbufer und auch an schlammigen Teichrändern ist eine mehr oder weniger regelmäßige Vernichtung der Bestände durch plötzliche Überflutungen oder mechanische Zerstörungen typisch. Andererseits fallen große Bereiche dann für viele Wochen oder gar Monate im Sommer trocken und bieten vielen Arten beste Keimungsbedingungen: mit einer zumeist recht guten Versorgung an Nährstoffen, Licht und Wasser (Regenwasser bzw. Bodenfeuchte).

Es ist offensichtlich, daß immer wieder Pflanzenarten aus ganz unterschiedlichen Gesellschaften, die sich in der Nähe befinden (z.B. Ruderal-, Röhricht-, Weichholzauen- und Flutrasenarten), – zumeist vergeblich – versuchen, diesen Standort zu erobern. NORDHAGEN (1939/40: 31 ff.) hat diesen Effekt als Vicinismus (im Original mit „z“) bezeichnet.

Der möglicherweise für die Artenvielfalt der meisten Zwergbinsengesellschaften wichtigste Faktor ist das überflutende Wasser: Zum einen zerstört und beschattet es, zum anderen sorgt es für die Ausbreitung von Arten. Zumindest Zwergbinsengesellschaften in Grenzlebensräumen an Ufern zeigen häufig eine drastische Abnahme der Artenvielfalt zum Wasser hin. Mit der Frage der Auswirkungen von Zerstörungen in Abhängigkeit von der Intensität und Frequenz setzt sich die „intermediate disturbance hypothesis“ (CONNELL 1978: 1303) auseinander. Auf einigen Nordseeinseln wird Plaggenhieb als Maßnahme des praktischen Naturschutzes angewandt. Auf diese Weise werden freie Flächen geschaffen, die später z.T. von sehr artenreichen Zwergbinsengesellschaften besiedelt werden (PETERSEN 1999).

Als ökologisch wichtige Faktoren sind zweifellos das Raumangebot und Licht zu betrachten. Denn in bezug auf diese Parameter unterscheiden sich Zwergbinsengesellschaften von den meisten Kontaktgesellschaften evident; Raum und Licht sind für sehr viele Arten die Voraussetzung zum Keimen. Auf den Faktor Licht bezieht sich die „species-energy-hypothesis“ von HUTCHINSON (1959); diese und weitergehende Betrachtungen werden ausführlich in HOBOHM (1998: 35 ff.) diskutiert.

Der Nährstoffgehalt der Böden ist für die Artenvielfalt vieler Zwergbinsengesellschaften offensichtlich kein differenzierender Faktor. Die Beziehung zwischen α -Index und Stickstoff-Zeigerzahl war in keinem Fall signifikant. Obwohl in Zwergbinsengesellschaften wenig konkurrenzstarke, niedrigwüchsige und wenig produktive Arten häufig zu finden sind, kann daraus nicht geschlossen werden, daß die entsprechenden Substrate nährstoffarm wären; Nitrophyten, die offensichtlich keinen Mangel leiden, sind ebenso häufig vergesellschaftet und gelangen häufig bereits im Hochsommer zur Dominanz (vgl. auch die Untersuchungen von ALBRECHT bzw. HERMS in diesem Tagungsband).

Schrifttum

- CONNELL, J.H. (1978): Diversity in tropical forests and coral reefs. – *Science* 199, 1302-1310.
- HAEUPLER, H. (1982): Evenness als Ausdruck der Vielfalt in der Vegetation – Untersuchungen zum Diversitätsbegriff. – *Diss. Bot.* 65, 268 S.
- HOBOHM, C. (1998 a): Pflanzensoziologie und die Erforschung der Artenvielfalt. – *Arch. naturw. Diss.* 5, 231 S., Wiehl.
- HOBOHM, C. (1998 b): Aspekte der Artenvielfalt von linearen Strukturen und Übergangsbereichen. – *Braunschweiger Geobot. Arbeiten* 5, 295-304.
- HOBOHM, C. & W. HÄRDTLE (1997): Zur Bedeutung einiger ökologischer Parameter für die Artenvielfalt innerhalb von Pflanzengesellschaften Mitteleuropas. – *Tuexenia* 17, 19-52.
- HUTCHINSON, G. E. (1959): Homage to Santa Rosalia; or, why are there so many kinds of animals. – *Am. Naturalist* 93, 145-159.
- MÜLLER-STOLL, W. R. & W. PIETSCH (1985): Das Samolo-Cyperetum fuscii, eine neue Euanocyperion flavescens-Gesellschaft aus Mitteleuropa. – *Tuexenia* 5, 73-79.
- NORDHAGEN, R. (1939/40): Die Pflanzengesellschaften der Tangwälle. *Studien über die maritime Vegetation Norwegens* 1. – *Bergens Museums Aarbok, Naturvidenskapelig rekke* 2, 123 S.
- PETERSEN, J. (1993): Die Hygroserie und Kontaktgesellschaften der Insel Langeoog. – 105 S., unveröff. Diplomarbeit Univ. Hannover.
- PETERSEN, J. (1999): Die Dünenvegetation der Wattenmeer-Inseln in der südlichen Nordsee. Eine pflanzensoziologische und ökologische Vergleichsuntersuchung unter Berücksichtigung von Nutzung und Naturschutz. – 203 S., noch unveröff. Dissertation, Univ. Hannover.
- SCHAEFER, M. (1992): *Ökologie Wörterbücher der Biologie*. – 3. Aufl., 433 S., Jena.
- TÄUBER, T. (1994): Vegetationsuntersuchungen auf einem Panzerübungsgelände im Naturschutzgebiet Lüneburger Heide. – *Tuexenia* 14, 197-228.
- TÄUBER, T. (1998): Neu- und Wiederfunde von Arten der Zwergbinsen-Gesellschaften in Niedersachsen. – *Flor. Rundbr.* 32/1, 74-80.

(Am 15. Februar 1999 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	2	309-321	1999	Freiburg im Breisgau 23. September 1999
--	---------	---	---------	------	--

Plastizität bei Pflanzenarten der Heideweiher

von

KATHARINA URBAN, Bremen *

Zusammenfassung: Anhand von fünf Pflanzenarten der Heideweiher wird die Plastizität oder das Reaktionsvermögen der Arten in Bezug auf Wasserspiegelschwankungen und An- oder Abwesenheit von Torfmoosen exemplarisch dargestellt. Bei *Drosera intermedia* und *Eleocharis multicaulis* korrespondiert die geringe morphologische Plastizität bei Wasserspiegelschwankungen mit der Beschränkung auf amphibische Habitats. Zugleich sind beide morphologisch gut an torfmoosreiche Standorte angepaßt. *Lobelia dortmanna*, *Littorella uniflora* und *Ranunculus ololeucos* weisen hingegen größere Unterschiede zwischen Land- und Wasserblättern auf und können auch in tiefere Gewässerzonen vordringen, während sie bei Anwesenheit von Torfmoosen Kümmerformen ausbilden und schließlich ganz zugrunde gehen. *Lobelia* zeigt in Übereinstimmung mit ihrer speziellen Physiologie und ihrem Lebenszyklus die größte Konstanz hinsichtlich des Wuchsortes, während *Ranunculus ololeucos* die größte Variabilität aufweist. Plastische Reaktionen der Arten können schon kleine Änderungen der standörtliche Gegebenheiten anzeigen.

Summary: Five heath pond species were investigated in relation to their plasticity or possibility to react on water level fluctuations and presence or absence of *Sphagnum* mosses. For *Drosera intermedia* and *Eleocharis multicaulis* the observed low morphological plasticity on water level fluctuations corresponds with a restriction to amphibian habitats. Both species are morphologically well adapted to grow in *Sphagnum*-rich places. *Lobelia dortmanna*, *Littorella uniflora*, and *Ranunculus ololeucos* exhibit greater differences between water- and landforms and can also occur in deeper water. *Sphagnum* mosses, however, had a negative effect on these species. In correspondance with specific physiological adaptations and life history, *Lobelia* showed the highest constancy with respect to the specific population area, while *Ranunculus ololeucos* showed the greatest variability. Plastic reactions of the species can already indicate slight changes of environmental conditions.

* Anschrift der Verfasserin: Dipl.-Biol. KATHARINA URBAN, Universität Bremen, Fachbereich 2, Institut für Evolutionsbiologie und Naturschutz, Postfach 330440, D-28334 Bremen

Einleitung

Bei Dauerflächenuntersuchungen eines Standortes wird deutlich, wie sich die Artenzusammensetzung und die Dominanzverhältnisse der Vegetation im Laufe eines Jahres und von Jahr zu Jahr wandeln. Diese Veränderungen, wenn sie nicht sukzessionale Entwicklungsstadien darstellen, sind Ausdruck der klimatischen oder anders bedingten Schwankungen an diesem Standort. So gilt die Vegetation als Spiegel aller an einem Standort wirksamen Faktoren. Im folgenden soll verdeutlicht werden, daß die Standortansprache noch verfeinert werden kann, wenn über die Artenzusammensetzung und Dominanzverhältnisse hinaus das plastische Verhalten der Arten miteinbezogen wird. Mit Plastizität ist hier das Reaktionspotential der Arten auf äußere Einflußfaktoren gemeint, wobei die Arten auf denselben Faktor in unterschiedlicher Weise und unterschiedlich schnell reagieren.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, exemplarisch die Reaktionsfähigkeit mehrerer Arten auf einen bestimmten Einflußfaktor darzustellen und miteinander zu vergleichen, und damit die Bedeutung des plastischen Verhaltens der Arten in ihrem ökologischen Umfeld aufzuzeigen. Dabei müssen auch die stoffwechselphysiologischen Eigenschaften der Arten berücksichtigt werden. Es soll gezeigt werden, wie die Plastizität der morphologischen Gestalt und die Variabilität des Lebenszyklus, der Größe und des Wuchsortes der Population als ein Indikator für die an einem Standort wesentlichen Lebensbedingungen genutzt werden kann.

Die im folgenden betrachteten Arten kommen alle an nährstoffarmen Stillgewässern vor: Weißer Wasserhahnenfuß (*Ranunculus ololeucos*), Strandling (*Littorella uniflora*), Wasserlobelie (*Lobelia dortmanna*), Mittlerer Sonnentau (*Drosera intermedia*) und Vielstengelige Sumpfsimse (*Eleocharis multicaulis*). Die ersten drei Arten gelten als typisch für sehr karbonatarme Gewässer mit sehr geringer Leitfähigkeit (ARTS et al. 1990). Sie können Dystrophierung nur eine Weile lang ertragen, während die anderen beiden auch dauerhaft humusreiche Gewässer besiedeln.

Für *Lobelia dortmanna* liegen mehrere Untersuchungen zur Plastizität vor (SZMEJA 1987a, b, c, PEDERSEN & SAND-JENSEN 1992, WILSON 1991, GLÜCK 1924). Auch gibt es für *Lobelia* und *Littorella uniflora* umfangreiche Untersuchungen zur Physiologie und Populationsbiologie (z.B. WIUM-ANDERSEN 1971, WIUM-ANDERSEN & ANDERSEN 1972, SAND-JENSEN et al. 1982, NIELSEN et al. 1991, SZMEJA 1994a, b, c.). *Drosera intermedia* ist zumindest in einer Studie mit eingeschlossen (WILSON 1991).

Die Plastizität wird hier in Hinblick auf den Einfluß von Wasserstandsschwankungen und Torfmoosen betrachtet. Wasserstandsschwankungen sind für die Vegetation von Heideweihern der entscheidende Einflußfaktor. Ein Großteil der Heideweiher ist heute von Dystrophierung betroffen (z.B. ARTS & BUSKENS 1998, ARTS et al. 1990, VAHLE 1990), so daß auch die Wechselwirkung zwischen Torfmoosen und den übrigen Gewässermakrophyten von besonderem Interesse ist.

Untersuchungsgebiet: Das Untersuchungsgebiet „Blumenthaler Geest“ liegt nordwestlich von Bremen und ist Teil einer eiszeitlich geprägten Binnendünenlandschaft. Einige der dort befindlichen Tümpel zeichnen sich durch das Vorkommen seltener Littorelletea-Arten aus. Der periodisch trockenfallende „Farger Heideweiher“ beherbergt alle fünf hier behandelten Arten, die sich nach einer Bodenabschiebung

im Jahr 1986 hier einstellten (DRENGEMANN et al. 1995). *Littorella* und *Lobelia* haben sich dabei ausschließlich aus dem Samenvorrat regeneriert und fehlten bis dato in der weiteren Umgebung. Im Zeitraum von 1994 bis 1998 hatte die Deckung mit Spagnen von unter 25 % auf meistens 75-100 % zugenommen.

Hydrologie: Über einer saaleiszeitlich entstandenen Grundmoräne, die als Stauwasserleiter dient, befinden sich holozän aufgewehte, nährstoffarme Dünen- sande. Der Wasserstand in dem zu- und abflußlosen Farger Heideweiher wird allein durch das Verhältnis von Niederschlägen und Verdunstung bestimmt. So ergibt sich in der Regel ein Wasserstandmaximum im Frühling und ein Minimum im Herbst mit einer Schwankungsamplitude von insgesamt über einem Meter. Typischerweise fällt der Weiher ab Spätsommer für mehrere Monate trocken. Im niederschlagsreichen Jahr 1998 führte das Gewässer jedoch fast ganzjährig Wasser (siehe Abb. 1).

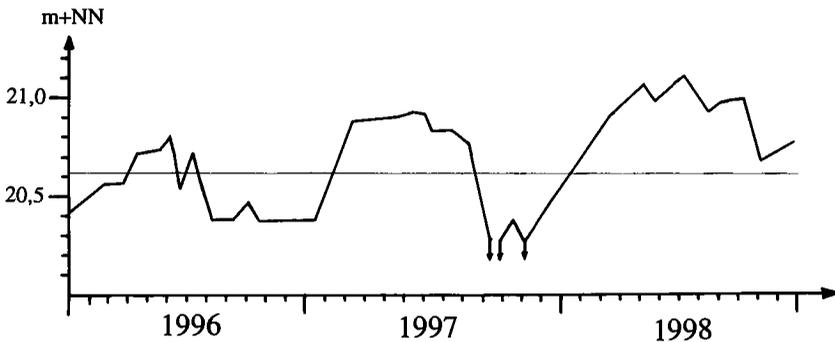


Abb. 1: Wasserspiegelschwankungen am Farger Heideweiher im Untersuchungszeitraum 1996-1998. (bei 20,62 m ü.NN liegt die tiefste Stelle des Gewässers; unterhalb von 20,38 m ü.NN konnte nicht mehr gemessen werden).

Methoden: Transekt- und Dauerflächenkartierungen mit Angabe der Deckung nach BRAUN-BLANQUET (1964) und Soziabilität (DIERBEN 1990) in den Jahren 1996-1998 geben Aufschluß über die Verteilung der Arten im gesamten Gewässer. Zusätzlich wurde das Ausmaß der Areale von 1998 skizziert und mit einer Arealkarte von 1994 verglichen (DRENGEMANN 1995).

In Dauerflächen von maximal 1 m² Größe wurden Anzahl und Wuchsort der fünf untersuchten Arten notiert. Die Anzahl, Größe und Farbe der Blätter sowie die Anzahl blühender Pflanzen wurden erfaßt.

Ergebnisse

Blatt- und Sproßmorphologie

Ranunculus oboleucos wies einen Blattpolymorphismus auf, wie er für viele Wasserpflanzen kennzeichnend ist (SCULTHORPE 1967). In der Trockenphase werden dickliche, mehrfach geteilte Landblätter ausgebildet. In der Überflutungphase konnte man im Wasser flutende, mehrmals gegabelte, haarförmig filigrane Tauchblätter von den auf der Wasseroberfläche treibenden, dicken und nur dreilappigen

Schwimtblättern unterscheiden. Bei einem nochmaligen Ansteigen des Wasserstandes wurde eine nächste „Etage“ ausgebildet: Über den nun untergetauchten Schwimtblättern entstanden wieder Tauchblätter, die wiederum von neuen Schwimtblättern überragt wurden. Exemplare mit insgesamt drei solchen „Etagen“ wurden beobachtet.

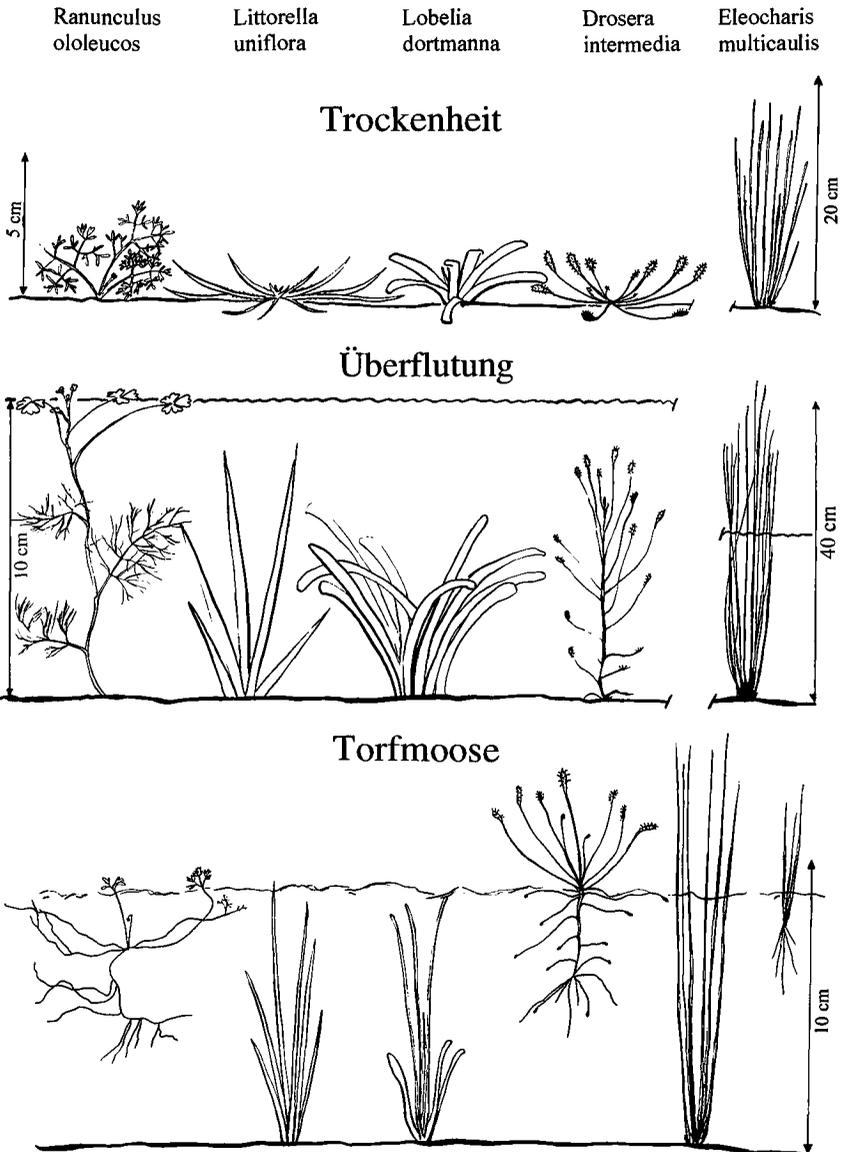


Abb. 2: Morphologie bei Trockenheit, bei Überflutung und bei Anwesenheit von Sphagnen.

Bei *Littorella uniflora* gab es korrespondierend zum Wasserstand einen Blatt-dimorphismus: Die Landblätter sind länglich, spitz, abgeplattet und von olivgrüner bis dunkelroter Farbe. Vom Grunde der Blätter bis zur Mitte sind sie mit zwei seitlichen Haarleisten ausgestattet. Die Rosette liegt dem Boden flach auf. Die Wasserblätter sind ebenfalls länglich und spitz, aber röhrenförmig und nicht platt. Sie sind hellgrün gefärbt und stehen im 45 Grad-Winkel oder steiler zum Boden.

Auch Lobelien wiesen je nach Wasserstand unterschiedliche Blattformen auf: Trockengefallene Lobelien haben kurze, breite und dicke sukkulente Blätter, nahe dem Boden anliegend und von rötlicher Färbung. Unter Wasser werden einige Blätter bis zu 10 Zentimeter lang und stehen etwa im 45 Grad-Winkel zum Boden. In einer Dauerfläche konnten Lobelien in der Landform über ein Jahr lang überdauern und dabei monatelangen Frost überstehen.

Drosera intermedia und *Eleocharis multicaulis* hatten im Gegensatz zu den drei anderen Pflanzen nur eine einzige Blattform, die lediglich in der Größe insgesamt variiert wurde. *Drosera* konnte sich trotzdem gut an wechselnde Wasserstände anpassen. Bei hohen Wasserständen trieb sie entweder mit den substratbildenen Torfmoosen auf und schwamm dann samt dem durchwurzelten Boden im Wasser. Wenn sie überflutet wurde, wuchs sie der Wasseroberfläche entgegen, wobei die Internodien der Sprossachse gestreckt wurden.

Eleocharis multicaulis reagierte auf Ansteigen des Wasserspiegels nur mit Längenwachstum der Blätter. Trockenstehende Individuen waren in der Regel um 20 cm lang, während untergetauchte gut 40 cm Länge erreichen konnten.

Alle Arten zeichneten sich bei Trockenfallen durch relative Kleinwüchsigkeit und weit ausgebreitete bis rosettenförmige Blattstellung aus. Bei Überflutung waren Sproß und Blattwerk länger und auch steiler nach oben gerichtet.

Die Isoëtiden *Littorella* und *Lobelia* wiesen in einer Umgebung von Torfmoosen sehr lange, dünne und fast senkrecht nach oben gestellte hellgrüne Blätter auf, die einen Hinweis auf Lichtmangel geben.

Im Gegensatz zu den Isoëtiden, die immer im Boden verwurzelt waren, konnte sich *Ranunculus ololeucos* auch innerhalb der grünen Torfmoose verwurzeln. Dennoch wiesen auch hier die zwischen den Moosen befindlichen sehr kleinen, zarten und hellgrünen Blätter auf die Lichtmangelsituation hin. Nur die obersten Blätter erhalten ausreichend Licht.

Drosera und *Eleocharis* hingegen konnten sich sowohl im Sediment als auch in der Torfmoosdecke verwurzeln und ihren Sproß aufrecht ans Licht bringen. *Drosera* konnte in der Bildung neuer Blätter mit dem Wachstum der Torfmoose Schritt halten; die unteren Blätter starben ab, der größte Teil des Sprosses gelangte aber ans Licht. Bei *Eleocharis* – mit starkem Längenwachstum – befand sich der größte Teil eines jeweiligen Blattes oberhalb der Torfmoosdecke, während der untere Teil bleich wurde.

Die Morphologie der Pflanze spiegelt die Bedingungen wider, unter denen die einzelnen Sproßteile und Blätter gebildet wurden. Ein ausgewachsenes Blatt kann sich veränderten Umwelteinflüssen nur sehr bedingt, z.B. durch Veränderung der

Pigmentierung anpassen, aber nicht mehr durch Variation der Form oder Größe. Wenn eine Pflanze in der Landform überflutet wird, behält sie also zunächst die Landblätter bei und bildet nach und nach neue Wasserblätter. Umgekehrt reagiert eine trockengefallene Wasserform erst allmählich mit der Bildung neuer Landblätter. Hieraus ergibt sich, daß Arten mit einer hohen Wachstumsrate schneller auf veränderte Umweltbedingungen reagieren können als Arten mit einer vergleichsweise langsamen Wachstumsrate. Bei *Ranunculus ololeucos* wurde unter 16 Individuen die Neubildung von maximal 13 Blättern in 25 Tagen beobachtet, entsprechend 0,5 pro Tag. Bei *Lobelia dortmanna* wurden bei 42 untersuchten Individuen maximal 20 Blätter in 120 Tagen gebildet, entsprechend also nur 0,16 Blätter pro Tag.

Vermehrung

Bei allen Arten wurde Keimung in der gesamten Vegetationsperiode beobachtet, also von April bis Ende September.

Von den fünf Arten ist *Ranunculus ololeucos* die einzige, die sich ausschließlich generativ vermehrt. Die Art kann sowohl bei Trockenheit als auch bei Überflutung zur Blüte gelangen, wobei die Blüten, die am Ende des beblätterten Sprosses stehen, auf jeden Fall über die Wasseroberfläche gehoben werden.

Littorella verfügt über generative und vegetative Vermehrungsstrategien. Während sie sich sowohl über als auch unter Wasser vegetativ über Ausläufer vermehrt, gelangte sie nur dann zur Blüte, wenn sie trockenfällt.

Lobelia kann sich sowohl generativ vermehren als auch vegetativ mit Nebensprossen. Beides ist über und unter Wasser möglich. *Lobelia* hebt im untergetauchten Zustand den Blütenstand bis über die Wasseroberfläche und kann, nach SZMEJA (1987b), im Extremfall bis zu 1,5 m lange Blütenstängel bilden. Es werden aber auch unter Wasser – vor allen Dingen in größeren Tiefen – kürzere Blütenstängel gebildet. Alle Blüten, auch die über Wasser, befruchten sich im ungeöffneten Zustand selbst (Kleistogamie) (SZMEJA 1987c).

Drosera kann ebenfalls wie *Lobelia* Seitensprosse bilden, diese werden aber erst am Ende der Vegetationsperiode angelegt. Am Ende der Vegetationsperiode bilden sich die neuen, kugelig zusammengeballten Überwinterungsblätter. Im Frühling können sie sich rasch entfalten. Zur Blüte gelangen sowohl mehrjährige Pflanzen, als auch zeitig im Frühjahr (bis Mai) gekeimte. Bei einem Wasserstand, der bis zur Spitze des Blütenstandes reicht, kann als „Notsproß“ vegetativ ein kleines Tochterindividuum gebildet werden, das unterhalb der obersten Blüte seitlich dem Blütenstand entspringt.

Eleocharis vermehrt sich vegetativ über Horstwachstum und generativ über Blüten. Die unterste Knospe ist eine „schlafende Knospe“ (Bezeichnung nach WEEDA et al. 1985), die keine Blüte trägt, aus der aber – wenn das Individuum überflutet ist – ein Tochterindividuum gebildet wird. CASPAR & KRAUSCH (1980) nennen dieses Phänomen Viviparie.

Ranunculus
oleuleucos

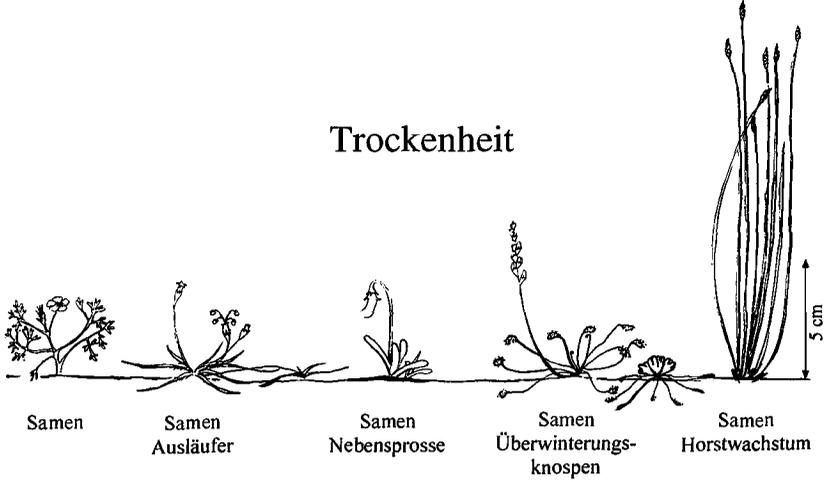
Littorella
uniflora

Lobelia
dortmanna

Drosera
intermedia

Eleocharis
multicaulis

Trockenheit



Überflutung

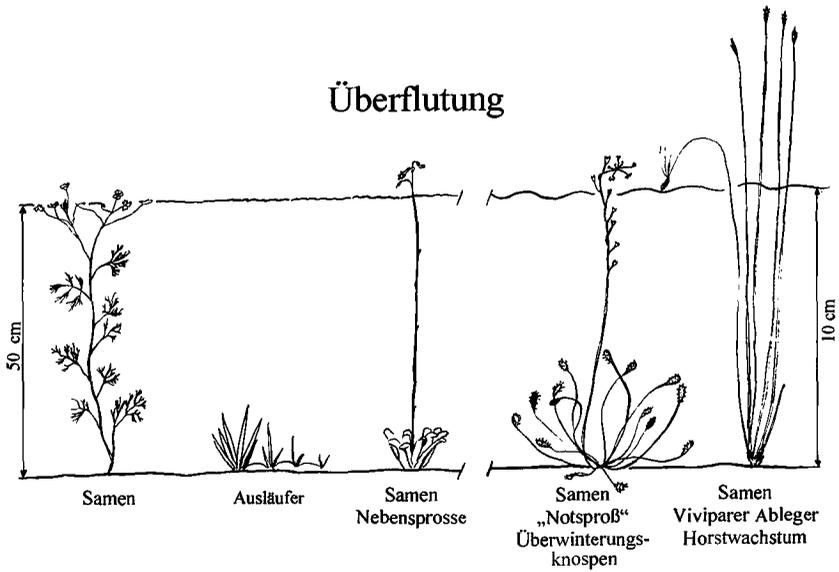


Abb. 3: Vermehrung bei Trockenheit und Überflutung.

Variationen von Standort und Populationsgröße

Eleocharis multicaulis behielt über den ganzen Zeitraum ein fächendeckendes Areal bei. Mit einer Populationsgröße von weit über 10.000 Individuen dominierte sie den gesamten Tümpelbereich mit Deckungen von zumeist 15 bis 50 %.

Drosera intermedia hatte ebenfalls stets über 10.000 Individuen mit Deckungen von stellenweise 100 %. Im Untersuchungszeitraum konnte sie ihr Areal von der nordöstlichen Seite bis etwa zur Mitte hin ausdehnen.

Die Populationen von *Littorella* und *Lobelia* besiedelten 1998 etwa dieselben Bereiche wie 1994, allerdings hatte die Populationsgröße und damit auch die Arealgröße aufgrund der Vermoosung stark abgenommen (URBAN 1999). Von den 1994 noch über 400 *Lobelia*-Pflanzen (DRENGEMANN 1995) waren 1998 nur noch 48 aufzufinden. Die Population von *Littorella* war von 71 auf 35 abgesunken, wobei die Anzahl der Individuen durch die rasche Bildung von Ausläufern innerhalb eines Jahres erheblich schwankte.

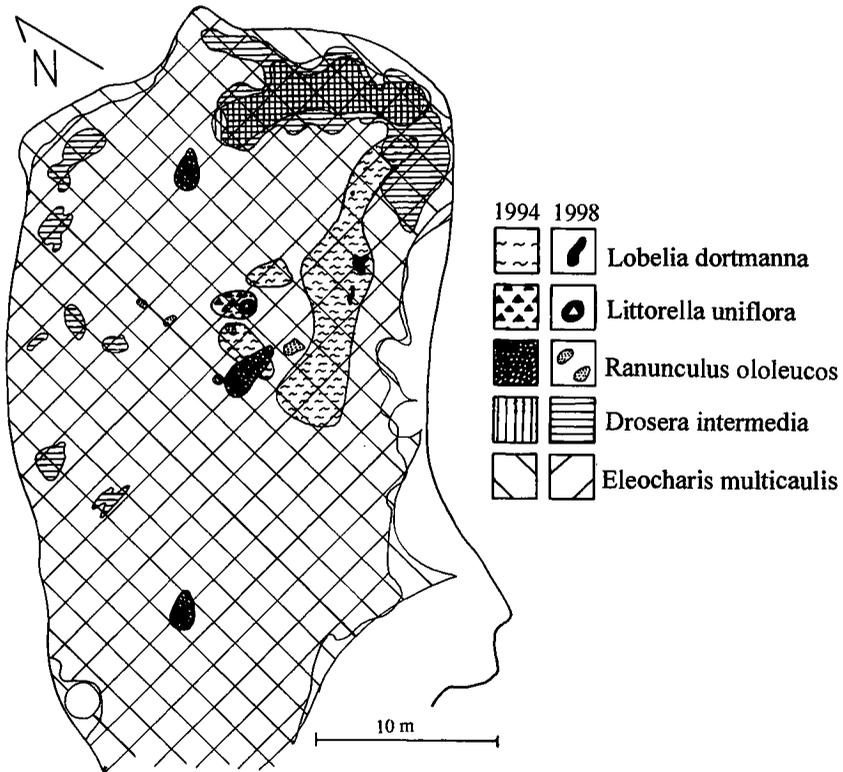


Abb. 4: Die Populationsareale der fünf Arten im Farger Heideweier in den Jahren 1994 und 1998.

Ranunculus ololeucos unterscheidet sich von den anderen Arten dadurch, daß er mehrere disjunkte kleine Bereiche besiedelte, in denen maximal 20 Pflanzen gemeinsam vorkamen. Insgesamt sank die Populationsgröße von 1996 bis 1998 von 56 auf 38 Individuen. Keine von den 1994 gefundenen Stellen deckt sich mit denen von 1998. *Ranunculus ololeucos* kann deswegen als eine „Wanderpflanze“ bezeichnet werden, die ihren Wuchsort innerhalb des Gewässers verändert.

Keimlinge von *Ranunculus ololeucos* wurden auf einer Vielzahl von Substraten gefunden: reiner Sandboden, reiner Sandboden mit dünner organischer Auflage, aus vermoderten Torfmoosen bestehender rein organischer Boden, von Blättern bedeckter organischer Boden und auch grüne Sphagnen. Nur zu Beginn der Vegetationsperiode gekeimte Pflanzen konnten noch im selben Jahr Blüten entwickeln. Pflanzen auf trockenem Sandboden gelangten zur Blüte, blieben aber einjährig. Pflanzen auf feuchten, zeitweilig überschwemmten Standorten konnten mindestens zweijährig werden, was sich mit den Aussagen von GLÜCK (1924) deckt.

Diskussion

Alle fünf untersuchten Pflanzenarten der Heideweiher besitzen die Fähigkeit, auf Wasserspiegelschwankungen mit Veränderung der Blattform zu reagieren. Der Übergang vom feuchten zum überfluteten Zustand führt bei allen Arten zu einem Streckungswachstum, während umgekehrt der Übergang vom Überfluteten zum trockenen Zustand zur Ausbildung kleinerer Blätter führt. Je größer die Variabilität der Blattform ist, desto größer ist das Potential in verschiedene Tiefenzonen eines Gewässers vorzudringen. *Drosera intermedia* und *Eleocharis multicaulis*, mit der geringsten Plastizität, besiedeln ausschließlich amphibische Standorte, die sich durch eine nur geringe Wassertiefe und periodisches Trockenfallen auszeichnen, wie flache Tümpel, Uferbereiche größerer Gewässer oder Senken feuchter, nährstoffarmer Böden. Allzu lange Perioden vollständigen Untergetauchtheits überstehen sie nicht.

Das Vorkommen von Blattpoly- oder -dimorphismus bei *Ranunculus ololeucos*, *Littorella uniflora* und *Lobelia dortmanna* geht einher mit dem Vorkommen dieser drei Arten in flachen wie auch tieferen Gewässerzonen. *Ranunculus*, der immer seine Blätter bis an die Wasseroberfläche hebt, wurde in Gewässern mit einer maximalen Wassertiefe von bis zu 1,45 m angetroffen (GLÜCK 1924). *Littorella* und *Lobelia* besiedeln als Grundspießgewächse in Form von Unterwasserrasen die Böden der Gewässer sogar bis in 4 m Tiefe (z.B. BEHRE 1956).

Die Heterophyllie bei *Ranunculus ololeucos* ist, wie bei vielen Wasserpflanzen, wahrscheinlich mit unterschiedlichen Photosynthesemechanismen verbunden. Schwimmblätter haben direkten Kontakt mit dem CO₂ der Luft, wohingegen Tauchblätter besser an die Fixierung von gelöstem anorganischen Kohlenstoff (DIC) angepaßt sind (BOWES 1987).

Littorella und *Lobelia* weisen hinsichtlich der Wassertiefe eine noch größere Standortamplitude auf als *Ranunculus ololeucos*. Daß sie aber keine Heterophyllie und zudem noch geringere morphologischen Unterschiede zwischen Land- und Wasserblättern haben, liegt in ihrer speziellen Stoffwechselphysiologie begründet. Im Gegensatz zu den meisten Wasserpflanzen, wo der Gasaustausch zum allergrößten Teil im Wasser bzw. über die Luft stattfindet (SAND-JENSEN et al. 1982), ist bei den Isoëtiden *Littorella* und *Lobelia* für die Photosynthese die Nutzung des CO₂ der Interstitialräume des Sedimentes maßgeblich (NIELSEN et al. 1991). *Lobelia*

nimmt selbst als Landpflanze 100 % des CO₂ über die Wurzeln auf und *Littorella*, je nach CO₂-Gehalt des Sedimentes, zwischen 56 und 96 % (NIELSEN et al. 1991). Die enge physiologische Bindung an das Sediment zeigt sich auch in dem hohen Biomasseverhältnis von Wurzel zu Sproß bei maturen, blütenlosen Pflanzen von 2:1 (PEDERSEN & SAND-JENSEN 1992), bzw. 1,6:1 für *Lobelia* und 1,4:1 für *Littorella* (SZMEJA 1994a).

Morphologisch behalten *Littorella* und *Lobelia* viele Kennzeichen der untergetauchten Form als Landpflanze bei, wie z.B. die großen Hohlräume des Aerenchyms. Bei Lobelien bleiben auch die Landblätter ohne Stomata, da der Gaswechsel ohnehin ausschließlich an den Wurzeln stattfindet.

Die festere Kutikula der Landform vermindert bei *Lobelia* die Wasserverluste pro Blattoberfläche auf 78 % des Wasserverlustes der Wasserform (PEDERSEN & SAND-JENSEN 1992). Die zwergenhafte Verkleinerung der Landform trägt durch die Reduktion der gesamten Oberfläche wahrscheinlich zu einer weiteren Einschränkung der Verdunstung bei.

Von allen fünf Arten wurden die beiden Isoëtiden – von den Wuchseigenschaften ausgehend – am stärksten durch die Torfmoose beeinträchtigt, da sie stets im Sediment verwurzelt sind und nur über ein begrenztes Längenwachstum verfügen. Dies zeigte sich in der Ausbildung von Kümmerformen innerhalb dichter Torfmoosbestände und schließlich auch in der Abnahme der Populationsgröße dieser Arten parallel zum Anwachsen der Torfmoosdecke (URBAN 1999). *Ranunculus ololeucos* nimmt im Vergleich der fünf Arten wieder eine Mittelstellung ein, da Keimung und Verwurzelung auch zwischen vitalen Torfmoosen möglich ist. Die Blätter bekommen jedoch, da sie sich kaum in die Höhe recken können, zwischen den Spaghnen zu wenig Licht. *Drosera* und *Eleocharis*, die häufig in dystrophen Gewässern vorkommen, sind durch ihre Fähigkeit, sich in und auf den Moosen zu verwurzeln als auch zwischen ihnen nach oben durchzuwachsen, von ihren Wuchseigenschaften an einen torfmoosreichen Lebensraum gut angepaßt. Eine Besonderheit stellt die vivipare Bildung von Tochttersprossen bei *Eleocharis multicaulis* dar. Durch den viviparen Ableger wird zum einen die potentiell schwierige Phase der Keimung auf (oberflächlich leicht austrocknenden) Torfmoosen überbrückt und zum anderen wird durch das Absenken des Infloreszenz auf die Oberfläche der Torfmoosdecke sichergestellt, daß sich der Ableger dort auch etablieren kann.

Die unterschiedliche Variabilität hängt mit der Art der Vermehrung und Ausbreitung, der Physiologie des Gasaustausches, dem Lebenszyklus und der potentiellen Wuchsleistung zusammen. *Lobelia* ist unter den betrachteten fünf Pflanzen diejenige, die am empfindlichsten auf das Torfmooswachstum mit Abnahme der Populationsgröße reagierte. Was aber die einzelnen Individuen betrifft, wies sie das größte standörtliche Beharrungsvermögen und die geringste Arealverschiebung innerhalb der Population auf. Mit ihrer Fähigkeit zur vegetativen Vermehrung durch Knospung kann sie keine nennenswerten Distanzen zurücklegen. Dazu ist sie allein auf die generative Ausbreitung angewiesen. Wie aus SZMEJAS Untersuchungen (1994c) hervorgeht, traten in einem Sediment, das hinsichtlich der Nährstoffverhältnisse homogen war, auch die Keimlinge fast ausschließlich in der Nähe von Altpflanzen auf. Auch dies kann an der speziellen Stoffwechselpyhsologie der Lobelien liegen: Das Sediment unterhalb von Isoëtiden ist nämlich durch ein im Vergleich zur Umgebung höheres Redoxpotential, niedrigeren pH-Wert und höheren Gesamtgehalt an Eisen und Phosphat gekennzeichnet. Wie aus Verpflanzungsexperi-

menten hervorgeht, bevorzugen die Isoëtiden nicht nur so ein Sediment, sondern tragen sogar aktiv zu diesen Veränderungen bei (JAYNES & CARPENTER 1986). Durch den Gasaustausch über die Wurzeln reichern die Isoëtiden das Sediment bis in 20 cm Tiefe mit Sauerstoff an (WIUM-ANDERSEN 1971, PEDERSEN & SAND-JENSEN 1992). Das durch die gute O₂-Versorgung angehobene Redoxpotential regt Zersetzungsprozesse an, bei denen das für die Isoëtiden notwendige, aber sonst rare CO₂ entsteht. Weiterhin bewirkt das angehobene Redoxpotential des Bodens die Ausfällung von Eisen- und Manganhydroxiden im Umkreis der Pflanzen (WIUM-ANDERSEN & ANDERSEN 1972, TESSENOW & BAYNES 1975). Diese Metallkomplexe absorbieren wiederum Phosphor und andere mineralische Elemente, die somit einer Diffusion in den Wasserkörper entzogen werden. Schließlich trägt die mit den Wurzeln assoziierte V-A-Mycorrhiza (SØNDERGARD & LÉGARD 1977) wahrscheinlich zur besseren Aufnahme dieser so im Sediment gebundenen Nährstoffe bei. Weil Lobelien das Sediment chemo-physikalisch in für sich selbst so günstiger Weise beeinflussen, liegt es nahe, daß die Etablierung von Jungpflanzen in der Nähe von schon existierenden Altpflanzen, die das Sediment bereits positiv verändert haben, begünstigt wird. Zum anderen wird durch die Veränderung des Sedimentes wohl auch der Erhalt der Populationen unter suboptimalen Bedingungen noch über lange Zeit ermöglicht (VAHLE 1999). Beides trägt zur Standorttreue der Lobelie bei.

Die in vielerlei Hinsicht ähnliche *Littorella* weist, wie SZMEJA (1994c) an sechs-jährigen Dauerflächenuntersuchungen am polnischen See Krasne zeigen konnte, eine viel größere räumliche Dynamik auf als *Lobelia*. Diese wird ermöglicht durch eine insgesamt höhere Wachstumsgeschwindigkeit von *Littorella*. Sie tauscht innerhalb eines Jahres 150 %, *Lobelia* nur 80 % ihrer Phytomasse aus (SAND-JENSEN & SØNDERGARD 1978). *Lobelia* ist aber vor allen Dingen im Vergleich zu anderen Wasserpflanzen extrem langsamwüchsig. Die Neubildungsrate der Blätter als Anteil an schon vorhandenen Blättern beträgt bei *Lobelia* nach PEDERSEN & SAND-JENSEN (1992) 0,7 % pro Tag und liegt damit um eine Zehnerpotenz niedriger als bei anderen Wassermakrophyten (2-10 %; NIELSEN & SAND-JENSEN 1991). Auch die Photosyntheserate von *Lobelia* liegt um ein mehrfaches unter der von anderen Wassermakrophyten, *Littorella* eingeschlossen (NIELSEN & SAND-JENSEN 1989).

Da die Maturzeit generativen Nachwuchses bei Lobelien 4-5 Jahre beträgt und vegetativ entstandene Nachkommen mindestens zwei, häufiger jedoch drei Jahre benötigen, bevor sie zur Blüte gelangen (SZMEJA 1994a), ist eine relativ hohe Standortkonstanz unbedingt notwendig, um überhaupt eine erfolgreiche generative Reproduktion zu ermöglichen.

Ranunculus ololeucos ist unter den fünf Heideweierarten diejenige, die das geringste Beharrungsvermögen und die größte Variabilität des Wuchsortes aufweist. Auch WEBER (1988) stellte an einem Standort im Ems-Seitenkanal erhebliche Unterschiede in der jährlichen Wuchsleistung fest: Massenvorkommen in einem Jahr wurden gefolgt von vergleichsweise spärlichen Beständen im nächsten Jahr. *Ranunculus ololeucos* kann aufgrund von Samenverbreitung und der Möglichkeit zur Keimung auf einer Vielzahl von Substraten schnell auf günstige Bedingungen reagieren. Im Frühling gekeimte Individuen kommen noch im selben Jahr zur Blüte und können damit innerhalb von einer Vegetationsperiode ihren Lebenszyklus abschließen. Da die Art nur unter bestimmten Bedingungen (z.B. nicht auf trockenem Sandboden) mehrjährig werden kann, muß sie sich auch schnell reproduzieren können, um die Population zu erhalten. Die im Vergleich zur Lobelie vier mal so

große Blattbildungsrate weist auf ihre starke Wuchsleistung und damit auch schnelle Anpassungsfähigkeit hin.

Wasserstandsschwankungen lassen sich gut an der Blatt- und Sproßmorphologie der betrachteten Arten ablesen, weil alle von der Wasserform verschiedene Landformen haben. Da beispielsweise die Bildung von Landblättern nach Trockenfallen allmählich und bei den verschiedenen Arten verschieden schnell erfolgt, kann man den Zeitraum abschätzen, in dem das Trockenfallen erfolgt sein muß.

Beispielsweise kann man an trockengefallenen *Drosera*-Pflanzen, die eine gestreckte Infloreszenz bzw. einen „Notsproß“ aufweisen, oder an einem Blütenstengel der Lobelie die ungefähre Höhe des Wasserstandes zum Zeitpunkt der Infloreszenzbildung feststellen, da der Blütenstand möglichst immer knapp über die Wasseroberfläche gehoben wird.

Ein mehrmaliges Ansteigen des Wasserstandes kann man z.B. gut an der wechselweisen „Etagenbildung“ von Tauch- und Schwimmblättern bei *Ranunculus olo-leucos* nachvollziehen.

Stresssituationen können sich frühzeitig in der Morphologie der Pflanze ausdrücken. Rotfärbung bei Lobelien kann schon ein Hinweis auf zu große Trockenheit sein und das längst bevor das Individuum abstirbt. So werden im plastischen Reaktionspotential der Arten feinere Änderungen der standörtlichen Gegebenheiten offensichtlich als im Artenspektrum und den Dominanzverhältnissen. Auf der anderen Seite können langsam reagierende Arten oder solche mit großem „Beharrungsvermögen“ im aktuellen Bild der Vegetation standörtliche Bedingungen anzeigen, die zu einem bestimmten Punkt in der Vergangenheit relevant waren, es aber derzeit nicht mehr (so) sind. Vertiefende Studien zum dynamischen Potential der Arten würden genauere Erkenntnisse in die ökologischen Zusammenhänge zwischen Vegetation und Standort ermöglichen.

Danksagung: Ich möchte Jörg Petersen, Hans-Christoph Vahle und Erwin Bergmeier für die Durchsicht des Manuskriptes herzlich danken.

Schrifttum

- ARTS, G. H. P., J. G. M. ROELOFS & M. J. H. DE LYON (1990): Differential tolerances among the soft water species to acidification. – *Can. J. Bot.* 68, 2127-2134.
- ARTS, G. H. P. & R. F. M. BUSKENS (1998): The vegetation of soft-water lakes in The Netherlands in relation to human influence and restoration measures, with special attention to the association Isoëto-Lobelietum. – *Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schleswig-Holstein Hamburg* 57, 11-120.
- BEHRE, K. (1956): Die Algenbesiedlung einiger Seen um Bremen und Bremerhaven. – *Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven* 4, 221-383.
- BOWES, G. (1987): Aquatic plant photosynthesis: strategies that enhance carbon gain. – *New Phytol.* 106 suppl., 79-98.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): *Pflanzensoziologie. – Grundzüge der Vegetationskunde*, 6. Aufl., 865 S.; Berlin, Wien, New York.
- CASPER, S.J. & H. D. KRAUSCH (1980): *Süßwasserflora von Mitteleuropa. – Pteridophyta und Anthophyta*, 1. Teil, Band 23, Stuttgart/ New York.
- DIERBEN, K. (1990): *Einführung in die Pflanzensoziologie. – Vegetationskunde*. 241 S., Darmstadt.
- DRENGEMANN, H. (1995): *Vegetationskundlich-ökologische Untersuchungen an ausgewählten Gewässern der Blumenthaler Geest unter besonderer Berücksichtigung des Naturschutzes. – 141 S., Diplomarbeit, Univ. Bremen.*

- DRENGEMANN, H., URBAN, K. & T. GÖDEKE (1995): Bemerkenswerte Wiederfunde seltener Strandlingsvegetation in Heidweihern bei Bremen. – Abh. Naturw. Ver. Bremen 43 (1), 117-139.
- GLÜCK, H. (1924): Biologische und morphologische Untersuchungen über Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften. Viertes Teil: Untergetauchte und Schwimmblattflora. – 746 S., Jena.
- JAYNES, M. L. & S. R. CARPENTER (1986): Effects of vascular and nonvascular macrophytes on sediment redox and solute dynamics. – Ecology 67 (4), 875-882.
- NIELSEN, S. L. & K. SAND-JENSEN (1989): Regulation of photosynthetic rates of submerged rooted macrophytes. – Oecologia 81, 364-368.
- NIELSEN, S. L. & K. SAND-JENSEN (1991): Variation in growth rates of submerged aquatic macrophytes. – Aquat. Bot. 39, 109-120.
- NIELSEN, S. L., GARCIA, E. & K. SAND-JENSEN (1991): Land plants of amphibious *Littorella uniflora* (L.) Ascher. maintain utilization of CO₂ from the sediment. – Oecologia 88, 258-262.
- PEDERSEN, O. & K. SAND-JENSEN (1992): Adaptations of submerged *Lobelia dortmanna* to aerial life form: morphology, carbon sources and oxygen dynamics. – Oikos 65, 89-96.
- SAND-JENSEN, K. & M. SØNDERGARD (1978): Growth and production of Isoëtids in oligotrophic Lake Kalgaard, Denmark. – Verh. Int. Ver. Limnol. 20, 659-666.
- SAND-JENSEN, K., PRAHL, C. & H. STOCKHOLM (1982): Oxygen release from roots of submerged aquatic macrophytes. – Oikos 38, 349-354.
- SCULTHORPE, C.D. (1967): The biology of aquatic vascular plants. – 610 S., Königstein, Reprint 1985.
- SØNDERGARD, M. & S. LÆGARD (1977): Vesicular-arbuscular mycorrhiza in some aquatic vascular plants. – Nature 268, 232-233.
- SZMEJA, J. (1987a): The ecology of *Lobelia dortmanna* L. I. The plasticity of individuals within a constant depth interval in oligotrophic lakes. – Ekol. pol. 35 (3-4), 497-522.
- SZMEJA, J. (1987b): The ecology of *Lobelia dortmanna* L. III. The plasticity of individuals along a gradient of increasing depth in oligotrophic lakes. – Ekol. pol. 35 (3-4), 545-558.
- SZMEJA, J. (1987c): The seasonal development of *Lobelia dortmanna* L. and annual balance of its population size in an oligotrophic lake. – Aquat. Bot. 28, 15-24.
- SZMEJA, J. (1994a): An individual's status in populations of Isoëtid species. – Aquat. Bot. 48, 203-224.
- SZMEJA, J. (1994b): Effects of disturbances and interspecific competition in Isoëtid populations. – Aquat. Bot. 48, 225-238.
- SZMEJA, J. (1994c): Dynamics of the abundance and spatial organisation of Isoëtid populations in an oligotrophic lake. – Aquat. Bot. 49, 19-32.
- TESSENOW, U. & Y. BAYNES (1978): Redoxchemische Einflüsse von *Isoetes lacustris* L. im Litoralsediment des Feldsees (Hochschwarzwald). – Arch. Hydrobiol. 82, 20-48.
- URBAN, K. (1999): Littorelletea in der Sekundärsukzession an nährstoffarmen, periodisch trockenfallenden Stillgewässern. – Abh. Naturw. Ver. Bremen (im Druck).
- VAHLE, H.-C. (1990): Grundlagen zum Schutz der Vegetation oligotropher Stillgewässer in Nordwestdeutschland. – Naturschutz u. Landschaftspf. Niedersachsen 22, 157 S., Hannover.
- VAHLE, H.-C. (1999): Die Optimierung des eigenen Standortes durch das Isoëto-Lobelietum. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N.F. 17, 2 (dieser Band).
- WEBER, H. E. (1988): Zur Verbreitung und Soziologie des Reinweißen Wasserhahnenfußes (*Ranunculus ololeucus* Lloyd) in Mitteleuropa. – Osnabrücker naturwissenschaftl. Mitt., 157-166.
- WEEDA, E. J., WESTRA, R., WESTRA, CH. & T. WESTRA (1995): Nederlandse oecologische Flora. – Wilde planten en hun relaties 1, Amsterdam.
- WILSON, S. D. (1991): Plasticity, morphology and distribution in twelve lakeshore plants. – Oikos 62, 292-298.
- WIUM-ANDERSEN, S. (1971): Photosynthetic uptake of free CO₂ by the roots of *Lobelia dortmanna*. – Physiol. Plant. 25, 245-248.
- WIUM-ANDERSEN, S. & J. M. ANDERSEN (1972): The influence of vegetation on the redox profile of the sediment of Grane Langsø, a Danish *Lobelia* lake. – Limnology and Oceanography 17, 948-952.

(Am 11. Mai 1999 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	2	323-335	1999	Freiburg im Breisgau 23. September 1999
--	---------	---	---------	------	--

Das Überleben von *Corrigiola litoralis*, *Illecebrum verticillatum* und *Herniaria glabra* (Illecebraceae) auf Industriebrachen und an Talsperrenufern in Nordrhein-Westfalen

von

ANDREAS VOGEL, Bochum *

Zusammenfassung: *Corrigiola litoralis*, *Illecebrum verticillatum* und *Herniaria glabra* (Illecebraceae) besiedeln an natürlichen, naturnahen und stark anthropogen überformten Wuchsorten offene Rohböden. Die Vorkommen an natürlichen und naturnahen Wuchsplätzen sind seit dem letzten Jahrhundert bis zum aktuellen Kartierzeitraum (1980-1998) deutlich zurückgegangen. Dieser Abnahme stand in diesem Jahrhundert ein kontinuierlicher Zuwachs an anthropogen geschaffenen Standorten gegenüber, deren Besiedlung im vergangenen Jahrhundert noch keine Rolle spielte.

Die demographischen Untersuchungen wurden in Nordrhein-Westfalen auf Zechenbrachen, Kohlenhäfen und Bahnanlagen im Ruhrgebiet sowie an Talsperren des Süderberglandes durchgeführt. Die über vier Jahre aufgestellten Kohorten-Lifetables zeigen, daß die Überlebensrate der drei Sippen in Abhängigkeit von den Niederschlägen von Jahr zu Jahr stark schwankt. Auf den Brachflächen weisen Kohorten, die ihre Keimphase in einer Trocken- und Hitzeperiode durchlaufen, einen konkaven Verlauf der Mortalitätskurve auf (Pearl-Typ III). In niederschlagsreichen Perioden aufgelaufene Kohorten zeigen ein relativ konstantes Sterberisiko (Pearl-Typ II). Für die Populationen an den Talsperrenufern ergibt sich der gleiche Kurvenverlauf für die Kohorten, deren Entwicklung in eine trockene Periode fiel. Die Kohorten, deren Etablierungsphase in feuchten Zeitabschnitten ablief, wurden durch einen konvexen Kurvenverlauf charakterisiert. Die Mortalität auf den Brachestandorten ist deutlich höher als an den Talsperren. Auch der Keimzeitraum mit der höchsten Überlebenswahrscheinlichkeit ist von Niederschlägen und Temperatur abhängig. Außer dem Frost sind die Hauptursachen der Mortalität die Hitze und Trockenheit, anthropogene Zerstörung durch Fahrzeuge sowie die Wühl- und Fraßtätigkeit von Kaninchen.

* Anschrift des Verfassers: Dr. ANDREAS VOGEL, Ruhr-Universität Bochum, Institut für Spezielle Botanik / AG Geobotanik, Universitätsstr. 150, D-44801 Bochum

Summary: *Corrigiola litoralis*, *Illecebrum verticillatum* and *Herniaria glabra* (Illecebraceae) grow at natural, semi-natural and heavily influenced anthropogenic sites on open initial soils. The natural and semi-natural occurrences decreased obviously between the last century and the actual mapping scheme (1980-1998). Contrasting there was a continuous increase of anthropogenic habitats, which were of little importance in the last century. Demographic investigations were carried out in North Rhine-Westphalia on fallow coal pit areas, coal harbours and railroad grounds in the "Ruhr Area" and at banks of reservoirs in the south Westphalian mountains. Cohort lifetable of four years shows that the survival rate of the three species varies from year to year due to precipitation. Those Cohorts of fallow urban areas that have their germination phase during a dry and hot period display a concave survivorship-curve (Pearl type III). Cohorts that experienced high amounts of precipitation have a constant probability of death (Pearl type II). Cohorts of reservoir banks show similar curves when germination is in dry periods. Cohorts that establish in wet periods are characterized by a convex curve (Pearl type I). Mortality of seedlings in fallow urban areas is much higher than at reservoirs. Furthermore, the germination period with the highest probability of survival depends on the amount of precipitation and temperature. Except for frost, the main causes of mortality are heat and aridity, anthropogenic destruction by motor vehicles and digging and foraging of rabbits.

Einleitung

Bei den prostrat wachsenden Sippen *Corrigiola litoralis*, *Illecebrum verticillatum* und *Herniaria glabra* handelt es sich wie bei den meisten Nanocyperion-Sippen um typische r-Strategen, die bei geringer Biomasse eine hohe Reproduktionsrate aufweisen und offene Rohböden besiedeln. Die natürlichen und naturnahen Standorte von *Corrigiola litoralis* und *Herniaria glabra* sind in Mitteleuropa die sandig-kiesigen Flußufer und in Heide- und Sandgebieten offene Bodenansrisse wie Fahrspuren und die Ufer von Heidetümpeln. Die natürlichen und naturnahen Vorkommen von *Illecebrum verticillatum* in Mitteleuropa beschränken sich hingegen auf die offenen Stellen in den Heide- und Sandgebieten. Die drei Sippen sind sehr konkurrenzschwach, und wenn die hemikryptophytischen Konkurrenten nicht getötet werden, wie z.B. an den Uferstandorten durch Überflutung im Winter, werden die drei Illecebraceae schnell überwachsen. Sie erhalten dann zu wenig Licht, setzen nur noch wenige Blüten an, und die Chance, daß die Samen keimen und sich entwickeln können, ist sehr gering. Die Sippen verschwinden an diesem Wuchsort dann nach drei oder vier Jahren.

Seit Beginn der Industrialisierung des Ruhrgebietes in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts finden sich in der floristischen Literatur immer wieder Meldungen der drei Sippen von Zechenbrachen, Kohlen- und Bergehalden sowie Bahnflächen, wo sie Bergematerial, Kohlengrus, Aschen und Schotter besiedeln. Heute finden sich die drei Sippen auf einer ganzen Reihe von Zechen- und Bahnbrachen des Ruhrgebietes. Sie führen an den Zechen- und Bahnbrachen keine Randexistenz, sondern können Populationsgrößen erreichen, die in Deutschland z.B. für *Illecebrum verticillatum* mit mehreren Millionen Individuen auf der Zechenbrache „Fürst Bismarck“ (Gelsenkirchen) oder der Kokerei „Hansa“ (Dortmund) einmalig sind. Der zweite anthropogen geschaffene Standorttyp, der von allen drei Sippen besiedelt wird, sind die Ufer der Talsperren des

Süderberglandes und der Eifel, die seit Beginn dieses Jahrhunderts errichtet wurden.

Da sich die Dynamik und die abiotischen Faktoren der verschiedenen Standorttypen stark unterscheiden, haben sich folgende Fragestellungen ergeben:

Unterscheiden sich die Überlebensraten, der Keimzeitpunkt, die Mortalitäts- und Streßursachen auf den naturnahen Talsperrenstandorten und den stark anthropogen überformten Zechen- und Bahnstandorten?

Material und Methoden

Zur Ermittlung der Verteilung der Standorttypen wurde die gesamte verfügbare Literatur hinzugezogen und eine Reihe der größeren Herbarien ausgewertet. Die Angaben wurden nur verwendet, wenn sie eindeutig einem Meßtischblatt, einem Quadranten oder Viertelquadranten zuzuordnen waren.

In den Populationen der drei Sippen im Ruhrgebiet und an Talsperren des Süderberglandes wurden Dauerquadrate angelegt. Mit Hilfe eines selbstkonstruierten Dauerquadratrahmens mit Visiereinrichtung bzw. numerierten Farbplastikringen konnten die Individuen identifiziert werden. Zur Erfassung der Lebenszyklen wurden die Populationen in Kohorten eingeteilt und das Schicksal der einzelnen Kohorten von der Keimung bis zum Tode des letzten Individuums in 14-tägigen bis dreiwöchigen Intervall verfolgt. Eine Kohorte setzt sich aus den Individuen zusammen, die im gleichen Zeitintervall gekeimt sind. Mit den Untersuchungen soll der Beginn von Keimung und Blüte, die Zeitspanne der Keimphase, die Überlebensrate der aufgelaufenen Keimlinge, die Verteilung der Mortalität auf die Altersstadien, die Ursache der Mortalität, der Anteil der zur Blüte gelangten Pflanzen und die Wuchsleistung in den einzelnen Jahren erfaßt werden. Durch die hohen Individuenzahlen stellen die innerhalb der einzelnen Quadrate wachsenden Sippen einen typischen Ausschnitt der Population dar, die das Verhalten der gesamten Population widerspiegelt.

Ergebnisse

Standortveränderung

Durch die Vernichtung der natürlichen Standorte an den Flußufern und in den Heidesandgebieten hat sich die Zahl der besiedelten Wuchsorte vor allem von *Corrigiola litoralis* und *Herniaria glabra* stark zu den anthropogen beeinflussten Standorten hin verschoben. Die zeitlich gestufte Veränderung des Standortpektrums für das Bundesland Nordrhein-Westfalen zeigen die Beispiele von *Corrigiola litoralis* und *Illecebrum verticillatum* (Abb. 1 u. 2). In der Zeit vor 1900 hatten die natürlichen Vorkommen von *Corrigiola litoralis* an Flußufern noch einen Anteil von 69 %. Knapp 27 % der Populationen fanden sich in Heiden und Sandrasen und knapp 4 % wurden von Bahn- und Gleisanlagen gemeldet.

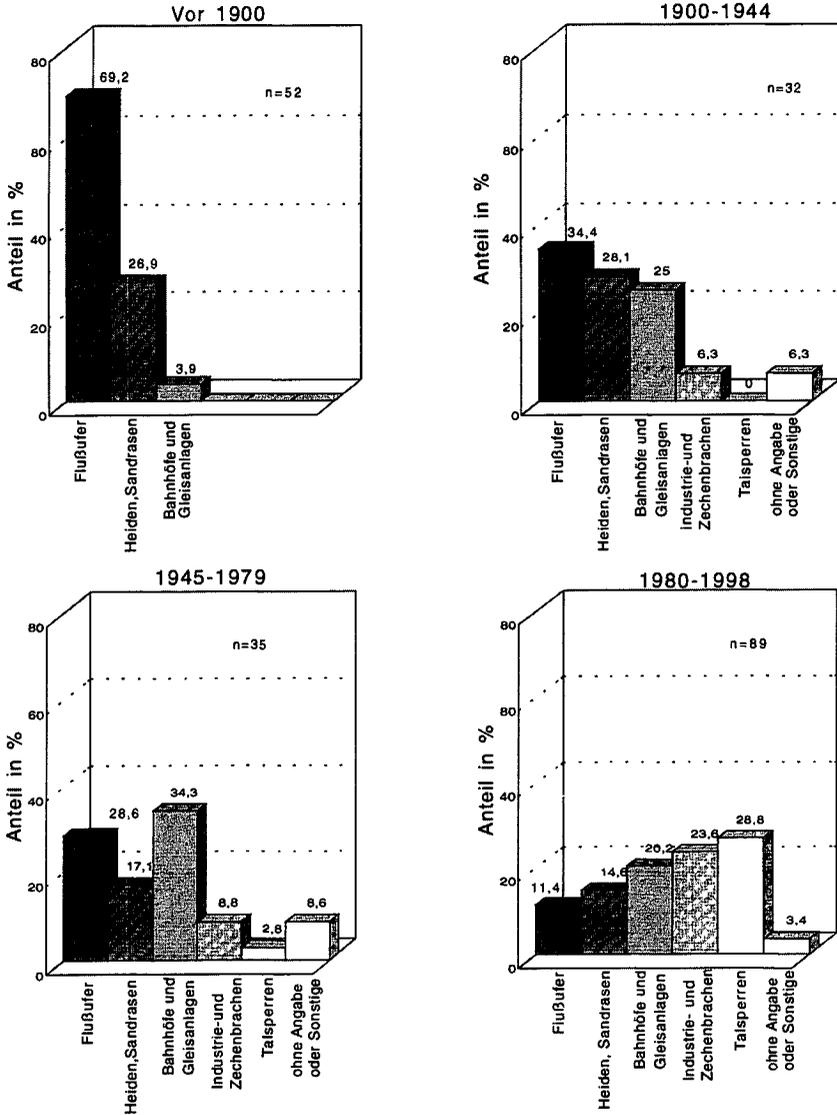


Abb. 1: Verteilung der von *Corrigiola littoralis* besiedelten Standorttypen in Nordrhein-Westfalen (%) in vier Zeitabschnitten. [Die Vorkommen (=n) beziehen sich auf Fundangaben in einem Meßtischblatt, Quadranten oder Viertelquadranten, und bei mehr als einer Fundangabe in einem Viertelquadranten handelt es sich um räumlich deutlich getrennte Populationen. Die Werte sind auf eine Stelle hinter dem Komma gerundet].

Im folgenden Zeitabschnitt (1900 bis 1945) kommen als neue Standorttypen die Industrie- und Zechenbrachen hinzu, und die Verteilung verschiebt sich. Der Anteil des natürlichen Standortes Flußufer nimmt ab, während der Anteil der Populationen an Bahnhöfen und Gleisanlagen sowie Industrie- und Zechenbrachen stark

zunimmt. Nach 1945 wurden auch an Talsperrenuffern zahlreiche Funde gemacht. Im letzten Zeitabschnitt von 1980-1998 nehmen die Populationen an den Talsperrenuffern mit knapp 27 % den größten Anteil ein, gefolgt von den Industrie- und Zechenbrachen, Bahnhöfen und Gleisanlagen, die zusammen fast 45 % der Populationen stellen.

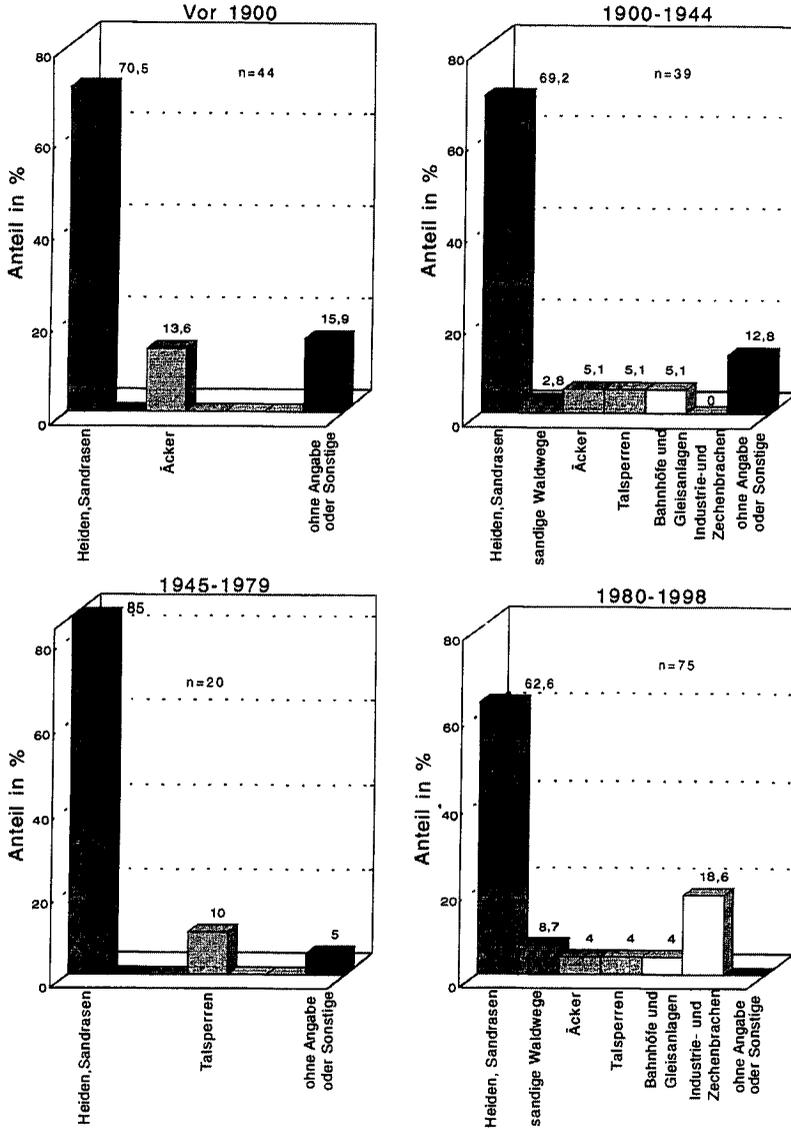


Abb. 2: Verteilung der von *Illecebrum verticillatum* besiedelten Standorttypen in Nordrhein-Westfalen (%) in vier Zeitabschnitten. [Die Vorkommen (=n) beziehen sich auf Fundangaben in einem Meßrischblatt, Quadranten oder Viertelquadranten, und bei mehr als einer Fundangabe in einem Viertelquadranten handelt es sich um räumlich deutlich getrennte Populationen. Die Werte sind auf eine Stelle hinter dem Komma gerundet].

Die Flußufer-, Heide- und Sandrasenpopulationen machen nur noch einen kleinen Anteil aus. Die aktuellen Vorkommen von *Corrigiola litoralis* konzentrieren sich im Ruhrgebiet und im Süderbergland an den Talsperrenstandorten.

Anders stellt sich die Veränderung des Standortspektrums bei *Illecebrum verticillatum* da (vgl. Abb. 2). In den einzelnen Zeitabschnitten bleibt die absolute Dominanz der Populationen auf den Heiden und Sandrasen bestehen. Es sind aber auch hier einige neue Standorttypen hinzu gekommen wie die Industrie- und Zechenbrachen, die einen Anteil von 17,6% ausmachen, gefolgt von Bahnhöfen und Gleisanlagen mit 4,1% und Talsperrenufer ebenfalls mit 4,1%. Die aktuelle Verbreitung weist einen Konzentrationspunkt im Ruhrgebiet auf, sowie in den Resten von Sandheiden, die sich ganz überwiegend auf Truppenübungsplätzen befinden. Im Süderbergland werden noch zwei Talsperren besiedelt. Die Vorkommen von *Illecebrum verticillatum* und *Corrigiola litoralis* im Ruhrgebiet liegen fast immer in der Nähe der Transportwege der Massengüter (Kanal- und Schienennetz) Kohle, Sand und Kies.

Auch bei *Herniaria glabra* zeigt der Vergleich der Angaben aus dem letzten Jahrhundert zum aktuellen Kartierzeitraum, daß die Vorkommen an den Flußufern und naturnahen Heidestandorten drastisch zurückgegangen sind und heute die stark anthropogen überformten Standorte dominieren. Aufgrund ihrer hohen Trittsistenz wächst *Herniaria glabra* häufig in Pflasterritzen, einem Standorttyp, der von den beiden anderen Sippen nur ausnahmsweise besiedelt wird.

Demographie

Lifetables (Überlebenswahrscheinlichkeit der untersuchten Populationen)

Die Abbildungen zeigen die Überlebenskurven von *Illecebrum verticillatum*-Populationen auf einer Zechenbrache (Abb. 3) und an einem Talsperrenufer (Abb. 4). Die *Illecebrum verticillatum* Population auf der Zechenbrache „Fürst Bismarck“ (Abb. 3) erreichte im Jahr 1988 die höchste Überlebensrate. Die Form der Überlebenskurven der ersten Kohorten ist leicht konkav oder wie bei den folgenden Kohorten mehr oder weniger gleichmäßig abfallend. So sind z.B. bei der Kohorte 3 von 579 Individuen immerhin 172 zur Blüte gelangt. Im Jahr 1988 gab es keine langandauernde Trockenperiode. Bei 14-tägigen Trockenperioden können alle Keimlinge absterben. Im Gegensatz dazu war das Jahr 1989 für das Überleben eine Katastrophe. Von den ersten beiden Kohorten gelangten nur ganz wenige Individuen zur Blüte. Insgesamt sind in diesem Jahr nur relativ wenige Individuen gekeimt und über längere Zeiträume (Juni-Juli) fand überhaupt keine Keimung statt. Auch im Jahr 1990 war es relativ ungünstig, zeitig im Jahr zu keimen. Von den beiden ersten Kohorten gelangten nur wenige Individuen zur Blüte, und der Kurvenverlauf ist konkav. Die Überlebenskurven des Jahres 1991 ähneln mit ihrer kontinuierlichen Sterberate denen des Jahres 1988. Im Jahr 1991 fehlte ebenfalls eine ausgesprochene Trockenperiode. Die Überlebenskurven für *Corrigiola litoralis* und *Herniaria glabra* auf den Zechenbrachen zeigen in den einzelnen Jahren ein ähnliches Bild wie *Illecebrum verticillatum* auf der Zechenbrache „Fürst Bismarck“. Auch hier tritt wieder der starke Einbruch der ersten Kohorten im Jahr 1989 auf.

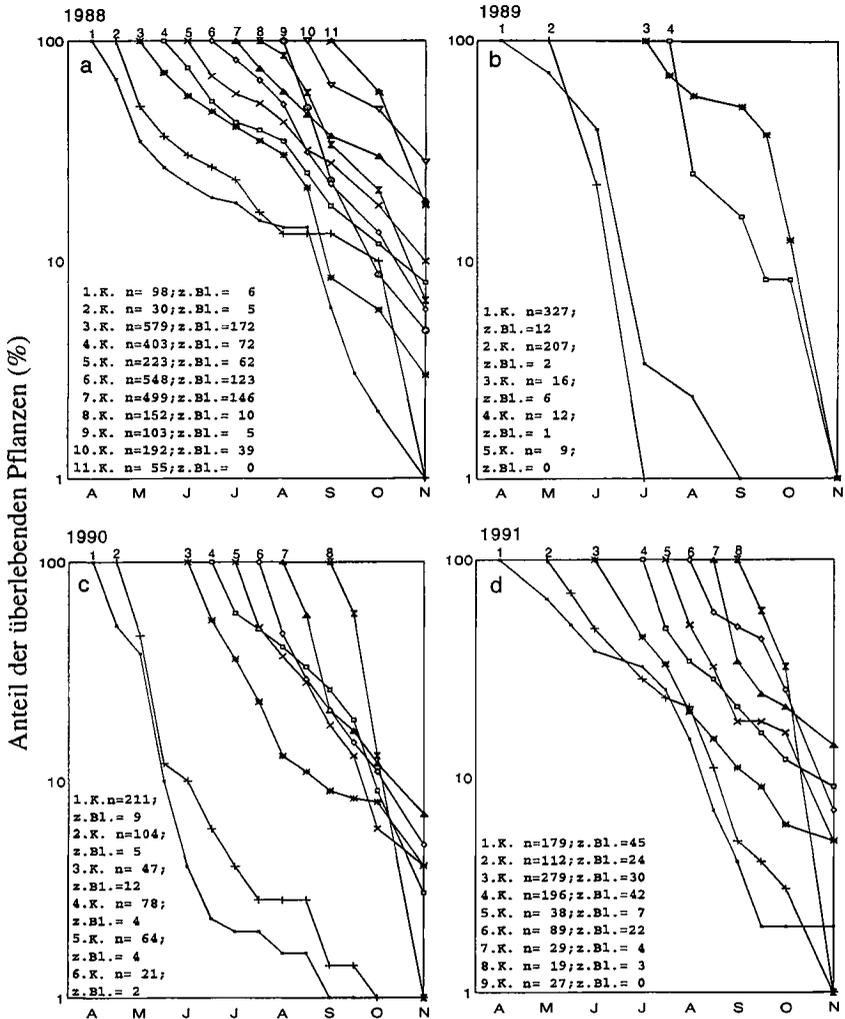


Abb 3: Überlebenskurven für *Illecebrum verticillatum* in den Jahren 1988-1991 (a-d) auf der Zechenbrache „Fürst Bismarck“. K = Kohorte, n = absolute Zahl der Individuen in der betreffenden Kohorte, z.Bl. = absolute Zahl der Individuen, die in der betreffenden Kohorte zum Blühen gelangen.

Für die drei untersuchten Sippen gilt, daß zwischen den einzelnen Kohorten eines Jahrganges an einem Brachestandort große demographische Unterschiede bestehen können. Die Kohorten, bei denen eine ausgedehnte Dürrezeit in das kritische Keimlings- und Jugendstadium fällt, weisen eine hohe Mortalität und damit einen konkaven Kurvenverlauf auf (Pearl-Typ III, vgl. PEARL 1928, DEEVEY 1947). Die konkaven Kurvenverläufe vom Pearl-Typ III sind charakteristisch für Populationen mit hoher Jugendmortalität und einer geringen Sterblichkeit der adulten Pflanzen. In extremen Dürreperioden kann es darüberhinaus zu einem steilen Abfall der Kurven kommen, da alle oder fast alle Individuen einer sich in der

Etablierungsphase befindlichen Kohorte in kurzer Zeit absterben. Kohorten, deren Individuen die Entwicklung in Perioden mit ausreichendem Niederschlagsangebot durchlaufen, weisen ein relativ konstantes Sterberisiko vom Auflaufen bis zum Fruchten auf, und der Kurvenverlauf ist annähernd gerade (Pearl-Typ II). Wie auch die beiden anderen Sippen, so keimt, wächst und blüht *Illecebrum verticillatum* über die gesamte Vegetationsperiode hinweg, und erst der Frost beendet die Keimung. Milde Winter können von *Illecebrum verticillatum* überlebt werden, und im folgenden Jahr setzen die Individuen ihr Wachstum fort und können sich auch durch Fragmentation vegetativ vermehren. Bisher wurde *Illecebrum verticillatum* für streng einjährig gehalten.

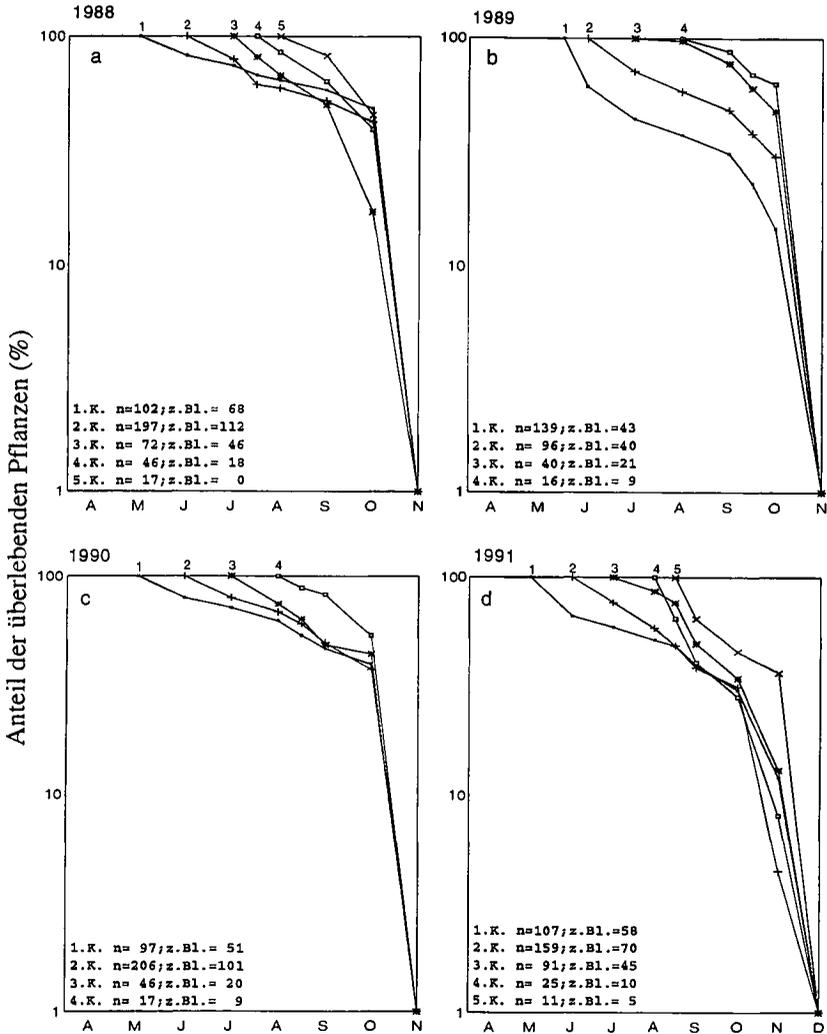


Abb 4: Überlebenskurven für *Illecebrum verticillatum* in den Jahren 1988-1991 (a-d) an der Fürwigge-Talsperre. Zur Erläuterung der Abkürzungen siehe Abb. 3.

Die meisten Kurvenverläufe für *Illecebrum verticillatum* an der Fürwigge-Talsperre (Abb. 4) weisen in allen Jahren einen konvexen Verlauf auf. Lediglich einzelne Kurven verzeichnen einen steileren Verlauf und damit eine höhere Mortalität. Die Zahl der Pflanzen, die zur Blüte gelangten, sind deutlich höher als bei der Population auf der Zechenbrache „Fürst Bismarck“. An den Talsperrenstandorten zeigen auch die Populationen von *Corrigiola litoralis* und *Herniaria glabra* einen konvexen Kurvenverlauf, der ganz ähnlich dem von *Illecebrum verticillatum* an der Fürwigge-Talsperre ist (vgl. VOGEL 1997). Auch hier gibt es im Jahr 1989 bei der ersten Kohorte einen deutlichen Einbruch. Durch die geringe Keimlings- und Jugendmortalität sowie der niedrigen Sterblichkeit im Jahresverlauf und der drastischen Mortalität im Winter bei Frostbeginn verlaufen die Kurven der Talsperren-Populationen überwiegend konvex (Pearl-Typ I). Die Gründe für die niedrige Sterblichkeitsrate der Populationen an den Talsperren liegen u.a. in den höheren Niederschlagsmengen in diesen Gebieten, die überwiegend gleichmäßigere Niederschlagsverteilung, die höhere Wasserspeicherkapazität der Böden etc.

Insgesamt ist eine generelle Zuordnung der Überlebenskurven der drei Sippen zu einer der drei Überlebens-Typen von PEARL nicht möglich, aber die Kurvenverläufe der Populationen auf den Brachflächen als auch an den Talsperrenstandorten weisen deutliche Tendenzen zu jeweils einem Typ auf. Während die Überlebenskurven der Populationen der drei Sippen auf den Brachflächen überwiegend den Pearl-Typen II und III zuzurechnen sind, können die Kurven an den Talsperren-uffern mehrheitlich dem Pearl-Typ I zugeordnet werden. Nur in Trockenzeiten entspricht hier der Kurvenverlauf dem Pearl-Typ II.

Für die drei Sippen gilt, daß der optimale Zeitpunkt der Keimung, der die größte Überlebenswahrscheinlichkeit und die höchste Reproduktionsrate für die Individuen verspricht, auf den Brachflächen stark von den Witterungsverhältnissen abhängig ist und nicht für die folgenden Jahre im voraus bestimmt oder abgeschätzt werden kann. In Jahren mit einer ausgeprägten Dürreperiode wie im Mai 1989 überlebten keine oder nur wenige Individuen der ersten Kohorten, und erst die folgenden Kohorten stellten den Hauptteil der bis zur Blüte gelangten Individuen. Die Überlebenswahrscheinlichkeit der „Spätgeborenen“ ist hier erheblich größer. In Jahren mit einer ausgeglichenen Niederschlagsverteilung (z.B. 1991) oder nur relativ kurzen Dürreperioden stellten hingegen die Frühjahrs-Kohorten zahlenmäßig den größten Anteil der bis zur Blüte gelangten Sippen. Dies ist dadurch bedingt, daß die ersten Kohorten zahlenmäßig meist auch stärker besetzt sind.

Überlebensraten

Die Unterschiede in den Überlebensraten schwanken auf den Brachflächen in den einzelnen Jahren für *Corrigiola litoralis* zwischen 11,9% im Jahr 1989 (Bahnbrache Dorsten-Holsterhausen) und 26,1% auf der gleichen Fläche im Jahr 1991 (Tab. 1). Bei *Illecebrum verticillatum* schwankt der Prozentsatz der überlebenden Pflanzen zwischen 3,6% (Zechenbrache „Fürst Bismarck“) im Jahr 1989 und 31,1% (Zechenbrache „Hugo 1/4“) im Jahr 1988. Die Überlebensraten reichen bei *Herniaria glabra* von 5,0% (1989; Zechenbrache „Alma“) bis 35,8% (1991; Bahnbrache Bochum-Dahlhausen). Bei allen drei Sippen unterscheiden sich die Überlebensraten an den einzelnen Wuchsplätzen signifikant bis hochsignifikant.

Tab. 1: Überlebensrate (X=% der Keimlinge, die zur Blüte gelangten) der Individuen in verschiedenen Illecebraceae-Populationen in den Jahren 1988-1991. Die χ^2 -Werte beziehen sich auf die Signifikanz der Unterschiede in den einzelnen Jahren. $df=2$ (Zahl der Freiheitsgrade) bei Zechenbrache „Königsborn III/IV“, Bahnbrache „Dorsten-Holsterhausen“ und Zechenbrache „Friedrich der Große“; $df=3$ bei den übrigen Untersuchungsflächen; n = Zahl der Keimlinge; *, $P < 0,05$; **, $P = < 0,01$; ***, $P = < 0,001$.

	1988		1989		1990		1991		Chi ²
	x	n	x	n	x	n	x	n	
<i>Corrigiola litoralis</i>									
Zechenbrache "Königsborn III/IV"	-----		15,6	359	22,8	547	24,5	323	8,5 *
Bahnbrache Dorsten-Holsterhausen	-----		11,9	928	17,6	1112	26,1	803	61,3 ***
Kirmesplatz "An der Königswiese"	8,2	415	4,0	226	6,7	378	10,3	203	8,5 *
Zechenbrache "Hugo 1/4"	26,0	622	-----		-----		-----		-----
Kohlenhafen Hamm-Herringen	23,1	572	-----		-----		-----		-----
Henne-Talsperre	38,1	273	32,5	301	43,5	387	54,4	372	52,2 ***
Möhne-Talsperre	43,9	497	22,2	234	40,1	436	49,0	291	44,0 ***
<i>Illecebrum verticillatum</i>									
Zechenbrache "Fürst Bismarck"	22,2	2882	3,6	571	15,4	1537	18,4	939	97,7 ***
Zechenbrache "Friedrich der Große"	-----		6,0	912	12,1	1411	27,4	573	146,8 ***
Zechenbrache "Hugo 1/4"	31,1	631	-----		-----		-----		-----
Kohlenhafen Hamm-Herringen	27,3	599	-----		-----		-----		-----
Fünwigge-Talsperre	51,6	434	39,0	191	45,3	366	47,8	393	12,0 **
<i>Herniaria glabra</i>									
Zechenbrache "Alma"	15,1	1592	5,0	418	14,7	525	29,9	464	17,0 ***
Bahnbrache Bochum-Dahlhausen	17,6	867	6,1	784	25,5	548	35,8	327	180,1 ***
Zechenbrache "Hugo 1/4"	10,7	447	-----		-----		-----		-----

Mortalitätsursachen

Prozentual ist die überwiegende Zahl der Pflanzen vertrocknet und dies sowohl auf den Brachestandorten als auch an den Talsperrenufeln (Tab. 2). Keiner der anderen Faktoren verursacht eine höhere Mortalitätsrate. Offenbar haben die klimatischen Verhältnisse, und hier die Trockenheit und Hitze, einen großen Einfluß auf die Überlebensrate. An den Brachestandorten stehen in strahlungsreichen und trockenen Witterungsperioden die Pflanzen unter einem großen Trockenheits- und Hitzestress, der zu einer sehr hohen Mortalitätsrate durch Vertrocknung führt. Zusätzlich zu den großklimatischen Verhältnissen treten auf den Brachflächen noch die extremen mikroklimatischen Bedingungen und die schlechte Wasserversorgung auf dem Bergematerial und den Aschen hinzu. Die Flächen sind offen, es gibt keinen Schatten und das schwarze Bergematerial heizt sich stark auf. Das Bergematerial ist grobstückig und hat nur einen geringen Anteil an Feinmaterial. Insgesamt besitzt das Bergematerial nur eine geringe Wasserspeicherkapazität. In diesen offenen Beständen konnten Temperaturen von über 60 °C an der Substratoberfläche gemessen werden.

Tab. 2a: *Corrigiola litoralis*

Beobachtete Todesursache	Kirmesplatz "An der Königswiese"	Bahnbrache Dorsten Holsterhausen	Zechenbrache Königsbom III/IV	Möhne-Talsperre	Henne-Talsperre
	88 89 90 91	89 90 91	89 90 91	88 89 90 91	88 89 90 91
Vertrocknet	45 50 41 34	47 37 41	75 62 58	41 51 40 26	42 51 39 33
Kaninchenfraß	2 1 1 4	9 3 8	2 9 3	6 4 1 0	7 3 5 3
Wühlätigkeit (Kaninchen)	4 7 8 11	16 24 9	6 3 6	0 0 2 0	3 2 0 0
Anthropogene Zerstörung	35 16 31 25	0 2 1	0 0 0	2 1 1 0	6 5 2 4
Unbekannt	14 26 19 26	28 34 41	17 26 33	51 44 56 74	42 34 54 60

Tab. 2b: *Illecebrum verticillatum*

Beobachtete Todesursache	Zechenbrache "Fürst Bismarck"	Zechenbrache "Friedrich der Große"	Fürwigger-Talsperre
	88 89 90 91	89 90 91	88 89 90 91
Vertrocknet	47 79 65 67	71 49 42	27 46 41 32
Kaninchenfraß	1 2 0 6	3 1 0	0 1 0 0
Wühlätigkeit (Kaninchen)	16 8 5 4	4 2 6	0 0 0 0
Anthropogene Zerstörung	6 0 11 7	5 9 31	0 0 0 0
Gesteinsrutschung	-- -- -- --	-- -- --	18 9 24 12
Unbekannt	30 11 19 16	17 39 21	53 44 26 48

Tab. 2c: *Herniaria glabra*

Beobachtete Todesursache	Zechenbrache "Alme"	Bahnbrache Bochum-Dahlhausen
	88 89 90 91	88 89 90 91
Vertrocknet	55 62 49 53	64 81 69 58
Kaninchenfraß	2 4 1 3	2 1 0 3
Wühlätigkeit (Kaninchen)	5 7 2 1	8 5 11 7
Anthropogene Zerstörung	0 12 0 21	12 4 0 0
Unbekannt	38 15 48 22	14 9 20 32

Tab. 2a-c: Anteil (%) Individuen, die einer bestimmten Todesursache (mit Ausnahme des Frostes) zum Opfer gefallen sind, an der Gesamtzahl der Individuen in verschiedenen Illecebraceae-Populationen in den Jahren 1988-1991.

Das Substrat an den Talsperrenufern setzt sich meist aus hellem Substrat wie Kiesen und Sanden mit höherem Feinerdeanteil zusammen. Der Boden heizt sich hier nicht so stark auf, und er besitzt eine höhere Wasserspeicherkapazität. Ein weiterer entscheidender Faktor ist die Tatsache, daß die Wuchsorte meist erst Anfang Mai wasserfrei werden und dann die Keimlinge der ersten Kohorten auflaufen, wenn die ersten Trockenperioden bereits beendet sind. Die Populationen an den Talsperren erhalten deutlich höhere Niederschlagsmengen, und die Trockenzeiten sind nicht so deutlich ausgeprägt wie an den Brachflächen. Die mikroklimatischen Extreme werden durch die Exposition, den z. T. dichteren Bewuchs, das hellere Sub-

strat und durch die höhere Wasserspeicherkapazität der Böden gemildert. Um den Einfluß des Klimas auf die Mortalität statistisch abzusichern, wurde eine Regressionsanalyse durchgeführt. Der Zusammenhang zwischen Trockenheit sowie der Temperatur und der Mortalität ist auf den Brachflächen hochsignifikant (Tab. 3).

Tab. 3: Zusammenhang zwischen der Mortalität der Illecebraceae-Pflanzen im Intervall zwischen zwei Zählungen und den Wetterbedingungen in diesem Zeitraum (1988-1991). Multiple Regression der mittleren Mortalitätsrate pro Tag auf die mittlere Temperatur und den mittleren Niederschlag pro Tag. R² Bestimmtheitsmaß der Regression; B_T und B_N, standardisierte Regressionskoeffizienten für Temperatur und Niederschlag; df = Zahl der Freiheitsgrade; F = F-Wert; ***, P < 0,001; **, P < 0,01.

Population	df	B _T	B _N	R ²	F
<i>Corrigiola litoralis</i>					
Kirmesplatz "An der Königswiese"	28	0,86	-0,30	0,77	14,16***
Bahnbrache "Dorsten Holsterhausen"	22	0,76	-0,28	0,62	10,42***
Zechenbrache "Königsborn III/IV"	22	0,91	-0,25	0,82	17,06***
Henne-Talsperre	20	0,32	-0,70	0,51	7,04**
Möhne-Talsperre	20	0,36	-0,65	0,54	6,91**
<i>Illecebrum verticillatum</i>					
Zechenbrache "Fürst Blismarck"	26	0,84	-0,28	0,80	18,7***
Zechenbrache "Friedrich der Große"	24	0,80	-0,34	0,74	11,11***
Fürwigge-Talsperre	20	0,27	-0,64	0,59	6,55**
<i>Hemiaria glabra</i>					
Bahnbrache Bochum Dahlhausen	26	0,78	0,24	0,78	10,51**
Zechenbrache "Alma"	24	0,75	0,31	0,72	12,04**

Weitere Mortalitätsursachen sind Kaninchenfraß und deren Wühltätigkeit. Kaninchen fressen im Herbst größere, blühende und fruchtende Individuen der drei Sippen, wobei *Corrigiola litoralis* bevorzugt wird. Die Kaninchen können auch größere Anteile einer Population auffressen. Da vor allem blühende und fruchtende Pflanzen gefressen werden, geht ein bedeutender Teil der Diasporen verloren. Darüberhinaus sind die Wuchsorte der drei untersuchten Sippen häufig Wühlplätze von Kaninchen. Es werden auf Zechenbrachen und stillgelegten Gleisflächen zahlreiche kleine bis zu 10 cm tiefe Löcher ausgescharrt. Dies fand auch innerhalb der Flächen von Dauerquadraten statt, wodurch die Mortalität drastisch anstieg. Das Ruhrgebiet weist mit Abstand den höchsten Kaninchenbestand in Westfalen auf; es wurden Dichten von über 100 Kaninchen je km² festgestellt. Die Brachflächen sind mit ihren zahlreichen Böschungen und kleinen Gehölzen, der Nachbarschaft zu Gartenanlagen und dem geringen Jagddruck ein idealer Lebensraum für Kaninchen. Die Kaninchendichte an den Talsperrenstandorten im Süderbergland liegt hingegen unter 10 Kaninchen je km² (vgl. SCHRÖPFER & GÜNTHER 1984). Dementsprechend sind die Verluste der drei untersuchten Sippen durch Kaninchen an den Talsperrenstandorten deutlich niedriger.

Die anthropogene Zerstörung erfolgt meist durch Motocrossmaschinen oder Geländewagen, die am Wochenende auf den Zechenbrachen herumfahren. In vielen Fällen blieb die Todesursache auch unbekannt, da die Pflanze gänzlich verschwunden war. Meist sind diese Pflanzen wohl völlig vertrocknet, und man sah nichts mehr von ihnen. Eine Besonderheit unter den Mortalitätsursachen ist die

Gesteinsrutschung an der Fürwigge-Talsperre. An den steilen Hängen wächst *Illecebrum verticillatum* zwischen den grobklastischen Steinen, die zwischen zwei Beobachtungsterminen häufig verlagert wurden, so daß über eine Reihe von Individuen Steine rutschen. Für die Steinbewegungen ist Wild verantwortlich.

Schrifttum

- DEEVEY, E.S. JUN., 1947: Life tables for natural populations of animals. Quart. Rev. Biol. 22, 283-314.
- PEARL, R., 1928: The rate of living – being an account of some experimental studies on the biology of the life duration. London, [11] + 185 S.
- SCHRÖPFER, R. & H. J. GÜNTHER, 1984: Wildkaninchen -*Oryctolagus cuniculus* - (Linnaeus, 1758), 150-155. In: Schröpfer, R., R. Feldmann & H. Vierhaus: Die Säugetiere Westfalens. Münster, 393 S.
- VOGEL, A., 1997: Die Verbreitung, Vergesellschaftung und Populationsökologie von *Corrigiola litoralis*, *Illecebrum verticillatum* und *Herniaria glabra* (Illecebraceae). Diss. Bot. 289. Berlin, Stuttgart, X + 283 S. + 3 Tab.

(Am 16. März 1999 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	2	337-354	1999	Freiburg im Breisgau 23. September 1999
--	---------	---	---------	------	--

Vegetationsökologische und populationsbiologische Untersuchungen an niedersächsischen Zwergbinsengesellschaften*

– Mit einem Beitrag zur Gliederung der Isoëto-Nanojuncetea Deutschlands –

von

THOMAS TÄUBER, Göttingen**

Zusammenfassung: Bis auf wenige Ausnahmen sind alle in einer neuen Deutschlandübersicht aufgeführten Gesellschaften der Isoëto-Nanojuncetea noch in Niedersachsen vertreten. Die beiden Verbände *Elatino-Eleocharition ovatae* und *Radiolion linoidis* sind deutlich durch jeweils eine Trennartengruppe und die Kennarten der Assoziationen gekennzeichnet. Bodenökologisch unterscheiden sich die Verbände u.a. durch unterschiedliche Stickstoffgehalte (entsprechend den unterschiedlichen Gehalten an organischer Substanz) sowie verschiedene hydrologische Bedingungen der Böden. Phänologische Untersuchungen verdeutlichen die Zugehörigkeit des *Cypero-Limoselletum* zur Klasse Isoëto-Nanojuncetea trotz Vorkommen zahlreicher *Bidentetea*- und *Chenopodium rubri*-Arten. Aussaatversuche zeigen am Beispiel von *Anagallis minima* und *Cicendia filiformis* die Wichtigkeit von dauernd nassen Bodenbedingungen für das Aufkommen von Keimlingen. Bei einem Optimum im Bereich von 29° C ist die Keimung von *Anagallis minima* deutlich temperaturabhängig. Die Samen von *Cicendia filiformis* bilden bei einer längeren trockenen Lagerung entweder eine Dormanz aus oder werden letal geschädigt.

Summary: Nearly all the communities presented in a new survey of German Isoëto-Nanojuncetea are represented in Niedersachsen. Each of the two alliances *Elatino-Eleocharition* and *Radiolion linoidis* is characterized clearly by a group of differential species. Furthermore the alliances differ in soil nitrogen content and hydrological soil conditions. Phenological investigations illustrate that the *Cypero-Limoselletum* belongs to the Isoëto-Nanojuncetea, though many species of *Bidentetea* and *Chenopodium rubri* are present. Seeding experiments with *Anagallis minima* and *Cicendia filiformis* show that continuous wet soil conditions are essential to germination. The germination of *Anagallis minima* is temperature dependent with an optimum close to 29° C. The seeds of *Cicendia filiformis* become dormant or lethally damaged when stored under dry conditions.

* Gefördert aus Mitteln des Landes Niedersachsen.

**Anschrift des Verfassers: DR. THOMAS TÄUBER, Abt. Vegetationskunde und Populationsbiologie, A.-v.-Haller-Inst. für Pflanzenwissenschaften, Univ. Göttingen, Wilhelm-Weber-Str. 2, D-37073 Göttingen

Einleitung

Bei Zwergbinsen-Gesellschaften handelt es sich um eine einjährige, überwiegend zwergwüchsige Pioniervegetation auf offenen, regelmäßig durch natürliche oder anthropogene Vorgänge gestörten, wechsellässigen Böden mit meist hohem Sand- und/oder Schluffanteil. Geeignete Standorte können auf offenen Böden an regelmäßig abtrocknenden, besonnten Uferbereichen von Flüssen, Seen, Weihern und Teichen sowie Tümpeln jeglicher Art vorkommen. Wegen der Vielgestaltigkeit der Naturräume sind in Niedersachsen ideale Voraussetzungen für eine umfassende Bearbeitung der Zwergbinsengesellschaften vorhanden, da sowohl das geologische Ausgangsmaterial, als auch die Nutzung der Landschaft betreffend, ein weites Spektrum abgedeckt wird. Die Vielfalt der Nutzungen reicht von der extensiven Karpfen-Teichwirtschaft über sporadisch genutzte Kleingewässer bis hin zu modernen Kiesabbaubetrieben. Aber auch naturnahe Biotope im Bereich der Ostfriesischen Inseln, am Rand von Hochmoorresten oder am Elbufer tragen zur Vielfalt der möglichen Siedlungsgebiete von Isoëto-Nanojuncetea-Gesellschaften bei. Zusammenfassende Beschreibungen der in Niedersachsen vorkommenden Gesellschaften gibt es bisher nur von TÜXEN (1937) und – überwiegend mit Material aus dem Tüxen-Archiv zusammengestellt – von PREISING et al. (1995).

Über die Keimungsbedingungen von Arten der Zwergbinsengesellschaften liegen zwar mit den Arbeiten von SALISBURY (1967, 1967a, 1968, 1970) BERNHARDT (1993, 1995), LAMPE (1996), POSCHLOD et al. (1996), THOMPSON et al. (1997) und VOGEL (1997) bereits zahlreiche wertvolle Untersuchungsergebnisse vor, doch sind die Ergebnisse teils widersprüchlich, teils durch die Anwendung unterschiedlicher Methoden kaum miteinander vergleichbar. Besonders die Angabe genauer Temperatur- und Bewässerungsbedingungen war oft nicht möglich. Nachfolgend werden am Beispiel von *Anagallis minima* und *Cicendia filiformis* die Keimraten unter verschiedenen definierten Temperatur- und Bewässerungsbedingungen dargestellt und der Einfluß der Lagerungsbedingungen der Samen bis zur Exposition diskutiert. Anhand einer neuen Übersicht der Isoëto-Nanojuncetea Deutschlands werden die in Niedersachsen vorkommenden Gesellschaften kurz vorgestellt und bodenökologisch hinsichtlich der pH-Werte, der Stickstoffgehalte, der Gehalte an organischer Substanz und des Feuchtgrades des Bodens charakterisiert.

Methoden

Keimungsversuche: Ziel der Aussaatversuche mit insgesamt 12 Arten der Isoëto-Nanojuncetea war es, optimale Temperaturbereiche und hydrologische Bedingungen für die Keimung zu ermitteln (s. TÄUBER 1999). Weiterhin wurde bei einigen Arten der Einfluß einer trockenen Lagerung auf die Keimung der Samen untersucht. Die hierbei entwickelte Methode zur Durchführung von Keimungsversuchen unter definierten Temperatur- und hydrologischen Bedingungen ist bei TÄUBER (1998) ausführlich beschrieben.

In Abbildung 1 ist die vollständige Versuchsanordnung dargestellt. Der Wasserstand wurde zum einen mittels Besprühen der Bodenoberfläche, zum anderen durch das Auffüllen des als Unterlage eingefüllten Kiesbettes durch ein im Kies stekendes Kunststoffröhrchen einreguliert. Die Temperaturmessung erfolgte mit digitalen Min-/Max-Thermometern mittels Drahtmeßsonde direkt auf der Bodenoberfläche. Auf eine 5 mm dünne Sandoberfläche wurden von jeder Art 50

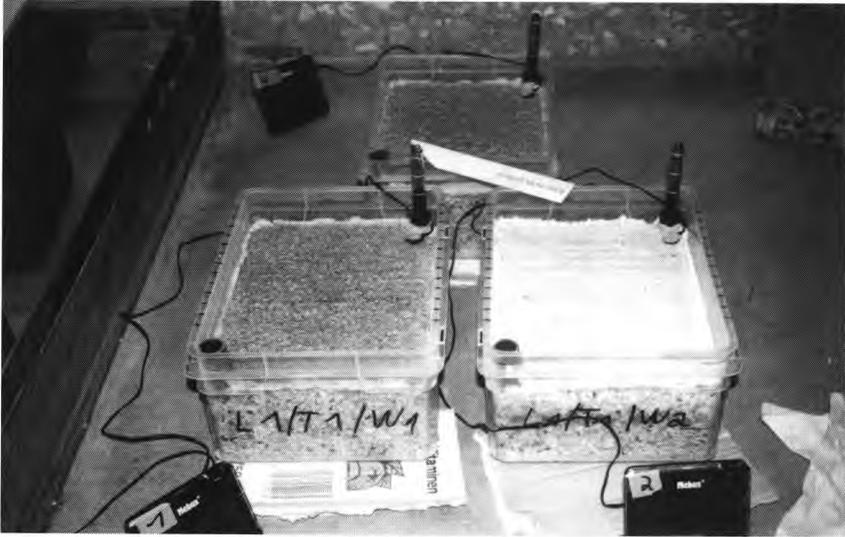
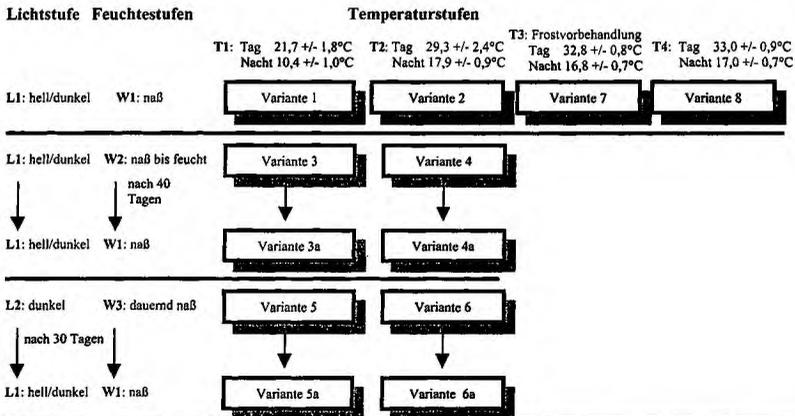


Abb.1: Versuchsanordnung bei den Aussaatversuchen.

sieben Monate lang trocken, kühl und dunkel gelagerte Samen (vorher vermischt mit etwas Sand) ausgebracht und etwa 40 Tage exponiert. Die Varianten 7 und 8 konnten aus technischen Gründen erst 4 Monate später mit dann bereits 11 Monate lang trocken gelagerten Samen durchgeführt werden.



Lichtstufen:	
L1	Beleuchtung mit einer 400 Watt Halogenlampe von 5:00 bis 21:00 Uhr
L2	völlig dunkel (Die Plastikschale befand sich in einem mit schwarzer Folie abgedeckten Eisenkübel)
Temperaturwechsel (Tag/Nacht) um 21:00 und 5:00 Uhr	
Feuchtestufen	
W1	Bewässerung täglich mit einer Sprühflasche (35 ml) und tägliche Einregulierung des Wasserstandes in den Keimschalen bis zur Oberkante des Kiesbettes (naß)
W2	Bewässerung jeden zweiten Tag mit einer Sprühflasche (35 ml) und jeden zweiten Tag Einregulierung des Wasserstandes in den Keimschalen auf eine Höhe von 4 cm unter der Oberkante des Kiesbettes (naß bis feucht)
W3	Bewässerung täglich mit einer Sprühflasche (35 ml), nur bei L2 (dauernd naß)

Abb. 2: Varianten der Aussaatversuche.

Die Variante 2 wurde bei einigen Arten mit dann 18 Monate lang gelagerten Samen wiederholt. Die unterschiedlichen Temperatur-, Feuchte- und Lichtstufen und die insgesamt 12 eingerichteten Varianten ergeben sich aus Abbildung 2. Die Ergebnisdarstellung erfolgt an dieser Stelle nur für die Arten *Anagallis minima* und *Cicendia filiformis* und zwar in einer der Abbildung 2 analogen Form.

Vegetationskundliche Methoden: Da bis auf *Gnaphalium uliginosum*, *Juncus bufonius* und *Plantago major* ssp. *intermedia* alle Kennarten der Zwergbinsengesellschaften auf der Roten Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen Niedersachsens stehen (GARVE 1993, 1994), war die Auswertung des umfangreichen und aktuellen Rote-Liste-Arten-Katasters des Niedersächsischen Landesamtes für Ökologie die Grundlage der Arbeit. Die dort angegebenen Wuchsorte der folgenden Arten wurden von September 1995 bis September 1997 aufgesucht, um Vegetationsaufnahmen nach der Braun-Blanquet-Methode (vgl. DIERSCHKE 1994) anzufertigen (insgesamt 435, s. TÄUBER 1999) und Bodenproben zu entnehmen. Die Nomenklatur der Arten richtet sich bis auf wenige Ausnahmen nach WISSKIRCHEN & HAEUPLER 1998:

gefährdet:	stark gefährdet:	vom Aussterben bedroht:
<i>Peplis portula</i>	<i>Radiola linoides</i>	<i>Anagallis minima</i>
<i>Scirpus setaceus</i>	<i>Cyperus fuscus</i>	<i>Cicendia filiformis</i>
<i>Limosella aquatica</i>	<i>Juncus tenageia</i>	<i>Gypsophila muralis</i>
<i>Centaureum pulchellum</i>	<i>Sagina nodosa</i>	<i>Juncus capitatus</i>
	<i>Elatine hydropiper</i>	<i>Elatine hexandra</i>
	<i>Elatine triandra</i>	<i>Eleocharis ovata</i>
	<i>Illecebrum verticillatum</i>	<i>Gnaphalium luteoalbum</i>
		<i>Lythrum hyssopifolia</i>
		<i>Elatine alsinastrum</i>

ausgestorben/verschollen: *Carex bohemica*, *Ludwigia palustris*, *Cyperus flavescens*.

Vor Beginn der Untersuchungen stand die Lösung folgender Probleme im Vordergrund methodischer Überlegungen:

- **Problem 1:** Fast jede Kennart der Zwergbinsengesellschaften bildet eine eigene Assoziation. Einige Arten kommen jedoch **regelmäßig** gemeinsam vor.
- **Problem 2:** Das bisher vorhandene Aufnahmematerial ist extrem inhomogen (Größe der Aufnahmefläche von 0,1 bis >100 m²). Übersichten beruhen auf überwiegend altem Aufnahmematerial.

Relativ einfach sind diese Schwierigkeiten zu umgehen bzw. zu überwinden, wenn vorab die methodische Vorgehensweise vereinheitlicht und definiert wird:

- **Lösung für Problem 1:** Eine Assoziation ist gekennzeichnet durch eine definierte Artengruppe mit mindestens einer Kennart der Zwergbinsengesellschaften, die ihren deutlichen Schwerpunkt in dieser Gesellschaft hat. Geeignete Artengruppen zeichnen sich durch signifikant gehäufte gemeinsame Vorkommen innerhalb des untersuchten Aufnahmematerials aus (Computerprogramm COCKTAIL, BRUELHEIDE 1995).

- **Lösung für Problem 2:** Die Größe der Aufnahme­flächen beträgt 1 m² ab 30 % Gesamtdeckung der Vegetation, bei < 30 % Deckung 2 m². Für die Deutschlandübersicht wurden nur Originalaufnahmen berücksichtigt, die ab 1970 auf Aufnahme­flächen nicht größer als 20 m² angefertigt wurden (insgesamt 1036).

In die Übersichtstabelle (Tab. 1, siehe Anhang) sind Vegetationsaufnahmen folgender Autoren eingegangen: AHLMER (1989), ALTROCK (1987), BANK-SIGNON & PATZKE (1986), BAUMANN, H. & WAHRENBURG (1996), BAUMANN, K. & TÄUBER (1999), BERNHARDT (1990), BOLBRINKER (1984), BRACKEL et al. (1990), DIEKJOBST (1986, 1987), DISTER (1980), EBER (1974), FISCHER (1973), FRANKE (1984, 1987), GALUNDER (1988), GARNIEL (1993), HÜPPE (1992), ILLIG (1975), KAPLAN & OVERKOTT-KAPLAN (1987), KIFFE (1988), KRAUSCH (1974), V. LAMPE (1996), LIENENBECKER & PETRUCK (1972), LOOS (1989), MANG (1984), MANEGOLD (1981), MAY (1988, in VERBÜCHELN et al. 1995), MÜLLER (1975, 1985), NEUHAUS (1987), NIGGE (1988), OESAU (1972, 1978), PARDEY (1991), PETERSEN (1999), PIETSCH (1996), RAABE (1980), PHILIPPI (1977, 1978, 1980, 1985), RIEDL (1985), SCHRÖDER (1989), SPRINGER (1987, 1995, 1997), RAABE & LIENENBECKER (1982), STARKMANN et al. (1993), TÜRK (1993), TÄUBER (1994, 1998, 1999), TÄUBER & GARVE (1999), ULLMANN (1977), VAHLE (1978), WEYER (1996), WINTERHOFF (1993), ZAHLHEIMER (1979).

Nachfolgende Abkürzungen sind in der Übersichtstabelle verwendet worden:

A = Assoziationskennart DA = Assoziationstrennart D = Trennart einer Gesellschaft
V = Verbandskennart DV = Verbandstrennart d = Trennart einer Subassoziation
O = Ordnungskennart DO = Ordnungstrennart
K = Klassenkennart

Bei der Anfertigung der Vegetationsaufnahmen wurde gleichzeitig der phänologische Zustand jeder in der Aufnahme vorhandenen Art nach einem einfachen Schlüssel notiert (in Anlehnung an DIERSCHKE 1989). Nachfolgend sind die dabei unterschiedenen Abstufungen aufgeführt (die Zahlen geben die Phänostufen nach DIERSCHKE 1989 wieder). Durch die phänologische Kennzeichnung jeder Art wird in den Vegetationstabellen ersichtlich, welche Arten unter den jeweiligen Standortbedingungen voll entwickelt und reproduktionsfähig waren und welche nur vegetativ oder mit nur wenigen entfalteten Blättern vorgefunden wurden:

- a vegetativ 1 (Triebe ohne entfaltete Blätter) bis 3 (2-3 Blätter entfaltet), **generativ 0**
- b vegetativ 4 (mehrere Blätter entfaltet) bis 7 (erste Blätter vergilbend), **generativ 0**
- m vegetativ 4 (mehrere Blätter entfaltet) bis 7 (erste Blätter vergilbend), **generativ 1** (Blütenknospen erkennbar) bis 8 (abblühend)
- n vegetativ 8 (Vergilbung bis 50%) bis 10 (abgestorben), **generativ 1** (Blütenknospen erkennbar) bis 8 (abblühend)
- v vegetativ 4 (mehrere Blätter entfaltet) bis 7 (erste Blätter vergilbend), **generativ 9** (völlig verblüht) bis 11 (Diasporen ausstreuend)
- w vegetativ 8 (Vergilbung bis 50%) bis 10 (abgestorben), **generativ 9** (völlig verblüht) bis 11 (Diasporen ausstreuend)

Bodenuntersuchungen: Der aktuelle Feuchtegrad des Bodens jeder der 435 Aufnahmeflächen wurde vor Ort einer der Kategorien „trocken“, „frisch“, „feucht“, „naß“ oder „submers“ zugeordnet. Bis auf wenige submerse Bestände wurde anschließend eine Bodenmischprobe entnommen und bei 40° C getrocknet. Einige Monate später erfolgte dann unter anderem die Bestimmung folgender Parameter (vgl. TÄUBER 1999):

- pH (H₂O)-Wert
- Gesamtstickstoff-Gehalt (C/N-Analyser)
- % organisches Material (nach Veraschung bei 600° C)

Ergebnisse

Ergebnisse der Aussaatsversuche

Die Keimrate von *Anagallis minima* (Abb. 3) liegt bei nassen Bedingungen zwischen 36 und 64%. Ebenso wie im Dunkeln (L2) findet auch unter nur nassen bis feuchten Bedingungen (W2) keine Keimung statt. Signifikant am höchsten ist die Keimrate nach einer Vorbehandlung der Samen im Dunkeln (naß) bei Höchsttemperaturen um 29° C und nachfolgender Exposition unter gleichen Temperaturbedingungen und weiterhin nassen Bodenverhältnissen. Die Unterschiede zwischen den Temperaturvarianten T1 und T2 sind nur bei den beiden Varianten ohne Vorbehandlung (W1) nicht signifikant (Fisher-Yates-Test, vgl. BORTZ et al. 1990). In den Varianten bei Höchsttemperaturen von 32 bis 34° C (mit und ohne Frostvorbehandlung) keimte *Anagallis minima* überhaupt nicht. Da diese Varianten 4 Monate später angesetzt wurden, könnte dafür die längere trockene Lagerung der Samen (insgesamt 11 Monate lang) verantwortlich sein. Um dies zu bestätigen oder auszuschließen, wurden die Samen 1998 (nach 18 Monaten Lagerung) erneut unter nassen und warmen Bedingungen (entsprechend Variante 2, L1-W1-T2) exponiert.

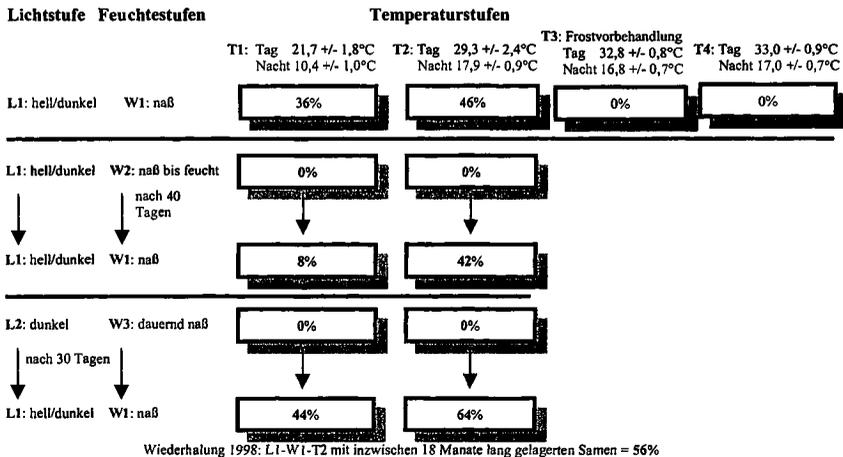
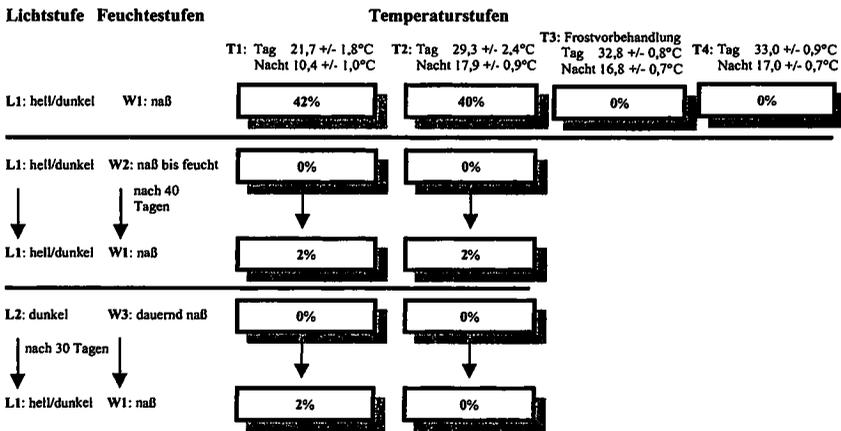


Abb. 3: Keimraten von *Anagallis minima*.

Die Keimrate beträgt 56 % und unterscheidet sich nicht signifikant von der Variante 2. Ein Absterben der Samen oder die Ausbildung einer Dormanz während der Lagerung ist also auszuschließen. Als einzig möglicher Grund für das Ausbleiben der Keimung bleibt damit nur die dauerhaft sehr hohe Temperatur am Tag (ohne große Schwankungen, bei Höchstwerten um 33° C) übrig. Das Temperatur-optimum für die Keimung von *Anagallis minima* liegt somit unter nassen Bedingungen im Bereich von 29° C (als Höchsttemperatur).

Die Samen von *Cicendia filiformis* sind nur unter nassen Bedingungen im Licht und ohne Vorbehandlung keimfähig gewesen (Abb. 4). Unterschiede zwischen den Temperaturvarianten T1 und T2 sind nicht signifikant. Eine 18-monatige trockene Lagerung vertragen die Samen nicht, wie die Wiederholung der Variante 2 (L1-W1-T2) ergeben hat. Ob zusätzlich eine Frostvorbehandlung und/oder Höchsttemperaturen von 32° C die Keimung verhindert haben, ist mit den vorliegenden Ergebnissen nicht zu klären. Die 40 Tage andauernde Vorbehandlung durch Exposition unter nur nassen bis feuchten Bedingungen (W2) führte ebenso wie die Vorbehandlung im Dunkeln (W3) dazu, daß die Samen entweder eine Dormanz ausgebildet haben oder abgestorben sind. Da die Keimlinge von *Cicendia* schon nach kurzer Zeit fast vollständig eingegangen sind, ohne Primärblätter auszubilden, ist anzunehmen, daß der Bewässerung mit Leitungswasser (pH > 8) eine wachstumshemmende Wirkung zukommt. Auf die Keimung selbst hat dies jedoch kaum einen Einfluß, da die gekeimten Samen (Varianten 1 und 2) ebenfalls mit Leitungswasser bewässert wurden.



Wiederholung 1998: L1-W1-T2 mit inzwischen 18 Monate lang gelagerten Samen = 0%

Abb. 4: Keimraten von *Cicendia filiformis*.

Diese beiden Beispiele von ozeanisch bis subozeanisch verbreiteten Arten zeigen zum einen, daß die Keimungsbedingungen für jede Art unterschiedlich sind, zum anderen aber auch Gemeinsamkeiten. Dauernd nasse Bodenbedingungen sind für die Keimung der Samen notwendig, Höchsttemperaturen von 33° C zumindest für *Anagallis minima* zu hoch. *Cicendia*-Samen bilden bei Abtrocknung eine Dormanz aus oder sterben ab. Das Keimungsverhalten weiterer Arten ist bei TAUBER (1999) nachzulesen.

Gesellschaften der Isoëto-Nanojuncetea in Niedersachsen

Nach der in Tabelle 1 vorgestellten Übersicht über die Zwergbinsengesellschaften Deutschlands gliedert sich die Ordnung Cyperetalia fuscii Pietsch 1963 in die zwei Verbände Elatino-Eleocharition ovatae Pietsch et Müller-Stoll 1968 und das Radiolion linoidis (Rivas-Goday 1961) Pietsch 1973. Das Elatino-Eleocharition ist durch folgende Arten differenziert: *Eleocharis acicularis*, *Alisma plantago-aquatica*, *Rumex maritimus*, *Polygonum lapathifolium*, *Ranunculus sceleratus* und *Oenanthe aquatica*. Differentialarten des Radiolion sind *Sagina procumbens*, *Pohlia annotina* agg., *Trifolium repens* und *Holcus lanatus*.

Das Eleocharito ovatae-Caricetum bohemicae Klika 1935 (Spalten 1-2) ist in Niedersachsen nur in Fragmenten anzutreffen. *Carex bohemica* konnte vor wenigen Jahren bei Riddagshausen (TK 3729) wiedergefunden werden. Die wenigen Vorkommen von *Eleocharis ovata* gibt es im Harz und im Wendland. Das Cypero-Limoselletum Korneck 1960 (Spalten 3-6) mit der einzigen Kennart *Limosella aquatica* ist hingegen in Niedersachsen in allen Subassoziationen anzutreffen. Trennarten der Gesellschaft sind vor allem *Riccia cavernosa* und *Botrydium granulatum*. Wuchsorte des Cypero-Limoselletum spergularietosum echinospermae befinden sich ausschließlich an der Elbe und ihren Nebenflüssen, wo zu Zeiten des regelmäßig eintretenden Sommer-Niedrigwassers weite Uferabschnitte von dieser Gesellschaft besiedelt werden. Da es sich um eine Isoëto-Nanojuncetea- und nicht um eine Bidentetea-Gesellschaft handelt (vgl. SCHAMINÉE et al. 1998), verdeutlicht der prozentuale Anteil der Arten an den Phänostufen (Tab. 2). Außer *Bidens tripartita* und *Chenopodium rubrum*, beides Arten, die in sehr kleinem Zustand ihren Entwicklungszyklus abschließen können, sind zum Zeitpunkt der Vegetationsaufnahme mit *Limosella aquatica*, *Cyperus fuscus*, (*Corrigiola litoralis*) und *Gnaphalium uliginosum* nur Isoëto-Nanojuncetea-Arten in der Lage zu blühen und zu fruchten. Alle anderen Arten der Bidentetea bzw. des Chenopodion rubri sind nur vegetativ anzutreffen. Sie können sich auf diesen Flächen auch im weiteren Verlauf des Jahres meist nicht reproduzieren, da dies regelmäßig durch ein Ansteigen des Wasserstandes verhindert wird.

Die Wuchsorte des Cypero-Limoselletum elatinetosum triandrae-hydropiperis (Spalte 5) und der *Elatine triandra-Elatine hydropiper*-Gesellschaft (Spalte 8) mit den Trennarten *Riccia huebeneriana* und *Ranunculus aquatilis* agg. befinden sich meist in Gewässern von extensiv bewirtschafteten Karpfen-Teichbetrieben, deren Erhalt und Förderung für die Bestände dieser beiden Tünel-Arten von großer Wichtigkeit ist. Die Typische Subassoziation (Spalte 4) und die Fragmentarische Ausbildung (Spalte 6) der Gesellschaft sind an der Elbe und an Stillgewässern unterschiedlicher Art ohne geographischen Schwerpunkt zu finden, ebenso wie die Bestände der *Cyperus fuscus*-Gesellschaft (Spalte 7). Die *Elatine hexandra*-Gesellschaft (Spalte 9) ist in Niedersachsen nur sehr selten an Abgrabungsgewässern anzutreffen und weist keine eigene Trennartengruppe auf. Niedersächsische Bestände mit *Juncus tenageia* müßten aufgrund fehlender Trennarten eigentlich als *Juncus tenageia*-Gesellschaft bezeichnet werden. Da deutschlandweit mit *Elatine alsinastrium* aber eine weitere – wenn auch wenig stete – Kennart vorhanden ist, wird der Name Elatino alsinastri-Juncetum tenageia Libbert 1932 bevorzugt (Spalte 10). Auch diese Gesellschaft ist in Niedersachsen sehr selten, mit den meisten Vorkommen im Wendland und der südlichen Lüneburger Heide. Nur in den Jahren

1987 und 1988 sind in der Unteren Seegeniederung Bestände beider Arten aufgetreten (KALLEN 1995). Seither ist *Elatine alsinastrum* in Niedersachsen verschollen.

Tab. 2: Prozentualer Anteil der Arten des Cypero-Limoselletum spergularietosum echinospermae an den Phänostufen (a-b = generativ 0, m-n = generativ 1-8, v-w = generativ 9-11).

	% a	% b	% m	% n	% v	% w	Stetigkeitsklasse
<i>Limosella aquatica</i>	0	9	71	0	20	0	V
<i>Cyperus fuscus</i>	0	35	65	0	0	0	III
<i>Spergularia echinosperma</i>	0	81	19	0	0	0	IV
<i>Chenopodium rubrum</i>	0	43	53	3	0	0	V
<i>Rumex maritimus</i>	0	100	0	0	0	0	III
<i>Carex acuta</i>	11	89	0	0	0	0	II
<i>Chenopodium album</i>	22	78	0	0	0	0	II
<i>Rorippa sylvestris</i>	3	90	6	0	0	0	V
<i>Phalaris arundinacea</i>	10	90	0	0	0	0	V
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	14	86	0	0	0	0	IV
<i>Artemisia annua</i>	4	91	4	0	0	0	IV
<i>Glechoma hederacea</i>	27	73	0	0	0	0	II
<i>Xanthium albinum</i>	11	89	0	0	0	0	II
<i>Barbarea stricta</i>	20	80	0	0	0	0	II
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	0	15	67	0	18	0	V
<i>Juncus bufonius</i>	3	94	0	3	0	0	V
<i>Plantago major</i> ssp. <i>intermedia</i>	3	97	0	0	0	0	V
<i>Alopecurus geniculatus</i>	13	87	0	0	0	0	IV
<i>Bidens tripartita</i>	0	46	54	0	0	0	III
<i>Polygonum lapathifolium</i>	6	88	6	0	0	0	III
<i>Conyza canadensis</i>	11	89	0	0	0	0	III
<i>Ranunculus sceleratus</i>	30	70	0	0	0	0	II
<i>Corrigiola litoralis</i>	0	56	44	0	0	0	II

Im Radiolion linoidis ist das Cicendietum filiformis Allorge 1922 (Spalten 11-14) deutlich gekennzeichnet durch *Cicendia filiformis*, *Anagallis minima* und *Radiola linoides*; auf Sylt tritt *Juncus pygmaeus* hinzu (vgl. PETERSEN 1999). Nicht nur in Niedersachsen treten die drei erstgenannten Arten zusammen mit *Carex serotina* (= *Carex viridula* ssp. *viridula*) regelmäßig gemeinsam auf. Ihre Bestände lassen sich deshalb nicht in mehrere Assoziationen auftrennen (s. TÄUBER 1998a, vgl. hingegen z.B. OBERDORFER 1992, POTT 1995). Die letzten Vorkommen von *Cicendia filiformis* sind auf die besser wasserversorgte Böden anzeigende Subassoziation Cicendietum hydrocotyletosum (Spalte 12) beschränkt, die überwiegend im nordwestlichen Teil Niedersachsens zu finden ist. Hier haben unter anderem auch die Lebermoose *Fossombronina foveolata* und *Riccardia incurvata* ihren eindeutigen Schwerpunkt. In Niedersachsen ist das Cicendietum centauretosum (Spalte 14) fast ausschließlich auf die Ostfriesischen Inseln beschränkt. Einzige Ausnahmen sind ein Straßengraben am Truppenübungsplatz Bergen-Hohne und die „Salzquelle“, ein Abgrabungsgewässer im Landkreis Holzminden.

In den nordniedersächsischen Sandgebieten etwas weiter verbreitet ist das Spergulario-Illecebretum verticillati Diem. et al. 1940 em. Siss. 1957 (Spalten 16-18), das durch *Illecebrum verticillatum* charakterisiert und durch *Corrigiola litoralis* und *Spergula arvensis* differenziert ist. *Spergularia rubra* ist auf die trockenere Bodenbedingungen anzeigende Subassoziation Spergulario-Illecebretum rumiceto-

sum acetosellae (Spalte 17) beschränkt. Wenige Vorkommen von *Illecebrum verticillatum* bzw. des Spergulario-Illecebretum ranunculetosum flammulae (Spalte 16) sind auch an einigen Teichen bei Clausthal-Zellerfeld zu finden (s. BAUMANN & TÄUBER 1999). Die subatlantisch-westmediterrane verbreitete Knorpelmiere (vgl. LAMPE 1996) hat hier auf etwa 560m ü.NN ihre einzigen Wuchsorte im niedersächsischen Bergland (vgl. GARVE 1994).

Bisher nur aus Tschechien von AMBROZ (1939) und aus der Lausitz von PIETSCH (1996), nicht aber aus Niedersachsen, beschrieben war das Junco bufonii-Gypsophiletum muralis (Ambroz 1939) Pietsch 1996 (Spalte 19), das neben der Kennart *Gypsophila muralis* mit *Riccia glauca*, *Bryum argenteum*, *Matricaria discoidea* und *Polygonum aviculare* eine deutliche Trennartengruppe aufweist. Diese zu den Plantaginetea vermittelnde Gesellschaft ist mit dem höchsteten Vorkommen von *Gnaphalium uliginosum*, *Juncus bufonius* und *Plantago major* ssp. *intermedia* klar als Isoëto-Nanojuncetea-Gesellschaft gekennzeichnet. Die Vorkommen dieser seltenen, meist Wegränder in Kiesabbaugebieten und lichte Waldwege besiedelnden, Gesellschaft befinden sich überwiegend im Süden Niedersachsens (TÄUBER & GARVE 1999).

Nur schwach durch *Stellaria uliginosa*, *Ranunculus repens* und *Poa trivialis* differenziert ist das Stellario uliginosae-Isolepidetum setacei Libbert 1932 em. Moor 1936 (Spalte 20). Da die Kennart *Isolepis setacea* z.B. auch im Cicendietum gelegentlich vorkommt, werden nur Bestände zu dieser Assoziation gerechnet, die neben *Isolepis* auch mindestens eine Trennart aufweisen, die anderen Bestände als *Isolepis setacea*-Gesellschaft (Spalte 21) abgetrennt. Damit ergibt sich ein Schwerpunkt der Assoziation im wechsellässigen Grünland, wo durch extensive Beweidung regelmäßig offene Bodenbereiche entstehen.

Die *Peplis portula*-Ordnungsbasal- und die *Juncus bufonius*-Klassenbasalgemeinschaft (Spalten 24, 25) sind in Niedersachsen wie auch deutschlandweit noch weiter verbreitet. *Cyperus flavescens* ist in Niedersachsen ausgestorben, aber auch im übrigen Bundesgebiet läßt sich mit den wenigen derzeit verarbeiteten Aufnahmen, in denen das Gelbliche Zypergras vorkommt, nur eine differentialartenlose *Cyperus flavescens*-Gesellschaft (Spalte 23) abgrenzen.

Bodenökologische Charakterisierung der niedersächsischen Zwergbinsengesellschaften

Die Mittelwerte der pH-Werte (Tab. 3) differenzieren weder die beiden Verbände noch die Assoziationen deutlich voneinander und liegen meist zwischen 5,3 und 6,2. Die höchsten Werte werden mit 6,6 im Cypero-Limoselletum spergularietosum von der Elbe, im Cicendietum centauretiosum von den Ostfriesischen Inseln (6,5) und mit 7,3 in der *Centaurium pulchellum*-Gesellschaft erreicht. Deutlich sind die beiden Verbände jedoch durch die Stickstoffgehalte der Böden zu unterscheiden. Während im Eleocharition relativ hohe Werte von 0,21-0,79 % erreicht werden, sind die Gesellschaften im Radiolion durch besonders niedrige Stickstoffgehalte von 0,07-0,10 % im Cicendietum und 0,12-0,18 % im Spergulario-Illecebretum gekennzeichnet. Einzige Ausnahme ist das Elatino alsinastri-Juncetum tenageiae, das nach dem Stickstoffgehalt der Böden eher in das Radiolion zu stellen wäre. Der Grund für die verschiedenen N-Gehalte liegt im unterschiedlichen Gehalt an organischer Substanz begründet, der im Eleocharition dementsprechend höher ist.

Tab. 3: Ergebnisse von Bodenanalysen (Mittelwerte) und prozentualer Anteil an den Bodenfeuchtestufen der niedersächsischen Isoëto-Nanojuncetea-Gesellschaften.

	Mittelwerte			%					
	pH	% N	% org	tro	fri	feu	nas	sub	n
<u>Elatino-Eleocharition</u>									
Eleocharito-Caricetum-Fragment	4,6	0,79	18	0	17	17	67	0	6
Cypero-Limoselletum-Fragment	6,4	0,38	11	4	7	11	61	18	28(30)
Cypero-Limoselletum typicum	6,1	0,21	5	0	0	40	60	0	10
Cypero-Limoselletum spergularietosum	6,6	0,51	12	0	17	71	11	0	35
Cypero-Limoselletum elatinetosum	6,3	0,38	10	0	0	25	75	0	8
<i>Elatine triandra-E. hydropiper</i> -Ges.	5,6	0,21	7	0	7	20	61	11	44
Elatino alsinastri-Juncetum tenageiae	5,8	0,07	3	0	0	48	52	0	25
<u>Radiolion linoidis</u>									
Cicendietum hydrocotyletosum	5,5	0,07	2	3	20	53	23	0	64
Cicendietum-Fragment	5,9	0,10	3	0	53	42	5	0	19
Cicendietum centauretiosum	6,5	0,10	3	48	22	26	4	0	27
<i>Centaureum pulchellum</i> -Ges.	7,3	0,10	5	7	43	29	21	0	14
Spergulario-Illecebretum ranunculetosum	5,7	0,18	5	11	26	42	21	0	19
Spergulario-Illecebretum typicum	5,3	0,14	4	22	33	33	11	0	9
Spergulario-Illecebretum rumicetosum	5,3	0,12	5	45	39	9	6	0	33
Junco bufonii-Gypsophiletum	6,0	0,17	5	31	46	15	8	0	13
Stellario-Isolepidetum	6,2	0,15	4	0	10	55	35	0	20
<i>Isolepis setacea</i> -Gesellschaft	5,7	0,08	3	0	0	71	14	14	7
<u>Basalgesellschaften</u>									
<i>Peplis portula</i> -Gesellschaft	5,5	0,18	5	0	9	24	58	0	33
<i>Juncus bufonius</i> -Gesellschaft	6,2	0,28	9	13	25	38	25	0	8

Deutlich unterscheidet sich auch der prozentuale Anteil der Aufnahmen jeder Vegetationseinheit an den Bodefeuchtestufen. Während im Eleocharition überwiegend nasse Bedingungen zum Aufnahmezeitpunkt (d.h. überwiegend zum Zeitpunkt der optimalen Entwicklung) anzutreffen waren, sind die Gesellschaften des Radiolion zum Aufnahmezeitpunkt meist schon weiter abgetrocknet gewesen. Auch der postulierte Unterschied der hydrologischen Bedingungen in den Subassoziationen des Cicendietum und des Spergulario-Illecebretum wird durch diese Untersuchung bestätigt.

Schriftum

- AHLMER, W. (1989): Die Donau-Auen bei Osterhofen. Eine vegetationskundliche Bestandsaufnahme als Grundlage für den Naturschutz. – *Hoppea* 47, 403-503.
- ALTROCK, M. (1987): Vegetationskundliche Untersuchungen am Vollstedter See unter besonderer Berücksichtigung der Verlandungs-, Niedermoor- und Feuchtgrünland-Gesellschaften. – *Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schlesw.-Holst. Hamburg* 37, 1-128.
- AMBROZ, J. (1939): Kretena obnazena pudy rybnicene v. oblasti trebonske. – *Die Flora des nackten Teichbodens im Wittingauer Gebiet. – Spornik prirod. Kluba Jincave* 2, 3-84.
- BANK-SIGNON, I. & PATZKE, E. (1986): Die Vegetation der Drover Heide unter besonderer Berücksichtigung ihrer Strandlings- und Zwergbinsengesellschaften. – *Decheniana* 139, 38-57.
- BAUMANN, H., WAHRENBURG, W. (1995): Die seltenen Pflanzen des Böblinger Panzerplatzes unter besonderer Berücksichtigung der Zwergbinsengesellschaften. – *Jh. Ges. Naturk. Württemberg* 151, 185-215.
- BAUMANN, K., TÄUBER, T. (1999): Kleinseggenriede und Zwergbinsen-Gesellschaften der Stauteiche des Westharzes. – *Ökologische Bedingungen und Schutzkonzepte. – Hercynia* 32/1 (im Druck).
- BERNHARDT, K.-G. (1990): Die Pioniervegetation der Ufer nordwestdeutscher Sandabgrabungsflächen. – *Tuexenia* 10, 83-97.

- BERNHARDT, K.-G. (1993): Untersuchungen zur Besiedlung und Dynamik der Vegetation von Sand-Schlickpionierstandorten. – Diss. Bot. 202, 1-224.
- BERNHARDT, K.-G. (1995): Die Bedeutung der Diasporenbank im Boden für vegetationslenkende Maßnahmen im Biotop- und Artenschutz am Beispiel von Uferpioniervegetation. – Z. f. Kulturtechnik und Landesentwicklung 36, 274-282.
- BOLBRINKER, P. (1984): Zum Vorkommen des *Elatino alsinatri-Juncetum tenageiae* Libbert 33 in Mittelmecklenburg. – Gleditschia 11, 161-177.
- BRACKEL, W. VON, FRANKE, T., MEßLINGER, U. & SUBAL W. (1990): Seltene Zwergbinsen in Franken. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 61, 217-227.
- BRUELHEIDE, H. (1995): Die Grünlandgesellschaften des Harzes und ihre Standortsbedingungen. Mit einem Beitrag zum Gliederungsprinzip auf der Basis von statistisch ermittelten Artengruppen. – Diss. Bot. 244, 1-338.
- DIEKJOBST, H. (1986): Präsenzschwankungen und Vergesellschaftung der Elatine-Arten an den Teichen der Westerrwälder Seenplatte. – Abh. Westf. Mus. Naturk. 48 (2/3), 243-261.
- DIEKJOBST, H. (1987): Die Pionierv egetation an der abgelassenen Fürwigg-Talsperre (Sauerland). – Natur Heimat 47 (3), 89-104.
- DIERSCHKE, H. (1989): Symphänologischer Aufnahme- und Bestimmungsschlüssel für Blütenpflanzen und ihre Gesellschaften in Mitteleuropa. – Tuexenia 9, 477-484.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. – 683 S.; Stuttgart.
- DISTER, E. (1980): Geobotanische Untersuchungen in der Hessischen Rheinaue als Grundlage für die Naturschutzarbeit. – Diss. Univ. Göttingen, 170 S.; Göttingen.
- EBER, W. (1974): Die *Elatine alsinastrum-juncus tenageia* Gesellschaft Libbert 1932. – Mitt. Florist.-Soziol. Arbeitsgem. N.F. 17, 17-21.
- FISCHER, W. (1973): Zum Vorkommen des *Elatino alsinatri-Juncetum tenageiae* auf der Nauener Platte (Brandenburg). – Gleditschia 1, 83-88.
- FRANKE, T. (1984): *Juncus tenageia* Erhart – eine Rarität in Bayern. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 55, 75-77.
- FRANKE, T. (1987): Pflanzengesellschaften der Fränkischen Teichlandschaft. – Ber. Naturforsch. Ges. Bamberg 59 (2), 1-192.
- GALUNDER, R. (1988): Floristische und vegetationskundliche Untersuchungen der Talsperren des Oberbergischen Kreises unter Berücksichtigung ihrer Standortverhältnisse. – Decheniana 141, 58-85.
- GARNIEL, A. (1993): Die Vegetation der Karpfenteiche Schleswig-Holsteins. Inventarisierung – Sukzessionsprognose – Schutzkonzepte. – Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schlesw.-Holst. Hamburg 45, 1-322.
- GARVE, E. (1993): Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen. 4. Fassung. – Informationsd. Natursch. Nieders. 13(1), 1-37.
- GARVE, E. (1994): Atlas der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen. – Natursch. Landschaftspfl. Nieders. 30(1-2), 1-895.
- HÜPPE, J. (1992): Zum Vorkommen der Knorpelmiere (*Illecebrum verticillatum* L.) und ihre Vergesellschaftung zwischen Ems und Haase. – Natur Heimat 52(2), 41-48.
- ILLIG, H. (1975): Zur Vegetation der Dorfteiche in der nordwestlichen Niederlausitz. – Gleditschia 3, 163-170.
- KALLEN, H.W. (1995): Das Vorkommen der Quirltänel-Sandbinsen-Gesellschaft (*Elatino alsinatri-Juncetum tenageiae* Libbert 1933) im NSG „Untere Seegeniederung“ (Landkreis Lüchow-Dannenberg/Niedersachsen). – Tuexenia 15, 367-372.
- KAPLAN, K. & OVERKOTT-KAPLAN, L. (1987): Neufunde des Fadenenzians (*Cicendia filiformis*) im nordwestlichen Westfalen und der angrenzenden Grafschaft Bentheim. – Natur Heimat 47, 130-132.
- KIFFE, K. (1988): Botanische Beobachtungen in einer Sandabgrabung. – Natur Heimat 48 (1), 27-29.
- KRAUSCH, H.-D. (1974): *Ludwigia palustris* (L.) in der Niederlausitz. – Niederlausitzer Florist. Mitt. 7, 23-32.
- LAMPE, M. VON (1996): Wuchsform, Wuchsrhythmus und Verbreitung der Arten der Zwergbinsengesellschaften. – Diss. Bot. 266, 1-357.
- LIENENBECKER, H., PETRUCK, CH. (1972): Einige seltene Pflanzengesellschaften des nördlichen Münsterlandes. – Natur Heimat 32(1), 25-28.
- LOOS, G.H. (1989): Die Ackerkleinlinggesellschaft (*Centunculo-Anthocerotetum punctati* (W. Koch 1926), Moor 1936) auf einem Baugelände bei Kamen-Methler. – Natur Heimat 49(3), 91-95.
- MANEGOLD, F.J. (1981): Pflanzengesellschaften der Gewässer und Feuchtbiootope der Senne. – Ber. Naturwiss. Ver. Bielefeld Sonderh. 3, 51-154.

- MANG, F.W.C. (1984): Besiedlung belasteter Industrie- und Hafenfleichen in Hamburg (2. Bericht). – Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schlesw.-Holst. Hamburg 33, 187-206.
- MAY, P. (1988): Flutrasen- und Flußknöterich-Gesellschaften am Unteren Niederrhein. – Unveröff. Diplomarb. Univ. Münster. – In: VERBÜCHELN, G., HINTERLANG, D., PARDEY, A., POTT, R., RAABE, U. & VAN DE WEYER, K. (1995): Rote Liste der Pflanzengesellschaften in Nordrhein-Westfalen. – LÖLF-Schriftenreihe 5, 1-318.
- MÜLLER, T. (1975): Zur Kenntnis einiger Pioniergesellschaften im Taubergießeengebiet. – In: Das Taubergießeengebiet. – Natur- u. Landschaftsschutzgeb. Baden-Württ. 7, 284-303.
- MÜLLER, T. (1985): Die Vegetation (an der ausgebauten unteren Murr). – Ökol. Untersuchungen an der ausgebauten unteren Murr 1, 113-194.
- NEUHAUS, R. (1987): Vegetationskundliche Untersuchungen der Feuchtheiden in Dünetälern (Nordfriesische Inseln). – Staatsexamensarbeit Univ. Kiel, 72 S.; Kiel.
- NIGGE, K. (1988): Nährstoffarme Feuchtgebiete im Südwesten der Westfälischen Bucht -Vegetation und Naturschutzsituation. – Abh. Westf. Mus. Naturk. 50(2), 90 S.
- OBERDORFER, E. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I. 3. Aufl., 314 S.; Jena, Stuttgart.
- OESAU, A. (1972): Zur Soziologie von *Limosella aquatica* L. – Beitr. Biologie der Pflanzen 48, 377-397.
- OESAU, A. (1978): Eine seltene Flutrasengesellschaft, das Ranunculo-Myuretum minimi, bei Wittlich. – Mitt. Pollichia 66, 109-116.
- PARDEY, A. (1991): Die Vegetation sekundärer Kleingewässer in Nordwestdeutschland – Syndynamische und synökologische Aspekte. – Diss. Univ. Hannover, 211 S.; Hannover.
- PETERSEN, J. (1999): Die Dünenalvegetation der Wattenmeer-Inseln in der südlichen Nordsee. Eine pflanzensoziologische und ökologische Vergleichsuntersuchung unter Berücksichtigung von Nutzung und Naturschutz. – Diss. Univ. Hannover, 203 S.; Hannover.
- PHILIPPI, G. (1977): Vegetationskundliche Beobachtungen an Weihern des Stromberggebietes um Maulbronn. – Veröff. Landesst. Natursch. Landschaftspf. Bad.-Württ. 44/45, 9-50.
- PHILIPPI, G. (1978): Die Vegetation des Altrheingebietes bei Rußheim. – In: Der Rußheimer Altrhein, eine nordbadische Auenlandschaft. Natur- u. Landschaftsschutzgeb. Bad.-Württ. 10, 103-267.
- PHILIPPI, G. (1980): Die Vegetation des Altrheins Kleiner Bodensee bei Karlsruhe. – Beitr. Naturk. Forsch. Südwestdeutschl. 39, 71-114.
- PHILIPPI, G. (1985): Das Eleocharietum acicularis im südlichen und mittleren Oberrheingebiet. – Tuexenia 5, 59-72.
- PIETSCH, W. (1996): Bemerkungen zur Entwicklung der Zwergbinsengesellschaften (Cyperetalia fuscii Pietsch 1963) in der Lausitzer Niederung. – Abh. Naturwiss. Ver. Bremen 43(2), Festschrift Cordes, 281-287.
- POSCHLOD P., BONN, S. & BAUER, U. (1996): Ökologie und Management periodisch abgelassener und trocken fallender kleiner Stehgewässer im oberschwäbischen und schwäbischen Voralpengebiet – Vegetationskundlicher Teil. – In: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Management Stehgewässer, 515 S.; Karlsruhe.
- POTT, R. (1995): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. – 2. Aufl. 622 S.; Stuttgart.
- PREISING, E., VAHLE, H.-C., BRANDES, D., HOFMEISTER, H., TÜXEN, J. & WEBER, H.E. (1995): Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens – Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme. Einjährige ruderaler Pionier-, Tritt- und Ackerwildkrautgesellschaften. – Natursch. Landschaftspf. Nieders. 20(6), 1-92.
- RAABE, U. (1980): Zwei Fundorte der Kopfbinsse, *Juncus capitatus* Weigel, im Kreis Gütersloh. – Natur Heimat 40, 112-114.
- RAABE, U., LIENENBECKER, H. (1982): Neue Funde des Schwarzbraunen Zypergrases (*Cyperus fuscus* L.) in Ostwestfalen. – Natur Heimat 42(3), 85-90.
- RIEDL, U. (1985): Beobachtungen am Eleocharito ovatae-Caricetum bohemicae (Klika 35 em. Pietsch 61) des Hofmanns-Weiher (Westerwälder Seenplatte). – Decheniana 138, 7-12.
- SALISBURY, E.J. (1967): On the reproduction and biology of *Elatine hexandra* (Lapierre) DC., a typical species of exposed mud. – Kew Bull. 21(1), 139-149.
- SALISBURY, E.J. (1967a): The reproduction and germination of *Limosella aquatica*. – Ann. Bot. 31, 147-162.
- SALISBURY, E.J. (1968): The reproductive biology and occasional seasonal dimorphism of *Anagallis minima* and *Lythrum hyssopifolia*. – Watsonia 7, 25-39.

- SALISBURY, E.J. (1970): The pioneer vegetation of exposed muds and its biological features. – Philosophical Transactions of the Royal Society London, Ser. B 259, 207-255.
- SCHAMINÉE, J.H.J., WEEDA, E.J. & WESTHOFF, V. (1998): De vegetatie van Nederland. Deel. 4. Plantengemeenschappen van de kust en van binnenlandse pioniermilieus, 346 S.; Uppsala, Leiden.
- SCHRÖDER, E. (1989): Der Vegetationskomplex der Sandtrockenrasen in der Westfälischen Bucht. – Abh. Westf. Mus. Naturk. 51/2, 3-94.
- SPRINGER, S. (1987): Pflanzengesellschaften im außeralpinen Teil des Kreises Berchtesgadener Land. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 58, 79-104.
- SPRINGER S. (1995): Zwergbinsen- und Flutrasen-Gesellschaften im Landkreis Altötting. Ber. Bayer. Bot. Ges. 65, 65-70.
- SPRINGER, S. (1997): Gewässer- und Ufervegetation im Landkreis Altötting. – Hoppea 58, 217-251.
- STARKMANN, T., LINNENBRINK, D. & FARTHMAN, T. (1993): Bemerkenswerte Pflanzengesellschaften und -arten des Standortübungsplatzes Dorbaum bei Münster-Handorf. – Natur Heimat 53(1), 25-30.
- TÄUBER, T. (1994): Vegetationsuntersuchungen auf einem Panzerübungsgelände im Naturschutzgebiet Lüneburger Heide. – Tuexenia 14, 197-228.
- TÄUBER, T. (1998): Methode zur Durchführung von Keimungsversuchen unter definierten Temperatur- und hydrologischen Bedingungen. – Tuexenia 18, 473-476.
- TÄUBER, T. (1998a): Neu- und Wiederfunde von Arten der Zwergbinsen-Gesellschaften in Niedersachsen. Teil 1: Landkreise Soltau-Fallingb. (SFA), Celle (Ce) und Gifhorn (Gf). – Flor. Rundbr. 32(1), 74-80.
- TÄUBER, T. (1999): Zwergbinsen-Gesellschaften in Niedersachsen.- Verbreitung, Gliederung, Dynamik, Keimungsbedingungen der Arten, Schutzkonzepte. – Diss. Univ. Göttingen, 267 S.
- TÄUBER, T. & GARVE, E. (1999): Verbreitung und Vergesellschaftung von *Gypsophila muralis* L. in Niedersachsen und Bremen. – Abh. Naturwiss. Ver. Bremen 44(2), Festschrift Kubbier (im Druck)
- THOMPSON, K., BAKKER, J. & BEKKER, R. (1997): The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity. – Cambridge Univ. Press, 275 p.; Cambridge.
- TÜRK, W. (1993): Pflanzengesellschaften und Vegetationsmosaik im nördlichen Oberfranken. – Diss. Bot. 207, 1-290.
- TÜXEN, R. (1937): Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. – Mitt. Florist.-Soziol. Arbeitsgem. Nieders. 3, 3-170.
- ULLMANN, I. (1977): Die Vegetation des südlichen Maindreiecks. – Hoppea 36(1), 5-190.
- VAHLE, H.-C. (1978): Zwei Fundorte des Schwarzbraunen Zypergrases (*Cyperus fuscus* L.) in Bielefeld. – Natur Heimat 38, 136-138.
- VOGEL, A. (1997): Die Verbreitung, Vergesellschaftung und Populationsbiologie von *Corrigiola littoralis*, *Illecebrum verticillatum* und *Herniaria glabra* (Illecebraceae). – Diss. Bot. 289, 1-282.
- WEYER, K. v.D. (1996): Anmerkungen zur Vegetation der Hausdülmener Fischreiche (Kreis Coesfeld). – Natur Heimat 56(2), 41-50.
- WINTERHOFF, W. (1993): Die Pflanzenwelt des NSG Eriskircher Ried am Bodensee. – Beih. Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ. 69, 1-280.
- WISSKIRCHEN, R., HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – 765 S. Stuttgart.
- Zahlheimer, W.A. (1979): Vegetationsstudien in den Donauauen zwischen Regensburg und Straubing als Grundlage für den Naturschutz. – Hoppea 38, 3-398.

(Am 22. Februar 1999 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Cleandrium filiformis (11-14); 13 = Fragmentarische Ausbildung

Radiola linoidea A I IV III III
 Anagallis minima A I III IV I III IV
 Carex serotina DA I III III II II I + + II

d Cf. juncetostum pygmaei (11)

Juncus pygmaeus A V
 Salix repens IV I II
 Littorella uniflora I II II +
 Gymnocolea inflata II +
 d 11, d 12 I I IV III I I +
 Hydrocotyle vulgaris I I I III I I +
 Posombronia foveolata I I I III I I +
 d Cf. hydrocotyletosum vulgare (12) III I +
 Cicendia filiformis A II +
 Riccardia incurvata II I +
 Atrichum tenellum II I +
 Potentilla erecta II I +
 Molania caerulea II I +
 Prosera rotundifolia II I +
 Eriica tetralix II I +
 Prosra intermedia II I +
 Polytrichum commune II I +
 d Cf. centaureiosum littoralis (14); D Centaurium pulchellum-Gesellschaft (15)

Centaurium pulchellum K I + I I I IV V
 Centaurium littorale I II
 Sagina nodosa I II
 Odontites ruber agg. I III
 Linum catharticum I III +
 Lotus corniculatus I III I
 Juncus gerardi I III I
 Carex arenaria I III I
 Leontodon saxatilis I III I
 Potentilla reptans I III I
 Juncus inflexus I III I
 Carex flacca I III I
 Festuca rubra I III I
 Plantago coronopus I III I

Spergulario-Illecebretum (16-18); 18 = S.-I. typicum

Illecebrum verticillatum A +
 Corrigiola littoralis DA I II I
 Spergularia arvensis DA III III II I + + F

d S.-I. ranunculifolium flammulae (16)

Juncus bulbosus II + I I I
 Ranunculus flammula + I + I I I
 Agrostis canina I X + I I I
 Wetcha arvensis I + I I I
 Polygonum persicaria I X I + I I I
 Veronica scutellata I + I I I

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	2	355-368	1999	Freiburg im Breisgau 23. September 1999
--	---------	---	---------	------	--

Littorelletea- und Isoëto-Nanojuncetea- Gesellschaften der niederländischen, deutschen und dänischen Inseln des Wattenmeeres

von

JÖRG PETERSEN, Hannover*

Zusammenfassung: Im Rahmen eines Forschungsprojektes sind 17 Inseln des niederländischen, deutschen und dänischen Wattenmeeres unter pflanzensoziologischen und ökologischen Gesichtspunkten sowie unter Berücksichtigung von Nutzungs- und Naturschutzaspekten bearbeitet worden.

Typische Pflanzengesellschaften dieses Lebensraumes sind die Littorelletea- und Isoëto-Nanojuncetea-Vegetationseinheiten Samolo-Littorelletum und Cicendietum filiformis. Das Cicendietum filiformis läßt sich auf der Grundlage sowohl floristischer als auch standörtlicher Parameter in vier Subassoziationen untergliedern, während sich beim Samolo-Littorelletum eine Differenzierung in ein junges bzw. typisches Stadium und ein Altersstadium als sinnvoll erweist. Die geographische Verbreitung der Littorelletea- und Isoëto-Nanojuncetea-Gesellschaften auf den Wattenmeer-Inseln ist sowohl im Zusammenhang mit standörtlichen Gegebenheiten als auch durch Unterschiede in bezug auf Naturschutz-Maßnahmen bzw. kulturhistorische Nutzungen zu interpretieren. Hierbei sind Plaggenhieb, Beweidung und Mahd in der heutigen Zeit anerkannte Naturschutzmaßnahmen, die sich auf eine Vielzahl von Vegetationseinheiten der Hygroserie positiv auswirken bzw. eine Voraussetzung für deren Vorkommen sind. Deshalb ist einer der gravierendsten negativen Einflüsse auf die Vegetationseinheiten des Ökosystems Dünenal, daß diese kulturhistorischen Nutzungen – mit Ausnahme der Westfriesischen Inseln – kaum noch angewandt werden.

Summary: Within the scope of the research project the 17 islands of the Dutch, German and Danish Wadden Sea have been studied on considering phytosociology and ecology as well as aspects of land use and nature conservation.

Littorelletea and Isoëto-Nanojuncetea vegetation units are typical plant communities of moist dune slacks. Cicendietum filiformis can be classified on the basis of floristic and ecological parameters into four plant communities of a lower syntaxonomic level. On the other hand, Samolo-Littorelletum is characterized as a young or typical and as an old vegetation stage. The distribution pattern of the Littorelletea and Isoëto-Nanojuncetea vegetation units on the Wadden Sea islands refers

* Anschrift des Verfassers: Dr. JÖRG PETERSEN, Institut für Geobotanik der Universität Hannover, Nienburger Str. 17, D-30167 Hannover

to the ecological parameters and the different methods of nature conservation and historical forms of land use. Sod-cutting, grazing and mowing are accepted methods of nature conservation today. They have a positive effect on many vegetation units of the hygrosera or they are even necessary for their occurrence. It is therefore extremely negative that these historical forms of land use are hardly used anymore except on the West-Frisian Islands.

Einleitung

Im Nordseeküstenbereich hat sich mit dem Wattenmeer ein auf der Welt einmaliger Lebensraum entwickelt, wobei die Wattenmeerregion eines der letzten großräumigen naturnahen Ökosysteme Mitteleuropas ist. Von zentraler Stellung sind



Abb. 1: Lage und Übersicht der 17 Inseln des Untersuchungsgebietes im niederländischen, deutschen und dänischen Wattenmeer (verändert nach Common Wadden Sea Secretariat, o.J.).

hierbei die Wattenmeer-Inseln, die das Untersuchungsgebiet der durchgeführten überregionalen Vergleichsuntersuchung sind. Hierzu gehören: die fünf Westfriesischen Inseln Texel, Vlieland, Terschelling, Ameland und Schiermonnikoog, die sieben Ostfriesischen Inseln Borkum, Juist, Norderney, Baltrum, Langeoog, Spiekeroog und Wangerooge, die drei Nordfriesischen Inseln Föhr, Amrum und Sylt sowie die beiden Dänischen Inseln Rømø und Fanø (vgl. Abb. 1).

Die Küstenvegetation läßt sich nach landschaftsökologischen Kriterien in Haloserie (Pflanzengesellschaften der Salzwiesen), Xeroserie (Pflanzengesellschaften der trockenen Dünen) und Hygroserie (grundwasserbedingte Pflanzengesellschaften der feuchten Dünentäler) einteilen.

Eine umfassende Kenntnis über das Vorkommen und den Zustand der grundwasserabhängigen Vegetation der Wattenmeer-Inseln erscheint umso bedeutsamer, da es sich bei den Vegetationseinheiten der Hygroserie um die am meisten bedrohten Pflanzengesellschaften der Küstenvegetation handelt (vgl. WESTHOFF et al. 1993) und die feuchten Dünentäler zu den „von der Vernichtung bedrohten oder stark gefährdeten Biotoptypen“ gehören (POTT 1996, s.a. VON DRACHENFELS 1996).

Dünentäler können auf Grund ihrer Genese in primäre und sekundäre untergliedert werden. Während die primären Dünentäler durch inselparallele Anlagerung eines neuen Dünenzuges entstehen, bilden sich die sekundären Dünentäler durch Ausblasungs-Erosion – bis auf das Niveau des Grundwassers – in älteren Dünenbereichen (vgl. van Dieren 1934, Pott 1995b).

Von den bearbeiteten Pflanzengesellschaften der feuchten Dünentäler werden nachfolgend Ergebnisse der Littoretetea- und Isoëto-Nanojuncetea-Gesellschaften sowie deren ökologische Stellung in der Hygroserie anhand eines Ökogrammes aufgeführt.

Methoden

In den Jahren 1994 bis 1997 wurde die Erfassung der Vegetation der feuchten Dünentäler durchgeführt. Diese erfolgte nach der klassischen Methode von BRAUN-BLANQUET (1964), wobei die verfeinerte Schätzsкала nach REICHELT & WILMANN (1973) angewandt wurde. Es sind 1073 Vegetationsaufnahmen angefertigt und insgesamt ein Datenmaterial von 2775 (davon Littoretetea: 604, Isoëto-Nanojuncetea: 391) Vegetationsaufnahmen ausgewertet worden. Die bearbeiteten Aufnahmen wurden hierbei anhand der Zeitgrenze von 1980 in historisches und aktuelles Datenmaterial getrennt (vgl. PETERSEN 1999). Als Grundlage für die Nomenklatur der Taxa diente VAN DER MEIJDEN (1990). Die Benennung der Pflanzengesellschaften erfolgte in der Regel nach WESTHOFF & DEN HELD (1969), POTT (1995) und SCHAMINÉE et al. (1995).

Unter den Standortbedingungen der feuchten Dünentäler sind besonders der Feuchtegrad und die Bodenazidität von Bedeutung. Für die Ermittlung der pH-Werte (elektrometrische Messungen) und auch der organischen Substanz (Verglühen bei 550° C) wurden 719 Bodenproben ausgewertet. Der Feuchtegrad der einzelnen Pflanzengesellschaften ist nicht direkt erfaßt worden, denn im Rahmen der Untersuchungen war es nicht möglich, ein Grundwassermeßstellennetz zu errichten, das allgemeingültige Daten liefert. Hierfür müßten zumindest monatliche Messungen über viele Jahre in zahlreichen Dünentälern des gesamten Unter-

suchungsgebietes vorgenommen werden. Aus diesem Grund wurden die Feuchtezahlen nach Ellenberg berechnet. Laut ELLENBERG et al. (1992) handelt es sich bei der Feuchtezahl um den am besten gesicherten Zeigerwert, dem zahlreiche Untersuchungen und Beobachtungen über Beziehungen zwischen Pflanzengesellschaften und Grundwasserständen zu Grunde liegen, so daß eine relativ gute Einstufung möglich ist (vgl. DIERSCHKE 1994). Neben den Feuchtezahlen wurden die Stickstoff- und Salzzahlen (ungewichtete, qualitative mittlere Zeigerwerte) ausgewertet.

Mittels der durchschnittlichen pH (H₂O)-Werte, der mittleren Feuchtezahlen und der mittleren Artenzahlen konnte ein Ökogramm angefertigt werden, wodurch sich die Vegetationseinheiten der feuchten Düntentäler gut charakterisieren und voneinander differenzieren lassen (vgl. Abb. 2).

Ergebnisse

1. Littorelletea uniflorae Braun-Blanquet et Tüxen 1943

Tab. 1: Gesamtübersicht der Littorelletea-Vegetationseinheiten auf den Inseln des Wattenmeeres vor und nach 1980.

Inseln:	Westfriesische					Ostfriesische						Nordfriesische			Dänische		
	Te	Vi	Te	Am	Sc	Bo	Ju	No	Ba	La	Sp	Wa	Fö	Am	Sy	Rø	Fa
Littorelletea																	
Hydrocotylo-Baldellion																	
Pilularietum globuliferae			●												○	⊗	
Scirpetum fluitantis	⊗		●											●		⊗	⊗
Apium inundatum-Lythrum portula-Ges.			●	⊗				○				⊗		⊗	●	⊗	
Eleocharitetum multicaulis	○	○	●											○	●	●	⊗
Samoio-Littorelietum	●	●	●	●	●	●											
Potamion-graminei																	
Sparganietum minimi																	⊗
Echinodoro-Potamogetonum graminei	⊗		●			⊗											⊗
Ges. der Littorelletea																	
Echinodorus ranunculoides-Ges.	⊗		●		⊗	○											⊗
Potamogeton polygonifolius-Ges.	○	⊗	●									⊗		⊗		⊗	⊗
Juncus bulbosus-Ges.	⊗	●	●		⊗			⊗						●	●	⊗	⊗
Littorelia uniflora-Ges.	⊗	○	●	⊗	●	⊗						●			●	⊗	
● vor und nach 1980 durch Vegetationsaufnahmen belegt	⊗ nach 1980 durch Vegetationsaufnahmen belegt					○ vor 1980 durch Vegetationsaufnahmen belegt											

Auf den Inseln des Wattenmeeres lassen sich 11 Strandlings-Vegetationseinheiten differenzieren, deren aktuelle und historische Verbreitung in Tab.1 in Form einer Gesamtübersicht dargestellt ist. Bei einer Betrachtung der Vorkommen der Littorelletea-Gesellschaften im Untersuchungsgebiet fallen vor allem die Verbreitungsschwerpunkte auf den Westfriesischen Inseln sowie auf den Nordfriesischen und Dänischen Inseln auf. Ein entscheidender Grund hierfür sind die Unterschiede und die Intensität der jeweils durchgeführten Naturschutzpraktiken bzw. der kulturhistorischen Nutzungen. Denn während auf den Westfriesischen Inseln verstärkt

aktiver Naturschutz wie Plaggenhieb, Beweidung und Mahd angewandt wird, gilt für die Ostfriesischen Inseln die Prämisse: kein Einfluß des Menschen (vgl. HELBING 1991, ZUMKEHR & ZWART 1991, GROOTJANS et al. 1995, Vereniging Natuurmonumenten 1997, PETERSEN 1999). Die z.T. großen Littorelletea-Vorkommen auf den Nordfriesischen und vor allem auf den Dänischen Inseln stehen im engen Zusammenhang mit dem bis Mitte diesen Jahrhunderts verstärkt angewandten Plaggenhieb.

Von den Littorelletea-Gesellschaften wird eine typische Küsten-Assoziation näher betrachtet: das Samolo-Littorelletum.

1.1 Samolo-Littorelletum Westhoff 1943

Das Samolo-Littorelletum ist eine atlantisch verbreitete Pioniergesellschaft, die vor allem typisch für primäre Dünentäler ist, aber auch in offenen ausgesüßten sekundären Dünentälern vorkommt. Die Salz-Bungen-Assoziation hat ihre aktuellen Vorkommen im Untersuchungsgebiet auf allen Westfriesischen Inseln sowie in einem Düental auf der Ostfriesischen Insel Borkum. Das Fehlen der Assoziation auf den Nordfriesischen und Dänischen Inseln läßt sich dadurch erklären, daß es auf diesen Inseln keine kalkreichen nassen Dünentäler gibt. Hierbei sind die Strömungsverhältnisse innerhalb der Nordsee von Bedeutung. Denn während sich für die West- und Ostfriesischen Inseln vor allem die Versorgung mit kalkreichen Sanden aus der Kanalregion aufführen läßt, werden die Nordfriesischen und Dänischen Inseln hauptsächlich mit kalkarmen bis -freien Sanden aus der zentralen und nördlichen Nordseeregion versorgt (vgl. ICONA 1992).

Kennzeichnende Taxa der Vegetationseinheit sind vor allem die schwache Assoziations-Charakterart *Samolus valerandi* sowie die Klassencharakterarten *Littorella uniflora* und *Echinodorus ranunculoides*. Wie bei allen Vegetationseinheiten des Hydrocotylo-Baldellion Tüxen et Dierssen 1972 kommen auch hier die Differentialarten des Verbandes *Hydrocotyle vulgaris* und *Ranunculus flammula* mit hoher Stetigkeit vor. Taxa, die im Vergleich zu den anderen Gesellschaften der Littorelletea ihren Schwerpunkt in dieser Assoziation haben, sind *Mentha aquatica*, *Carex oederi* s.l., *Juncus articulatus* und *Juncus alpinoarticulatus* ssp. *atricapillus*. Zudem hebt sich das Samolo-Littorelletum durch seinen Artenreichtum von den anderen Vegetationseinheiten dieser Klasse ab (vgl. Abb. 2, PETERSEN 1999).

Auch eine Betrachtung der ökologischen Verhältnisse zeigt die Sonderstellung dieser Assoziation innerhalb der Littorelletea. Verdeutlicht wird dieses vor allem durch eine Beschreibung des Standortes: Oligohaline bis ausgesüßte, mäßig nasse bis nasse, flache Dünentäler mit einem pH-Milieu von neutral bis basisch (vgl. Abb. 2, SCHOOF-VAN PELT 1973, POTT 1995a). Der pH-Wert und auch die Salzzahl dieser Assoziation liegen deutlich höher als die der anderen Strandlings-Gesellschaften, während die Mächtigkeit des humosen Horizontes und der Anteil der organischen Substanz geringer als bei den meisten Gesellschaften dieser Klasse sind. Dieser Zusammenhang zwischen hohem pH-Wert und einem niedrigen Wert an organischer Substanz wird auch von GROOTJANS et al. (1995) hervorgehoben.

Neben einem durch Halophyten geprägten jungen bzw. typischen Stadium des Samolo-Littorelletum ist ein Altersstadium mit verstärktem Auftreten von Niedermoor-Arten wie z.B. *Carex nigra* und *Carex trinervis* bezeichnend (vgl. Tab. 2 u. 3, DIERSSEN 1975, SCHAMINÉE et al. 1995). Diese Stadien differenzieren sich außerdem durch ökologische und durch Vegetations-Parameter. Deren Unterschiede können am Vergleich der Bestände des Samolo-Littorelletum vom „Buiten Muy“

(Texel) mit denjenigen des „Kleinen Dünentales am Wasserwerk“ (Borkum) verdeutlicht werden (vgl. Tab. 2, PETERSEN 1999).

Tab. 2: Vergleich von ökologischen und Vegetationsparametern eines jungen bzw. typischen Stadiums („Buiten Mui“) und eines Altersstadiums („Kleines Dünen-tal am Wasserwerk“) des Samolo-Littorelletum.

Dünen-tal (Insel)	„Buiten Mui“ (Texel)				„Kl. Dünen-tal“ (Borkum)			
	\bar{x}	Min.-Max.	Stabw.	n	\bar{x}	Min.-Max.	Stabw.	n
pH (H ₂ O)	8,1	7,9-8,4	±0,2	4	7,5	7-7,8	±0,3	4
Organische Substanz (%)	2,7	1,6-3,6	±0,8	4	7,4	2,1-16,9	±5,9	4
Humoser Oberboden [A _h] (cm)	1,5	0,5-2,5	±1	4	3,6	2,5-5	±0,9	4
Salzzahl [S]	1,3	0,9-1,6	±0,4	4	0,7	0,7	±0	4
Artenzahl	10	9-12	±1,2	4	17	17-18	±0,5	4
Vegetationshöhe (cm)	3	2-5	±1,3	4	9	5-15	±4,1	4
Deckung der Moos-schicht (%)	0	0	±0	4	33	5-90	±33,7	4

Bei diesem Vergleich ist zu berücksichtigen, daß sich das Dünen-tal „Buiten Mui“ durch besondere hydrologische und edaphische Standortbedingungen auszeichnet. Denn trotz der Tatsache, daß dieses Dünen-tal schon 1888 dem direkten Einfluß des Meeres entzogen wurde (vgl. BAKKER et al. 1979, WESTHOFF & VAN OOSTEN 1991), existiert diese Pflanzengesellschaft nachweislich seit ungefähr 60 Jahren im „Buiten Mui“ (vgl. Tab. 3).

Tab. 3: Pflanzensoziologische Übersicht zur Entwicklung des Samolo-Littorelletum im Dünen-tal „Buiten Mui“ der Insel Texel im Zeitraum von 1938 bis 1996.

Jahr (von 1938 bis 1996)	38	39	83	83	83	85	87	87	87	88	88	88	88	88	88	96	96	96	96
AC Samolo-Littorelletum																			
<i>Samolus valerandi</i>	b	a	+	+	1	.	+	+	+	m	1	+	1	+	a	4	4	b	b
KC Littorelletea																			
<i>Littorella uniflora</i>	1	1	1	a	3	a	b	3	b	3	b	1	4	3	5	b	b	3	3
<i>Echinodorus ranunculoides</i>	.	1	+	+	1	.	+	+	+	1	1	1	+	+	.	.	.	.	.
<i>Potamogeton polygonifolius</i>	.	.	.	.	.	3	+	b	a	.	b	4	+	+	.	.	.	.	.
D Texel (Feuchtigkeit)																			
<i>Anagallis tenella</i>	.	.	5	5	4	+	3	4	a	.	1	+	1	5	.	.	.	.	.
D Hydrocotylo-Baldellion																			
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	b	a	3	4	3	a	3	3	b	+	+	b	a	a	+	+	+	a	a
<i>Ranunculus flammula</i>	1	+	1	1	1	3	a	a	1	+	+	a	a	1	.	.	+	+	+
D Samolo-Littorelletum																			
<i>Carex oederi</i> s.l.	+	+	+	+	.	.	+	+	.	a	.	.	.	.	.	+	+	+	.
D Salinität (Asteretea)																			
<i>Scirpus maritimus</i>	+	+	a	+	.	.	m	+	+	.	+	1	.	.	.	.	.	+	.
<i>Glaux maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1
Begleiter Hygroserle																			
<i>Mentha aquatica</i>	3	3	a	1	1	+	1	a	+	+	+	+	1	1	.	+	a	1	b
<i>Juncus articulatus</i>	b	a	+	+	+	.	.	.	.	1	1	+	+	+	.	1	+	.	.
<i>Eleocharis palustris</i> ssp. <i>pal.</i>	+	1	1	.	+	1	m	m	m	+	m	+	m	1	+	1	.	+	m
<i>Agrostis stolonifera</i>	1	1	.	.	.	.	+	+	+	.	+	+	+	+	.	+	1	+	1
<i>Phragmites australis</i>	b	a	.	.	+	1	1	1	m	1	+	1	1	1	.	.	.	.	.

Zeitpunkt und Autoren der Vegetationsaufnahmen: 1938 (Margadant n.p.), 1939 (BENNEMA et al. 1943), 1983 (Eelman n.p.), 1985/1987 (BRUIN 1989), 1988 (Westhoff n.p.), 1996 (PETERSEN 1999).

Der Vergleich von historischen und aktuellen Vegetationsaufnahmen zeigt (Tab. 3), daß sich die Artenzusammensetzung des Samolo-Littorelletum nur geringfügig verändert hat und die Bezeichnung Dauer-Pioniergesellschaft zumindest für das „Buiten Mui“ zutreffend ist (vgl. VAN DER LAAN 1977, PREISING et al. 1990). Das Fehlen von *Echinodorus ranunculoides*, *Potamogeton polygonifolius* und *Anagallis*

tenella im Jahr 1996 läßt sich mit dem starken Frost in Verbindung mit nur geringer Wasserbedeckung im Winter 1995/1996 erklären.

Auch für das Samolo-Littorelletum ist aufzuführen, daß ein Grund für das deutlich häufigere Vorkommen dieser Assoziation auf den Westfriesischen Inseln verglichen mit den Ostfriesischen Inseln in der gezielten Durchführung von aktiven Naturschutz-Maßnahmen liegt. Gründe für das „Noch-Vorhandensein“ des Samolo-Littorelletum im „Kleinen Dünenal am Wasserwerk“ auf Borkum sind ein intaktes hydrologisches System (lange Wasserbedeckung) und das Offenhalten der Vegetation durch intensive Kaninchenbeweidung. Diese Faktoren wirken einer Sukzession entgegen.

Da die Assoziation eng mit den Faktoren Kalk und z.T. auch Salz verbunden ist, liegt in der Dynamik von Meer und Wind eine große Bedeutung zur Schaffung von neuen Dünenältern, welche die standörtlichen Voraussetzungen für eine Etablierung dieser Vegetationseinheit liefern.

2. Isoëto-Nanojuncetea Braun-Blanquet et Tüxen 1943

Für die Wattenmeer-Inseln sind neben nur wenigen und auch fragmentarischen Vorkommen des Cypero-Limoselletum (Oberdorfer 1957) Korneck 1960 hauptsächlich Bestände des Cicendietum filiformis Allorge 1922 aufzuführen (vgl. Tab. 4). Die von einjährigen Arten geprägte Fadenezian-Vegetationseinheit wird durch die Charakterarten *Cicendia filiformis*, *Radiola linoides*, *Anagallis minima* und *Juncus pygmaeus* gekennzeichnet. Das Cicendietum filiformis läßt sich auf der Grundlage sowohl floristischer als auch standörtlicher Parameter in vier Subassoziationen untergliedern (vgl. Tab. 5 u. Abb. 2). Hierbei ergeben sich vor allem große Übereinstimmungen mit DIEMONT et al. (1940), WESTHOFF & DEN HELD (1969) und TAÜBER (1999). Von diesen Subassoziationen ist das Cicendietum filiformis juncetosum pygmaei äußerst selten bzw. kommt nur auf den Westfriesischen Inseln Vlieland und Terschelling und der Nordfriesischen Insel Sylt vor (vgl. DURING 1973). Hingegen erreichen die anderen drei Subassoziationen im Untersuchungsgebiet eine verhältnismäßig große Verbreitung (vgl. Tab. 4, PETERSEN 1999).

Tab. 4: Gesamtübersicht der Isoëto-Nanojuncetea-Vegetationseinheiten auf den Inseln des Wattenmeeres vor und nach 1980.

Inseln:	Westfriesische					Ostfriesische						Nordfriesische			Dänische		
	Te	Vi	Te	Am	Sc	Bo	Ju	No	Ba	La	Sp	Wa	Fö	Am	Sy	Rø	Fa
Isoëto-Nanojuncetea																	
Elatino-Elleocarition ovat.																	
Cypero-Limoselletum				●						⊗							
Radiollon linoides																	
Cicendietum filiformis juncetosum pygmaei		●	●											○	●		
Cicendietum filiformis ericetosum tetralicis	●	●	●	○	○			●		⊗		●	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
Cicendietum filiformis scirpetosum setacei	⊗	●	●	●	●	●		●	⊗	⊗		⊗				⊗	
Cicendietum filiformis centauretosum littoralis	●	●	●	○	●	●	⊗	●	⊗	⊗	●	⊗	⊗	○		⊗	⊗
● vor und nach 1980 durch Vegetationsaufnahmen belegt						⊗ nach 1980 durch Vegetationsaufnahmen belegt						○ vor 1980 durch Vegetationsaufnahmen belegt					

Die verschiedenen Untereinheiten der Fadenezian-Assoziation werden im folgenden ausführlicher betrachtet.

Tab. 5: Vergleichende Betrachtung der vier Subassoziationen des Cicendietum filiformis.

Sub.-Ass.:	C. juncetosum pygmaei	C. ericetosum tetralicis	C. scirpetosum setacei	C. centaurietosum littoralis
Schwerpunkte der AC	- <i>Juncus pygmaeus</i>	- <i>Radiola linoides</i>	- <i>Radiola linoides</i> - <i>Anagallis minima</i>	- <i>Radiola linoides</i> - <i>Anagallis minima</i> - <i>Cicendla filiformis</i>
Differentialarten	- Littorelletea-Arten z.B. <i>Juncus bulb.</i> - <i>Lythrum portula</i>	- Oxycocco-Sphagnetea-Arten z.B. <i>Erica tetralix</i> - Calluno-Ulicetea-Arten z.B. <i>Empetrum nig.</i> - Lebermoose- u. Torfmoose z.B. <i>Fossombronina foveolata</i>	- <i>Scirpus setaceus</i> - Trittarten, z.B. <i>Bryum argenteum</i> - hpts. negativ charakterisiert	- Saginetea maritimae-Arten z.B. <i>Centaurium litt.</i> - Asteretea tripoil- Arten z.B. <i>Juncus gerardi</i> - Trittarten z.B. <i>Sagina proc.</i> - häufig fehlen Feuchtezeiger, z.B. <i>Hydrocotyle vulg.</i> , <i>Ranunculus flamm.</i>
Standort	- geplaggtes Dünenal (haupts. Feuchtheide-Bereiche)	- geplaggte Feuchtheide-Bereiche (z.B. Eisteiche, u. Ijsbaanen)	- Wege - Uferbereiche von Tränktümpel	- Wege am Rand von Salzwiesen (Übergang: Hygroserie zur Haloserie)
Störung	- Plaggenhieb	- Plaggenhieb	- Tritt - Beweidung	- Tritt - Beweidung - Meereseinfluß
Lage	- zentrale Bereiche der Inseln	- zentrale Bereiche der Inseln	- zentrale Bereiche der Inseln	- Randbereiche der Inseln
Ökol. Param.				
\bar{x} pH (H ₂ O)	6,2	5,2	6,2	6,6
\bar{x} Org. Sub.	1	11,8	9,9	9,3
m F	7,7	7,3	6,8	6,7
m N	3,3	3,2	4,2	4,1
m S	0,5	0,5	0,5	1,4

2.1 Cicendietum filiformis juncetosum pygmaei

Das Cicendietum filiformis juncetosum pygmaei wird hauptsächlich durch die Charakterart *Juncus pygmaeus* gekennzeichnet (vgl. DE BRUIJN et al. 1994). Bei den Standorten handelt es sich um tiefer gelegene Bereiche bzw. Ufer- oder Randbereiche von älteren Dünenälern, in denen klein- oder großflächig Plaggenhieb durchgeführt wurde. Das Erscheinungsbild dieser Pioniergesellschaft wird überwiegend von *Juncus*-Arten geprägt.

Auffällig an den Beständen des Cicendietum juncetosum sind die geringe Mächtigkeit des humosen Horizontes und die zugehörigen Werte der organischen Substanz von durchschnittlich nur 1%, so daß eine Bezeichnung als mineralischer bzw. humusarmer Boden durchaus zutreffend ist (vgl. Tab. 5, DIEMONT et al. 1940, HEYKENA 1965). Daß es sich bei dem Cicendietum juncetosum um die Bestände der Fadenezian-Assoziation handelt, die am längsten unter direktem Grundwasser-einfluß bzw. Wasserbedeckung stehen, wird nicht nur anhand des steten Auftretens von Littorelletea-Arten und anderen Nässezeigern, sondern auch schon im Erscheinungsbild der jeweiligen Dünenälern deutlich (vgl. SCHAMINÉE et al. 1998). DIEMONT et al. (1940) datieren die Wasserbedeckung der Vegetationseinheit auf fünf bis acht Monate und geben an, daß eine länger andauernde Wasserbedeckung von der Gesellschaft nicht oder nur in fragmentarischer Ausbildung toleriert wird (vgl. WESTHOFF & DEN HELD 1969). Die nassen bis feuchten Standortbedingungen der *Juncus pygmaeus*-Vegetationseinheit werden durch die verhältnismäßig hohe mittlere Feuchtezahl von 7,7 gut wiedergegeben (vgl. Tab. 5 u. Abb. 2).

Der Rückgang bzw. die Bedrohung der seltenen Vegetationseinheit ist vor allem auf Grundwasserabsenkung und Eutrophierung zurückzuführen, aber auch auf Abnahme oder sogar Einstellung der kulturhistorischen Nutzungsform bzw. der heutigen Naturschutzmaßnahme Plaggenhieb sowie auf Einschränkung von Wind- einwirkungen durch Dünenfestlegungen (vgl. DIERSSEN 1988, PREISING et al. 1995).

2.2 Cicendietum filiformis ericetosum tetralicis

Diese von *Radiola linoides* geprägte Pioniergesellschaft besiedelt offene und feuchtere Bereiche, die sich hauptsächlich in älteren Feuchtheidegebieten befinden. In der Regel besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der Offenheit der Standorte und den anthropogenen Aktivitäten. Dabei ist der Plaggenhieb ausschlaggebender Standortfaktor für das Vorkommen dieser Vegetationseinheit, während Tritt und Beweidung von vergleichsweise geringer Bedeutung sind.

Das Cicendietum ericetosum differenziert sich hierbei von den anderen Subassoziationen der Fadenenzian-Gesellschaft vor allem durch Arten, die auf den Inseln des Wattenmeeres typisch für ältere und saurere Dünentäler sind bzw. zum bezeichnenden Arteninventar einer Feuchtheide gehören. Solche Trennarten sind beispielsweise *Erica tetralix*, *Drosera rotundifolia*, *Calluna vulgaris* und *Empetrum nigrum*. Aber auch die Moosschicht des Cicendietum ericetosum ist in diesem Zusammenhang von großer Bedeutung, denn diese unterscheidet sich vor allem durch das stete Auftreten von Lebermoosen wie *Gymnocolea inflata*, *Scapania irrigua*, *Fossombronia foveolata* und *Jungermannia gracillima* deutlich in der Zusammensetzung von den anderen Subassoziationen.

Für das Cicendietum ericetosum ergibt sich ein mittlerer pH-Wert von 5,2. Dieses mäßig saure pH-Milieu ist für die Vegetationseinheit und deren Lebensraum als charakteristische und differenzierende Kenngröße gegenüber den anderen Subassoziationen anzusehen, deren Standorte eine geringere Bodenazidität haben. Von DIEMONT et al. (1940) wird angegeben, daß von den charakteristischen Arten des Cicendietum der Zwergflachs bei zunehmender Bodenversauerung die längste Zeit standhalten kann. Diese Aussage kann dadurch bestätigt werden, daß von den Charakterarten nur *Radiola linoides* im Cicendietum ericetosum mit hoher Steigkeit aufzuführen ist.

Das Cicendietum ericetosum kommt hauptsächlich in abgeplaggtten Flächen von Feuchtheidegebieten vor. Dadurch wird deutlich, daß auch diese Fadenenzian-Vegetationseinheit nur in „Naturlandschaften“ vorkommt, in denen keine scharfen Grenzen zu anthropogenen Tätigkeiten bzw. Aktivitäten vorliegen. In der heutigen Zeit wird die kulturhistorische Nutzungsform des Plaggenhiebes in Feuchtheidebereichen kaum mehr durchgeführt; und da Plaggenhieb als Naturschutzmaßnahme nur auf den Westfriesischen Inseln angewandt wird, ist langfristig gesehen ein Rückgang der Cicendietum ericetosum-Bestände auf den übrigen Inseln wahrscheinlich.

2.3 *Cicendietum filiformis scirpetosum setacei*

Für das *Cicendietum filiformis scirpetosum* sind *Radiola linoides* und insbesondere *Anagallis minima* die hauptsächlich bezeichnenden Assoziationscharakterarten, wobei auf den Inseln des Wattenmeeres die Verbandscharakterart *Scirpus setaceus* eine differenzierende und kennzeichnende Art dieser Vegetationseinheit ist (vgl. Tab. 5). Dieser Vegetationstyp befindet sich vor allem in feuchteren Randbereichen wenig genutzter Wege in älteren Dünentälern sowie im Uferbereich von Tränk-Tümpeln, wo Tritt bzw. das Offenhalten der Vegetationsdecke durch Weidetiere als ausschlaggebende Standortfaktoren zu betrachten sind.

Das *Cicendietum scirpetosum* differenziert sich ansonsten hauptsächlich negativ durch das Fehlen typischer Trennarten der anderen Subassoziationen (vgl. Tab. 5, DIEMONT et al. 1940, WESTHOFF & DEN HELD 1969, PETERSEN 1999). In dieser Fadenenzian-Gesellschaft haben mit *Sagina procumbens*, *Plantago major*, *Poa annua* und *Bryum argenteum* Arten ihren Schwerpunkt, die auf die Trittbelastung der Vegetationseinheit hindeuten.

Interessanterweise ist die Stickstoffzahl des *Cicendietum scirpetosum* deutlich höher als die des *Cicendietum juncetosum* und *ericetosum* und vergleichbar mit der des *Cicendietum centauretiosum*. Dieser Hinweis auf die höhere Stickstoffversorgung des *Cicendietum scirpetosum* wird durch die Standortsituation Wegrand und Uferbereich von Tränk-Tümpeln beweideter Gebiete erklärbar.

Das *Cicendietum scirpetosum* ist in seiner Existenz stark abhängig von anthropozogener Aktivität. Es ist hierbei zu beachten, daß einerseits der Ausschluß des Menschen und seiner Weidetiere aus „Naturgebieten“ zum Verschwinden solcher Pioniergesellschaften führt, aber andererseits auch die Tritt- und Beweidungsintensität ein gewisses Maß im Hinblick auf einen Fortbestand dieser Gesellschaft nicht überschreiten darf.

2.4 *Cicendietum filiformis centauretiosum littoralis*

Für das *Cicendietum centauretiosum* sind wie beim *Cicendietum scirpetosum* die Assoziationscharakterarten *Anagallis minima* und *Radiola linoides* stete und bezeichnende Taxa. *Cicendia filiformis* hat hauptsächlich (nur lokal) im *Cicendietum centauretiosum* seinen Schwerpunkt. Die Bestände dieser Subassoziation treten wie die des *Cicendietum scirpetosum* am Randbereich von wenig begangenen Pfaden bzw. im Einflußbereich einer extensiven Beweidung auf, wobei als entscheidender und gegenüber dem *Cicendietum scirpetosum* differenzierender Standortfaktor die Meereseinwirkung aufzuführen ist. Denn das *Cicendietum centauretiosum* besiedelt jüngere, basenreichere Dünenaltbereiche, in denen eine Meeresüberflutung noch gelegentlich stattfindet oder zumindest vor einigen Jahren noch stattgefunden hat. Diese feuchten Dünenaltstandorte liegen in der Regel zwischen dem oberen Einflußbereich des Meeres (Flutmarkenbereich) und dem Dünenfuß der angrenzenden Dünenkette.

Das *Cicendietum centauretiosum* hat nicht nur die weiteste Verbreitung auf den Inseln des Wattenmeeres (vgl. Tab. 4), sondern tritt auch von allen Subassoziationen des *Cicendietum* am großflächigsten auf. Außerdem lassen sich für das Gebiet „Groene Strand“ auf Terschelling die am besten ausgebildeten Bestände des gesamten *Cicendietum* der Wattenmeer-Inseln aufführen, was um so bedeutsamer ist,

weil die Pflanzengesellschaft schon seit 60 Jahren für dieses Dünenal durch Vegetationsaufnahmen dokumentiert werden konnte (vgl. PETERSEN 1999).

Die Subassoziation differenziert sich von den anderen Untereinheiten des Cicendietum vor allem durch Saginetea- und Asteretea-Arten wie *Centaureum littorale*, *Sagina nodosa*, *Plantago coronopus*, *Juncus gerardi* und *Glaux maritima*. Auch ist das deutlich geringere Vorkommen der Feuchtezeiger *Hydrocotyle vulgaris* und *Ranunculus flammula* für diese Fadenenzian-Gesellschaft bezeichnend. Die Vegetationseinheit ist mit einer mittleren Artenzahl von 22 die artenreichste Subassoziation des Cicendietum (vgl. Abb. 2).

Während die mittleren pH-Werte der anderen Subassoziationen des Cicendietum im mäßig sauren bzw. schwach sauren Bereich liegen, ergibt sich für das Cicendietum centauretiosum ein mittleres pH-Milieu im neutralen Bereich. Das Cicendietum centauretiosum hebt sich ebenfalls durch den vergleichsweise hohen Wert der Salzzahl ab, wobei die basenreicheren und durch Salzwasser geprägten Standortbedingungen für diese Vegetationseinheit als ausschlaggebende Standortfaktoren charakteristisch sind (vgl. Tab. 5).

Von den Subassoziationen des Cicendietum ist das Cicendietum centauretiosum die am wenigsten bedrohte Vegetationseinheit. Hierbei kommt diese „Küsten-Subassoziation“ auf nahezu allen Inseln des Untersuchungsgebietes vor und zwar in den vom Tourismus nur wenig genutzten Bereichen. Diese Auswirkungen durch den Tourismus erreichen nur eine geringe Intensität und sind im Hinblick auf den Fortbestand der Gesellschaft positiv zu bewerten.

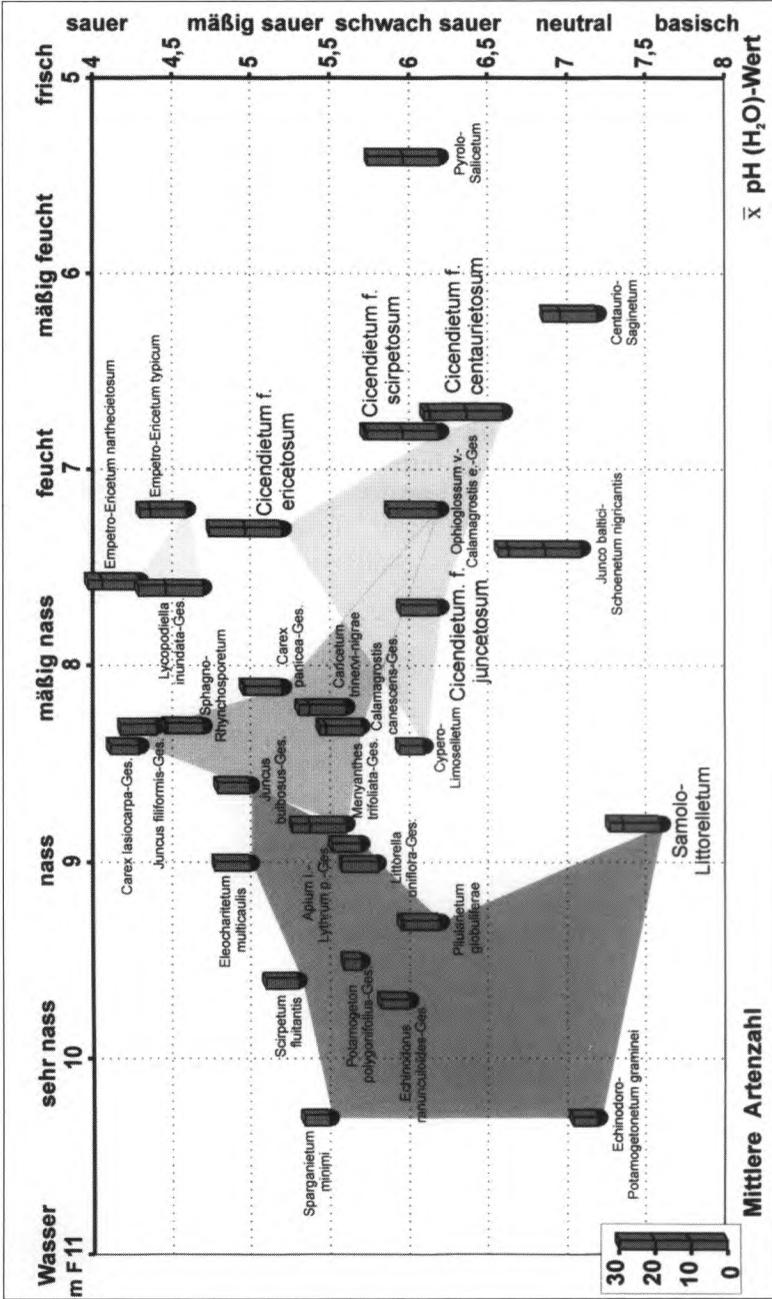


Abb. 2: Stellung der Littorelleta- und Isoëto-Nanojuncetea-Vegetationseinheiten innerhalb der Hygroserie. Vergleich anhand eines Ökogrammes mit den mittleren Feuchtzahlen, mittleren pH (H₂O)-Werten und mittleren Artenzahlen als Koordinaten (Datengrundlage: 719 Bodenproben)

Schrifttum

- BAKKER, T., KLIJN, J. & ZADELHOFF, F. VAN (1979): Deelrapport Terschelling (behorende bij Basisrapport T.N.O. Diunvalleien). – Delft.
- BENNEMA, J., SISSINGH, G. & WESTHOFF, V. (1943): Waterplantengemeenschappen in Nederland – Rapport, 12 S.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. – 865 S., Wien.
- BRUIJN, O. DE, EYSINK, A. & HOFSTRA, J. (1994): De dwergbiezen van Mistre. – *Stratiotes* 9, 52-61.
- BRUIN, C. (1989): Over het voorkomen van Teer guichelheil (*Anagallis tenella*) op Texel. – *Gorteria* 15 (2), 44-57.
- COMMON WADDEN SEA SECRETARIAT (o.J.): The Wadden Sea, a shared nature area. – Wilhelmshaven.
- DIEMONT, W., SISSINGH, G. & WESTHOFF, V. (1940): Het Dwergbiezen – Verbond (*Nanocyperion flavescens*) in Nederland. – *Nederl. Kruidk. Archief* 50, 215-284.
- DIEREN, J. VAN (1934): Organogene Dünenbildung, eine geomorphologische Analyse der Westfrieschen Insel Terschelling mit pflanzensoziologischen Methoden. – 304 S., Diss. Amsterdam.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden. – 683 S., Stuttgart.
- DIERSSEN, K. (1975): Littorelletea uniflorae. – *Prodromus der europäischen Pflanzengesellschaften* 2, 149 S., Vaduz.
- DIERSSEN, K. (1988): Rote Liste der Pflanzengesellschaften Schleswig-Holsteins. – *Schriftenreihe Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein* 6, 157 S., Kiel.
- DRACHENFELS, O. VON (1996): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen in Niedersachsen. – *Naturschutz Landschaftspf. Niedersachsen* 34, 148 S., Hannover.
- DURING, H. (1973): Het *Nanocyperion flavescens* in de duinen in atlantisch verband bezien. – *Doct. Scr. R. U. Groningen. Lab. v. Plantenöecologie, Haren*.
- ELLENBERG, H. ET AL. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – *Scripta Geobotanica* 18, 258 S., Göttingen.
- GROOTJANS, A., LAMMERTS, E. & BEUSEKOM, C. VAN (1995): Kalkrijke duinvalleien op de Waddeneilanden. – *KNNV*, 175 S., Utrecht.
- HELBING, C.-D. (1991): Zwischen Land und See. – *Nationalpark* 2/91, 4 S. Wilhelmshaven.
- HEYKENA, A. (1965): Vegetationstypen der Küstendünen an der östlichen und südlichen Nordsee. – *Mitt. Arbeitsgemeinschaft Floristik in Schleswig-Holstein u. Hamburg* 13, 130 S., Kiel.
- Icona (Interdepartmental Co-Ordinating Committee For North Sea Affairs) (1992, Hrsg.): North Sea Atlas for Netherlands Policy and Management. – Den Haag.
- LAAN, D. VAN DER (1979): Spatial and temporal changes in the vegetation of dune slacks in relation to the groundwater regime. – *Vegetatio* 39/1, 43-51.
- MEIJDEN, R. VAN DER (1990): Heukels Flora van Nederland. – 662 S., Groningen.
- PETERSEN, J. (1999): Die Dünenvegetation der Wattenmeer-Inseln in der südlichen Nordsee. Eine pflanzensoziologische und ökologische Vergleichsuntersuchung unter Berücksichtigung von Nutzung und Naturschutz. – *Diss. Univ. Hannover*, 203 S., Hannover.
- POTT, R. (1995a): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. – 622 S., Stuttgart.
- POTT, R. (1995b): Farbatlas Nordseeküste und Nordseeeinseln. – 288 S., Stuttgart.
- POTT, R. (1996): Biotoptypen – Schützenswerte Lebensräume Deutschlands und angrenzender Regionen. – 448 S., Stuttgart.
- PREISING, E., VAHLE, H.-C., BRANDES, H., HOFMEISTER, H., TÜXEN, R. & WEBER, H. (1990): Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens – Bestandesentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme. Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften des Süßwassers. – *Naturschutz u. Landschaftspf. Niedersachsen* 20/8, 161 S., Hannover.
- PREISING, E., VAHLE, H.-C., BRANDES, H., HOFMEISTER, H., TÜXEN, R. & WEBER, H. (1995): Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens – Bestandesentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme. Einjährige ruderaler Pionier-, Tritt- und Ackerwildkraut-Gesellschaften. – *Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen* 20/6, 94 S.
- REICHEL, G. & WILMANN, O. (1973): Vegetationsgeographie. Praktische Arbeiten. – 212 S., Braunschweig.
- SCHAMINÉE, J., WEEDA, E. & WESTHOFF, V. (1995): De Vegetatie van Nederland 2. -Uppsala/Leiden.

- SCHAMINÉE, J., WEEDA, E. & WESTHOFF, V. (1998): De Vegetatie van Nederland 4. Plantengemeenschappen van de kust en binnenlandse pioniermilieus. – Uppsala/Leiden.
- SCHOOFF-VAN PELT, M. (1973): Littorelletea. A study of the vegetation of some amphiphytic communities of western Europe. – Dissertatie, Katholieke Universiteit Nijmegen, 216 S., Nijmegen.
- TÄUBER, T. (1999): Zwergbinsen-Gesellschaften in Niedersachsen. Verbreitung, Gliederung, Dynamik, Keimungsbedingungen der Arten, Schutzkonzepte. – Diss. Univ. Göttingen.
- Vereniging Natuurmonumenten (1991, Hrsg.): Nationaal Park Schiemonnikoog. – O&B-rapport 97/17, 143 S.
- WESTHOFF, V. & HELD, A. DEN (1969): Plantengemeenschappen in Nederlanden. – 324 S., Zutphen.
- WESTHOFF, V., HOBOMM, C. & SCHAMINÉE, J. (1993): Rote Liste der Pflanzengesellschaften des Naturraumes Wattenmeer unter Berücksichtigung der ungefährdeten Vegetationseinheiten. – Tuxenia 13, 109-140, Göttingen.
- WESTHOFF, V. & OOSTEN, M. VAN (1991): De Plantengroei van de Waddeneilanden. – Stichting Uitgeverij KNNV 53, 417 S., Den Haag.
- ZUMKEHR, P. & ZWART, F. (1991): Terschellings nature in figures. – Staatsbosbeheer Terschelling, 15 S.

(Am 29. März 1999 bei der Schrifteleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	2	369-380	1999	Freiburg im Breisgau 23. September 1999
--	---------	---	---------	------	--

Communities and species of Isoëto-Nanojuncetea in Poland – syntaxonomic classification, distribution and current state of research

by

AGNIESZKA POPIELA, Szczecin *

Abstract: The current state of research on phytosociology and phytogeography of the Isoëto-Nanojuncetea class in Poland is discussed. In the aspect of syntaxonomic research, the recognition of communities of the class has been found unsatisfactory, whereas the distribution of the character species of the class seems to be sufficiently known. There are eight types of communities belonging to the Isoëto-Nanojuncetea class in Poland, but only three of them have appropriate phytosociological documentation. All communities of the class growing in Poland have the depauperated appearance, which is presumably a result of their development on the limits of their ranges and/or their occurrence in unstable habitats. The phytogeographical study has provided description of several types of distribution of character species of the Isoëto-Nanojuncetea class in Poland. The paper also provides a table of syntaxonomic classification of the communities in Poland and maps of distribution of certain species.

Introduction

In Poland, communities and species belonging to the Isoëto-Nanojuncetea class Br.-Bl. et Tx. 1943 have been objects of interest for many years. Studies have mainly concerned two issues: (1) recognition and classification of communities, and (2) description of distribution of the character species.

KORNAŚ (1960) and WÓJCIK (1968) have started the phytosociological research and were the first to publish the phytosociological relevés from southern and central Poland and give some methodical suggestions concerning both field work and classification. Communities of the Isoëto-Nanojuncetea class do not play a significant role in the vegetation of Poland. That reason as well as difficulties in carrying out the field study probably affected the extent of research and only a few papers concerning them as a whole have been published. Recently numerous relevés of the communities have appeared (e.g. WARCHOLIŃSKA 1974, 1981; LOSTER 1976; BRZEG & RATYŃSKA 1983; BORYSIK & RATYŃSKA 1984; BORYSIK & RATYŃSKA-NOWAK 1986; WNUK 1989; TRĄBA 1991), however generally they

* Author's address: Dr. AGNIESZKA POPIELA, Department of Botany, University of Szczecin, ul. Felczaka 3a, PL-71-412 Szczecin (Poland)

document depauperated (degenerated) communities only or communities representing the Radiolion alliance, growing exclusively in arable fields. Communities of the Elatini-Eleocharition ovatae were not well documented, for example the data on the Heleocharetum ovatae association were published only once – from the Oświęcim Basin (ZAJĄC M. & ZAJĄC A. 1988).

Phytogeographical research on the species representing various units of the Isoëto-Nanojuncetea class started before WW2. The pioneer of those studies was CZECZOTTOWA (1928), who prepared maps of distribution of species belonging to the Atlantic element, among others: *Illecebrum verticillatum*, *Elatine hexandra*, *Hypericum humifusum*, *Radiola linoides* and *Sagina subulata*. In the post-war years maps of other species from the class were published successively (e.g. ŻUKOWSKI 1969, 1975; ZAJĄC E.U. & ZAJĄC A. 1974; ZARZYCKI & KAŻMIERCZAKOWA 1993).

In 1997 the first attempt at numerical classification of communities of the Isoëto-Nanojuncetea class was made (POPIELA 1997). It was based on the above data and own results of the author concerning the communities of the Elatini-Eleocharition ovatae alliance (POPIELA 1996a). Simultaneously, on the request of the editors of the "Atlas of distribution of the vascular plants in Poland (ATPOL)" a study on the distribution of the character species of each syntaxonomic unit of the class was launched (see POPIELA 1996b, 1998a,b, 1999a,b).

The purpose of this paper is to present the present state of knowledge of the Isoëto-Nanojuncetea class in Poland and to point out the main problems related to occurrence of communities of the class as well as their syntaxonomical position.

Methods

The results of the syntaxonomic study reported in this paper have been obtained on the basis of numerical classification based on all available relevés of communities of the Isoëto-Nanojuncetea class, taken in Poland till 1994 (see POPIELA 1997) and later (POPIELA & FUDALI 1996). Detailed methods of numerical classification and the list of all relevés used are given in (POPIELA 1997).

At present the phytosociological data on the communities include about 800 relevés. Unfortunately, most of them are of low quality and of minor syntaxonomic significance, the areas of sampling plots were too vast and the whole group of bryophytes was disregarded. Since many relevés do not satisfy the methodological criteria, particular syntaxonomic units were distinguished and characterized on the basis of selected relevés. The criteria of their choice were: the area covered (1-3 m² on average, and 8 m² maximum), plot uniformity and the fact of taking into account the bryophytes.

Distribution maps were made using the 10 x 10 ATPOL grid square system (ZAJĄC 1978) on the basis of revised herbarium material and literature, using both published and unpublished data. The list of floristic data was sent to the ATPOL database (Laboratory of Computer Chorology, Institute of Botany, Jagiellonian University, Kraków, Poland).

In this paper we assumed the syntaxonomic system and syntaxon nomenclature proposed by (PIETSCH 1973), except for the Heleocharetum ovatae association described after MOOR (1936) and the Ranunculo-Myosuretum minimi association described after DIEMONT W., H. SISSINGH G. & WESTHOFF, V. (1940). In order

to avoid risky syntaxonomic distinctions, the phytocoenoses not well recognized yet or devoid of exclusive character species were referred to as the community accompanied with the name of the dominant species (e.g. the community *Centaureum pulchellum-Pottia truncata*, the community with *Elatine alsinastrum*).

Plant species nomenclature follows MIREK et al. (1995), ROTHMALER (1990) for vascular species, and CORLEY et al. (1981) and GROLLE (1977) for bryophytes.

Syntaxonomic study

Results of syntaxonomic research show, that eight types of communities of the class belonging to two alliances the Radiolion linoidis and the Elatini-Eleocharition ovatae occur in Poland. Syntaxonomy of the Isoëto-Nanojuncetea class in Poland is as follows:

Class: Isoëto-Nanojuncetea Br.-Bl. et Tx. 1943

Ch. Cl. *Juncus bufonius*, *J. tenageia*, *J. capitatus*, *Centaureum pulchellum*, *Lythrum hyssopifolia*, *Plantago intermedia*, *Mentha pulegium*

Order: Cyperetalia fusci (Klika 1935) Müller-Stoll et Pietsch 1961

Ch. O. *Gnaphalium luteo-album*, *G. uliginosum*, *Isolepis setacea*, *Potentilla supina*

Alliance: Radiolion linoidis (Rivas Goday 1961) Pietsch 1965

Ch. All. *Hypericum humifusum*, *Radiola linooides*, *Spergularia rubra*, *Gypsophila muralis*, *Riccia sorocarpa*, *Riccia bifurca*, *Fossombronina wondraczekii*, *Pohlia annotina*

1. Ass. Centunculo-Anthoceretum punctati Koch 1926

Ch. Ass. *Centunculus minimus*, *Anthoceros punctatus*, *A. agrestis*, *Phaeoceros laevis*

2. Ass. Spergulario-Illecebretum verticillati Sissingh 1957

Ch. Ass. *Spergularia rubra*, *Illecebrum verticillatum*

3. Ass. Ranunculo-Myosuretum minimi Diem., Siss. et Westh. 1940

Ch. Ass. *Myosurus minimus*, *Ranunculus sardous*

4. The community *Centaureum pulchellum-Pottia truncata*

Alliance: Elatini-Eleocharition ovatae Pietsch 1965

Ch. All. *Limosella aquatica*, *Cyperus fuscus*, *Eleocharis acicularis*, *Riccia cavernosa*

5. Ass. Heleocharitetum ovatae (Hay.) Moor 1936

Ch. Ass. *Carex bohemica*, *Eleocharis ovata*, *Elatine triandra*, *E. hexandra*, *E. hydropiper*, *Lindernia procumbens*

6. The community *Cyperus fuscus-Limosella aquatica*

(?) 7. The community with *Elatine alsinastrum*

(?) 8. Ass. Cyperetum flavescens Koch 1926

Ch. Ass. *Cyperus flavescens*, *Carex oederi*, *Sagina nodosa*

The communities are characterized by strong habitual and floristic differentiation (Table 1). The phytocoenoses of the Radiolion linoidis occur on anthropogenic sites like stubble fields only, on the other hand the communities of the Elatini-Eleocharition ovatae grow on the bottom of dried out ponds and exposed river or lake banks.

Table 1: Classification of the Isoëto-Nanojuncetea Br.-Bl. et Tx. 1943 class communities in Poland on the basis of selected relevés, follows Popiela 1997, changed.

- 1 - the community with *Elatine alsinastrum*
- 2, 3, 5, 6 - *Eleocharitetum ovatae* (Hay.) Moor 1936
- 4 - the community *Cyperus fuscus-Limosella aquatica*
- 7 - *Spergulario-Illecebreterum verticillati* Sissingh 1957
- 8 - *Centunculo-Anthoceretum punctati* Koch 1926
- 9 - *Ranunculo-Myosuretum minimi* Diem. Siss. et Westh. 1940
- 10 - The community *Centaureum pulchellum-Pottia truncata*
- 11 - *Cyperetum flavescens* Koch 1926

Successive number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Number of relevés	5	14	31	30	21	19	23	39	15	17	10
I Radiolion linoidis											
<i>Centunculus minimus</i>	-	-	-	-	-	-	I	V	-	-	-
<i>Anthoceros punctatus</i>	-	-	-	-	-	-	I	III	-	-	I
<i>Anthoceros laevis</i>	-	-	-	-	-	-	-	II	-	-	I
<i>Anthoceros punctatus</i> ssp. <i>agrestis</i>	-	-	-	-	-	-	-	I	-	-	-
<i>Illecebrum verticillatum</i>	-	-	-	-	-	-	V	I	-	-	-
<i>Spergularia rubra</i>	-	-	-	I	-	-	V	I	II	I	-
<i>Myosurus minimus</i>	-	-	-	-	-	-	-	V	-	-	-
<i>Ranunculus sardous</i>	-	-	-	-	-	-	-	I	IV	-	I
<i>Hypericum humifusum</i>	-	-	-	-	-	-	V	II	-	-	-
<i>Radiola linoides</i>	-	-	-	-	-	-	V	III	-	-	I
<i>Gypsophila muralis</i>	-	-	-	I	-	-	II	IV	II	I	I
<i>Fossombronia wondraczekii</i>	-	-	-	-	-	-	I	II	-	-	-
<i>Pohlia annotina</i>	-	-	-	-	-	-	I	II	-	-	-
<i>Riccia sorocarpa</i>	-	-	-	-	-	-	I	I	-	II	-
<i>Riccia bifurca</i>	-	-	-	-	-	-	-	I	-	II	-
II Eiatini-Eleocharitton ovatae											
<i>Eleocharis ovata</i>	-	V	-	-	V	-	-	-	-	-	-
<i>Elatine hexandra</i>	-	I	-	-	-	V	-	-	-	-	-
<i>Elatine hydropiper</i>	-	II	IV	-	I	II	-	-	-	-	-
<i>Lindernia procumbens</i>	-	III	-	I	II	-	-	-	-	-	-
<i>Carex bohemica</i>	-	II	-	-	II	-	-	-	-	-	-
<i>Elatine triandra</i>	-	-	-	-	-	II	-	-	-	-	-
<i>Limosella aquatica</i>	-	IV	V	V	II	II	-	-	-	-	-
<i>Cyperus fuscus</i>	-	-	IV	V	IV	-	-	-	I	-	II
<i>Eleocharis acicularis</i>	-	-	IV	II	V	V	-	-	-	-	-
<i>Riccia cavernosa</i>	V	-	III	II	III	I	-	-	-	-	-
<i>Elatine alsinastrum</i>	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyperus flavescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	I	-	V
<i>Sagina nodosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	I	I	-	IV
<i>Carex oederi</i>	-	-	-	-	-	-	-	I	-	-	III
III Cyperetalia fusci											
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	II	I	II	IV	V	II	IV	IV	IV	II	II
<i>Pepilis portula</i>	IV	IV	I	I	III	II	II	III	-	-	II
<i>Gnaphalium luteo-album</i>	-	-	-	-	-	-	II	I	-	-	-
<i>Riccia</i> sp.	-	-	I	I	-	I	-	II	II	-	-
<i>Riccia glauca</i>	-	I	-	I	-	-	-	I	-	I	I

Table 1, continued

Successive number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Number of relevés	5	14	31	30	21	19	23	39	15	17	10
<i>Pottia truncata</i>	-	-	-	I	-	-	-	I	-	III	-
<i>Pottia davaliana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	III	-
<i>Riccia</i> cfr. <i>cavernosa</i>	-	-	-	I	-	I	-	-	-	-	-
<i>Physcomitrium pyriformae</i>	-	I	-	I	-	-	-	-	-	-	-
<i>Physcomitrella patens</i>	-	-	I	II	-	-	-	-	-	-	-
IV Isoëto-Nanojuncetea											
<i>Plantago intermedia</i>	II	-	I	V	II	-	I	IV	III	V	I
<i>Juncus bufonius</i>	-	-	I	IV	-	-	IV	V	V	V	III
<i>Juncus capitatus</i>	-	-	I	-	I	-	III	IV	-	-	-
<i>Centaurium pulchellum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V	I
<i>Juncus tenageia</i>	III	-	-	-	-	-	-	-	I	-	-
V others											
<i>Polygonum hydropiper</i>	-	-	-	-	-	-	III	III	III	-	-
<i>Spergula arvensis</i>	-	-	-	-	-	-	V	IV	-	-	-
<i>Mentha arvensis</i>	-	-	-	-	-	-	III	III	III	III	-
<i>Equisetum arvense</i>	-	-	-	-	-	-	-	III	III	III	-
<i>Polygonum aviculare</i>	-	-	-	-	-	-	-	IV	-	V	-
<i>Cerastium holosteoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	III	-	III	-
<i>Rumex acetosella</i>	-	-	-	-	-	-	IV	III	-	-	-
<i>Rorippa palustris</i>	V	IV	V	IV	-	-	-	-	-	-	-
<i>Juncus bulbosus</i>	-	I	II	I	I	III	-	-	-	-	I
<i>Callitriche verna</i>	-	IV	IV	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oenanthe aquatica</i>	V	IV	-	-	III	-	-	-	-	-	-
<i>Ailisma plantago-aquatica</i>	IV	-	-	-	-	III	-	-	-	-	-
<i>Ranunculus flammula</i>	-	-	-	-	III	-	-	-	-	-	IV
<i>Drepanocladus aduncus</i>	-	-	-	-	III	III	-	-	-	-	-
<i>Bryum argenteum</i>	II	-	-	-	-	-	-	-	-	III	-

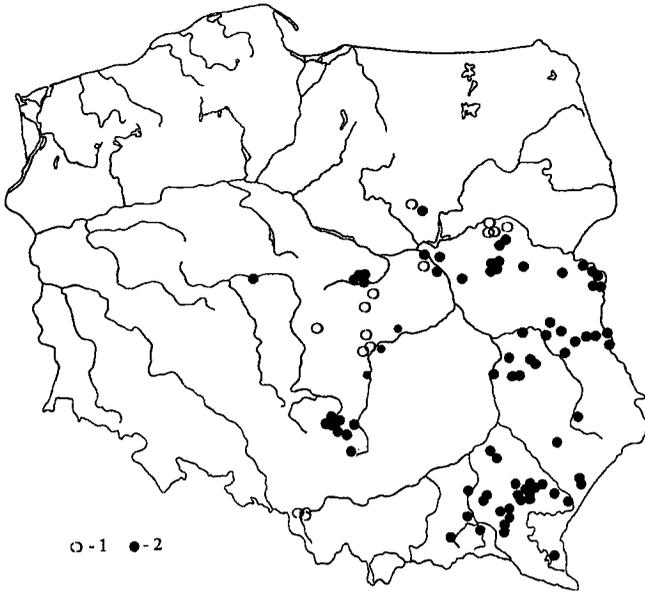
Sporadic species

III: *Blasia pusilla* 8(I), *Dicranella rufescens* 8(I), *Isolepis setacea* 8(I), *Potentilla supina* 4(I), *Riccia beyrichiana* 8(I), *Riccia ciliata* 8(I), *Riccia fluitans* 8(I), *Sagina ciliata* 4(I).

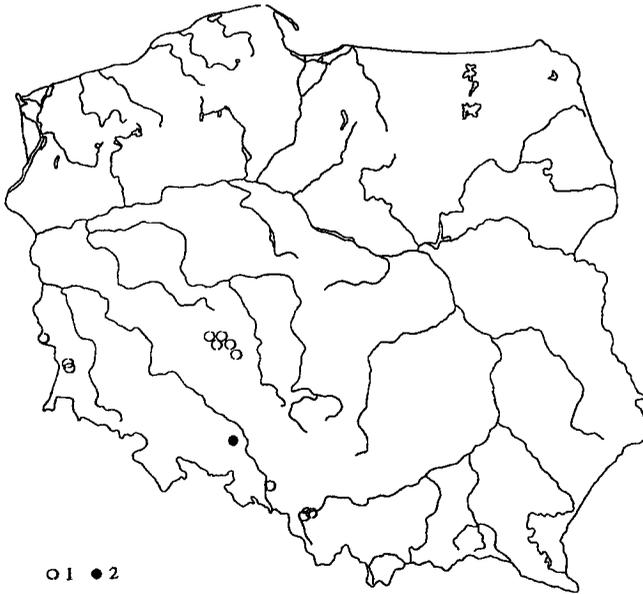
IV: *Lythrum hyssopifolia* 8(I), *Mentha pulegium* 4(I).

V: *Agropyron repens* 9(III), *Agrostis stolonifera* 11(III), *Anagallis arvensis* 8(II), *Arnoseris minima* 7(IV), *Bidens tripartita* 7(III), *Chenopodium rubrum* 4(III), *Cirsium arvense* 10(III), *Conyza canadensis* 10(IV), *Fallopia convolvulus* 7(III), *Juncus articulatus* 2(IV), *Matricaria maritima* subsp. *inodora* 10(III), *Medicago lupulina* 10(III), *Melandrium noctiflorum* 10(III), *Physcomitrium eurystomum* 2(V), *Polygonum persicaria* 10(4), *Potentilla anserina* 9(III), *Rumex maritimus* 4(III), *Scleranthus annuus* 7(IV), *Setaria pumila* 7(IV), *Sonchus arvensis* 10(III), *Stellaria media* 10(III), *Sagina procumbens* 8(V), *Sonchus asper* 10(III), *Teesdalea nudicaulis* 7(IV), *Trifolium repens* 8(III), *Veronica arvensis* 8(III), *Veronica serpyllifolia* 8(III).

The species from group V (others), whose occurrence is characterised by the I and II degree of constancy, are not included in the Table.



a



b

Fig 1: Location of the phytosociological relevés of (a) the *Centunculo-Anthocerotum punctati* Koch 1926, and (b) *Heleocharetrum ovatae* (Hay.) Moor 1936 in Poland (follows POPIELA 1997).
1 – the selected relevés; 2 – the other relevés.

Taking into regard the number and quality of relevés, only three communities are well documented in Poland – the *Heleocharetum ovatae*, the *Centunculo-Anthozeretum punctati* and the *Cyperus fuscus-Limosella aquatica*. As the phytosociological data on the communities of the Isoëto-Nanojuncetea originated only from some parts of Poland (Fig. 1) it is difficult to establish whether the picture of

localisation of the relevés reflects the actual geographical distribution of the communities, or is a result of insufficient botanical documentation. The other distinguished phytocoenoses: the *Spergulario-Illecebretum verticillati*, the *Ranunculo-Myosuretum minimi*, the community *Centaureum pulchellum-Pottia truncata*, the *Cyperetum flavescens* are represented only by a few correctly executed relevés. Similarly, the community with *Elatine alsinastrum*, currently recorded in northern Poland, also belongs to the group of phytocoenoses not sufficiently recognized (KĘPCZYŃSKI & RUTKOWSKI 1993; POPIELA & FUDALI 1996). These communities demand further studies in the future which should concentrate on collecting more relevés from the whole area of Poland and analysis of their syntaxonomic status.

Associations of the Isoëto-Nanojuncetea class occurring in Poland show floristic similarity to the associations described from Western Europe, but they have depauperated appearance. In Poland many species recorded in Western Europe's communities of the class do not occur. Some of them (e.g. *Cicendia filiformis*, *C. pusilla*, *Veronica acinifolia*) are the taxa with the western types of geographical distribution in Europe which do not reach the borders of Poland, other as: *Crassula aquatica*, *Corrigiola litoralis*, *Dichostylis micheliana*, *Isolepis supina*, *Marsilea quadrifolia*, *Pilularia globulifera* used to appear in Poland but their appearance has not been recently reconfirmed or is extremely rare. (ZARZYCKI & KAŻMIERCZAKOWA 1993). Special attention should be paid to the *Heleocharetum ovatae* association in the wide sense of MOOR (1936, 1937). In Poland the association reaches the easternmost limits of its geographical range, is rarely met and develops in a much poorer form than the phytocoenoses recorded in the western part of Europe (e.g. PIETSCH 1973; PIETSCH & MÜLLER-STOLL 1968, 1974). The *Cyperus fuscus-Limosella aquatica* community is rather common in Poland, however, it has no exclusive character species, which prevents its classification as an association.

Up to now, the studies on the communities of the Isoëto-Nanojuncetea class occurring in Poland have made it possible to establish a tentative list of their character species among vascular plants. The problem of participation of the bryophytes in the communities and their supposed syntaxonomic role still exist. Many authors of relevés did not mention the bryophytes, which aroused great difficulties in determining which of them are characteristic of individual units. The next topic demanding further study is the problem of nativity of the communities classified within the *Radiolion linoidis* alliance, growing in Poland only in arable fields. It seems that they have a seminatural character, with the presence of native species in anthropogenic habitats.

Phytogeographical research

From the phytogeographical point of view, the species of the Isoëto-Nanojuncetea class make an interesting group of plants. Among them, the taxa cha-

characterized by wide disjunctive ranges are prevalent. A great number of the species belong to the connective elements of the flora ("éléments de liaison", cf. PAWŁOWSKA 1966: 186). In Europe they often represent the western types of distribution with a main centre of occurrence in the western, southern and central parts of the continent. In the eastern part of Europe the taxa are absent, they occur only on dispersed sites or their localities are scattered. In Poland many of these species are classified as the taxa of "rare" and "endangered" category (ZARZYCKI & SZELAĞ 1992, ŻUKOWSKI & JACKOWIAK 1995) and some of them reach the eastern or the north-eastern limits of their geographical range here. The phenomenon of shrinking of the ecological scale of the species is clearly notable. They are divided into two groups according to their ecological demands: the species which grow on bottoms of dried out ponds and exposed river or lake banks (in communities of the *Elatini-Eleocharition ovatae* alliance) and the taxa occurring in arable fields (in communities of the *Radiolion linoidis* alliance).

A map of *Elatine hexandra* is an example of one type of distribution of the species from the first group (Fig. 2a). Other species from this group are: *Carex bohemica*, *Elatine alsinastrum*, *Elatine triandra*, *Juncus tenageia*, *Lindernia procumbens*. The plants occur in Western Poland and reach the limits of their range there. The taxa are rarely found in Poland and are threatened with extinction. A great number of their sites have not been reconfirmed since 1945. Devastation of habitats caused by man (especially progressive contamination of waters) is presumably the main reason for disappearance of the species on river and lake banks. Nowadays they are found on the temporarily flooded bottoms of the ponds. A map of *Limosella aquatica* (Fig. 2b) shows the second type of distribution of species belonging to this group, which cover a net of ways of the main rivers in Poland. The maps of *Lythrum hyssopifolia*, *Cyperus fuscus* and *Mentha pulegium* look similar. The species reach a sociological and ecological optimum of their occurrences in the *Cyperus fuscus-Limosella aquatica* community associated with valleys of the big rivers as well as in other parts of Europe (e.g. ALLORGE 1922; LIBBERT 1938; WENDELBERGER-ZELINKA 1952; KORNECK 1960). Regression of the taxa in Poland is presumably caused by damage or disappearance of their habitats. The most interesting and at the same time the most difficult to analyse are maps of the species rarely collected and without phytosociological documentation. Among these taxa is *Sagina subulata* (Fig. 2c) reaching the extreme limits of its northeastern range in Poland, and is therefore directly in danger of extinction.

In Poland the other group of taxa are plants growing exclusively on the anthropogenic sites, in communities occurring in arable fields. The map of *Illecebrum verticillatum* shows the type of distribution of such species (Fig. 2d). *Centunculus minimus* and *Radiola linoides* belong also to this group. In Poland contemporary sites of the taxa concentrate in the south-eastern part of the country. In the northern and western parts they are rather absent – occurring rarely or having not been reconfirmed since 1945. Information about observation of the species outside arable fields could be found only in older literature (e.g. KLINGGRAEFF 1882, DECKER 1911, LIBBERT 1938). The data suggests that the species are native elements in the Polish flora but nowadays they have a status of an apophyte. The problem of the origin of these taxa requires further investigation. The question is if it is possible that, according to the suggestion of MOOR (1936), the species were able to colonize and survive on arable fields after the disappearance of their natural sites like heaths and bare places.

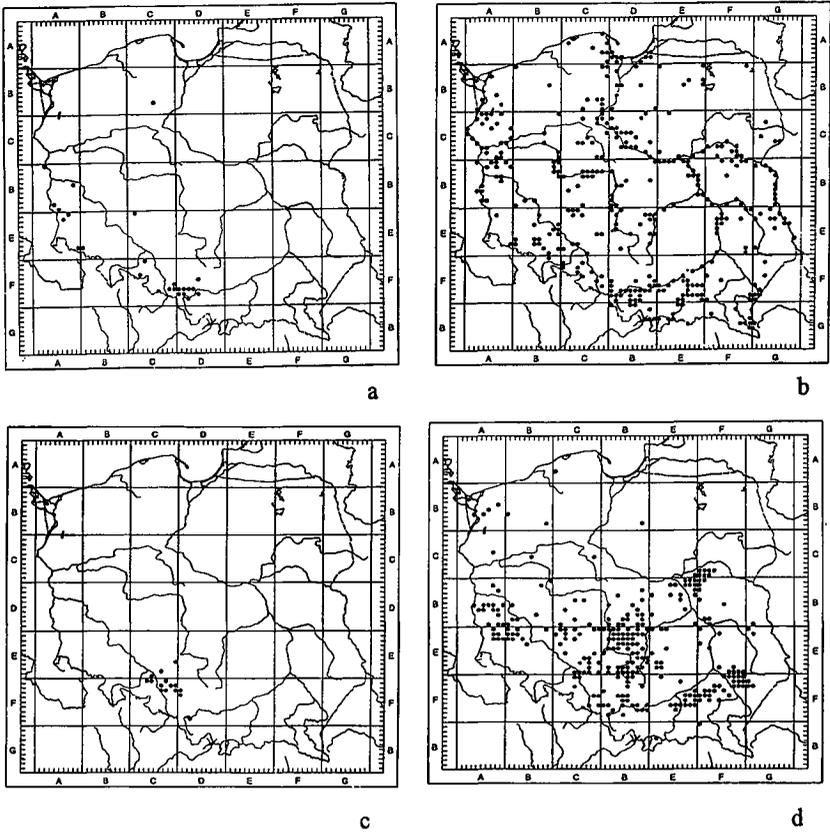


Fig. 2: The distribution of (a) *Elatine hexandra* (Lapierre) Dc., (b) *Limosella aquatica* L., (c) *Sagina subulata* (Sw.) Presl, and (d) *Illecebrum verticillatum* L. in Poland.

Conclusion

The level of knowledge of the communities of the Isoëto-Nanojuncetea class occurring in Poland is insufficient. The total number of the phytosociological relevés carried out in these communities is large but most of them are not methodically correct. The great difficulties in research on the communities occur at the stage of field-investigations and later while classifying the phytocoenoses. The phytocoenoses are very hard to find, they exist rarely and in small areas only. Generally, one can find the communities without the character species of the associations, which could be classified to the class Isoëto-Nanojuncetea or to the order Cyperetalia fuscii only or as fragments of the associations. The depauperated appearance of these communities may be a result of their development on the limits of their ranges and/or their occurrence in unstable habitats. For this reason a comparison of the relationship of the communities occurring in Poland to the ones from the centre of their range in Western Europe and an attempt at their classification poses many problems. In addition, some associations are not distinguished in the phytosociological

literature with respect to habitat and to species combination, but with respect to a quantitative domination of single taxa (see PIETSCH 1973), which makes it even more difficult to perform comparisons.

The most important tasks in research on the communities of the Isoëto-Nanojuncetea class in Poland, are as follows:

- to improve the phytosociological data basis and to explain the syntaxonomic position of certain communities, as the *Cyperetum flavescens*; the *Spergulario-Illecebretum verticillati*, the *Ranunculo-Myosuretum minimi*, the *Centaureum pulchellum-Pottia truncata*, the community with *Elatine alsinistrum*;
- to resolve the problem of nativity of communities growing in arable fields;
- to establish limits of occurrences of the communities (connected with the collection of the phytosociological data from all parts of Poland);
- to give a list of character species among bryophytes.

On the other hand, the studies on the distribution of the vascular character species of the Isoëto-Nanojuncetea have achieved a satisfactory level. Distribution maps of each species will be finished in the next few months, to be published in the first edition of the “Distribution atlas of vascular plants in Poland (ATPOL)” (ZAJĄCA., ZAJĄC M. 1992).

References

- ALLORGE, P. (1922): Les associations végétales du Vexin français. – Rev. Gen. Bot. 33, 589-652.
- BORYSIK, J., RATYŃSKA, H. (1984): Vegetation succession on the bottom of the artificial basin “Maltańskie Lake” (Poznań) in the first year after emptying the basin. – Bad. Fizjogr. Pol. Zach., Ser. B 35, 93-117.
- BORYSIK, J., RATYŃSKA, H. (1986): Changes in vegetation colonizing the uncovered bottom of the Maltańskie Lake (Poznań). – Bad. Fizjogr. nad Polską Zach., Ser. B 37, 25-55.
- Brzeg, A., RATYŃSKA, H. (1983): Plant communities occurring on the Warta riversides in Poznań and their anthropogenic features. – Bad. Fizjogr. nad Polską Zach., Ser. B 34, 79-102.
- CORLEY, M. F. V., CRUDWELL, A. C., DUELL, R., HILLAND, M. O., SMITH, A. J. E. (1981): Mosses of Europe and the Azores: an annotated list of species, with synonyms from the referent literature. – J. Bryol. 11, 4: 609-689.
- CZECZOTTOWA, H. (1928): The Atlantic Element in the Flora of Poland. – Rozpr. wydz. mat.-przyr. PAU Ser.A/B 65/66,221-286.
- DECKER, P. (1911): Beiträge zur Flora der südlichen Neumark und der östlichen Niederlausitz. – Verh. Bot. Vereins Prov. Brandenburg 53, 87-269.
- DIEMONT, W., H. SISSINGH, G., WESTHOFF, V. (1940): Het Dwergbierenzen-verbond (*Nanocyperion flavescens*) in Nederland. – Nederl. Kruidk. Arch. 50, 215-284.
- GROLLE, R. (1977): Verzeichnis der Lebermoose Europas und benachbarter Gebiete. – Feddes Repert. Ser. Biol. 87, 3-4: 171-297.
- KĘPCZYŃSKI, K., RUTKOWSKI, L. (1993): Schlammbödengesellschaften an den Ufern von Ackerfeldteichen, Dorfteichen und kleineren Seen in einigen Regionen des Mittelöstlichen Teils der Südbaltischen Seenplatten. – Acta Univ. Nicolai Copernici, Biologia 42, 3-30.
- KLINGGRAEFF, H. V. (1882): Bereisung des Schwetzen Kreises im Jahre 1881. – Ber. West. Bot.-Zool. Ges. 5, 32-57.
- KORNAŚ J. (1960): Centunculo-Anthoceretum in oberen Wisła-Tale. – Fragm. Flor. Geobot. 6(4), 517-521.

- KORNECK, D. (1960): Beobachtungen an Zwergbinsengesellschaften im Jahre 1959. – Beitr. Naturk. Forsch. SW-Dtschl. 19, 101-110.
- LIBBERT, W. (1938): Die Besiedlung der kahlen Flussufer. Vegetationstudien im neumärkischen Odertale I. – Feddes Repert. 101, 165-179.
- LOSTER, S. (1976): Vegetation on shores of water reservoirs on the Dunajec river (S. Poland). – Zesz. Nauk. Uniw. Jagiellońskiego, Prace Bot. 4, 7-70.
- MIREK, Z., PIĘKOŚ-MIRKOWA, H., ZAJĄC, A. & ZAJĄC, M. (1995): Vascular Plants of Poland. A checklist. – Polish Bot. Studies. Guidebook Series 15, 1-303.
- MOOR, M. (1936): Zur Soziologie der Isoëtales. – Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz 20, 1-148.
- MOOR, M. (1937): Ordnung der Isoëtales (Zwergbinsengesellschaften). – Prodrum der Pflanzengesellschaften 4, 1-24.
- PAWŁOWSKA, S. (1966): Floristic statistics and the elements of the Polish flora. – The vegetation of Poland (Ed.: W. SZAFER), pp. 138-240; Pergamon Press and PWN – Polish Scientific Publishers, Oxford – London – Edinburgh – New York – Paris – Frankfurt – Warszawa.
- PIETSCH, W. (1973): Beitrag zur Gliederung der europäischen Zwergbinsengesellschaften (Isoëto-Nanojuncetea Br.-Bl. et Tx. 1943). – Vegetatio 28(5-6), 401-438.
- PIETSCH, W., MÜLLER-STOLL, W. R. (1968): Die Zwergbinsen-Gesellschaft der nackten Teichböden im östlichen Mitteleuropa, *Eleocharito-Caricetum bohemicum*. – Mitt. Florist.-Soziol. Arbeitsgem. N. F. 13, 14-47.
- PIETSCH, W., MÜLLER-STOLL, W. R. (1974): Übersicht über die im brandenburgischen Gebiet vorkommenden Zwergbinsen-Gesellschaften (Isoëto-Nanojuncetea). – Verh. Bot. Vereins Prov. Brandenburg 109, 56-95.
- POPIELA, A. (1996a): Communities from the Isoëto-Nanojuncetea class in western Poland. – Fragm. Flor. Geobot. Series Polonica 3, 289-310.
- POPIELA, A. (1996b): Distribution of *Cyperus flavescens* (Cyperaceae) in Poland. – Fragm. Flor. Geobot. Series Polonica 3, 363-72.
- POPIELA, A. (1997): Occurrence of the Isoëto-Nanojuncetea-class communities in Poland. – Monogr. Bot. 80, 1-59.
- POPIELA, A. (1998a): New sites of *Elatine* L. species in Poland. – Bad. Fizjogr. nad Polską Zach. Ser. B 47, 257-264.
- POPIELA, A. (1998b): The distribution of character species of the Isoëto-Nanojuncetea-class in Poland. Part. I. *Centunculus minimus*, *Radiola linoides* and *Illecebrum verticillatum*. – Fragm. Flor. Geobot. 43(2), 223-230.
- POPIELA, A. (1999a): The distribution of character species of the Isoëto-Nanojuncetea-class in Poland. Part. II. *Carex bohemica*, *Eleocharis ovata* and *Juncus tenageia*. Fragm. Flor. Geobot. 44(1) (in print).
- POPIELA, A. (1999b): The distribution of character species of the Isoëto-Nanojuncetea-class in Poland. Part. III. *Sagina ciliata*, *Sagina subulata*, *Lythrum hyssopifolia* and *Mentha pulegium*. – Fragm. Flor. Geobot. 44(2) (in print).
- POPIELA, A., FUDALI, E. (1996): The community with *Elatine alsinastrum* (The Isoëto-Nanojuncetea-class) in the town Chojna environs in the western Pomerania (NW Poland). – Fragm. Flor. Geobot. 38(2), 771-774.
- ROTHMALER, W. ed. (1990): Exkursionsflora von Deutschland. Kritischer Band. – 8. Aufl., 811 pp., Volk und Wissen Verlag, Berlin.
- TRĄBA, C. (1991): The stubble-field plant communities in South-Eastern Poland. P. IV. Plant communities of the Nanocyperion flavescens alliance – Acta Agrobot. 44(1-2), 171-193.
- WARCHOLIŃSKA, A.U. (1974): Segetal communities of the Piotrków Plain. – Acta Agrobot. 27(2), 95-194.
- WARCHOLIŃSKA, A.U. (1981): Field phytocoenoses, including *Illecebrum verticillatum* L., and their diagnostic value. – Fragm. Flor. Geobot. 27(4), 621-625.
- WENDELBERGER-ZELINKA, F. (1952): Die Vegetation der Donauauen bei Wallsee. 196 pp.; Kommissionsverlag, OÖ Landesverl., Wals.
- WNUK, Z. (1989): Segetal communities of the Częstochowa Upland on a background of segetal communities in Poland. – Monogr. Bot. 71, 1-118.
- WÓJCIK, Z. (1968): Les associations des champs cultivés en Masovie. II. Les associations des chaumées de l'alliance Nanocyperion flavescens. – Ekol. Pol. Ser. A 16(3), 101-120.

- ZAJĄC, A. (1978): Atlas of distribution of vascular plants in Poland (ATPOL). – Taxon 27 (5–6), 481–484.
- ZAJĄC, E.U., ZAJĄC, A. (1974): *Illecebrum verticillatum* L. (Caryophyllaceae) in Poland. – Bad. Fizjogr. nad Polską Zach. Ser. B. 27, 219–226.
- ZAJĄC, M., ZAJĄC, A. (1988): Communities of the class Isoëto-Nanojuncetea on the bottoms of drying-up ponds in the S part of the Oświęcim Basin (Southern Poland). – Zesz. Nauk. Uniw. Jagiellońskiego Pr. Bot. 17, 155–160.
- ZAJĄC, A., ZAJĄC, M. eds. (1992): Distribution atlas of vascular plants in Poland (ATPOL). Prospectus. – 32 pp., Laboratory of Computer Chorology, Institut of Botany, Jagiellonian University, Kraków.
- ZARZYCKI, K., KAŻMIERCZAKOWA, R. eds. (1993): Polish plant red data book. Pteridophyta and Spermatophyta. – 310 pp., Polska Akademia Nauk, Kraków.
- ZARZYCKI, K., SZELĄG, Z. (1992): Red list of threatened vascular plants in Poland. In: List of threatened plants in Poland – (Eds.: K. ZARZYCKI, W. WOJEWODA & Z. HEINRICH), 2, pp. 87–98, Instytut Botaniki im. W. Szafera, PAN, Kraków.
- ŻUKOWSKI, W. (1969): Systematic and geographic studies of the Cyperoideae subfamily in Poland. – Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk. Prace Kom. Biol. 32(3), 1–132.
- ŻUKOWSKI, W. (1975): The genus *Elatine* L. in Poland. – Bad. Fizjogr. nad Polską Zach. Ser. B. 28, 7–23.
- ŻUKOWSKI, W., JACKOWIAK W. (1995): List of endangered and threatened vascular plants in Western Pomerania and Wielkopolska (Great Poland). In: Endangered and threatened vascular plants in Western Pomerania and Wielkopolska (Eds.: ŻUKOWSKI, & B. JACKOWIAK). – Pr. Zakł. Taks. Rośl. Uniw. A. Mickiewicza w Poznaniu 2, 9–92.

(Received 12 May 1999)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	2	381-388	1999	Freiburg im Breisgau 23. September 1999
--	---------	---	---------	------	--

Unterschiedliche Verteilungen von Isoëto- Nanojuncetea- und Littorelletea-Arten an ökologisch differenzierten Sekundärgewässertypen im Raum Osnabrück

von

UWE HERMS, Osnabrück*

Zusammenfassung: Anhand von floristischen, vegetationskundlichen sowie hydrochemischen und hydrophysikalischen Untersuchungen konnten 16 Sekundärgewässer aus dem Raum Osnabrück hinsichtlich ihrer Vegetation, Trophie und Hydrochemie drei unterscheidbaren Gewässertypen zugeordnet werden. Es zeigt sich eine Korrelation zwischen dem Vorkommen von Kennarten und Gesellschaften der Isoëto-Nanojuncetea und der Littorelletea und den standort- und vegetationskundlich unterscheidbaren Gewässertypen.

Die Gefährdung obiger Arten und die Seltenheit typischer Assoziationsausbildungen wird unterstrichen.

Summary: Flora, vegetation and hydrochemistry of 16 artificial lakes in the area of Osnabrück were investigated. The results show that the lakes can be grouped into three types of lakes due to differences in vegetation and hydrochemistry. The occurrence of plant species and plant communities of Isoëto-Nanojuncetea and Littorelletea is correlated with the distinguished laketypes and discussed in this paper.

The vulnerability of the plant species mentioned above and the rareness of typically developed plant communities is emphasized.

1. Einleitung

Der starke Rückgang ehemals für das nordwestdeutsche Flachland landschaftstypischer, sand-oligotropher Stillgewässer unterschiedlichster Genese (VAHLE 1990a, WEBER 1980) war Anlaß, Sekundärgewässer im Raum Osnabrück, im südwestlichen Niedersachsen, mit dem Hauptaugenmerk auf Arten und Gesellschaften der Littorelletea und der Charetea zu untersuchen. Neben der Dokumentation der Flora und Vegetation der Gewässer wurden hydrochemische Untersuchungen durchgeführt, um die Standorte genauer beschreiben zu können. Die 16 Gewässer

* Anschrift des Verfassers: Dipl.-Biol. UWE HERMS, Arbeitsgruppe Ökologie, Fachbereich Biologie / Chemie der Universität Osnabrück, Barbarastr.11, D-49076 Osnabrück

wurden aus mehr als 200 betrachteten ausgewählt, von denen die überwiegende Zahl als eutroph bis hypertroph bezeichnet werden mußte. Somit erfolgte hinsichtlich nährstoffarmer Gewässer keine vollständige Inventarisierung des sich in etwa auf die nördliche Hälfte des Landkreises Osnabrück (ca. 1600 km²) erstreckenden Untersuchungsgebietes. Es wurden vielmehr nur die Besonderheiten erfaßt und einige nährstoffreichere Gewässer berücksichtigt und den übrigen vergleichend gegenübergestellt.

2. Methoden

Bei der Erfassung von Flora und Vegetation wurden wasserabgewandt diejenigen Bereiche berücksichtigt, die nachhaltig vom Winterhochwasser beeinflusst sind. Der Wasserkörper wurde bis in zwei Meter Tiefe untersucht. Um auch die später im Jahresverlauf auflaufenden Arten zu erfassen, wurden die Artenverzeichnisse der einzelnen Gewässer von Mai bis Oktober mehrmals aktualisiert. Die Nomenklatur der Phanerogamen erfolgte nach WEBER (1995), die der Characeen nach VAHLE (1990 b). Zur Beschreibung der Vegetation wurden 280 Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet angefertigt. Zur Erfassung von hydrochemischen und hydrophysikalischen Parametern wurde jedes Gewässer viermal im Jahr beprobt, um Schwankungen im Jahresverlauf zu berücksichtigen (PARDEY 1992). Neben pH-Wert, Sauerstoffgehalt, -sättigung und Leitfähigkeit wurde die Carbonat- und die Gesamthärte, sowie die Gehalte von Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻, Na⁺, NH₄⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ bestimmt. Die zur Trophiegliederung von Gewässern häufig verwendeten Gehalte an Phosphat und Nitrat (SCHWOERBEL 1993) liegen bei fast allen Messungen unterhalb der Nachweisgrenze (0,3 mg/l) des zur Detektion verwendeten Säulenchromatographen. Somit können diese Werte nicht zur Trophiegliederung herangezogen werden, es kann jedoch ausgeschlossen werden, dass einzelne Gewässer übermäßig anthropogen verschmutzt sind (STIPPROWEIT 1984).

Nachdem anhand der Vegetationsaufnahmen 60 Vegetationseinheiten unterschieden werden konnten, wurde überprüft, ob diese regellos an den Gewässern vorkommen, oder ob ein Verteilungsmuster zu erkennen ist, anhand dessen Gruppen von Gewässern unterscheidbar sind. Hierzu wurde, analog dem synoptischen Vergleich von Vegetationsaufnahmen, eine Tabelle erstellt, in deren Zeilen die unterschiedenen Vegetationstypen aufgeführt sind. Deren Vorkommen an den Gewässern ist in den Spalten der Tabelle verzeichnet, wobei jede Spalte einem Gewässer zugeordnet ist.

3. Ergebnisse

3.1 Artenspektrum

An den 16 Gewässern konnten neben der überraschend großen Zahl von 275 Gefäßpflanzenarten drei Characeen nachgewiesen werden. Von den Gefäßpflanzen sind 29 als gefährdet und sieben als vom Aussterben bedroht in der „Roten Liste der Gefäßpflanzen von Niedersachsen“ (GARVE 1993) aufgeführt. Zu der Gruppe der letztgenannten gehören zwei Kennarten der Zwergbinsengesellschaften (*Centunculus minimus*, *Cicendia filiformis*), eine häufig in Kontakt mit dem Nanocyperion stehende (*Scutellaria minor*) sowie eine Kennart der Littorelletea (*Elatine hexandra*).

Eine der Characeen (*Chara contraria*) galt 1990 (VAHLE 1990 b) in Niedersachsen noch als verschollen.

3.2 Gewässertypisierung

Anhand der Verteilung der Vegetationseinheiten konnten drei Gruppen von Gewässern deutlich voneinander getrennt werden. Die nachfolgende Mittelung der erhobenen Werte von hydrochemischen Parametern innerhalb der drei Gruppen ergab ebenfalls deutliche Unterschiede zwischen den Gewässergruppen.

Tab. 1: Gewässertypisierung anhand der Verteilung von Vegetationseinheiten.

Gewässergruppe	A				B				C							
Ökologischer Gewässertyp	dystroph				mesotroph				mesotroph-eutroph							
typische Vegetationseinheiten	Littorelletea				Littorelletea Scheuchzerio - Caricetea fuscae				Potametea Phragmitetea Lemnetea							
mittlerer pH-Wert	5,5				7,2				7,4							
mittlere Carbonathärte °dH	0,6				2,3				5,5							
mittlere Gesamthärte °dH	3,6				4,8				10							
mittlere Artenzahl	49				70				90							
mittlere Zahl "Rote-Liste-Arten"	2,8				6,4				5,6							
Gewässernummer	4	11	12	6	2	5	10	3	1	16	8	9	14	7	13	15
Vegetationseinheiten																
Carex rostrata-Ges.	x	.	x	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	x
Juncus bulbosus-Ges.	x	x	x	x	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eleogiton fluviatans-Ges.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Potamogeton polygonifolius-Ges.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Agrostis canina-Ges.	.	x	.	.	.	.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.
Pilularietum globuliferae	.	.	.	.	.	.	x	x	.	.	x	.	.	.	.	.
Eleocharitetum acicularis	.	.	.	.	.	.	.	x	x	.	.	x	.	.	.	.
Carex demissa-Ges.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.
Myriophyllum alterniflorum-Bestand	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.
Rhynchosporetum albae	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.
Caricetum fuscae	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.
Chara delicatula-Ges.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	x
Myriophyllum spicatum-Ges.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	.	x	.
Stellario-Scirpetum setacei	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	x	x	x	x	.
Typha latifolia-Ges.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	x	.	x
Phalaridetum arundinaceae	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	x
Ranunculetum peltati	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	x
Elodea canadensis-Ges.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	x	.
Potamogeton natans-Ges.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	x	.	.	.	.
Sagittario-Sparganietum emersi	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x
Mentha aquatica-Ges.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x
Potamogetonum trichoidis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	x

Es sind nur die für die Gewässertypisierung relevanten Vegetationseinheiten aufgeführt

Aus Tabelle 1 geht hervor, dass die Gewässer der Gruppe A durch Gesellschaften flutender Arten der Littorelletea gekennzeichnet sind. Der amphibische Bereich ist hier oft großflächig von einer *Juncus bulbosus*-Gesellschaft mit hoher Deckung von *Sphagnum denticulatum* bewachsen. Diese Gewässer weisen die niedrigsten mittleren Carbonat- und Gesamthärten sowie den niedrigsten mittleren pH-Wert auf. Als

bicarbonatarme, saure Gewässer werden sie als tendenziell dystroph charakterisiert. In dieser Gruppe ist die Gesamtartenzahl wie auch die Anzahl der gefährdeten Arten am geringsten.

Für die Gewässer der Gruppe B sind dagegen amphibische Gesellschaften der Littorelletea sowie der Scheuchzerio-Caricetea fuscae typisch. Wüchsige, eutraphente Röhrichte fehlen hier weitgehend. An diesen artenreicheren Gewässern finden sich die meisten gefährdeten Arten. Höhere mittlere Härtegrade und ein höherer mittlerer pH-Wert kennzeichnen diese mesotrophen Gewässer. Ebenso wie für die Gewässer der Gruppe A sind hier sandige, humusarme bis -freie Substrate vorherrschend.

Die Gruppe C umfaßt mesotroph-eutrophe Gewässer, deren mittlere Härtegrade sowie mittlerer pH-Wert am höchsten sind. Solche bicarbonatreichen Gewässer weisen in der Regel reiche Hydrophytenbestände auf (WIEGLEB 1976, POTT 1995), und es finden sich hier im Gegensatz zu den übrigen Gewässern eutraphente Gesellschaften der Potamogetonetea, der Phragmitetea und der Lemnetaea auf zum Teil schlammigen Substraten. Die mittlere Gesamtartenzahl ist in dieser Gruppe am größten, wohingegen die mittlere Zahl der gefährdeten Arten gegenüber der Gruppe B wieder etwas geringer ist.

Der Anstieg der Artenzahlen von den dystrophen über die mesotrophen hin zu den mesotroph-eutrophen Gewässern ist wohl mit einer zunehmenden Nährstoffversorgung (vornehmlich Phosphat und Nitrat) zu erklären (s. DIERSEN 1996). Die Zahl der gefährdeten Arten ist dagegen nicht nachweislich mit den Gesamtartenzahlen der Gewässer korreliert und steigt nicht grundsätzlich mit zunehmender Artenzahl an.

3.3 Verteilung der Arten der Isoëto-Nanojuncetea und Littorelletea auf die Gewässergruppen

Außer den beiden Klassencharakterarten der Isoëto-Nanojuncetea (*Gnaphalium uliginosum* und *Juncus bufonius*) sind alle übrigen der insgesamt nachgewiesenen neun Kennarten in Niedersachsen als gefährdet eingestuft (GARVE 1993). Als Klassencharakterarten besitzen die beiden oben genannten Arten eine recht weite ökologische Amplitude, was sich auch in ihrem an allen Gewässergruppen sehr steten Vorkommen widerspiegelt (s. Tab.2). Die übrigen Kennarten finden sich dagegen nahezu ausschließlich an den mesotrophen und mesotroph-eutrophen Gewässern der Gruppen B und C, wo sie ohne erkennbare Regelmäßigkeit verteilt sind. Ebenso verhalten sich die vier unten in der Tabelle aufgeführten Arten, die häufig in die Nähe der Isoëto-Nanojuncetea gestellt werden.

Tab. 2: Vorkommen von Kennarten der Isoete-Nanojuncetea an den Gewässergruppen.

Gewässergruppe		A				B					C						
		4	11	12	6	2	5	10	3	1	16	8	9	14	7	13	15
	RL																
KC	Gnaphalium uliginosum			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	
KC	Juncus bufonius		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
KC	Lythrum portula	3F,2H				x		x		x							
AC	Scirpus setaceus	3			x						x	x	x	x			x
AC	Centaurium pulchellum	3B									x		x				
AC	Centunculus minimus	1B								x	x						
AC	Juncus tenageia	2F,0H								x							
AC	Cicendia filiformis	1F,0H								x							
KC	Hypericum humifusum	3F									x						
	Plantago intermedia					x		x		x	x	x	x	x			
	Stellaria uliginosa		x			x			x			x			x		
	Elatine hexandra	1								x							
	Scutellaria minor	1											x				

RL = Rote Liste Niedersachsen mit Gefährdungskategorie (s. Garve 1993); AC = Assoziationscharakterart; KC = Klassencharakterart

Ganz anders stellt sich dagegen die Verteilung der Littorelletea-Arten dar (s. Tab. 3).

Auch hier findet sich eine Klassencharakterart (*Juncus bulbosus*) mit einer weiten ökologische Amplitude an Gewässern aus allen ökologischen Gruppen. Die übrigen sechs der insgesamt sieben Kennarten der Strandlinggesellschaften sind in Niedersachsen gefährdet. Sie kommen an den untersuchten Gewässern mit deutlichem Schwerpunkt in amphibischen Bereichen der mesotrophen Gewässer vor. An den mesotroph-eutrophen fehlen sie nahezu, während an den dystrophen Gewässern neben *Juncus bulbosus* nur flutende Formen von Littorelletea-Arten (*Potamogeton polygonifolius*, *Eleogiton fluitans*) zu finden sind.

Tab. 3: Vorkommen von Kennarten der Littorelletea an den Gewässergruppen.

Gewässergruppe		A				B					C						
		4	11	12	6	2	5	10	3	1	16	8	9	14	7	13	15
	RL																
KC	Juncus bulbosus		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
AC	Ptilularia globulifera	2F,0H				x	x			x							
AC	Eleocharis acicularis	3						x	x	x	x						
AC	Littorella uniflora	2								x							
KC	Myriophyllum alterniflorum	2								x							
KC	Potamogeton polygonifolius	3			x												
AC	Eleogiton fluitans	2F,0H	x	x			x										

RL = Rote Liste Niedersachsen mit Gefährdungskategorie (Garve 1993); AC = Assoziationscharakterart; KC = Klassencharakterart

3.4 Verteilung der Vegetationseinheiten der Isoëto-Nanojuncetea und Littorelletea auf die Gewässergruppen

Auch hinsichtlich der Verteilung der Vegetationseinheiten der Isoëto-Nanojuncetea und der Littorelletea auf die einzelnen Gewässergruppen ergibt sich ein im Vergleich zu den obigen Arten sehr ähnliches Bild (s. Tab.4).

Tab. 4: Vorkommen von Vegetationseinheiten der Isoëto-Nanojuncetea und Littorelletea an den Gewässergruppen.

Gewässergruppe	A				B				C							
Gewässernummer	4	11	12	6	2	5	10	3	1	16	8	9	14	7	13	15
Vegetationseinheiten Littorelletea																
<i>Juncus bulbosus</i> -Ges.	x	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potamogeton polygonifolius</i> -Ges.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eleogiton fluitans</i> -Ges.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pilularietum gobuliferae</i>	.	.	.	.	x	x	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eleocharitetum acicularis</i>	.	.	.	.	.	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.
<i>Myriophyllum alterniflorum</i> -Bestand	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.
Vegetationseinheiten Isoëto-Nanojuncetea																
<i>Juncus bufonius</i> -Ges.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	x	.	.	x	.	.	.
<i>Stellario- Scirpetum setacei</i>	.	.	.	x	.	.	.	.	.	x	x	.	.	.	.	.
<i>Centunculus minimus</i> -Ges.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	.	.	.	.	.	.
<i>Juncetum tenageiae</i>	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.

Die Assoziationen und fragmentarischen Gesellschaften der Isoëto-Nanojuncetea kommen so gut wie ausschließlich an Gewässern der Gruppen B und C vor.

Dagegen sind die Assoziationen und Gesellschaften der Littorelletea so verteilt, dass die Fragmentgesellschaften flutender Arten und die *Juncus bulbosus*-Gesellschaft auf die dystrophen Gewässer beschränkt sind, während die amphibischen Assoziationen nur an den mesotrophen Gewässern zu finden sind.

4. Diskussion

Die deutlichen Unterschiede bezüglich der Verteilung der Isoëto-Nanojuncetea- und der Littorelletea-Arten auf die Gewässertypen lassen sich im Einklang mit vorhandenen Beschreibungen über die Ökologie dieser Arten interpretieren. Als wichtigste Faktoren für die Ansiedlung und Entwicklung von Zwergbinsenarten werden der uneingeschränkte Lichtgenuß sowie eine hohe Bodenfeuchte vor allem zur Keimungszeit genannt (MOOR 1936, PHILIPPI 1968). Nährstoffarmut des Substrates ist kein primär wichtiger Faktor, wenn konkurrierende Arten z.B. durch natürliche oder anthropogene Wasserstandsschwankungen zurückgedrängt werden. Dem entspricht, dass die Arten dieser Vegetationsklasse neben den mesotrophen Gewässern der Gruppe B auch nährstoffreichere der Gruppe C besiedeln. Dies war theoretisch an allen Gewässern möglich, da auch an den eutrophen überall mehr oder weniger große Freiflächen im Bereich der Röhrichte vorhanden waren. Auch der häufig dargestellte Kontakt zu *Bidentetea*- und *Molinio-Arrhenatheretea*-Gesellschaften (PHILIPPI 1974 in OBERDORFER 1977) spricht für gut mit Nährstoffen versorgte

Standorte von Zwergbinsengesellschaften. Die mittlere Stickstoffzahl (nach ELLENBERG 1991) aller im Rahmen dieser Arbeit nachgewiesenen Zwergbinsenarten beträgt 3,2 (min. 2 - max. 4).

Das Fehlen von Zwergbinsenarten an den dystrophen Gewässern ist mit der großflächigen Bedeckung der amphibischen Bereiche durch die *Juncus bulbosus* - *Sphagnum denticulatum*-Gesellschaft zu erklären, die gegenüber allen anderen Vegetationseinheiten sehr konkurrenzstark ist. POTT (1995) begründet dies mit der Fähigkeit dieser Arten, an amphibischen Wuchsorten in der terrestrischen Phase das atmosphärische CO₂ nutzen zu können. So sind diese Arten in der Lage, das geringe Kohlenstoffangebot aus dem Wasserkörper zu kompensieren (vgl. WIEGLEB 1976). Auch die in einem dystrophen Gewässer nachgewiesene, flutende Littorelletea-Art *Potamogeton polygonifolius* wird als typisch für bicarbonatarme Gewässer angesehen (PIETSCH 1977).

Die Beschränkung der in den amphibischen Bereichen vorkommenden Arten der Littorelletea auf Protapedonstandorte der mesotrophen Gewässer kann mit ihrer Konkurrenzschwäche und Anpassung an nährstoffarme Standorte erklärt werden (VAHLE 1990 a, DIERSEN 1988, 1996). Die vegetationskundlichen und hydrochemischen Ergebnisse weisen diese Gewässer als verhältnismäßig nährstoffarm gegenüber den übrigen aus. Dies wird auch durch die mittlere Stickstoffzahl der auf diesen Gewässertyp beschränkten Arten der Littorelletea gestützt, welche nur 2,1 (min. 2 - max. 3) beträgt.

Obwohl die Gewässer überwiegend recht jung sind (<20 Jahre), weisen sie ein besonderes Inventar an schutzwürdigen und -bedürftigen Arten auf. Diese kommen an den Gewässern jedoch nur sehr zerstreut mit geringer Stetigkeit vor; so sind 2/3 dieser Arten nur an einem bzw. zwei Gewässern vertreten. Aufgrund dieser geringen Stetigkeit in Zusammenhang mit der versprengten Lage der Gewässer im Untersuchungsgebiet ist die von ELLENBERG (1986 zit. in VON LAMPE 1996) noch postulierte Allgegenwart von Diasporen der Isoëto-Nanojuncetea-Arten inzwischen vielleicht zu bezweifeln. Viele Autoren nehmen an, dass die zunehmende Isolation von Populationen deren Ausbreitungspotential und „Reichweite“ zunehmend geringer werden läßt (WEBER 1980, KAPLAN 1992, Kohn 1993). Das zerstreute Vorkommen von gefährdeten Arten der betrachteten Vegetationsklassen schlägt sich auch in der schwachen floristischen Kennzeichnung der Vegetationseinheiten nieder. Von den vier Vegetationseinheiten, welche den Isoëto-Nanojuncetea zugeordnet werden konnten, haben nur zwei den Rang einer Assoziation, und zwei werden als ranglose Gesellschaften der Klasse geführt (Stellario-Scirpetum setacei, Juncetum tenageiae, *Juncus bufonius*-Ges., *Centunculus minimus*-Ges.). Ähnliches gilt für die Strandlinggesellschaften, wo zwei Assoziationen und vier Gesellschaften nachgewiesen wurden (Pilularietum globuliferae, Eleocharitetum acicularis, *Juncus bulbosus*-Ges., *Potamogeton polygonifolius*-Ges., *Eleogiton fluitans*-Ges., *Myriophyllum alterniflorum*-Bestand) (Vegetationstabellen bei HERMS 1997). Eine zunehmend schwächere floristische Kennzeichnung von Zwergbinsengesellschaften beschreiben schon PHILIPPI (1968) und DIERSEN (1988). Gleiches gilt für die Assoziationen der Littorelletea, wengleich einzelne, wie z.B. das Pilularietum globuliferae (BANK-SIGNON & PATZKE 1986) typischerweise durch die Dominanz einzelner Arten geprägt sind. Insgesamt unterliegen aber auch hier die Vegetationseinheiten einer durch die lückiger werdende Verbreitung (vgl. GARVE 1994) der gesellschaftskonstituierenden Arten einer zunehmenden floristischen Verarmung, weshalb die Littorelletea-Gesellschaften auch als die am stärksten gefährdeten Pflanzengesellschaften Mitteleuropas betrachtet werden (s. DIERSSEN 1975).

Schrifttum

- BANK-SIGNON, I. & PATZKE, E. (1986): Die Vegetation der Drover Heide unter besonderer Berücksichtigung ihrer Strandlings- und Zwergbinsengesellschaften. – *Decheniana* 139, S. 38-57.
- DIERBEN, K. (1975): *Littorelleta uniflorae* Br.-Bl. et Tüxen. – *Prodromus der europäischen Pflanzengesellschaften*, 149 S.; Vaduz.
- DIERBEN, K. (1988): Rote Liste der Pflanzengesellschaften Schleswig-Holsteins. – *Schriftenr. Landesamt Natursch. Landschaftspf.* 6, 156 S.
- DIERBEN, K. (1996): *Vegetation Nordeuropas*. – 489 S.; Ulmer, Stuttgart.
- ELLENBERG, H. (1991): *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. – 248 S.; Goltze, Göttingen.
- GARVE, E. (1993): Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen. – 4. Fassung, 48 S., Niedersächsisches Landesamt f. Ökologie, Hannover.
- GARVE, E. (1994): Atlas der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen. – *Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen* 30/1 u. 30/2, 897 S.
- HERMS, U. (1997): *Vegetation und Standortfaktoren ausgewählter, überwiegend nährstoffarmer Stillgewässer im Raum Osnabrück*. – unveröff. Diplomarbeit, Universität Osnabrück.
- KAPLAN, K. (1992): Farn- und Blütenpflanzen nährstoffarmer Feuchtbiopte. – *Metelener Schriftenreihe für Naturschutz* 3, 114 S.
- KOHN, J. (1993): Zum Diasporenreservoir unterschiedlich beeinträchtigter nordwestdeutscher Flachgewässer. – *Metelener Schriftenreihe für Naturschutz* 4, S. 75-92.
- LAMPE VON, M. (1996): Wuchsform, Wuchsrhythmus und Verbreitung der Arten der Zwergbinsengesellschaften. – *Dissertationes Botanicae* 266, 240 S.
- MOOR, M. (1936): Zur Soziologie der Isoetalia. – *Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz* 20, 148 S.; Bern.
- OBERDORFER, E. (1977): *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*, Teil 1. – 2. Aufl., 311 S.; Jena.
- PARDEY, A. (1992): *Vegetationsentwicklung kleinflächiger Sekundärgewässer*. – *Diss. Bot.* 195, 195 S.; Berlin, Stuttgart.
- PHILIPPI, G. (1968): Zur Kenntnis der Zwergbinsengesellschaften des Oberrheingebietes. – *Veröff. Landesstelle Naturschutz und Landschaftspflege Bad.-Württ.* 36, S. 65-130.
- PIETSCH, W. (1977): Beitrag zur Soziologie und Ökologie der europäischen *Littorelletea*- und *Utricularietea*-Gesellschaften. – *Feddes Repertorium* 88, S. 141-245.
- POTT, R. (1995): *Die Pflanzengesellschaften Deutschlands*. – 2. Aufl., 622 S.; Ulmer, Stuttgart.
- SCHWOERBEL, J. (1993): *Einführung in die Limnologie*. – 387 S.; Fischer, Stuttgart / Jena.
- STIPPROWEIT, A. (1984): *Chemische und physikalische Vorgänge in Gewässern und deren biologische Bedeutung*, 1. Teil. – *Natur- u. Landschaftskunde* 20, S. 20-44.
- VAHLE, H.C. (1990a): Grundlagen zum Schutz der Vegetation oligotropher Stillgewässer in Nordwestdeutschland. – *Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen* 22, 157 S.; Hannover.
- VAHLE, H.C. (1990b): Armleuchteralgen (Characeen) in Niedersachsen und Bremen – Verbreitung, Gefährdung und Schutz. – *Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen* 5, S. 86-132.
- WEBER, H.E. (1980): Zur Situation der natürlichen Stillgewässer und Baggerseen im westlichen Niedersachsen. – *Inf. Naturschutz Landschaftspf.* 2, S. 93-102; Wardenburg.
- WEBER, H.E. (1995): *Flora von Südwest-Niedersachsen und dem benachbarten Westfalen*. – 770 S.; Wenner, Osnabrück.
- WIEGLEB, G. (1976): *Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Chemismus und Makrophytenvegetation stehender Gewässer in Niedersachsen*. – *Diss. Univ. Göttingen*, 113 S.

(Am 15. März 1999 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	2	389-402	1999	Freiburg im Breisgau 23. September 1999
--	---------	---	---------	------	--

Zum Zustand des *Deschampsietum rhenanae* am Bodensee

von

MICHAEL DIENST, Konstanz & IRENE STRANG, Reichenau*

Zusammenfassung: Die endemische Strandschmielen-Gesellschaft (*Deschampsietum rhenanae*) kommt am Kiesufer im oberen Litoral des Bodensees vor. Seit Anfang des Jahrhunderts sind ihre Bestände auf ca. 10-20% der früheren Ausdehnung zurückgegangen. Zwei endemische Charakterarten sind inzwischen ausgestorben. In den letzten Jahren kam es zu starken Veränderungen durch mehrere Niedrigwasserjahre. Die Strandschmielen-Gesellschaft hat sich seewärts z.T. um mehrere Meter verlagert. Vom Land her wurden vor allem ihre Charakterarten von perennen Süß- und Sauergräsern verdrängt.

Summary: The *Deschampsietum rhenanae* is an endemic lakeshore community growing on gravel soils at Lake Constance. Since the beginning of this century this community has been reduced to 10-20% of his former extension. Furthermore, two endemic plant species went almost extinct. During the last decade species composition changed because the duration of flooding was lower than on average. As a result, a lakeside shift of the *Deschampsietum* was observed. At the landside part of the lakeshore the endemic plant species were replaced with widespread perennial grasses and sedges.

1. Einführung

Die endemische Strandschmielen-Gesellschaft des Bodensees ist in den letzten Jahrzehnten stark zurückgegangen und gilt inzwischen als stark gefährdet. Um Erkenntnisse über Populationsdynamik und mögliche Gefährdungsursachen zu gewinnen, wurden in den letzten 10 Jahren vermehrt Bestandserhebungen und Untersuchungen durchgeführt. Eine wesentliche Frage ist hierbei, inwieweit die Folgen der Eutrophierung und die Wasserstandsdynamik Einfluß auf die Vitalität des *Deschampsietum rhenanae* haben.

* Anschriften der Verfasser: Dipl.-Biol. MICHAEL DIENST, Schulstr. 4, D-78462 Konstanz. – Dipl.-Biol. IRENE STRANG, Eschenweg 17, D-78479 Reichenau

1.1 Beschreibung der Gesellschaft

Das Deschampsietum rhenanae (Strandschmielen-Gesellschaft; Oberd. 57) ist eine für das Bodenseeufer endemische Pflanzengesellschaft, die das obere Eulitoral besiedelt. Dabei werden oligotrophe bis mesotrophe Uferabschnitte bevorzugt. Im unteren Eulitoral ist dem Deschampsietum oft das Littorello-Eleocharitetum acicularis (Malcuit 29) vorgelagert. Häufig werden diese beiden Pflanzengesellschaften im Uferbereich unter dem Begriff „Strandrasen“ zusammengefaßt.

Die Charakterarten der Assoziation sind *Deschampsia littoralis* (= *D. rhenana* Grelli) (Strand-Schmiele), *Myosotis rehsteineri* (Bodensee-Vergißmeinnicht), *Saxifraga oppositifolia* ssp. *amphibia* (Bodensee-Steinbrech) und *Armeria maritima* ssp. *purpurea* (Purpur-Grasnelke). Die beiden letztgenannten Arten gelten als Glazialrelikte (LANG 1967) und sind seit den siebziger Jahren verschollen bzw. ausgestorben (DIENST & WEBER 1990). Alle Arten sind Endemiten des Bodensees bzw. des präalpinen Raums. Als weitere seltene Arten kommen *Littorella uniflora* (Strandling) und *Ranunculus reptans* (Ufer-Hahnenfuß) vor. Sie sind Charakterarten der Littorelletalia.

Typische Begleiter sind vor allem zahlreiche Süß- und Sauergräser wie *Phalaris arundinacea*, *Agrostis stolonifera*, *Carex acuta*, *Carex elata*, *Carex panicea*, *Carex viridula*, *Juncus articulatus* und *Juncus alpinus*. Besonders die hoch oder dicht wachsenden Gräser stellen für die kleinwüchsigen Strandrasenarten eine ernst zu nehmende Konkurrenz dar. Weniger oder kein Konkurrenzdruck geht von anderen Begleitarten aus wie *Allium schoenoprasum*, *Galium palustre* s.stt., *Eleocharis acicularis* oder *Cardamine pratensis*. In wasserarmen Jahren können eher untypische Arten zur Auskeimung kommen und das Vegetationsbild am Kiesufer mitbestimmen, so z.B. *Poa annua*, *Cerastium holosteoides*, *Capsella bursa-pastoris*, *Salix* spec. oder verschiedene *Veronica*-Arten.

1.2 Standortsfaktoren

Der Untergrund besteht meist aus einem sandig bis grobkiesigen Substrat mit einem hohen Anteil von Steinen. Neben glazialen Schottern der Würm stehen auch vereinzelt kalkreiche Molasse oder biogener Schneegglisand als Ausgangsmaterial für die Bodenbildung an.

Uferbereiche, die vom Deschampsietum besiedelt werden, sind nur flach geneigt. Das Gefälle von 26 im Kreis Konstanz ausgemessenen Strandrasen-Fundorten betrug in 92 % der Fälle zwischen 1:8 und 1:34 bei einem Mittelwert von 1:20 (DIENST & STRANG 1998a). Am Thurgauer Ufer wurde an zehn Vegetationsprofilen ein Durchschnittswert von 1:22 ermittelt (DIENST & STRANG 1998b). Das Litoral ist manchmal von ein bis zwei Strandwällen durchzogen, linienförmigen Anhäufungen von Sand, Kies und Geröll, die oft noch in Bewegung sind (vgl. DIENST & STRANG 1998a). Oberhalb eines Strandwalls kann sich verstärkt organisches Feinmaterial ablagern und zu einer Eutrophierung des Standorts führen. Beim Bodensee handelt es sich um einen der wenigen Voralpen-Seen, deren Wasserstand nicht reguliert wird. Durch die Niederschläge im Einzugsgebiet und vor allem durch die Schneeschmelze in den Alpen kommt es zu einem sommerlichen Hochwasser, durch das die Strandrasen je nach Höhenlage zum Mittelwasser zwei bis sechs Monate überschwemmt werden. Der Wasserstand schwankt dabei im Mittel um 192 cm im Jahresverlauf (bezogen auf die Jahre 1943-1992; DIENST 1994). In den letzten 10 Jahren gab es vergleichsweise geringe Überschwemmungen.

gen. In den Jahren 1989 bis 1992 sowie 1996 bis 1998 lagen die Wasserstände in der Vegetationsperiode meist deutlich unter den durchschnittlichen Wasserständen der letzten 50 Jahre (siehe Abb. 1). In diesen Niedrigwasserjahren waren die Strandrasen nur etwa halb so lange überschwemmt wie im langjährigen Mittel. 1993 bis 1995 lagen die Wasserstände durchschnittlich oder niedriger.

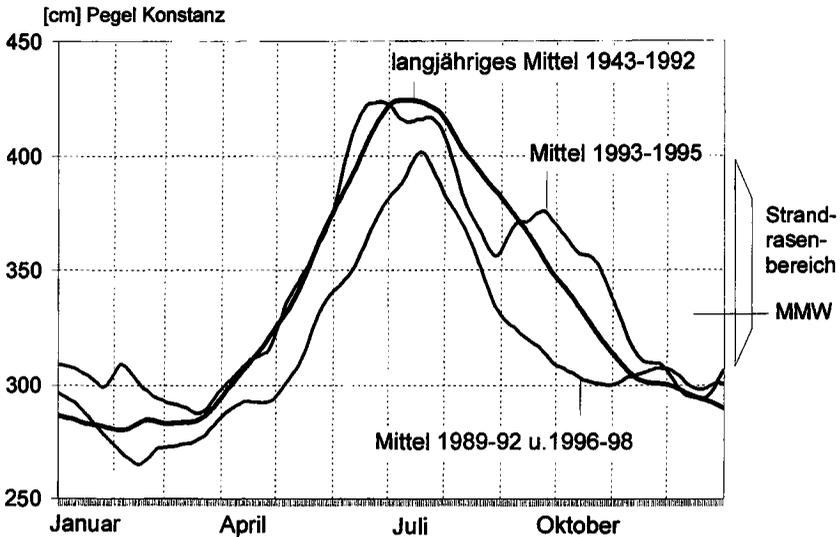
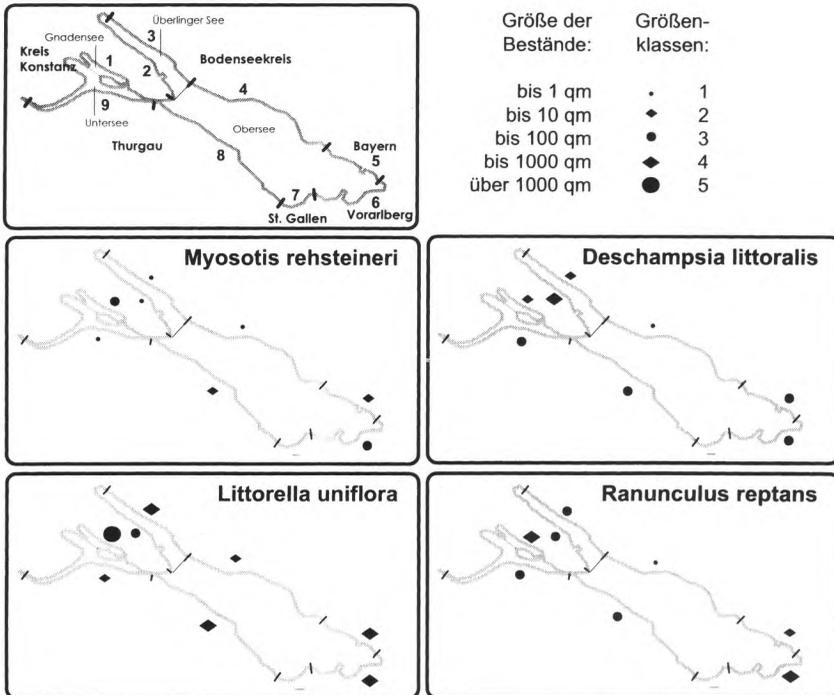


Abb. 1: Die mittleren Wasserstandsganglinien des Bodensees über die Zeitspannen 1943-1992, 1989-1992 und 1996-1998 sowie 1993-1995, bezogen auf den Pegel Konstanz.

1.3 Verbreitung der Charakterarten

Im Jahr 1994 fand eine seeumfassende Kartierung aller Bestände des *Deschampsium rhenanae* statt. Im Rahmen der Makrophytenkartierung, im Auftrag der Universität Hohenheim (DIENST & STRANG 1994) wurden die Charakterarten quantitativ erfaßt. In Abbildung 2 sind für die verschiedenen Uferabschnitte des Bodensees die Mengen für die vier wichtigsten Strandrasenarten angegeben.

Die aktuelle Verbreitung der Charakterarten zeigt deutliche Schwerpunkte (DIENST & STRANG 1994, STRANG & DIENST 1995): So finden sich allein 85 % der Vorkommen von *Myosotis rehsteineri* westlich Bregenz und am Gnadensee und rund 50 % der *Deschampsia littoralis*-Bestände beschränken sich auf das Südufer des Überlinger Sees. Bei *Littorella uniflora* liegt der Schwerpunkt mit 75 % des Bodenseebestands am Gnadensee und auch *Ranunculus reptans* kommt hauptsächlich (60 %) im Westteil des Sees (Unter- und Überlinger See) vor. Durch einen Vergleich mit früheren Angaben (BACMEISTER 1938, BAUMANN 1911, SCHRÖTER & KIRCHNER 1902) kann davon ausgegangen werden, daß heute noch etwa 10-20 % der Bestände zur Jahrhundertwende vorhanden sind (STRANG & DIENST 1995). Bereits 1959 konnte LANG (1967) einen starken Rückgang dokumentieren.



Kreis/Land/ Kanton	Seeteil	Myosotis rehsteineri		Deschampsia littoralis qm	Littorella uniflora qm	Ranunculus reptans qm	Größenklassen			
		Anzahl Pfl.	qm				Myo	Des	Lit	Ran
Kreis Konstanz	1 Unter- u. Gnadensee	50000	31,3	3,4	4441,4	179,0	3	2	5	4
	2 Überlinger See	210	0,1	100,0	65,7	86,2	1	4	3	3
Bodensee- kreis	3 Überlinger See	130	0,1	1,1	138,6	25,6	1	2	4	3
	4 Obersee	200	0,1	0,9	9,7	0,9	1	1	2	1
Bayern	5 Obersee	5000	2,9	31,7	356,0	3,4	2	3	4	2
Vorarlberg	6 Obersee	33000	18,8	10,7	806,9	132,9	3	3	4	4
St. Gallen	7 Obersee	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Thurgau	8 Obersee	2500	1,4	38,9	152,3	50,5	2	3	4	3
	9 Untersee	20	0,0	12,1	2,4	11,5	1	3	2	3
Mittelwert							1,6	2,3	3,1	2,6
Summe gerundet		100000	55	200	6000	500				

Abb. 2: Mengenangaben für vier Strandrasenarten an neun Uferabschnitten des Bodensees.

1.4 Zusammensetzung des Deschampsietum rhenanae

Tabelle 1 gibt eine Auswertung von 215 Vegetationsaufnahmen am Schweizer und baden-württembergischen Ufer wieder. Die Stetigkeitszahlen können nur einen groben Überblick über die Veränderungen in der Artenzusammensetzung der Strandschmielen-Gesellschaft geben. Man muß davon ausgehen, daß LANG (1967) die Aufnahmen hauptsächlich von ‚gut‘ ausgebildeten Strandrasen-Beständen gemacht hat. Viele Aufnahmen aus den 90er Jahren stammen von Dauerflächen, die inzwischen stark von Konkurrenzarten überwachsen sind, aber noch zum Deschampsietum gerechnet werden können (solche, die inzwischen dem Phalaridetum,

Phragmitetum oder Rorippo-Agrostietum zugeordnet werden, wurden weggelassen). Es wurden keine Moose mitaufgenommen und auch nicht alle höheren Pflanzen, die sporadisch auftreten oder nur in geringer Stetigkeit vertreten sind.

Tab. 1: Stetigkeitswerte (%) und mittlere Deckung (%) von insgesamt 215 Vegetationsaufnahmen des Deschampsietum rhenanae für die drei Zeiträume 1959, 1983-1989 und 1991-1998.

Jahr	Stetigkeit [%]			mittlere Deckung [%]		
	1959	1983-89	1991-98	1959	1983-89	1991-98
Anzahl der Aufnahmen	44	80	87	44	80	87
mittl. Deckung Krautsch. [%]	55	38	44	55	38	44
mittlere Artenzahl	10	10	11	10	10	11
AC <i>Deschampsia littoralis</i>	77	44	36	8,70	4,93	2,26
AC <i>Myosotis rehsteineri</i>	80	29	31	5,84	1,39	1,47
AC <i>Armeria purpurea</i>	9			0,19		
AC <i>Saxifraga</i> opp. ssp. <i>amphibia</i>	5			0,08		
OC <i>Ranunculus reptans</i>	77	73	75	5,07	5,16	5,57
OC <i>Littorella uniflora</i>	48	56	82	12,55	12,02	12,94
AC <i>Eleocharis acicularis</i>	7	49	11	1,49	2,49	0,48
B <i>Agrostis stolonifera</i>	89	86	93	13,38	10,76	12,91
<i>Phalaris arundinacea</i>	32	54	87	0,42	1,49	5,66
<i>Juncus articulatus</i>	84	20	46	4,00	0,38	1,91
<i>Allium schoenoprasum</i>	59	29	32	1,43	1,19	0,75
<i>Cardamine pratensis</i> agg.	45	34	34	1,26	1,68	0,72
<i>Carex viridula</i>	48	9	39	5,65	0,18	1,68
<i>Carex elata</i>	41	21	30	1,28	1,11	0,89
<i>Juncus alpinus</i>	43	11	21	1,06	0,28	1,87
<i>Carex panicea</i>	34	14	13	6,09	1,22	1,14
<i>Galium palustre</i> s.str.	36	5	21	1,07	0,18	0,61
<i>Phragmites australis</i>	20	14	15	0,44	0,73	1,80
<i>Leontodon autumnalis</i>	11	4	5	0,15	0,03	0,06
<i>Mentha aquatica</i>	7	1	3	0,07	0,03	0,09
<i>Potamogeton gramineus</i>	32			0,42		
<i>Equisetum variegatum</i>	7			0,39		
<i>Carex acuta</i>		28	59		1,54	4,83
<i>Ranunculus ficaria</i>		40	30		0,70	0,66
<i>Cardamine flexuosa</i>		48	7		1,21	0,16
<i>Catabrosa aquatica</i>	5	35	16	0,05	0,66	0,52
<i>Poa annua</i>		21	21		0,33	0,45
<i>Cardamine hirsuta</i>		23	18		0,21	0,30
<i>Epilobium spec.</i>		38	2		0,39	0,02
<i>Ranunculus sceleratus</i>		14	15		0,16	0,21
<i>Cerastium holosteoides</i>		16	15		0,26	0,25
<i>Rorippa amphibia</i>		16	3		0,52	0,07
<i>Ranunculus repens</i>		6	11		0,10	0,15
<i>Potentilla reptans</i>		4	10		0,19	0,18
<i>Allisma gramineum</i>		3	5		0,04	0,05
<i>Salix spec</i>	2	4	33	0,02	0,03	0,83
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>			8			0,14
<i>Veronica peregrina</i>			7			0,07
<i>Arenaria serpyllifolia</i>			7			0,12

44 Aufnahmen aus dem Jahr 1959 (Lang 1967), 80 Aufnahmen aus den 80er Jahren (verschiedene Autoren, unveröffentlicht) sowie 87 Aufnahmen aus den 90er Jahren (davon 26 Aufnahmen von Peintinger 1995; die restlichen von verschiedenen Autoren, unveröffentlicht). Die Deckungsgrade wurden wie folgt berechnet: r=0,5%, +=1%, 1=2,5%, 2=15%, 2m=4%, 2a=10%, 2b=20%, 3=37%, 4=62%, 5=85%.



Abb. 3: Westlich Güttingen (Thurgau), Strandschmielen-Gesellschaft mit anschließendem Rohrglanzgras-Röhricht; oben: am 26.4.1987, unten: gleiche Stelle am 5.5.1998. *Agrostis stolonifera*, *Carex acuta* und *Phalaris arundinacea* sind während mehrerer Niedrigwasserjahre in den Strandrasen hineingewachsen.

Im Rückgang begriffen oder sogar verschollen sind die seltenen oligotraphenten Arten. Zugenommen haben die Konkurrenzarten *Carex acuta* und *Phalaris arundinacea*. Die Eutrophierung des Kiesufer-Standorts dokumentieren die nährstoffliebenden Arten wie z.B. *Catabrosa aquatica*, *Ranunculus sceleratus* oder *Cardamine hirsuta*.

2. Transekt-Monitoring

Zur Erfassung der Vegetation entlang eines ökologischen Gradienten eignet sich besonders die Transekt-Methode (MÜHLENBERG 1989). Für die Ufervegetation spielt vor allem der Feuchtigkeitsgradient eine bedeutende Rolle, der im wesentlichen von der Wasserstandshöhe des Gewässers abhängig ist. Aus historischen Gründen wurden zwei Methoden angewandt, die nachfolgend getrennt behandelt werden.

2.1 Rastermethode

2.1.1 Einführung

Um auch kleinräumige Vegetationsveränderungen feststellen zu können, wurde von PEINTINGER die folgende Methode speziell für die Bodensee-Strandrasen entwickelt und seit 1988 angewandt (PEINTINGER 1994). Die Rastermethode gewährleistet eine relativ gute Reproduzierbarkeit, auch wenn der Bearbeiter bzw. die Bearbeiterin wechselt, da Abweichungen bei Schätzungen der Deckung (bei Vegetationsaufnahmen) entfallen.

2.1.2 Methode

Die Transekte werden senkrecht zur Uferlinie mit einer Breite von 1 m angelegt und durch Grenzsteine und Pfähle markiert. Die Länge der Transekte richtet sich nach der Ausdehnung der Strandrasen seewärts bzw. dem Übergang zur jeweiligen landseitigen Kontaktgesellschaft. Innerhalb des Untersuchungsstreifens werden die wichtigsten vorkommenden Arten genau erfaßt. Dazu dient ein 50 x 100 cm großer Frequenzrahmen mit dem die Fläche in 10x10 cm große Kleinquadrate unterteilt wird. Die vorkommenden Arten werden pro Kleinquadrat notiert.

Die Höhenlage der Transekte wurden eingemessen, so daß jeder Transekt-Abschnitt (à 1 qm) einem Höhenwert in Stufen von 5 cm zugeordnet werden konnte. Für jeden Höhenwert wurden die durchschnittlichen Frequenzwerte ermittelt. Zur Auswertung kamen insgesamt 15 Transekte: acht am Schweizer und sieben am deutschen Ufer (siehe Abb. 4). Es wurden die Daten von 1989/91 und 1997/98 miteinander verglichen.

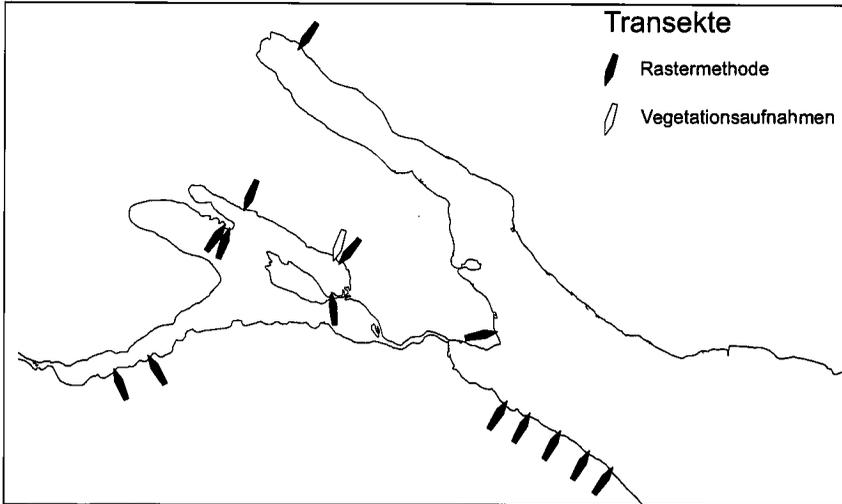


Abb. 4: Lage der 15 Transekte der Gesamtauswertung (schwarz) und des Transekts am Klosterbadeplatz Hegne (weiß, vgl. Kap. 2.2).

2.1.3 Ergebnis und Diskussion

In der Abbildung 5 sind die Summen der Frequenzen von den 5 Strandrasenarten und den wichtigsten 12 Konkurrenz- bzw. Begleitarten in 20 Höhenstufen dargestellt. Hier wird besonders deutlich, wie sich die Bestände beider Artengruppen durch die Niedrigwasserjahre verändert haben. Von 370 cm an aufwärts sind die Strandrasenarten durch die Konkurrenten verdrängt worden. Unterhalb 370 cm konnten sie sich vermehren, obwohl die Konkurrenzpflanzen in diesem seeseitigen Bereich ebenfalls stark zunahm. Diese Tatsache zeigt die derzeitige akute Gefährdung der Strandrasen. Die Frage ist, inwieweit dieser Prozeß weiter fortschreitet. Die seeseitige Ausbreitung der Konkurrenzpflanzen hat in den letzten Jahren stagniert. Manche Konkurrenzarten haben seit 1994/95 im Höhenbereich unterhalb 350 cm sogar abgenommen. Dies kann damit erklärt werden, daß die Überschwemmungsdauer in den Jahren 1993 bis 1995 wieder etwa so hoch war, wie im langjährigen Mittel. In den Jahren 1996 bis 1998 ist sie allerdings wieder rückläufig, so daß wieder mit einer seewärtigen Ausdehnung der Konkurrenzarten gerechnet werden muß. Zu ähnlichen Ergebnissen gelangen PEINTINGER et al. (1997).

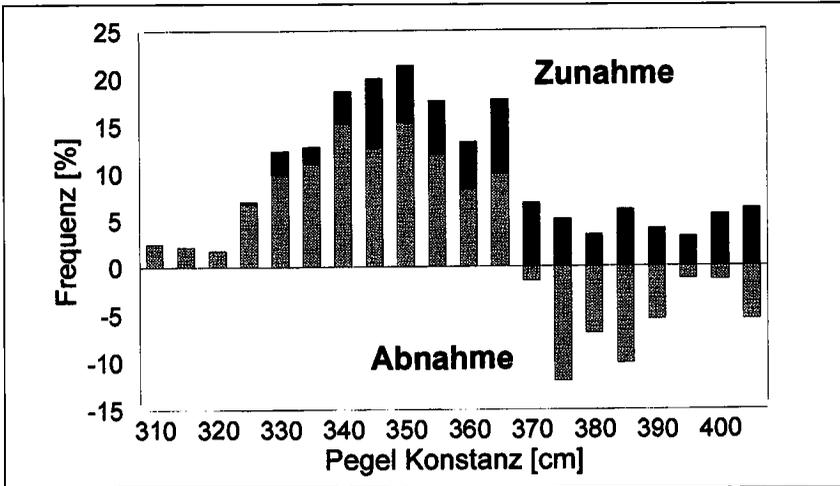


Abb. 5: Veränderungen von 1989/91 bis 1997/98 in 15 Transekten am westlichen Bodenseeufer als Summe der Einzelfrequenzen von 5 Strandrasenarten und 12 Begleitarten.

2.2 Transekt – Vegetationsaufnahmen

2.2.1 Einführung

Das Transekt befindet sich am nördlichen Gnadensee-Ufer auf dem Badeplatz des Klosters Hegne. Zusammen mit dem direkt angrenzenden Campingplatz handelt es sich hier um den größten Fundort von *Myosotis rehsteineri* am gesamten Bodensee-ufer. Der Bestand hat in den letzten Jahren eine Größe von mehreren zehntausend Blütenständen erreicht. Seit 1988 ist der Klosterbadeplatz als flächenhaftes Naturdenkmal ausgewiesen und wird nur wenig von den Klosterschwestern und Gästen des Klosters betreten. Nach dem Rückgang des sommerlichen Hochwassers wird die Vegetation regelmäßig vom anfallenden Schwemmgut befreit und die höhergelegenen Pflanzenbestände werden im Herbst oder Winter gemäht. Das Ufer weist im Bereich des Strandrasens ein Gefälle von 1:22 auf, was etwa dem Durchschnitt der Strandrasenstandorte entspricht (siehe 1.2).

2.2.2 Methode

Dieses Transekt wurde bereits 1983 angelegt und ist damit die älteste Strandrasen-Monitoringfläche. Es weist eine Breite von 2 m auf. Für jede Teilfläche in der Größe von 2 x 2 m wurde eine Vegetationsaufnahme nach BRAUN-BLANQUET erhoben. Zusätzlich wurden die Blütenstände des Bodensee-Vergißmeinnichts gezählt. Die Erhebungen fanden in folgenden Jahren statt: 1983, 1987, 1991, 1992, 1993, 1995, 1997, 1998. In der Regel wurden die Aufnahmen vor dem Hochwasser im April oder Mai durchgeführt (nur 1998 im Herbst). Allerdings bringen die Frühjahrsaufnahmen den Nachteil mit sich, daß noch keine Wasserpflanzen vorhanden sind.

2.2.3 Ergebnisse und Diskussion

2.2.3.1 Vegetationsaufnahmen

Es werden hier nur die Jahre 1993, 1987, 1992 und 1997 ausgewertet. In der Tabelle 2 sind nur ausgewählte Arten wie folgt aufgelistet:

A: Charakterarten der Littorelletalia (hier genannt: Strandrasenarten)

B: typische Begleitarten, perenne Süß- und Sauergräser, die auch die wichtigsten Konkurrenzpflanzen sind.

C: Die zwei häufigsten Arten der weniger überschwemmten Bereiche.

Aufgrund des langen Beobachtungszeitraumes lassen sich in diesem Transekt sehr prägnante Veränderungen dokumentieren.

Artengruppe A (Strandrasenarten):

Myosotis rehsteineri hatte 1983 sein Hauptvorkommen in der Teilfläche 5 bei ca. 390 cm bezogen auf den Pegel Konstanz. Es verlagerte sich in den folgenden Jahren schrittweise in Richtung See und lag 1992 in der Teilfläche 0 bei etwa 350 cm. Das heißt, innerhalb von neun Jahren verschob sich der *Myosotis rehsteineri*-Bestand um fast 40 cm tiefer, was fast 9 m in der Horizontalen entspricht.

Auch *Littorella uniflora* breitete sich seit 1983 sechs Meter Richtung See aus. Landseits wurde die Art (nur) etwa vier Meter verdrängt, so dass sich der Strandling-Streifen von etwa 14 auf 18 m verbreitert hat. Die Art verlagerte sich bereits vor 1992 deutlich bis unter die Mittelwasserlinie.

Auch bei *Ranunculus reptans* hat sich die Verschiebungstendenz Richtung Wasser ähnlich wie bei den beiden oben genannten Arten entwickelt. Ein prägnanter Zuwachs läßt sich beim Ufer-Hahnenfuß auch nach 1992 noch feststellen.

Noch deutlicher ist die seewärtige Verlagerung von *Eleocharis acicularis*. Die Nadelbinse hat sich von 1987 bis 1997 um 8-10 m verschoben. Sie war nicht bei allen Frühlhausaufnahmen feststellbar.

Artengruppe B (perenne Süß- und Sauergräser, Konkurrenzarten):

1983 und 1987 befanden sich die Konkurrenzarten noch vorzugsweise im oberen Drittel des Transekts. Lediglich *Agrostis stolonifera* wuchs mit größerer Deckung auch im tiefer gelegenen Bereich. Besonders stark haben sich im Untersuchungszeitraum *Carex acuta* und *Phalaris arundinacea* verlagert. Eine gleichzeitig starke Zunahme und deutliche Verschiebung Richtung See haben *Carex viridula* und *Carex panicea* erfahren, während *Carex elata* relativ ortstreu ist.

Artengruppe C (*Ranunculus repens* und *Potentilla reptans*):

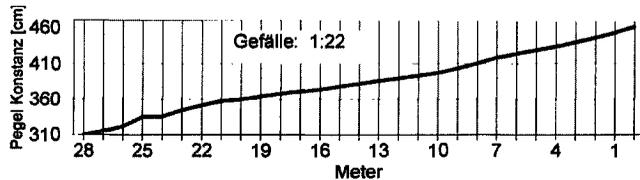
Beide Arten bilden lange Ausläufer und können sich bei fehlender Konkurrenz schnell ausbreiten. Eine lange Überschwemmung schadet ihnen. Durch die Niedrigwasserjahre haben auch sie sich von 1987 bis 1992 zwei bis vier Meter seewärts ausgebreitet.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß nach den Niedrigwasserjahren (1989-1991) eine seewärtige Verlagerung eingetreten ist. Während sich die Strandrasenarten nach 1992 wieder geringfügig landwärts zurückgezogen haben, konnten die perennenden Süß- und Sauergräser oberhalb der Mittelwasserlinie weiter zunehmen, so daß die Strandrasenarten von ihnen zunehmend bedrängt werden.

Tab. 2: Transekt am Klosterbadeplatz Hegne (2x28 m), Vegetationsaufnahmen in den Jahren 1983, 1987, 1992 und 1997 (Erläuterung im Text); grau unterlegt: *Deschampsietum rhenanae*.

	mittleres Mittelwasser			im Mittel 3 Monate Überschwemmung							mittleres Hochwasser				
	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Teilflächen-Nr. (2x2m)	28	26	24	22	20	18	16	14	12	18	8	6	4	2	0
Entfernung [m]	~300	322	338	351	360	368	374	382	390	397	411	424	434	446	461
Pegel Konstanz (cm)															
1983															
Artenzahl (ohne Moose)	0	0	0	0	6	8	6	10	14	18	18	12	15	17	24
Deckung Krautschicht [%]	0	0	0	0	25	40	70	45	80	90	80	80	90	70	65
A <i>Eleocharis acicularis</i>															
<i>Littorella uniflora</i>					2b	3	4	3	3	2b	1				
<i>Ranunculus reptans</i>					1	1	2m	1	2m	2m	2a				
<i>Myosotis rehsteineri</i>					+	+	1	2a	2b	2a	1	1	+		
B <i>Agrostis stolonifera</i>						1	2m	2a	2b	4	4	4	4	2b	2a
<i>Phalaris arundinacea</i>											+	1	2m	2a	2a
<i>Carex acuta</i>											+	+	2a	1	
<i>Carex elata</i>									+	+	2a	+	+		+
<i>Carex viridula</i>									+	+	+				
<i>Carex panicea</i>															
C <i>Ranunculus reptans</i>									+	1	2a	2b	2a	2b	2b
<i>Potentilla reptans</i>										+	+	1	1	2m	2m
1987															
Artenzahl (ohne Moose)	0	0	0	4	10	6	8	9	11	15	14	13	16	15	25
Deckung Krautschicht [%]	0	0	0	<1	10	50	50	65	80	90	90	95	90	90	90
A <i>Eleocharis acicularis</i>															
<i>Littorella uniflora</i>						2m	2m	2m		3	3	3			
<i>Ranunculus reptans</i>					2a	3	2b	2a	3	1	2m				
<i>Myosotis rehsteineri</i>					+	1	2m	2m	2a	2b	2b	+	+		
B <i>Agrostis stolonifera</i>						1	2a	2a	2b	2b	3	4	4	3	2b
<i>Phalaris arundinacea</i>											+	1	+	1	1
<i>Carex acuta</i>											1	2b			
<i>Carex elata</i>											1	2a	1	1	
<i>Carex viridula</i>										+	+				
<i>Carex panicea</i>													2a	1	1
C <i>Ranunculus reptans</i>										+	2b	2b	2a	2b	2b
<i>Potentilla reptans</i>											+	1	2b	2a	2a
1992															
Artenzahl (ohne Moose)	5	5	12	14	15	17	10	12	18	20	18	23	26	27	20
Deckung Krautschicht [%]	3	5	40	70	80	85	80	90	95	100	100	95	95	95	95
A <i>Eleocharis acicularis</i>	+														
<i>Littorella uniflora</i>	+	1	2a	2b	3	2b	2b	2b	2b	2m					
<i>Ranunculus reptans</i>	+	+	+	+	2a	2m	2m	2m	1						
<i>Myosotis rehsteineri</i>	+	1	2b	3	2b	2m	1	2m	2m	+					
B <i>Agrostis stolonifera</i>						2a	2m	2a	2a	2a	2a	2a	1	+	+
<i>Phalaris arundinacea</i>				2m	2m						1	1	1	+	+
<i>Carex acuta</i>				+	1	+		+		2a	2a				
<i>Carex elata</i>								+	+	2m	2a	2m	1		
<i>Carex viridula</i>						+	+	+	2m	+					
<i>Carex panicea</i>						+	+		2m	1	1			+	+
C <i>Ranunculus reptans</i>				+	1	+			2m	2b	2b	2a	2m	2m	1
<i>Potentilla reptans</i>									+	1	2b	3	3	2a	3
1997															
Artenzahl (ohne Moose)	4	10		13	10	8	13	14	17	16	18	20	25	26	25
Deckung Krautschicht [%]	1	5		30	45	50	60	95	95	95	95	95	95	95	90
A <i>Eleocharis acicularis</i>			1												
<i>Littorella uniflora</i>		1	2a	2b	3	3	2b	2b	2a	1					
<i>Ranunculus reptans</i>		2m	2m	2m	2m	2a	2m	2m	1						
<i>Myosotis rehsteineri</i>		+	2m	2a	2m	2m	1	2m	2m	+	+				
B <i>Agrostis stolonifera</i>					1	2m	2a	2a	4	3	3	2a	2b	2b	2a
<i>Phalaris arundinacea</i>					+	2a	2b		+	+	1	1	1	1	1
<i>Carex acuta</i>					+	2a	+	1	+	1	2m	1	1	1	1
<i>Carex elata</i>										1	1	2a	1		
<i>Carex viridula</i>					+	+	1	2b	2a	1	+		+		
<i>Carex panicea</i>										2b	2a	1	1	1	+
C <i>Ranunculus reptans</i>							+	+	1	2b	3	3	3	3	2a
<i>Potentilla reptans</i>									+	1	1	1	1	2a	2a

[*Chariton asperae*] **Deschampsietum rhenanae** Rorippo-Agrostietum



2.2.3.2 Bodensee-Vergißmeinnicht

Die Verschiebung der Bestände von *Myosotis rehsteineri* ist in Abbildung 6 dargestellt. Besonders auffallend ist die seewärtige Verlagerung zwischen 1987 und 1991.

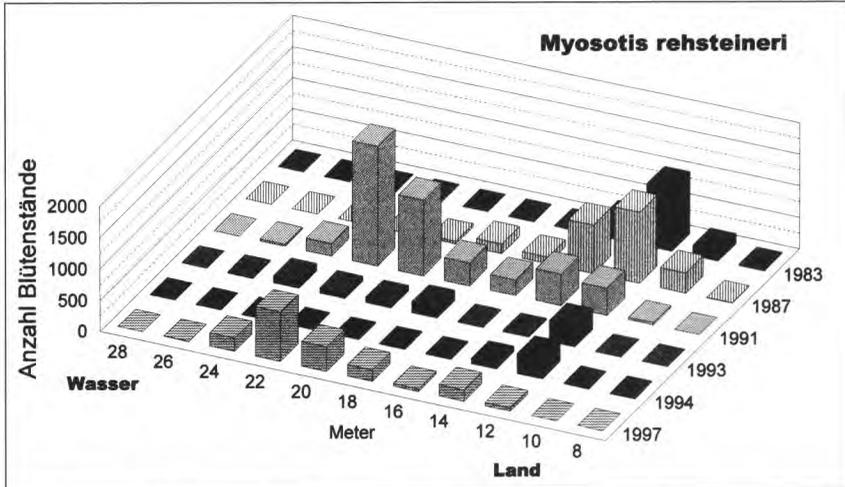


Abb. 6: Anzahl der Blütenstände von *Myosotis rehsteineri* in den einzelnen Abschnitten des Strandrasen-Transsekts am Klosterbadeplatz von Hegne in den Jahren 1983, 1987, 1991, 1993, 1994 und 1997.



Abb. 7: *Deschampsietum rhenanae* mit viel *Myosotis rehsteineri* am Kiesufer bei Hegne, 28.4.1992.

Zwischen Frühjahr und Herbst 1992 mußte *Myosotis rehsteineri* massive Einbußen verkraften. Offensichtlich wurden die tiefergelegenen Bestände durch die in Bewegung geratene Grobkies- und Geröllauflage des Standortes infolge des raschen Anstiegs des Hochwassers mechanisch zerstört. Diese Veränderungen sind in Abbildung 6 nicht dargestellt, aber in STRANG (1993) durch Fotovergleiche dokumentiert. 1993 und 1994 lag das Optimum bereits wieder 10 m weiter landeinwärts. Zwischen 1993 und 1994 sind die Bestände unterhalb 360 cm (Pegel Konstanz) verschwunden, da diese Fläche überdurchschnittlich lang, fast fünf Monate, überschwemmt war. Bis 1997 gab es wieder eine Verlagerung nach unten und die meisten Vergissmeinnicht-Pflanzen waren wieder im Bereich der Mittelwasserlinie zu finden (ca. 335 cm am Pegel Konstanz).

3. Schlußdiskussion

Die Untersuchungen der letzten 10 Jahre haben einerseits gezeigt, daß die Bestände der Strandschmielen-Gesellschaft in ihrem Bestand seit Anfang des Jahrhunderts stark zurückgegangen sind. Andererseits zeigen die Ergebnisse der quantitativen Erhebung und des Monitoring-Programms, daß das *Deschampsietum rhenanae* sehr schnell auf veränderte Parameter reagiert. Mehrere Niedrigwasserjahre haben nicht nur dazu geführt, daß sich die Ufervegetation seewärts verlagerte, sondern auch, daß die Charakterarten zunehmend von perennen Süß- und Sauergräsern verdrängt werden. Ein weiterer Gefährdungsfaktor sind teilweise immer noch die beim Rückgang des Hochwassers angeschwemmten anorganischen und organischen Materialien, die die Strandrasen mit einer mehrere Zentimeter dicken Schicht überdecken können, so daß sie darunter absterben. Aus diesen Gründen ist es sinnvoll, regelmäßig Bestandskontrollen vorzunehmen und das Monitoringprogramm weiter zu führen. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Öffentlichkeitsarbeit. Glücklicherweise ist bei den betroffenen Behörden, Gemeinden, Eigentümer- und Nutzerinnen eine Sensibilisierung für die seltenen und schönen Pflanzenbestände vorhanden.

Dank: Wir danken Dr. Markus Peintinger dafür, daß er uns Daten zur Verfügung gestellt und das Manuskript kritisch durchgesehen hat.

Schrifttum

- BACMEISTER, A. (1938): Die Vergesellschaftung der Uferpflanzen des Untersees. – Schr. Ver. Gesch. Bodensee 65, 3-22.
- BAUMANN, E. (1911): Die Vegetation des Untersees (Bodensee). – Arch. Hydrobiol., Suppl. 1, 1-353.
- DIENST, M. (1994): Die Wasserstände des Bodensee-Obersees von 1893 bis 1992. – Schr. Ver. Gesch. Bodensee 112, 147-162.
- DIENST, M. & WEBER, P. (1990): Die Strandschmielen-Gesellschaft (Deschampsietum rhenanae Oberdorfer 1957) am Schweizer Bodenseeufer. – Mitt. thurg. naturf. Ges. 50, 39-46.
- DIENST, M. & STRANG, I. (1994): Seeumfassende Kartierung der Strandrasen am Bodensee – Frühjahr 1994. – Manuskript, 20 S. u. Anlage (Datentabellen u. Luftbilddarstellungen), Universität Hohenheim.
- DIENST, M. & STRANG, I. (1998a): Entwicklung eines Kontrollsystems für die Strandrasen im Kreis Konstanz. – Manuskript, 94 S. u. mehr. Anl., Landratsamt Konstanz.
- DIENST, M. & STRANG, I. (1998b): Untersuchung und Pflege der Strandrasen-Bestände am Thurgauer Bodenseeufer, Endbericht für das 5-Jahresprojekt 1994-1998 inkl. Vergleich mit Erhebungen aus den Jahren 1989 und 1990. – Manuskript, 90 S., Amt für Raumplanung Frauenfeld.
- LANG, G. (1967): Die Ufervegetation des westlichen Bodensees. – Arch. Hydrobiol., Suppl. 32, 437-574.
- MÜHLENBERG, M. (1989): Freilandökologie. – 2. Aufl., 430 S.; Heidelberg/Wiesbaden.
- PEINTINGER, M. (1994): Untersuchungen zur Vegetationsdynamik der Strandschmielen-Gesellschaft im westlichen Bodenseegebiet. – Diplomarbeit, Universität Würzburg, 117 S.
- PEINTINGER, M. (1995): Die Strandschmielen-Gesellschaft (Deschampsietum rhenanae Oberd. 57) im westlichen Bodenseegebiet – ein Vergleich von Vegetationsaufnahmen 1959 und 1993. – Carolinae 53 (Oberdorfer-Festschrift), 67-74.
- PEINTINGER, M., STRANG, I., DIENST, M. & MEYER, C. (1997): Veränderung der gefährdeten Strandschmielengesellschaft am Bodensee zwischen 1989 und 1994. – Z. Ökologie u. Naturschutz 6, 75-81.
- SCHRÖTER, C. & KIRCHNER, O. (1902): Die Vegetation des Bodensees. – Schr. Ver. Gesch. Bodensee 31, 1-86 (Beilagen).
- STRANG, I. (1993): Untersuchung zur Strandschmielengesellschaft am westlichen Bodensee. – Diplomarbeit, Universität Konstanz, 90 S.
- STRANG, I. & DIENST, M. (1995): Zur Ökologie und aktuellen Verbreitung der Strandschmielengesellschaft (Deschampsietum rhenanae) am Bodensee. – Schr. Ver. Gesch. Bodensee 113, 175-196.

(Am 13. März 1999 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	2	403-417	1999	Freiburg im Breisgau 23. September 1999
--	---------	---	---------	------	--

Vergesellschaftung, Standorteigenschaften und Populationsökologie von Arten der Klasse Isoëto- Nanajuncetea auf Ackerflächen

von

HARALD ALBRECHT, Weihenstephan *

Zusammenfassung: 18 phanerogame Arten aus der Klasse der Isoëto-Nanajuncetea wurden seit 1960 auf Ackerflächen im deutschsprachigen Raum nachgewiesen. Daß der überwiegende Teil dieser Arten die Zwergbinsengesellschaften auf der Ebene der Ordnung bzw. Klasse charakterisieren, ist ein Zeichen dafür, daß sich die Arten mit einer weiteren ökologischen Amplitude hier besser behaupten können. Sie wurden schwerpunktmäßig in den Ackerwildpflanzen-Gesellschaften Aphano-Matricarietum chamomillae und im Teesdalio-Arnoseridetum minima nachgewiesen. Die Untersuchungen zur standortökologischen Bindung zeigten, daß die Arten ein sehr breites Spektrum von Bodentypen besiedeln. Von der Nährstoff- und Wasserversorgung her scheinen *Gypsophila muralis*, *Ranunculus sardous*, *Anagallis minima*, *Myosurus minimus* und *Sagina apetala* bessere Böden zu bevorzugen, während *Juncus capitatus* und *Hypericum humifusum* eher auf ärmeren Standorten zu finden waren. Populationsbiologische Untersuchungen zeigen, daß Arten der Isoëto-Nanajuncetea auf Ackerflächen langfristig im Diasporenvorrat des Bodens überdauern können ohne im Feldbestand aufzulaufen. Das bedeutet, daß diese Sippen möglicherweise wesentlich häufiger sind, als die Freilandhebungen vermuten lassen. Konsequenzen für den Naturschutz werden diskutiert.

Summary: Sociology, site characteristics and population ecology of Isoëto-Nanajuncetea species on arable fields.

18 phanerogamous species from the Isoëto-Nanajuncetea class were found on arable fields in the German-speaking part of Central Europe since 1960. That most of them characterize plant communities on the class and order level but not on the scale of alliances and associations indicates that species with a broader ecological amplitude are better adapted to living conditions in this habitat type. The arable weed communities where these species predominantly occurred are the Aphano-Matricarietum chamomillae and the Teesdalio-Arnoseridetum minima. Investigations in site properties showed that the Isoëto-Nanajuncetea species colonise a wide range of soil types. As regards nutrients and water, *Gypsophila muralis*, *Ranunculus sardous*, *Anagallis minima*, *Myosurus minimus*, and *Sagina apetala* seem

* Anschrift des Verfassers: Dr. HARALD ALBRECHT, Lehrstuhl für Vegetationsökologie, Technische Universität München, D-85350 Freising-Weihenstephan

to prefer a good supply whereas *Juncus capitatus* and *Hypericum humifusum* frequently grow on poor soils. Investigations in population biology showed that Isoëto-Nanojuncetea species are able to persist with a nearly constant soil seed bank without emerging in the field for at least five years. This observation indicates that these species may be much more frequent than above ground vegetation relevés suppose. Consequences for nature conservation are discussed.

1. Einführung

Daß Arten der Isoëto-Nanojuncetea fester Bestandteil der Flora vieler Ackerflächen sind, ist durch eine große Zahl von Literaturstellen belegt. Die meisten dieser Arbeiten sind pflanzensoziologische Gebietsmonographien wobei entsprechende Vorkommen in der Regel ohne längere Diskussion als feuchtigkeitsanzeigende Variante ausgeschieden werden. Nur wenige Autoren thematisieren das Auftreten von Arten der Zwergbinsengesellschaften. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, den Kenntnisstand zur Vergesellschaftung, standörtlichen Bindung und zur Populationsökologie dieser Arten zusammenzutragen und durch eigene, bislang unveröffentlichte Erhebungen zu ergänzen.

2. Nachweise von Kennarten der Klasse Isoëto-Nanojuncetea auf Ackerflächen

Eine Übersicht über die seit 1960 im deutschsprachigen Raum auf Ackerflächen nachgewiesenen höheren Pflanzen der Klasse Isoëto-Nanojuncetea gibt Tabelle 1. Von 15 Phanerogamen, die PHILIPPI (1974) als Ordnungs- und Klassenkennarten der Isoëto-Nanojuncetea bzw. der Cyperetalia fusci nennt, wurden 13 auch auf Ackerflächen gefunden. Zudem ist mit *Riccia glauca* auch die einzige Moosart dieses soziologischen Ranges belegt. Wesentlich seltener finden sich Arten, die die Zwergbinsengesellschaften auf der Ebene der Assoziation oder des Verbandes kennzeichnen. Hier sind mit *Spergularia segetalis*, *Radiola linoides*, *Sagina apetala* und *Limosella aquatica* nur vier von insgesamt 21 bei PHILIPPI aufgeführten Phanerogamen beobachtet worden. *Limosella aquatica* kam nur auf häufig überfluteten, wohl nicht regelmäßig genutzten Ackerflächen vor (SEIBERT 1969, OESAU & FROEBE 1972). *Montia fontana* ssp. *chondrosperma* wird von PHILIPPI nicht genannt, für OBERDORFER (1983) gilt diese Sippe jedoch ebenfalls als Kennart des Nanocyperion-Verbandes. Bei den Moosen häufen sich Fundangaben zu den Hornmoosen *Anthoceros laevis* und *A. punctatus* (= *A. agrestis*) sowie zum Zipfelmoos *Fossombronia wondraczeckii* (v.D. DUNK 1972, JAGE 1973 u.a.). Die genannten Arten gelten als Charakterarten des subatlantisch verbreiteten und von Westen nach Deutschland einstrahlenden Centunculo-Anthoceretum (MOOR 1936). Als weitere Assoziationskennarten aus der Klasse der Isoëto-Nanojuncetea belegt v.D. DUNK (1972) auf Ackerflächen auch die Moose *Riccia cavernosa* und *Physcomitrium eurystomum*. Die Arten werden von PHILIPPI zum Cypero-Limoselletum gestellt.

Die hohe Zahl der nachgewiesenen Arten zeigt, daß für die Sippen der Zwergbinsengesellschaften neben den Teichböden und anderen öfter gestörten Feuchtstandorten die Ackerflächen ein geeignetes Habitat darstellen. Auffällig ist dabei, daß hier fast ausschließlich Ordnungs- und Klassenkennarten vorkommen. Offensichtlich gelingt es also vorwiegend den Generalisten, die eine etwas weitere ökologische Amplitude aufweisen als die Assoziationskennarten, sich langfristig auf Äckern

Tab. 1: Auf Ackerflächen im deutschsprachigen Raum nach 1960 nachgewiesene Arten der Isoëto-Nanojuncetea. Gesellschaftszugehörigkeit nach PHILIPPI (1974), Artbezeichnungen nach WISSENKIRCHEN & HAEUPLER (1998).

Anagallis minima	Rodi (1961): Schwäbisches Keuperbergland; Brun-Hool (1963): Nordwestschweiz; Müller (1963/64): West- und Mittel-Sachsen; Pietsch (1963) Sachsen; Vollrath (1966): Oberpfälzisches Hügelland; Philippi (1966): Oberhessental; Holzner (1973): Waldviertel und Alpenvorland, NÖ; Oesau (1973): Pfälzer Wald; Oesau (1976): Eifel; Albrecht (1989/unpubl.): Fränk. Keuper, Oberbayer. Tertiärhügelland
Centaurium pulchellum	Rodi (1961): Schwäbisches Keuperbergland; Burrichter (1963): Westfälische Bucht; Brun-Hool (1963): Nordwestschweiz; Müller (1963/64): West- und Mittel-Sachsen; Posch (1972): Mühlviertel, OÖ; Holzner (1973): Niederösterreich
Cyperus fuscus	Brun-Hool (1963): Nordwestschweiz
Gnaphalium uliginosum	zahlreiche Nachweise
Gnaphalium luteo-album	Müller (1963/64): West- und Mittel-Sachsen; Jage (1973): Dübener Heide, Fläming; Oesau (1973): Pfälzer Wald
Gypsophila muralis	Rodi (1961): Schwäbisches Keupergebiet; Brun-Hool (1963): Nordwestschweiz; Müller (1963/64): West- und Mittel-Sachsen; Hilbig (1967): Thüringen; Kump (1970): Alpenvorland OÖ; Posch (1972): Mühlviertel, NÖ; Oesau (1973): Pfälzer Wald; Holzner (1973): Alpenvorland NÖ; Jage (1973): Dübener Heide, Fläming; Nezadal (1975) / Pilotek (1990): Mittelfränkischer Keuper; Otte (1985): Oberpfälzisches Hügelland; Albrecht (1989): Mittelfränkisches Keupergebiet
Hypericum humifusum	Rodi (1961): Schwäbisches Keuperbergland; Knapp (1963): Odenwald; Brun-Hool (1963): Nordwestschweiz; Müller (1963/64): West- und Mittel-Sachsen; Passarge (1964): NO-Deutsches Flachland; Hilbig (1967): Thüringen; Jage (1973): Dübener Heide; Oesau (1973): Pfälzer Wald; Nezadal (1975) / Pilotek (1990): Mittelfränkischer Keuper; Albrecht (1989) Mittelfränkischer Keuper; Kuip (1993): Norddt. Geest
Illecebrum verticillatum	Müller (1963/64): Dübener Heide; Passarge (1964): NO-Deutsches Flachland; Jage (1973) Dübener Heide, Fläming; Lienenbecker & Raabe (1985) / Vogel (1997): Nordrhein-Westfalen
Isojeps setacea	Rodi (1961): Schwäbisches Keupergebiet; Passarge (1964): NO-Deutsches Flachland
Juncus bufonius	zahlreiche Nachweise
Juncus capitatus	Müller (1963/64): Dübener Heide; Passarge (1964): NO-Deutsches Flachland; Vollrath (1966): Oberpfälzisches Hügelland; Jage (1973): Dübener Heide, Fläming; Albrecht (1989): Mittelfränkisches Keupergebiet
Limosella aquatica	⇒ nur auf temporären, oft überfluteten Ackerflächen Seibert (1989): Lech-Mündungsgebiet; Oesau & Froebe (1972): Nördliches Oberrheintal
Lythrum hyssopifolia	Müller (1963/64): West- und Mittel-Sachsen; Posch (1972): Mühlviertel; Holzner (1973): Pannonicum, NÖ; Oesau (1978): Eifel; Sebald et al. (1993): Oberrheingraben
Montia fontana	Jage (1973): Dübener Heide und Fläming
Pepils portula	Rodi (1961): Schwäbisches Keupergebiet; Passarge (1964): NO-Deutsches Flachland; Jage (1973): Dübener Heide, Fläming; Oesau (1973): Pfälzer Wald
Radiola linoides	Müller (1963/64): Dübener Heide; Passarge (1964): NO-Deutsches Flachland; Jage (1973): Dübener Heide, Fläming
Sagina apetala	Müller (1963/64): West- und Mittel-Sachsen; Jage (1973): Dübener Heide, Fläming; Albrecht (1989): Offenheimer Gäu, Unterfranken; Pilotek (1990): Mittelfränkischer Keuper
Spergularia segetalis	Brun-Hool (1963): Nordwestschweiz
Arten mit unsicherer soziologischer Stellung:	
Myosurus minimus	Pietsch (1963) Lausitz; Passarge (1964): NO-Deutsches Flachland; Hilbig (1967): Thüringen; Posch (1973): Mühlviertel, NÖ; Holzner (1973): Niederösterreich; Jage (1973): Dübener Heide, Fläming; Nezadal (1975) / Pilotek (1990): Mittelfränkischer Keuper; Oesau (1978): Eifel; Albrecht (1989/unpubl.): Fränk. Keuper / Oby. Tertiärhügelland
Ranunculus sardous	Müller (1963/64): West- und Mittel-Sachsen; Holzner (1973): Pannonicum, NÖ; Nezadal (1975) / Pilotek (1990): Fränkisches Keuperbecken; Oesau (1978): Eifel; Albrecht (1989): Fränkisches Keuperbecken

zu etablieren. Einzige Ausnahme sind die Kennarten des Centunculo-Anthocerotum, die außer Kies- und Lehmgruben, Gräben, Teichrändern und Waldwegen (PIETSCH 1963, PHILIPPI 1968 u.a.) auch Ackerflächen bevorzugt besiedeln. Die pflanzensoziologische Stellung von *Myosurus minimus* und *Ranunculus sardous*, die auf Ackerflächen oft eng verzahnt mit Arten der Zwergbinsengesellschaften (OESAU 1978) vorkommen, erscheint noch nicht zweifelsfrei geklärt. MOOR (1936) ordnet sie den Isoëto-Nanojuncetea zu, OBERDORFER (1979/80) behandelt sie als Assoziation der Agrostietea stoloniferae und NEZADAL (1975) scheidet eine eigene Ackerwildkraut-Gesellschaft aus. In der vorliegenden Arbeit werden die Arten mitbehandelt.

3. Soziologische Bindung zu Ackerwildpflanzengesellschaften

JAGE (1973) und OESAU (1978) stellten fest, daß gerade in Beständen, die reichlich mit Kennarten der Isoëto-Nanojuncetea ausgestattet sind, diagnostisch wichtige Ackerwildpflanzen oft zurücktreten. Die Zuordnung zu den bestehenden Halm- und Hackfruchtgesellschaften wurde dadurch soweit erschwert, daß JAGE (1973) vorschlägt, dem Centunculo-Anthocerotum den Status einer eigenständigen Ackerwildpflanzenassoziation zuzuerkennen. Die meisten anderen in Tabelle 1 aufgeführten Autoren, deren Bestände in der Regel weit weniger gut mit Arten der Zwergbinsengesellschaften ausgestattet waren, hatten dagegen keine Probleme, diese als Varianten bzw. Subvarianten bestehender Segetalgesellschaften einzustufen. In der Literaturobwertung in Tabelle 2 wurde deshalb das Auftreten von Isoëto-Nanojuncetea-Arten den von den Autoren beschriebenen Getreidewildkrautgesellschaften zugeordnet. Dabei erschwerte neben dem Fehlen von Kennarten oft auch die nicht aktuelle Nomenklatur der Gesellschaften oder die Gruppierung in soziologische Artengruppen eine solche Zuordnung. Da Nanocyperion-Arten schwerpunktmäßig in den – im Vergleich zu Hackfrüchten – weniger stark gestörten Halmfrüchten vorkommen, werden hier nur die Assoziationen des Aperion und des Caucalidion-Verbandes aufgeführt. Arten, die z.B. in der Hackfruchtgesellschaft Oxalido-Chenopodietum polyspermi gefunden wurden, sind unter der korrespondierenden Halmfruchtgesellschaft Aphano-Matricarietum chamomillae angegeben. Die Gesellschaften sind entlang eines Gradienten in der Basenversorgung und im pH-Wert des Bodens abgetragen.

Die Tabelle zeigt, daß die meiste Arten der Isoëto-Nanojuncetea auf Ackerflächen einen Schwerpunkt im Bereich der säurebevorzugenden Ackerwildpflanzen-Gesellschaften haben (Ordnung Sparguletalia arvensis). Eine besondere Häufung ist im Aphano-Matricarietum chamomillae und im Bereich des Arnoseridetum minimae zu beobachten. Im Papaveretum argemones, das auf trockenen Feinsanden siedelt und im Holco-Galeopsietum, der typischen Gesellschaft höhergelegener Ackerbaugelände (nicht aufgeführt), wurden die Arten dagegen nur selten gefunden.

Tab. 2: Zuordnung der auf Ackerflächen nachgewiesenen Arten der Isoëto-Nanojuncetea zu Assoziationen der Getreideäcker nach Auswertung der Vegetationstabellen aus den in Tabelle 1 zitierten Quellen. Häufige und seltene Nachweise sind durch dunkle bzw. helle Graustufen unterschieden.

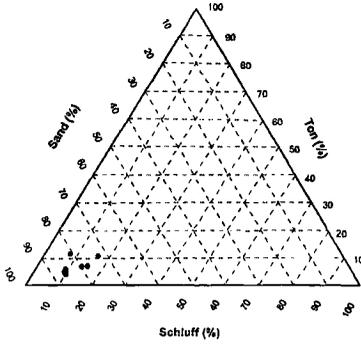
Art	Assoziation - Subassoziation mit	<i>Caucalido-Adonidetum</i>	<i>Papaveri-Melandrijetum</i>	<i>Kickxetium spuriae - Aethusa cynapium</i>	<i>Kickxetium spuriae - Apera spica-venti</i>	<i>Aphano-Matricarjetum - Alopecurus myosuroides</i>	<i>Aphano-Matricarjetum - typicum</i>	<i>Aphano-Matricarjetum - Scleranthus annuus</i>	<i>Papaveretum argemones - Thlaspi arvense</i>	<i>Papaveretum argemones - Scleranthus annuus</i>	<i>Aranoseridetum minima</i>
<i>Lythrum hyssopifolia</i>											
<i>Myosurus minimus</i>											
<i>Anagallis minima</i>											
<i>Sagina apetala</i>											
<i>Centaurium pulchellum</i>											
<i>Gypsophila muralis</i>											
<i>Hypericum humifusum</i>											
<i>Ranunculus sardous</i>											
<i>Cyperus fuscus</i>											
<i>Spergularia segetalis</i>											
<i>Montia fontana</i>											
<i>Radiola linoides</i>											
<i>Isolepis setacea</i>											
<i>Pepis portula</i>											
<i>Gnaphalium luteo-album</i>											
<i>Juncus capitatus</i>											
<i>Illecebrum verticillatum</i>											
<i>Gnaphalium uliginosum</i>											
<i>Juncus bufonius</i>											

4. Standörtliche Bindung

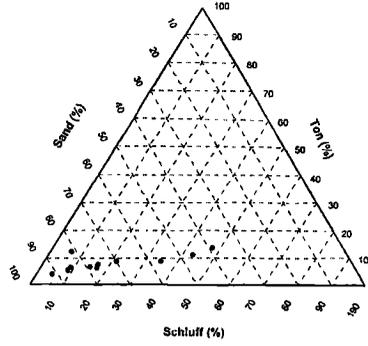
Während die soziologische Bindung von Arten der Isoëto-Nanojuncetea auf Ackerflächen durch zahlreiche Veröffentlichungen sehr genau dokumentiert ist, liegen zur standörtlichen Bindung fast keine entsprechenden Untersuchungen vor. Lediglich bei RODI (1961), BURRICHTER (1963) und OESAU (1978) finden sich pH-Wert-Angaben zu einzelnen Fundorten. So fließen in die vorliegende Auswertung fast ausschließlich eigene Erhebungen aus Bayern ein (ALBRECHT 1989 und aktuellere unveröffentlichte Daten). Entsprechend niedrig ist die Zahl der Arten, zu denen Ergebnisse vorliegen.

4.1 Bodenphysikalische Standorteigenschaften

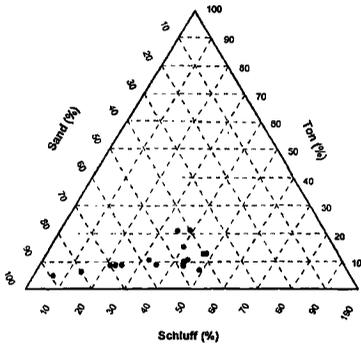
Abbildung 1 zeigt die Korngrößenzusammensetzung im A_p-Horizont, die an Wuchsorten von Arten der Zwergbinsengesellschaften festgestellt wurde. *Juncus capitatus* wurde fast nur auf reinen Sanden nachgewiesen. *Hypericum humifusum* besiedelt ebenfalls Sande, kommt aber auch auf sandigem Lehm vor. *Gypsophila*



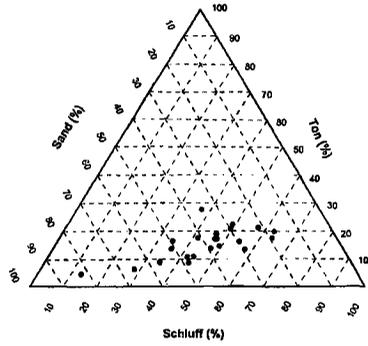
Juncus capitatus



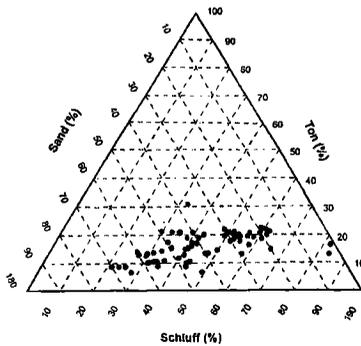
Hypericum humifusum



Gypsophila muralis



Anagallis minima



Myosurus minimus

Abb. 1: Korngrößen von Ackerstandorten mit Vorkommen weniger häufiger Arten der Klasse Isoëto-Nanojuncetea.

muralis hat seinen Verbreitungsschwerpunkt auf schluffig-lehmigen Sanden während sich die Nachweise von *Anagallis minima* bei der Bodenart schluffiger Lehm häufen. Das Verbreitungsspektrum von *Myosurus minimus* ist ähnlich dem von *Anagallis minima*. Insgesamt gesehen machen die vorliegenden Ergebnisse deutlich, daß sich die Arten der Zwergbinsengesellschaften keiner einheitlichen Korngröße und damit keinem gemeinsamen Bodentyp zuordnen lassen. Untersuchungen zur nutzbaren Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes (SCHEINOST 1995) liegen nur für zwei Arten von der FAM-Versuchstation Scheyern im oberbayerischen Tertiärhügelland vor (vgl. Abb. 2). Im Mittel erreichte die NFKWe an den Wuchsorten von *Myosurus minimus* 158 mm, die von *Anagallis minima* 115 mm. Eine mittlere nutzbare Feldkapazität von 150 mm für das gesamte Untersuchungsgebiet zeigt, daß vor allem der Acker-Kleinling bevorzugt auf Standorten mit einer insgesamt eher schlechten Wasserversorgung vorkommt. Weder die Lage im Gebietsrelief noch die Bodentypen (WITTMANN & RÜCKERT 1981) geben einen Hinweis darauf, daß die Fundorte von *Anagallis minima* besonders zur saisonalen Ver-nässung (Wechselfeuchte) neigen.

4.2 Bodenchemische Standorteigenschaften

Wie schon die soziologische Zuordnung der Arten gezeigt hat, haben die meisten Arten der Isoëto-Nanojuncetea ihr ökologisches Optimum im Bereich der niedrigen pH-Werte (Abb. 2). Vorwiegend auf stark sauren Böden (pH-Werte 4,0 - 5,0) wurden *Juncus capitatus*, *Isolepis setacea* und *Peplis portula* gefunden, mäßig saure Böden (pH 5,1 - 6,5) scheinen *Hypericum humifusum*, *Gypsophila muralis*, *Ranunculus sardous*, *Anagallis minima*, *Myosurus minimus* und *Sagina apetala* zu bevorzugen. *Centaureum pulchellum* wurde von RODI (1961) und BURRICHTER (1963) auf Böden im neutralen pH-Bereich nachgewiesen.

Die Untersuchungen zum Gehalt an organischer Substanz in Abbildung 2 zeigen, daß die meisten Arten der Zwergbinsengesellschaften Mineralböden mit ca. 2% organischer Substanz bevorzugen. *Myosurus minimus*, *Hypericum humifusum* und *Juncus capitatus* waren zudem auch auf Böden mit einem etwas höheren Humusgehalt zu finden. Auch im C/N-Verhältnis bewegen sich die meisten Arten im für Acker üblichen Bereich zwischen 9:1 und 12:1 (Abb. 2). Ein untypisch weites C/N-Verhältnis wiesen mit durchschnittlich 14:1 bzw. 17:1 die Wuchsorte von *Hypericum humifusum* und *Juncus capitatus* auf.

Sehr einheitlich präsentieren sich die Fundorte von Isoëto-Nanojuncetea-Arten hinsichtlich ihrer K₂O-Versorgung (Abb. 2). Mittelwerte von über 20 mg/100 g Boden an CAL-löslichem K₂O weisen darauf hin, daß diese Arten gut mit Kalium versorgte Böden bevorzugen. Ein deutlich niedrigerer Mittelwert wurde nur bei *Juncus capitatus* beobachtet. Die Art wurde schwerpunktmäßig auf groben Sandböden gefunden, wo von Natur aus kaum Kalium sorbiert wird. Im Gegensatz dazu wiesen die Wuchsorte der Kopf-Binse die höchsten P₂O₅-Konzentrationen in der Bodenlösung auf (Abb. 2). Dieser Gegensatz läßt sich dadurch erklären, daß viele Landwirte im Fundgebiet (Mittelfränkisches Sandsteinkeuperbecken westlich von Allersberg) regelmäßige P- und K-haltige Mehrnährstoffdünger einsetzten. Im Gegensatz zu K₂O wird P₂O₅ in den dortigen Sandböden durch den vergleichsweise hohen Humusgehalt (vgl. Abb. 2) sehr gut sorbiert. Insgesamt gesehen ist auch die Phosphatversorgung an Standorten der Zwergbinsengesellschaften mit im Mittel zwischen 15 und 26 mg P₂O₅ /100 g Boden als gut einzustufen.

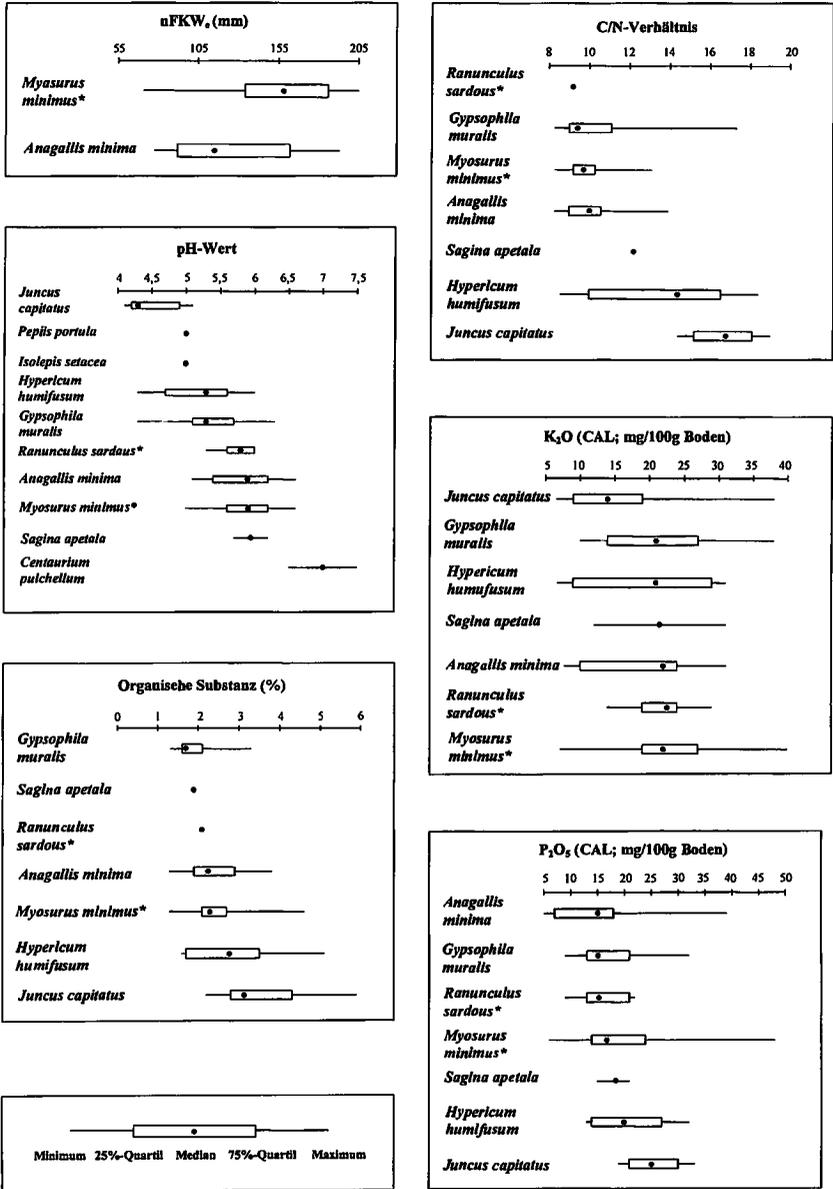


Abb. 2: Bodenverhältnisse von Ackerstandorten mit Vorkommen weniger häufiger Arten der Klasse Isoëto-Nanojuncetea (* pflanzensoziologische Zuordnung unsicher).

4.3 Ackerzahlen

Die Ackerzahlen wurden seit den dreißiger Jahren zur Taxierung der Ertragsfähigkeit von Ackerstandorten entwickelt. Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, daß verschiedene Arten der Isoëto-Nanojuncetea ihren Verbreitungsschwerpunkt auf Standorten von sehr unterschiedlicher ackerbaulicher Bonität haben (Abb. 3).

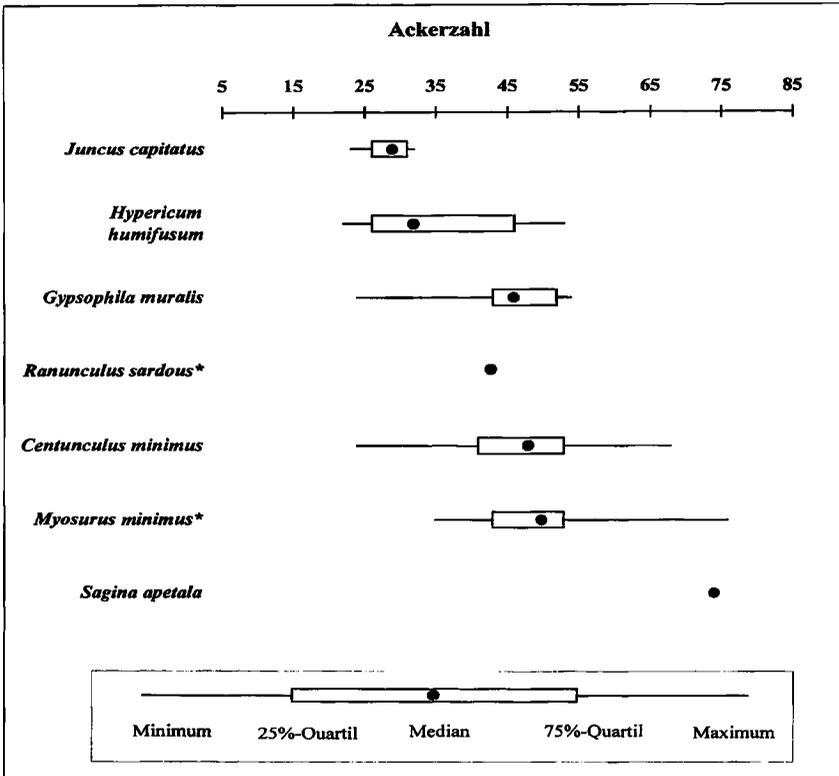


Abb. 3: Ackerzahlen von Standorten mit Vorkommen weniger häufiger Arten der Klasse Isoëto-Nanojuncetea (* pflanzensoziologische Zuordnung unsicher).

Mit *Gypsophila muralis*, *Ranunculus sardous*, *Anagallis minima* und *Myosurus minimus* lag der überwiegende Teil der untersuchten Arten bei mittleren Ackerzahlen zwischen 45 und 53. *Sagina apetala*, die auf zwei nahe beieinander gelegenen Äckern in der Mainfränkischen Lößplatte gefunden wurde, brachte es sogar auf einen Durchschnittswert von 75. Damit zeigt sich, daß das Auftreten der genannten Arten keineswegs ein Phänomen der Grenzertragsstandorte ist, sondern daß diese vorzugsweise auf Ackerböden mit mittlerer bis guter Qualität vorkommen.

Juncus capitatus und mit Einschränkungen auch *Hypericum humifusum* besiedelten dagegen ärmere Standorte mit mittleren Ackerzahlen zwischen 25 und 35. Zu dieser Artengruppe zählen möglicherweise auch – entsprechende Analysen liegen leider nicht vor – die vorwiegend in Sandgebieten nachgewiesenen Sippen *Illecebrum verticillatum*, *Gnaphalium luteo-album*, *Isolepis setacea* und *Radiola linoides*.

5. Populationsbiologische Untersuchungen

5.1 Langfristige Populationsentwicklung am Beispiel von *Anagallis minima*

Abbildung 4 zeigt die Entwicklung des Diasporenvorrates und der Individuendichte von *Anagallis minima* in einer Ackerfläche auf der FAM-Versuchsstation Klostergut Scheyern im oberbayerischen Tertiärhügelland. Die Bewirtschaftung des Bestandes wurde im Winter 1992/93 von konventionellem auf integrierten Anbau umgestellt. Für die Ackerwildpflanzen ergaben sich dadurch kaum Änderungen, da vor und nach der Umstellung alljährlich Herbizidbehandlungen erfolgten. Zur Analyse des Diasporengehaltes wurden pro Jahr 48 kg Boden entnommen. Dies erfolgte auf einer Fläche von 9 x 12 m. Nach der Aufteilung der Proben auf 48 Styroporschalen wurden über zwei Jahre die auflaufenden Keimlinge bestimmt, gezählt und abgeerntet (ALBRECHT 1994). Die Bestimmung der Individuendichte pro m² im Feldbestand erfolgte mehrmals im Jahr auf jeweils 48 Teilflächen zu 625 cm² Grundfläche. In den sechs Erhebungsjahren wurden insgesamt 17 solche Individuendichtezählungen durchgeführt.

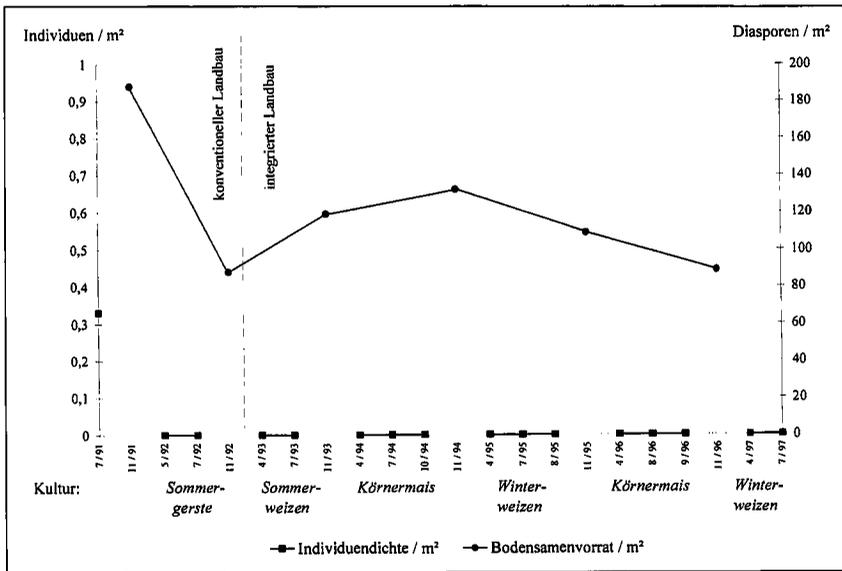


Abb. 4: Entwicklung der Individuendichte und des Diasporenvorrates von *Anagallis minima* auf einem Braunerdestandort im oberbayerischen Donau-Isar-Hügelland.

Trotz dieses hohen Beprobungsaufwandes gelang der Freilandnachweis von *Anagallis minima* nur ein einziges mal. Dies geschah im ersten Untersuchungsjahr, wobei nur ein Individuum beobachtet wurde. Hochgerechnet ergibt dies eine Dichte von 0,3 Individuen/m². In den Folgejahren wurde trotz intensiver Suche auf der gesamten 108 m² großen Probestfläche keine weiteren Individuen gesichtet.

Im Herbst 1991, also in dem Jahr, in dem *Anagallis minima* auch oberirdisch auftrat, wurden 188 lebensfähigen Samen pro m² Boden nachgewiesen. Im Folgejahr sank dieser Vorrat auf durchschnittlich 88 Diasporen/m² ab und blieb seither

nahezu konstant zwischen 85 und 130 Samen/m². Der vergleichsweise hohe Samenvorrat im Winter 1991/92 in Verbindung mit den vorausgehenden Nachweis im Feldbestand führt zu der Vermutung, daß in diesem Sommer ein Sameneintrag stattgefunden hat. Schwerer zu interpretieren ist die Beobachtung, daß es im darauffolgenden Jahr zu einer Halbierung des Samenreservoirs kam, daß sich in den anschließenden vier Jahren der Diasporenvorrat aber nur noch unwesentlich verändert hat. Daß die Diasporenbank des Bodens nahezu unverändert auf dem Niveau von ca. 100 lebensfähigen Samen/m² verharrt, obwohl trotz intensiver Beobachtung kein Sameneintrag festgestellt werden konnte, ist ein deutlicher Hinweis auf eine persistente Diasporenbank mit einem hohen Anteil dormanter Samen (THOMPSON & GRIME 1979). Der Rückgang des Diasporenvorrates 1992 könnte dadurch verursacht worden sein, daß 1991 nicht dormanten Samen eingebracht wurden, die z.B. durch fatale Keimung schnell wieder aus der Diasporenbank verschwanden. Die leichten Veränderungen des Diasporenvorrates zwischen 1992 und 1996 könnten durch den Eintrag von Diasporen aus der umliegenden Fläche mittels Bodenbearbeitung zustande gekommen sein. Zudem sind aber auch methodisch bedingte Ungenauigkeiten als Ursache denkbar. Wie ALBRECHT (1994) demonstriert, ist es bei den vorliegenden Diasporendichten unmöglich, die Ergebnisse mit vertretbarem Beprobungsaufwand statistisch abzusichern.

5.2 Relation des Diasporenvorrates im Boden zur Individuendichte im Bestand

Abbildung 5 zeigt einen Vergleich der Funde von Arten der Isoëto-Nanojuncetea im Feldbestand mit deren Diasporenvorrat im Boden.

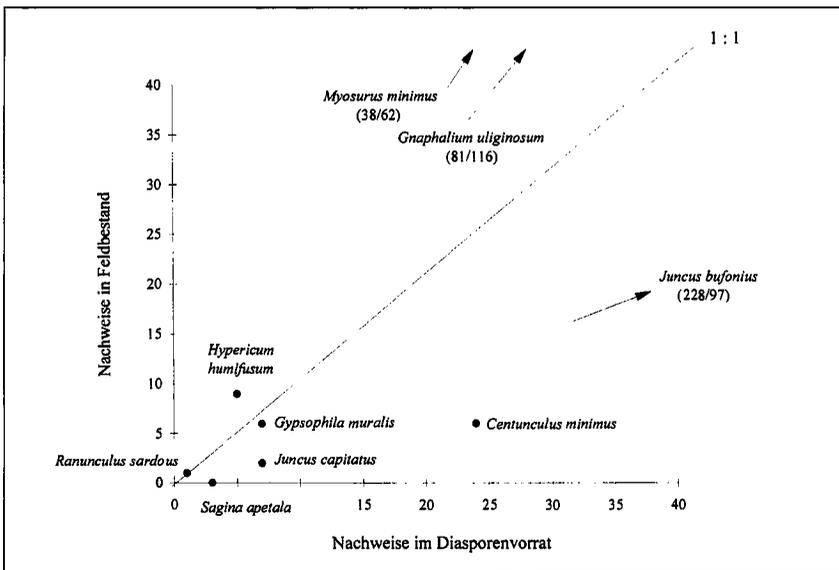


Abb. 5: Vergleich der Nachweishäufigkeit von Arten der Klasse Isoëto-Nanojuncetea im Diasporenvorrat des Bodens und im Feldbestand. An jedem Meßpunkt wurden mindestens 5 kg Boden untersucht und über drei Jahre Freilandhebungen durchgeführt.

Die Untersuchungen stammen aus verschiedenen Ackerbaugebieten Bayerns. Auf jeder untersuchten Einzelfläche wurden über mehrere Jahre vegetationskundliche Freilanderhebungen durchgeführt und mindestens fünf Kilogramm Boden analysiert. So wurde z.B. *Anagallis minima* auf 24 Flächen in der Diasporenbank und an 6 Standorten im Feldbestand beobachtet. Die meisten „typischen“ Ackerwildpflanzen sind im Freiland wesentlich leichter nachzuweisen als in der Diasporenbank (LAMBELET-HAUETER 1986, ALBRECHT & PILGRAM 1997). Im Gegensatz dazu wurden die Zwergbinsengesellschaftskennarten *Sagina apetala*, *Juncus capitatus*, *Gypsophila muralis*, *Anagallis minima* und *Juncus bufonius* häufiger in der Diasporenbank gefunden als im Feldbestand und auch bei den verbleibenden Arten *Myosurus minimus*, *Gnaphalium uliginosum*, *Hypericum humifusum* und *Ranunculus sardous* ergibt sich ein fast ausgeglichenes Verhältnis. Wie die Ergebnisse zur Populationsentwicklung in Kap. 5.1 kann auch diese Beobachtung als ein Indiz für die Dormanz der Diasporen und die Persistenz der Diasporenbank gewertet werden.

5.3 Einfluß der Korngröße im Oberboden auf die Auflaufrate

Bei einem Vergleich der für Abbildung 5 analysierten Einzelwerte fiel auf, daß das Verhältnis zwischen den im Feldbestand aufgelaufenen Keimlingen und den im Diasporenvorrat vorhandenen Samen (Auflaufrate) auch innerhalb einzelner Arten stark variiert. Daraufhin durchgeführte Auswertungen zeigten, daß sich diese Schwankungen möglicherweise auf den Einfluß verschiedener Umweltvariablen zurückführen lassen.

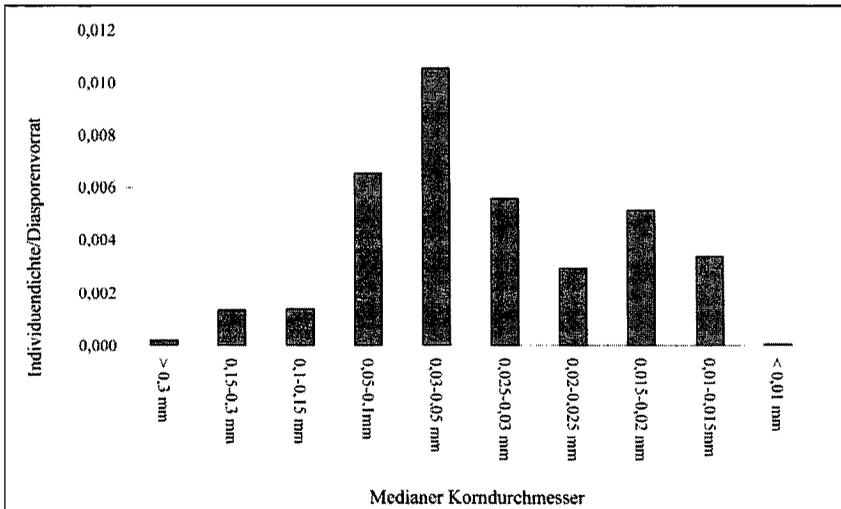


Abb. 6: Auflaufrate von *Juncus bufonius* in Abhängigkeit vom medianen Korndurchmesser im Oberboden (nach SCHEINOST et al. 1997) an 167 Meßpunkten auf der FAM-Versuchsstation Scheyern.

Als Beispiel zeigt Abbildung 6 die Auflaufrate von *Juncus bufonius* in Abhängigkeit von der Korngröße im Oberboden. Die Beschreibung der Bodenkörnung erfolgte über den medianen Korndurchmesser. Der Boden wurde hierfür in 18 Korngrößenklassen geteilt und aus dem Gewichtsanteil der einzelnen Frak-

tionen wurde der mediane Korndurchmesser ermittelt (SCHEINOST et al. 1997). *Juncus bufonius* wurde als Beispiel ausgewählt, weil hier von der FAM-Versuchstation Scheyern mit 167 Fundorten eine ausreichende Stichprobenzahl in Verbindung mit den entsprechenden Bodenanalysen vorliegt.

Die Abbildung zeigt, daß bei mittlerer Korngröße ein wesentlich höherer Anteil der Diasporenbank aufläuft als auf besonders grob- und feinkörnigeren Substraten. Eine Ursache könnte sein, daß hier das vorhandene Bodenwasser für Pflanzen besonders gut verfügbar ist. In tonigen Substraten ist ein großer Teil des Bodenwassers so fest gebunden, daß es von den Pflanzen nicht genutzt werden kann. Und auf grobkörnigen Böden kommt es durch Versickerung zu erheblichen Verlusten.

Die Beobachtung, daß auf grobkörnigen Substraten oft eine hohe Zahl an Diasporen von Arten der Isoëto-Nanojuncetea im Boden vorhanden ist, ohne daß diese nennenswert zum Feldbestand beitragen, ist durch mehrere Literaturstellen belegt. So fand JENSEN (1969) auf pleistozänen Ackerstandorten im dänischen Jütland durchschnittlich 27.000 Samen von *Juncus bufonius* pro m². Auf 57 Erhebungsflächen war die Art 39 mal in der Diasporenbank und nur zweimal im Feldbestand nachzuweisen. Bei eigenen Erhebungen auf grobsandigen Böden im mittelfränkischen Keuperbecken wurden bei *Juncus bufonius* durchschnittlich knapp unter 12.000 Samen/m² festgestellt (ALBRECHT 1989). Daß eine derartige Strategie wohl auch von anderen Arten der Isoëto-Nanojuncetea verfolgt wird, zeigen die Untersuchungen von VOGEL (1997) an *Illecebrum verticillatum* auf sandigen Zechbrachen in Nordrhein-Westfalen. Der Autor fand bei dieser Art Diasporenvorräte von fast 200.000/m².

Obwohl die Arten der Isoëto-Nanojuncetea als Wechselfeuchtezeiger gelten, wurde im Verlauf von drei Erhebungsjahre auf keiner der 25 Standorte im Nürnberger Becken je eine Überstauung beobachtet. Auch ausgeprägte Grundwasser- oder Stauhohizonte, wie sie für Gleye oder Pseudogleye typisch sind, wurden dort nicht festgestellt. Daß unter diesen vermeintlich ungünstigen Bedingungen trotzdem so hohe Diasporenzahlen zu finden sind, mag daran liegen, daß Arten der Isoëto-Nanojuncetea auf Sandäckern im Sommer einen hohen Anteil des verfügbaren Bodenwassers nutzen können. Die Ursache hierfür ist, daß sowohl die Kulturpflanzen als auch die Ackerwildpflanzen auf grobkörnigen Substraten vergleichsweise früh absterben. Deren Evapotranspiration fällt somit unter die z.B. auf Löß beobachteten Werte. Das Niederschlagswasser kann damit den Bodenwasserspeicher wieder auffüllen und gerade auf Sandböden zu höheren Feuchten im Sommer führen als auf Lehm Böden (DURLESSER, 1999). Dieser kommt zu einem großen Teil den im Sommer noch lebenden Pflanzen zugute und ist möglicherweise auch die Ursache dafür, daß in sandigen Getreideäckern zwischen den abgestorbenen Kulturpflanzen oft auffällig viele Keimlinge zu finden sind. In feuchteren Sommern können sich also durchaus günstige Keimbedingungen für Arten der Zwergbinsengesellschaften ergeben. Hier läßt sich auch ein Bezug zu der Verbreitung der Gesellschaft im atlantisch-humiden Westeuropa erkennen. Die große Zahl und die ausgeprägte Dormanz der Diasporen könnte damit zusammenhängen, daß nur selten günstige Keim- und Entwicklungsbedingungen herrschen. Offensichtlich ist es für die Arten der Zwergbinsengesellschaften von Vorteil, für diese seltenen Gelegenheiten eine große Zahl keimfähiger Samen zu bevorraten.

6. Schlußfolgerungen für den Artenschutz

Für häufigere Arten der Isoëto-Nanojuncetea ist seit langem bekannt, daß diese oft eine umfangreiche und hochgradig persistente Samenbank besitzen ohne daß sie im Feldbestand nennenswert in Erscheinung treten (z.B. JENSEN 1969). Die vorliegenden Untersuchungen haben gezeigt, daß dieses Verhalten auch bei seltenen, in den Roten Listen als gefährdet eingestuften Arten zu beobachten ist. POSCHLOD (1993), der dieses Phänomen zuerst für Teichböden beschrieben hat, kommt zu der Schlußfolgerung, daß für eine repräsentative Erfassung von Arten der Zwergbinsengesellschaften auf eine Analyse der „underground floristics“ nicht verzichtet werden kann. Ergebnis einer solchen Untersuchung könnte sein, daß Arten wie *Anagallis minima* oder *Juncus capitatus* nicht so selten sind, wie Felderhebungen glauben machen. Für die Beurteilung der Seltenheit hätte dies weitreichende Konsequenzen. Die Interpretation solcher Ergebnisse für die Einstufung der Gefährdung sollte allerdings sehr vorsichtig erfolgen. Wenn Arten der Zwergbinsengesellschaften nach Angaben älterer Florenwerke in Ackerbeständen vorkamen und heute dort nicht mehr zu finden sind, ist das ein Zeichen dafür, daß sich deren Reproduktionsbedingungen verschlechtert haben. Auf lange Sicht sind unter solchen Bedingungen auch Arten mit einer persistenten Diasporenbank vom Rückgang und von der Extinktion bedroht. Neben einer genaueren Erfassung des Artenbestandes über Diasporenbankanalysen sind deshalb in Zukunft auch Untersuchungen zur Veränderung der „underground floristics“ nötig.

Schrifttum

- ALBRECHT, H. (1989): Untersuchungen zur Veränderung der Segetalflora an sieben bayerischen Ackerstandorten zwischen den Erhebungszeiträumen 1951/68 und 1986/88. – Diss. Bot. 141. Berlin & Stuttgart. 201 S.
- ALBRECHT, H. (1994): Modelluntersuchung und Literaturlauswertung zum Diasporenvorrat gefährdeter Wildkräuter in Ackerböden. – Aus Liebe zur Natur 5, 123-140.
- ALBRECHT, H. & PILGRAM, M. (1997): The weed seed bank in a landscape segment in southern Bavaria – II. Relation to environmental factors and to the soil surface vegetation. – Plant Ecology 131, 31-43.
- BRUN-HOOL, J. (1963): Ackerunkraut-Gesellschaften der Nordwestschweiz. – Beitr. geobot. Landesaufnahme der Schweiz 43. Huber, Bern. 146 S.
- BURRICHTER, E. (1963): Das Linarietum spuriae Krusem. et Vlieg. 1939 in der Westfälischen Bucht. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 10, 109-115.
- DUNK, K. v.D. (1972): Moosgesellschaften im Bereich des Sandsteinkeupers in Mittel- und Oberfranken. – Ber. Naturwiss. Ges. Bayreuth XIV, 7-100.
- DURLESSER, H. (1999): Bestimmung der Variation bodenphysikalischer Parameter in Raum und Zeit mit elektromagnetischen Induktionsverfahren. Diss. TU München, 120 S.
- HILBIG, W. (1967): Die Ackerunkrautgesellschaften Thüringens. – Feddes Repertorium 76, 83-191.
- HOLZNER, W. (1973) Die Ackerunkrautvegetation Niederösterreichs. – Mitt. Bot. Arbeitsgem. Oberösterreich. Landesmus. Linz 5, 1-156.
- JAGE, H. (1973): Das Centunculo-Anthoceretum auf Äckern des mitteldeutschen Altpleistozängebietes. – Feddes Repertorium 83, 591-612.
- JENSEN, H.A. 1969. Content of buried seeds in arable soil in Denmark and its relation to the weed population. – Dansk botanisk Arkiv 27, 1-56.
- Knapp, R. (1963): Die Vegetation des Odenwaldes. – Schriftenr. Inst. f. Naturschutz Darmstadt, 6: 1-150.
- KULP, H.-G. (1993): Vegetationskundliche und experimentell-ökologische Untersuchung der Lammkraut-Gesellschaft (*Teesdalia-Arnoseridetum minima* Tx. 1937) in Nordwestdeutschland. – Diss. Bot. 198. Berlin & Stuttgart. 183 S.
- KUMP, A. (1970): Verschollene und seltene Ackerwildkräuter in Oberösterreich südlich der Donau. – Mitt. Bot. Arbeitsgem. Oberösterreich. Landesmus. Linz 2, 25-40.

- LAMBELET-HAUETER, C. (1986): Analyse de la flore potentielle, en relation avec la flore réelle, en grandes cultures de la région genevoise. – *Candollea* 41, 299-323.
- LIENENBECKER, H. & U. RAABE (1985): Floristische Beobachtungen in Ostwestfalen und angrenzenden Gebieten. – *Ber. Naturwiss. Verein Bielefeld und Umgegend* 27, 125-171.
- MOOR, M. (1936): Zur Soziologie der Isoetalia. – *Beitr. Geobot. Landesaufnahme der Schweiz*. Verlag Hans Huber, Bern.
- MÜLLER, G. (1963/64): Die Bedeutung der Ackerunkrautgesellschaften für die pflanzengeographische Gliederung West- und Mittelsachsens. Teil I. und II. – *Hercynia* N.F. 1, 82-166 u. 213-313.
- NEZADAL, W. (1975): Ackerunkrautgesellschaften Nordostbayerns. – *Hoppea*, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 34, 17-149.
- OVERDORFER, E. (1979/80): *Agrostietea stoloniferae* Oberd. in Oberd. et al. 67. – In: *Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil III* (Hrsg. E. Overdorfer), 316-345; Stuttgart & New York.
- OVERDORFER, E. (1990): *Pflanzensoziologische Exkursionsflora*. 6. Aufl. – Stuttgart. 1050 S.
- OESAU, A. & H.A. FRÖBE (1972): Pflanzensoziologische Beobachtung an hochwasserbeeinflussten Kulturflächen im nördlichen Oberhainthal. – *Beitr. Naturk. Forsch. Südwest-Deutschl.* 31, 65-86.
- OESAU, A. (1978): Eine seltene Flutrasengesellschaft, das *Ranunculo-Myosuretum minimi*, bei Wittlich. – *Mitt. Pollichia* 66, 109-116.
- OESAU, A. (1973): Ackerunkrautgesellschaften im Pfälzer Wald. – *Mitt. Pollichia* 20, 5-32.
- OTTE, A. (1985): Seltene Ackerwildkräuter in Bayern: *Orlaya grandiflora* (L.) Hoffm. und *Gypsophila muralis* L. – *Mitt. Bayer. Bot. Ges.* 56, 85-88.
- PASSARGE, H. (1964): Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes I. – *Pflanzensoz.* 13. Jena. 324 S.
- PHILIPPI, G. (1968): Zur Kenntnis der Zwergbinsengesellschaften (Ordnung der Cyperetalia fuscii) des Oberhaingebietes. – *Veröff. Landesst. Naturschutz u. Landschaftspf. Bad.-Württ.* 36, 65-130.
- PHILIPPI, G. (1974): Isoeto-Nanojunceteta Br.-Bl. et Tx. 43. – In: *Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil I* (Hrsg. E. Overdorfer), 166-181; Stuttgart & New York.
- PIETSCH, W. (1963): Vegetationskundliche Studien über die Zwergbinsen- und Strandlinggesellschaften in der Nieder- und Oberlausitz. – *Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz, Leipzig*, 38, S. 1-80.
- PILOTEK, D. (1990): Veränderungen der Ackerwildkrautvegetation (Klasse Stellarieteta mediae) in Nordbayern. – *Diss. Univ. Erlangen-Nürnberg*. 184 S.
- POSCH, R. (1972) Die Ackerunkrautvegetation des Mühlviertels. – *Diss. Univ. Wien*. 198 S.
- POSCHLOD, P. (1993): "Underground floristics" – keimfähige Diasporen im Boden als Beitrag zum floristischen Inventar einer Landschaft am Beispiel der Teichbodenflora. *Natur & Landschaft* 68, 155-159.
- RODI, D. (1961): Die Vegetations- und Standortsgliederung im Einzugsgebiet der Lein (Kreis Schwab. Gmünd). – *Veröff. Landesst. Natursch. Landschaftspf. Baden-Württ.* 27/28: 76-167.
- SCHWEINOST, A. (1995): Pedotransfer-Funktionen zum Wasser- und Stoffhaushalt einer Bodenlandschaft. *FAM-Bericht* 6, Verlag Shaker, Aachen, 176 S.
- SCHWEINOST, A., W. SINOWSKI & K. AUERSWALD (1997): Regionalization of soil water retention curves in a highly variable soilscape. 1. Developing a new pedotransfer function. – *Geoderma* 78, S 129-143.
- SEBALD, O., S. SEYBOLD & G. PHILIPPI (1993): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs 3. – Stuttgart. 326 S.
- SEIBERT, P. (1969): Die Auswirkungen des Donau-Hochwassers 1965 auf Ackerunkrautgesellschaften. – *Mitt. Flor.-soz. Arb.gem. N.F.* 14, 121-135.
- THOMPSON, K. & J.P. GRIME (1979): Seasonal variation in seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. – *J. Ecol.* 67: 893-921.
- VOGEL, A. (1997): Die Verbreitung, Vergesellschaftung und Populationsökologie von *Corrigiola litoralis*, *Illecebrum verticillatum* und *Herniaria glabra* (Illecebraceae). – *Diss. Bot.* 289. Berlin & Stuttgart. 282 S.
- VOLLRATH, H. (1966): Die Ackerunkrautgesellschaften in Ostbayern. – *Hoppea* Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 26, 117-160.
- WISSENKIRCHEN, R. & H. HAEUPLER (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – Stuttgart.
- WITTMANN, O. & G. RÜCKERT (1981): Beschreibung der Bodeneinheiten und ihrer Standorteigenschaften. – In: *Erläuterungen zur Bodenkarte von Bayern. 1:25000*. Hallertau. Bayer. Geol. Landesamt, München. S. 77-183.

(Am 31. März 1999 bei der Schrifteleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.E 17	2	419-425	1999	Freiburg im Breisgau 23. September 1999
--	--------	---	---------	------	--

Isoëto-Nanojuncetea-Arten als Bestandteil von Ackerunkrautgesellschaften in Nordbayern und auf der Iberischen Halbinsel

von

WERNER NEZADAL, Erlangen*

Zusammenfassung: Die Auswertung pflanzensoziologischer Tabellen aus Nordbayern und von der Iberischen Halbinsel läßt erkennen, daß Isoëto-Nanojuncetea-Arten auch in Ackerunkrautgesellschaften zu finden sind. In beiden Regionen haben diese als Krümenfeuchtezeiger gewerteten Arten ihren Schwerpunkt in den sauren Böden besiedelnden Apteretalia-Gesellschaften. Eine Analyse der für Mitteleuropa erstellten Ellenbergschen Zeigerwerte ergibt, daß den Isoëto-Nanojuncetea-Arten niedrige Werte für die Reaktions- und für die Stickstoffzahlen zukommen. Diese Zahlen können für die in Ackerunkrautgesellschaften auftretenden Arten auf der Iberischen Halbinsel bestätigt werden.

Summary: Phytosociological tables from northern Bavaria and from the Iberian Peninsula demonstrate that there are some species of the class Isoëto-Nanojuncetea, which are able to settle in weed communities on fields. The main occurrence of these species is in associations of the order Apteretalia living on acid soils. An analysis of the Ellenberg indicator values shows that the Isoëto-Nanojuncetea species have low figures concerning soil acidity and nutrients. These figures can be taken over for the Isoëto-Nanojuncetea species of the Iberian Peninsula.

Einleitung

Aufgrund ihres Vermögens, auch an zeitweise weniger feuchten Stellen zu wachsen, sind einige Arten der Isoëto-Nanojuncetea Br.-Bl. et Tx. 1937 nicht auf die typischen Standorte dieser Klasse beschränkt, sondern auch auf Äckern zu finden. In der vorliegenden Untersuchung soll aufgezeigt werden, welche dies sind, in welchen Ackerunkrautgesellschaften sie anzutreffen sind und was die Gründe für ihr Auftreten in Äckern sind.

Ausgehend von den besser dokumentierten Verhältnissen in Mitteleuropa wird außerdem am Beispiel der Iberischen Halbinsel analysiert, ob die untersuchten Arten im mediterranen Raum dieselben Ellenberg-Zeigerwerte erhalten können.

* Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. WERNER NEZADAL, Institut für Botanik und Pharmazeutische Biologie der Universität Erlangen-Nürnberg, AG Geobotanik, Staudestr. 5, D-91058 Erlangen

Die Einbeziehung Südwesteuropas erscheint wegen des atlantischen Verbreitungsschwerpunkts vieler Isoëto-Nanojuncetea-Arten sinnvoll.

Methoden

Die Ergebnisse stützen sich auf die Auswertung von pflanzensoziologischen Tabellen verschiedener Autoren (vgl. Tab. 2 und 3), in denen ca. 3000 nach der Methode von Braun-Blanquet erhobene Vegetationsaufnahmen aus Nordbayern – die Verwendung weiterer Tabellen aus anderen Regionen Mitteleuropas würde zu sehr ähnlichen Befunden führen – und von der Iberischen Halbinsel verarbeitet worden sind. Die wissenschaftlichen Namen der Pflanzen richten sich nach EHRENDORFER (1973) bzw. Flora Europaea.

Übersicht über das System der aufgeführten Ackerunkrautgesellschaften:

- K Stellarietea mediae (Br.-Bl. 1931) Tx., Lohm. et Prsg. in Tx. 1950
- O Aperetalia spicae-venti J. et R. Tx. in Mal.-Bel. et al. 1960 em. Nezdal 1989
- V Aphanion arvensis J. et R. Tx. in Mal.-Bel. et al. 1960 em. Oberd. 1983
- A Teesdalia nudicaulis-Arnoseridetum minimae (Malc. 1929) Tx. 1937
- A Trisetum ovatum-Arnoseridetum minimae Nezdal 1989
- A Papaveretum argemones (Libb. 1932) Krus. et Vlieg. 1939
- A Cnicus benedicti-Papaveretum argemones Nezdal 1989
- A Aphanion arvensis-Matricarietum chamomillae Tx. 1937 em. Pass. 1957
- A Myosuro minimi-Alopecuretum myosuroidis Nezdal (1972) 1975
- A Holcus mollis-Galeopsietum pubescentis Hilbig 1967
- A Rorippa-Chenopodietum polyspermi Siss. 1959
- A Rorippa-Chenopodietum polyspermi Köhler 1962
- V Rumicium bucephalophori Nezdal 1989
- A Mibora minimae-Arabidopsietum thalianae S. et C. Riv.-Mart. 1970
- A Coleostephus myconis-Chamaemeletum fuscum Riv. Goday 1964 em. Nezdal 1989
- O Secalietalia cerealis Br.-Bl. (1931) J. et R. Tx. in Mal.-Bel. et al. 1960 em. Nezdal 1989
- V Caucalidion platycarpi Tx. 1950
- A Papaveri rhoeadis-Melandrietum noctiflori Wassch. 1941
- A Caucalido-Adonidetum flammeae Tx. 1950
- V Ridolfium segetum Nègre 1978
- A Tetragonolobus purpureus-Fedietum cornucopiae Nezdal 1989
- O Sisymbrietalia officinalis J. Tx. in Lohm. et al. 1962 em. Riv.-Mart. 1978
- V Cerintho majoris-Fedietum cornucopiae Riv.-Mart. et Izco 1977
- A Diplotaxis virgatae-Fedietum cornucopiae Nezdal 1989
- O Chenopodietalia muralis Br.-Bl. (1931) 1936
- V Chenopodium muralis Br.-Bl. 1931
- A Oxalido pedis-caprae-Fumarietum capreolatae Poli ex Nezdal 1989

Ergebnisse

Zu den Isoëto-Nanojuncetea-Arten, die auch Äcker besiedeln, gehören in Mitteleuropa vor allem *Juncus bufonius*, *Gnaphalium uliginosum*, *Plantago intermedia* und *Montia chondrosperma*, daneben aber auch *Sagina procumbens*, *Gypsophila muralis*,

Polygonum hydropiper, *Rorippa sylvestris*, *Rorippa palustris*, *Hypericum humifusum*, *Centunculus minimus*, *Myosurus minimus*, *Spergularia rubra* und *Ranunculus sardous*, die von einigen Autoren nur bedingt als zu dieser Klasse gehörig angesehen werden (vgl. Tab. 1).

Tab. 1: Zeigerwerte nach ELLENBERG für einige Feuchtigkeitszeiger in Äckern. L, T, K, F, R, N: Ellenberg-Zeigerwerte (abweichende Werte grau unterlegt); I: Isoëto-Nanojuncetea-Arten

Arten:	L	T	K	F	R	N	I	Arten:	L	T	K	F	R	N	I
<i>Juncus bufonius</i>	7	5	X	7	3	X	I	<i>Juncus capitatus</i>	8	7	3	7	4	3	I
<i>Sagina procumbens</i>	7	X	3	6	6	6		<i>Lythrum hyssopifolia</i>	8	7	5	7	3	4	I
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	7	6	4	7	4	4	I	<i>Crassula tillaea</i>	8	7	2	7	X	3	I
<i>Plantago intermedia</i>	7	6	X	7	5	4		<i>Corrigiola litoralis</i>	8	6	2	7	5	5	
<i>Polygonum hydropiper</i>	7	6	X	8	5	8		<i>Spergularia segetalis</i>	9	6	2	8	4	X	I
<i>Myosurus minimus</i>	8	7	5	7	6	5		<i>Mentha arvensis</i>	7	X	X	8	X	X	
<i>Ranunculus sardous</i>	8	6	4	8	X	7	I	<i>Ranunculus repens</i>	6	X	X	7	X	X	
<i>Gypsophila muralis</i>	8	6	5	8	3	3	I	<i>Stachys palustris</i>	7	5	X	7	7	6	
<i>Montia chondrosperma</i>	7	6	2	8	3	4	I	<i>Polygonum amphibium</i>	8	6	X	X	X	4	
<i>Spergularia rubra</i>	7	5	X	6	3	4		<i>Tussilago farfara</i>	8	X	3	6	8	X	
<i>Hypericum humifusum</i>	7	X	2	7	4	3	I	<i>Potentilla anserina</i>	7	6	X	6	X	7	
<i>Centunculus minimus</i>	8	6	3	7	4	3	I	<i>Poa trivialis</i>	6	X	3	7	X	7	
<i>Illecebrum verticillatum</i>	8	7	2	7	3	2	I	<i>Poa annua</i>	7	X	5	6	X	8	

Auf der Iberischen Halbinsel werden sie teilweise durch *Illecebrum verticillatum*, *Corrigiola litoralis*, *Juncus capitatus*, *Lythrum hyssopifolia*, *Spergularia segetalis* und *Crassula tillaea* ersetzt, die alle auch in Mitteleuropa angetroffen werden können, wenn auch selten. Dazu kommen noch einige ausschließlich im Süden verbreitete Arten wie *Ranunculus parviflorus*, *R. muricatus* oder *Isoëtes histrix* und *I. durieui*. Außerhalb von Äckern sind sie alle in Gesellschaften des Verbandes Radiolion Dierß. 1972 bzw. des Cicendion Br.-Bl. 1967 zu finden, die den oligothraphenten Flügel innerhalb der Ordnung Cyperetalia fuscii Piet. 1963 repräsentieren. Arten, die schlammige Böden besiedeln, wie sie im Verband Elatino-Éleocharition ovatae Piet. et Müller-Stoll 1968 anzutreffen sind, fehlen dagegen vollständig.

Nordbayern

Die in den Äckern im Sinne einer ökologischen Gruppe als Krumenfeuchtezeiger anzusehenden Isoëto-Nanojuncetea-Arten können in unterschiedlichen Ackerunkrautgesellschaften auftreten und werden dort zur Ausgliederung von krumenfeuchten Varianten oder Subvarianten der jeweiligen Segetalgesellschaft verwendet. Dabei sind sie fester Bestandteil der Ackerunkrautgesellschaft, bilden also kein Vegetationsmosaik im Sinne eines „Durchdringungskomplexes“ von selbständigen Ackerunkraut- und Isoëto-Nanojuncetea-Gesellschaften. Letzteres wäre allenfalls kleinflächig bei stark abweichenden Standortbedingungen wie in tiefen Traktorspuren, wo dann auch keine Segetalarten wachsen, zu diskutieren. Im Normalfall handelt es sich aber um eine einzige, meist großflächig auftretende Biozönose mit einheitlichen Standortbedingungen, in der sowohl Ackerunkräuter als auch Kleinbinsenarten zusammen auftreten.

Der Schwerpunkt des Vorkommens dieser Arten liegt in den sauren Böden besiedelnden Apteretalia-Gesellschaften, die den bei HÜPPE und HOFMEISTER (1990) als Sperguletalia-Gesellschaften bezeichneten entsprechen. In Secalialia-Gesellschaften (Papaveretalia-G.) der basenreichen Böden, die in Mitteleuropa alle dem Verband Caucalidion angehören, ist ihr Anteil dagegen gering (vgl. Tab. 2).

Tab. 2: Anteil von Isoëto-Nanojuncetea-Arten in einigen Ackerunkrautgesellschaften in Nordbayern bei verschiedenen Autoren (x = gering; xx = mäßig; xxx = hoch; - = fehlend)

Syntaxa \ Autoren	Nezadal 1975	Pilotek 1990	Albrecht 1989	Müller, M. 1995	Rüth 1998	Hertz 1994	Erchinger 1996
Teesdalio-Amoseridetum	xx	xx	x				
Papaveretum argemones	-	xx	xx				
Setario-Galinsotetum	x	xx		x		x	
Aphano-Matricarietum	xx	xx	xxx	x		-	
Myosuro-Alopecuretum	xxx	xx	xxx	xxx			
Rorippo-Chenopodietum	xxx				x	x	
Oxalido-Chenopodietum	x			x			
Holco-Galeopsietum	xxx	xx					
Kickxietum spuriae			xx			-	
Papaveri-Melandrietum	xx	xx	x		x	-	-
Caucalido-Adonidetum	-	-	x				-

Im Gegensatz zu den Staunässezeigern (z.B. *Ranunculus repens*, *Mentha arvensis*, *Stachys palustris*, *Tussilago farfara*, *Potentilla anserina*, *Poa trivialis*), die für verdichtete, mehr oder weniger tonige, verschlammte Böden charakteristisch sind, besiedeln die Krumenfeuchtezeiger nur im Winterhalbjahr bzw. nur kurzzeitig vernäßte Böden, die häufig mehr oder weniger sandig sind und eine krümelige Struktur besitzen, wie sie im eigentlichen Sinne nur auf Ackerböden anzutreffen ist. Gegenüber den staunassen Böden zeichnen sie sich durch günstigere Bedingungen hinsichtlich des Sauerstoffgehalts, der Wasserversorgung und des Wärmehaushalts aus.

Die zeitweise starke Vernässung ist Voraussetzung für die Keimung der Samen und Entwicklung der Keimlinge. Sie kann durch verschiedene Standortbedingungen hervorgerufen werden:

- a) Auf von sich aus infolge Grundwassernähe nassen Böden im Auenbereich finden wir das Rorippo-Chenopodietum und das Oxalido-Chenopodietum.
- b) In niederschlagsreichen Gebieten, etwa in Mittelgebirgslagen, siedelt das Holco-Galeopsietum. Hier gehören Feuchtezeiger ebenso wie im Fall a) zur Normalausstattung der Assoziation, jedoch fehlen einige der wärmeliebenderen Isoëto-Nanojuncetea-Arten bzw. man sieht am Fehlen, daß einige von ihnen wärmeliebend oder besser nicht-kälte-ertragend sind. Dies ist erstaunlicherweise auch bei der Krötenbinse (*Juncus bufonius*) der Fall, die in den herzynischen Gebirgen auf Äckern eine deutliche Höhengrenze bei etwa 600m ü. NN hat (NEZADAL 1975), wohingegen ihre Gesamtverbreitung weit bis in den Norden Skandinaviens und Sibiriens reicht.
- c) Auf Äckern mit stauenden Schichten im Unterboden (Tonlinsen, Pflugsohle) sind die meisten der übrigen Ackerunkrautgesellschaften anzutreffen, die krumenfeuchte Varianten besitzen.

In besonders ausgeprägtem Maße tragen die Feuchtezeiger zum Gesellschaftsaufbau des *Myosuro-Alopecuretum*, einer Gebietsassoziation auf feuchten Sandäckern im nordwestlichen Mittelfranken bei. In Abgrenzung zum nahe verwandten *Aphano-Matricarietum* fehlen hier einige der wichtigen Arten wie *Matricaria chamomilla* und *Arenaria serpyllifolia* fast vollständig und werden durch andere wie *Myosurus minimus*, *Alopecurus myosuroides*, *Vicia villosa* ssp. *pseudovillosa* und *Ranunculus sardous* ersetzt.

Iberische Halbinsel

In Spanien und Portugal liegen die Verhältnisse in großen Gebieten sehr ähnlich. Auch hier sind die *Isoëto-Nanojuncetea*-Arten in den *Aphanion*-Gesellschaften, die vor allem in der supramediterranen Stufe im nordwestlichen Viertel der Iberischen Halbinsel vorkommen, am stärksten vertreten. Die beiden hauptsächlichen Assoziationen *Trisetum ovati-Arnoseridetum* und *Cnico-Papaveretum argemones* entsprechen sowohl hinsichtlich der Artenkombinationen als auch der Standortbedingungen und der Einordnung im Klimagefälle den mitteleuropäischen Gesellschaften *Teesdalia-Arnoseridetum* und *Papaveretum argemones*. In den im östlichen Teil der Nordhälfte Spaniens vorkommenden *Caucalidion*-Gesellschaften sind keine feuchten Varianten mehr zu finden, da das schon wesentlich kontinentaler geprägte Klima auf kalkigem Untergrund diese nicht zur Ausbildung kommen läßt.

Tab. 3: Anteil von *Isoëto-Nanojuncetea*-Arten in einigen Ackerunkrautgesellschaften auf der Iberischen Halbinsel bei verschiedenen Autoren (x = gering; xx = mäßig; xxx = hoch; - = fehlend)

Syntaxa \ Autoren	Nezadal 1989	Rivas-Martinez, S. & C. 1970	Rivas Goday 1964	Penas et al. 1988	Rivas-Martinez et al. 1986	Sundermeier & Deil 1992
<i>Trisetum-Arnoseridetum</i>	xx			x		
<i>Spergulario-Arnoseridetum</i>	x	x		-		
<i>Cnico-Papaveretum</i>	x			-		
<i>Miboro-Arabidopsietum</i>	xxx	-		-	-	
<i>Coleostepho-Chamaemeletum</i>	xxx		xxx			x
<i>Caucalidion</i>	-	-	-	-	-	
<i>Secalium</i>	-	-	-			
<i>Tetragonolobo-Fedietum</i>	x					x
<i>Diplotaxi-Fedietum</i>	x					
<i>Oxalido-Fumarium</i>	-					

Südlich des Kastilischen Scheidegebirges sind andere Ackerunkrautgesellschaften zu finden, die keine deutliche Entsprechung in Mitteleuropa haben. Die in der mesomediterranen Stufe im Westteil auf saurem Substrat siedelnden Assoziationen sind jedoch immer noch deutlich als *Aperetalia*-Gesellschaften zu erkennen. Sie werden zum Verband *Rumicion bucephalophori* gestellt und zeigen insgesamt feuchtere (atlantischere) und wärmere Bedingungen an als die *Aphanion*-Gesellschaften. Es kommen vor allem zwei Assoziation mit weiter Verbreitung vor: Auf sandigen, durchlässigen Böden bis ins Gebirge das *Miboro-Arabidopsietum* und in den tieferen Lagen auf tonigem, zur Staunässe neigendem Substrat das *Coleostepho-Chamaemeletum* (= *Chrysanthemo myconis-Anthemidetum fuscatae*).

Im Südostteil Iberiens können auf vorwiegend kalkreichen Böden unter deutlich kontinentalen und trocken-heißen Klimabedingungen keine feuchten Untereinheiten in den zum Verband *Secalio*n gehörigen Ackerwildkrautgesellschaften gefunden werden. Die ganz im Süden der Iberischen Halbinsel und an der Mittelmeerküste in der thermomediterranen Stufe auftretenden Gesellschaften weisen noch weniger Verwandtschaft zu mitteleuropäischen Gesellschaften auf. Immerhin sind hier entsprechend den höheren Niederschlägen noch einige wenige der o. g. *Isoëto-Nanojuncetea*-Arten zu finden, zu denen sich weitere mit rein mediterraner Verbreitung wie *Ranunculus parviflorus* oder *R. muricatus* gesellen. Zu nennen sind hier das *Tetragonolobo-Fedietum* und das *Diplotaxi virgatae-Fedietum*. Im *Oxalido-Fumarietum* fehlen sie dagegen vollständig, obwohl in den intensiv bewässerten *Citrus*-Kulturen Lebensmöglichkeiten für *Isoëto-Nanojuncetea*-Arten vorstellbar sind. Jedoch ist anzunehmen, daß sie bei den hier vorliegenden insgesamt sehr günstigen Wuchsbedingungen von Arten verdrängt werden, die das reichliche Stickstoffangebot besser verwerten können.

Ellenberg-Zeigerwerte

Zur weiteren Kennzeichnung der von den *Isoëto-Nanojuncetea*-Arten besiedelten Ackerstandorte ist eine Analyse der *Ellenberg-Zeigerwerte* (ELLENBERG et al. 1991) hilfreich. Da die meisten der in spanischen Äckern vorkommenden *Isoëto-Nanojuncetea*-Arten auch in Mitteleuropa auftreten und somit von den *Ellenberg*schen Tabellen erfaßt werden, bot es sich an, die für Mitteleuropa aufgestellten Werte einmal auf der Iberischen Halbinsel zu überprüfen. Hinsichtlich der Reaktionszahl R standen umfangreiche pH-Wert-Messungen zur Verfügung (vgl. Nezadal 1989).

Die Auswertung der Licht-, Temperatur-, Kontinentalitäts- und Feuchtigkeitszahlen bestätigt die Erwartungen, daß es sich bei den meisten der fraglichen Arten um lichtliebende (L = 7 - 8), ziemlich wärmeliebende (T = 5 - 7 oder x), ziemlich atlantische (K = 2 - 5 oder x) Pflanzen an sehr feuchten Stellen (F = 7 - 8) handelt (vgl. Tab. 1). Die Reaktionszahlen R liegen mit Ausnahme von *Sagina procumbens* und *Myosurus minimus* bei 3 - 5, was auf ziemlich saure Bedingungen hinweist, die Stickstoffzahlen N bei 2 - 4, außer bei *Sagina procumbens*, *Myosurus minimus*, *Polygonum hydropiper*, *Ranunculus sardous* und *Corrigiola litoralis*. Mit Ausnahme von *Corrigiola* gehören alle zu den diagnostisch wichtigen Arten im oben erwähnten *Myosuro-Alopecuretum*.

Die Reaktions- und Stickstoffzahlen deuten an, daß die Arten mit abweichend Zeigerwerten, insbesondere aber *Myosurus minimus* und *Sagina procumbens*, keine „guten“ *Isoëto-Nanojuncetea*-Arten sind. Letztere wurden in Tabelle 1 in der Spalte I (*Isoëto-Nanojuncetea*) mit dem Buchstaben I gekennzeichnet. Die im unteren Teil

der Tabelle 1 aufgeführten Arten gelten im allgemeinen als Feuchtigkeits-, Staunässe oder Verdichtungszeiger. Keine von ihnen liegt bezüglich der R- bzw. NWerte im für die Isoëto-Nanojuncetea-Arten angegebenen Bereich.

Für die spanischen Äcker ergeben sich keinerlei Abweichungen von den für Mitteleuropa aufgestellten Werten. Wie in Nordbayern und im übrigen Mitteleuropa besiedeln die Isoëto-Nanojuncetea-Arten auch hier vor allem saure Böden mit geringer Nährstoffversorgung, so daß die Zeigerwerte für Spanien in keinem der untersuchten Fälle abgeändert werden müssen. Somit kann am Beispiel der Äcker besiedelnden Isoëto-Nanojuncetea-Arten gezeigt werden, daß die Ellenberg-Zeigerwerte für viele Arten auch über sehr große Gebiete „stimmen“, d.h. richtig gewählt wurden und eine große Aussagekraft besitzen. In noch stärkerem Maße gilt dies für die meisten der deutlicher pH-abhängigen Arten, also die ausgesprochenen Säure- oder Basenzeiger unter den Ackerunkräutern, die aber nicht Gegenstand dieser Analyse sind.

Schrifttum

- ALBRECHT, H. (1989): Untersuchungen zur Veränderung der Segetalflora an sieben bayerischen Ackerstandorten zwischen den Erhebungszeiträumen 1951/68 und 1986/88. – Diss. Bot. 141, 201 S.; Stuttgart.
- EHRENDORFER, F. (1973): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. – 3. Aufl., Stuttgart.
- ELLENBERG, H., H. E. WEBER, R. DÜLL, V. WIRTH, W. WERNER & D. PAULIBEN (1991): Zeigerwert von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geobotanica 18, 248 S.; Göttingen.
- ERCHINGER, H. (1996): Experimentelle und vegetationskundliche Untersuchungen zum Ackerwildkrautschutz auf einem Grenzertragsstandort in der Nördlichen Frankenalb bei Staffelstein. – Diplomarbeit, 157 S., Universität Erlangen.
- HERTZ, C. (1994): Pflanzensoziologische Erfassung ertragreicher Agrarstandorte. – Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 55, Hohenester-Festschrift, 63 – 99.
- HÜPPE, J. & H. HOFMEISTER (1990): Syntaxonomische Fassung und Übersicht über die Ackerunkrautgesellschaften der Bundesrepublik Deutschland. – Ber. d. Reinh. Tüxen-Ges. 2, 61 – 81.
- MÜLLER, M. (1994): Ackerwildkrautgesellschaften im Knoblauchsland auf dem Gebiet der Stadt Nürnberg. – Diplomarbeit, 96 S., Universität Erlangen.
- NEZADAL, W. (1975): Ackerunkrautgesellschaften Nordostbayerns. – Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 34(1), 17-149.
- NEZADAL, W. (1989): Unkrautgesellschaften der Getreide- und Frühjahrshackfruchtkulturen (Stellarietea mediae) im mediterranen Iberien. – Diss. Bot. 143, 205 S.; Stuttgart.
- PENAS, A., T. E. DÍAZ, C. PÉREZ, E. PUENTE, M. E. GARCÍA-GONZÁLEZ & A. TERRÓN (1988): Aportaciones al conocimiento de las comunidades de malas hierbas de cultivo en la provincia de León. – Acta Bot. Barc. 37, 317-330.
- PILOTEK, D. (1990): Veränderungen der Ackerwildkrautvegetation (Klasse Stellarietea mediae) in Nordbayern. – Dissertation, 184 S., Universität Erlangen.
- RIVAS GODAY, S. (1964): Vegetación y flórua de la cuenca extremeña del Guadiana. – 777 S.; Madrid.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. & C. RIVAS-MARTÍNEZ (1970): La vegetación arvense de la provincia de Madrid. – Anal. Inst. Bot. Cavanilles 26, 103-129.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., A. PENAS & T.E. DÍAZ (1986): Datos sobre vegetación terofítica y nitrófila leonesa. Nota II. – Act. Bot. Malacitana 11, 273-288.
- RÜTH, U. (1998): Vegetationskundliche Untersuchung und naturschutzfachliche Bewertung von Teichen und deren Kontaktvegetation im geplanten geschützten Landschaftsbestandteil „Örtbergeiche“ bei Forchheim (Oberfranken). – Diplomarbeit, 135 S., Universität Erlangen.
- SUNDERMEIER, A. & U. DEIL (1992): Die Ackerflora auf Vertisolen beiderseits der Straße von Gibraltar – der Einfluß traditioneller und moderner Bewirtschaftung. – Z. Pfl.Krankh. Pfl.Schutz, Sonderh. 13, 69-77.

(Am 22. März 1999 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	2	427-448	1999	Freiburg im Breisgau 23. September 1999
--	---------	---	---------	------	--

Zwergbinsengesellschaften im Südwesten der Iberischen Halbinsel.

Standörtliche Einnischung und floristische Differenzierung

von

MICHAEL RUDNER und ULRICH DEIL, Freiburg
& ANTONIO GALÁN DE MERA, Madrid*

Zusammenfassung: Im Südwesten der Iberischen Halbinsel (Algarve und Andalusien) werden Zwergbinsen- und Brachsenkrautrasen untersucht. Der Fragestellung der Musterbildung in der Pflanzendecke wird mit einem Cross-Scale-Ansatz in drei räumlichen Skalen nachgegangen. Die Pflanzengesellschaften werden nach der Braun-Blanquet-Methode aufgenommen und klassifiziert. In ausgewählten Beständen erfolgt eine individuenscharfe Aufnahme auf Dauerflächen. Erfasste Standortparameter sind Bodenwasserpotential, nutzbare Feldkapazität, Bodenmächtigkeit, Nährstoffversorgung, Mikrorelief und Mikroklima.

In der Serra de Monchique (Portugal) kommen auf zeitweilig durchsickerten Syenitgrusdecken die Cicendion-Gesellschaften *Isoëtetum duriei*, *Laurentio-Juncetum tingitani*, *Isoëto histricis-Radioletum linoidis* und *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati* vor. Trockenere Standorte werden im späteren Frühjahr von *Helianthemetea*-Gesellschaften (*Arenaria conimbricensis-Sedum andegavense* und *Silene scabriflora-Omphalodes linifolia*-Gesellschaft) besiedelt. Im Campo de Gibraltar (Südwestandalusien) kommt noch das *Junco pygmaei-Isoëtetum velati* (*Preslion cervinae*) hinzu. Die Gesellschaften werden in einer vergleichenden Stetigkeitstabelle dargestellt und im westmediterranen Kontext diskutiert. Zeitliche Muster (Ökophasen bzw. Chronozöosen von *Isoëtetalia-* zu *Helianthemetalia*-Gesellschaften) sind noch zu untersuchen.

Die Muster innerhalb der Bestände sind z.T. durch kleinräumige standörtliche Gradienten, z.T. durch ausbreitungsbiologische Prozesse zu erklären. Das Bodenwasserpotential der Cicendion-Standorte ist in Kuppen- und Hanglage unterschiedlich. Beschattung und mächtige Grusaufgaben verzögern die Austrocknung. Abschließend wird auf die Vegetationszonierung einer Grusdecke in Abhängigkeit von Bodenmächtigkeit und Substratbewegung eingegangen.

* Anschriften der Verfasser: Dipl.-Geoök. MICHAEL RUDNER und Prof. Dr. ULRICH DEIL, Institut für Biologie II/Geobotanik, Albert-Ludwigs-Universität, Schänzlestraße 1, D-79104 Freiburg. - Prof. Dr. ANTONIO GALÁN DE MERA, Universidad San Pablo CEU, Laboratorio de Botánica, Apto. 67, E-28660 Boadilla del Monte, Madrid

Summary: Isoëto-Nanojuncetea-communities in the Southwestern Iberian Peninsula. Pattern, habitats and species composition.

Isoëto-Nanojuncetea communities were studied in the Southwestern Iberian Peninsula (Algarve and Andalusia). Pattern analysis was carried out by a cross-scale-approach in three spatial scales. The plant communities were sampled and classified according to the Braun-Blanquet-approach. In selected stands and on permanent plots, an individual-based sampling procedure was carried out. The environmental parameters measured were soil water potential, effective field capacity, soil depth, nutrient supply, microrelief and microclimate.

In the Serra de Monchique (Portugal), habitats with coarse sandy detritus from the syenite rocks, which are temporarily inundated or moisturized by seeping water, are covered by an ephemeral flush vegetation. The following Cicendion-associations could be observed: Isoëtetum duriei, Laurentio-Juncetum tingitani, Isoëto histricis-Radioletum linoidis and Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati. Drier habitats are colonised in late spring by Helianthemetea-communities (*Arenaria conimbricensis-Sedum andegavense*- and *Silene scabriflora-Omphalodes linifolia*-community). The Cicendion-communities also occur in the Campo de Gibraltar (South-western Andalusia). Furthermore, the *Junco pygmaei-Isoëtetum velatae* (Preslion cervinae) grows there. The data are presented in a comparative constancy table and the communities are discussed in the west-mediterranean context. Temporal patterns (eco-phases and chronocoenoses from the Isoëtetalia to the Helianthemetalia) still remain to be studied.

Within the habitats, patterns arise from small scale environmental gradients and from reproductive processes. The soil water potential of the Cicendion habitats is different in hilltop and slope positions. The drying up of the habitats can be delayed by shadowing and on deep soils. Finally, the vegetation zonation of a sediment layer as the result of soil depth and mobility is outlined.

1. Einleitung: Fragestellung und Stand der Forschung

Bis in den Frühsommer hinein durchfeuchtete Standorte mit einer enormen Dichte seltener und zwergenhaften Pflanzenarten ziehen in einem sommertrockenen Gebiet wie dem Mediterranraum das Interesse von Geobotanikern besonders auf sich. Solche Standorte sind die Siedlungsplätze der Zwergbinsenrasen. BRAUN-BLANQUET (1935) hat daher diesen Vegetationstyp zu recht ein „Juwel“ der mediterranen Pflanzenwelt genannt. Es ist erstaunlich, daß über diese Gesellschaften aus vielen Räumen, in denen sie nach den Florenangaben zu erwarten sind, keine oder nur fragmentarische Beobachtungen vorliegen. Dies gilt z.B. für den Süden Portugals. Obwohl *Isoëtes*-Arten dort weit verbreitet sind (siehe die Punktrasterkarten für Portugal bei FRANCO & AFONSO 1982, für die gesamte Iberische Halbinsel bei PRADA 1983), liegen bisher keine pflanzensoziologischen Aufnahmen vor. Auch bei der jüngst publizierten Untersuchung der Moose an Zwergbinsenstandorten (SÉRGIO et al. 1997) blieb der Algarve unberücksichtigt. Für Südwestandalusien ist die Datenlage besser, aber auch dort sind nur einige Naturräume untersucht (RIVAS GODAY 1968, GALÁN DE MERA 1993 und DEIL 1997 für das Campo de Gibraltar, RIVAS MARTÍNEZ et al. 1980 für die Coto de Doñana). Ein erstes Ziel dieses Beitrages ist es, hier eine Lücke zu schließen und die floristische Zusammensetzung und standörtliche Einnischung der Isoëtetalia-Gesellschaften im Südwesten der

Iberischen Halbinsel darzustellen. In der östlichen Betischen Kordillere klingen die Gesellschaften rasch aus und sind nur noch fragmentarisch entwickelt (siehe etwa GÓMEZ MERCADO & VALLE TENDERO 1992 für die Sierra de Cazorla). Die von Wärmekeimern gebildeten Sommergesellschaften der *Cyperetalia fusci* bleiben unberücksichtigt.

Ein Grund für die spärlichen vegetationskundlichen Daten mag sein, daß man mit einer pflanzensoziologischen Aufnahme den Artenbestand möglichst vollständig erfassen will. Dabei stellen einen die Zwergbinsenrasen vor besonders schwierige Bedingungen. In Abhängigkeit vom Witterungsverlauf treten die Bestände von Jahr zu Jahr verschieden gut entwickelt und zu etwas verschiedenen Zeitpunkten oberirdisch in Erscheinung. Sie können ihre phänologische Entwicklung in wenigen Tagen bis Wochen abschließen oder bleiben in Trockenjahren ganz unterirdisch verborgen. Zudem zeigen sie innerhalb der Vegetationsperiode enorme Veränderungen der Individuendichte und auch der Artenzusammensetzung (BOUTIN et al. 1982, BALLESTEROS 1984). Den Fragen der zeitlichen Überschichtung (Chronozönosen im Sinne von BARKMAN 1973) von Cicendion- und Helianthemion guttati-Gesellschaften ging im Untersuchungsgebiet bisher nur SPIEGELHAUER (1994) nach. Pendelsukzessionen, wie sie DURING (1980) in den Niederlanden und NÈGRE (1956) in Marokko feststellten, sind im Süden der Iberischen Halbinsel noch nicht untersucht worden. Auch die standörtliche Charakterisierung ist bei den mitteleuropäischen Gesellschaften schon viel weiter vorangekommen, wie zahlreiche Beiträge in diesem Band zeigen. Wir legen hier erstmals Daten über den zeitlichen Verlauf der Austrocknung der Standorte in Abhängigkeit von Reliefsituation und Höhenlage vor und berichten über die begonnenen Untersuchungen zur Ökologie (insbesondere den Wasserhaushalt) der Standorte und Gesellschaften, zur zeitlichen Variabilität und zur Musterbildung auf verschiedenen räumlichen Ebenen.

2. Das Untersuchungsgebiet

Lage: Das Untersuchungsgebiet im Südwesten der Iberischen Halbinsel besteht aus zwei Teilräumen, der Serra de Monchique im Algarve (Portugal) und der Sierra del Aljibe mit benachbarten Küstengebirgen (Sierras de Algeciras) im Campo de Gibraltar (Spanien) (Abb. 1). In die vergleichende Stetigkeitstabelle wird auch Aufnahmемaterial von der Halbinsel um Tanger (Nordmarokko) mit einbezogen.

Klima: Im sommertrockenen Mediterrangebiet werden die Standorte der Zwergbinsenrasen nach den ersten Herbstregen durchfeuchtet, nach starken Niederschlägen z.T. auch zeitweise überstaut, überrieselt oder durchsickert. Sie trocknen im Frühjahr bis Frühsommer nach Ende der Regenfälle sukzessive aus. Das Untersuchungsgebiet gehört einem atlantischen Subtyp des Mediterranklimas an (siehe Klimadiagramme Abb. 1). Die dort gelegentlich noch im Frühsommer auftretenden Niederschläge können die Vegetationszeit für einige Pflanzenarten auf den durchsickerten Standorten entscheidend verlängern.

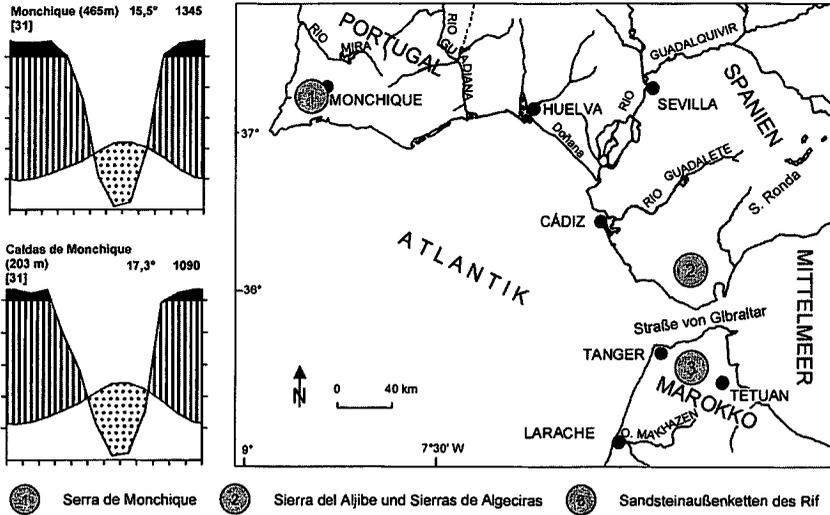
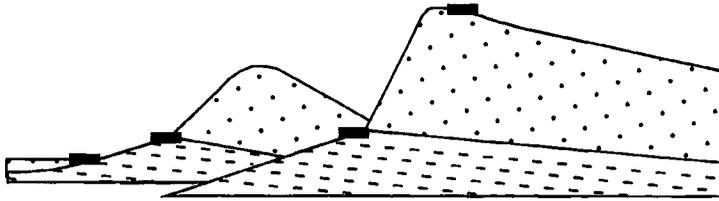


Abb. 1: Lage der Untersuchungsgebiete und Klimadiagramme für die Serra de Monchique.

Relief, Geologie und Böden: Die Schichtstufenlandschaft der Sierra del Aljibe (Abb. 2 oben) wird aus dem nahezu rein quarzitischem Aljibe-Sandstein und den kalkarmen Aljibe-Tonen, die in mächtigen Schichtpaketen den Sandstein unterlagern, aufgebaut. In den weiten Tälern der küstennahen Gebirge treten quartäre Sandsteinschuttdecken über Aljibe-Ton auf. Aus dem blockig bis sandig verwitternden Aljibe-Sandstein entstehen in den Kontaktbereichen zu den Tonen sandige Böden über wasserstauenden Schichten. Die Standorte sind im Winter und Frühjahr z.T. überstaut bzw. längere Zeit im Jahr staunaß. Für Zwergbinsen- und Brachsenkrautrasen geeignete Reliefsituationen sind Verflachungen in den felsigen Hochlagen, der Übergang vom Mittel- zum Unterhang unterhalb des meist deutlichen Hangknicks und die darunter anschließenden, schwach geneigten Sandschuttdecken, die im Quartär über die Tone wanderten.

Die Serra de Monchique (Abb. 2 unten) wird von einem Syenit-Intrusionskörper aufgebaut, der von einer Tonschieferhülle umgeben ist. Die Tonschiefer sind durch Kerbräler und Kerbsohlentäler stark zertalt und bieten keine Standorte für Zwergbinsenrasen. Im Syenit entstanden flachgewölbte Rücken. Dieses an Alkali-Feldspäten reiche Gestein springt schalig vom Anstehenden ab. Es verwittert grusig bis sandig-schluffig. In Kuppenlagen und an Hangverflachungen entstehen grusreiche Feinmaterialansammlungen über Fels. Die hieraus entstehenden Rohböden, die selten überstaut, dafür aber längere Zeit durchsickert werden können und dabei relativ gut durchlüftet sind, bieten geeignete Wuchsorte für Zwergbinsen- und Brachsenkrautrasen.

Sierra del Aljibe / Spanien



Serra de Monchique / Portugal

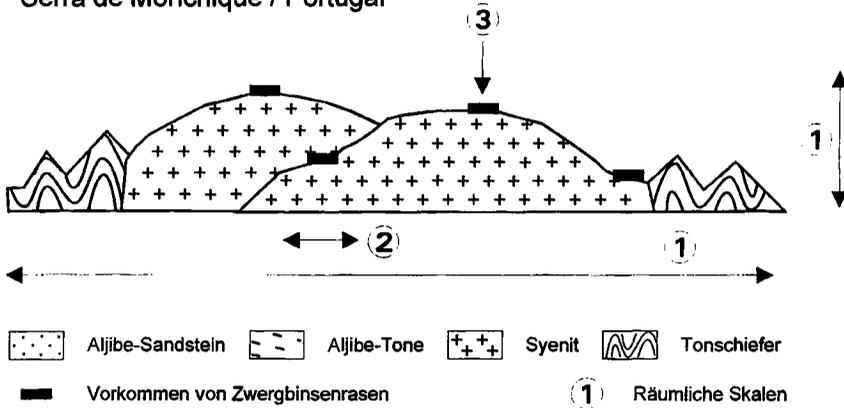


Abb. 2: Geologie der Untersuchungsgebiete, Reliefsituation der Zwergbinsenrasen und räumliche Skalen der standörtlichen Differenzierung.

3. Methoden

Da in allen ökologischen Untersuchungen Skalierungsfragen grundlegend sind, ist es entscheidend, die richtige räumliche Skala für das zu untersuchende Phänomen zu wählen (WIENS 1989) oder in einem Cross-Scale-Ansatz zu versuchen, die wesentlichen räumlichen Skalen abzudecken und die Wechselwirkungen zwischen diesen zu berücksichtigen (LEVIN 1992). Für die Untersuchung von Zwergbinsenrasen erscheint es zweckmäßig, in drei räumlichen Skalen vorzugehen (vgl. Abb. 2 und 3). In einer ersten (Makro-) Skala wird die Landschaft (z.B. ein einzelner Gebirgsstock) betrachtet, in der Vegetationskomplexe oder -formationen unterschieden werden. Diese Skala zeigt, wo überhaupt Zwergbinsenrasen auftreten und wie sie durch die großräumig wirkenden Standortgradienten (z.B. Höhenstufung, Substrat) differenziert werden. Die zweite räumliche Skala (Meso-) umfaßt einen Landschaftsausschnitt (z.B. eine Kuppenlage) mit Fokus auf die einzelnen Pflanzengesellschaften. Mikroklima, Bodenentwicklung und das Kleinrelief bestimmen hier mit über Muster in der Vegetation. In einer feineren Auflösung (Mikroskala) wird die Anordnung von Pflanzenindividuen innerhalb eines Bestandes (z.B. auf einer Grusdecke) untersucht. Bei dieser Auflösung wird die räumliche Feindifferenzierung durch Umweltfaktoren von ausbreitungsbiologischen Effekten überlagert.

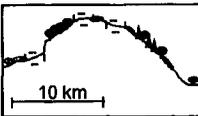
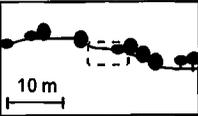
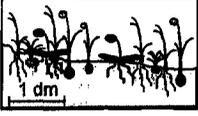
Räumliche Skalen	differenzierende Faktoren	erhobene standörtliche Parameter	erfaßte vegetationskundliche Daten
Makro = Landschaft 	großräumige Substrat- und Klimagradienten	Auswertung topographischer und thematischer Kartenwerke	Vegetationskomplexaufnahmen, Verbreitung der Vegetationstypen
Meso = Hangausschnitt 	Reliefposition: edaphische, hydrologische und mesoklimatische Einflüsse	Bodenform pF-Wg-Kurven Nährstoffversorgung Bestandesklima	Vegetationsaufnahmen nach Br.-Bl. und Vegetationskartierung
Mikro = Grusdecke 	Geomorphodynamik: zyklisch Phänologie: rhythmisch	Bodenmächtigkeit Mikrorelief Bodenfeuchte	individuenscharfe Aufnahmen auf Positionmeter-Dauerflächen

Abb. 3: Räumliche Skalen und untersuchte Parameter.

Jede der genannten drei Skalen erfordert eine andere Auswahl der erhobenen Standortparameter und eine spezifische Genauigkeit der vegetationskundlichen Erfassung (Abb. 3). In der Makroskala sollen nach erfolgter Definition der Pflanzengesellschaften Verbreitungskarten der Vegetationstypen erstellt und diese Daten mit großräumigen Standortparametern verknüpft werden, um so zu Makro-Standorttypen zu kommen. Gebietsweise werden die Gesellschaftskontakte mit SIGMA-Aufnahmen erfaßt. Dies kann in einer späteren Untersuchungsphase die Herausarbeitung von Vegetationskomplextypen erlauben.

Die Mesoskala wird mit Vegetationsaufnahmen nach BRAUN-BLANQUET (1964) und mit Vegetationskartierungen erschlossen. In diesem Beitrag werden 29 im April und Mai 1996 erhobene Originalaufnahmen aus der Serra de Monchique vorgestellt (Tab. 1). Diese Daten gehen auch in die Stetigkeitstabelle (Tab. 2) ein, die ferner publizierte (DEIL 1997) und unpublizierte Aufnahmen (GALÁN DE MERA 1993) von den Halbinseln beiderseits der Straße von Gibraltar enthält. Die Nomenklatur der Arten folgt VALDÉS et al. (1987).

Die regionalen Ergebnisse werden im südwestmediterranen Kontext diskutiert. Zum Vergleich werden ausgewählte Arbeiten aus Mittelportugal (JANSEN & SEQUEIRA 1999), der Extremadura (RIVAS GODAY 1970, RUIZ & VALDÉS 1987), aus Marokko (NÈGRE 1956, BOJTIN et al. 1982, TITOLET 1989, THIÉRY 1991), Algerien (BRAUN-BLANQUET 1935, CHEVASSUT & QUÉZEL 1956, 1958, GÉHU et al. 1992, 1994), Tunesien (POTTIER-ALAPETITE 1952) und Libyen (BRULLO & FURNARI 1994) herangezogen. Zum Vergleich mit dem östlichen Mittelmeergebiet sei auf BERGMIEIER & RAUS (1999) verwiesen.

Ein Teil der Gesellschaften wird seit 1998 in Südportugal ökologisch genauer charakterisiert. Zur Erfassung des Bodenwasserhaushalts werden mehrere Größen,

die direkt wirken oder indirekt steuern, erhoben. Das Matrixpotential wird mit Gipsblockelektroden und Datenloggern gemessen. Die Bodencharakteristik wird über die Bestimmung von pF-Wg-Kurven, Bodenprofile mit Ansprache von Bodentyp und Bodenart, ergänzt durch Nährstoffanalysen, erfaßt. Für verschiedene Hangabschnitte wird das Mikroklima (Evaporation, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Globalstrahlung) im Tagesgang gemessen.

In der Mikroebene wird die Vegetation auf Dauerflächen mit einer computergestützten Meßanlage (Positiometer nach NOBIS 1996) innerhalb einer Vegetationsperiode wiederholt individuenschärf aufgenommen. Um die Veränderungen von einem Jahr zum anderen mit einzubeziehen, werden die Dauerflächen auch im Folgejahr bearbeitet. An Standortparametern werden das Mikrorelief und die Bodenmächtigkeit gemessen. Insgesamt wurden 1998 in der Serra de Monchique an vier Lokalitäten in verschiedenen Höhenlagen (270 m, 300 m, 520 m, 710 m) auf 27 Dauerflächen 88 Positiometer-Aufnahmen gemacht. Eine solche Aufnahme wird hier exemplarisch vorgestellt (Abb. 5).

4. Ergebnisse

4.1 Die Pflanzengesellschaften

4.1.1 Zwergbinsengesellschaften in der Serra de Monchique (Portugal)

In Tabelle 1 sind Aufnahmen aus Isoëto-Nanojuncetea-Gesellschaften in der Serra de Monchique zusammengestellt und von denjenigen Helianthemetea-Gesellschaften, die in unmittelbarem räumlichen Kontakt hierzu stehen bzw. welche die im Frühjahr sichtbaren Zwergbinsenrasen im Frühsommer auf derselben Fläche ablösen. Eine Gliederung nach floristischer Ähnlichkeit ergibt 6 Vegetationstypen. Sie sind nach fallender Dauer der Überstauung bzw. Durchsickerung geordnet. Im einzelnen können folgende Einheiten unterschieden werden:

Tab. 1: Zwergbinsenrasen in der Serra de Monchique (Portugal).

Spalte						
	1234	56789	1111	1111	1122	22222222
CA Isoetetum duriei:						
Isoetes duriei	3121	.....	.....	.....	.....	.....
CA Laurentio-Juncetum:						
Solenopsis laurentia	....	+11..	.....	.....	.....	.....
DA pinguiculetosum lusitanicae:						
Pinguicula lusitanica	....	...1+	.....	.....	.....	.....
CA Isoeto histricis-Radiolatum liniodis:						
Isoetes histrix	....	21121	1122	21..	.....	.....
CA Cicendion:						
Cicendia filiformis	1...	1...11	.....	.....	.....	.....
Chaetopogon fasciculatus	....	+..+	.....	.....	.....	.....
Illecebrum verticillatum	....	+.....	.....	.....	.....	1.....
CA höherer Einheiten (Scirpetalia setacei, Isoeto-Nanojuncetea):						
Radiola linoides	+++	2.121	...1	+1..	.....	.....
Juncus capitatus	2+21	12211	2122	22+1	2++..	..+11.++
Centaurium maritimum	+++	...++	...+	1....	.....	.....
Scirpus cernuus	....	21+++	1..	.....	.....	.....
Juncus bufonius	....	...1++	.....	.....	.....	.....
Ophioglossum lusitanicum	..2..	.....	.....	.....	.....	.....
Pulicaria paludosa	....	...+..	.....	.....	.....	.....
CA u. DA Arenaria conimbricensis-Sedum andegavense-Ges.:						
Arenaria conimbricensis	....	.....	.....	+1++	.....	.....
Sedum andegavense	....	.....	.....	..22	.....	.....
Crassula tillaea	....	.....	.....	2+..	..32	.....
CA Silene scabriflora-Omphalodes linifolia-Ges.:						
Silene scabriflora	....	.....	.....	.....	.....	+2+12.21
Omphalodes linifolia	+++	...1.1	.....	.....	.....	...112..
Andryala arenaria	....	.....	.....	.....	.....	.....+11
Ruderal- und Rasen-Arten:						
Malva hispanica	....	.....	.....	.....	.....	.....11+
Coleosteophus myconis	....	...1..	.....	.....	.....	.....+2.1
Hyparrhenia hirta	....	.....	.....	.....	.....	.....+12
CA Helianthemion s.l.:						
Plantago bellardii	12..	+... .	..2.1	2+11	...1	1..1...+1
Hypochaeris glabra	...++	.....	...r.	...r1	1..+	2..1....
Ornithopus pinnatus	....	...++	.....	...+1	.....	...1+.....
Teesdalia coronopifolia	....	...+...	...+	...+	.....	...+1....
Paronychia echinulata	....	...+...	...+	...+	.....	...+1++
CA Helianthematalia:						
Tuberaria guttata	..111	....	2.22	2+22	1+22	22.22222
Logfia gallica	..1+	...++	...+	...r	...+	...+.....
Anthoxanthum aristatum macranthum	++23	..1+1	1.21	11r.	2.22	...1.1..
Tolpis barbata	..1..	...+	.....	.....	.....	...121..
Chaetonychia cymosa	...1	+1+	...+	+1.	1...	...11..
Vulpia myuros	1+..	...+	...1	12++	...1+	22.....
Tuberaria macrosepala	....	...+	.....	.....	.....	...2.....
Ornithopus compressus	....	.....	.....	.....	.....	...21.....
Anthyllis lotoides	....	...+	.....	.....	.....	...3.....
Aira caryophyllea s.str.	....	.....	2....	...+	...1.+
Campanula lusitanica	....	...+	.....	.....	.....	...+1..
CA Thero-Brachypodietea:						
Asterolinon linum-stellatum	..1..	...+	...+	...+	...1.	.....
Lotus parviflorus	+... .	.....	.....	...+	.....	...1...++
Crucianella angustifolia	...++	...+	.....	...+	.....	.....
Trifolium campestre	....	.....	.....	.....	.....	...1.+
Ornithopus sat. isthmocarpus	....	...+	...+	2..	...+	.....
Hypochaeris radicans platylepis	....	.....	.....	.....	.....	...+1.....
Petrorhagia nanteuillii	....	.....	.....	.....	.....	...+++
Mucizonia hispida	....	.....	...+	.....	.....	...+.....
Trifolium arvense	....	.....	.....	.....	.....	...+++1
Tolpis umbellata	....	.....	.....	.....	.....	...+1
CA Brachypodietalia:						
Brachypodium distachyon	....	...++	.....	...+	.....	.....+
Plantago lagopus	....	...+	...1.	.....	...+	.....
Euphorbia exigua	....	...+	...+	.....	.....	...++
Jasione montana blepharodcn	....	...+	.....	.....	.....	...+..+14
Galium parisiense	....	.....	.....	.....	.....	...+..1+1+
CA Poetea bulbosae:						
Poa bulbosa	...1	.....	1....	..21	..212	112.....
Plantago coronopus	....	.....	..2.	.....	..1.	...1.....

Tab. 1, Fortsetzung

Spalte	1111	1111	1122	22222222
	1234	56789	0123	4567 8901 23456789
Felsarten:				
<i>Sedum brevifolium</i>+.	..+.
<i>Sedum sediforme</i>	..+.+.
<i>Senecio lividus</i>
<i>Cladonia</i> sp.	..11+	.....	1.+.	11..
<i>Cetraria aculeata</i>
<i>Dipcadi serotinum</i>	..+11+	.....	.....	.....
<i>Campylopus pilifer</i>	2.2.	2..1.	.....	.....
<i>Asphodelus aestivus</i>
<i>Rhacomitrium heterostichum</i>
<i>Polytrichum piliferum</i>
<i>Margotia gummifera</i>
<i>Sedum album</i>
Begleiter:				
<i>Leontodon longirostris</i>	++++
<i>Romulea bulbocodium</i>
<i>Sedum forsteranum</i>
<i>Allium guttatum sardoum</i>	2+.	.....	.....	.....
<i>Urginea maritima</i>
<i>Scilla monophyllos</i>
<i>Anagallis arvensis</i>
<i>Gladiolus communis</i>	1..	.....	.....	.....
<i>Briza minor</i>
<i>Stachys arvensis</i>
<i>Briza maxima</i>
<i>Ranunculus paludosus</i>
<i>Cerastium glomeratum</i>
<i>Echium plantagineum</i>
<i>Anemone palmata</i>
<i>Linum trigynum</i>
<i>Centaurea melitensis</i>
<i>Thapsia villosa</i>
<i>Lavandula stoechas luisieri</i>
<i>Chamaemelum mixtum</i>
<i>Avena barbata</i> s.str.
<i>Centranthus calcitrapae</i>
<i>Polycarpon tetraphyllum</i>
<i>Lavandula stoechas</i> s.l.
<i>Holcus lanatus</i>
<i>Spergula arvensis</i>
Kryptogamen:				
cf. <i>Tortella inflexa</i>
<i>Cetraria</i> cf. <i>aculeata</i>
<i>Preissia quadrata</i>
<i>Bryum</i>
<i>Pleurochaete squarrosa</i>
<i>Campylopus introflexus</i>	33..	.....	.....	.....
<i>Pellia endiviifolia</i>

Außerdem kommen vor: in 2: *Margotia gummifera* (Keimling) +; in 4: *Galium murale* +; *Euphorbia segetalis* +; *Coronilla dura* +; in 5: *Fraxinus angustifolia* (Keimlinge) 1; in 6: *Juncus foliosus* +; *Molinierella minuta australis* +; *Centaureum erythraea* +; *Spergularia* sp. +; *Agrostis tenerrima* +; in 8: *Kickxia cirrhosa* +; in 11: *Juniperus phoenicea* (Keimling) r; in 12: *Lotus subbiflorus castellanus* +; in 13: *Avena barbata lusitanica* +; in 16: *Micropyrum tenellum* +; in 18: *Cleome violacea* +; in 19: *Avenula sulcata albinervis* +; *Launaea nudicaulis* +; *Andryala integrifolia* +; *Poa annua* 2; in 21: *Halimium commutatum* +; in 22: *Dianthus lusitanus* +; *Micropyrum patens* 1; in 23: *Sedum tenuifolium* +; *Cistus salvifolius* +; *Dactylis glomerata hispanica* +; *Bromus diandrus* +; in 24: *Pinus pinaster* (Keimling) +; *Cistus crispus* +; *Teesdalia nudicaulis* 1; in 25: *Pteropetalus diandrus* +; in 26: *Linaria amethystea* +; in 28: *Rumex bucephalophorus* +; *Erodium cicutarium* +; *Gaudinia fragilis* +; in 29: *Cistus ladanifer* 1; *Rosmarinus officinalis* +; *Helichrysum stoechas* 1; *Ditrichia viscosa revoluta* +.

Zeitpunkt der Aufnahmen: 1-21 im April 1996, 22-29 im Mai 1996.

Lokalitäten der Aufnahmen: Caldas de Monchique: 1, 2, 5, 8, 11, 13, 14, 15
 Picota: 3, 4, 16, 18, 19, 20, 21
 Corte Grande: 10, 12
 Alferce: 22, 23, 24
 Escravataduros: 6, 7, 9, 25, 26, 27
 Serro dos Monteiros: 17
 Fornalha: 28, 29

Spalten 1-4: Das Isoëterum *duriei* Br.-Bl. 1935 gedeiht auf relativ mächtigen (5-10 cm) Syenitgrusdecken, die seitliches Zuschußwasser erhalten. Die Gesellschaft ist reich an Geophyten (*Isoetes duriei*, *Ophioglossum lusitanicum*, *Dipcadi serotinum*, *Allium guttatum*, *Romulea bulbocodium*), welche die Moosdecke (*Campylopus pilifer*, *C. introflexus*) bzw. den lückigen *Poa bulbosa*-Rasen (Aufn. 4) durchstoßen. Arten der Helianthemetalia und Felsarten treten im Bestand mit auf. Die Gesellschaft wird für die Serra de Monchique erstmals bei MALATO BÉLIZ (1982) für Bicas (unterhalb des Foja-Gipfels) erwähnt.

Spalten 5-9: Die Bestände können als verarmte Synarealrandausbildung des Laurentio-Juncetum *tingitani* Rivas Goday & Borja 1968 gefaßt werden (*Juncus tingitanus* fehlt in der Serra de Monchique). Die Gesellschaft wächst in geringmächtigen (2-3 cm) Syenitgrusaufgaben über Fels. Sie erhält ebenfalls Ablaufwasser von den benachbarten offenen Felsflächen. Die Bodenoberfläche ist meist von einer Lebermooschicht bedeckt (*Preissia quadrata*, *Pellia endiviifolia*). Neben der typischen Ausbildung (Spalten 5-7) tritt an länger und stärker durchrieselten Bereichen *Pinguicula lusitanica* hinzu (Spalten 8 und 9) (Subassoziation *pinguiculetosum lusitanicae* Deil 1997). Diese liegen vor allem an der Unterseite der Grusschleppen (Abb. 4).

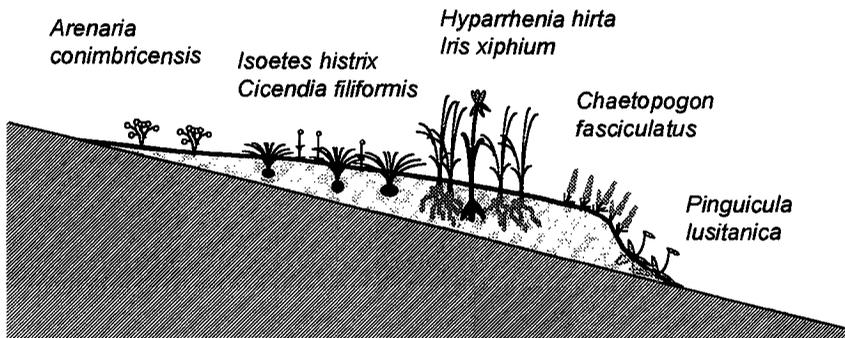


Abb. 4: Zonierung einer Grusschleppe: Einnischung einer Auswahl diagnostisch wichtiger Arten in einem Gradienten der Grusmächtigkeit und Substratstabilität.

Spalten 10-13: *Isoetes histrix* und *Radiola linoides* gedeihen auch zusammen mit den Arten des Laurentio-Juncetum. Sind die Standorte jedoch weniger lang durchfeuchtet (z.B. flache Gruswannen in Syenitfelsen), so fällt *Solenopsis laurentia* aus. Dies ist der typische Standort des Isoëto histricis-Radioletum *linoidis* Chevassut & Quézel 1956. Die Bodenoberfläche wird von Laubmoosen und Flechten bedeckt oder ist sehr offen mit Grobgras (in der Variante mit *Crassula tillaea*, Spalte 10).

Eine in der Serra de Monchique vorkommende, aber hier noch nicht durch Aufnahmen belegte Gesellschaft des Cicendion ist das Loto subbiflori-*Chaetopogon*-etum *fasciculati* Rivas-Martínez et al. 1980.

Spalten 14-17: An der Oberseite von Syenitgrusdecken im Hangbereich (Abb. 4), der bei Starkregen immer wieder neu übergrust wird und dessen geringmächtiger Bodenkörper nur einen geringen Feinmaterial- und Humusanteil aufweist (geringe

Wasserspeicherung), treten die Isoëtetalia-Arten stark zurück. Dort entwickelt sich nach Frühjahrregen eine sehr lückige Therophytenflur mit *Arenaria conimbricensis* und *Sedum andegavense*. Von den Zwergbinsen ist nur noch *Juncus capitatus* höchst vertreten. Insgesamt überwiegen hier bereits die Arten der Helianthemetea. Dominante und höchste Arten sind *Tuberaria guttata*, *Anthoxanthum aristatum*, *Vulpia myuros* und *Chaetonychia cymosa*. Die hierin ebenfalls auftretenden typischen Felspflanzen *Sedum sediforme* und *Campylopus pilifer* sind als Sukzessionsrelikte zu deuten. *Arenaria conimbricensis* ist in den Pyrenäen Kennart einer Kalkfeinschuttgesellschaft (Erodio-Arenarietum conimbricensis A. de Bolòs y Vayreda 1950) (Thero-Brachypodion). Die Bestände in der Serra de Monchique sind davon jedoch sehr verschieden (Fehlen der calcicolen Arten). Sie können eher in den Verband Sedion pedicellato-andegavensis eingeordnet werden, der seinen Schwerpunkt auf basenarmen Grusflächen Zentralspaniens hat. Der Syenitgrus steht von den Bodeneigenschaften her zwischen dem Kalkschutt und dem Silikatgrus (grusig verwitternd, aber basenreich). So ist das gemeinsame Vorkommen von Kennarten verschiedener Verbände verständlich.

Spalten 18-21: In Gruswannen mit geringem seitlichen Wasserzufluß in den Gipfellagen der Picota (700 m ü. NN), die nur gelegentlich und kurzzeitig durchfeuchtet sind, treten zwischen einem lückigen *Poa bulbosa*-Rasen einige euryöke Therophyten der Isoëtetalia (*Juncus capitatus*) und Helianthemetalia auf.

Spalten 22-29: Gut drainierte, kurzzeitig durchsickerte, mittel mächtige Grusdecken über anstehendem Fels werden im Mai von der farbenprächtigen *Silene scabriflora-Omphalodes-linifolia*-Gesellschaft bewachsen. Diese Helianthemion guttati-Gesellschaft steht in Kontakt zu ausdauernden *Hyparrhenia hirta-Margotia gummifera-Iris xiphium*-Rasen auf sehr mächtigen, konsolidierten Grusdecken. Bei Beweidung und Ruderalisierung treten *Malva hispanica*, *Coleostephus myconis* und *Campanula lusitanica* hinzu (Spalten 25 bis 27). Schließt sich die höherwüchsige Ruderalflur, so wird *Omphalodes linifolia* auskonkurriert (Spalten 28 und 29).

Es zeigt sich, daß alle erfaßten Zwergbinsenrasen einen großen Anteil von Arten der Helianthemetalia aufweisen und andererseits in den Aufnahmen, die den Helianthemetea zugeordnet werden, die Isoëtetalia wenigstens mit einer Art vertreten sind. Diese Durchmischung kann entweder als Sequenz von Ökophasen mit zeitlicher Überschneidung interpretiert werden, wobei im zeitigen Frühjahr bei starker Durchfeuchtung die Zwergbinsenrasen auflaufen und bei der sukzessiven Austrocknung und Erwärmung des Substrats von Arten der Sandrasen abgelöst werden, oder als das Resultat eines Feuchtegradienten innerhalb der (maximal 1 m² großen) Aufnahmeflächen. Erste Ergebnisse der Raum-Zeit-Analyse werden in Kap. 4.2.1. vorgestellt.

4.1.2 Zwergbinsenrasen im Südwesten der Iberischen Halbinsel und im Nordwesten Marokkos

Die auf die steten bzw. diagnostisch wichtigen Arten gekürzte Stetigkeitstabelle (Tab. 2) enthält das Aufnahmematerial von GALÁN DE MERA (1993) und DEIL (1997) aus dem Campo de Gibraltar und der Halbinsel von Tanger und die neuen Daten aus der Serra de Monchique (aus Tab. 1). Die Gesellschaften werden kurz standörtlich skizziert und im westmediterranen Kontext diskutiert (siehe hierzu auch die anschließende syntaxonomische Übersicht).

Tab. 2: Zwergbinsengesellschaften in Südwest-Iberien und in Nordwest-Marokko (auf stete bzw. diagnostisch wichtige Arten gekürzt).

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zahl der Aufnahmen	1	4	18	5	5	13	4	9	4	6
Region	S	P	MS	MS	P	MS	P	S	P	P
CA Junco pygmaei-Isoëtetum velati:										
<i>Isoëtes velatum</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Apium inundatum</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Elatine macropoda</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stellaria alsine</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
CA Isoëtetum duriel:										
<i>Isoëtes duriel</i>	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.
CA Laurentio-Juncetum:										
<i>Solenopsis laurentia</i>	.	.	IV	III	II	.	.	+	.	.
DA pinguculetosum lusitanicae:										
<i>Pinguicula lusitanica</i>	.	.	r	III	I	.	.	.	.	.
<i>Schoenus nigricans</i>	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.
<i>Eleocharis multicaulis</i>	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.
CA Isoëto histicris-Radioletum linoidis:										
<i>Isoëtes histicris</i>	.	.	I	+	IV	IV	IV	.	II	.
CA Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati:										
<i>Chaetopogon fasciculatus</i>	.	.	.	.	I	.	.	IV	.	.
<i>Lotus subbiflorus</i>	.	.	I	.	.	+	I	III	.	.
CA Cicendion:										
<i>Cicendia filiformis</i>	.	I	III	IV	II	III	.	+	.	.
<i>Juncus hybridus</i>	.	.	III	IV	.	IV	.	I	.	.
<i>Illecebrum verticillatum</i>	1	.	I	I	+	r	.	+	.	+
<i>Juncus tenageia</i>	1	.	I	I	.	+	.	+	.	.
<i>Juncus sorrentinii</i>	.	.	+	I	.	r	.	.	.	.
<i>Scirpus pseudosetaceus</i>	.	.	r	II	.	r	.	.	.	.
<i>Exaculum pusillum</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus foliosus</i>	.	.	.	.	+	r	.	.	.	.
CA höherer Einheiten (Scirpetalia setacei, Isoëto-Nanojuncetea):										
<i>Radiola linoides</i>	.	II	III	III	III	r	I	.	II	.
<i>Juncus capitatus</i>	.	IV	III	II	IV	IV	IV	.	IV	II
<i>Centaurium maritimum</i>	.	II	I	+	I	.	I	II	I	.
<i>Scirpus cernuus</i>	.	.	I	+	IV	III	I	+	.	.
<i>Juncus pygmaeus</i>	1	.	I	+	.	I	.	I	.	.
<i>Ophioglossum lusitanicum</i>	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus bufonius</i>	.	.	+	.	I	.	.	I	.	.
<i>Moenchia octandra</i>	.	.	+	.	.	I	.	I	.	.
<i>Lythrum thymifolia</i>	.	.	.	I	+	.	.	.	.	.
<i>Pulicaria paludosa</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Lythrum hyssopifolia</i>	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.
CA Arenaria conimbricensis-Sedum andegavense-Ges.:										
<i>Arenaria conimbricensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	.
<i>Sedum andegavense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
<i>Crassula tillaea</i>	.	.	.	.	.	.	II	.	II	.
<i>Polytrichum piliferum</i>	.	.	.	.	.	.	I	.	.	I
CA Silene scabriflora-Omphalodes linifolia-Ges.:										
<i>Silene scabriflora</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV
<i>Omphalodes linifolia</i>	.	I	.	.	I	.	.	.	.	II

Tab. 2, Fortsetzung

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zahl der Aufnahmen	1	4	18	5	5	13	4	9	4	6
Region	S	P	MS	MS	P	MS	P	S	P	P
CA Tuberarion und höherer Syntaxa:										
<i>Tuberaria guttata</i>	.	III	+	+	.	+	III	II	IV	IV
<i>Tuberaria macrosepala</i>	.	I	I	.	+	r	.	I	.	+
<i>Logfia gallica</i>	.	III	II	.	I	I	I	.	III	II
<i>Asterolinon linum-stellatum</i>	.	I	+	+	I	.	I	.	I	.
<i>Vulpia myuros</i>	.	II	+	+	I	r	II	.	IV	I
<i>Hypochaeris glabra</i>	.	II	+	+	.	r	II	I	II	I
<i>Lotus parviflorus</i>	.	I	I	.	.	I	.	.	I	+
<i>Anthoxanthum ovatum</i>	.	.	II	+	.	r	.	II	.	.
<i>Anthoxanthum aristatum macranthum</i>	.	IV	.	.	III	.	III	.	III	I
<i>Ornithopus pinnatus</i>	.	.	I	.	I	+	.	III	III	II
<i>Plantago bellardii</i>	.	II	.	.	+	.	II	I	IV	I
<i>Teesdalia coronopifolia</i>	+	.	I	.	I	I
<i>Chaetonychia cymosa</i>	.	I	.	.	II	.	I	.	III	I
<i>Anthyllis lotoides</i>	+	+
<i>Crucianella angustifolia</i>	.	II	.	.	+	.	.	.	I	.
<i>Petrorhagia nanteuillii</i>	I
<i>Mucizonia hispida</i>	I	.	.	+
<i>Gastridium ventricosum</i>	.	.	I	I	.	.	.	.	.	.
<i>Rostraria salzmannii</i>	.	.	+
<i>Gaudinia fragilis</i>	.	.	+	+	.	.
<i>Vulpia geniculata</i>	.	.	+	+	.	.
<i>Briza minor</i>	.	.	II	I	+	r	.	.	.	+
<i>Kickxia cirrhosa</i>	.	.	I	+	+	r	.	.	.	.
<i>Paronychia echinulata</i>	.	.	+	.	+	+	.	+	.	I
<i>Airopsis tenella</i>	.	.	+
<i>Vulpia hispanica s.str.</i>	.	.	+	.	.	r	.	.	.	.
<i>Filago lutescens</i>	.	.	+	.	.	r	.	.	.	.
<i>Molinierella minuta australis</i>	.	.	r	.	+	I	.	.	.	.
<i>Biscutella baetica</i>	I	.	+	.	.
<i>Trifolium angustifolium</i>	.	.	+	.	.	+
Sonstige:										
<i>Poa bulbosa</i>	.	I	.	.	.	I	I	.	II	II
<i>Jasione montana blepharodon</i>	+	I
<i>Brachypodium distachyon</i>	.	.	+	I	.
<i>Galium parisiense</i>	II

Region: M: Marokko, Außenketten des Rif; S: Spanien, Sierra del Aljibe und Sierras de Algeciras; P: Portugal, Serra de Monchique.

Quellen: Spalten 1 und 8: GALAN DE MERA (1993); Spalten 2, 5, 7, 9 und 10: Tab. 1; Spalten 3, 4 und 6: DEIL (1997) und GALAN DE MERA (1993).

Spalte 1: Das *Junco pygmaei*-Isoëtetum *velati* Rivas Goday 1955 läuft nach Absinken des Wasserspiegels im Frühsommer an lehmig-sandigen Ufern von Stillgewässern oder Bächen auf. Die Bestände sind während des Winters und im Frühjahr überflutet. Aus dem Untersuchungsgebiet liegt nur eine Aufnahme von der Laguna del Ingeniero in der Sierra del Aljibe vor. Die Gesellschaft ist nach den Florenangaben (FRANCO & AFONSO 1982) jedoch auch an der Atlantikküste des Algarve zu erwarten. Sie tritt ferner in allen Maghreb-Ländern in periodischen Seen („dayas“) auf (Nachweis für das atlantische Marokko durch NEGRE 1956, BOUTIN et al. 1980, THIÉRY 1991 und TITOLET & RHAZI 1998, für Algerien durch CHEVASSUT & QUÉZEL 1956, 1958 und GÉHU et al. 1992, für Tunesien durch POTTIER-ALAPETITE 1952) und in den Hochlagen des Jebel Akhdar (Cyrenaica) (BRULLO & FURNARI 1994). Das *Isoëto velati*-Juncetum *pygmaei* Géhu et al. 1992 ist als Synonym zu betrachten. Die floristische und standörtliche Abgrenzung zum *Damasonio polyspermi*-*Ranunculetum* *batrachoides* (Algerien), zum *Isoëto velati*-*Myosotitetum* *siculae* (Tunesien) und zum *Romuleo ramiflori*-*Isoëtetum* *velati*

(Libyen) bleibt zu klären. Das Junco-Isoëtetum kann als eigenständige Gebietsassoziation oder als verarmte Marginalausbildung eines weitgefaßten Damasonio-Ranunculetum eingestuft werden.

Die bisher erwähnten Gesellschaften gehören zum Verband Preslion (Ordnung Isoëtetalia velatae), die nachfolgenden zum Verband Cicendion (Isoëtetalia duriei). Wichtigster differenzierender ökologischer Faktor ist die Dauer der Überflutung.

Spalte 2: Das von BRAUN-BLANQUET (1935) aus Südfrankreich beschriebene Isoëtetum duriei tritt in Südportugal auf relativ mächtigen, moos- und therophytenreichen Syenitgrusdecken auf, die mit seitlichem Zuschußwasser versorgt werden. Die Gesellschaft ist von CHEVASSUT & QUÉZEL (1956) für den algerischen Tell nachgewiesen. Nach den Florenangaben von ALLEN (1974) ist sie auch in den Bergen um Algeciras zu erwarten. *Isoëtes duriei* löst in allen diesen Gebirgen *I. histrix* mit zunehmender Höhe ab. Die Grenze liegt im Campo de Gibraltar bei ca. 300–400m, in Algerien bei ca. 800m ü. NN. Auch die Verbreitungskarten von FRANCO & ALONSO (1982) zeigen, daß *I. histrix* die planare, *I. duriei* die colline Stufe bevorzugt. *I. duriei* scheint eine längere Überflutung bzw. Beschattung zu benötigen.

Spalten 3-5: Das Laurentio-Juncetum tingitani wurde mit einer Stetigkeitstabelle von RIVAS GODAY (in RIVAS GODAY & BORJA 1968) aus dem Raum Algeciras beschrieben. *Juncus tingitanus* kommt nur äußerst selten vor, ist dann jedoch streng an diese Gesellschaft gebunden. Die Gesellschaft siedelt in der typischen Ausbildung (Spalte 3) auf lockeren, sauren, sandigen Böden, die nur kurzzeitig nach Regen überstaut werden. Die Subassoziation mit *Pinguicula lusitanica* (Spalte 4) ist eine Ausbildung anmooriger Standorte, die im Kontakt zu *Apium nodiflorum*-Sümpfen mit *Anagallis crassifolia* bzw. Heidemooren mit *Erica ciliaris* steht (weitere Kontaktreihen sind der Abb. 10 bei DEIL & GALÁN DE MERA im Druck zu entnehmen). Beide Ausprägungen wurden sowohl in Andalusien wie auch in Nordmarokko beobachtet. In Portugal (Spalte 5) ist die Gesellschaft verarmt (ohne *Juncus tingitanus* und *J. hybridus*). Sie wächst dort auf geringmächtigen, längere Zeit durchsickerten Grusauflagen und zeigt starke Übergänge zum Isoëto-Radioletum. Es bleibt zu klären, ob das von BRAUN-BLANQUET (1935) aus der Umgebung von Tanger beschriebene Laurentio-Anthocerotetum ein Synusialbaustein des Laurentio-Juncetum tingitani ist, der als selbständige Vegetationseinheit weiter verbreitet sein kann. Das von GÉHU et al. (1992) aus Algerien beschriebene Laurentio michelii-Isolepidetum cernui ist weitgehend identisch mit dem Laurentio-Juncetum.

Spalten 6-7: Das Isoëto histricis-Radioletum linoidis wächst beiderseits der Straße von Gibraltar in der typischen Ausbildung (Spalte 6) in zeitweilig überstauten Mulden über betischem Gelblehm mit dünner Sandauflage. Die *Isoëtes histrix*-Standorte in Portugal (Spalten 5 und 7) sind besser drainiert (Syenitgruswannen). Dies zeigt sich im Ausfallen vieler Cicendion-Arten und im Auftreten der Differentialart *Crassula tillaea* (Variante in Spalte 7). Die Assoziation ist im westlichen Mittelmeergebiet weit verbreitet und z.B. von MALCUIT (1962) von Korsika und durch TITOLET (1989) für den Marmorawald nördlich von Rabat (Marokko) belegt. Sie ist meist in Korkeichenwälder oder bodensaure Heiden eingebettet. Die Gesellschaft schließt als Stammassoziation im Sinne von PIETSCH (1973) vermutlich auch das Junco-Isoëtetum histricis Allorge 1922 ein.

Spalte 8: Auf sandigen bis lehmig-sandigen Böden, die zeitweise überflutet sind und bis zum Frühlingsanfang durchrieselt werden, steht das erstmals in Dünenrälern der Coto de Doñana beobachtete *Loto subbiflori*-*Chaetopogonietum fasciculati* Rivas-Martínez et al. 1980. Es ist in der Tabelle nur für die Sierras de Algeciras belegt, tritt jedoch auch in der Serra de Monchique auf.

Um das Ausklingen der *Isoëto-Nanojuncetea*- und die Zunahme der *Helianthemetea*-Arten bei abnehmender Durchfeuchtung (kann zeitlich oder räumlich sein!) deutlich zu machen, wurden die *Arenaria conimbricensis-Sedum andegavense*- (Spalte 9) und die *Silene scabriflora-Omphalodes linifolia*-Gesellschaft (Spalte 10) der Stetigkeitstabelle angeschlossen. Beide treten nur in Südportugal auf.

Im Vergleich der Arbeitsgebiete ist zum einen ein Unterschied bei den Standorten zu beobachten: In Spanien und Marokko dominieren tiefgründige, staunasse, sandige bis lehmige Böden, in Portugal geringmächtige sandig-grusige Auflagen über Fels. Zum anderen sind die Zwergbinsenrasen der Serra de Monchique gegenüber denen in den andalusischen und marokkanischen Gebirge im Artenspektrum verarmt, insbesondere an *Juncus*-Arten.

Synsystematische Gliederung der diskutierten Gesellschaften

(die Ziffern beziehen sich auf die Spaltennummern in Tab. 2)

- Isoëto-Nanojuncetea Br.-Bl. & Tx. ex Westhoff, Dijk & Passchier 1946
 - Isoëtetalia Br.-Bl. 1936 em. Rivas Goday 1970
 - Preslion cervinae Br.-Bl. ex Moor 1936
 - 1
 - Junco pygmaei*-Isoëtetum velati Rivas Goday 1955
 - (syn. *Isoëto velati*-*Juncetum pygmaei* Géhu et al. 1992)
 - Damasonio polyspermi-Ranunculetum batrachiodis Chevassut & Quézel 1958
 - Isoëto velati-Myosotitetum siculae Pottier-Alapetite 1952
 - Romuleo ramiflori-Isoëtetum velati Brullo & Furnari 1994
 - Scirpetalia setacei Foucault 1988
 - Cicendion (Rivas Goday in Rivas Goday & Borja 1961) Br.-Bl. 1967
 - 2
 - Isoëtetum duriei Br.-Bl. 1935
 - Laurentio-Anthocerotetum dichotomi Br.-Bl. 1935
 - Laurentio-Juncetum tingitani Rivas Goday & Borja in Rivas Goday 1968
 - 3
 - typicum (syn. Laurentio micheli-Isolepidetum cernui Géhu et al. 1992)
 - 4
 - pinguiculetosum lusitanicae Deil 1997
 - 5
 - Isoëto histicris-Radioletum linoidis Chevassut & Quézel 1956
 - 6
 - Übergang zum Laurentio-Juncetum
 - 7
 - typicum (ob syn. *Junco*-Isoëtetum histicris Allorge 1922?)
 - 7
 - Variante mit *Crassula tillaea*
 - 8
 - Loto subbiflori*-*Chaetopogonietum fasciculati* Rivas-Martínez et al. 1980
- Helianthemetea (Br.-Bl. ex Rivas Goday 1958) Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963
 - Helianthemetalia guttati Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940 em. Rivas-Martínez 1978
 - Sedion pedicellato-andegavensis Rivas-Martínez et al. 1986
- 9
 - Arenaria conimbricensis-Sedum andegavense*-Gesellschaft
- 10
 - Helianthemion guttati Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940
 - Silene scabriflora-Omphalodes linifolia*-Gesellschaft

4.2 Kleinräumige Differenzierung und Standortverhältnisse ausgewählter Bestände

4.2.1 Muster innerhalb der Bestände

Um die kleinräumige Differenzierung innerhalb der Bestände in Abhängigkeit vom Mikorelief und von der Wasserversorgung darzustellen, wird eine individuen-scharfe Aufnahme aus einem *Isoëto histricis-Radioletum linoidis* dargestellt. Die Aufnahme (Abb. 5) von der Dauerfläche Esgravatadouro, Plot B (Serra de Monchique, Portugal) stellt die Verbreitung einer Auswahl von Arten für den 20.05.1998 dar.

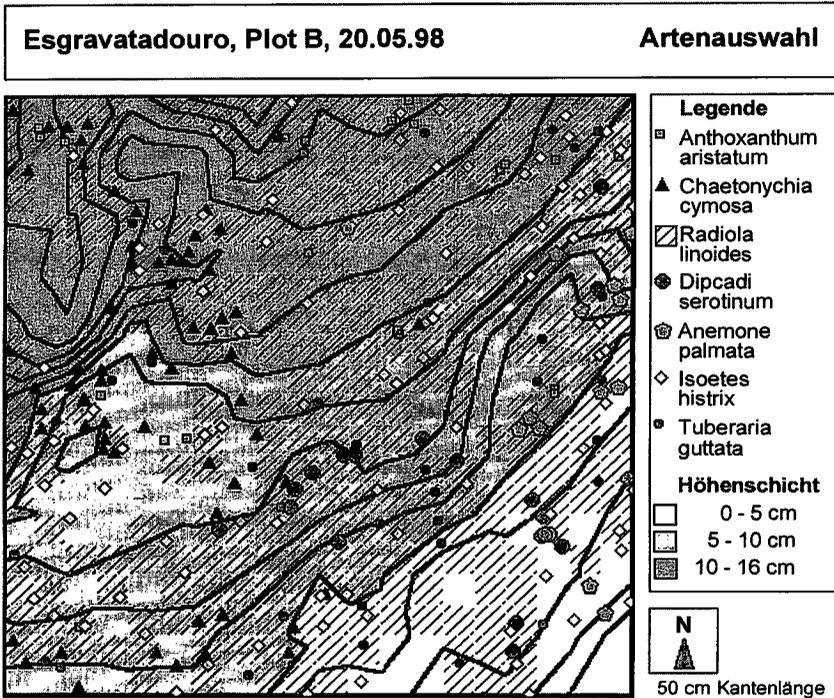


Abb. 5: Verteilung ausgewählter Arten auf einer Dauerfläche in der Serra de Monchique. Die Symbole stehen unabhängig von ihrer Größe für ein Individuum. Für *Radiola linoides* ist das Vorkommen in 2,5 cm-Rasterfeldern angegeben. Die Äquidistanz der Isohypsen beträgt 1 cm.

Isoëtes histrix und *Radiola linoides* sind sehr gleichmäßig, aber in unterschiedlicher Dichte, über die Fläche verteilt. Für die beiden Arten ist keine Abhängigkeit von standörtlichen Änderungen innerhalb der Dauerfläche festzustellen. Die Wurzeln und die Überdauerungsorgane des Geophyten *Isoëtes histrix* befinden sich in mehreren Zentimetern Tiefe, wo eine gleichmäßigere Durchfeuchtung gewährleistet ist als an der Oberfläche. Der Therophyt *Radiola linoides* nutzt die obersten Bodenschichten. Er lief bei der im Frühjahr 1998 über mehrere Wochen feuchten Witterung in Massen auf und konnte so eine größere Fläche mehr oder weniger gleichmäßig bedecken. Die Verteilung von *Chaetonychia cymosa* und *Anemone palmata* scheint dagegen von einem standörtlichen Gradienten innerhalb der Dauer-

fläche abhängig zu sein. *Chaetonychia cymosa* steht vor allem im linken Teil der Dauerfläche in Wasserabflußbahnen. *Anemone palmata* tritt fast nur im rechten Drittel in flachen Abschnitten auf. Hier sind eventuell Einflüsse aus angrenzenden Flächen wirksam. *Anthoxanthum aristatum* zeigt eine Beschränkung auf die obere Hälfte der Dauerfläche, was durch einen anderen Gradienten, z.B. die nach oben hin zunehmende Bodenmächtigkeit erklärt werden könnte. Bei *Dipcadi serotinum* ist möglicherweise klonales Wachstum die Ursache für die enge Nachbarschaft der oberirdischen Triebe bei insgesamt geringer Deckung. Das leicht geklumpte Auftreten von *Tuberaria guttata* hängt eventuell vom Standort der Mutterpflanze im Vorjahr ab. Man sieht aus diesem Beispiel zum einen, daß es eine standörtliche Differenzierung innerhalb des Bestandes gibt, zum anderen, daß für eine stichhaltige Erklärung Informationen über die Konstanz bzw. Varianz dieses Musters von Jahr zu Jahr nötig sind. Wir brauchen ferner Kenntnisse über die Ausbreitungsbiologie der Arten.

4.2.2 Veränderung des Bodenwasserpotentials

Als Beispiel für die bisher erhobenen Standortdaten wird der Verlauf der Saugspannung (jeweils in 5 cm Bodentiefe) an fünf Probestellen in der Serra de Monchique vorgestellt. Abb. 6 zeigt die Veränderung (Mittelwerte aus 3-6 Meßpunkten) des mittäglichen Bodenwasserpotentials im Frühjahr und Frühsommer 1998. Der Witterungsverlauf ist aus eigenen Beobachtungen zu Niederschlägen (5-stufige Schätzskala) und zur Bewölkung (9-stufige Skala) sowie aus der Bodentemperaturamplitude (Differenz des 6 Uhr- und des 18 Uhr-Wertes in 5 cm Tiefe) zu erschließen.

In die Meßperiode fallen zwei Trockenphasen, (1) eine frühlommerliche Austrocknungsphase Anfang Mai, die durch heftige, mehrtägige Regenfälle beendet wird, und (2) die sommerliche Austrocknung, die Anfang Juni bei anhaltendem Strahlungswetter einsetzt. Die ganzjährig besonnte Probestelle in Kuppenlage reagiert frühzeitig und auch auf kürzere Trockenperioden. Obwohl sie 200 m höher als die Hangflächen liegt, ist dort die stärkste Austrocknung festzustellen. Dies ist mit der Wannensituation ohne seitliches Zuschußwasser und den damit stark begrenzten Wasservorräten zu erklären. Es zeigt, wie sich die Effekte der Makroskala (Höhenlage, Reliefsituation) denen der Meso- und Mikroskala überlagern.

Die halbtägig beschattete Probestelle in Kuppenlage zeigt eine deutlich schwächere bzw. um mehrere Tage verzögerte Austrocknung. Ursache ist eine geringere Evaporation wegen Sonnen- und Windschatten. Auf der ganzjährig besonnten Probestelle in Hanglage setzt die Austrocknung im Vergleich zur Kuppe 2-3 Tage später ein. Die Kurve verläuft etwas steiler, was sich durch den Zuschuß von Hangzugwasser erklären läßt, d.h. der Wasservorrat ist bei anfänglicher Nachlieferung größer als in Kuppenlage, die merkliche Austrocknung setzt später ein. Bleibt bei trockener Witterung die Nachlieferung von Hangzugwasser aus, verläuft die Austrocknung dann sehr rasch. Die ganzjährig besonnte Grobgrusfläche in Hanglage zeigt bei gleichem Austrocknungsbeginn einen flacheren Verlauf der Saugspannungskurve als die nicht übergrusste Fläche. Bei beiden Flächen bleibt das Hangzugwasser gleichzeitig aus. Die anschließend geringere Evaporation auf der Grusfläche findet im Abreißen des Kapillarstromes und im geringen Wasserverbrauch durch die spärliche Vegetationsbedeckung ihre Erklärung. Die deutlich schwächere

Reaktion der halbtägig beschatteten Flächen in Hanglage auf den Witterungsverlauf ist mit dem gegenüber der Kuppe größeren Wasservorrat und der gegenüber der besonnten Variante schwächeren Evaporation zu begründen.

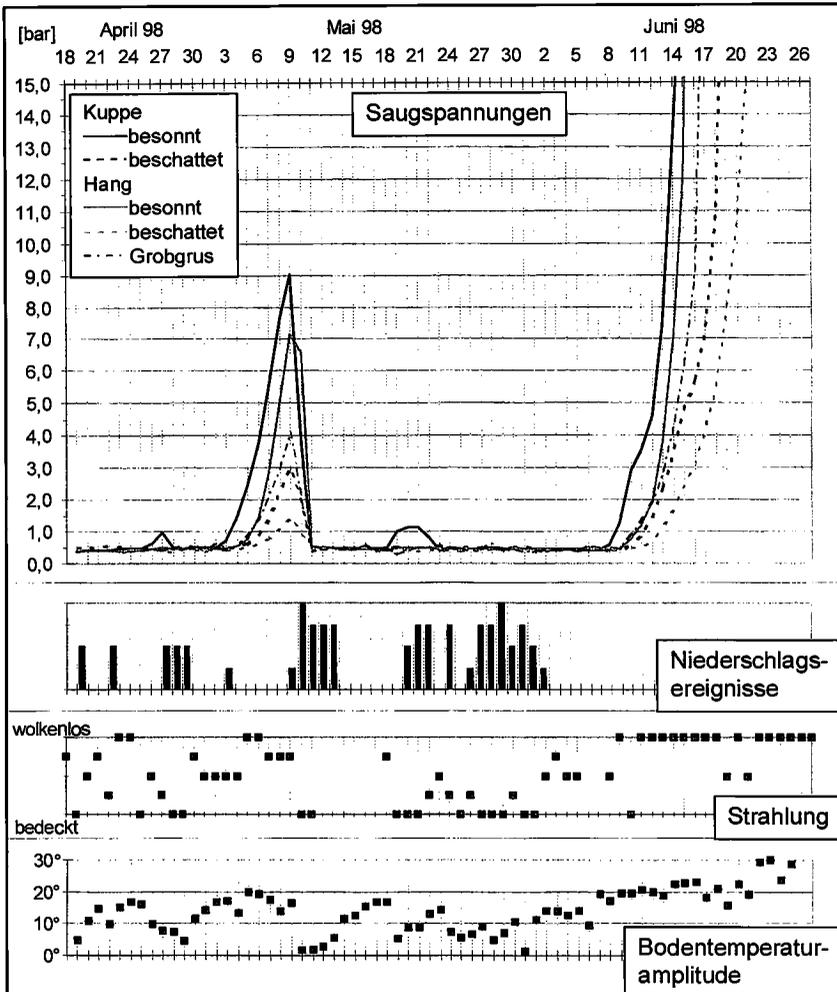


Abb. 6: Bodenwasserpotentialverlauf mit drei Indikatoren zum Witterungsverlauf.

Neben den hier dargestellten Beispielen gibt es Untersuchungsflächen in Hanglage, die durch seitliches Zuschußwasser längerfristig durchsickert werden und die im Meßjahr 1998 erst ab Juni langsam austrockneten.

Die einzigen vergleichbaren Daten aus dem Mittelmeerraum lieferte BALLESTEROS (1984), der über einen Zeitraum von zwei Jahren Bodenfeuchte und Phänologie in drei Gesellschaften in Katalonien verfolgte.

4.2.3 Geomorphodynamik der Grusdecken und Vegetationszonierung

Das von den unbewachsenen, schwach geneigten Syenitfelsflächen abgrusende Material wird teilweise durch die Zwergbinsenrasen zurückgehalten und festgelegt. Dadurch entstehen im Laufe der Jahre immer mächtigere Grusdecken, die allmählich auch mit organischen Material angereichert werden. Die Pflanzen schaffen sich ihr Substrat also z.T. selbst. Die Grusdecken werden nach Niederschlägen zumeist an der Oberseite übergrust und an der Unterseite erodiert. Bei Starkregenereignissen können jedoch auch mächtige und vollständig von ausdauernden Rasen bewachsene Grusdecken durchbrochen und abschnittsweise komplett abgeräumt werden. Die Vegetation der Grusdecken unterliegt also einem längerfristigen Entwicklungsprozeß, der durch eine zyklische Geomorphodynamik gesteuert wird. Daneben besteht innerhalb der Grusdecke ein Gradient der Wasserversorgung.

Abhängig von den Gradienten Substratmächtigkeit und -stabilität ergibt sich folgende Zonierung (Abb. 4). Im geringmächtigen, häufig nach Starkniederschlägen von Schichtfluten überschwemmten und dabei übergrusten oberen Teil der Decke sind im Frühsommer offene, durch *Arenaria conimbricensis* charakterisierte Bestände anzutreffen. Im anschließenden Bereich, in dem die Schichtfluten abgebremst sind und der daher nicht so häufig bzw. schwächer übergrust wird, sind Zwergbinsen- und Brachsenkrautrasen mit *Isoëtes histrix* und *Cicendia filiformis* zu finden. Auf stärker übergrusten Bereichen treten *Centaureum maritimum* und *Chaetonychia cymosa* hinzu, in sehr schwach übergrusten Bereichen *Radiola linoides* und *Solenopsis laurentia*. Im mächtigeren (>15 cm) mittleren Grusdeckenabschnitt und im Schutz von Felsblöcken dominieren mehrjährige Arten wie *Hyparrhenia hirta* oder *Iris xiphium*. Am konvexen Abschnitt des unteren Endes der Grusdecke treten, abhängig vom Grad der Durchfeuchtung und der Substratmächtigkeit, die bereits genannten Zwergbinsen- und Brachsenkrautrasen mit *Radiola linoides* und *Solenopsis laurentia* auf oder im Frühsommer von *Chaetopogon fasciculatus* dominierte Bestände (geringmächtigeres, lange durchsickertes Substrat). *Pinguicula lusitanica* findet sich im unteren Abschnitt der Grusdecken, der anhaltend durchrieselt wird und z.T. anmoorige Bodenbildungen zeigt.

Die von der Pflanzendecke mitgesteuerte Grusdeckenbildung über anstehendem Fels, wie sie in der Serra de Monchique zu beobachten ist, besitzt ein Äquivalent auf den westafrikanischen Inselbergen. Es gibt zwar kaum floristische Entsprechungen (die dortigen Einheiten gehören in die paläotropische Klasse Eriocaulo-Utricularietea Knapp 1966) (siehe hierzu POREMSKI 1999), die Physiognomie der Bestände und die Standorteigenschaften zeigen aber Konvergenzen und Parallelen. Ein zu Abb. 4 von den Lebensformen vergleichbares Transekt durch eine Grussschleppe findet sich bei DÖRRSTOCK et al. (1996). Dort stehen die ephemeren Sickerfluren in Kontakt zu *Afrotrolepis*-Grasmatten, in Portugal zu *Hyparrhenia-Margotia*-Rasen.

5. Naturschutzaspekte und künftige Forschungen

Die Standorte der Zwergbinsenrasen gehören zu den geschützten Habitaten nach der FFH-Richtlinie der EU. Auf die Bedrohung der Fundorte, das lokale Erlöschen von Populationen und das Aussterben hochendemischer Arten durch menschliche Eingriffe weisen mehrere Autoren hin, so z.B. MARCENO & TRAPANI

(1978) für Sizilien, CHEVASSUT & QUÉZEL (1958) und WOJTERSKI (1988) für Algerien und MATHÈZ et al. (1985) und TITOLET & RHAZI (1998) für Marokko. Die in den Dayas des atlantischen Marokko endemische und mit dem Isoëtetum velati assoziierte monotypische *Benedictella benioatii* wurde am locus classicus schon seit Jahrzehnten nicht mehr beobachtet, ebenso die einzig aus der Umgebung von Constantine (Algerien) bekannte *Legousia juliana*. Ob die Arten endgültig ausgestorben sind, ließe sich nur durch eine Samenbankanalyse feststellen. Neben der direkten Zerstörung der Bestände durch Überbauung oder Pflügen für episodischen Ackerbau sind Störungen des Wasserhaushalts weitaus gravierender als etwa eine hohe Tritt- und Weidebelastung. *Isoëtes histrix* z.B. ist durch die verdornten Blattbasen ganz gut geschützt und kann auch bei hohem Weidedruck individuenreiche Populationen aufbauen (JERMY 1990). Tritt und Fraß durch Herbivoren sind sicher natürliche Standortfaktoren der Isoëto-Nanojuncetea-Gesellschaften im Mittelmeerraum, da wassererfüllte Senken in einem semiariden Klima von Säugetieren als Trinkplätze häufig aufgesucht werden. Die Tiere tragen über die Hufe eventuell entscheidend zur Fernausbreitung der Diasporen der semiterrestrischen *Isoëtes*-Arten bei. Über die Keim- und Reproduktionsbiologie der Arten in den Zwergbinsengesellschaften liegen aus dem Mittelmeerraum noch keine Beobachtungen vor. Hier sollte ein Schwerpunkt künftiger Forschung liegen.

Ein zweiter Bereich ist die anstehende Synthese der Klasse Isoëto-Nanojuncetea im Rahmen des European Vegetation Survey. Dabei erscheint eine Begrenzung auf die Gesellschaften im europäischen Teil des Mittelmeerraumes nicht sinnvoll. Bereits aus der Arbeit von BRAUN-BLANQUET (1935) wird klar, wie fruchtbar eine vergleichende Betrachtung des Nord- und Südrandes der Mittelmeeranrainergebiete sein kann. Die letzten großräumigen Übersichten lieferten RIVAS GODAY (1970) für Spanien und PIETSCH (1973) für Europa. Inzwischen liegt sehr viel mehr Material vor, insbesondere von der Iberischen Halbinsel, aus Italien und aus den Maghreb-Ländern. Die Analyse kann sich auf das außertropische Afrika beschränken, da bereits im Senegal (VANDEN BERGHEN 1990) an vergleichbaren Standorten ganz andere Arten auftreten.

Vor einer (nach Möglichkeit auch numerischen) Analyse der Daten sind einige Probleme zu lösen, z.B. das der räumlichen Überschichtung und der jahreszeitlichen Ablösung von Vegetationseinheiten. Erst wenn die raum-zeitlichen Betrachtungsebenen klar definiert sind, kann man z.B. folgenden Fragen nachgehen: Sind die von den Lebermoosgattungen *Riccia* und *Anthoceros* dominierten Bestände abhängige Synusien einer komplexen Phytozönose (so im Laurentio-Anthocerotetum) oder eigenständige Pflanzengesellschaften? Ist das Scillo autumnalis-Ophioglossetum lusitanici eine Herbstökophase einer Cicendion-Gesellschaft oder eine eigenständige Phytozönose? Über die Chronozönosen gibt es erstaunlicherweise von zoologischer Seite (z.B. METGE 1986, THIÉRY 1991) detaillierteres als von botanischer. Eine Ausnahme ist etwa FOUCAULT (1988), der in seiner der Synusial-Klassifikation folgenden Gliederung von einem zeitlichen Wechsel zwischen Ophioglosso-Isoetion histricis und Cicendion filiformis spricht. Auch NÈGRE (1956) hat die Vegetation einer Daya über 7 Jahre hinweg verfolgt. Für den Süden der Iberischen Halbinsel gibt es keine entsprechenden Beobachtungen. Wir haben individuen-scharfe Dauerbeobachtungen in der Serra de Monchique begonnen. Nur eine solch detaillierte Erhebung erlaubt, der Frage nachzugehen, ob bei den Therophyten ein Platzwechsel

eintritt und ob es sich um ein Pendeln je nach Wasserstand oder um einen karussellartigen Wechsel handelt.

Danksagung: Für die Bestimmung der Kryptogamen in Tab. 1 danken wir Herrn Dr. Eduard Hertel (Bayreuth). Die Untersuchungen von Rudner und Deil werden dankenswerterweise von der DFG gefördert (Az. DE 402/2,3).

Schrifttum

- ALLEN, B.M. (1974): A note on the distribution of *Isoetes* in the Cadiz province, Spain. – Fern Gaz., 11, 163-164.
- BALLESTEROS, E. (1984): Sobre l'estructura i la dinàmica de les comunitats terofítiques humides (classe Isoëto-Nanojuncetea) i els pradells amb *Ophioglossum lusitanicum* L. del massís de Cadiretes (La Selva). – Collect. Bot., 15, 39-57.
- BARKMAN, J.J. (1973): Synusial approaches to classification. – In: Handbook of Vegetation Science 5 (Hrsg. R.H. WHITTAKER), S. 435-491; Den Haag.
- BERGMEIER, E. & RAUS, T. (1999): Verbreitung und Einnischung von Arten der Isoëto-Nanojuncetea in Griechenland und in der Ägäis. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N.F. 17/2 (dieser Band).
- BOUTIN, C., LESNE, L. & THIÉRY, A. (1982): Ecologie et typologie de quelques mares temporaires à Isoètes d'une région aride du Maroc occidental. – Ecol. Mediterranea, 8, 31-56.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1935): Un joyau floristique et phytosociologique – »L'Isoëtion« méditerranéen. – Bull. Soc. Etude Sci. Nat. Nîmes, 47, 1-23.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde. – 3. Aufl., 865 S.; Berlin, Wien, New York.
- BRULLO, S. & FURNARI, F. (1994): La vegetazione del Gebel el-Akhdar (Cirenaica settentrionale). – Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat., 27, 197-412.
- CHEVASSUT, G. & QUEZEL, P. (1956): Contribution à l'étude des groupements végétaux de mares temporaires à *Isoetes velata* et de dépressions humides à *Isoetes histrix* en Afrique du Nord. – Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 47, 59-73.
- CHEVASSUT, G. & QUEZEL, P. (1958): L'association à *Damasonium polyspermum* et *Ranunculus barchioides*. – Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 49, 204-210.
- DEIL, U. (1997): Zur geobotanischen Kennzeichnung von Kulturlandschaften. – Erdwissenschaftliche Forschung, Band 36, Stuttgart.
- DEIL, U. & GALÁN DE MERA, A. (im Druck): Die Feuchtgebietsvegetation im Südwesten der Iberischen Halbinsel und im Nordwesten Marokkos. – Tuexenia.
- DÖRRSTOCK, S., POREMBSKI, S. & BARTHLOTT, W. (1996): Ephemeral flush vegetation on inselbergs in the Ivory Coast (West Africa). – Candollea, 51, 407-419.
- DURING, H.J. (1980): Life forms and life strategies in Nanocyperion communities from the Netherlands Frisian islands. – Acta Bot. Neerl., 29, 483-496.
- FOUCAULT, B. DE (1988): La végétation herbacées basses amphibies: Systématique, structuralisme, systématique. – Dissert. Botanicae, 121, 150 S., Berlin.
- FRANCO, J. DO AMARAL & AFONSO, M. DA ROCHA (1982): Distribuição de Pteridófitos e Gimnospermas em Portugal. – Coleção Parques Naturais 14. Lissabon.
- GALÁN DE MERA, A. (1993): Flora y vegetación de los términos municipales de Alcalá de los Gazules y Medina Sidonia (Cádiz, España). – Unveröff. Dissert. Universität Complutense; Madrid.
- GÓMEZ MERCADO, F. & VALLE TENDERO, F. (1992): Pastizales higrófilos en el sector subbético. – Studia Botanica, 10, 39-52.
- GÉHU, J.-M., KAABECHE, M. & GHARZOULI, R. (1992): Observations phytosociologiques sur le littoral kabyle de Bejaia à Djeljel. – Doc. Phytosoc., N.S. 14, 305-322.
- GÉHU, J.-M., KAABECHE, M. & GHARZOULI, R. (1994): Phytosociologie et typologie des habitats des rives des lacs de la région de El Kala (Algérie). – Coll. Phytosoc., 22, 297-329.
- JANSEN, J. & SEQUEIRA, M. (1999): The vegetation of shallow waters and seasonally inundated habitats (Littorelletea and Isoëto-Nanojuncetea) in the higher parts of the Serra da Estrela, Portugal. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N.F. 17/2 (dieser Band).

- JERMY, A.C. (1990): Isoetaceae. – In: The families and genera of vascular plants I (Hrsg. K. KUBITZKI), S. 26-31; Berlin.
- LEVIN, S. A. (1992): The problem of pattern and scale in ecology. – Ecology, 73, 1943-1967.
- MALCUIT, G. (1962): L' Isoetion en Corse. – Ann. Fac. Sci. Marseille, 33, 87-102.
- MARCEÑO, C. & TRAPANI, S. (1978): L' Isoetum duriei Bory nell 'Piana dei greci' (Siria Occidentale). – Atti Accad. Sci. Lettr. Arti Palermo, Ser. 4, 35 (1975/76) p I, 395-399.
- MATHÈZ, J., QUÉZEL, P. & RAYNAUD, C. (1985): The Maghreb countries. – In: Plant conservation in the Mediterranean area (Hrsg. C. GÓMEZ-CAMPO), S. 141-157; Dordrecht.
- METGE, G. (1986): Étude des écosystèmes hydromorphes (daja et merdja) de la Meseta occidentale marocaine. – Thèse Doct. Fac. Sci., 280 S., Marseille.
- NÈGRE, R. (1956): Note sur la végétation de quelques daya des Jbilette orientaux et occidentaux. – Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc, 36, 229-241.
- NOBIS, M. (1996): Populationsbiologische Untersuchungen zur Struktur und Dynamik von Pioniervegetation an halbruderale Störstellen. – Veröff. PAÖ, 16, 419-427.
- PIETSCH, H. (1973): Beitrag zur Gliederung der europäischen Zwergbinsengesellschaften (Isoëto-Nanojuncetea Br.-Bl. & Tx. 1943). – Vegetatio, 28, 401-438.
- POREMBSKI, S. (1999): Dynamik und Diversität von Sickerfluren auf tropischen Inselbergen. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N.F.17/2 (dieser Band).
- POTTIER-ALAPETITE, G. (1952): Note préliminaire sur l' Isoetion tunisien. – Bull. Soc. Bot. France, 99, 4-6.
- PRADA, C. (1983): El género *Isoëtes* en la Península Ibérica. – Acta Bot. Malacitana, 8, 73-101.
- RIVAS GODAY, S. (1968): Algunas novedades fitosociológicas de España meridional. – Collect. Bot., 7, 998-1031.
- RIVAS GODAY, S. (1970): Revisión de las comunidades hispanas de la clase Isoëto-Nanojuncetea Br.-Bl. & Tx. 1943. – Anal. Inst. Bot. Cav. 27, 225-276.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., COSTA, M., CASTROVIEJO, S. & VALDÉS, E. (1980): La vegetación de Doñana (Huelva, España). – Lazaroa 2: 5-190.
- RUIZ, T. & VALDÉS, A. (1987): Novedades y comentarios fitosociológicos sobre vegetación luso-extremadurese. – Studia Bot., 6, 25-38.
- SÉRGIO, C., CROS, R.M., BRUGUÉS, M. & CASAS, C. (1997/98): Datos sobre a brioflora de charcos e de cursos de água temporários com Isoëtes, na Península Ibérica. – Agronomia Lusitana, 46, 21-28.
- SPIEGELHAUER, R. (1994): Untersuchungen zu räumlichen und zeitlichen Verteilungsmustern in einer mediterranen Zwergbinsengesellschaft bei Tarifa (Südspanien). – Unveröff. Diplomarb., Institut für Botanik, Universität Erlangen.
- THIÉRY, A. (1991): Multispecies coexistence of branchipods, Anostraca, Notostraca & Spinicaudata in temporary ponds of Chaouïa plain (western Morocco): sympatry or syntopy between usually allopatric species. – Hydrobiologia, 212, 117-136.
- TITOLET, D. (1989): Première contribution à l'étude phytosociologique des groupements végétaux des mares temporaires de la Mamora sud occidentale. – Rapport ined., Rabat.
- TITOLET, D. & RHAZI, L. (1998): Interêt patrimoniale des mares temporaires des rives gauche et droite de l'oued Cherrat. – 3ème Journée mondiale des zones humides, Mns. ined., 7 S., Rabat.
- VALDÉS, B., TALAVERA, S. & FERNÁNDEZ GALIANO, E. (Hrsg.) (1987): Flora Vasculare de Andalucía Occidental. – 3 Bände, Barcelona.
- VANDEN BERGHEN, C. (1990): La végétation des mares temporaires au Senegal oriental. – Rev. Hydrobiol. Trop., 23, 95-113.
- WIENS, J. A. (1989): Spatial scaling in ecology. – Functional Ecology, 3, 385-397.
- WOJTERSKI, T.W. (1988): Guide de l'excursion internationale de Phytosociologie. Algérie du Nord. – Göttingen.

(Am 31. März 1999 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.E 17	2	449-462	1999	Freiburg im Breisgau 23. September 1999
--	--------	---	---------	------	--

The vegetation of shallow waters and seasonally inundated habitats (Littorelletea and Isoëto-Nanojuncetea) in the higher parts of the Serra da Estrela, Portugal

by

JAN JANSEN, Nijmegen & MIGUEL MENEZES DE SEQUEIRA, Funchal*

Zusammenfassung: Es wird eine Übersicht über die Littorelletea- und Isoëto-Nanojuncetea-Gesellschaften in den Hochlagen der Serra da Estrela gegeben. Elf Phytozönosen werden unterschieden, einschliesslich einer neuen Assoziation und dreier neuen Subassoziationen. Die floristische Zusammensetzung, die Syntaxonomie, die Synökologie und die Verbreitung jeder Vegetationseinheit werden behandelt. Abschließend werden Hinweise zu ihrem Schutz gegeben.

Summary: A survey is presented of the Littorelletea and Isoëto-Nanojuncetea in the upper parts of the Serra da Estrela. Eleven major plant communities are distinguished, including one new association and three new subassociations. All of them are discussed with respect to floristic composition, syntaxonomy, synecology, and distribution. General information on conservation is given.

1. Introduction

The first author visits the Serra da Estrela since 1989 in order to produce a synopsis of its vegetation. So far a major part of the fieldwork has been carried out and publication of the results is in progress (JANSEN 1993, 1994a,b, 1997, 1998, JANSEN et al. 1997, JANSEN & SÉRGIO 1999, subm.).

This paper deals with the seasonally-inundated vegetation of the supra- and or-mediterranean belt only. Dwarfrush and Quillwort communities of the mesomediterranean belt were beyond the scope of this study.

* Author's addresses: Dr. JAN JANSEN, Catholic University of Nijmegen, Faculty of Science, Department of Ecology, Section Experimental Plant Ecology, P.O. Box 9010, NL-6500 GL Nijmegen. – Dr. MIGUEL R.S. MENEZES DE SEQUEIRA, Universidade da Madeira, Campus da Penteada, Funchal (Madeira-Portugal)

1.1 Topography, geomorphology and climate

The Serra da Estrela is situated in the central-east of the country and holds by far the highest peak (1993 m) of continental Portugal. It constitutes the western part of the Iberian Sistema Central.

The highest plateau of the Serra da Estrela was once covered by an ice-cap and from it several valley glaciers diverged towards the lower areas (VIEIRA & FERREIRA 1998). The geomorphology of some relevant biotopes is directly related to this glacial history, e.g. cirques containing numerous lakes and polished rocks.

The precipitation regime is marked by a clear Mediterranean influence in the annual rhythm and presents interannual and intermonthly irregularities (VIEIRA & MORA 1998). Data from the weather station at Penhas Douradas (alt. 1383 m) show a mean annual precipitation of almost 2000 mm. DAVEAU et al. (1985) calculate a maximum above 2500 mm in the central plateau, a minimum of ca. 1000-1200 mm in the northwest and southeast piedmont areas. Most of the area above 1400 m a.s.l. would receive a mean between 2000 and 2500 mm a year.

The mean annual sunshine at the weather station exceeds 2500 hours and the mean annual temperature is 8,9° C with January being the coldest month (2,4° C) and July the warmest (17,2° C). For more detailed information we refer to VIEIRA & MORA (1998).

1.2 Vegetation and land use

The variety of the climate is expressed by the mosaic of the biotopes joining mainly Mediterranean and Atlantic, but also Continental, Alpine and Boreal phyto-geographic elements. The Serra da Estrela is considered a centre of endemic and narrowly distributed taxa (MORENO SAIZ & SAINZ OLLERO 1992). Numerous European plant species attain their southwestern limits here. According to JANSEN (1997) its flora includes about a quarter of the preliminary Portuguese red list of vascular plants (Lopes & Carvalho 1990). The area contains at least 36 habitats of the "Habitats Directive" (JANSEN l.c.), including the seasonally inundated habitats which have priority (Commission Européenne 1995).

Palynological studies show that human impact already started more than 7000 years ago (VAN DER KNAAP & VAN LEEUWEN 1997). The influence of man increased in various steps during several stages finally leading to the disappearance of the original forests.

In general burning and summer grazing are the major factors in the landscape of the central plateau. Here nature kept its oligotrophic character. In this landscape some short-lived communities occur like the Juncetum nanae and monospecific stands of *Molineriella laevis*. *Sparganium angustifolium* may be found in the littoral zone of lakes and small waters. At the margin of these waters and in slow-flowing intermittent rivulets the Fontinalo-Ranunculetum oleleuci occurs. Through the construction of hydro-electrical dams some of the lakes and basins have been transformed in artificial water storage reservoirs. The cirques and ancient glacial valleys host the Holco-Bryetum, both in the oro- and supramediterranean belt.

In the supramediterranean belt, especially in the plateaus of Folgoso and Videmonte, the still functioning agricultural system shows affinities with the lost heathland culture in the Northwest-European planes. It is in this cultural landscape that fragments of Helodo-Sparganion communities occur as well as Dwarfgrass communities like Cicendietum and Molineriello-Illecebretum.

2. Material and Methods

Fieldwork was mostly carried out in summer (1994-1998) at altitudes mostly exceeding 900-1000 m. Consequently communities with early vernal or autumnal development, especially from lower areas were beyond the scope of this study. Relevés were made by the first author according to the Braun-Blanquet method (BRAUN-BLANQUET 1964, WESTHOFF & VAN DER MAAREL 1973). Quantitative occurrence was estimated according to the ninefold scale of BARKMAN et al. (1964) transformed to the nine Arabic numerals starting 1 up to and including 9. The relevés were stored in a database with the computer program TURBOVEG (HENNEKENS 1996). In the synthetic phase TWINSPAN (HILL 1979) was used for arranging the relevés into more or less homogeneous clusters. SHIFTTAB (HENNEKENS 1996) has been used for obtaining an optimal classification by relocating relevés and species based both on field knowledge and the literature involved.

Species nomenclature of vascular plants follows Flora iberica as far as issued (CASTROVIEJO et al. 1986-1997), Nova Flora de Portugal as far as issued (FRANCO 1971, 1984, FRANCO & AFONSO 1994), otherwise Flora Europaea 5 (TUTIN et al. 1980), except for *Agrostis truncatula* Parl. subsp. *truncatula* Romero García in Ruizia 7: 137 (1988), *Antinoria agrostidea* f. *agrostidea* and f. *natans* as treated by PINTO DA SILVA (1946) and MENEZES DE SEQUEIRA & DE KOE (1996), *Spergularia rubra* ssp. *capillacea* (Kindb. et Lge.) Rivas Mart. in Anal. Inst. Bot. Cavanilles 21(1): 210 (1963), and *Juncus tenageia* subsp. *perpusillus* Fdez.-Carvajal & Navarro in Pub. Dep. Bot. Fac. Farmacia Salamanca 1: 28 (1979). Lichens are named according to WIRTH (1987), mosses according to FREY et al. (1995), except for *Racomitrium hespericum* Sérgio, Muñoz & Ochyra in The Bryologist 98(1): 112 (1995). Nomenclature of syntaxa generally follows RIVAS-MARTÍNEZ et al. (1994). Missing or deviating names are written at length, only the first time in the text.

3. Results and Discussion

3.1 Littorelletea

The result of the classification is given in table 1 (annex).

3.1.1 BC *Sparganium angustifolium*-[Littorellion]

This is an extremely rare community, which is characterized by the dominance of *Sparganium angustifolium*, only sporadically accompanied by *Antinoria agrostidea* f. *natans* and *Drepanocladus fluitans* (see Tab. 1).

Palynological studies show that once *Isoetes* sp. was present in some former glacial lakes (VAN DER KNAAP & VAN LEEUWEN 1997). Therefore the stands of *Sparganium angustifolium* may be considered relicts of former *Sparganium-Isoetes* communities, containing boreal elements. They constitute the westernmost part of the network of five endemic Littorellion communities of some important mountainranges in the Iberian Peninsula (e.g. RIVAS-MARTÍNEZ et al. 1994).

Within Portugal *Sparganium angustifolium* is restricted to the higher parts of the Serra da Estrela. The small-sized stands may be found at the margin of former glacial lakes or other standing waters, always in the oromediterranean belt. Water depth varied from 30 to 150 cm. Mean conductivity was less than 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$; pH

varied from 5,5 to 6. All of the waters are situated in the granitic part of the mountain. The substratum exists mainly of mineral soil, only little-enriched with fine organic material. BOAVIDA & GLIWICZ (1994) classify the ten largest lakes of the Serra da Estrela as oligotrophic in the trophic state index for lakes (CARLSON 1977).

Zonation of the floating communities starts with stands of *Sparganium angustifolium* in the outer reaches of the littoral zone, followed by the Fontinalo-Ranunculetum antinorietosum with decreasing water depth.

3.1.2 Fontinalo antipyreticae-Ranunculetum ololeuci (lusitanici) Br.-Bl., P. Silva, Rozeira & Fontes 1952 nom. mut. em. Jansen

The Fontinalo-Ranunculetum is characterized by *Ranunculus ololeucos*. *Antinoria agrostidea* is locally a good differential species. In combination with the presence of *Ranunculus ololeucos* (= *R. lusitanicus*) the following mosses may be considered differential species as well: *Drepanocladus fluitans*, *Fontinalis antipyretica*, *F. squamosa*, and *Scapania undulata*. Without the prominent presence of vascular plants moss carpets may better be regarded as moss communities, i.c. Fontinaletum antipyreticae Kaiser 1926, Fontinaletum squamosae Hertel 1974 or Scapanietum undulatae Schwickerath 1944.

The original description was based on two incomplete relevés (BRAUN-BLANQUET et al. 1952). In one relevé cover abundance of *Fontinalis* was absent and in the other all cover abundances were absent. In this paper 26 relevés are presented (Tab. 1). Relevé 17 is chosen as lectotype of the association.

Two subassociations are proposed: Fontinalo-Ranunculetum fontinaletosum antipyreticae Jansen subass. nov. hoc loco (Tab. 1, nr. 6-16; lectotype is nr. 12), and Fontinalo-Ranunculetum antinorietosum agrostidea Jansen subass. nov. hoc loco (Tab. 1, nr. 18-32; lectotype is nr. 20). Differential species of the latter are *Antinoria agrostidea* (both forms), *Potamogeton polygonifolius*, *Juncus heterophyllus*, *Juncus bulbosus* and *Drepanocladus fluitans*. Differential species of the former are *Fontinalis antipyretica* and *Scapania undulata*.

The association occurs in oligo- to perhaps mesotrophic (in exceptional cases slightly dystrophic) waters. The subass. antinorietosum occurs in stagnant or slow-flowing waters, the subass. fontinaletosum in slowly to moderate-flowing waters. Conductivity is usually low (< 20 µS) with some exceptions. This may be related to excessive road gritting, recently constructed concrete gutters along the national road, and local dumps from an open sewer system near the summit (JANSEN 1997). We have only two measurements of pH (both 5.5). The substratum varies from sand and gravel (both often mixed with fine organic material) to peat or organic sludge.

In peaty situations the Fontinalo-Ranunculetum is replaced by stands of *Carex nigra*, which in turn transgrade into the so-called Junco squarrosi-Sphagnetum compacti Br.-Bl., P. Silva, Rozeira & Fontes 1952. Near springheads the association may be replaced by the Myosotidetum stoloniferae Br.-Bl., P. Silva, Rozeira & Fontes 1952 (JANSEN & SÉRGIO 1999). At lower altitudes in permanent streams with a larger catchment area the association is replaced by rheotolerant stands of *Ranunculus pseudofluitans* (Ranunculetum pseudofluitantis nom. prov.), which may also be accompanied by *Fontinalis*. In fast-flowing flushes at high altitudes the association is replaced by some moss synusiae, mentioned before.

So far the Fontinalo-Ranunculetum is only reported from the Serra da Estrela. The second author observed *Ranunculus ololeucos* growing together with *Antinoria* in the Carris and Marinho lagoons in the Serra do Gerês. Considering the distribu-

tion area of both *Ranunculus ololeucos* (PIZARRO 1995) and *Antinoria agrostidea* (MORENO SAIZ & SAINZ OLLERO 1992), the association may be present in the northwestern quadrant of the Iberian Peninsula.

3.1.3. Other assemblages of the alliance Helodo-Sparganion

In the northern part of the Serra da Estrela *Hypericum elodes* mainly grows in seepage areas of irrigated hay-meadows (Molinietales), sometimes accompanied by *Baldellia alpestris*. In the Serra de Montemuro, situated ca. 75 km NW of the Serra da Estrela, we found stands of *Hypericum elodes* and *Baldellia alpestris* luxuriously mingling with *Potamogeton polygonifolius*, *Juncus heterophyllus* and *Antinoria agrostidea*. Such vegetation can easily be assigned to the Hyperico-Potametum (Tab. 1 nr. 33-37). The area shows a stronger Atlantic influence (s. TELES 1970), and the altitudes of the sampled stands (ca. 1000 m a.s.l.) are more or less the same as those from the Serra da Estrela. The presence of *Baldellia alpestris* is striking. As far as we know, this is the first time that relevés containing this Iberian endemic are published. The number of relevés is too low to assess the position of *Baldellia alpestris*. Therefore it is not clear whether a new subassociation is concerned or perhaps a new association.

The more or less monospecific stands of *Scirpus fluitans* are described as Scirpetum fluitantis. These occurred sometimes in mosaic with the Hyperico-Potametum in the Serra de Montemuro (Tab. 1, nr. 38,39).

Other stands may be described as fragments or basal communities (Tab. 1, nr. 40-49). Stands dominated by *Ranunculus omiophyllus* are assigned to Montio-Cardaminetea (JANSEN & SÉRGIO 1999).

We have no measurements of the water quality. The trophic state may be higher than in the Fontinalo-Ranunculetum, since the Hyperico-Potametum baldellietosum occurs in lower situated areas with usually more accumulation of nutrients and a stronger influence of the agriculture. In the Serra de Montemuro we observed that the stands were partly trampled by cattle.

3.2 Isoëto-Nanojuncetea

The result of the classification is given in table 2 (annex).

3.2.1 Juncetum nanae (Tab. 2, nr. 1-4)

Character-species is *Juncus tenageia* subsp. *perpusillus* (= *Juncus tenageia* f. *nana* P. Cout.). Differential species is *Spergularia rubra* ssp. *capillacea*, a second Iberian endemic. Relevé nr. 4 can be seen as a transition to the Molineriello-Illecebretum (or vice versa).

The stands of the Serra da Estrela can be assigned to the Juncetum nanae typicum, originally described from the Sierra de Gredos (RIVAS-MARTÍNEZ 1963). In Spain the association is assigned to the Preslion (RIVAS-MARTÍNEZ et al. 1994). The few relevés of the Serra da Estrela show strong affinities to the Cicendion. Because a small amount of relevés is involved and considering the local character of the study, we choose to follow the opinion of RIVAS-MARTÍNEZ et al. (l.c.).

The Juncetum nanae occurs in seasonally inundated hollows (Portuguese: charcos, poças) in *Nardus* grasslands, which are subjected to summer grazing (sheep mainly, but also goats and cows). The association is well-developed in summer,

when the hollows run dry. The presence of the *Juncetum nanae* in the Serra da Estrela was already noticed by RIVAS-MARTÍNEZ (1981).

3.2.2 *Cicendietum filiformis* Allorge 1922 (Tab. 2, nr. 5-7)

Characteristic species is *Cicendia filiformis*.

From Spain the closely related *Hyperico humifusi-Cicendietum filiformis* is reported. It seems that the few relevés from the Serra da Estrela show more affinities with the *Cicendietum*, the latter being less Mediterranean than the *Hyperico-Cicendietum*.

From all in this paper described communities of the Cicendion, this is the best example of a “warp-and-woof” community sensu TÜXEN & LOHMEYER (1962). The *Cicendietum* consists of dwarf plants occupying microsites (the warp) within taller formations (the woof). The micro-stands in question seem to be replaced by grasslands of the *Molinio-Arrhenatheretea* in the course of the season. This is assumed to happen somewhere by the end of spring or the beginning of summer, depending on the altitude and the fluctuation of the climate.

All three microsites occurred on gentle slopes receiving seepage water, at least during the time of sampling. In a wet-dry gradient they may occupy a small trajectory in places with favourable moisture contents, which may vary from year to year, indeed depending on the fluctuation of the weather conditions (LEMAIRE et al. 1998). The three microsites concerned are less dependent on the fluctuation of precipitation, because they receive seepage water too, be it intermittent or permanent. In all three sites the soil consisted of loamy sand over metasediment rocks (schist-grauwacke). Altitude varied from 700 to 1070 m, all in areas with extensive grazing.

The *Cicendietum* is the rarest Dwarfrush community in the study area, the *Molineriello-Illecebretum* is relatively the most common one.

3.2.3 *Molineriello laevis-Illecebretum verticillati* Rivas Goday (1953) 1964 nom. mut. (Tab. 2, nr. 8-33)

Of the six characteristic species mentioned by RIVAS GODAY (1964) the following are present: *Illecebrum verticillatum*, *Hypericum humifusum*, *Juncus capitatus* and *Radiola linoides*. *Spergularia rubra* ssp. *capillacea* and *S. rubra* ssp. *rubra* do not occur in the stands originally described from lower mountainous zones in the Extremadura. Therefore a new subassociation is proposed: *Molineriello-Illecebretum spergularietosum capillaceae* Jansen subass. nov. hoc loco. Lectotype is rel. 8 (Tab. 2). Both subspecies of *Spergularia rubra* are differential species.

According to RIVAS GODAY (1970) the association takes an intermediate position between the *Nanocyperion* and *Cicendion*. The *Molineriello-Illecebretum spergularietosum* may be considered a European south-Atlantic counterpart of the *Digitario-Illecebretum* Diemont, Sissingh et Westhoff 1940 (= *Spergulario rubrae-Illecebretum* Sissingh 1957) described from Atlantic to sub-Atlantic parts of the Netherlands and Germany (LEMAIRE et al. 1998, TÄUBER 1999). Analogously *Agrostis capillaris*, a differential species so frequent in the latter, is replaced by the southern closely related *Agrostis castellana*, a differential species, so frequent in the former.

Because of the small amount of relevés involved, a subtype with *Lythrum portula* and *Spergularia rubra* (nr. 28-33) from relatively wetter habitats, is considered a variant only.

Stands of the Molineriello-Illecebretum spergularietosum occur around the edges of pools, rivers, shallow ditches, gravel pits, rye-fields, footpaths, road verges, car tracks, drove-roads, etc.. The (shallow) soils may be bare or sometimes covered with a poorly developed humus layer. They are mostly sandy, sometimes silty and they frequently contain coarse-grained quartz granules, especially with increasing altitude. Periodical inundation or percolation at low water levels is assumed during a considerable part of the rainy season (from October until July). The water mostly comes from direct precipitation or indirectly from run-off, more rarely from seepage. Mostly standing waters are concerned, but sometimes slowly running. The altitude of the relevés varies from 550 up to 1630 m. From all species occurring in the Molineriello-Illecebretum spergularietosum, only *Spergularia capillacea* and *Molineriella laevis* (occasionally *Juncus capitatus*) seem to reach the highest plateaus of the Serra da Estrela.

So far the presence of the Molineriello-Illecebretum spergularietosum is noticed in the Serra da Estrela and in the Serra de Montemuro (Tab.2, nr. 32,33).

3.2.4 BC *Molineriella laevis*-[Cicendion]

In the high plateaus (alt. > 1600 m) *Molineriella laevis* occasionally occurs in open grasslands, but it may form densely populated small-sized stands in shallow hollows on sandy coarse-grained soils, little enriched with fine organic material. These stands are described as BC *Molineriella laevis*-[Cicendion] (Tab.2, nr. 34-36).

3.2.5 *Holcus gayani*-Bryetum alpini ass. nov. Jansen hoc loco (Tab. 2, nr. 37-55; lectotype nr. 45)

The *Holcus*-Bryetum is characterized by *Bryum alpinum* in combination with the presence of *Holcus gayanus* and/or *Molineriella laevis*. The association consists of two synusiae. In the perennial moss carpets of *Bryum alpinum* many therophytes may occur, like *Holcus gayanus*, *Molineriella laevis*, *Montia amporitana*, *Sedum maireanum*, *Ornithopus perpusillus*, *Logfia minima*, and *Micropyrum tenellum*. Another characteristic feature is the presence of a large number of geophytes, so typical for Mediterranean Isoetion communities (MOOR 1937). To mention some: *Merendera montana*, *Narcissus bulbocodium*, *Ornithogalum concinnum*, and many rare species, most of which seem differentials (Tab. 2, addenda). From a total of 49 vascular plants 24 are therophytes, 14 geophytes and 11 hemicryptophytes. The vascular plants in the perennial *Bryum* carpets have a typical southern growth rhythm. Some annuals can be observed already in early winter. In early spring the aspect may be formed by the flowered specimens of *Narcissus bulbocodium* and *Crocus carpetanus*. However most species have a late vernal or early aestival maximum, depending on the weather conditions. Then the blond of *Holcus gayanus* is often hiding the green to reddish-brown moss layer of *Bryum alpinum*, which can only be seen then at the fringe of the stands. *Merendera montana* is the last species to flower (medio to late summer).

The *Holcus*-Bryetum is both floristically and ecologically well-defined, but its syntaxonomical position is quite uncertain. In recent syntaxonomical surveys of relatively nearby situated mountains SANCHEZ-MATA (1987) and AMOR et al. (1993) consider *Holcus gayanus* a character-species of the Tuberarietea. However, both authors notice its preference of (periodically) inundated habitats. Some species commute from Isoëto-Nanojuncetea to Tuberarietea. This feature was already noti-

ced by Rivas Goday, who proposed a so-called Pre-Isoëtion suballiance within the Agrostion salmanticae for such shuttle vegetation (RIVAS GODAY 1964). A similar shift is known from dune slacks on the Westfrisian islands (WESTHOFF & VAN OOSTEN 1991, p. 228). For the moment it seems the most appropriate way to consider both *Holcus gayanus* and *Bryum alpinum* local character-species of the Isoëto-Nanojuncetea. The clear presence of *Molineriella laevis*, but also the marked presence of the rare *Sedum maireanum*, together with the scattered occurrence of *Radiola linoides* and *Juncus capitatus*, may justify the Holco-Bryetum to be assigned to the Cicendion.

Bryum alpinum acts as a pioneer on open sandy soils in Dwarfrush communities in the Serra da Estrela. However in cirques and higher parts of the glacial valleys it grows extremely well. There it forms cushions in intermittent, slowly percolating flows on warm gently sloped granitic rocks, polished by the ancient glaciers.

From October to July there is a chance of freezing. One day in December 1998, the first author observed that *Bryum* carpets lit by the sun thawed during the day, but shaded carpets stayed frozen. The thawed cushions in question showed hibernating juvenile specimens of *Holcus gayanus* and others. Meltwater influence declines in the course of spring, admitting an increasing influence of rain water. It is then that temperatures of the *Bryum* carpets rise and the vascular plants start to come out, most of them reaching their maximal development from late spring to early summer.

The preponderant rocky environment functions as a storage heater. It affects the microclimate of the Holco-Bryetum by direct thermal conduction and by the radiation of collected solar heat. Temperature extremes are pronounced on rocky surfaces. As long as the moss carpets are soaked, temperature fluctuations stay relatively attenuated (water has a high thermic capacity). A comparison of temperatures measured from June to August during the day in and about 2 m above the moss carpets shows frequently higher temperatures of the air in the beginning against frequently higher temperatures in the moss carpets in the course of the growing season. In July moss carpets may be easily heated more than two times higher than its surrounding atmosphere. Temperatures of 40° C or more are not exceptional then. Desiccation triggers the “shrinking” of the carpet showing a verge of bare rock around it.

A striking characteristic of the Holco-Bryetum is the high number of accidental species, most of which are rare, at least in the Serra da Estrela. This may be the result of the frequent wildfires (JANSEN et al. 1997). For some species the temporarily irrigated Holco-Bryetum functions as a sanctuary. On the other hand the stands occupy more or less natural habitats, calling up associations with the ephemeral flushes from tropical inselbergs described by POREMBSKI (1999). Those habitats often carry a large number of endemics. This also applies to the Holco-Bryetum. A quarter of the vascular plants consists of Iberian endemics, of which *Scilla ramburei* subsp. *beirana* is extremely rare. So far it was known from one confirmed locality only (MORENO SAIZ & SAINZ OLLERO 1992).

Ephebe lanata, *Marsupella sphacelata*, *Racomitrium aciculare* and other *Racomitrium* species are transgressive cryptogams from contact communities, which are subjected to both shorter and faster irrigation. *Racomitrium* is represented by at least 12 species in the Serra da Estrela. Many of them can be found growing in intermittent flushes over siliceous rocks. *Ephebe lanata* and *Polychidium muscicola* have a similar ecology in Baden-Württemberg (WIRTH 1987). *Polytrichum commune* may form dense carpets next to the Holco-Bryetum. In such circumstances the substratum consists of a little bit of coarse-grained soil enriched with fine organic material,

usually measuring less than a few centimetres thickness. It is assumed that stream velocity is the lowest in such *Polytrichum* populations. Accidental flushes from extremely heavy showers may cause disturbance both in the *Polytrichum* stands and the Holco-Bryetum.

Besides the aforementioned populations of cryptogams, contact communities belong to Asplenietea, Montio-Cardaminetea, Pino-Juniperetea, Calluno-Ulicetea or Cytisetea scopario-striati. Several millennia ago when climax forests still existed, stands of the Holco-Bryetum were perhaps more rare than today. Burning must have triggered the increase of its range. However, its habitats are relatively hostile to tall perennial species. Only an occasional large shrub or tree is assumed to grow in nearby situated rock fissures.

At low altitudes the first author observed a mixed moss carpet of *Campylopus pilifer* and *Bryum alpinum* in which an annual *Sedum* predominated. This *Sedum* may be an undescribed species. The ecology of the stand seems similar to that of the Holco-Bryetum, except for its altitude (550 m). The study should be continued in the lower parts of the Serra da Estrela in order to complete this survey and to solve taxonomic problems.

The Holco-Bryetum occurs in the Serra da Estrela and the Serra da Gardunha. In North-Portugal we observed poorly developed stands in the Serra do Gerês. In herbaria the second author found collections from Asturias containing specimens of both *Holcus gyanus* and *Bryum alpinum*. Considering the range of *Holcus gyanus* (MORENO SAIZ & SAINZ OLLERO 1992) and *Bryum alpinum* (STÖRMER 1969), the Holco-Bryetum may be expected in other parts of the northwest quadrant of the Iberian Peninsula.

3.3 Conservation management

Main causes of vulnerability, threats and main actions to be taken are listed in JANSEN (1997). We stress that the continuation of traditional land-use practices will be the best way to guarantee the conservation of Littorelletea and Isoëto-Nanojuncetea communities. Of course the local farmers and shepherds should be supported by the authorities, also by capitalizing on new developments (organic farming, eco-tourism, cultural heritage protection, ecologically sound water collection, etc.).

The area is roughly covered by the Serra da Estrela Natural Park, which measures about 1000 km². The central area (ca. 5 km²) is a biogenetic reserve, approved by the Council of Europe in 1993. For various reasons an adequate management of the total area is impossible (a.o. logistic problems, small number of employees, many different landowners, many different interests, insufficient legislation, insufficient knowledge, strong human pressure at lower altitudes and the very summit area). At least the major part of the Park should be included in the “Natura 2000 network” (JANSEN 1997). This will raise extra funding in order to improve the quality of its management.

Acknowledgements: The authors wish to thank the staff of the Park for their great help. Prof. Dr. Victor Westhoff and Prof. Dr. Kees Blom gave valuable criticism on the manuscript. Most of the bryophytes were identified by Dr^a Cecília Sérgio, Dr^a Manuela Sim-Sim and by Mr. César Garcia. Mr. Pieter van den Boom identified most of the lichens. Mr. Stephan Hennekens provided some of his computer programs. Mr. João Paulo Silva showed some interesting sites in the Serra da Gardunha.

References

- AMOR, A., M. LADERO & C.J. VALLE (1993): Flora y vegetación de la comarca de La Vera y laderas meridionales de la Sierra de Tormantos (Cáceres, España). – *Studia Botanica* 11, 11-207.
- BOAVIDA, M.J. & Z.M. GLIWICZ (1994): Limnológica de algumas lagoas da Serra da Estrela. – In: II seminário técnico conservação da natureza na Serra da Estrela, 55-65; Manteigas.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): *Pflanzensoziologie*. – 3. Aufl., 632 pp.; Wien/New York.
- BRAUN-BLANQUET, J. & R. TÜXEN (1952): *Irische Pflanzengesellschaften*. – Veröff. Geobot. Inst. Rübél 25, 222-421.
- BRAUN-BLANQUET, J., A.R. PINTO DA SILVA, A. ROZEIRA & F. FONTES (1952): Résultats de deux excursions géobotaniques à travers le Portugal septentrional et moyen. I. Une incursion dans la Serra da Estrela. – *Agronomia Lusitana* 14, 305-323.
- CARLSON, R.E. (1977): A trophic state index for lakes. – *Limnol. Oceanogr.* 22, 361-369.
- CASTROVIEJO, S., et al. (eds) (1986-1997): *Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Vol. 1-5, 8; Madrid.
- Commission Européenne (1995): *Manuel d'interprétation des habitats de l'Union Européenne*. – Version EUR 12, 121 pp.; Bruxelles.
- DAVEAU, S. et al. (1985): *Mapas climáticos de Portugal*. – 84 pp.; Lisboa.
- FRANCO, J.A. (1971, 1984): *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*. – Vol. 1,2. Lisboa.
- FRANCO, J.A. & M.L. ROCHA AFONSO (1994): *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*. – Vol. 3 (1), 181 pp.; Lisboa.
- FREY, W.J., J.-P. FRAHM, E. FISCHER & W. LOBIN (1995): *Die Moos- und Farnpflanzen Europas*. – 6. Aufl., 426 pp.; Stuttgart/Jena/New York.
- HENNEKENS, S.M., (1996): *TURBO(VEG)*. Software package for input, processing, and presentation of phytosociological data. Users guide. – 54 pp.; Wageningen-Lancaster.
- HILL, M.O. (1979): *TWINSPAN-A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes*. – 90 pp.; New York.
- JANSEN, J. (1993): *Korstmossen in de Serra da Estrela*. – *Buxbaumia* 31, 7-15.
- JANSEN, J. (1994a): *Heide- und Zwerg-Wacholdervegetation in den höheren Stufen der Serra da Estrela (Portugal), unter besonderer Berücksichtigung des Potentillo-Callunetum*. – *Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges.* 6, 279-303.
- JANSEN, J. (1994b): *Stands of *Cyrtis oromediterraneus* in the Serra da Estrela, with some remarks on the habitats of the Bluethroat (*Luscinia svecica cyaneacula*)*. – In: II seminário técnico conservação da natureza na Serra da Estrela, 23-45; Manteigas.
- JANSEN, J. (1997): *A survey of habitats and species occurring in the Parque Natural da Serra da Estrela. Final report for the Natura 2000 project*. – 137 pp. + 1 map; Lisboa.
- JANSEN, J. (1998): *Übersicht der Silikatschutt-Vegetation in den höheren Stufen der Serra da Estrela, Portugal*. – *Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges.* 10, 95-124.
- JANSEN, J., F. REGO, P. GONÇALVES & S. SILVEIRA (1997): *Fire, a landscape shaping element in the Serra da Estrela, Portugal*. – *NNA-Berichte* 10/5, 150-161.
- JANSEN, J. & C. SÉRGIO (1999, subm.): *Spring communities (Montio-Cardaminetea) from the higher parts of the Serra da Estrela*. – *Crunoecia* 8.
- KNAAP, W.O. VAN DER & J.F.N. VAN LEEUWEN (1997): *Late Glacial and early Holocene vegetation succession, altitudinal vegetation zonation, and climatic change in the Serra da Estrela*. – *Rev. of Palaeobot. and Palynol.* 97, 339-285.
- LEMAIRE, A.J.J., J.H.J. SCHAMINÉE & E.J. WEEDA (1998): *Isoëto-Nanojuncetea (Dwergbiezen-klasse)*. – In: *De Vegetatie van Nederland 3* (ed. SCHAMINÉE et al.), 147-172; Uppsala/Leiden.
- LOPES, M.H.R. & M.L.S. CARVALHO (1990): *Lista de espécies botânicas a proteger em Portugal continental*. Documento de trabalho. – Lisboa.
- MENEZES DE SEQUEIRA, M. & T. DE KOE (1996): *Relatório final do projecto: Distribuição das espécies da flora a proteger*. – Vila Real.
- MOOR, M. (1937): *Prodromus der Pflanzengesellschaften*. Fasz. 4. *Ordnung der Isoetretalea*. – 24 pp.; Leiden.
- MORENO SAIZ, J.C. & H. SAINZ OLLERO (1992): *Atlas Corológico de las Monocotiledóneas Endémicas de la Península Ibérica e Islas Baleares*. – 354 pp.; Madrid.

- PINTO DA SILVA, A.R. (1946): De Flora Lusitana Commentarii. – *Agronomia Lusitana* 8/1, 5-18.
- PIZARRO, J. (1995): Contribución al estudio taxonómico de *Ranunculus* L. subgen. *Batrachium* (DC.) A. Gray (*Ranunculaceae*). – *Lazaroa* 15, 21-113.
- POREMBSKI, S. (1999): Dynamik und Diversität von Sickerfluren auf tropischen Inselbergen. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N.F.17/2 (dieser Band).
- RIVAS GODAY, S. (1964): Vegetación y flórua de la cuenca extremeña del Guadiana. – 777 pp.; Madrid.
- RIVAS GODAY, S. (1970): Revisión de las comunidades hispanas de la clase Isoëto-Nanojuncetea Br.-Bl. & Tx. 1943. – *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 27, 225-276.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1963): Estudio de la vegetación y flora de las sierras de Guadarrama y Gredos. – *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 21/1, 5-325.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1981): Sobre la vegetación de la Serra da Estrêla (Portugal). – *Anal. R. Acad. Farm.* 47, 435-480.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. et al. (1994): El Proyecto de cartografía e inventariación de los tipos de hábitats de la Directiva 92/43/CEE en España. – *Coll. Phytosoc.* 22, 611-661.
- TÄUBER, T. (1999): Zwergbinsengesellschaften in Niedersachsen. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N.F.17/2 (dieser Band).
- TELES, A.N. (1970): Os Lameiros de Montanha do Norte de Portugal. – *Agronomia Lusitana* 31/1-2, 5-132.
- SÁNCHEZ-MATA, D. (1989): Flora y vegetación del Macizo Oriental de la Sierra de Gredos (Avila). – 440 pp.; Avila.
- STÖRMER, P. (1969): Mosses with a Western and Southern Distribution in Norway. – 288 pp.; Oslo/Bergen/Tromsø.
- TUTIN et al. (1980): *Flora Europaea* 5. – 452 pp.; Cambridge.
- TÜXEN, R. & W. LOHMEYER (1962): Über Untereinheiten und Verflechtungen von Pflanzengesellschaften. – Mitt. flor-soz. Arbeitsgem. N.F.9, 53-56.
- VIEIRA, G.T. & A.B. FERREIRA (1998): General characteristics of the glacial morphology of the Serra da Estrela. – In: *Glacial and Periglacial Geomorphology of the Serra da Estrela, Portugal* (G.T. VIEIRA, ed.), 37-48; Lisbon.
- VIEIRA, G.T. & C. MORA (1998): General characteristics of the climate of the Serra da Estrela. – In: *Glacial and Periglacial Geomorphology of the Serra da Estrela, Portugal* (G.T. VIEIRA, ed.), 26-36; Lisbon.
- WESTHOFF, V. & E. VAN DER MAAREL (1973): The Braun-Blanquet approach. – In: *Ordination and classification of vegetation. Handbook of Vegetation Science* 5 (ed. R.H. Whittaker), 617-726; The Hague.
- WESTHOFF, V. & M.F. VAN OOSTEN (1991): *De Plantengroei van de Waddeneilanden*. – 419 pp.; Utrecht.
- WIRTH, V. (1987): *Die Flechten Baden-Württembergs*. – 1. Aufl., 528 pp.; Stuttgart.

(Received 15 March 1999)

Tab. 1: Littorelletea communities in the Serra da Estrela

	A	B	C	D	E
Number in table	12345	67891111111111222222222333 01234567890123456789012	333333 34567	33 89	4444444444 0123456789
Littorelletea					
<i>Sparganium angustifolium</i>	97777	.....	.....	.....	.....
<i>Ranunculus ololeucos</i>	223568889997999633256677335	.....	.....	.....
<i>Antinoria natans</i>	22.....522.....5577778	62.....	6.....	8.....58
<i>Antinoria agrostidea</i>95.....	.....	6.....	5.....5.
<i>Potamogeton polygonifolius</i>886.....	22925	.....	.....
<i>Hypericum elodes</i>	88222	.....	787.....
<i>Scirpus fluitans</i>	52.....	89.....	5.....
<i>Juncus bulbosus</i>3.....222.2967.2.73.....	.....2.....	.....	76.2.82955
<i>Juncus heterophyllus</i>87	.....	.....78.....
<i>Baldellia alpestris</i>85	.....	2.....78.....
<i>Eleocharis multicaulis</i>7.....
Other classes					
<i>Fontinalis antipyretica</i>	899997667567..5.....	.....	.....	.....
<i>Fontinalis squamosa</i>2.....99.....	.....	.....	.....
<i>Scapania undulata</i>222..22.5..2.....	.....	.....	.....
<i>Carex nigra</i>	3.....2.....2.....	.....	.....	.....
<i>Sphagnum recurvum</i> complex52.....3.....	.....	.....	.....
<i>Drepanocladus fluitans</i>5.....	.....3559..26..	.....6.....	.....2.....86
<i>Sphagnum denticulatum</i>52.....2..3..2.....	.....	.....	.....52
<i>Ranunculus omiophyllus</i>2.....22.....
<i>Ranunculus cf peltatus</i>	2..2.	3.....	.....5.....

Addenda Tab. 1:

A = BC *Sparganium angustifolium*-[Littorellion]; B = Fontinalo-Ranunculetum; C = Hyperico-Potametum; D = Scirpetum fluitantis; E = fragments or basal communities.

In less than 4 relevés: *Agrostis canina*:40,2; 41,3. *Archidium alternifolium*:38,2; 42,2. *Aulacomnium palustre*:14,2. *Bryum pseudotriquetrum*:21,2. *Callitriche stagnalis*:33,2; 36,2. *Carex echinata*:40,2; 48,3. *Drepanocladus exannulatus*:14,2; 18,7. *Drepanocladus sp.*:20,3. *Eleocharis palustris*:24,2; 48,8. *Galium palustre*:40,2. *Galium sp.*:33,2. *Glyceria declinata*:33,2; 39,2. *Gymnocolea inflata*:22,2. *Hypericum humifusum*:41,2. *Illecebrum verticillatum*:41,2; 42,2. *Juncus acutiflorus*:40,2; 41,3. *Juncus articulatus*:24,2. *Jungermannia gracillima*:14,2. *Jungermannia sp.*:9,2. *Lotus pedunculatus*:41,2. *Lythrum portula*:33,2; 39,5; 48,2. *Marsupella emarginata*:13,2; 14,6. *Marsupella sp.*:16,2. *Marsupella sphacelata*:9,2. *Montia amporitana*:7,6; 8,2. *Myosotis secunda*:45,2. *Myosotis sp.*: 33,2. *Myosotis stolonifera*:7,8; 41,3. *Philonotis seriata*:48,2. *Pohlia elongata*:9,2. *Polytrichum commune*:14,2; 25,2; 48,2. *Racomitrium hespericum*:16,2. *Ranunculus flammula*:33,3; 40,5. *Salix salviifolia* (j):48,2. *Sphagnum capillifolium*:14,2. *Sphagnum cf cuspidatum*:29,6. *Sphagnum compactum*:14,2. *Sphagnum sp.*:19,2; 20,2; 41,5. *Sphagnum subsecundum s.l.*:18,3. *Veronica serpyllifolia ssp. langei*:6,5; 17,2. *Veronica scutellata*:33,3; 36,2; 40,2. *Viola palustris*:41,2.

Nr. in table, running nr., year, month, utm 29TPE (* = 29TNE in stead), altitude (m), conductivity (µS/cm):

01 624 96 7 178-665 1845 <20	02 625 96 7 184-663 1845 <20	03 628 96 7 185-663 1845 <20
04 627 96 7 185-663 1845 <20	05 888 97 7 170-660 1740	06 393 95 8 174-636 1895 10
07 441 95 8 171-640 1870 15	08 361 95 7 189-647 1870 45	09 383 95 7 173-642 1915 11
10 442 95 8 171-640 1870 15	11 363 95 7 189-647 1870 40	12 364 95 7 189-647 1870 28
13 371 95 7 143-684 1605 25	14 372 95 7 143-684 1605 25	15 382 95 7 174-642 1920 10
16 391 95 7 157-655 1660 13	17 394 95 8 174-636 1895 8	18 452 95 8 171-675 1820 10
19 413 95 8 172-663 1765 11	20 415 95 8 171-663 1750 35	21 430 95 8 159-702 1570 10
22 375 95 7 193-656 1620 9	23 366 95 7 189-647 1870	24 536 96 6 154-700 1480
25 559 96 7 163-700 1620	26 560 96 7 169-699 1620	27 561 96 7 169-699 1620
28 951 98 8 153-663 1790	29 498 96 6 158-692 1640 10	30 626 96 7 184-663 1845 <20
31 570 96 7 209-670 1410	32 571 96 7 209-670 1410	33 939 97 7*590-454 940
34 947 98 7*59 -45 940	35 948 98 7*59 -45 940	36 943 98 7*590-454 960
37 946 98 7*59 -45 1000	38 944 98 7*590-454 945	39 945 98 7*59 -45 1110
40 623 96 7 311-851 1160 10	41 868 97 7 327-849 1080	42 941 98 7*590-454 945
43 572 96 7 209-670 1410	44 949 98 7*59 -45 940	45 933 97 7 312-862 1170
46 934 97 7 312-862 1170	47 742 97 6 195-751 1400	48 537 96 6 154-700 1480
49 889 97 7 170-660 1740		

Tab. 2: Isoëto-Nanojuncetea communities in the Serra da Estrela

Number in table	1234	567	89111111111122222222223333 012345678901234567890123	333 456	3334444444444444555555 7890123456789012345
<u>Juncetum nanae (1-4)</u>					
<i>Juncus perpusillus</i>	4645	...	.....	.....	.....
<i>Cicendietum filiformis (5-7)</i>					
<i>Cicendia filiformis</i>	443	.....	.....	.....	.....
<u>Molineriello laevis-Illecebretrum verticillati spergularietosum capillaceae(8-33)</u>					
<i>Illecebrum verticillatum</i>	...	...	548772.....7...2.28	.....	.....
<i>Hypericum humifusum</i>	...	...	5.5.22.....2.7.2.22	.....	.....
<i>Spergularia capillacea</i>	6872	...	5.2...522.2522322262.....	6	.....
<i>Spergularia rubra</i>	...	...	.....23222	.....	.....
<u>d association or syntaxa of higher rank</u>					
<i>Juncus capitatus</i>	425	44...5.644536.....3...2.	.....	.....	.....
<i>Juncus bufonius</i>	4.2	756.6633.33.75.258...3...23.	.....	.....	.....
<i>Sedum maireanum</i>	...	...	.....6.....7.....	.....	.....
<i>Mentha pulegium</i>	...	...	.....5.2.....2...722..	.....	.....
<i>Lythrum portula</i>	...	...	.....237852	.....	.....
<i>Juncus tenageia</i>	5	.....7.....4.....5.....7.	.....	.....	.....
<i>Radiola linoides</i>	3	.....234.....	.....	.....	.....
<u>BC Molineriella laevis-(Cicendion) (34-36)</u>					
<i>Molineriella laevis</i>	32	3.....4.34...32.....	898	23333433.63.2.5322	.....
<i>Holco gavanii-Bryetum alpini (37-55)</i>					
<i>Bryum alpinum</i>	26.2	352	2...3.2.5.3..53.2.....	2.	3338999998987879999
<i>Holcus gavanus</i>	...	...	.....2...2.....2.....	...	7837778786553333...
<u>d from other classes</u>					
<i>Juncus bulbosus</i>	6.52	...	.....2.....2...2.5	.....	.....
<i>Briza minor</i>	22.	...	.....	.....	.....
<i>Agrostis castellana</i>	2	352	2.3.35..353222552.2..33.2	2.	.....22
<i>Leontodon tuberosus</i>	5.	...	.....2...5.2...22.....2.	.....	.....
<i>Ceratodon purpureus</i>	...	...	3.2...2...5...2.2...3.	.....	.....
<i>Juncus effusus</i>	...	...	.....2.2.....352.2	.....	.....
<i>Chamaemelum nobile</i>	7	...	.....2...2...6.2...2.2.	.....	.....
<i>Lotus pedunculatus</i>	25.	...	.....2.2.2.....	.....	.....
<i>Juncus acutiflorus</i>	22.	...	.....3.....2	.....	.....
<i>Ornithopus perpusillus</i>	2.	2.2	.....65.....	25222.2.2.2	.....
<i>Montia amporitana</i>	...	...	.....2	.....532.2.2.22	.....
<i>Merendera montana</i>	...	...	.....	2.5.22222.2.2	.....
<i>Nardus stricta</i>	2.2.	...	.....	.....2...2.355	.....
<i>Narcissus bulbocodium</i>	...	...	.....	.....2...2.2.222	.....
<i>Ephebe lanata</i>	...	...	.....	.....223.3.2...2.	.....
<i>Sedum anglicum</i>	...	...	.....	.....2.322.5	.....
<i>Racomitrium heterostichum</i>	...	...	.....	222...2...3	.....
<i>Philonotis seriata</i>	...	...	.....	.....2...23.5	.....
<i>Racomitrium aciculare</i>	...	...	.....	.....22...22...2.2	.....
<i>Polytrichum piliferum</i>	...	...	.....	25...3...2	.....
<i>Ornithogalum concinnum</i>	...	...	.....	222...2	.....
<u>Companions</u>					
<i>Agrostis truncatula</i>	2.2	2..	22...2.2.22.3.3.....	525	2.2....22.232222..
<i>Polytrichum commune</i>	82.2	5..	2.3.....6.5.3...7.....	6.973..2.22336.3...	.....
<i>Polytrichum sp.</i>	5.	5.	.....7.....5.....	.....	.....3.....2
<i>Sedum arenarium</i>	...	...	.....2...2.....	5	.....2.....26
<i>Anthoxanthum aristatum</i>	...	...	.....6.2...3.....	2.2.....22.....5	.....
<i>Rumex angiocarpus</i>	...	...	.....2...2.....	3.....2.....2	.....
<i>Teesdalia nudicaulis</i>	...	...	.....2.....	22...2.....3	.....

Addenda Tab. 2 (in less than 4 relevés)

D. ass. or syntaxa of higher rank within Isoëto-Nanojuncetea:

Scirpus setaceus:5,2; 29,2; 30,5. *Gnaphalium uliginosum*:26,2; 31,5; 32,2. *Pohlia campotrachela*:8,3; 20,3; 28,7. *Antinoria agrostidea*:26,7; 27,7. *Archidium alternifolium*:2,2. *Anthoceros caucasicus*:28,2. *Riccia beyrichiana*:28,7. *Fossombronina pusilla*: 5,3. *Fossombronina* sp.:16,3. *Juncus pygmaeus*:32,2.

Other species:

Agrostis stolonifera:15,2. *Aira praecox*:17,2;18,2. *Alisma lanceolata*:31,2. *Allium roseum*:38,2. *Alnus glutinosa* seedling:28,2. *Anthemis arvensis*:25,2. *Apium nodiflorum*:12,2. *Arnoseris minima*:16,2; 37,2. *Aulacomnium androgynum*:50,2. *Aulacomnium palustre*:50,2. *Barbula convoluta*:7,2. *Bidens* sp.:12,2; 30,2; 31,2. *Brachythecium albicans*:45,2. *Bromus hordeaceus*:54,2. *Bryum* cf *mini*:7,2. *Bryum pseudotriquetrum*:26,2. *Callitriche* sp.:31,2. *Carex binervis*:15,1. *Carex leporina*:26,5. *Cephalozella* cf *rubella*:22,2. *Cephalozella* cf *stellulifera*:16,2. *Cerastium ramosissimum*:19,2. *Cladonia furcata*:38,3; 39,2; 53,2. *Cladonia gracilis*:37,2. *Coelocaulon aculeatum*:37,2; 53,2. *Conopodium majus*:37,2; 38,2. *Corrigiola telephiifolia*:20,2; 26,2; 28,2. *Crassula tillaea*:28,2. *Crocus carpetanus*:50,2. *Cyperus longus*:28,2; 29,6. *Danthonia decumbens*:6,2. *Dryptodon patens*:45,3. *Epilobium obscurum*:17,2. *Epilobium* sp.:28,2. *Erophila verna*:38,3. *Eurhynchium pulchellum*:45,2. *Festuca ampla*:17,2. *Festuca henriquesii*:49,2; 51,2. *Festuca rubra*:21,2. *Filago pyramidata*:13,2. *Fontinalis antipyretica*:50,2. *Gaudinia fragilis*:25,2. *Gladiolus illyricus*:38,2. *Glyceria declinata*:12,6. *Grimmia montana*:46,2. *Grimmia* sp.:48,2. *Herniaria lusitanica*:28,2. *Holcus lanatus*:12,7; 29,3. *Hyacinthoides hispanica*:38,2. *Hypericum linariifolium*:38,2. *Hypnum cupressiforme* s.l.:45,2. *Hypochaeris radicata*:5,2; 38,2; 46,2. *Juncus articulatus*:32,2. *Juncus heterophyllus*:33,2. *Juncus squarrosus*:46,2; 50,2; 52,2. *Leontodon taraxacoides*:13,2. *Linum bienne*:29,2. *Loffia minima*:38,2; 41,2; 53,2. *Marsipella sphacelata*:46,2. *Mentha suaveolens*:11,2; 12,2; 28,2. *Mibora minima*:53,2. *Micropryum tenellum*:37,3; 53,2; 55,2. *Moenchia erecta* ssp. *erecta*:7,2; 19,3. *Narcissus rupicola*:37,2. *Ornithopus pinnatus*:7,2. *Pedicularis lusitanica*:6,5. *Pedicularis sylvatica*:46,2; 51,2. *Philonotis fontana*:5,2; 49,5. *Philonotis* sp.:20,3; 51,6; 54,2. *Physcomitrium pyriforme*:28,2. *Plantago lanceolata*:23,2. *Poa annua*:13,2; 15,2; 55,2. *Pogonatum aloides*:49,2. *Polychidium muscicola*: 41,2. *Polygonum aviculare*:11,3; 25,2; 30,2. *Polygonum* sp.:12,2; 31,2. *Polytrichum juniperinum*:20,2; 37,2; 38,6. *Pseudocrossidium hornschuchiana*:7,2. *Pulicaria dysenterica*:29,2. *Racomitrium hespericum*:40,3; 50,2. *Racomitrium macounii*:49,3. *Ranunculus bulbosus* ssp. *alae*:49,2. *Ranunculus muricatus*:54,5. *Ranunculus ollisiponensis* ssp. *ollisiponensis*:38,2. *Ranunculus paludosus*:39,2; 44,2. *Sagina apetalas*:28,2. *Salix atrocinerea* (s):31,2; 32,2. *Scilla ramburei* ssp. *beirana*:16,2; 38,5; 44,2. *Sedum brevifolium*:34,2; 53,2. *Sedum pruvinatum*:37,5. *Sedum* sp.:28,2. *Serapias cordigera*:16,2. *Serapias lingua*:7,2. *Spergula arvensis*:31,2. *Spergula morisonii*:53,2. *Stellaria alsine*:17,2. *Tortula subulata*:45,2. *Trifolium glomeratum*:13,6. *Trifolium repens*:11,2; 12,5; 26,2. *Ulex minor* (j):18,2. *Vulpia bromoides*:54,2. *Vulpia* sp.:5,2; 19,2. *Wahlenbergia hederacea*:5,2; 6,2. *Xolantha guttata*:5,2; 48,2.

Nr. in table, running nr., year, month, utm 29TPE (* = 29TNP in stead), altitude (m), exposure, inclination (°):

01 389 95 7 152-648 1815	02 411 95 8 182-642 1900	03 420 95 8 182-666 1760
04 521 96 6 200-761 1360	05 543 96 6 333-852 1070 E	06 867 97 7 333-852 1070
07 660 97 5 413-865 700 E	08 845 97 6 210-739 1530	09 292 94 8 218-737 1490
10 800 97 6 275-832 1310	11 661 97 5 250-783 980	12 791 97 6 307-709 550
13 853 97 7 261-762 1110 W	14 914 97 7 175-755 1320	15 358 95 7 216-727 1495
16 806 97 6 365-875 1030 S	17 915 97 7 175-754 1320	18 935 97 7 310-862 1175
19 529 96 6 216-737 1490	20 809 97 6 292-832 1100 SE	1 21 306 94 8 199-647 1630
22 931 97 7 339-913 925	23 872 97 7 363-875 1030 S	4 24 918 97 7 201-750 1400
25 932 97 7 317-906 740 SW	3 26 535 96 6 153-700 1480 SE	5 27 448 95 8 152-693 1600
29 711 97 5 277-883 580	30 930 97 7 413-864 700	32 929 97 7 413-864 700 S
33 936 97 7 311-890 840 E	31 942 98 7 590-454 960	28 938 97 7 590-454 940
34 796 97 6 176-664 1845	35 828 97 6 140-675 1780 N	1 36 830 97 6 143-685 1600
37 784 97 6 268-653 1340 E	10 38 724 97 5 250-699 1340 NE	3 39 749 97 6 199-738 1445 W
40 425 95 8 201-653 1430 NE	41 453 95 8 157-700 1505 W	3 42 540 96 6 145-693 1540 SW
43 569 96 7 198-670 1430 SW	5 44 747 97 6 199-738 1445 W	3 45 891 97 7 162-660 1680 S
46 414 95 8 172-663 1770 S	1 47 896 97 7 146-657 1500 SW	3 48 531 96 6 155-702 1515 SW
49 410 95 8 182-642 1910 SE	50 50 419 95 8 185-668 1660 S	10 51 416 95 8 172-662 1750 SW
52 495 96 6 153-663 1800 S	53 496 96 6 201-749 1415 NE	5 54 750 97 6 213-738 1520 E
55 734 97 6 270-401 1090 N	30	

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	2	463-479	1999	Freiburg im Breisgau 23. September 1999
--	---------	---	---------	------	--

Verbreitung und Einnischung von Arten der Isoëto-Nanojuncetea in Griechenland

von

ERWIN BERGMEIER, Freiburg & THOMAS RAUS, Berlin*

Zusammenfassung: Flora und Vegetation von saisonalen Kleingewässern sowie trockenfallenden Fluss- und Seeufern in Griechenland werden erstmals umfassend dargestellt. Eine regional differenzierte Liste der kennzeichnenden Farn- und Blütenpflanzen dieser Lebensräume wird vorgelegt. Phänologisch-orographisch lassen sich drei Artengruppen unterscheiden: vernal-planar/kollin, vernal-kollin/montan, autumnal-planar/kollin. Eine synoptische Tabelle zeigt die Isoëto-Nanojuncetea-Vegetation dieser Lebensräume. Einstweilen lassen sich 12 Gesellschaften floristisch und ökologisch deutlich unterscheiden, die den Verbänden Radiolion, Nanocyperion, Heleochloo-Cyperion und Isoëtion zugeordnet werden können. Die standörtliche Einnischung der Arten wird durch ein Ökogramm dargestellt. Gesellschaftsbestimmende Faktoren sind Saisonalität, Höhenlage, Länge der Überstauung, Nährstoffgehalt und Bodenart.

Summary: A first comprehensive account on the vegetation of vernal pools and seasonally wet river banks and lake shores in Greece, including a list of indicative vascular plants and notes on their regional distribution, is presented. With regard to phenology and altitude three groups of species turn out: vernal/lowland, vernal/montane, and autumnal/lowland. A synoptic table of the Isoëto-Nanojuncetea vegetation (I-N) summarizes the floristic composition of the habitats given above. For the time being, 12 plant communities related to 4 alliances are classified using floristic characters. Ecology and distribution of the communities are briefly described. The associations *Myosuro-Ranunculetum lateriflori* Bergmeier & Raus ass. nov. and *Cypero pygmaei-Glinetum lotoidis* Mucina ass. nov. are described here as new syntaxa. Most other communities are mentioned for the first time for Greece. A diagram displays the presumed ecological preferences of selected I-N species. Concerning community differentiation within I-N in Greece, the following parameters are considered most important: seasonality, altitude, inundation period, nutrients and grain size of soil.

* Anschriften der Verfasser: Dr. ERWIN BERGMEIER, Institut für Biologie II/Geobotanik, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Schänzlestraße 1, D-79104 Freiburg. –

Dr. THOMAS RAUS, Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, Freie Universität Berlin, Königin-Luise-Straße 6-8, D-14191 Berlin

Einleitung

Neben trockenfallenden Flusssedimenten sind mediterrane temporäre Stillgewässer, im englischsprachigen Schrifttum meist als "vernal pools" bezeichnet, die wichtigsten Habitate für Arten der Vegetationsklasse der Isoëto-Nanojuncetea Br. – Bl. et Tx. ex Westhoff & al. 1946 (im folgenden als I-N abgekürzt) in Griechenland. In der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der Europäischen Union (Direktive 92/43/EU) gehören saisonale Kleingewässer zu denjenigen Habitattypen, die bei der Auswahl von Gebieten für das europaweite Schutzgebietssystem Natura 2000 prioritär zu berücksichtigen sind. In einem Handbuch zum griechischen Natura-2000-Projekt werden solche Habitate für nicht weniger als 50 Gebiete angegeben (DAFIS et al. 1996), einem Sechstel der in Griechenland insgesamt vorgeschlagenen Gebiete. Dieser Auswahl zufolge ist der ägäische Raum besonders reich an temporären Kleingewässern, während sie in den Regionen des Festlandes wenig und auf den Jonischen Inseln gar nicht repräsentiert sein sollen (Tab. 1). Die wenigen Angaben von saisonalen Kleingewässern für das südliche Festland und den Jonischen Raum reflektieren nach unserer Meinung freilich weniger Vorkommens- als vielmehr Kenntnislücken. Zu den meisten Vorkommen liegen ohnehin, wenn überhaupt, nur beiläufige Beobachtungen vor. So hat die vegetationskundliche Erforschung von I-N-Zönosen in Griechenland noch kaum begonnen, und das wenige detaillierte Material, das uns vorliegt, ist Stückwerk und nur zu geringen Teilen veröffentlicht. Auch die floristische Erfassung von Arten der I-N ist vergleichsweise unvollständig, da es sich meist um kleinwüchsige, leicht zu übersehende Pflanzen handelt oder ihre Hauptentwicklung außerhalb des für freilandtaxonomische Studien in Griechenland bevorzugten Zeitraums liegt.

I-N galten in der früheren pflanzensoziologischen Literatur als mitteleuropäisch-westmediterran (MOOR 1936: 28), eine pflanzengeographische Charakterisierung, die teilweise noch heute zitiert wird, obwohl die Existenz von Zwergbinsengesellschaften auch in Südosteuropa inzwischen vielfach belegt ist (HORVAT et al. 1974). Mit dem vorliegenden Beitrag wollen wir die zerstreute Literatur über griechische I-N-Arten und ihre Vegetation auswerten, die Informationsgrundlage durch bisher unveröffentlichte Daten verbessern, eine erste Synopsis und Interpretation präsentieren und zu dringend erforderlichen weiteren und intensiveren Studien anregen.

Tab. 1: Repräsentanz von mediterranen temporären Stillgewässern in Natura-2000-Gebieten Griechenlands (ausgewertet nach DAFIS et al. 1996).

Region	Nord-Griechenland	Mittel-Griechenland	Peloponnes	Kreta & Karpathos	Ägäische Inseln	Jonische Inseln	gesamt
Anzahl der Natura-2000-Gebiete	2	8	3	16	21	-	50

Material und Methoden

Als floristische Informationsquellen nutzen wir für die vorliegende Arbeit Herbarbelegdaten, die uns über die am Botanischen Institut der Universität Kopenhagen geführte Datenbank der Flora Hellenica zugänglich gemacht wurden (STRID in litt.). Weitere Daten lieferten unsere eigenen Geländebeobachtungen sowie die floristisch-pflanzengeographische Literatur (BABALONAS et al. 1995, BERG-

MEIER & MATTHÄS 1995, BÖHLING 1995, BORKOWSKY 1994, CARLSTRÖM 1987, GEORGIADIS et al. 1990, DROSSOS 1992, HALÁCSY 1900-1904, HANSEN & NIELSEN 1993, HAYEK 1924-1933, JAHN & SCHÖNFELDER 1993, JALAS & SUOMINEN 1972-1994, KOUMPLI-SOAVANTZI 1991, LAVRENTIADIS 1956, PAVLIDIS 1976, 1985, RAUS 1991, RECHINGER 1943, 1961, STRID 1986, STRID & TAN 1991, 1997, ZELTNER 1970).

Wichtigste Grundlage für Aussagen zur I-N-Vegetation Griechenlands sind 91 pflanzensoziologische Aufnahmen aus den folgenden Quellen (in Klammern neben dem Jahr der Veröffentlichung die Zahl der Aufnahmen): OBERDORFER (1952, 12), KRAUSE et al. (1963, 2), GRADSTEIN & SMITTENBERG (1977, 10), DE BOLÒS et al. (1996, 1), RAUS (1997, 9; sowie 2 unveröff.), MUCINA (27 unveröff.) und BERGMIEIER (28 unveröff.). Die Aufnahmen werden in einer pflanzensoziologischen Datenbank beim Erstautor gespeichert. Die Klassifizierung erfolgte TWINSPAN-gestützt durch ein Tabellenbearbeitungsprogramm. Datenbank- und Tabellenverwaltungs-Software wurden von S. Hennekens, Wageningen, erstellt.

Ergebnisse aus floristischen Auswertungen

In Tabelle 2 sind Gefäßpflanzenarten Griechenlands (nach GREUTER et al. 1984, 1986, 1989; TUTIN et al. 1968-1980, 1993; STRID & TAN 1997; sowie diverse unveröffentlichte Quellen) aufgeführt, die in anderen Teilen Europas übereinstimmend als Kenn- und Trennarten der I-N und ihrer Ordnungen und Verbände eingestuft werden (vgl. RIVAS-GODAY & BORJA CARBONELL 1961: 165-167, PIETSCH & MÜLLER-STOLL 1968, 1974, PIETSCH 1973a, 1973b, PHILIPPI 1977, OBERDORFER 1994, BORHIDI 1996: 47). Die hier von uns vertretene Einschätzung der pflanzensoziologischen Zugehörigkeit und der regionalen Differenzierung beruht auf unserer Kenntnis der Verbreitung und Freilandökologie der Taxa und auf Auswertung der Literatur. Ohne Anspruch auf floristische Vollständigkeit seien weitere Arten der griechischen Flora erwähnt, die ihren soziologischen Schwerpunkt in Bidentetea-, Isoëto-Littorelletea, Polygono arenastri-Poëtea annuae, Helianthemetalia guttati- oder Trifolio-Hordeetalia-Gesellschaften haben und die nicht selten auf I-N-Standorte übergreifen: *Alisma lanceolatum*, *Alopecurus aequalis*, *Amaranthus emarginatus* subsp. *emarginatus*, *Digitaria ischaemum*, *Hordeum geniculatum*, *Lotus angustissimus*, *L. conimbricensis*, *L. subbiflorus*, *Myosotis sicula*, *Poa jubata*, *Pholiurus pannonicus*, *Polypogon maritimus*, *P. monspeliensis*, *P. subspatheus*, *Pulicaria sicula*, *Ranunculus sceleratus*, *Trifolium filiforme*, *T. subterraneum*, *T. suffocatum*, *Verbena supina* sowie terrestrische Formen von *Callitriche* und *Ranunculus* sect. *Batrachium*. Bei besserer Einsicht in die vegetationsökologischen Verhältnisse des Landes sowie der Artenverbreitung wird die Liste zu modifizieren sein. I-N-relevante Bryophyta bleiben vorerst unberücksichtigt, da ihre regionale Verbreitung in Griechenland noch ganz unzureichend bekannt ist.

Herbarbelege lassen sich nicht nur pflanzengeographisch, sondern auch phänologisch auswerten. In Abbildung 1 werden Sammeldatum und Meereshöhe in Beziehung gesetzt. Es resultiert eine phänologisch-altitudinale Differenzierung, bei der sich drei Gruppen von I-N-Arten abzeichnen:

- vernal – planar/kollin,
- vernal – montan,
- autumnal – planar/kollin.

Tab. 2: Übersicht der Isoëto-Nanojuncetea-Arten Griechenlands und ihre regionale Verteilung.

Isoëto-Nanojuncetea-Arten	Regionen =>	NGr	MGr	Pel	Kre	Ägä	Jon
<i>Alopecurus creticus</i>		.	+	+	+	.	+
<i>Anagallis arvensis</i> ssp. <i>parviflora</i>		.	.	+	.	.	+
<i>Anagallis minima</i> (= <i>Centunculus minimus</i>)		.	.	+	.	+	+
<i>Antinoria insularis</i>		.	.	.	+	+	.
<i>Aphanes minutiflora</i>		+	.	.	+	+	.
<i>Bellis annua</i>		.	+	+	+	+	+
<i>Blackstonia acuminata</i> (= <i>B. serotina</i>)		.	+	+	+	+	+
<i>Blackstonia perfoliata</i>		+	+	+	+	+	+
<i>Centaurium maritimum</i>		.	+	+	+	+	+
<i>Centaurium pulchellum</i>		+	+	+	+	+	+
<i>Chenopodium chenopodioides</i>		+	+
<i>Cicendia filiformis</i>		+	.	+	.	+	+
<i>Corrigiola litoralis</i>		+	+	+	+	+	.
<i>Crepis pusilla</i>		.	.	+	+	+	.
<i>Cressa cretica</i>		+	+	+	+	+	+
<i>Crypsis aculeata</i>		+	+	+	+	+	+
<i>Crypsis alopecuroides</i> (= <i>Heleochloa alopecuroides</i>)		+	+	.	.	.	+
<i>Crypsis schoenoides</i> (= <i>Heleochloa schoenoides</i>)		+	+	+	+	+	.
<i>Cyperus difformis</i>		+	+	+	.	.	+
<i>Cyperus flavescens</i> (= <i>Pycurus flavescens</i>)		+	+	+	+	+	+
<i>Cyperus fuscus</i>		+	+	+	+	+	+
<i>Cyperus glaber</i> (= <i>Pycurus glaber</i>)		+	+	.	.	+	.
<i>Cyperus globosus</i> (= <i>Pycurus flavidus</i>)		.	.	.	+	.	.
<i>Cyperus hamulosus</i> (= <i>Dichostylis hamulosa</i>)		+
<i>Cyperus michelianus</i> (= <i>Dichostylis micheliana</i>)		+	+
<i>Cyperus pygmaeus</i> (= <i>Dichostylis pygmaea</i>)		+	+	.	.	.	+
<i>Damasonium alisma</i> (= <i>Damasonium polyspermum</i>)		+	+	+	.	+	.
<i>Elatine alsinastrum</i>		+	.	.	+	+	.
<i>Elatine macropoda</i>		.	.	+	.	+	+
<i>Eleocharis acicularis</i>		+
<i>Filago contracta</i> (= <i>Evax contracta</i>)		.	.	.	+	+	.
<i>Filago pygmaea</i> (= <i>Evax pygmaea</i>)		+	+	+	+	+	+
<i>Fimbristylis bisumbellata</i> (= <i>F. dichotoma</i>)		+	+	+	.	.	.
<i>Fimbristylis ferruginea</i> (= <i>F. sieberiana</i>)		.	.	.	+	+	.
<i>Glinus lotoides</i>		+	+	+	+	+	+
<i>Gnaphalium luteo-album</i>		+	+	+	+	+	.
<i>Gnaphalium uliginosum</i>		+	+
<i>Gypsophila muralis</i>		+	+
<i>Heliotropium supinum</i>		+	+	+	+	+	+
<i>Illecebrum verticillatum</i>		+	+
<i>Isoëtes duriei</i>		+	.
<i>Isoëtes histrix</i>		+	+	+	+	+	+
<i>Isoëtes velata</i>		.	.	.	+	.	.
<i>Isolepis cernua</i> (= <i>Scirpus savii</i>)		+	+	+	+	+	+
<i>Isolepis setacea</i> (= <i>Scirpus setaceus</i>)		+	+	+	.	+	+

Tab. 2, Fortsetzung

	Regionen ⇒	NGr	MGr	Pel	Kre	Ägä	Jon
Isoëto-Nanojuncetea-Arten							
<i>Juncus bufonius</i>		+	+	+	+	+	+
<i>Juncus capitatus</i>		+	+	+	+	+	+
<i>Juncus hybridus</i> (= <i>J. fasciculatus</i>)		+	+	+	+	+	+
<i>Juncus minutulus</i>		+	.	.	+	+	.
<i>Juncus pygmaeus</i>		.	+	+	.	+	.
<i>Juncus ranarius</i>		+	+
<i>Juncus sphaerocarpus</i>		+	.
<i>Juncus tenageia</i>		+	.	+	.	+	+
<i>Limosella aquatica</i>		+	+
<i>Lindernia dubia</i>		+	+
<i>Lindernia procumbens</i> (= <i>L. pyxidaria</i>)		+
<i>Ludwigia palustris</i>		+	+	+	+	+	+
<i>Lythrum borysthenicum</i> (= <i>Peplis hispidula</i>)		.	.	+	+	+	.
<i>Lythrum hyssopifolia</i>		+	+	+	+	+	+
<i>Lythrum portula</i> (= <i>Peplis portula</i>)		+	+
<i>Lythrum thymifolia</i>		.	+	+	.	.	+
<i>Lythrum tribracteatum</i>		+	+	+	.	+	+
<i>Marsilea aegyptiaca</i>		.	.	+	.	.	.
<i>Marsilea quadrifolia</i>		+
<i>Matricaria aurea</i>		.	.	.	+	.	.
<i>Montia arvensis</i> (= <i>M. fontana</i> ssp. <i>chondrosperma</i>)		+	+	+	+	+	.
<i>Myosurus minimus</i>		+	+	+	+	+	.
<i>Myosurus sessilis</i> (= <i>M. heldreichii</i>)		+	.
<i>Ophioglossum lusitanicum</i>		+	+	+	+	+	+
<i>Pilularia minuta</i>		+	.
<i>Plantago major</i> ssp. <i>intermedia</i>		+	+	+	+	+	+
<i>Potentilla supina</i>		+	.	+	.	+	.
<i>Pulicaria vulgaris</i>		+	+	+	+	+	+
<i>Radiola linoides</i>		+	+	+	+	+	.
<i>Ranunculus lateriflorus</i>		+	+	.	+	+	.
<i>Sagina apetala</i>		+	+	+	+	+	+
<i>Samolus valerandi</i>		+	+	+	+	+	+
<i>Schoenoplectus supinus</i> (= <i>Scirpus supinus</i>)		+	+
<i>Solenopsis laurentia</i> (= <i>Laurentia gasparrinii</i>)		.	.	+	+	+	+
<i>Solenopsis minuta</i> (= <i>Laurentia minuta</i>)		.	.	.	+	.	.
<i>Tillaea alata</i> (= <i>Crassula alata</i>)		.	.	+	+	+	.
<i>Tillaea muscosa</i> (= <i>Crassula tillaea</i>)		+	+	+	+	+	+
<i>Tillaea vaillantii</i> (= <i>Bulliardia vaillantii</i>)		.	.	+	+	+	.
<i>Trifolium omithopodioides</i>		.	.	.	+	.	.
<i>Veronica acinifolia</i>		+	+	+	+	.	+
<i>Veronica anagalloides</i>		+	+	+	.	+	+
<i>Veronica oetaea</i>		.	+

Regionalschlüssel:

- NGr - Nord-Griechenland (= NE, NC, NPi, SPi sensu Flora Hellenica)
- MGr - Mittel-Griechenland (= EC, StE sensu Flora Hellenica)
- Pel - Peloponnes & Kithira (= Pe sensu Flora Hellenica)
- Kre - Kreta & Karpathos (= KK sensu Flora Hellenica)
- Ägä - Ägäische Inseln (excl. KK) (= NAe, WAe, Kik, EAe sensu Flora Hellenica)
- Jon - Ionische Inseln (excl. Kithira) (= Iol sensu Flora Hellenica)

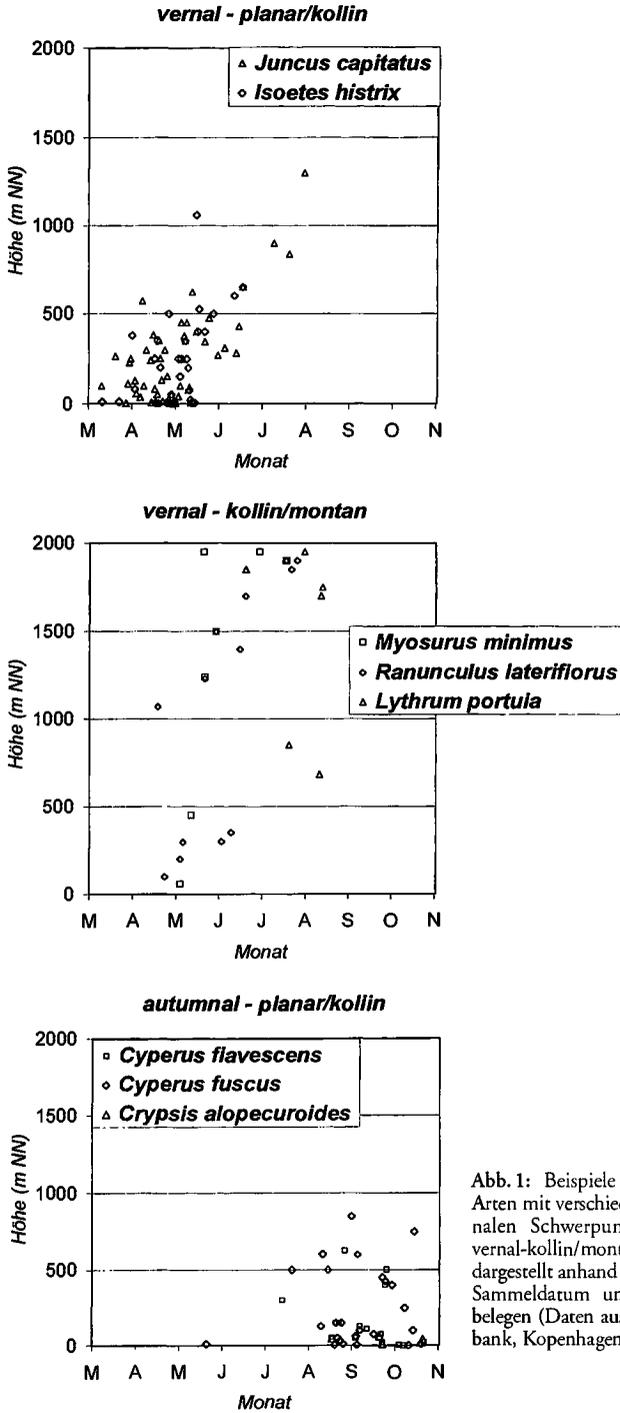


Abb. 1: Beispiele von Isoëto-Nanojuncetea-Arten mit verschiedenen phänologisch-altitudinalen Schwerpunkten: vernal-planar/kollin, vernal-kollin/montan, autumnal-planar/kollin; dargestellt anhand der Verteilung der Parameter Sammeldatum und Höhenlage bei Herbarbelegen (Daten aus der Flora-Hellenica-Datenbank, Kopenhagen).

Taxonomisch verwertbare Sammeltätigkeit setzt voraus, dass Belege gewöhnlich während der Blüte- und Fruchtzeit der betreffenden Art herbarisiert werden. Das Sammeldatum ist daher ein wenn auch unscharfer, so doch quasi phänologisch determinierter Zeitpunkt. Die Sammeltauglichkeit ist artspezifisch und auf einen mehr oder weniger engen phänologischen Zeitrahmen beschränkt.

Auffällig ist die saisonale Differenzierung in vernal oder autumnal entwickelte Arten, die sich in den Tieflagen besonders deutlich abzeichnet. Die Mehrzahl der vernalen und alle autumnalen Arten bevorzugen küstennahe Gebiete und erreichen nur selten Höhenlagen oberhalb 1000 m ü. NN. Mit zunehmender Höhe sind sie in bezeichnender Weise phänologisch verzögert. Eine kleine Gruppe von I-N-Arten wird in Griechenland jedoch vorwiegend in montanen Lagen oberhalb 1000 m ü. NN. gefunden, wenn sie auch in der Kollinstufe des Festlandes und der größeren ägäischen Inseln nicht völlig fehlt. Neben den in Abb. 1 angegebenen Arten *Ranunculus lateriflorus*, *Myosurus minimus* und *Lythrum portula* gehört auch der einzige Lokalendemit unter den griechischen I-N-Arten zu dieser Gruppe vernal-montaner Arten – es ist die bisher nur vom mittelgriechischen Itri-Gebirge bekannte und erst 1978 beschriebene *Veronica oetaea* aus dem Verwandtschaftskreis der *V. acinifolia* (GUSTAVSSON 1978).

Ergebnisse aus pflanzensoziologischen Untersuchungen

Die tabellarische Klassifizierung von Aufnahmen der I-N Griechenlands (Tab. 3) belegt die Existenz von einstweilen 12 floristisch markant differenzierten Vegetationseinheiten. Die Namen der Gesellschaften, ihre syntaxonomische Stellung und ihre Verbreitung in Griechenland zeigt Tabelle 4. Einheiten, deren Abgrenzung und Status noch unzureichend bekannt sind oder die bislang nur von einem Ort belegt sind, werden als Gesellschaften ohne Assoziationsrang eingestuft. Die Zuordnung der Gesellschaften zu höheren syntaxonomischen Einheiten wie auch die Nomenklatur der Syntaxa wird mit verbesserter Kenntnis der Situation in der Gesamt-Mediterraneis zu modifizieren sein.

Spalte 1 in Tabelle 3 umfaßt eine Gesellschaft mit vernal-montanem Charakter, in der *Ranunculus lateriflorus* und *Myosurus minimus* bezeichnende Arten sind. Zwar liegen nur 2 Aufnahmen von skelettreichen Geländemulden aus dem Serpentingebiet des Niederen Olympos vor (BERGMEIER, unveröff.), doch kann man aus Florenlisten von GUSTAVSSON (1978: 23) und EGLI (1993: 163, 166) auf die Existenz ganz ähnlich zusammengesetzter Vegetationsbestände in Schmelzwasserpflanzen und Dolinen mittelgriechischer bzw. kretischer Hochgebirge schließen. Als Typusaufnahme der hier als Myosuro-Ranunculetum lateriflori ass. nov. beschriebenen Assoziation wird die folgende ausgewählt: Bergmeier, Orig.-Aufn. 289/85: Griechenland, Nomos Pieria, Kato Olimbos, östl. Kallipefki, N39°59'/E22°30', 1240 m ü. NN; durchfeuchtete Schmelzwassersenke in Serpentinflur; 24. 5. 1985; Probestfläche 0,2 m², 60 % Bedeckung; *Ranunculus lateriflorus* 3, *Myosurus minimus* 1, *Gypsophila muralis* 1, *Polygonum arenastrum* 2, *Herniaria glabra* 2, *Convolvulus arvensis* +, *Poa annua* +, *Nostoc* spec. v. Die Assoziation kann wie die folgende Vegetationseinheit am besten dem Radiolion linoidis (Rivas-Goday 1961) Pietsch 1973 angeschlossen werden, obwohl PIETSCH (1973a) den unscheinbar blühenden Hahnenfuß *Ranunculus lateriflorus* als Kennart des westmediterranen Preslionverbandes sieht. Der Verband Radiolion wird damit erstmals für Griechenland belegt.

Tab. 3: Synoptische Tabelle der Isoëto-Nanojuncetea-Vegetation Griechenlands (gekürzt). Bezeichnung und Status der Vegetationseinheiten in Tabelle 4. Stetigkeit der Arten bei mehr als 4 Aufnahmen in %. Mit fettem Schrifttyp: Kennarten.

Spalte Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Anzahl der Aufnahmen	2	1	2	6	9	5	7	19	12	1	16	9
<i>Ranunculus lateriflorus</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myosurus minimus</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum arenastrum</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hemiaria glabra</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gypsophila muralis</i>	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthemis cotula</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	.	1	.	.	.	.	.	8	.	.	.	.
<i>Veronica acinifolia</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cyperus fuscus</i>	.	.	2	100	100	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus articulatus</i>	.	.	2	83	22	.	.	8	.	.	.	.
<i>Polypogon viridis</i>	.	.	2	67	22	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cyperus flavescens</i>	.	.	2	.	100	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sagina procumbens</i>	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica anagalloides</i>	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago major</i> ssp. <i>intermedia</i>	.	1	1	.	67	.	.	.	.	.	.	.
<i>Persicaria maculosa</i>	.	.	1	.	67	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centaurium pulchellum</i>	.	1	.	83	11	.	.	.	.	.	.	11
<i>Blackstonia perfoliata</i>	.	.	.	83	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Samolus valerandi</i>	.	.	.	67	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fimbristylis bisumbellata</i>	.	.	.	83	100	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pulicaria vulgaris</i>	.	.	.	17	44	.	.	.	.	.	.	.
<i>Paspalum paspalodes</i>	100	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cyperus rotundus</i>	78	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salix purpurea</i> (Keiml.)	67	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica beccabunga</i>	56	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lycopus europæus</i>	56	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eragrostis minor</i>	78	40	.	.	.	.	.	.
<i>Crypsis alopecuroides</i>	89	40	.	63	.	.	.	.
<i>Polypogon monspeliensis</i>	.	.	.	50	.	60	.	.	.	.	.	.
<i>Aeluropus litoralis</i>	100	.	.	.	.	.	.
<i>Crypsis aculeata</i>	100	.	.	.	.	.	.
<i>Crypsis schoenoides</i>	60	.	.	.	.	.	.
<i>Centaurium spicatum</i>	60	.	.	.	.	.	.
<i>Eleocharis palustris</i>	60	.	58	.	.	.	.
<i>Heliotropium supinum</i>	40	100	.	.	.	.	.
<i>Gilnius lotoides</i>	20	86	100	.	.	.	.
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	71	.	.	.	.	.
<i>Cyperus michelianus</i> s.l. (* <i>C.pygmaeus</i>)	44	.	.	95*	.	.	.	.
<i>Alisma lanceolatum</i>	63	.	.	.	.
<i>Linum bienne</i>	75	.	.	.
<i>Aira elegantissima</i>	75	.	.	.
<i>Isoetes histrix</i>	75	.	.	.
<i>Isolepis cernua</i>	67	.	.	.
<i>Carex flacca</i> ssp. <i>serrulata</i>	58	.	.	.
<i>Juncus capitatus</i>	67	.	.	.
<i>Vulpia ciliata</i>	58	.	.	.
<i>Centaurium maritimum</i>	58	.	.	.
<i>Radloia linoides</i>	33	.	.	.

Tab. 3, Fortsetzung

Spalte Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Anzahl der Aufnahmen	2	1	2	6	9	5	7	19	12	1	16	9
<i>Montia arvensis</i>	1	.	.
<i>Ranunculus ficaria</i> ssp. <i>chrysocephalus</i>	1	.	.
<i>Ranunculus paludosus</i>	1	.	.
<i>Tillaea vaillantii</i>	100	.
<i>Polygonum maritimum</i> s.l.	37	.
<i>Tillaea aiata</i>	6	100
<i>Trifolium suffocatum</i>	6	89
<i>Filago cretensis</i>	56
<i>Crepis pusilla</i>	56
<i>Polycarpon tetraphyllum</i>	56
<i>Phleum crypsoides</i>	56
<i>Erophila praecox</i>	56
<i>Sagina maritima</i>	31	78
<i>Juncus hybridus</i>	37	44
<i>Plantago weldenii</i>	.	.	.	17	.	80	.	.	.	1	25	78
<i>Lythrum hyssopifolia</i>	.	.	.	50	.	40	.	.	.	.	56	11
<i>Anagallis arvensis</i> (incl. ssp. <i>parviflora</i>)	.	1	.	50	.	.	.	.	50	.	12	11
<i>Juncus bufonius</i>	.	1	.	67	.	.	.	.	75	.	.	.
<i>Scirpoides holoschoenus</i>	.	.	.	33	56	.	.	.	17	1	.	.

Autoren und Quellen

Spalte 1: 2 Aufn. BERGMEIER, unveröff., 1240 m, Kato Olimbos, Nordost-Thessalien; 2: 1 Aufn. BERGMEIER, unveröff., 1000 m, Kato Olimbos, Nordost-Thessalien; 3: 2 Aufn. RAUS, unveröff., 550 m, Mavrovouni, Ost-Thessalien; 4: 5 Aufn. OBERDORFER, 1 Aufn. K. WALTHER (OBERDORFER 1952, Tab. 11), Makedonien; 5: 9 Aufn. RAUS 1997, 10-20 m, Pinos-Delta, Ost-Thessalien; 6: 4 Aufn. OBERDORFER, 1 Aufn. K. WALTHER (OBERDORFER 1952, Tab. 10), Makedonien; 7: 6 Aufn. L. MUCINA, unveröff., Korfu, und 1 Aufn. OBERDORFER 1952, S. 346, Makedonien; 8: 19 Aufn. L. MUCINA, unveröff., Korfu; 9: 2 Aufn. L. MUCINA, unveröff., Korfu, 9 Aufn. GRADSTEIN & SMITTENBERG 1977, Tab. 8, West-Kreta; 1 Aufn. BOLÒS et al. 1996, S. 113, Kefallinien; 10: 1 Aufn. GRADSTEIN & SMITTENBERG 1977, S. 84, 1100 m, West-Kreta; 11: 16 Aufn. BERGMEIER, unveröff., 50-250 m, Insel Gavdos, Süd-Ägäis; 12: 9 Aufn. BERGMEIER, unveröff., Insel Gavdos, Süd-Ägäis.

Spalte 2 repräsentiert eine Gesellschaft mit *Gypsophila muralis*, die in einer feuchten Ackerstelle um 1000 m ü. NN in Nordost-Thessalien gefunden und mit einer Aufnahme belegt wurde (BERGMEIER, unveröff.). Die Gesellschaft unterscheidet sich floristisch und ökologisch nur wenig von Beständen Zentraleuropas (die von TÄUBER in diesem Band als *Junco bufonii*-Gypsophiletum muralis bezeichnet werden) und wird daher provisorisch zu dieser Assoziation gestellt.

Während es sich bei den ersten beiden Gesellschaften um vernal-montane Cyperetalia fuscii-Einheiten handelt, repräsentieren die Spalten 3-8 Vegetationstypen von autumnal-planar/kollinalem Charakter. Von diesen erreicht eine Einheit mit den thermisch anspruchslosesten Nanocyperion-Arten *Cyperus fuscus* und *C. flavescens* (sub)montane Lagen (Spalte 3). Sie wird bisher nur von RAUS (unveröff.) mit zwei Aufnahmen belegt, ist aber wohl weit verbreitet.

Die einzigen Aufnahmen der Nanocyperion-Einheit in Spalte 4 verdanken wir OBERDORFER (1952). Er fand die Bestände in der Umgebung Thessalonikis und gibt sommerfeuchte Sande als Habitat an. Der Name der Gesellschaft ist *Fimbristylido bisumbellatae*-Cyperetum fuscii (Name durch RAUS 1997 korrigiert). Leider spielen die im Vergleich zu den übrigen griechischen Cyperetalia-Einheiten kennzeichnenden Arten *Blackstonia perfoliata*, *Samolus valerandi* und *Centaureum pulchellum* im Namen keine Rolle. Die Gesellschaft hat durch eben diese Arten enge Beziehungen zu den aus Mitteleuropa beschriebenen Assoziationen *Erythraeo-Blackstonietum* Oberdorfer 1957 und *Samolo-Cyperetum fuscii* Müller-Stoll &

Pietsch 1985 (siehe PIETSCH 1973a, PHILIPPI 1977, MÜLLER-STOLL & PIETSCH 1985). Vermutlich bilden alle gemeinsam geographische Vikarianten einer vielgestaltigen, weitverbreiteten und ökologisch variablen Assoziation.

Spalte 5 umfaßt das Dichostylido-Fimbristylidetum bisumbellatae, eine Nanocyperion-Gesellschaft, die von RAUS (1997) ausführlich dargestellt und diskutiert wurde. Die Gesellschaft ist an Flussläufen und in Deltas Nord- und Mittelgriechenlands auf sandigen Alluvionen verbreitet.

Im Vergleich zur Nanocyperion-Vegetation besiedeln die ebenfalls autumnal einigenischen Heleochloo-Cyperion-Gesellschaften der Spalten 6-8 stärker nitrophytische und halophytische Teichböden und Flussufer mit schlammigem oder sandigem Grund (PIETSCH 1973a). Das Crypsido-Heleochloetum schoenoidis ist eine Gesellschaft, die OBERDORFER (1952) vom Vardar-Delta in Makedonien beschreibt. Die Benennung dieser durch *Crypsis aculeata* und *C. schoenoides* gut gekennzeichneten Einheit als Assoziation erfolgte durch PIETSCH (1973a: 424). Sie ist seit OBERDORFER in Griechenland noch nicht weiter erforscht worden und ist durch landwirtschaftliche Umgestaltung von Deltagebieten vermutlich zurückgegangen, tritt aber auf vernachlässigten oder nicht mehr bestellten ehemaligen Reisfeldern in Meeresnähe wohl regelmäßig auf (so zum Beispiel im Küstenhof zwischen Katerini und Thessaloniki, RAUS obs.). In den vorliegenden 5 Aufnahmen von küstennahen Orten deutet die hohe Präsenz von *Aeluropus littoralis* auf erheblichen Salzeinfluss hin.

Die ebenfalls von OBERDORFER (1952) aus Makedonien erwähnten artenarmen *Heliotropium supinum*-*Glinus lotoides*-Bestände (Spalte 7) wurden neuerdings von MUCINA (unveröff.) auch von trockenengefallenen Teichböden der Jonischen Insel Korfu (Kerkira) nachgewiesen. Die Gesellschaft wächst dort im Kontakt zu *Bolboschoenus*-Röhrichtern.

An ähnlichen Standorten, doch auf den Skotini-See von Korfu beschränkt, wachsen Heleochloo-Cyperion-Bestände mit *Cyperus pygmaeus* (oft als Unterart von *C. michelianus* aufgefaßt und daher in der Literatur nicht immer eindeutig von letzterer zu trennen). MUCINA beschreibt die Gesellschaft hier als Assoziation (Cypero pygmaei-Glinetum lotoidis ass. nov.) mit folgender Typusaufnahme: Mucina, Orig.-Aufn. 446: Kerkira, Skotini-See, To Chorio; schwerer lehmiger Boden; 31. 10. 1994; 9 m², Bedeckung 70%; *Cyperus pygmaeus* 4, *Glinus lotoides* 2b, *Crypsis alopecuroides* 2a, *Eleocharis palustris* 2m, *Alisma lanceolatum* +. MUCINAS unveröffentlichtes Material dieses Vegetationstyps umfaßt 19 Aufnahmen (Spalte 8) und läßt eine Differenzierung in *Crypsis*-reiche Bestände und solche ohne dieses einjährige Gras, doch mit *Verbena supina*, erkennen. Letztere bilden den floristisch-ökologischen Übergang zu südosteuropäischen Bidentetea-Einheiten, die unter dem Namen Verbenion supinae durch SLAVNIC (1951) beschrieben wurden und nach ihrer phänologischen und ökologischen Präferenz oft mit autumnalen Heleochloo-Cyperion-Beständen verzahnt sind (PIETSCH 1973b: 284).

Von Spalte 8 nach 9 erfolgt ein gravierender floristischer Sprung. Phänologisch verzeichnen wir einen Wechsel von autumnalen zu vernalen Phytozönosen und syntaxonomisch von den Cyperetalia fuscii zu den Isoëtetalia. Spalte 9 repräsentiert dabei die im Mittelmeergebiet wohl am weitesten verbreitete Isoëtion-Assoziation, das Isoëtetum histricis Br.-Bl. 1935. Die Bestände mit *Isoëtes histrix* kennzeichnen flache saisonale Mulden, die im Winter wassergefüllt sind ("vernal pools") und im Frühjahr vollständig austrocknen. Aus Griechenland gibt es Aufnahmen von den Inseln Korfu (MUCINA unveröff.), Kreta (GRADSTEIN & SMITTENBERG 1977), Kefallinia (BOLÖS et al. 1996) und Euböa (KRAUSE et al. 1963). Die Zahl der annu-

Tab. 4: Isoëto-Nanojuncetea-Gesellschaften Griechenlands, ihre syntaxonomische Stellung und regionale Verbreitung.

Spalte Nr. in Tab. 3	Name der Gesellschaft	Syn-taxonomische Stellung	Vorkommen in Regionen Griechenlands nachgewiesen (+) oder zu vermuten (?)					
			NGr	MGr	Pel	Kre	Ägä	Jon
1	<i>Myosuro-Ranunculetum lateriflori</i> ass. nov.	Radiolion linoidis (Rivas-Goday 1961)	+	+	?	?	?	
2	<i>Junco bufonii-Gypsophiletum muralis</i> (Ambroz 1939) Pietsch 1996	Pietsch 1973	+	?				
3	<i>Cyperus fuscus-Cyperus flavescens</i> -Gesellschaft	Nanocyperion-Basalges.	?	+	?	?	?	?
4	<i>Fimbristylido bisumbellatae-Cyperetum fusci</i> Oberdorfer 1952 nom. corr. Raus 1997	Nanocyperion flavescens W. Koch ex Libbert 1932	+	?	?			?
5	<i>Dichostylido-Fimbristylidetum bisumbellatae</i> Horvatic 1954 nom. corr. Raus 1997		+	+	?			
6	<i>Crypsido-Heleochoetum schoenoidis</i> Oberdorfer ex Pietsch 1973	Heleochoo-Cyperion Pietsch & Müller-Stoll 1968	+	?				
7	<i>Heliotropium supinum-Glinus lotoides</i> -Gesellschaft		+	?			?	+
8	<i>Cypero pygmaei-Glinetum lotoidis</i> ass. nov. (Mucina hoc loco)		?	?				+
9	<i>Isoëtetum histicris</i> Br.-Bl. 1935	Isoëtion Br.-Bl. 1931	?	+	+	+	+	+
10	<i>Montia arvensis</i> -Gesellschaft	Isoëto-Nanojuncetea (Basalges.)	?	?	?	+	?	
11	<i>Tillaea vaillantii</i> -Gesellschaft	Isoëtion Br.-Bl. 1931			?	+	?	
12	<i>Tillaea alata-Crepis pusilla</i> -Gesellschaft	Isoëtion ?				+	+	

Regionalschlüssel:

- NGr - Nord-Griechenland (= NE, NC, NPi, SPi sensu Flora Hellenica)
- MGr - Mittel-Griechenland (= EC, SE sensu Flora Hellenica)
- Pel - Peloponnes & Kithira (= Pe sensu Flora Hellenica)
- Kre - Kreta & Karpathos (= KK sensu Flora Hellenica)
- Ägä - Ägäische Inseln (excl. KK) (= NAe, WAe, Kik, EAe sensu Flora Hellenica)
- Jon - Ionische Inseln (excl. Kithira) (= Iol sensu Flora Hellenica)

ellen Begleitarten ist meist hoch und je nach Kontaktvegetation recht unterschiedlich. Artenverbindungen, die auf das Isoëtetum schließen lassen, sind auch vom Festland, besonders den küstennahen Regionen, und vielen anderen Inseln bekannt. KÜRSCHNER & PAROLLY (1999) haben die Assoziation soeben in der West-Türkei gefunden und erstmals belegt.

Die Einzelaufnahme (Tab. 3, Spalte 10) einer *Montia arvensis*-Vergesellschaftung von Kreta (GRADSTEIN & SMITTENBERG 1977: 84) ist keiner Assoziation und nicht einmal einer der beiden Ordnungen zugehörig. Sie kann als Basalgesellschaft der I-N gelten. Uns ist *Montia arvensis* vom griechischen Festland von wenigen Thero-

phyten-Beständen winternasser Standorte im syntaxonomischen Übergang zwischen Isoëtetalia (oder Radiolion) und Helianthemetalia guttati bekannt.

Tillaea vaillantii ist in Griechenland auf den ägäischen Raum beschränkt. Die Art kennzeichnet relativ lange überstaute Hohlformen. Uns liegen Aufnahmen mit dieser Art von der Insel Gavdos südlich Kreta vor (BERGMEIER, unveröff.; Spalte 11). Artenarme, oft einartige *Tillaea*-Bestände findet man in den spät, das ist Anfang bis Mitte April, austrocknenden Karstümpeln. Es handelt sich um einen ökologischen Grenzfall für Isoëtetalia-Gesellschaften. Denn liegt der Zeitpunkt der Austrocknung noch später, so besiedeln statt ihrer Zannichellion- oder *Chara*-Gesellschaften den Standort. Trocknen die Tümpel früher aus, wurde eine Ausbildung mit *Tillaea vaillantii* und *Polygogon maritimum* s.l. und mit deutlich höherer durchschnittlicher Artenzahl gefunden.

Noch flachere, früher als Anfang März abtrocknende Senken bieten einer Gesellschaft mit *Tillaea alata*, *Trifolium suffocatum* und *Crepis pusilla* Raum (Spalte 12). Wir haben Artenverbindungen mit einer oder mehreren dieser Arten auch in Lehmpannen Kretas und auf Karpathos (bis etwa 1000 m ü. NN) notiert, oft assoziiert mit einer Reihe von Annuellen der Thero-Brachypodieta. Auch dieses ist also ein ökologisches Grenzhabitat der I-N, bei dem im vorliegenden Fall einstweilen offenbleiben muß, ob es sich um eine Gesellschaft des Isoëtion oder der Helianthemetalia guttati handelt. Eine Fassung der in den Spalten 11 und 12 repräsentierten Gesellschaften als Assoziationen soll zunächst unterbleiben, solange sie nur von einer Insel belegt sind und die Gesamtverbreitung und regionale Differenzierung ungeklärt ist. Vergleicht man die Repräsentanz der griechischen I-N-Arten (Tab. 2) in den durch Vegetationsaufnahmen dokumentierten Beständen dieser Klasse (Tab. 3), so zeigt sich, dass die Ökologie und syntaxonomische Stellung zahlreicher Arten bisher noch durch keine Aufnahme erhellt wird. Für eine Reihe davon liegen allerdings Listen gemeinsam notierter Arten (in der Literatur oder unveröffentlicht in Feldbüchern) vor, die versuchsweise in das pflanzensoziologisch definierte Netz von Syntaxa eingefügt wurden (Tab. 5). Hier zeigt sich eine recht gute Korrelation. So deuten die Angaben von GUSTAVSSON (1978) und EGLI (1993) auf eine weite Verbreitung von Radiolion-Gesellschaften in griechischen Gebirgen, neben anderen vermutlich das Myosuro-Ranunculetum lateriflori. Wir selbst kennen Nanocyperion-Artenverbindungen von verschiedenen Flussläufen Nordgriechenlands. BABALONAS et al. (1995: 116) führen in einer Namensliste zur griechischen Dünen- und Salzmarschenvegetation eine Gesellschaft auf, in der *Crypsis aculeata*, *Cressa cretica* und *Damasonium alisma* vorkommen und die sie zum Cresso-Crypsidetum aculeatae Gehu et al. 1990 stellen. Es handelt sich möglicherweise um eine weitere Heleochoo-Cyperion-Einheit, die zur stärker salzbeeinflussten Frankenieta-Vegetation überleitet. Als zumindest teilweise dem Isoëtetum entsprechende Vergesellschaftungen deuten wir Artenlisten von JAGEL (1992) und RAABE (in litt.) von der Peloponnes. Ebenfalls als Isoëtion-Einheiten, die wahrscheinlich unseren *Tillaea*-Gesellschaften nahestehen, stufen wir die Vegetation der "vernal pools" auf den Inseln Psathura (Nördliche Sporaden) und Ajos Evstratios (Nord-Ägäis) ein, über die SNOGERUP et al. (1980: 146) und SNOGERUP & SNOGERUP (1991: 530) berichten. Sie sind bemerkenswert durch floristische Raritäten wie *Pilularia minuta* und *Myosurus sessilis* (*M. heldreichii*). SNOGERUP et al. (1980) vermuten, dass die Kleingewässer von Psathura mit ihren isolierten Vorkommen von I-N-Arten, die auf den übrigen Sporaden-Inseln fehlen, während eines langen Zeitraums floristisch ungesättigt waren (oder noch sind?) und durch postglaziale Fernausbreitung besiedelt wurden. BERGMEIER (1999) vermutet für Arten der Karsthohlformen von

Gavdos wie *Matricaria aurea* und *Callitriche pulchra*, die in der libyschen Cyrenaika nachgewiesen sind, hingegen in Griechenland einschließlich Kretas sonst fehlen, an den Kleintümpeln rastende Zugvögel als Vektoren der Diasporen.

Tab. 5: Isoëto-Nanojuncetea-Arten in der griechischen Vegetation auf floristischer und pflanzensoziologischer Grundlage. Bei pflanzensoziologischen Quellen Stetigkeit in %, bei floristischen Quellen (Artenlisten) Präsenz (x).

Quelle/Autor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Spalte Nr. (wie in Tab. 3 und 4)	1	2	3	4	5							6	7	8	9				10	11	13				
Anzahl der Aufnahmen (a: Artenliste)	a	2	a	a	1	2	6	9	a	a	a	5	7	8	9	12	a	2	a	1	16	9	a	a	a
<i>Lythrum portula</i>		x																							
<i>Lythrum thymifolia</i>		x																							
<i>Limosella aquatica</i>		x																							
<i>Veronica celtica</i>		x																							
<i>Platanus latifolia</i>		x	2	x																					
<i>Myosurus minimus</i>		x	2	x	x																				
<i>Eclipta albastrum</i>			x																						
<i>Trifolium ornithopodioides</i>			x	x																					
<i>Gnaphalium uliginosum</i>		x				1					x					8									
<i>Gypsophila muralis</i>			2																						
<i>Veronica acinifolia</i>						1																			
<i>Veronica anagalloides</i>						2																			
<i>Cyperus fuscus</i>						2	100	100	x	x	x														
<i>Centaureum pulchellum</i>				1			83	11														11			
<i>Blackstonia perfoliata</i>							83																		
<i>Samoilus valerandi</i>							67																		
<i>Fimbristylis bisumbellata</i>							83	100	x	x	x														
<i>Pulicaria vulgaris</i>							17	44	x																
<i>Cyperus flavescens</i>						2		100	x	x	x														
<i>Plantago major intermedia</i>			1	1			67																		
<i>Potamogeton amplifolius</i>									x																
<i>Lindernia dubia</i>										x															
<i>Cyperus difformis</i>										x															
<i>Cyperis alopaeuroides</i>							89				x		40		63										
<i>Cyperis aculeata</i>												100													
<i>Cyperis schoenoides</i>					x							60													
<i>Helictotriton supinum</i>												40	100												
<i>Glinus lotoides</i>												20	86	100											
<i>Cyperus michelianus et pygmaeus</i>							44			x				95											
<i>Isoetes histrix</i>														75	x	2	x								
<i>Isolepis canua</i>														67	x	x	x								
<i>Juncus capitatus</i>														67	x	2	x								
<i>Centaureum maritimum</i>														58		2									x
<i>Radiola linoides</i>				x										33	x										
<i>Anagallis minima</i>															x										
<i>Juncus tenagela</i>															x										
<i>Solanopsis laurentia</i>																x	2								
<i>Juncus pygmaeus</i>																x									
<i>Cicendia filiformis</i>																x									
<i>Ophioglossum lusitanicum</i>																x									
<i>Marsilea egyptiaca</i>																x									
<i>Montia arvensis</i>																						1			
<i>Tillaea vaillantii</i>																						100			x
<i>Matricaria aurea</i>																						18			
<i>Tillaea alata</i>																						6	100		
<i>Crepis pusilla</i>																							56		
<i>Juncus hybridus</i>				x																		37	44	x	x
<i>Lythrum borysthenicum</i>																							x	x	x
<i>Tillaea muscosa</i>																								x	x
<i>Ptilularia minuta</i>																								x	x
<i>Myosurus sessilis</i>																								x	x
<i>Isotria medeolae</i>																									x
<i>Aphenas minutiflora</i>																									x
<i>Juncus bulbosus</i>				x	1		67							75		1								x	x
<i>Lythrum hyssopifolia</i>							50					40										56	11	x	x
<i>Beils annua</i>														17								6		x	x
<i>Sagina apetala et maritima</i>													25									1	31	78	x

Autoren und Quellen

Spalte 1: GUSTAVSSON 1978, 1850-1950 m, Mt. Ili, Sterea Ellas; 2: 2 Aufn. BERGMAYER, unveröff., 1240 m, Kato Olimbos, Nordost-Thessalien; 3: EGLI 1993, 1060 m, Levka Ori, Kreta; 4: EGLI 1993, 1330 m, Dikti, Kreta; 6: 1 Aufn. BERGMAYER, unveröff., 1000 m, Kato Olimbos, Nordost-Thessalien; 6: 2 Aufn. RAUS, unveröff., 550 m, Mavrovouni, Ost-Thessalien; 7: 5 Aufn. OBERDORFER, 1 Aufn. K. WALTHER (OBERDORFER 1952, Tab. 11), Makedonien; 8: 9 Aufn. RAUS 1997, 10-20 m, Pintos-Delta, Ost-Thessalien; 8: BERGMAYER, unpubl., 90 m, Ardesa, West-Makedonien; 10: RAUS 1991, 200 m, Niesos, Ost-Makedonien; 11: RAUS 1991, 40 m, Limni Amvrakia, West-Griechenland; 12: 4 Aufn. OBERDORFER, 1 Aufn. K. WALTHER (OBERDORFER 1952, Tab. 10), Makedonien; 13: 6 Aufn. MUCINA, unveröff., Korfu, und 1 Aufn. OBERDORFER 1952, S. 346, Makedonien; 14: 19 Aufn. MUCINA, unveröff., Korfu; 16: 2 Aufn. MUCINA, unveröff., Korfu, 9 Aufn. GRADSTEIN & SMITTENBERG 1977, Tab. 8, West-Kreta; 1 Aufn. BOLÒS et al. 1996, S. 113, Kefallinia; 16: RAABE, in litt., c. 20 m, Strofilia, Nordwest-Peloponnes; 17: 2 Aufn. KRAUSE, LUDWIG & SEIDL 1963, 40-60 m, Euböa; 18: JAGEL 1992, c. 10 m, Insel Elafonisos, Lakonien, Süd-Peloponnes; 19: 1 Aufn. GRADSTEIN & SMITTENBERG 1977, S. 84, 1100 m, West-Kreta; 20: 16 Aufn. BERGMAYER, unveröff., 50-250 m, Insel Gavdos, Süd-Ägäis; 21: 9 Aufn. BERGMAYER, unveröff., Insel Gavdos, Süd-Ägäis; 22: SNOGERUP & SNOGERUP 1991, 50-180 m, Insel Aj. Evstratos, Nord-Ägäis; 23: SNOGERUP et al. 1980, 10 m, Insel Psathura, Nord-Ägäis; 24: EGLI 1993, 1050 m, Psilofiti, Zentral-Kreta.

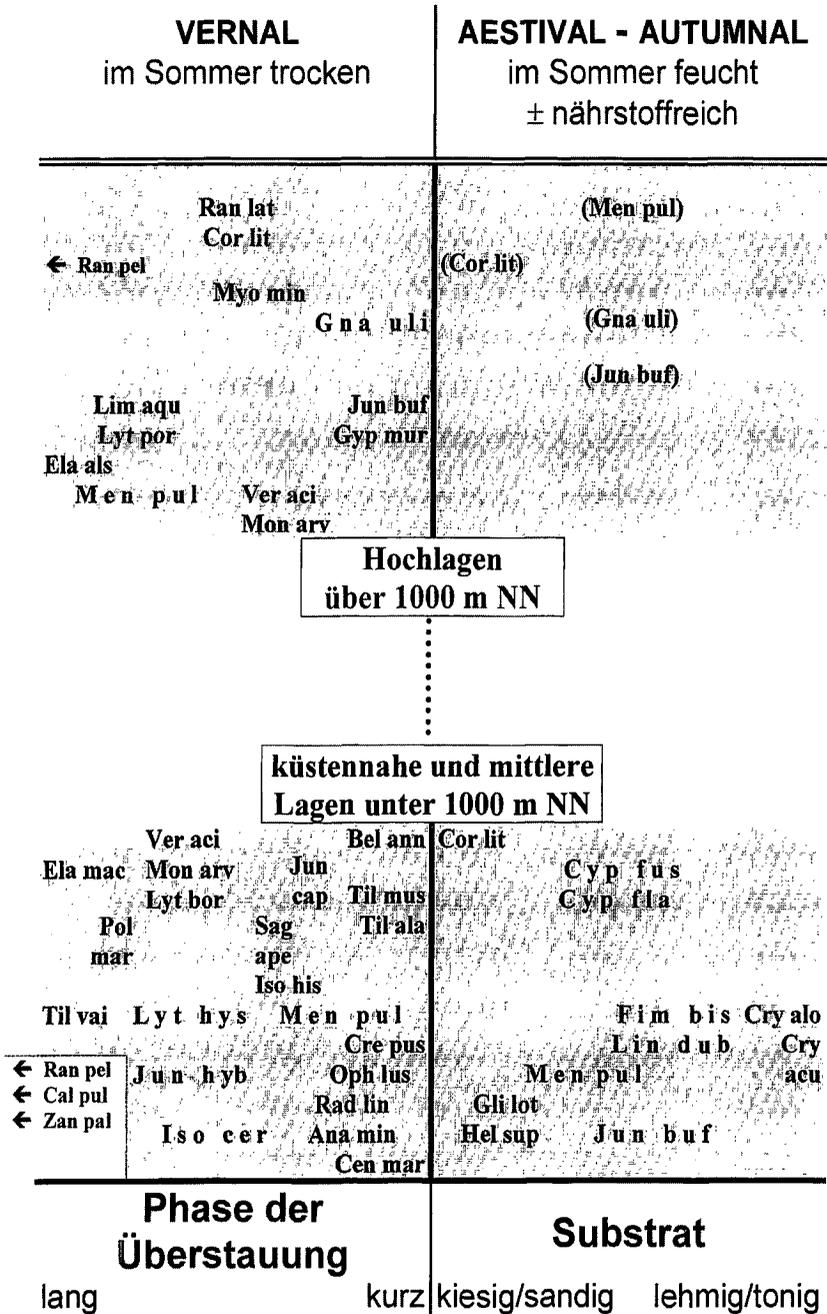


Abb. 2: Ökogramm griechischer Arten der Isoëto-Nanojuncetea. Vollständige Namen der Arten in Tabellen 1, 3 und 5.

Da bodenkundliche und phänologische Untersuchungen in griechischen I-N-Habitaten noch weitgehend fehlen, mag es verfrüht erscheinen, das Spektrum griechischer Arten dieser Klasse so eng mit Standortfaktoren korrelieren zu wollen, wie es ein Ökogramm widerspiegelt. Auch gibt es zweifellos eine beträchtliche Anzahl hochrelevanter Faktoren, genannt seien Saisonalität, Meereshöhe, Nährstoffgehalt, Dauer der Überstauung, Korngröße des Bodens und Salinität, die schwerlich alle in ein zweidimensionales Schema einzupassen sind. Wenn wir den Versuch trotzdem wagen (Abb. 2), so sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Darstellung in großen Zügen wohlfundiert, im Detail jedoch oft spekulativ und in hohem Maße vorläufig ist. Als wichtigste Differenzierung, die sich auch syntaxonomisch auf der Rangebene der Ordnung durchpaust, sehen wir die Saisonalität der Arten, vernal versus aestival-autumnal. Für den Standort bedeutet vernal, dass der Boden nach winterlicher Überstauung im Frühjahr und Sommer völlig austrocknet. Lebensräume autumnaler Arten sind dagegen noch im Sommer feucht. Der Nährstoffgehalt spielt offenbar nur für die autumnale Vegetation eine Rolle, wohl weil erhöhte Nährstoffangebote in vernal besiedelbaren Habitaten wegen des extremen Wasserregimes nicht genutzt werden können. Dementsprechend unterscheiden sich auch einige der weiterhin wichtigen Parameter. Bei der vernalen Vegetation ist die Dauer der Überstauungsphase wesentlich für die Habitatbindung der Arten, bei den autumnalen Gesellschaften scheinen die Substrateigenschaften wichtiger (Bodenart, Nährstoffgehalt, Salinität). Für die vernalen Vegetation ist die Höhenlage in Griechenland entscheidend für das Arten- und Gesellschaftsinventar, während autumnale Cyperetalia-Vegetation in den Hochlagen weitgehend fehlt, offenbar wegen der Kürze der Vegetationsperiode. Saisonalität (vernal: Isoëtien; autumnal: Nanocyperion und Heleochloo-Cyperion) und Höhenlage (montan: Radiolion; planar-kollin: Isoëtien) korrelieren mit syntaxonomischen Einheiten auf Verbands-ebene. In pflanzengeographischer Hinsicht fällt auf, dass Isoëtien-Arten (und -Einheiten) auf den Inseln und im Süden Griechenlands offenbar vielfältiger entwickelt sind und synchorologisch enge Beziehungen zum Mittelmeeranraum haben, während die Verbände Nanocyperion und Heleochloo-Cyperion in Griechenland im Süden des Landes selten sind oder fehlen. Sie sind insgesamt keineswegs nur als „süd- und südosteuropäisch“ verbreitet anzusehen (PIETSCH 1973a), sondern über den kaukasischen Raum hinaus kommen auch in Zentralasien recht ähnliche Artenverbindungen vor (ÜNAL, in diesem Band). Der Verband Radiolion schließlich, nach PIETSCH (1973a) schwerpunktmäßig in Mitteleuropa, zieht sich im südlichen Balkan hauptsächlich auf montane Lagen zurück.

Danksagung: Besonderer Dank gilt A. Strid, Kopenhagen, für die Überlassung von Daten der Flora-Hellenica-Datenbank und L. Mucina, z. Z. Wien, für unveröffentlichte Vegetationsaufnahmen. U. Raabe, Marl, verdanken wir ergänzende floristische Hinweise von der Peloponnes. H. Kürschner, Berlin, gewährte Einblick in ein im Druck befindliches Manuskript.

Schrifttum

- BABALONAS, D., SYKORA, K.V. & PAPASTERGIADOU, E.S. (1995): Review of plant communities from Greek dunes and salt-marshes, a preliminary summarizing list. – *Ann. Bot.* 53, 107-117.
- BERGMEIER, E. (1999): Seasonal pools in the vegetation of Gardos (Greece) – in situ conservation required. – *Bocconea* (im Druck).
- BERGMEIER, E. & MATTHÄS, U. (1995): Additions to the flora of W Crete. – *Willdenowia* 25, 81-98.
- BÖHLING, N. (1995): Zeigerwerte der Phanerogamen-Flora von Naxos (Griechenland). Ein Beitrag zur ökologischen Kennzeichnung der mediterranen Pflanzenwelt. – *Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. A*, 533, 1-75.
- BOLÖS, O. DE, MASALLES, R.M., NINOT, J.M. & VIGO, J. (1996): A survey on the vegetation of Cephalonia (Ionian islands). – *Phytocoenologia* 26, 81-123.
- BORHIDI, A. (1996): An annotated checklist of the Hungarian plant communities. 1. The non-forest vegetation. – In: *Critical revision of the Hungarian plant communities* (Hrsg.: A. BORHIDI), S. 43-94, Pécs.
- BORKOWSKY, O. (1994): Übersicht der Flora von Korfu. – *Braunschweiger Geobot. Arb.* 3, 1-202.
- CARLSTRÖM, A. (1987): A survey of the flora and phytogeography of Rodhos, Simi, Tilos and the Marmaris peninsula (SE Greece, SW Turkey). – 302 S., Diss. Univ. Lund.
- DAFIS, S., PAPASTERGIADOU, E., GEORGHIOU, K., BABALONAS, D., GEORGIADIS, T., PAPAGEORGIU, M., LAZARIDOU, T. & TSAIOUSSI, V. (eds.) (1996): Directive 92/43/EEC. The Greek Habitat Project Natura 2000: An overview. – ivxx + 893 pp., Thessaloniki.
- DROSSOS, E. (1992): A floristic study of Mitrikou lake and the lagoons of Nomos Rodhopi in W Thrace (N Greece). – *Willdenowia* 22, 97-117.
- EGLI, B.R. (1993): Ökologie der Dolinen im Gebirge Kretas (Griechenland). – 275 S., Schaffhausen.
- Gradstein, S.R. & Smittenberg, J.H. (1977): The hydrophilous vegetation of western Crete. – *Vegetatio* 34/2, 65-86.
- GEORGIADIS, T., ECONOMIDOU, E. & CHRISTODOULAKIS, D. (1990): Flora and vegetation of the Strofiliia coastal area (NW Peloponnesos – Greece). – *Phyton* (Austria) 30, 15-36.
- GREUTER, W., BURDET, H.M. & LONG, G. (eds.) (1984, 1986, 1989): *Med.-Checklist* 1, 3, 4, Genève/Berlin.
- GUSTAVSSON, L.-Å. (1978): Floristic reports from the high mountains of Sterea Ellas, Greece, 1. – *Bot. Not.* 131, 7-25.
- HALÁCSY, E. V. (1900-1904): *Conspectus Florae Graecae*, 1-3. – 825 + 612 + 519 S., Leipzig.
- HANSEN, A. & NIELSEN, H. (1993): Contribution to the flora of Lesbos (Mitilini), Greece. – *Willdenowia* 23, 143-156.
- HAYEK, A. (1924-1933): *Prodromus Florae Peninsulae Balcanicae*, Band 1-3. – *Repert. Spec. Nov. Regni Veg., Beih.* 30 /1, 1-1193, /2, 1-1152, /3, 1-472.
- HORVAT, I., GLAVAC, V. & ELLENBERG, H. (1974): *Vegetation Südosteuropas*. – 768 S., Jena.
- JAGEL, A. (1992): *Zur Flora und Vegetation der Insel Elafonisos (Lakonien, Griechenland)*. – Diplomarbeit, Ruhr-Universität Bochum, 160 S., Bochum.
- JAHN, R. & SCHÖNFELDER, P. (1993): *Exkursionsflora für Kreta*. – 446 S., Stuttgart.
- JALAS, J. & SUOMINEN, J. (1972-1994): *Atlas Florae Europaeae*, 1-10. – 121 + 40 + 128 + 71 + 119 + 176 + 229 + 261 + 110 + 224 S., Helsinki.
- KOUMPLI-SOAVANTZI, L. (1991): Coastal lagoon flora of NW Peloponnisos (Greece). – *Willdenowia* 21, 119-129.
- KRAUSE, W., LUDWIG, W. & SEIDEL, F. (1963): *Zur Kenntnis der Flora und Vegetation auf Serpentinstandorten des Balkans*. 6. Vegetationsstudien in der Umgebung von Mantoudi (Euböa). – *Botan. Jahrb. Syst.* 82, 337-403.
- KÜRSCHNER, H. & PAROLLY, G. (1999): On the occurrence of *Isoëtes histrix* in the Menderes Massif of western Turkey – a synecological study and the first record of an Isoëtion community for Turkey. – *Bot. Jahrb. Syst.* 121 (im Druck).
- LAVRENTIADIS, G. (1956): *Erevne epi tis idrovioiu ke elovioiu chloridos ton emvriofiton tis Ellinikis Madedonias*. – 88 S., Thessaloniki. [griech.]
- MOOR, M. (1936): *Zur Soziologie der Isoëtetalia*. – *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz* 20, 1-148.

- MÜLLER-STOLL, W.R. & PIETSCH, W. (1985): Das Samolo-Cyperetum fuscii, eine neue Euanocyperion flavescens-Gesellschaft aus Mitteleuropa. – *Tuxenia* 5, 73-79.
- OBERDORFER, E. (1952): Beitrag zur Kenntnis der nordägäischen Küstenvegetation. – *Vegetatio* 3, 329-349.
- OBERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – 7. Aufl., 1051 S., Stuttgart.
- PAVLIDIS, G. (1976): *I chloris ke i vlastisis tis chersonisou Sirhonias Chalkidikis*. – 300 S., Thessaloniki. [griech.]
- PAVLIDIS, G. (1985): *Geovotaniki meleti tou ethnikou drimou ton Prespon Florinis*. 1. *Ikologia, chlorida, fitogeografia, vlastisi*. – 308 S., Thessaloniki. [griech.]
- PHILIPPI, G. (1977): Klasse: Isoëto-Nanojuncetea Br.-Bl. et Tx. 43. – In: Süddeutsche Pflanzengesellschaften, 1 (Hrsg.: E. Oberdorfer), S. 166-181, Stuttgart/New York.
- PIETSCH, W. (1973a): Beitrag zur Gliederung der europäischen Zwergbinsengesellschaften (Isoëto-Nanojuncetea Br.-Bl. & Tx. 1943). – *Vegetatio* 28, 401-438.
- PIETSCH, W. (1973b): Zur Soziologie und Ökologie der Zwergbinsen-Gesellschaften Ungarns (Klasse Isoëto-Nanojuncetea Br.-Bl. et Tx. 1943). – *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 19, 269-288.
- PIETSCH, W. & MÜLLER-STOLL, W.R. (1968): Die Zwergbinsen-Gesellschaft der nackten Teichböden im östlichen Mitteleuropa, *Eleocharito-Caricetum bohemicae*. – *Mitt. Flor.-Soz. Arbeitsgem.* 13, 14-47.
- PIETSCH, W. & MÜLLER-STOLL, W.R. (1974): Übersicht über die im brandenburgischen Gebiet vorkommenden Zwergbinsen-Gesellschaften (Isoëto-Nanojuncetea). – *Verhandl. Bot. Ver. Prov. Brandenburg* 109, 56-95.
- RAUS, T. (1991): Notes on rare vascular wetland plants of Greece. – *Bot. Chron.* 10, 567-578.
- RAUS, T. (1997): Zwergbinsen-Gesellschaften des *Fimbristylidenion bisumbellatae* in Griechenland – Kenntnisstand und Forschungsbedarf. – *Acta Bot. Hung.* 40, 203-214.
- RECHINGER, K.H. (1943): *Flora Aegaea*. Flora der Inseln und Halbinseln des ägäischen Meeres. – *Akad. Wiss. Wien, Math.-Naturwiss. Kl., Denkschr.* 105/1, xx + 924 S. + Tafeln/Karten.
- RECHINGER, K.H. (1961): Die Flora von Euböa. – *Bot. Jahrb. Syst.* 80, 383-465.
- RIVAS-GODAY, S. & BORJA-CARBONELL, J. (1961): Estudio de vegetación y flórua des Macizo de Gúdar y Jabalambre. – *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 19, 3-550.
- SLAVNIC, Z. (1951): Prodrôme des groupements végétaux nitrophiles de la Voïvodine (Yougoslavie). – *Nauc. Zbor. Mat. Srpska* 1, 84-169. [serb.]
- SNOGERUP, S., VON BOTHMER, R. & GUSTAFSSON, M. (1980): Floristic report from the island of Psathura (Greece). – *Bot. Not.* 133, 145-148.
- SNOGERUP, S. & SNOGERUP, B. (1991): Flora and vegetation of the island of Agios Evstratios, Greece. – *Bot. Chron.* 10, 527-546.
- STRID, A. (Hrsg.) (1986): *Mountain Flora of Greece*, 1. – xxx + 822 S., Cambridge.
- STRID, A. & TAN, K. (Hrsg.) (1991): *Mountain Flora of Greece*, 2. – xxv + 974 S., Edinburgh.
- STRID, A. & TAN, K. (Hrsg.) (1997): *Flora Hellenica*, 1. – xxxvi + 547 S., Königstein.
- TÄUBER, T. (1999): Zwergbinsengesellschaften in Niedersachsen; Verbreitung, Vergesellschaftung, Standortbedingungen und Keimungsbiologie ausgewählter Arten. – *Mitt. bad. Landesver. Naturkunde und Naturschutz*, N.F. 17/2, (in diesem Band).
- TUTIN, T.G., BURGESS, N.A., CHATER, A.O., EDMONDSON, J.R., HEYWOOD, V.H., MOORE, D.M., VALENTINE, D.H., WALTERS, S.M. & WEBB, D.A. (eds.) (1993): *Flora Europaea* 1. – 2nd ed., Cambridge.
- TUTIN, T.G., HEYWOOD, V.H., BURGESS, N.A., MOORE, D.M., VALENTINE, D.H., WALTERS, S.M. & WEBB, D.A. (eds.) (1968-1980): *Flora Europaea* 2 (1968), 3 (1972), 4 (1976), 5 (1980). – Cambridge.
- ÚNAL, A. (1999): Zum Stand der Erforschung von Zwergbinsengesellschaften in Sibirien. – *Mitt. bad. Landesver. Naturkunde und Naturschutz*, N.F. 17/2, (in diesem Band)
- ZELTNER, L. (1970): *Recherches de biosystématiques sur les genres Blackstonia Huds. et Centaurium Hill*. – *Bull. Soc. Neuchâteloise Sci. Nat.* 93, 1-164.

(Am 6. April 1999 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.E 17	2	481-496	1999	Freiburg im Breisgau 23. September 1999
--	--------	---	---------	------	--

Zum Stand der Erforschung von Zwergbinsengesellschaften in Sibirien

von

ASLAN ÜNAL, Freiburg*

Zusammenfassung: In diesem Artikel werden die vorläufigen Ergebnisse der pflanzensoziologischen Erforschung von Isoëto-Nanojuncetea-Gesellschaften in Sibirien zusammengefaßt. Folgende Gesellschaften werden vorgestellt: 3 Subassoziationen des Cypero-Limoselletum, das Eleocharito ovatae-Caricetum bohemicae gnaphalietosum rossici, Lindernia procumbens-[Cyperetalia fuscae]Gesellschaft, sowie artenarme Gesellschaften Ostsibiriens. Das stete Auftreten von Bidentetea-Arten in diesen Gesellschaften wird diskutiert.

Summary: Preliminary results of phytosociological studies of Siberian Isoëto-Nanojuncetea-communities are summarized in this paper. The communities which are dealt with are 3 subassociations of Cypero-Limoselletum, Eleocharito ovatae-Caricetum bohemicae gnaphalietosum rossici, the Lindernia procumbens-[Cyperetalia fuscae]-community and species-poor communities of East Siberia. The constant presence of Bidentetea species in those communities is discussed.

1. Einleitung

Zwergbinsengesellschaften waren noch nie Gegenstand vegetationskundlicher Forschung in der ehemaligen Sowjetunion, die hauptsächlich um die Erforschung forstlich und landwirtschaftlich relevanter Biozönosen bemüht war. Kleinflächige und ephemere Pflanzengesellschaften fielen durch das Raster einer im groben Maßstab und auf die Erfassung von Dominanten orientierten Arbeitsmethodik. Trotz einzelner Beobachtungen sowjetischer Forscher aus den 20er bis 50er Jahren (TARAN 1995a: Literaturangaben Nr. 10-19) wurden keine detaillierten Studien angestellt, obwohl KOCH (zit. in TÜXEN 1979) schon 1926 über Charakterarten des Nanocyperion publizierte und PIETSCH (1961) über eine an *Cyperus*-Arten reiche Zwergbinsen-Vegetation an Ufern mehrerer Flüsse kurz vor ihrer Einmündung in das Schwarze Meer berichtet. Erst mit der verstärkten Zuwendung zur Braun-Blanquet-Methode seit den 80er Jahren vollzog sich eine Wende und ließ auch „vernachlässigte“ Vegetationstypen ins Blickfeld der geobotanischen Forschung rücken, auch wenn vielfach die methodischen Schritte der Bearbeitung von Vegetations-

* Anschrift des Verfassers: Dipl.-Biol. ASLAN ÜNAL, Institut f. Biologie II / Geobotanik, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Schänzlestr. 1, D-79104 Freiburg

tabellen noch nicht voll verstanden wurden (HILBIG 1990). Ziel des vorliegenden Artikels ist es, einen ersten Überblick zu geben über den Stand der Erforschung von sibirischen Zwergbinsengesellschaften.

2. Quellenlage

Eingehende geobotanische Untersuchungen zu Zwergbinsengesellschaften liegen von G.S. TARAN (1994, 1995a, 1998) vor. Ein Teil seiner Arbeiten wurde als unveröffentlichtes Manuskript im Moskauer Institut für wissenschaftliche und technische Information (VINITI) deponiert und ist nur schwer zugänglich. TARAN verwendet in seinen Publikationen eine Schätzskala (s. TARAN 1995b: 9), die der erweiterten Braun-Blanquet-Schätzskala wie folgt entspricht: 5: Deckung 51-100 % ($\hat{=}$ 4 u. 5), 4: Deckung 26-50 % ($\hat{=}$ 3), 3: Deckung 16-25 % ($\hat{=}$ 2b), 2: Deckung 6-15 % ($\hat{=}$ 2a), 1: 1-5 %, +: Deckung < 1%, r : kommt sehr selten bzw. mit vernachlässigbarer Deckung in der Aufnahmefläche vor. Die Untersuchungsgebiete von TARAN umfassen das westsibirische Einzugsgebiet des mittleren und oberen Ob und des Irtysh von der borealen bis zur Waldsteppen-Zone an der Grenze zu Ost-Kasachstan; auf ostkasachischer Seite liegt ein weiteres Untersuchungsgebiet am Oberlauf des Irtysh im Saisan-Tal (TARAN 1993). 9 bisher unpublizierte pflanzensoziologische Aufnahmen, die von den Ob-Auen stammen, wurden mir freundlicherweise von Frau LAPŠINA (Staatl. Univ. Tomsk) zur Verfügung gestellt und neu geordnet. Aus dem Einzugsgebiet des Jenissej liegen keine Untersuchungen vor. Was den ostsibirischen Raum betrifft, so wurden 5 pflanzensoziologische Aufnahmen von CHYTRÝ et al. (1992, 1993, 1995) aus dem Baikalseegebiet vorgelegt. Zusätzlich konnte der Verfasser im Rahmen von Expeditionen (1996-1998) in die Baikalseeregion in Zusammenarbeit mit O. A. ANENCHONOV (Institut f. Allg. u. Exp. Biologie, Sibirischer Zweig d. Akad. d. Wiss. in Ulan-Ude) 10 Aufnahmen von Zwergbinsengesellschaften anfertigen.

Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen folgt CZEREPANOV (1995), die der Moose IGNATOV & AFONINA (1992). Die Benennung der Syntaxone folgt dem Code von BARKMANN et al. (1986).

3. Ergebnisse

3.1 Westsibirien

Ord. Cyperetalia fusci Pietsch 1965

Verb. Elatini-Elleocharition ovatae Pietsch et Müller-Stoll 1968

Cypero-Limoselletum (Oberd. 1957) Korneck 1960

Innerhalb der Waldgebiete Rußlands ist das Cypero-Limoselletum die am weitesten verbreitete Gesellschaft und erstreckt sich weit in den sibirischen Raum (TARAN 1994, Lit. Nr. 12-17). In Jakutien dringt die Gesellschaft bis zum Oberlauf des Flusses Jana (67°40' n. Br.) vor, wo *Limosella aquatica* bisweilen sehr dichte Bestände aufbauen kann (ZASLAVSKAJA 1992).

Von TARAN wurden 3 neue Subassoziationen beschrieben:

C.-L. coleanthetosum Taran 1994 (Tab. 1, Spalte 4-6)

Vorkommen dieser Subassoziation beschränken sich auf die trockenfallenden Bänke der breiten und seichten Mündungsfächer der Ob- und Irtysh-Nebenflüsse

innerhalb der südlichen und mittleren Taiga (beschrieben vom Lar'jogan-Fluss südlich Nižnevartovsk 60–61° n. Br.). Kennarten sind *Coleanthus subtilis* (dom.) und *Polygonum volchovense*. Fazies mit *Callitriche palustris* und *Coleanthus subtilis* nehmen große Flächen ein. In niederschlagsarmen Jahren wurden auf einem Bestand von 50 ha bei *Coleanthus subtilis* Populationsdichten von 450 Individuen/m² gemessen. Zur Fruchtreife gelangen ca. 55% der Diasporen (TARAN 1994: 598). Zeitlich und räumlich folgt mit der Anschwemmung bzw. Einwehung von Substrat ein Fazieswechsel, von dem *Eleocharis acicularis* profitiert (Tab. 1, Sp. 6). Die Bestände sind stabil und reproduzieren sich. Sie waren früher jedoch verbreiteter. Erst durch den Bau von Wasserkraftwerken, sowie durch Ölverschmutzung und Beweidungsdruck in Siedlungsnähe sind manche Vorkommen erloschen (KOROPAČINSKIJ 1996: 297). *Coleanthus subtilis* steht unter Naturschutz und ist Rote Liste-Art seit 1978. Ein weiteres disjunktes Areal der Art besteht am Amur, wo sich am Gesellschaftsaufbau bereits fernöstliche Arten beteiligen, wie z.B. *Cyperus orthostachyus*, *Dichostylis limosus*, *Juncus amuricus*, *Fimbristylis aestivalis* und *F. verrucifera* (NEČAEV & NEČAEV 1973).

C.-L. rumicetosum ucranici Taran 1994 (Tab. 1, Spalte 1-3)

Hier werden von TARAN nur wenige Angaben gemacht. Floristisch unterscheidet sich das C.-L. rumicetosum ucranici durch Trennarten der Bidentetea: *Rumex ucranicus* und *Bidens radiata*. Als diagnostisch wichtige Art wird noch *Marchantia alpestris* aufgeführt. Verbreitet ist die Gesellschaft an Ufern und auf den Inseln der großen Ströme innerhalb der Taigazone. Neben einer typischen Variante (Tab. 1, Sp. 1-2) gibt es eine Variante mit *Coleanthus subtilis* (Tab. 1, Sp. 3), deren Vorkommen dem Diasporeneintrag über ufernahe Strömungen aus dem C.-L. coleanthetosum zuzuschreiben ist.

Aufnahmen von LAPŠINA (Tab. 2) deuten auf eine weitere Variante mit *Chenopodium ficifolium* hin, die sich vor allem durch den sehr hohen Anteil von Bidentetea-Arten unterscheidet. Neben *Chenopodium ficifolium* sind zu nennen: *Persicaria lapathifolia*, *Atriplex prostrata*, *Chenopodium polyspermum* und *Chenopodium rubrum* mit höchstem Vorkommen. Pioniere wie *Marchantia alpestris* und *Physcomitrella patens* fehlen bezeichnenderweise. Die Aufnahmen stammen vom Hauptarm des Ob auf sandigen Substraten mit dünner Schlammauflage. Synökologische Untersuchungen des C.-L. rumicetosum ucranici stehen noch aus.

C.-L. scirpetosum lateriflori Taran 1995 (Tab. 1, Spalte 7)

Diese Subassoziation erscheint nur in niederschlagsreichen Jahren auf beschatteten Tierpfaden oder nicht mehr benutzten Holzabfuhrwegen in Birken-Pappelmischwaldbeständen. Die Fundorte liegen zwischen Werchnij Susun und Barnaul am oberen Ob. Als diagnostisch wichtige Art gilt *Scirpus lateriflorus* (mit *S. supinus* verwandt), welche hier die NO-Grenze ihres Areals erreicht. Bezeichnend ist auch das Vorkommen von *Peplis alternifolia*, von der es bisher nur zwei Fundstellen in Sibirien am oberen Ob gibt. Untersuchungen zu Synchorologie und saisonalem Auftreten der Gesellschaft sind notwendig und eine Unterschutzstellung dringend angeraten (KOROPAČINSKIJ 1996: 300).

Eleocharito ovatae-Caricetum bohemicae (Klika 1935) Pietsch 1961 gnaphalietosum rossici Taran (Tab. 1, Spalte 8)

Die bisher bekannt gewordenen Vorkommen des Eleocharito-Caricetum bohemicae in W-Sibirien zeichnen sich durch hohe Abundanzen und Stetigkeiten von *Cyperus fuscus* aus, was sie der aus Europa beschriebenen Subassoziation E.-C.b. cyperetosum fuscus Pietsch 1963 nähert. Die Präsenz von *Lindernia procumbens* weist auf Ähnlichkeiten mit dem Lindernio-Eleocharitetum ovatae (Simon 1950) Pietsch 1961 hin. Insgesamt werden die floristischen Unterschiede der sibirischen Bestände von TARAN als groß genug erachtet, um sie als neue Subassoziation E.-C.b. gnaphalietosum rossici auszugliedern. Als diagnostische Arten werden *Filaginella* (*Gnaphalium*) *rossica*, *Eragrostis amurensis*, *Androsace filiformis* und *Physcomitrella patens* angeführt. Besiedelt werden schlammige, sandig-schlammige Böden freifallender Bereiche in den breiten Auen des oberen Ob und der unteren Bija. Optimal sind die Bestände von Mitte August bis Mitte September entwickelt; nach 6-8 Wochen ist der Vegetationszyklus abgeschlossen. Die Gesellschaft wurde als schutzwürdig in die Grüne Liste der Pflanzengesellschaften Sibiriens aufgenommen (KOROPACINSKIJ 1996: 303), nicht zuletzt aufgrund der Häufung seltener Arten in dieser Gesellschaft, wie *Lindernia procumbens*, *Pulicaria vulgaris*, *Elatine hydroperper*, *Dichostylis micheliana*, *Eragrostis amurensis* und *Leerstia oryzoides*.

Lindernia procumbens-[Cyperetalia fuscae]-Gesellschaft

Auf einer Insel im oberen Ob (4 km wsw Bobrowka, Altaiskij Kraj) wurde auf trockengefallenen Schlammböden folgende kennartenlose Gesellschaft mit der für Sibirien seltenen *Lindernia procumbens* mit nur einer Aufnahme notiert (KOROPACINSKIJ 1996: 302):

Probefläche 1 m², Gesamtdeckung 55 %, Höhe 4 cm (TARAN 30.8.92)

Lindernia procumbens 30 % Deckung, *Cyperus fuscus* 15 %, *Plantago intermedia* 6 %, *Physcomitrella patens* 3 %, *Rumex maritimus* 1 %, *Agrostis stolonifera* 1 %, *Rorippa amphibia* 1 % und <1%: *Filaginella* (= *Gnaphalium*) *rossica*, *Limosella aquatica*, *Riccia* cf. *huebeneriana*, *Botrydium granulatum*, *Chenopodium rubrum*, *Chenopodium glaucum*, *Salix triandra* juv.

Das Entwicklungsoptimum wird im Spätsommer/Frühherbst erreicht. Günstig wirken sich bis zur zweiten Sommerhälfte anhaltende Überflutungen, gefolgt von schnellem Trockenfallen der Flächen aus. Dadurch wird auch das seitliche Eindringen von perennierenden Kriechpionieren (z. B. *Agrostis stolonifera*) unterdrückt. Weitere Vorkommen werden bei den *Lindernia*-Fundorten am mittleren Tom' und der unteren Bija vermutet, welche allerdings durch aktuelle Baumaßnahmen gefährdet sind.

Verb. Heleochoo-Cyperion (*micheliani*) (Br.-Bl. 1952) Pietsch 1961

Marisco hamulosi-Crypsidetum schoenoidis Taran 1993

Im Zusammenhang mit der Besprechung der sibirischen Isoëto-Nanojuncetea-Gesellschaften sind die Untersuchungen von TARAN (1993) aus dem etwa 200 km weiter südlich gelegenen Saisan-Tal in Ost-Kasachstan interessant. Die Aufnahmen des Marisco hamulosi-Crypsidetum schoenoidis mit den Kennarten *Crypsis* (*Heleochoa*) *schoenoides*, *Mariscus* (*Dichostylis*) *hamulosus*, *Spergularia diandra* und *Middendorfia* (*Lythrum*) *borysthenica* sind bereits dem südlichen thermophileren Verband Heleochoo-Cyperion zuzuordnen. Da diese Arten auch Einzelvorkommen in W-Sibirien haben, sind entsprechende nördliche Exklaven dieser Gesellschaft zu erwarten. Ähnliche von HILBIG (1995: 206) als *Eleocharis acicula-*

ris-Schoenoplectus supinus-Gesellschaft beschriebene Bestände aus der Mongolei faßt TARAN als verarmte Variante dieser schwerpunktmäßig in Auen der Steppen- und Halbwüstenzone von SO-Europa bis Mittelasien verbreiteten Gesellschaft auf. Zum *Marisco hamulosi-Crypsidetum schoenoidis* wurden von TARAN (1993) eingehende synökologische Untersuchungen durchgeführt.

3.2 Ostsibirien

Über die Verbreitung von Zwergbinsengesellschaften im östlichen Sibirien liegen vom Verfasser und von CHYTRÝ et al. (1992, 1993, 1995) nur bruchstückhafte Ergebnisse vor, die in erster Linie in der Baikalseeregion gewonnen wurden und in einer Übersichtstabelle (Tab. 3) zusammengefaßt sind. Im Gegensatz zum umfangreicheren westsibirischen Material entstammen die Aufnahmen bisher nicht den Auen der großen Ströme, sondern überwiegend von Wald- und Forstwegen, die während der kurzen sommerlichen Auftauphase stark zerfurcht werden durch LKWs und Kettenfahrzeuge der Forst-, Baustoffbetriebe u.ä. Insgesamt sind die ostsibirischen Bestände artenärmer und lassen gute Kennarten vermissen; charakteristisch sind dagegen das stete Vorkommen der Bidentetea-Arten *Alopecurus aequalis* und *Beckmannia syzigachne* (s. Kap. 4).

Androsace filiformis-Juncus bufonius-Gesellschaft (Tab. 3, Sp. 7-10)

Diese Gesellschaft wurde im Turka-Tal des Ulan-Burgasy-Mittelgebirges gefunden (Sp. 7-8); sie ist verbreitet auf Holzabfuhrwegen im Bereich der *Abies sibirica-Pinus sibirica*-Nadelmischwälder (*Aconito rubicundi-Abietion sibiricae*, s. ANENKHONOV & CHYTRÝ 1998). Das Tal profitiert von der „ozeanischen“ Klimagunst des Baikalsees. Eine artenreichere Ausbildung aus dem westsibirischen Salairskij Krjaž, ebenfalls im Bereich *Abies sibirica*-reicher Wälder, ist mit 2 Aufnahmen (Tab. 3, Sp. 9-10) von TARAN (1995: 380) belegt und wird von ihm aufgrund des Vorkommens von *Blasia pusilla* in den Verband *Radiolion linoidis* (Rivas Goday 1961) Pietsch 1965 gestellt. Auf entsprechenden Standorten in der hochmontanen-subalpinen Stufe im Bereich (*Aconitum*-) hochstaudenreicher *Larix sibirica*-Wälder konnte temperaturbedingt nur noch *Juncus bufonius* festgestellt werden (Sp. 14, Senza-Tal, Ost-Sajan).

Außer der *Androsace filiformis-Juncus bufonius*-Gesellschaft wurden im Turka-Tal an unbeschatteten Wegkreuzungen in austrocknenden Spurrillen und Pfützen Fragmentgesellschaften mit *Limosella aquatica*, *Callitriche palustris* und *Eleocharis palustris* (Tab. 3, Sp. 3-4) notiert. Dagegen siedeln an schlammigen Wegetalbiegungen, die von austretendem Wasser aus Berghängen kontinuierlich durchfeuchtet werden, Fragmente des Caricion fuscae mit *Juncus filiformis*, *Carex cinerea* (= *canescens*) sowie *Alopecurus aequalis*.

Juncus bufonius-Ranunculus reptans-Gesellschaft

CHYTRÝ et al. (1995: 418) beschreiben diese Gesellschaft (Tab. 3, Sp. 6) aus dem Mündungsgebiet des Bolšoj Civyrukuj von „dried-out pools in the mildly disturbed shore area of Baikal, influenced by seepage“. Ähnliche Bestände an stärker gestörten Standorten stellen sich an den trockenfallenden Uferbuchten der Angara in Irkutsk ein (Tab. 3, Sp. 5), sie stehen hier in räumlichem Kontakt zum Bidentetum radiatae Gogoleva et al. 1987 (ÜNAL 1998).

Carex bohemica-Gesellschaft (Tab. 3, Sp. 11-13)

Eine *Carex bohemica*-Dominanzgesellschaft gestörter Böden mit stagnierendem Wasser auf fein- bis grobkörnigem Sand fanden CHYTRÝ et al. (1993: 355) in der Bucht zwischen Barguzinmündung und der Svjatoj Nos-Halbinsel am Ostufer des Baikals. Am Gesellschaftsaufbau sind *Juncus bufonius* und *Juncus alpino-articulatus*, mit geringerer Deckung auch *Ranunculus reptans* beteiligt.

Bestände mit *Ranunculus gmelinii*

In tiefen Spurrillen, die bei der Durchquerung der Flüsse mit Fahrzeugen in Ufernähe hinterlassen werden und einem häufigen Wechsel von Vernässung und Austrocknung unterliegen, wuchsen Bestände mit *Ranunculus gmelinii* und *Callitriche palustris* zusammen mit *Beckmannia syzigachne* und *Alopecurus aequalis*. Die Aufnahmen von Tab. 3, Sp. 1-2 stammen vom Fluß Seja im oberen Barguzin-Graben. CHYTRÝ & PEŠOUT (1992: 189) beschreiben Dominanzbestände mit *Ranunculus gmelinii* "of shallow lakes and pools bound with periodically inundated sites of natural and seminatural character". Dauernde Überflutung verträgt diese Art offenbar nicht; mit geringen Abundanzen dringt sie auch in das Hippuridetum *vulgaris* und in der von *Eleocharis mamillata* dominierten schlammigen Uferzone zwischen Svjatoj Nos und Barguzinmündung (ebd.: 188). *Ranunculus gmelinii* ist eine Schwesterart des nordischen *Ranunculus hyperboreus*. Ihre syntaxonomische Stellung ist unklar; mögliche Beziehungen zur nordboreal bis arktisch verbreiteten Zwergbinsengesellschaft des Nordischen Hahnenfußes (Junco-Ranunculetum *hyperborei* Mörnsdorf 1989, s. DIERSSEN 1996: 260) sind abzuklären.

Sonderstandorte

Des weiteren sind ruderalisierte *Juncus bufonius*-Gesellschaften weit verbreitet, auf die hier nicht näher eingegangen wird; herausgehoben sei nur ein Spezialfall mit salztoleranten Differentialarten, die in austrocknenden Pfützen und Spurrillen auf Wegen in der Umgebung heißer Thermalquellen wachsen. Hierzu gehören *Glaux maritima*, *Puccinellia hauptiana*, *Puccinellia tenuiflora* sowie *Juncus gracillimus*, die am Baikalsee die Westgrenze ihrer Verbreitung erreicht. Der Fundort liegt auf der Umchej-Insel im oberen Barguzin (Tab. 3, Sp. 15). Die heißen Thermalquellen, die sich entlang des Baikals-Grabens aufreihen, stellen ein wichtiges Refugium für zahlreiche ostasiatische Pflanzen dar. So konnte an einer von der einheimischen Bevölkerung stark frequentierten Quelle bei Dzelinda an der Baikals-Amur-Magistrale ein Bestand mit *Pycnus (Cyperus) nilagiricus* festgestellt werden, die von Fragmenten einer *Lysimachia davurica*-*Lythrum intermedium*-Gesellschaft durchdrungen war (Tab. 3, Sp. 16). Aufschlußreich wären Untersuchungen über das soziologische Verhalten von *Pycnus nilagiricus* im fernöstlichen Kernraum, wo sie ähnlich wie *Cyperus fuscus* sandige Substrate bevorzugt (Sosudistye rastenija 1988, Bd. 3: 219).

4. Diskussion

Die bisher vorliegenden Ergebnisse geben erste Anhaltspunkte zur Verbreitung der Zwergbinsengesellschaften in West- und Ost-Sibirien. Von einer vollständigen Erfassung potentieller Standorte ist man noch weit entfernt. Ein Blick auf Tabelle 4 zeigt, daß einige Arten der Zwergbinsengesellschaften im vorgelegten Tabellenma-

terial unterrepräsentiert oder noch nicht erfaßt sind, so z.B. *Cyperus fuscus*, *Potentilla supina*, *Myosurus minimus* und die selteneren *Elatine*- und *Crypsis*-Arten. Auch wenn die makroklimatischen Unterschiede zwischen dem gemäßigt bis kontinentalen Westen und dem extrem kontinentalen Osten Sibiriens groß sind und somit die allgemeine Artenarmut der Bestände in Ostsibirien begründen, gibt es in Ostsibirien doch genügend natürliche Sonderstandorte für thermisch anspruchsvollere Arten: die vom „maritimen“ Einfluß des Baikalsees begünstigte Küstenregion, niederschlagsreiche Gebiete wie das südöstlich des Baikals angrenzenden Chamar-Daban-Gebirges (*Spergularia rubra*-Vorkommen), heiße Thermalquellen entlang der seismischen Verwerfungslinien (*Pycreus nilagiricus*, *Cyperus orthostachyus*) und salzbeeinflusste Standorte wie z.B. in der transbaikalischen Steppenzone (*Dichostylis micheliana*, *Juncus salsuginosus*, *J. nastanthus*, *J. gracillimus*).

Expeditionen in siedlungsferne Naturräume bleiben bei den riesigen Ausmaßen des Landes punktuell und können aufgrund ihrer zeitlichen Begrenzung nur Momentaufnahmen wiedergeben. Das Entwicklungsoptimum der Zwergbinsengesellschaften liegt in der Taigazone im September, zu einem Zeitpunkt also, zu dem die großen botanischen Expeditionen bereits abgeschlossen sind (TARAN 1998).

Der verbreitete hohe Anteil der Bidentetea-Arten in den sibirischen und auch mongolischen Zwergbinsenbeständen (HILBIG 1995: 205) hängt zum einen mit dem Aufnahmezeitpunkt zusammen – je später, desto stärker ist die Durchdringung mit Zweizahnfluren; zum anderen hängt ihr Anteil teils sicherlich auch von zu groß gewählten Aufnahmeflächen ab, besonders wenn sich der Verlauf der Verzahnung mit Bidention-Kontaktgesellschaften nur schwer ausmachen läßt. TARAN (1995: 375) favorisiert in „neuen Regionen“ Probestellen von 10 m² Größe. Andererseits können 1 m² große Flächen ebenfalls von Bidention-Arten durchdrungen sein, wie Aufnahme 5 in Tab. 3 zeigt; zum frühen Aufnahmezeitpunkt war der Bestand mit *Bidens radiata*-Keimlingen durchsetzt. In den ostsibirischen Beständen zeigt sich insbesondere eine stete Präsenz der Bidention-Arten *Alopecurus aequalis* und *Beckmannia syzigachne*. Handelt es sich um einheitliche Gesellschaften oder um Mosaikgesellschaften bzw. um eine „Simultan-Besiedlung zweier Gesellschaften... wie sie auch zwischen Cyperetalia fusi und Bidention-Gesellschaften nicht selten vorkommt“ (TÜXEN 1979: 88)? Liegt ein Eindringen von Bidention-Arten in sich gleichzeitig entwickelnde Initialstadien der Isoëto-Nanojuncetea vor?

In Europa lassen sich vergleichbare Bedingungen in stark kontinental getönten Gebieten der Inneralpen wiederfinden. Aufnahmen von trockengefallenen Tümpeln aus dem oberen Fimbartal in Graubünden und dem Wallis (BAUEROCHSE & KATHENHUSEN 1997, BÉGUIN & THEURILLAT 1980) zeigen *Alopecurus aequalis* vergesellschaftet mit alpinen Littorellion-Arten im *Veronico scutellatae*-*Alopecurum aequalis* Béguin & Theurillat 1980. Von der spartanischen Artengar nitur finden sich außerdem *Callitriche palustris*, *Ranunculus reptans*, *Juncus filiformis*, *Poa supina* und *Veronica serpyllifolia* in den ostsibirischen Aufnahmen wieder. Die Aufnahmeflächen im Fimbartal werden als homogen betrachtet und umfassen 1 bis 6 m². Aufgrund der standörtlichen Ansprache wird ein Anschluß an die Littorelletea diskutiert.

Während in Japan artenreiche Schlammfluren mit *Alopecurus aequalis* (= *amurensis*) und *Beckmannia syzigachne* einen eindeutigen Schwerpunkt in einem eigenen Ver-

band *Alopecurion amurensis* der Bidentetalia haben (MIYAWAKI & OKUDA 1972), sind in Kanada *Alopecurus aequalis* und *Beckmannia syzigachne* und weitere Bidentetea-Arten wegen der schwer zu realisierenden Abgrenzung zur Klasse Isoëto-Nanojuncetea von LOOMAN 1982) aus pragmatischen Gründen mit dieser vereint worden.

Welches sind die in Europa erarbeiteten Unterschiede beider Klassen und welche Relevanz haben sie für die extrem kontinentalen Verhältnisse Ostsibiriens?

Die Arten der Bidentetea sind auf (sehr) nährstoffreichen Substraten zu finden, wachsen üppiger; die limose Phase der Entwicklung ist nicht so stark betont wie bei den Zwergbinsenfluren, und sie brauchen mehr Zeit für ihre Entwicklung.

Bezüglich ihrer Nährstoffansprüche sind zumindest die deutschen Bestände des *Alopecuretum aequalis* S60 1927) Burrlicher 1960 im Vergleich zu den anderen Bidentation-Gesellschaften weniger nährstoffbedürftig (POTT 1995: 150). In Sibirien können Bestände mit *Alopecurus aequalis* und *Beckmannia syzigachne* im Vergleich zu den mastigen Beständen von *Bidens radiata* an trockengefallenen Teichrändern nicht als üppig bezeichnet werden. Die Entwicklungszyklen von Isoëto-Nanojuncetea und Bidentetea-Gesellschaften wiederum müssen sich dem kurzen Sommer anpassen mit Spätfrösten im Juni und bereits ersten Frösten zwischen 21. August und 1. September. Zudem kommt es im Sommer des öfteren zu Starkregenereignissen, die im Bereich des Permafrostes schnell zum Anschwellen der Flüsse führen und die Entwicklung der Gesellschaft unterbrechen kann. Für spätblühende bzw. spätfruchtende Sommerannuelle bleibt keine Zeit zum Ausreifen; *Alopecurus aequalis* kann einjährig überwintern und im nächsten Frühsommer zeitig austreiben. Unter den extrem kontinentalen Bedingungen Ostsibirien teilen sich artenarme Isoëto-Nanojuncetea- und Bidentetea-Bestände die wenigen zu realisierenden Nischen. Aus ostsibirischer Perspektive wird verständlich, das mit Fortschreiten nach Westen zwangsläufig eine Zunahme bzw. Aufspaltung von Syntaxa verknüpft ist (z. B. eigenständige winterannuelle Zwergbinsengesellschaften der Iberischen Halbinsel; Trennung der Isoëto-Nanojuncetea in Isoëtetea velatae und Juncetea bufonii Foucault 1988).

Momentan ist es aufgrund des spärlichen Datenmaterials und fehlender standortkundlicher Untersuchungen noch verfrüht, die hier aufgeworfenen Fragen in befriedigender Weise syntaxonomisch beantworten zu wollen.

Danksagung: Frau Dr. E. Lapšina (Staat. Universität Tomsk) sei sehr herzlich für die Überlassung der pflanzensoziologischen Aufnahmen gedankt. Ohne das organisatorische Talent von Dr. O.A. Anenonov (Ulan-Ude) und der finanziellen Unterstützung durch den Russischen Fonds für Grundlagenforschung (Moskau) hätten die Expeditionen nicht durchgeführt werden können. Ihnen sei an dieser Stelle ebenfalls herzlichst gedankt.

Schrifttum

ANENKHOV, O.A. & M. CHYTRÝ (1998): Syntaxonomy of vegetation of the Svjatoj Nos Peninsula, Lake Baikal, 2. Forests and krummholz in comparison with other regions of northern Buryatia. – Folia Geobotanica 33, 31-75.

BARKMANN, J.J., MORAVEC, J. & S. RAUSCHERT (1986): Code of the phytosociological nomenclature, 2nd ed. – Vegetatio 67, 145-195.

BAUEROCHSE, A. & O. KATENHUSEN (1997): Holozäne Landschaftsentwicklung und aktuelle Vegetation im Fimbartal (Val Fenya, Tirol/ Graubünden). – Phytocoenologia 27/3, 353-453.

BEGUIN, C. & J.-P. THEURILLAT (1980): Notes floristiques et phytosociologiques sur la région d'Aletsch. – Bull. Murithienne 97, 43-70.

- CHYTRÝ, M., ANENCHONOV, O.A. & J. DANIHELKA (1995): Plant communities of the Bol'šoj Čivyrkuj River Valley, Barguzinskij Range, East Siberia. – *Phytocoenologia* 25/3, 399-434.
- CHYTRÝ, M. & P. PEŠOUT (1992): Plant communities of the Svjatoj Nos Isthmus, Lake Baikal. – In: *Ecology of the Svjatoj Nos wetlands, Lake Baikal* (Hrsg.: J. MLÍKOVSKÝ & P. STÝBLO), S.183-217; Praha.
- CHYTRÝ, M., PEŠOUT, P. & O.A. ANENCHONOV (1993): Syntaxonomy of Vegetation of Svjatoj Nos Peninsula, Lake Baikal, 1. Non Forest Communities. – *Folia Geobot. Phytotax.* 28, 337-383.
- CZEREPANOV, S.K. (1995): *Vascular plants of Russia and adjacent states (the former USSR)*. – 516 S., Cambridge.
- DIERSSEN, K. (1996): *Vegetation Nordeuropas*. – 838 S., Stuttgart.
- HILBIG, W. (1990): Zur Klassifizierung der Vegetation der Mongolischen Volksrepublik durch B.M. Mirkin et al. 1982-1986. – *Feddes Repertorium* 101/9-10, 571-576.
- HILBIG, W. (1995): *The vegetation of Mongolia*. – 258 S., Amsterdam.
- IGNATOV, M.S. & O.M. AFONINA (1992): Checklist of mosses of the former USSR. *Arctoa* 1, 1-85.
- Flora Sibiri (1987-1997): Band 1-13. – Novosibirsk.
- KOROPÁČINSKIJ, I.JU. (Hrsg.) (1996): *Zelenaja kniga Sibiri. Redkie i nuždajuščiesja v ochrane rastitel'nye soobščestva* [Grüne Liste Sibiriens. Seltene und schutzbedürftige Pflanzengesellschaften]. – 397 S., Novosibirsk.
- LOOMAN, J. (1982): *The vegetation of the Canadian Prairie Provinces, III. Aquatic and semi-aquatic vegetation, Part 2. Freshwater marshes and bogs*. – *Vegetatio* 10, 401-423.
- MIYAWAKI, A. & S. OKUDA (1972): *Pflanzensoziologische Untersuchungen über die Auen-Vegetation des Flusses Tama bei Tokyo, mit einer vergleichenden Betrachtung über die Vegetation des Flusses Tone*. – *Vegetatio* 24, 229-311.
- NEAČAEV, A.P. & A.A. NEAČAEV (1973): *Coleanthus subtilis* (Tratt.) Seidl. v priamurskoj časti areala. – *Botaničeskij Žurnal* 58, 440-446.
- PIETSCH, W. (1961): Beiträge zur Struktur, Soziologie und Systematik der europäischen Zwergbinsengesellschaften (Klasse Isoëto-Nanojuncetea Br.-Bl. et Tx. 43). – Hochschule Potsdam.
- POTT, R. (1995): *Die Pflanzengesellschaften Deutschlands*. – 2. Aufl., 622 S., Stuttgart.
- Sosudistye rastenija Sovetskogo Dal'nego Vostoka [Gefäßpflanzen des Sowjetischen Fernen Ostens] (1985-1996): Band 1-8. – Leningrad (Sankt Petersburg).
- TARAN, G.S. (1993): K sintaksonomii pojmennogo efemeretuma Černogo Irtyša [Zur Syntaxonomie des Auen-Ephemeretums am Schwarzen Irtyš]. – *Sibirskij Ekologičeskij Žurnal* 5, 79-84.
- TARAN, G.S. (1994): Pojmennij efemeretum srednej Obi – novyj dlja Sibiri klass Isoëto-Nanojuncetea Br.-Bl. et Tx. 1943 na severnom predele rasprostranjenja [Das Auen-Ephemeretum am Mittleren Ob: Isoëto-Nanojuncetea Br.-Bl. et Tx. 1943, eine neue Klasse für Sibirien an der Nordgrenze der Verbreitung]. – *Sibirskij Ekologičeskij Žurnal* 6, 595-599.
- TARAN, G.S. (1995a): Maloizvestnyj klass rastitel'nosti byvšego SSSR – pojmennij efemeretum (Isoëto-Nanojuncetea Br.-Bl. et Tx. 43) [Eine wenig bekannte Vegetationsklasse der ehemaligen UdSSR: das Auen-Ephemeretum (Isoëto-Nanojuncetea Br.-Bl. et Tx. 43)]. – *Sibirskij Ekologičeskij Žurnal* 4, 373-382.
- TARAN, G.S. (1995b): Sinkasonomija lugovo-bolotnoj rastitel'nosti pojmy srednej Obi (v predelach Aleksandrovsckogo rajona Tomskij Oblasti) [Syntaxonomie der Sumpfwiesenvegetation der Auen des Mittleren Ob]. – 76 S., Novosibirsk.
- TARAN, G.S. (1998): Nachodki asociacii Cypero-Limoselletum (Oberd. 1957) Korneck 1960 v pojmach nižnej Obi i nižnego Irtyša [Funde der Assoziation Cypero-Limoselletum (Oberd. 1957) Korneck 1960 in den Auen des unteren Ob und des unteren Irtyš]. – In: *Biologičeskije Resursy i Prirodopol'zovanie*, vyp. 2., S. 72-78, Nižnevertovsk.
- TUXEN, R. (1979): *Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands*. – 2. Aufl., 2. Lief., 212 S., Vaduz.
- ÚNAL, A. (1998): *Prodromus der Pflanzengesellschaften des Baikalsebietes und angrenzender Gebiete*. – unveröff. Ms., 67 S., Freiburg.
- ZASLAVSKAJA, T.M. (1992): O flore sosudistych rastenij bassejna verchnogo tečenija reki Jany (Severnaja Jakutija) [Zur Gefäßpflanzenflora im Becken des Oberlaufes des Flusses Jana (N Jakutien)]. – *Botaničeskij Žurnal* 77, 86-97.

(Am 19. März 1999 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Tab. 2, Cypero-Limoselletum (Oberd. 57) Korneck 60 rumicetum ucranici Taran 94 Chenopodium ficifolium-Variante

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Stet.
Artenzahl	26	41	32	33	38	39	31	34	36	
Probefläche, m ²	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
Diagn. Arten d. Cypero-Limoselletum:										
<i>Limosella aquatica</i>	1	2a	2a	+	+	+	+	+	+	V
<i>Riccia cavernosa</i>	+	1	+	.	.	.	.	+	.	II
<i>Botrydium granulatum</i>	.	.	3	.	.	.	.	.	.	I
Diagn. Arten d. Subass. rumicetosum ucranici, Chenopodium ficifolium-Variante:										
<i>Rumex ucranicus</i>	2b	2a	1	2a	2a	2b	+	2a	2b	V
<i>Eragrostis pilosa</i>	1	3	2a	3	1	3	+	1	3	V
<i>Chenopodium ficifolium</i>	2a	1	1	2a	2a	2a	.	1	2a	V
Diagn. Arten d. Cyperetalia fusci, Isoeto-Nanojuncetea:										
<i>Filaginella uliginosa</i>	1	2b	1	1	1	1	+	1	+	V
<i>Dichostylis micheliana</i>	1	1	+	+	+	+	+	+	+	V
<i>Spergularia rubra</i>	1	+	.	+	.	+	.	.	+	III
<i>Physcomitrium sphaericum</i>	.	1	+	.	.	.	2a	+	.	II
<i>Juncus bufonius</i>	1	1	1	.	.	.	.	.	.	II
<i>Riccia huebeneriana</i>	.	1	+	.	.	.	.	.	.	I
<i>Eleocharis acicularis</i>	1	+	+	.	.	.	.	.	+	II
<i>Cyperus fuscus</i>	.	.	+	.	.	+	.	.	.	I
<i>Riccia frostii</i>	.	+	.	.	.	.	.	+	.	I
Diagn. Arten d. Bidentetea:										
<i>Rorippa palustris</i>	1	2b	2a	2a	2b	2b	2a	2a	2b	V
<i>Chenopodium rubrum</i>	2b	2b	2a	2b	2a	2b	2b	+	1	V
<i>Echinochloa crus-galli</i>	.	2b	1	1	+	1	+	1	1	V
<i>Bidens radiata</i>	1	1	1	+	+	1	+	+	+	V
<i>Persicaria lapathifolia</i>	1	+	2a	+	+	1	.	+	+	V
<i>Chenopodium glaucum</i>	1	.	1	1	.	1	.	.	+	III
<i>Atriplex prostrata</i>	1	.	.	.	+	+	+	+	.	III
<i>Chenopodium polyspermum</i>	.	+	.	+	.	+	.	.	.	II
Diagn. Arten d. Salicetea purpurea:										
<i>Salix triandra</i> juv.	2b	+	.	+	+	+	.	.	+	IV
<i>Salix viminalis</i> juv.	.	.	.	+	+	+	2b	+	+	IV
<i>Salix alba</i> juv.	.	+	1	+	+	.	+	+	1	IV
Diagn. Arten d. Chenopodietea:										
<i>Setaria viridis</i>	.	+	.	+	+	+	+	1	+	V
<i>Chenopodium acerifolium</i>	.	.	.	.	.	1	.	+	1	II
<i>Erysimum cheiranthoides</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	+	II
<i>Chenopodium album</i>	.	.	.	.	.	.	2a	+	.	I
Diagn. Arten d. Plantaginea:										
<i>Agrostis stolonifera</i>	.	.	+	+	+	+	2a	.	+	V
<i>Plantago major</i>	1	2a	1	1	1	2a	+	+	1	V
<i>Lepidothea suaveolens</i>	.	+	+	.	+	.	.	.	.	II
<i>Potentilla anserina</i>	.	.	.	.	+	+	+	.	.	II

Tab. 2, Fortsetzung

Diagn. Arten d. Phragmiti-Magnocaricetea:										
<i>Rorippa amphibia</i>	2b	1	1	1	1	1	1	+	1	V
<i>Eleocharis palustris</i>		1	+	+	.	+	+	1	+	V
<i>Sparganium emersum</i>		.	+	+	.	.	+	.	.	II
<i>Butomus umbellatus</i>		1	+	.	.	.	+	.	+	II
<i>Phalaroides arundinacea</i>		1	.	.	.	.	.	+	.	I
<i>Carex acuta</i>		.	.	.	+	.	.	.	+	I
Begleiter feucht-nasser, nährstoffreicher Standorte:										
<i>Equisetum arvense</i>	2b	1	1	.	1	+	1	+	+	V
<i>Mentha arvensis</i>		.	+	.	+	+	+	1	+	IV
<i>Petasites spurius</i>		1	.	.	2a	+	+	3	+	IV
<i>Epilobium palustre</i>		.	+	+	+	.	.	.	.	II
<i>Inula britannica</i>		.	+	.	+	.	+	1	.	II
<i>Equisetum palustre</i>		.	1	.	1	.	.	.	.	I
weitere Begleiter:										
<i>Potentilla tanacetifolia</i>		1	+	.	+	+	+	.	+	IV
<i>Artemisia commutata</i>		.	+	.	.	+	+	.	+	III
<i>Artemisia sieversiana</i>		.	.	.	+	+	+	.	+	III
<i>Corispermum hyssopifolium</i>		.	.	.	+	.	1	.	2b 1	II
<i>Elytrigia repens</i>		.	.	+	.	+	.	+	+	II
<i>Artemisia vulgaris</i>		.	+	.	+	.	.	.	+	II

Außerdem: *Alisma orientale* 9(+), *Androsace septentrionalis* 2(+), *Arctium tomentosum* 8(+), *Calamagrostis epigeios* 4(+), 5(+), *Callitriche verna* 3(+), *Capsella bursa-pastoris* 6(+), *Linaria vulgaris* 5(+), *Lysimachia vulgaris* 5(+), *Medicago falcata* 6(r), *Persicaria amphibia* 7(+), *Psammophilella muralis* 2(+), *Ranunculus repens* 2(+), *Rumex pseudonatronatus* 5(+), *Solanum kitagawae* 8(+), *Sonchus arvensis* 7(+), *Tanacetum vulgare* 2(+), 5(+), *Taraxacum sp.* 4(+), 8(+), *Tripleurospermum perforatum* 8(+), *Urtica dioica* 5(+), *Verbascum thapsus* 5(+), *Veronica scutellata* 1(1), 6(r), *Vicia cracca* 7(+)

Fundortsnachweis zu Tabelle 3 (nächste Seite):

1. breite Spurrille in Nähe der Furt nahe des Seja-Ufers, Oberes Barguzintal, NO-Baikalgebiet, 21.7.96/5, ÜNAL, ANENCHONOV
2. ebd., näher zum Weg, 21.7.96/6, ÜNAL, ANENCHONOV
3. Schlammsee 7 km ö. Zolotoj Ključ, unweit der Urykta-Mündung, Ulan-Burgasy, O-Baikalgebiet, 20.7.97/2, ÜNAL, ANENCHONOV
4. ebd., 20 m weiter, stärker vertiefte Spur, 20.7.97/3, ÜNAL, ANENCHONOV
5. trockenengefallenes li. Angara-Ufer, Novo-Kuzmichinskoe, Irkutsk, 21.8.98/1, ÜNAL
6. O-Baikal-Ufer, Čivyrkuj-Mündung, s. CHYTRÝ et al. 1995: 420 (dort noch eine weitere Aufn.)
7. sandige Senke, schwach schlammig, 7 km ö. Zolotoj Ključ, 20.7.97, ÜNAL, ANENCHONOV
8. grobsandige breite Spurrille 8,5 km ö. Zolotoj Ključ, 23.7.97, ÜNAL
- 9./10. Vergleichsaufnahmen von TARAN aus dem Salajskij Krjaž in W-Sibirien
- 11.-13. Svjatoj Nos, O-Baikal, CHYTRÝ et al. 1993: 355.
14. randlich an einem Rinnsal, Chalun-Uchan, mittl. Senzatal, O-Sajan-Gebirge, 2.8.98/1, ÜNAL
15. Wegrand unweit einer Thermalquelle, Umchej-Insel, oberer Barguzin, 18.7.96/5, ÜNAL, ANENCHONOV
16. in Nähe eines Quelltopfes, Dzelinda, BAM, Oberes Angara-Tal, N-Baikalgebiet, 4.8.96, ANENCHONOV

Tab. 4: Vorkommen von Arten der Zwergbinsengesellschaften in Sibirien

mit Europa zusammenhängendes Areal ***, disjunktes Areal(***), zerstreut-häufiges Vorkommen **, vereinzeltes Vorkommen *, Einzelfund: r, synanthropes Vorkommen: sa

Art	W-Sibirien	M-Sibirien	O-Sibirien	Russ. Fernost
<i>Filaginella (Gnaphalium) uliginosa</i>	***	***	***	***
<i>Juncus bufonius</i>	***	***	***	***
<i>Potentilla supina</i>	***	***	***	***
<i>Androsace filiformis</i>	***	***	***	***
<i>Limosella aquatica</i>	***	(***)	**	**
<i>Carex bohemica</i>	**	**	**	**
<i>Eleocharis acicularis</i>	***	**	(***)	**
<i>Eleocharis ovata</i>	**	-	(***)	**
<i>Psammophiliella muralis</i>	***	(***)	*	(***)
<i>Stellaria uliginosa</i>	*	*	*	**
<i>Eragrostis pilosa</i>	**	*	*	**
<i>Eragrostis amurensis</i>	*	*	**	**
<i>Spergularia rubra</i>	*	*	* (Chamer-Daban)	(***)
<i>Cyperus fuscus</i>	**	**	**	sa
<i>Juncus nastanthus</i>	**	**	**	-
<i>Juncus salsuginosus</i>	*	**	**	-
<i>Elatine hydropiper</i>	*	*	*	-
<i>Sagina nodosa</i>	*	*	r	-
<i>Myosurus minimus</i>	*** (bis Ob)	-	-	-
<i>Elatine alsinastrum</i>	*	-	-	-
<i>Crypsis aculeata</i>	*	-	-	-
<i>Crypsis alopecuroides</i>	*	-	-	-
<i>Crypsis schoenoides</i>	*	-	-	-
<i>Mariscus (Dichostylis) hamulosus</i>	*	-	-	-
<i>Spergularia diandra</i>	*	-	-	-
<i>Scirpus lateriflorus</i>	*	-	-	-
<i>Peplis alternifolia</i>	*	-	-	-
<i>Pulicaria vulgaris</i>	*	-	-	sa
<i>Scirpus supinus</i>	-	*	-	sa
<i>Dichostylis michellana</i>	**	-	* (oz. Eravnoe)	**
<i>Elatine triandra</i>	*	-	* (Kitschera)	**
<i>Coleanthus subtilis</i>	**	-	-	**
<i>Lindernia procumbens</i>	*	-	-	**
<i>Cyperus glomeratus</i>	* (Barnaul)	-	-	**
<i>Elatine orthosperma</i>	-	-	*	*
<i>Juncus gracillimus</i>	-	r (in Tuva)	**	**
<i>Cyperus orthostachyus</i>	-	-	* (Seja)	**
<i>Pycnus nlagiricus</i>	-	-	r (Dzefinda)	**

Quelle: Flora Sibiri, Sosudistye Rastenija Sovetskogo Dal'nego Vostoka

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	2	497-507	1999	Freiburg im Breisgau 23. September 1999
--	---------	---	---------	------	--

Dynamik und Diversität von Sickerfluren auf tropischen Inselbergen

von

STEFAN POREMBSKI, Rostock*

Zusammenfassung: Auf den geologisch alten, kristallinen Kontinentalschilden bilden Inselberge charakteristische Landschaftselemente, die durch ein hohes Alter (gelegentlich Dutzende von Millionen Jahren) gekennzeichnet sind. Aus Graniten und Gneisen bestehend, erheben sie sich mehr oder weniger abrupt über ihre Umgebung. Meist treten sie in Form monolithischer Glockenberge auf, oft bilden sie jedoch kleinere Felsköpfe mit relativ sanft geneigten Hängen. Bedingt durch hohe Temperaturen und Einstrahlungsintensitäten und aufgrund des weitgehenden Fehlens von Feinerde, stellen Inselberge azonale Extremstandorte dar. Ihre Vegetation gliedert sich in klar unterschiedene Habitate (z. B. Monokotylen-Matten, Felsgewässer, Sickerfluren). Letzteres Habitat, das durch Nährstoffarmut und nur saisonal ausreichendes Wasserangebot gekennzeichnet ist, findet sich meist am Fuß von Felshängen, von denen während der Regenzeit kontinuierlich Wasser herabsickert. Floristisch und ökologisch sind Sickerfluren deutlich von den übrigen Inselberghabitaten abgegrenzt. Regional weisen sie ausgeprägte qualitative und quantitative floristische Differenzen auf. Auf tropischen Inselbergen sind an Nährstoffarmut angepasste Taxa, wie z. B. Eriocaulaceen und Xyridaceen sowie die Gattungen *Isoëtes*, *Ophioglossum* und *Utricularia* charakteristische Bestandteile von Sickerfluren. Insbesondere auf Inselbergen im tropischen Afrika bilden Sickerfluren hochdiverse Lebensgemeinschaften bestehend aus relativ kleinbleibenden Arten, die nur in relativ geringem Maße durch biotische Interaktionen (z. B. Konkurrenz) strukturiert sind. Stattdessen verhindern stochastisch auftretende klimatische Störungen die Einstellung eines durch wenige, konkurrenzstarke Arten dominierten Gleichgewichtszustands. Physiognomisch und floristisch weisen Sickerfluren auf Inselbergen auffällige Parallelen zu europäischen Zwergbinsenrasen (Isoëto-Nanojuncetea) auf.

Summary: Occurring on old, crystalline shields inselbergs form ancient (frequently dozens of millions of years) and characteristic landscape elements. Mainly consisting of granites or gneisses they rise more or less abruptly from the surrounding plains. Typically they form large monolithic dome-shaped mountains but smaller rock outcrops with slopes less steep are likewise frequent. Due to high temperatures and solar radiation intensities and because of the widespread absence of

* Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. STEFAN POREMBSKI, Universität Rostock, Allgemeine und Spezielle Botanik, Wismarsche Str. 8, D-18051 Rostock

deeper soils inselbergs form extreme growing sites. Their vegetation consists of clearly separable habitats (e.g. monocotyledonous mats, rock pools, ephemeral flush vegetation). The later habitat usually occurs at the feet of steep rocky slopes where water seeps continuously during the rainy season. It is characterized by nutrient deficiency and highly seasonal water availability. Floristically and ecologically ephemeral flush communities are clearly distinguished from all other habitats on inselbergs. On tropical inselbergs taxa adapted to nutrient-poor conditions, such as Eriocaulaceae and Xyridaceae or the genera *Isoetes*, *Ophioglossum* and *Utricularia* are typical components of this habitat. In particular on inselbergs in tropical Africa the ephemeral flush vegetation constitutes a very diverse community which is characterized by a relatively low degree of biotic interactions (e.g. competition) and which mainly consists of tiny individuals. Instead stochastic climatic disturbances prevent a stage of competitive equilibrium dominated by a low number of highly competitive species. Physiognomically and floristically ephemeral flush communities on inselbergs share many characters with European dwarf rush communities (Isoëto-Nanojuncetea).

Einleitung

Das Schlagwort „Biodiversität“ stand in den letzten Jahren im Mittelpunkt zahlreicher Diskussionen. Die außerordentliche Artenvielfalt tropischer und subtropischer Lebensräume wurde bereits im letzten Jahrhundert von verschiedenen Forschungsreisenden (z.B. Alexander von Humboldt, Charles Darwin, Alfred Russel Wallace) mit Begeisterung geschildert, ihre Diversität ist gegenüber den Lebensgemeinschaften der gemäßigten und hohen Breiten um den Faktor 10 bis 1000 gesteigert (LINSEMAIR 1990). Die Gründe für die hohe Diversität der Tropen sind bisher jedoch noch nicht verstanden. Im Rahmen eines interdisziplinären Forschungsprojekts (angesiedelt an den Botanischen Instituten Bonn und Rostock) werden seit einer Reihe von Jahren vegetationsökologische Studien an vorwiegend tropischen Inselbergen durchgeführt, um grundlegende Fragen der Biodiversitätsforschung zu beantworten.

Neben großflächig verbreiteten, zonalen Formationen, wie Wäldern und Savannen prägen inselartig zerstreut vorkommende azonale Lebensräume das Landschaftsbild in zahlreichen tropischen und außertropischen Regionen. Als klar von der Umgebung abgegrenzte Ökosysteme, die sich vielfach steil über das Umland erheben, bilden Inselberge (Abb. 1) Modellsysteme terrestrischer Habitatinseln. Der von geomorphologischer Seite weitgefaßte Terminus „Inselberg“ wird im folgenden für isolierte Felserrhebungen aus kristallinen Gesteinen (Granit, Gneis) verwendet. Inselberge sind Produkte tropisch-humider Verwitterungsprozesse und besitzen ein hohes Alter (Dutzende von Millionen Jahren). Auf den alten kristallinen Kontinentalschilden sind sie in allen Klima- und Vegetationszonen verbreitet. Ihr Größenspektrum ist außerordentlich breit und reicht von flachen Felsplateaus mit wenigen Quadratmetern Fläche bis zu mehrere Quadratkilometer bedeckenden Massiven. Bemerkenswerterweise wurden diese auffälligen Landschaftselemente von biologischer Seite bisher kaum beachtet. Neben einer Reihe regionaler Beschreibungen ihrer Vegetation (s. Übersicht in POREMBSKI et al. 1996a) liegen nur wenige vergleichende Analysen vor (z.B. BARTHOLOTT & POREMBSKI 1998, POREMBSKI et al. 1998, SARTHOU & VILLIERS 1998). Bedingt durch das weitgehende Fehlen tiefgründigen Substrates und aufgrund hoher Temperaturen bzw. Einstrahlungsintensitäten bilden

Inselberge „mikroklimatische Wüsten“ (PHILLIPS 1982) selbst wenn sie inmitten tropischer Regenwälder liegen.



Abb. 1: Inselberge sind in tropischen und außertropischen Regionen auf alten kristallinen Kontinental-schilden weit verbreitet. Aus Graniten oder Gneisen bestehend, erheben sie sich oftmals steil über ihr Umland (Minas Gerais, Brasilien). Bedingt durch extreme edaphische und mikroklimatische Verhältnisse weicht ihre Vegetation deutlich von der des Umlands ab.

Aufgrund ihres geringen agrarischen Potentials sind Inselberge von zahlreichen Aspekten anthropogener Nutzung weitgehend verschont geblieben und bilden in vielen Regionen letzte Refugien naturnaher Vegetation. Das Ökosystem Inselberg gliedert sich in verschiedene physiognomisch charakterisierte Standorte (vollständige Übersicht bei POREMBSKI et al. 1997). Scheinbar nackte Felsflächen, die aber vollständig durch Flechten und Cyanobakterien bedeckt sind, herrschen flächenmäßig vor (BÜDEL et al. 1997). Wie Teppiche bedecken relativ artenarme Monokotylen-Matten selbst steilste Felshänge. In diesem Habitat herrschen je nach Region Cyperaceen (u.a. *Afrotrilepis*, *Coleochloa*, *Trilepis*) und Velloziaceen (u.a. *Vellozia*, Xerophyta) vor, die mit meist poikilohydrischen Vertretern vorkommen. In unterschiedlicher Form kommen saisonal wassergefüllte Felsgewässer auf Inselbergen vor, die eine z.T. hochspezialisierte Wasserpflanzenvegetation aufweisen. Im Hangfußbereich bzw. an der Peripherie von Monokotylen-Matten entwickelt sich eine von niedrigwüchsigen Annuellen dominierte Sickerflur („ephemere Sickerflur“). Diese saisonale kleinmannuellen Gesellschaft, die auf tropischen und außertropischen Inselbergen zu finden ist, weist auffallende physiognomische Übereinstimmungen mit europäischen Isoëto-Nanojuncetea-Gesellschaften auf und wird im weiteren im Mittelpunkt der Analyse stehen.

Material und Methoden

Im Rahmen eigener Studien wurden ephemere Sickerfluren in verschiedenen tropischen und außertropischen Regionen untersucht. Im folgenden werden vor allem Daten aus der Côte d'Ivoire (gesamtes Land), Brasilien (atlantischer Regenwald in den Bundesstaaten Rio de Janeiro, Espirito Santo, Minas Gerais, Bahia) und Australien (Western Australia) berücksichtigt. In allen Untersuchungsgebieten wurden die Feldarbeiten in erster Linie auf dem Höhepunkt der Regenzeit durchgeführt, da die Vegetation der Sickerfluren aufgrund ihrer Kurzlebigkeit nur zu diesem Zeitpunkt zur Gänze erfaßt werden kann. Die pflanzensoziologische Erfassung erfolgte nach BRAUN-BLANQUET (1964). Die Bestimmung des Minimumareals ergab eine Aufnahmeflächengröße von 1-4 m². Da die Vegetation der Sickerfluren jedoch kleinflächig sehr heterogen ist (z.B. in Bezug auf die Mächtigkeit des Substrats) wurde ein breites Spektrum verschiedener Habitatflecken berücksichtigt. Die vorgefundenen Arten wurden, soweit sie nicht vor Ort angesprochen werden konnten, zur Bestimmung an Spezialisten verschickt und in verschiedenen Herbarien (u.a. Bonn) hinterlegt. Die Erstellung der Lebensformspektren basiert auf RAUNKIAER (1934). Detaillierte Angaben zu standortökologischen Verhältnissen in Sickerfluren auf ivoirischen Inselbergen finden sich in DÖRRSTOCK (1994).

Die Analyse der räumlichen und zeitlichen Diversitätsmuster von Sickerfluren erfolgte auf der Basis eines regelmäßigen Monitorings von Dauerbeobachtungsflächen auf Inselbergen entlang eines von den Regenwäldern zu den Savannen gerichteten ökologischen Gradienten in der Côte d'Ivoire.

Ergebnisse

Von niedrigbleibenden Annuellen dominierte Sickerfluren (Abb. 2) entwickeln sich als ausgesprochen saisonale Pflanzengemeinschaft auf Inselbergen überall dort, wo während der Regenzeit in ausreichendem Umfang Sickerwasser zur Verfügung steht. Bevorzugte Standorte sind Lagen am Fuß sanft geneigter Felshänge.



Abb. 2: Bei den meisten, der in Sickerfluren vorkommenden Arten handelt es sich um relativ kleinbleibende, kurzlebige Vertreter. Insbesondere karnivore Arten (hier *Drosera indica*, Westafrika) bilden Charakterelemente dieser durch Nährstoffarmut gekennzeichneten Lebensgemeinschaft.

Unser Kenntnisstand über ihre genaue floristische Komposition bzw. über ökologische Details ist noch ungenügend, erste Einblicke in dieses Habitat boten u.a. ADJANOHOON (1964), BONARDI (1966), HAMBLER (1964) und RICHARDS (1957). Eine detaillierte Beschreibung der ephemeren Sickerfluren auf Inselbergen in der Côte d'Ivoire wurde von Dörrstock et al. (1996) vorgelegt. Im Hinblick auf ihre Flächengröße weisen Sickerfluren mit Ausdehnungen von wenigen Quadratmetern bis zu mehreren hundert Quadratmetern ein breites Spektrum auf. Während vor allem Poaceen und Cyperaceen in Sickerfluren ein 30-70 cm hohes, individuenreiches Stratum bilden können, bleiben die meisten anderen hier vorkommenden Arten deutlich niedriger als 20 cm. In vielen Fällen ist die Vegetation der Sickerfluren nur lückenhaft ausgebildet und die Deckungsgrade liegen auch auf dem Höhepunkt der Vegetationsperiode bei nicht mehr als 50 %.

Floristische Aspekte

Auf dem Niveau der beteiligten Familien ist das floristische Inventar tropischer Sickerfluren deutlich von ihren außertropischen Gegenstücken unterschieden. Familien, wie Eriocaulaceen, Xyridaceen oder Burmanniaceen, die charakteristische Elemente tropischer Sickerfluren stellen und die an nährstoffarmen, offenen Standorten in den Tropen weit verbreitet sind, fehlen in den außertropischen Sickerfluren vollständig (Tab. 1).

Tab. 1: Artenreiche Familien in Sickerfluren auf Inselbergen in unterschiedlichen Regionen.

<u>Côte d'Ivoire</u>	<u>Brasilien</u>	<u>Australien</u>
Cyperaceae	Cyperaceae	Cyperaceae
Poaceae	Poaceae	Poaceae
Lentibulariaceae	Lentibulariaceae	Stylidiaceae
Scrophulariaceae	Xyridaceae	Droseraceae
Eriocaulaceae	Eriocaulaceae	Centrolepidaceae

Floristische Übereinstimmungen drücken sich u.a. in der, im Hinblick auf die Artenzahl großen Bedeutung der Poaceen, Cyperaceen und Lentibulariaceen aus. Bemerkenswerterweise bilden die Cyperaceen in Sickerfluren weltweit und vor allem in den Tropen die artenreichste Familie. Der generell sehr eigenständige Charakter der südwestaustralischen Vegetation spiegelt sich durch das massive Auftreten der Stylidiaceen, Droseraceen und Centrolepidaceen auch im Inventar der Sickerfluren wieder. Karnivore Pflanzen gehören in allen Regionen zu den auffälligsten Bestandteilen der Sickerfluren (SEINE et al. 1995), wobei insbesondere die Gattung *Utricularia* mit zahlreichen, meist kleinbleibenden, terrestrischen Vertretern zu finden ist.

Tab. 2: Charaktergattungen in Sickerfluren auf Inselbergen in unterschiedlichen Regionen.

<u>Gattung</u>	<u>Region</u>	<u>Gattung</u>	<u>Region</u>
<i>Ascolepis</i>	Afrika	<i>Panicum</i>	Afrika
<i>Burmannia</i>	S-Amerika, Afrika	<i>Pycreus</i>	Afrika
<i>Centrolepis</i>	Australien	<i>Rhynchospora</i>	S-Amerika
<i>Cyperus</i>	S-Amerika, Afrika	<i>Rotala</i>	Afrika
<i>Drosera</i>	Afrika, Australien	<i>Scleria</i>	Afrika
<i>Eriocaulon</i>	Afrika	<i>Sebaea</i>	Afrika
<i>Genlisea</i>	S-Amerika, Afrika	<i>Stylidium</i>	Australien
<i>Isoëtes</i>	N-Amerika, Afrika	<i>Utricularia</i>	N- und S-Amerika, Afrika, Australien
<i>Kyllinga</i>	Afrika	<i>Xyris</i>	S-Amerika, Afrika
<i>Lindernia</i>	Afrika		
<i>Ophioglossum</i>	Afrika		

Tabelle 2 gibt einen Überblick über Charaktergattungen der Sickerfluren in den hier berücksichtigten Regionen. Neben artenreich vertretenen Gattungen, wie *Utricularia*, *Genlisea*, *Eriocaulon* und *Cyperus* finden sich zahlreiche Gattungen, die zwar nur mit wenigen Arten in Sickerfluren auftreten, die aber großräumig und mit hoher Stetigkeit in dieser Lebensgemeinschaft vorkommen. Letzteres gilt z. B. für die Gattungen *Xyris*, *Isoëtes* (Abb. 3), *Ophioglossum*, *Rotala*, *Sebaea* und *Burmannia*, deren kurzlebige und ausdauernde Arten in Sickerfluren weit verbreitet sind. Die meisten, der in Sickerfluren auftretenden Arten, sind nicht auf diesen Lebensraum beschränkt und treten auch an anderen durch Nährstoffarmut und saisonale Stau-nässe gekennzeichneten offenen Standorten auf. Besonders ausgeprägte floristische Beziehungen existieren zur Vegetation auf Eisenlateritkrusten, Weißsandsavannen und saisonal feuchten Schlammböden entlang von Flußläufen und Stehgewässern.



Abb. 3: Insbesondere in Sickerfluren auf afrikanischen Inselbergen sind verschiedene *Isoëtes*-Arten ein charakteristischer Bestandteil dieser relativ offenen Pflanzengemeinschaft.

Ausgeprägte Unterschiede bestehen im Hinblick auf den floristischen Reichtum der Sickerfluren in den einzelnen Untersuchungsgebieten. Am artenreichsten sind Sickerfluren auf in der Savannenzone der Côte d'Ivoire gelegenen Inselbergen, gefolgt von südwestaustralischen sowie mit einigem Abstand brasilianischen Sickerfluren. Der Anteil endemischer Arten in Sickerfluren ist in Australien am höchsten, während in Brasilien und der Côte d'Ivoire deutlich niedrigere Endemitenzahlen zu verzeichnen sind. Bemerkenswert ist das Auftreten einiger pantropisch verbreiteter Arten auf tropischen Inselbergen (z.B. *Cyperus squarrosus*, *Fimbristylis dichotoma*, *Utricularia subulata*).

Lebensformspektren

In der Côte d'Ivoire und im Südwesten Australiens stellen Therophyten den größten Teil der Arten in Sickerfluren, während alle weiteren Lebensformen deutlich zurücktreten (Tab. 3).

Tab. 3: Lebensformen (in %) in Sickerfluren auf Inselbergen in der Côte d'Ivoire (CI), Brasilien (BR) und Australien (AUS).

	<u>Therophyten</u>	<u>Hemikryptophyten</u>	<u>Geophyten</u>	<u>Chamaephyten</u>
CI	68	22	8	2
BR	32	38	19	11
AUS	71	8	15	6

Zahlreiche der in Sickerfluren vorkommenden Einjährigen zeichnen sich durch kleine Körpergrößen („Zwergpflanzenflora“, DIELS 1906) und einen schnellen Lebenszyklus aus, der innerhalb weniger Wochen vollendet werden kann. Am höchsten ist der Therophytenanteil im südwestlichen Australien. In Brasilien (im Bereich der Mata Atlântica) sind Hemikryptophyten in Sickerfluren stärker vertreten als Annuelle, was möglicherweise auf den generell niedrigen Anteil einjähriger Arten im atlantischen Regenwald zurückzuführen ist. In allen Untersuchungsgebieten weisen die Therophyten den höchsten Anteil von auf Sickerfluren spezialisierten Arten auf, der bei den übrigen Lebensformen relativ niedrig ist. In der Côte d'Ivoire finden sich jedoch auch unter den Geophyten hochspezialisierte Vertreter innerhalb der Gattungen *Isoëtes* und *Ophioglossum*, die schwerpunktmäßig auf Sickerfluren konzentriert sind.

Pflanzensoziologische Aspekte

Eine exakte pflanzensoziologische Einordnung ephemerer Sickerfluren auf Inselbergen kann zum jetzigen Zeitpunkt aufgrund der vorhandenen Datenlage nur vorläufig erfolgen bzw. ist für Sickerfluren auf brasilianischen Inselbergen noch gar nicht möglich. ADJANOHOUN (1964) beschrieb für Sickerfluren auf ivoirischen Inselbergen eine „association à *Isoëtes nigritana* et *Ophioglossum gomezianum*“, die Anklänge an die Utricularieto-Eriocaulium pumili-Gesellschaft von SCHNELL (1952) aufweist, die im Bereich des Mt. Nimba (Guinea) über Eisenlateritkrusten (lokal als „Bowal“ bezeichnet) entwickelt ist. KNAPP (1966) beschrieb für Zwerg-

pflanzengesellschaften auf wechsellassen Standorten im westafrikanischen Raum die Klasse Eriocaulo-Utricularietea, der die Sickerfluren auf ivoirischen Inselbergen zugerechnet werden können. Die westafrikanischen Sickerfluren weisen Beziehungen zu der von SCHMITZ (1988) aus Ruanda, Burundi und Zaire beschriebenen Klasse Drosero-Xyridetea auf.

Die im Südwesten Australiens auf Inselbergen vorkommenden Sickerfluren gehören zur Klasse Centrolepidi-Hydrocotyletea alatae (PIGNATTI & PIGNATTI 1994) und hierbei zur Assoziation Campylopo-Polypompholydetum multifidae.

Räumliche und zeitliche Diversitätsmuster

Auf ivoirischen Inselbergen bilden Sickerfluren das artenreichste Habitat, während z.B. Monokotylen-Matten deutlich artenärmer sind (POREMBSKI et al. 1996b, POREMBSKI & BARTHLOTT 1997). Die in der Côte d'Ivoire entlang eines Gradienten Regenwald-Savanne untersuchten Sickerfluren weisen deutliche Diversitätsunterschiede auf. Die Diversität der Sickerfluren erreicht ein Maximum auf in der Savannenzone gelegenen Inselbergen. Im Vergleich dazu sind Sickerfluren auf Inselbergen in der Regenwaldzone deutlich artenärmer. In entsprechender Weise zeigt z.B. auch die Vegetation von Felsgewässern ein Diversitätsmaximum auf Inselbergen in der Savannenzone. Die auf Inselbergen in der Savannenzone der Côte d'Ivoire angelegten Dauerbeobachtungsflächen zeichneten sich im Beobachtungszeitraum durch eine erhebliche Bestandsdynamik aus, wie hier exemplarisch für einen ausgewählten Sickerflurstandort gezeigt werden kann (Abb. 4).

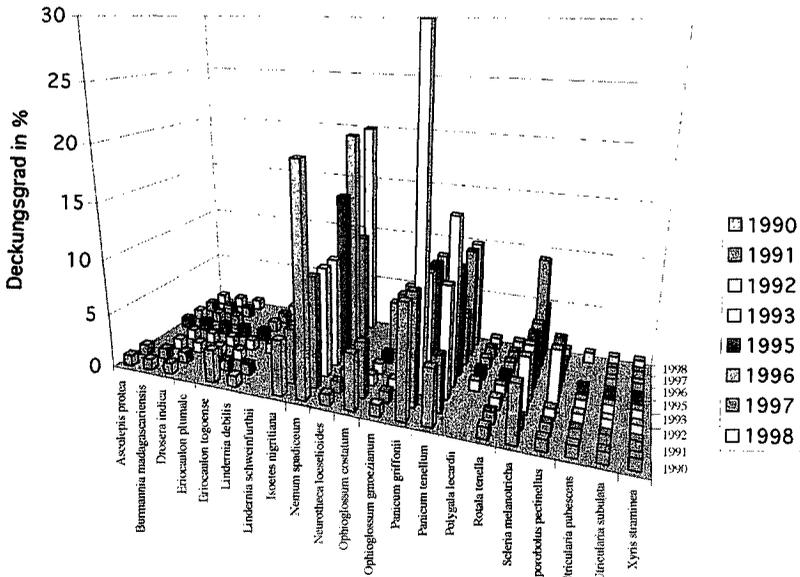


Abb. 4: Artenumsatz in Sickerfluren. Sickerfluren zeichnen sich durch einen hohen Anteil kurzlebiger Arten aus. Die Analyse von Dauerbeobachtungsflächen auf Inselbergen der Elfenbeinküste gibt einen Einblick in die ausgeprägte Bestandesdynamik dieses Habitats.

Verglichen mit anderen Inselberghabitaten weisen Sickerfluren einen relativ hohen Arten turnover auf (eigene unpubl. Daten). Deutlich erkennbar wird, daß es nicht nur einen schnellen Wechsel im Artenbestand gibt, sondern, daß darüberhinaus, die Abundanz einzelner Arten erheblich schwankt. Neben Arten (z. B. *Utricularia subulata*), die im Laufe des gesamten Beobachtungszeitraums vertreten waren, kamen zahlreiche Taxa vor, die sich nur für kurze Zeit in der untersuchten Sickerflur etablieren konnten. Vielfach handelte es sich dabei um Arten, die keine enge Bindung an Sickerfluren aufweisen und die generell für offene, vielfach nährstoffarme Standorte typisch sind.

Diskussion

Floristisch-vegetationskundliche Aspekte

Sickerfluren auf tropischen Inselbergen bilden Verbreitungsschwerpunkte für an Nährstoffarmut angepaßte Taxa bzw. Lebensformen. Familien, wie Eriocaulaceen, Gentianaceen und Xyridaceen oder Gattungen, wie z. B. *Isoëtes*, *Ophioglossum* und *Rotala* kommen mit hochspezialisierten Arten an diesen Extremstandorten vor. Auch für karnivore Pflanzen stellen Sickerfluren einen wichtigen Lebensraum dar (SEINE et al. 1995). Aus dieser Gruppe stellen zwei Familien (Lentibulariaceae, Droseraceae) charakteristische Besiedler von Sickerfluren, wobei insbesondere die Gattung *Utricularia* äußerst artenreich vertreten ist. Auf Inselbergen kommen Vertreter der Gattung *Isoëtes* einerseits in Sickerfluren (tropisches Afrika, Südosten der USA), andererseits in saisonalen Felsgewässern vor (Süd- und Ostafrika, Südosten der USA, Australien). Bei allen auf Inselbergen zu findenden *Isoëtes*-Arten handelt es sich wahrscheinlich um CAM-Pflanzen (s. Übersicht bei KEELEY 1998). Innerhalb dieser Gattung ist es auf Inselbergen zu einer Einnischung in zwei Habitate (Sickerfluren, Felsgewässer) gekommen, die in ihren ökologischen Rahmenbedingungen (insbesondere ständig Sickerwasser, ausgeprägte Saisonalität mit hohen Temperaturen während der Trockenzeit) deutlich von den Standortverhältnissen der mitteleuropäischen Isoëto-Nanojuncetalia-Gesellschaft abweichen, die aber im Hinblick auf ihre Physiognomie deutliche Anklänge an Zwergbinsengesellschaften aufweisen. Die derzeit vorliegende Datenlage erlaubt es jedoch noch nicht eine detaillierte Diskussion über die genaue syntaxonomische Zuordnung der Sickerfluren auf tropischen Inselbergen zu führen.

Ursachen der raum- / zeitlichen Bestandesdynamik

Folgende Faktoren dürften für das Zustandekommen des auf ivoirischen Inselbergen zu beobachtenden Diversitätsgradienten verantwortlich sein:

1. Größere Anzahl geeigneter Standorte in der Savannenzone: Inselberge und Eisenlateritkrusten („Bowal“, azonaler Standort, auf dem zahlreiche Sickerflur-Arten zu finden sind) sind in den Savannen im Norden und Zentrum der Côte d'Ivoire wesentlich häufiger als in der südlich anschließenden Regenwaldzone. Lokale Extinktionen einzelner Arten können auf in der Savannenzone gelegenen Inselbergen vermutlich durch Wiederbesiedlungen, ausgehend von relativ nahe benachbarten Inselbergen oder vergleichbaren Standorten, ausgeglichen werden. Ein

dichteres „ausbreitungsbiologisches Netzwerk“ bedingt somit eine lokal höhere Diversität der Sickerfluren in der Savannenregion.

2. Klimatische Störungen: In der Savannenzone der Côte d'Ivoire ist die Variabilität im Hinblick auf Höhe und Verteilung der Niederschläge deutlich höher als in der Regenwaldzone. Selbst auf dem Höhepunkt der Regenzeit treten in der Savannenzone unvorhersehbare Dürrephasen auf, die die kurzlebigen Sickerflur-Arten empfindlich treffen können. Diese stochastisch auftretenden klimatischen Störungen beeinflussen in starkem Maße die qualitative und quantitative Zusammensetzung der Sickerflurvegetation (POREMBSKI & BARTHOLOTT 1997). Offenbar fördern derartige klimatischen Störungen den hohen Artenreichtum der Sickerfluren auf Inselbergen in der Savannenzone. Insbesondere konkurrenzkräftige, mit zahlreichen Individuen vertretende Arten sind unter diesen Umständen von lokalen Extinktionen stärker betroffen, als konkurrenzschwache, nur mit wenigen Exemplaren vorkommende Arten (eigene unveröffentl. Daten), wodurch Konkurrenz-ausschluß verhindert und die Koexistenz konkurrenzschwächerer Arten ermöglicht wird. Auf Regenwald-Inselbergen setzen sich dagegen bei höheren und verlässlicher auftretenden Niederschlägen relativ wenige, konkurrenzstarke perennierende Arten durch.

Danksagung: Mein Dank geht an W. Barthlott (Bonn) für die kontinuierliche Unterstützung des Inselberg-Projekts sowie an die Deutsche Forschungsgemeinschaft (Ba 605/4-1,2,3) für die Förderung der Arbeiten an Inselbergen. Zahlreichen Kollegen bin ich zu Dank verpflichtet, die mich bei Feldarbeiten bzw. durch kritische Diskussionshinweise unterstützt haben. In diesem Zusammenhang seien insbesondere genannt: L. Aké Assi (Abidjan), N. Biedinger (Rostock), S. Dörrstock (Bonn), S. D. Hopper (Perth), K. E. Linsenmair (Würzburg) und G. Martinelli (Rio de Janeiro). Mein spezieller Dank geht an U. Deil (Freiburg) für die Anregung zur Teilnahme am 1. Freiburger Geobotanischen Kolloquium.

Schrifttum

- ADJANOHOON, E. (1964): *Végétation des savanes et des rochers découverts en Côte d'Ivoire centrale*. Mémoires ORSTOM 7, 1-178.
- BARTHOLOTT, W. & S. POREMBSKI (1998): Diversity and phytogeographical affinities of inselberg vegetation in tropical Africa and Madagascar. – In: *Chorology, taxonomy and ecology of the floras of Africa and Madagascar* (Hrsg.: C. R. HUXLEY, J. M. LOCK & D. F. CUTLER), S. 119-129; Kew.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): *Pflanzensoziologie*. – 3. Aufl., 865 S; Wien.
- BÜDEL, B., U. BECKER, S. POREMBSKI & W. BARTHOLOTT (1997): Cyanobacteria and cyanobacterial lichens from inselbergs of the Ivory Coast, Africa. – *Bot. Acta* 110, 458-465.
- DIELS, L. (1906): *Die Pflanzenwelt von West-Australien südlich des Wendekreises*. – 413 S; Leipzig.
- DÖRRSTOCK, S. (1994): *Vegetation der Hangmoore auf Inselbergen in der Côte d'Ivoire*. – Diplomarbeit, Universität Bonn.
- DÖRRSTOCK, S., S. POREMBSKI & W. BARTHOLOTT (1996): Ephemeral flush vegetation on inselbergs in the Ivory Coast (West Africa). – *Candollea* 51, 407-419.
- HAMBLER, D. J. (1964): The vegetation of granitic outcrops in Western Nigeria. – *J. Ecol.* 52, 573-594.
- KEELEY J. E. (1998): CAM photosynthesis in submerged aquatic plants. – *Botanical Review* 64, 121-175.
- KNAPP, R. (1966): Höhere Vegetations-Einheiten von West Afrika unter besonderer Berücksichtigung von Nigeria und Kamerun. – *Geobotanische Mitteilungen* 34, 1-31.
- LINSENMAIR, K. E. (1990): Tiopische Biodiversität: Befunde und offene Probleme. – *Verh. Dtsch. Zool. Ges.* 83, 245-261.
- PHILLIPS, D. L. (1982): Life forms of granite outcrop plants. – *Am. Midl. Nat.* 106, 206-208.

- PIETSCH, W. (1973): Beitrag zur Gliederung der europäischen Zwergbinsengesellschaften (Isoëto-Nanojuncetea Br.-Bl. & Tx. 1943). – *Vegetatio* 28, 401-438.
- PIGNATTI, E. & S. PIGNATTI (1994): Centrolepidi-Hydrocotyletea alatae, a new class of ephemeral communities in Western Australia. – *Journal of Vegetation Science* 5, 55-62.
- POREMBSKI, S., J. SZARZYNSKI, J.-P. MUND & W. BARTHLOTT (1996a): Biodiversity and vegetation of miniature inselbergs in the West African tropical Taï rain forest (Ivory Coast). – *J. Biogeogr.* 23, 47-55.
- POREMBSKI, S., G. BROWN & W. BARTHLOTT (1996b): A species-poor tropical sedge community: *Afrotrilepis pilosa* mats on inselbergs in West Africa. – *Nord. J. Bot.* 16, 239-245.
- POREMBSKI, S. & W. BARTHLOTT (1997): Seasonal dynamics of plant diversity on inselbergs in the Ivory Coast (West Africa). – *Bot. Acta* 110, 466-472.
- POREMBSKI, S., R. SEINE & W. BARTHLOTT (1997): Inselberg vegetation and the biodiversity of granite outcrops. – In: *Granite outcrops symposium* (Hrsg.: P. C. WITHERS & S. D. HOPPER), S. 193-199; Perth.
- POREMBSKI, S., G. MARTINELLI, R. OHLEMÜLLER & W. BARTHLOTT (1998): Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in the Brazilian Atlantic rainforest. – *Diversity and Distributions* 4, 107-119.
- RAUNKIAER, C. (1934): *The life forms of plants and statistical plant geography*. – Oxford.
- RICHARDS, P. W. (1957): Ecological notes on West African Vegetation I. The plant communities of the Idanre Hills, Nigeria. – *J. Ecol.* 45, 563-577.
- SARTHOU, C. & J.-F. VILLIERS (1998): Epilithic plant communities on inselbergs in French Guiana. – *Journal of Vegetation Science* 9, 847-860.
- SCHMITZ, A. (1988): *Revision des groupements végétaux décrits du Zaïre, du Rwanda et du Burundi*. – Bruxelles.
- SCHNELL, R. (1952): Contribution à une étude phytogéographique de l'Afrique occidentale: les groupements et les unités géobotaniques de la Région Guinéenne. – *Mém. IFAN* 18, 45-234.
- SEINE, R., S. POREMBSKI & W. BARTHLOTT (1995): A neglected habitat of carnivorous plants: inselbergs. – *Feddes Repertorium* 106, 555-562.

(Am 15. März 1999 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitteilungen
des Badischen Landesvereins für
Naturkunde und Naturschutz e.V.

Freiburg i. Br.

N.F. Band 17, Heft 3

Schriftleitung: HELGE KÖRNER

Freiburg i. Br. 2000

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	3	509-710	2000	Freiburg im Breisgau 24. Mai 2000
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Die Drucklegung dieses Heftes wurde gefördert
durch Mittel aus dem Prof.-FRIEDR.-KIEFER-Fonds des BLNN.

Herstellung: Systemdruck+Verlags-GmbH, Grünstraße 13, D-79232 March-Hugstetten

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Übersetzungen, Nachdruck, Vervielfältigung auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege sowie Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from the publisher.

© Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.
Gerberau 32, D-79098 Freiburg i.Br.

ISSN 0067-2858

INHALT

Abhandlungen

REY, P., KÜRY, D., WEBER, B. & ORTLEPP, J.: Neozoen im Hochrhein und im südlichen Oberrhein	509
ZAHNER-MEIKE, E.: Gefährdung der großen Süßwassermuscheln durch den Bisam (<i>Ondatra zibethicus</i>)	525
LANG, K.: Die Bachmuschel <i>Unio crassus</i> (Philipsson, 1788) im Kinzigtal: Bestandssituation, Fortpflanzungsbiologie und Wanderverhalten	541
LOCH, R.: Weberknechte (Arachnida, Opiliones) in gebannten und bewirtschafteten Wäldern Baden-Württembergs	555
KOBEL-LAMPARSKI, A., LAMPARSKI, F. & GACK, C.: Zur Notwendigkeit von Pflegeeingriffen auf südexponierten Sukzessionsböschungen im Kaiserstuhl	575
KOBEL-LAMPARSKI, A. & LAMPARSKI, F.: Förderung von Ameisen durch den Verzicht auf Bodenbearbeitung im Reb Gelände des Kaiserstuhls	589
TSCHORSNIG, H.-P. & DOCZKAL, D.: Raupenfliegen (Diptera: Tachinidae) vom Flugplatz Söllingen bei Baden-Baden	599
REY, P.: Die Rückkehr der Lachse in die Schweiz	609
LIESER, M., FLENDER, A., SCHERER, B. & SCHONHARDT, H.: Zum Populationsrückgang des Auerhuhns (<i>Tetrao urogallus</i>) im östlichen Schwarzwald	619
KÜBLER, J.: Zur Habitatnutzung und Brutbiologie des Kiebitzes (<i>Vanellus vanellus</i> L.) in einem Brutgebiet am Oberrhein	631
EICHSTAEDT, K. & REY, P.: Saugwurmlarven in unseren Badeseen – zum Problem der Badedermatitis	643
LÜTH, M.: Revision des Moosherbars Dr. Winter	651
Kurze Mitteilungen	
TREIBER, R. & REINEKE, D.: Großes Vorkommen der Echten Mondraute (<i>Botrychium lunaria</i>) am Hohenstoffeln	663
TREIBER, R.: Ausbreitung der Lauschschrecke (<i>Mecostethus alliaceus</i> Germar, 1817) im bayerischen Bodenseebecken	666
LÜTH, M. & WOLF, W.: Neufund von <i>Euonymus latifolius</i> (L.) Mill. und <i>Rosa abietina</i> Gren. im Schwarzwald	669
LOCH, R.: Neue Funde von <i>Ischyropsalus hellwigi</i> Panzer (Opiliones, Ischyropsalidae) in Baden-Württemberg	675
TRÖGER, E.-J.: <i>Chrysoperla lucasina</i> (Lacroix 1912) – Schwesterart der „Gemeinen Florfliege“ <i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens 1836) – in Süddeutschland (Neuroptera, Chrysopidae)	679
Bücher- und Zeitschriftenschau	683
Vereinsnachrichten	
Mitgliederversammlung für das Jahr 1997	697
Mitgliederversammlung für das Jahr 1998	702
„Empfänger unbekannt verzogen“	708
Hinweise für Autoren	709

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	3	509–524	2000	Freiburg im Breisgau 24. Mai 2000
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Neozoen im Hochrhein und im südlichen Oberrhein

von

PETER REY, DANIEL KÜRY, BIRGIT WEBER & JOHANNES ORTLEPP *

Zusammenfassung: Die Einwanderung neuer Zoobenthosarten in den Hochrhein wird seit 1990 im Rahmen zweier Monitoringprogramme verfolgt (REY et al. 1992, REY & ORTLEPP 1997; KÜRY 1998, 2000). Während sich im Jahr 1995 die benthische Besiedlung der Hochrheinsohle vom Bodensee bis Rheinfelden gegenüber früheren Ergebnissen als relativ stabil erwies, waren in Raum Basel mindestens zwei neue, auffällige Wasserorganismen eingewandert, der Schlickkrebs *Corophium curvispinum* und die Körbchenmuschel *Corbicula fluminea fluminalis*. Beide Arten haben sich in den vorangegangenen Jahren kontinuierlich rheinaufwärts ausgebreitet und dabei Mittel- und Oberrhein zum Teil invasionsartig besiedelt. Zwischen 1995 und 2000 ist *Corophium* wieder ein Stück weiter in den Hochrhein aufgestiegen und die *Corbicula*-Bestände sind bis zu zehnmals dichter geworden. Im selben Zeitraum konnte die Ankunft weiterer Neozoen im Raum Basel beobachtet werden, wie die des Flohkrebses *Dikerogammarus haemobaphes*, der Donauassel *Jaera istri*, der Süßwassergarnele *Atyaephyra desmaresti* sowie des Polychaeten *Hypania invalida*.

Der vorliegende Artikel stellt einige der auffälligsten Neuankommlinge im Raum Basel und im südlichen Oberrhein vor und verfolgt deren Einwanderungswege. Es wird diskutiert, welche Umstände die Masseneinwanderung von Neozoen in den Rhein begünstigen und warum die untersten Hochrheinestufen für einige von ihnen ein Ausbreitungshindernis zu sein scheinen, während andere bereits über den gesamten Hochrhein und in einem Teil seines Einzugsgebietes nachzuweisen sind.

Einleitung

Die Verbreitungsgebiete hololimnischer (im Verlauf ihrer gesamten Entwicklung im Wasser lebender) Makroinvertebraten im Rheingebiet konnten sich in erdgeschichtlichen Zeiten durch Naturereignisse wie z.B. Vereisung, Orogenese und Vulkanismus verändern (TITZNER 1997a). Für die Ausbreitung einzelner Taxa durch Phoresie, und damit das Überbrücken von Wanderhindernissen als „blinde Passagiere“, kamen auch Vögel und Fische in Frage. Ausbreitungsgrenzen waren jedoch durch deren beschränkten Aktionsradius vorgegeben und blieben relativ stabil.

Neue Möglichkeiten der Kolonisation im Rheingebiet eröffneten sich der Benthosfauna durch den Ausbau des französischen Kanalnetzes Anfang des 19. Jahrhunderts sowie dem des nordeutschen Kanalnetzes (1938 Fertigstellung des Mittellandkanals). Die Intensivierung der Schifffahrt auf dem Rhein und seinen großen Zuflüssen ermöglichte, beginnend mit der Tulla'schen Flussregulierung

* Anschriften der Verfasser: P. REY, Hydra-Institut, Fürstenbergstr. 25, D-78467 Konstanz; Dr. D. KÜRY, Life Science AG, Greifengasse 7, CH-4056 Basel; J. ORTLEPP, Büro Hydra, Mühlweg 17, D-75223 Öschelbronn; B. WEBER, Gänsbergstraße 20, D-76228 Karlsruhe-Stupferich

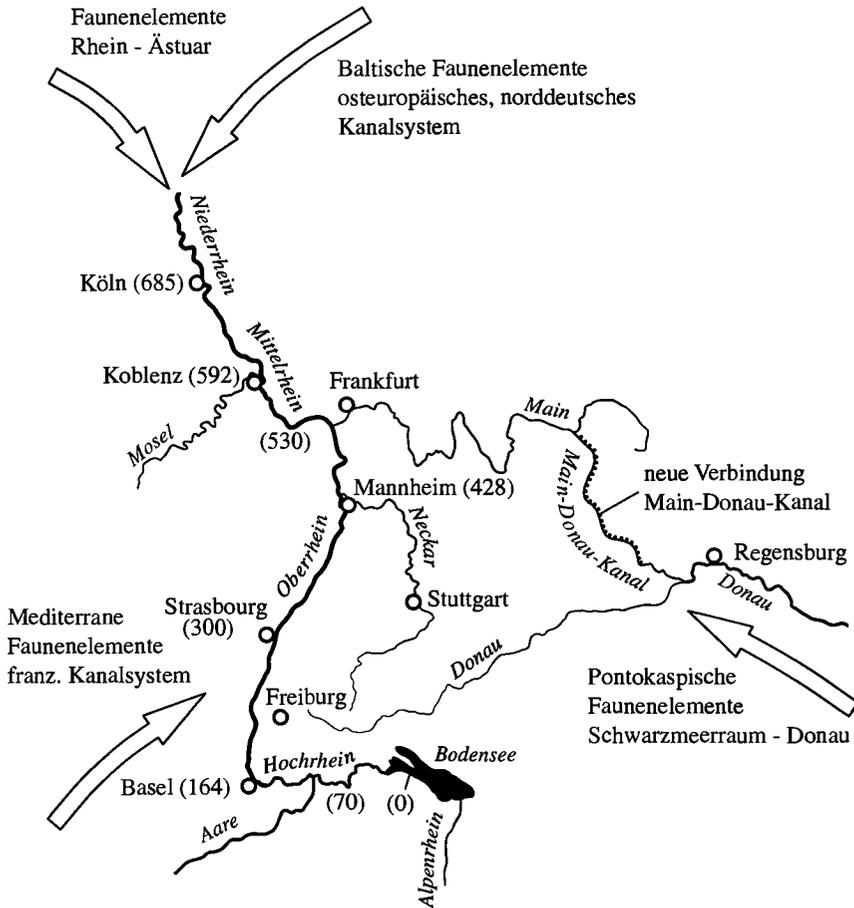


Abb. 1: Vernetzung der Wasserstraßen und der Einfluss unterschiedlicher hydrographischer Faunenelemente auf die Verbreitung von Neozoen im Rheingebiet. Rhein-km in Klammern.

Mitte des 19. Jahrhunderts, den passiven Transport von Neozoen bis in den Hochrhein. Ein zusammenhängendes Netz von Wasserwegen entstand, das nun vom Mittelmeer bis ins Baltikum reichte: Die natürlichen Grenzen für kriechende oder schwimmende Gewässerorganismen waren beseitigt (Abb. 1). Viele Benthosarten hatten nun auch die Möglichkeit, als Larve oder als adultes Tier, von Schiffen schnell über weite Strecken transportiert zu werden (REINHOLD & TITTIZER 1997). Diese Form anthropogener Phoresie, aber auch die weltweite Vernetzung von Schiffahrtswegen, beschleunigte die nun ohnehin mögliche Ausbreitung aquatischer Neozoen im Rhein und führte die Tiere weit über ihre historischen Verbreitungsgrenzen hinaus, wobei auch die Überbrückung von Ozeanen für Süßwasserarten kein Hindernis mehr darstellte.

Die monotone Struktur und Morphologie der Wasserstraßen Donau, Main, Neckar und Rhein begünstigten die Besiedlung durch anspruchslose und belastungstolerante Zoobenthos-Arten und Ubiquisten. Die Neuankömmlinge besiedeln heute im schiffbaren Rhein nahezu jeden vorhandenen Substrattyp und beeinträchtigen dadurch auch die Lebensgemeinschaften autochthoner Arten (TITTIZER 1997b).

Ein neues, bedenkliches Kapitel dieses Prozesses wurde mit der Fertigstellung des Main-Donau-Kanals im Jahre 1993 aufgeschlagen. Die bis dahin zumindest hydrographisch getrennten, faunistisch sehr unterschiedlichen Flussysteme des Rheins und der Donau (mit dem gesamten pontokaspischen Raum) sind nun miteinander verbunden und für die Ausbreitung aquatischer Organismen geöffnet.

Ausbreitung und Bestandesstruktur der in den Oberrhein einwandernden Arten, ihr Ursprung, der Zeitpunkt ihrer Ankunft und ihre derzeitige Ausbreitungsgrenzen werden seit rund 30 Jahren von mehreren Arbeitsgruppen verfolgt (TITTIZER et al. im Druck, SCHÖLL 1996; KINZELBACH 1972a).

Bestandsaufnahmen der Benthosfauna im Raum Basel und im Hochrhein

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL, Bern) führt das Hydra-Institut (Konstanz) seit 1990 ein Langzeitmonitoring der Benthosbesiedlung auf der Hochrheinsohle durch (REY et al. 1992, REY & ORTLEPP 1997). Das Programm beinhaltet eine zwischen der Schweiz (BUWAL) und Baden-Württemberg (LfU Karlsruhe) koordinierte Bestandsaufnahme, die im Abstand von fünf Jahren zu drei verschiedenen Jahreszeiten durchgeführt wird. Eingebunden ist dieses Monitoringprogramm in das "Aktionsprogramm Rhein" der Internationalen Rheinschutzkommission (IKSR). Durch die Kombination zweier Probenahme-Methoden (Uferproben und schiffgestützte Probenahmen durch Taucher) wird der Anspruch erfüllt, die Makroinvertebratenbesiedlung über den gesamten Flussquerschnitt hinreichend zu erfassen.

Im Auftrag der Kantonalen Fachstelle für Naturschutz Basel-Stadt wird gegenwärtig die „Grundlagenerhebung Biotope“ durchgeführt, bei der auf der Basis der Pflanzen- und Tierbesiedlung die potentiell wertvollen Lebensräume im Stadtkanton ermittelt werden sollen. In den Jahren 1998 bis 2000 wurden hierzu die Uferbereiche des Rheins im Raum Basel untersucht (KÜRY 1998, 2000).

Im Rahmen beider Programme konnte auch das Eindringen rheinaufwärts wandernder Neozoen in den untersten Hochrheinabschnitt gut dokumentiert werden.

Ausgewählte Neozoen im Raum Basel

Im Folgenden werden einige der auffälligsten Neozoen charakterisiert, die den südlichen Oberrhein erreicht haben oder sich bereits im Hochrhein etablieren konnten.

***Dugesia tigrina* GIRARD (Gefleckter Strudelwurm; Turbellaria, Tricladida)**

Diese aus Nordamerika stammende Art (Abb. 2 q, 4 h) wurde Anfang des 20. Jahrhunderts durch Aquarianer nach Europa eingeschleppt und konnte sich hier schnell verbreiten. Heute ist der Gefleckte Strudelwurm in ganz Mitteleuropa sowie in Italien, Spanien und Russland verbreitet. Er besiedelt sowohl stehende als

auch langsam fließende Gewässer und stellt keine hohen Ansprüche an die Qualität seines Wohngewässers (euryök). Steine, Holz und submerse Wasserpflanzen werden als Besiedlungssubstrat bevorzugt. Seine Nahrung besteht aus Würmern, Schnecken, Asseln und Insektenlarven. *Dugesia tigrina* gehört zu der Gruppe der weit verbreiteten Neozoen in den Bundeswasserstraßen. Ihre Bestände weisen jedoch oft nur geringe Populationsdichten auf (TITZNER 1996).

Im Hochrhein wurde *D. tigrina* erstmals 1986 bei Schweizerhalle (STÖSSEL 1990) und 1990 direkt unterhalb des Bodensees (REY et al. 1992) gefunden. Inzwischen ist die Art an vielen Stellen im Hochrhein (REY & ORTLEPP 1997) und auch im Bodensee (SISSEGER & SCHAEFER 1993) nachgewiesen. In der Aare konnte bereits 1989 beim Kraftwerk Beznau eine Massenentwicklung der Art beobachtet werden (BfÖ 1991 in ORTLEPP & GERSTER 1998).

Corbicula fluminea/fluminalis MÜLLER (Mollusca, Bivalvia)

Die Körbchenmuschel *Corbicula fluminea/fluminalis* (Abb. 2 w, 4 b) besiedelt sandig-kiesige, gut durchlüftete Substrate mit nur geringem Anteil an organischer Substanz. Ihre bevorzugten Lebensräume sind große Flüsse und Seen. Als ursprüngliche Brackwasserart weist sie eine hohe Salztoleranz auf. *Corbicula* war während des Tertiärs in ganz Europa verbreitet. Im Zuge der Vereisungszyklen im Quartär wurde sie ins Kaspische Meer, nach Vorderasien und in das Nil-System verdrängt. Von dort war sie 1939, wahrscheinlich im Ballastwasser von Schiffen, nach Nordamerika verschleppt worden. In Europa kommt *Corbicula* seit 1980 wieder vor, zunächst nachgewiesen in Portugal und Südf frankreich, danach im Rheindelta und in der Unterweser. Von dort aus breitete sie sich im gesamten Netz der deutschen Bundeswasserstraßen aus. Kurze Reproduktionsphasen (3 Generationen/Jahr) ermöglichen die rasche Ausbildung sehr dichter Populationen (bis 7000 Ind./m²) (TITZNER 1997a). 1990 kolonisierte die Art den Nieder-, den Mittel- und den nördlichen Oberrhein (Abb. 3 d).

Im Rheinknie bei Basel wurde *Corbicula* erstmals 1994 nachgewiesen (SCHÖLL 1996), oberhalb der Staustufe Birsfelden fanden wir sie ein Jahr später (REY & ORTLEPP 1997), damals noch in Beständen von bis zu 406 Ind./m² (Basel), resp. 70 Ind./m² (Schweizerhalle). Einige der Tiere waren dabei jedoch bereits mehr als drei Jahre alt und haben den Hochrhein demnach schon etwa 1992 erreicht. Die Proben von 1998 (KÜRY 1998) und vom Januar 2000 zeigten an beiden Probestellen eine drei- bis zehnmal so hohe Besiedlungsdichte wie 1995.

Hypania invalida GRUBE (Annelida, Polychaeta)

Dieser einzige Süßwasserpolychaet in Deutschland (Abb. 2 m, 4 f, 4 g) stammt aus dem pontokaspischen Raum und stellt ein Relikt der tertiären Meeresfauna dar. Er kommt heute vor allem in den Gewässern der Balkanhalbinsel, aber auch in den Süßwasser- und Brackwasserabschnitten der Donau vor. *Hypania invalida* bevorzugt stehende und langsam fließende Gewässer mit schlammigem Grund. Hier baut der Vielborster seine senkrechten Wohnröhren. Seine Nahrung besteht aus Detritus. Zu seiner Verbreitung trug in wesentlichem Maße die Schifffahrt bei (TITZNER 1996). *Hypania invalida* konnte bis 1995 lediglich in der Donau nachgewiesen werden. In den letzten 37 Jahren wird eine flussaufwärts gerichtete Ausbreitung dieses Polychaeten in der Donau beobachtet. 1993 wurde *Hypania* erstmals im Niederrhein (TITZNER 1997a) und seit 1996 auch in Main und Mosel (SCHMIDT et al. 1998) gefunden.

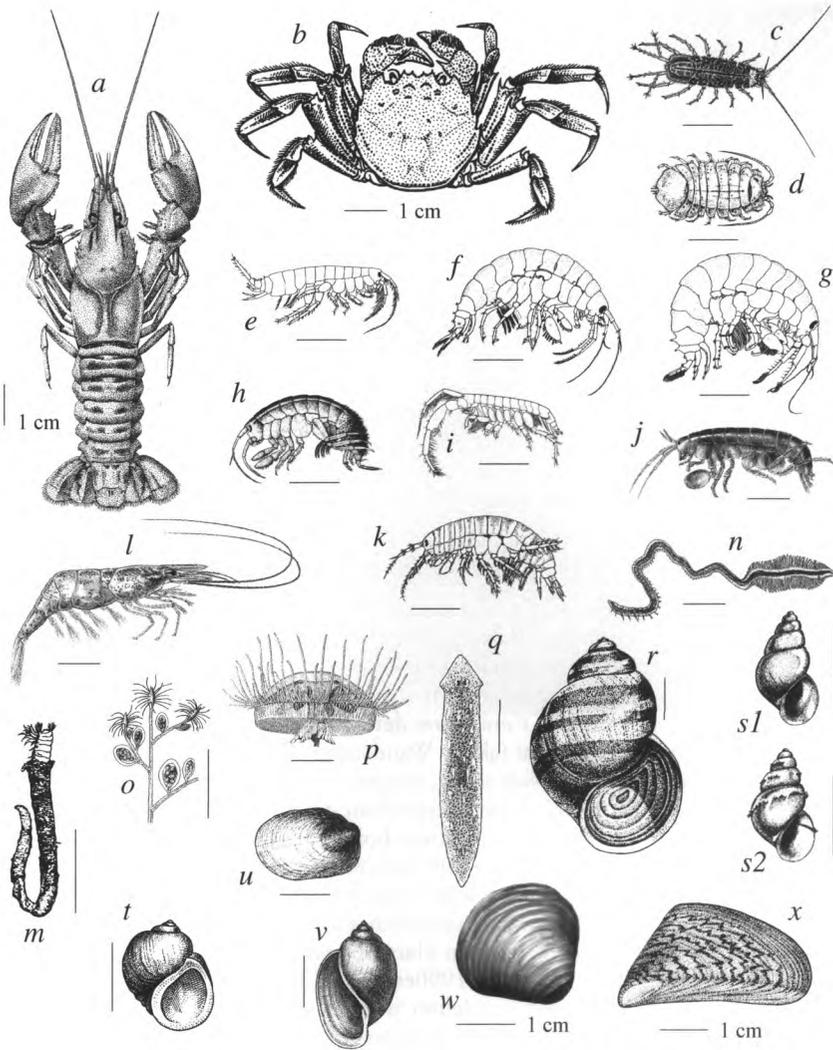


Abb. 2: Makrobenthos-Neozoen aus dem südlichen Oberrhein und Hochrhein:

- a) *Orconectes limosus*, b) *Eriocheir sinensis*, c) *Proasellus* cf. *coxalis*, d) *Jaera* cf. *istri*,
 e) *Chaetogammarus ischnus*, f) *Dikerogammarus haemobaphes*, g) *Dikerogammarus villosus*,
 h) *Echinogammarus berilloni*, i) *Corophium curvispinum*, j) *Orchestia cavimana*, k) *Gammarus tigrinus*,
 l) *Atyaephyra desmaresti*, m) *Hypania invalida*, n) *Branchiura sowerbyi*, o) *Cordylophora caspia*,
 p) *Craspedacusta sowerbyi*, q) *Dugesia tigrina*, r) *Viviparus viviparus*, s1) *Potamopyrgus jenkinsi*,
 s2) *Potamopyrgus jenkinsi carinatus*, t) *Lithoglyphus naticoides*, u) *Ferissia wautieri*,
 v) *Physella acuta*, w) *Corbicula fluminea/fluminalis*, x) *Dreissena polymorpha*.

Maßstab (wenn nicht anders angegeben): 5 mm. Zeichnungen aus: siehe Schrifttum.

Der Erstnachweis für die Einwanderung in den Hochrhein gelang uns 1998. Im Zeitraum 1998–2000 konnte die Art auf der Basler Rheinstrecke in relativ geringen Individuenzahlen an beiden Rheinufern nachgewiesen werden.

Branchiura sowerbyi BEDDARD (Kiemenwurm; Oligochaeta)

Die ursprüngliche Heimat von *Branchiura sowerbyi* (Abb. 2 n) ist ungeklärt. Manche Autoren halten diesen Schlammröhrenwurm für autochthon, andere vermuten eine Herkunft aus Südostasien (diskutiert in GEISSEN 1999). In Europa wurde diese Art erstmals 1892 in Warmwasserbassins in Hamburg und London nachgewiesen (TOBIAS 1972). Heute ist *Branchiura sowerbyi* aus ganz Mitteleuropa mit allerdings zerstreutem Vorkommen bekannt (Abb. 3 f). Diese als thermophil geltende Art besiedelt die schlammigen Ufer stehender und langsam fließender Gewässer. Sie ernährt sich von Detritus.

Im Hochrhein fanden wir *B. sowerbyi* erstmals 1990 (SCHMELZ & SCHÖLL 1992), 1995 bereits an drei Stellen zwischen dem Bodensee und dem Zufluss der Aare (REY & ORTLEPP 1997). In der Aare selbst ist ein Vorkommen direkt unterhalb des Bielersees bekannt (MARRER 1988 in ORTLEPP & GERSTER 1998).

Corophium curvispinum SARS (Crustacea, Amphipoda)

Der aus dem Schwarzmeerraum (Pontokaspis) stammende Schlickkrebs (Abb. 2 i, 4 d) baut seine schlammigen Wohnröhren vorwiegend auf Hartsubstrat. Dank seiner hohen Salztoleranz kann er auch Brackwasserbereiche besiedeln. *C. curvispinum* ist ein aktiver Filtrierer und ernährt sich von Detritus und Plankton. Seine schnelle Verbreitung verdankt *Corophium* der Schifffahrt, dem Bau von Kanälen, aber auch seiner hohen Mobilität (aktive Wanderung). Den Rhein besiedelte er seit Mitte der 1980er Jahre explosionsartig, ausgehend von norddeutschen Wasserstraßen (SCHÖLL 1990, 1992). Vom Niederrhein bis zum Oberrhein, den er etwa 1987 erreichte, wurde er in zum Teil extrem hohen Besiedlungsdichten (nach VAN DEN BRINK et al. 1993, bis über 200.000 Ind./m²), vor allem auf dem uferständigen Blockwurf, nachgewiesen. *Corophium* scheint dabei den Bestand der Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*) zurückzudrängen, da sich deren Larven auf dem mit *Corophium*-Wohnröhren bedeckten Hartsubstratflächen nicht mehr festsetzen können (TITTIZER 1997b). Mitte der 1990er Jahre nahmen die Besiedlungsdichten von *Corophium* wieder ab und pendelten sich bei einigen Tausend Ind./m² ein (TITTIZER et al., im Druck). Durch die Eröffnung des Main-Donau-Kanals kam es bereits 1993 zu einer Vermischung des Rheinstammes mit einem im vergleichbaren Zeitraum aus dem Schwarzmeerraum aufgestiegenen Donau-Stamm (TITTIZER 1996) (Abb. 3 c).

Aus dem Rheinknie bei Basel ist die Art seit 1993 bekannt (VAN DE VELDE in HAAS 1993). Im Jahre 1995 konnten wir die Art mit einer Dichte von max. 250 Ind./m² nachweisen. Erst im Januar 2000 fanden wir *Corophium* auch oberhalb der ersten Hochrheinstaufstufe auf Höhe Schweizerhalle mit ca. 70 Ind./m².

Dikerogammarus haemobaphes EICHWALD (Crustacea, Amphipoda)

Der Flohkrebs *Dikerogammarus haemobaphes* (Abb. 2 f, 4 c) und seine Schwesterart *D. villosus* (Abb. 2 g) stammen aus dem Schwarzmeerraum und waren in ihrer Verbreitung bis vor 25 Jahren auf die Gewässer Russlands und der

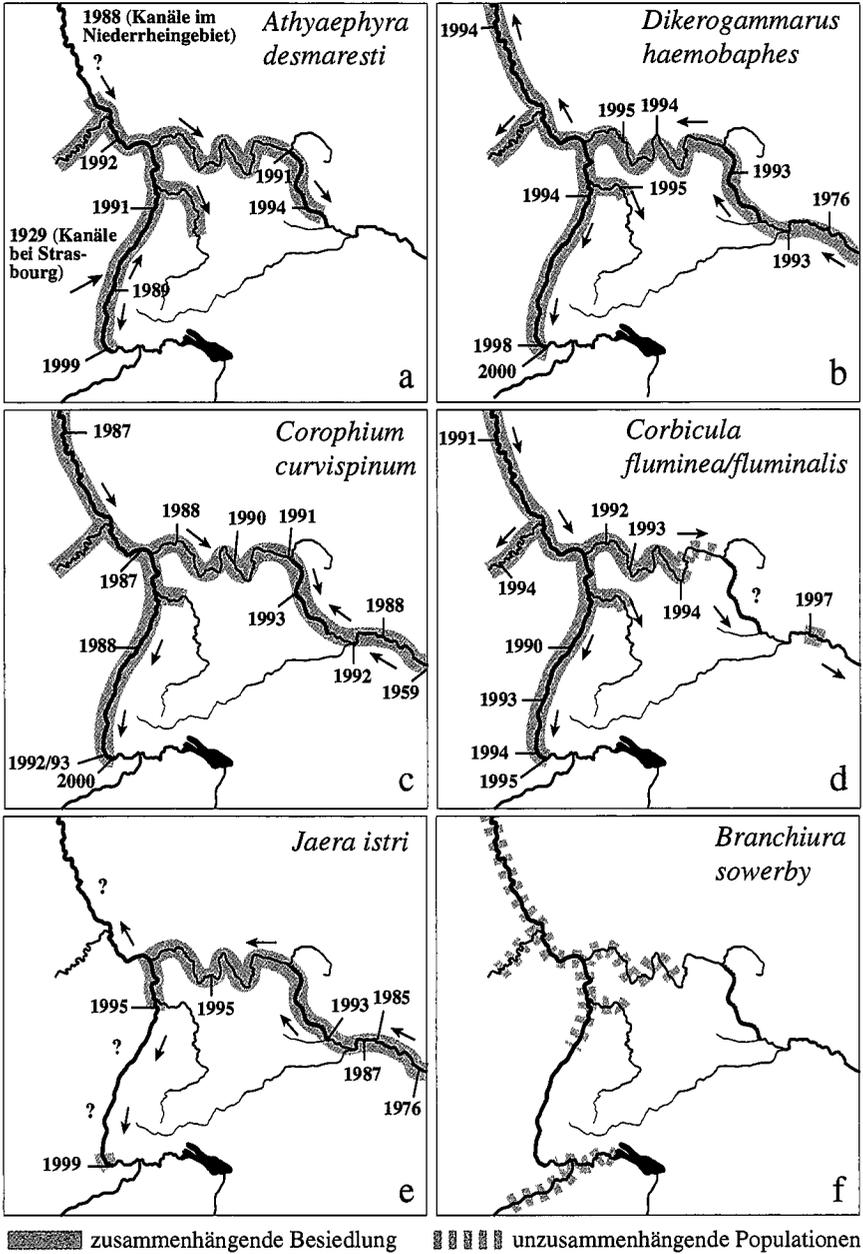


Abb. 3: Ausbreitungswege und Nachweise ausgewählter Neozoen im Rheingebiet. Angegeben sind die Jahreszahlen für den jeweils bekannten Erstnachweis.

Balkanhalbinsel beschränkt. Über die Ökologie der bis zu 2 cm langen Gamma-riden ist wenig bekannt; ihr Vorkommen deutet jedoch auf eine breite ökologische Valenz hin (TITTIZER 1996). Durch die Verbindung der Flußsysteme Donau und Rhein wurde eine weitere Ausbreitung nach Westen ermöglicht (Abb. 3 b). 1993 konnten beide Flohkrebsarten im Main-Donau-Kanal nachgewiesen werden (TITTIZER et al. 1995). 1994 erreichte *D. haemobaphes* den Rhein (SCHÖLL et al. 1995) die Schwesterart *D. villosus* ein Jahr später (SCHÖLL et al. 1995, BIJ DE VAATE & KLINK 1995). Die seither rasante Ausbreitung rheinaufwärts ist auf eine ausgeprägte aktive Wandertätigkeit zurückzuführen.

Dikerogammarus haemobaphes tauchte in den Hochrheinproben 2000 sowohl in Basel als auch auf Höhe Schweizerhalle auf. Im Uferbereich auf dem Basler Abschnitt war *D. haemobaphes* die dominante Art unter den Flohkrebsen (Amphipoda) und erreichte bereits 1998/1999 Dichten von mehr als 1000 Individuen/m² (KÜRY 1998). Sie dominiert damit bereits zwei Jahre nach ihrer Einwanderung die gesamte Benthosbiozönose in diesem Rheinabschnitt und scheint die übrigen Flohkrebsarten zurückzudrängen.

Jaera istri VEUILLE (Donauassel; Crustacea, Isopoda)

Jaera istri (Abb. 2 d, 4 i) stammt ursprünglich aus dem Gebiet des Schwarzen und Kaspischen Meeres (Pontokaspis). Sie lebt auf steinigem Substrat im Uferbereich großer Flüsse und Ästuare und zeichnet sich dort durch eine hohe Standorttreue aus. Ihre Nahrung besteht aus Pflanzenresten, Algen und Detritus. Von der Pontokaspis aus hat sich die Art die Donau aufwärts ausgebreitet. In der deutschen Donau wurde *Jaera istri* erstmals im Jahre 1958 im Raum Vilshofen (Donau-km 2320) nachgewiesen (KOTHÉ 1968), 1987 im Großraum Regensburg (Donau-km 2380) und 1994 im Main-Donau-Kanal (TITTIZER 1997a). 1995 wurde die Art in wenigen Exemplaren am Main (SCHLEUTER & SCHLEUTER 1995) und am nördlichen Oberrhein (SCHÖLL & BANNING 1996) gefunden. Ihre schnelle Ausbreitung im Main-Donau-Kanal, Main und Rhein (Abb. 3 e) ist nur durch passive Verschleppung durch die Schifffahrt erklärbar (TITTIZER 1996).

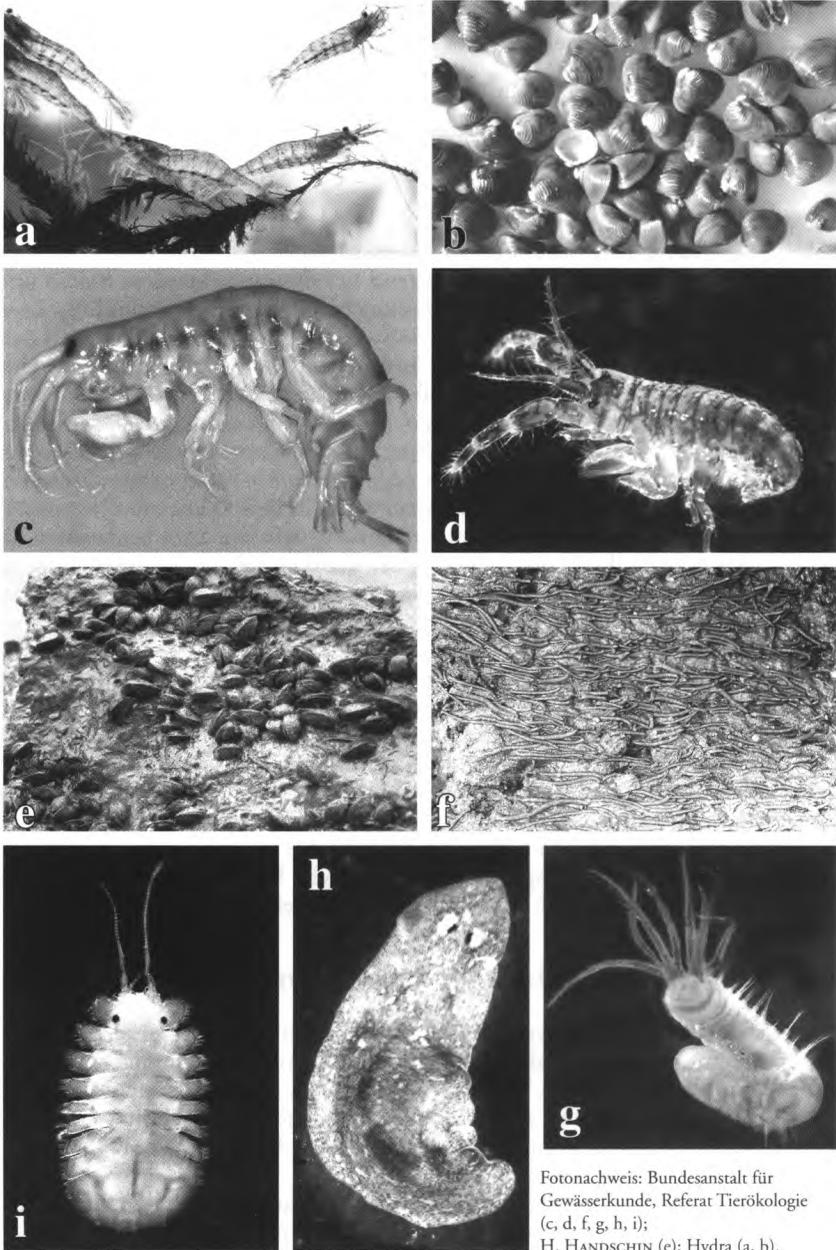
1999 wurde die Donauassel erstmals im Rheinabschnitt Basel-Stadt nachgewiesen (KÜRY 2000); es handelte sich dabei um einen Einzelfund.

Proasellus meridianus RACOVITZA und *P. coxalis* DOLLFUS (Crustacea, Isopoda)

Proasellus meridianus ist eine ursprünglich atlantische Art, die ihre östliche Verbreitungsgrenze im Rheingebiet hat (GRUNER 1966). Die Art ist mehrfach aus dem Oberrhein gemeldet (TITTIZER et al. 1990).

Proasellus coxalis stammt ursprünglich aus dem Mittelmeergebiet. Die Art ist in zwei unterscheidbaren Unterarten (*P. c. septentrionalis* und *P. c. peregrinus*) über verschiedene Wege nach Mitteleuropa eingewandert (HERBST 1956). Die Ausbreitung dürfte passiv mit Schiffen, teilweise auch aktiv über die Binnenkanäle Frankreichs erfolgt sein. *P. coxalis septentrionalis*, die in Mitteleuropa häufigere Unterart, scheint über eine südöstliche Route nach Mitteleuropa vorgedrungen zu sein, wo sie am Rhein ihre Westgrenze erreicht.

Im Hochrhein wurde *P. coxalis* erstmals durch HEUSS (1976) und 1978 durch CASPERS (1980) nachgewiesen. Sie ist dort heute an den Ufern von Basel bis oberhalb der Aaremündung an vielen Stellen vertreten (KÜRY 1998, REY & ORTLEPP 1997).



Fotonaehweis: Bundesanstalt für
Gewässerkunde, Referat Tierökologie
(c, d, f, g, h, i);
H. HANDSCHIN (e); Hydra (a, b).

Abb. 4: Auffällige Neozoen aus dem Basler Rhein: a) Süßwassergarnele *Atyaephyra desmaresti*, b) Körbchenmuschel *Corbicula fluminea/fluminalis*, c) Flohkrebs *Dikrogammarus haemobaphes*, d) Schlammkrebs *Corophium curvispinum*, e) Uferblock mit *Dreissena polymorpha*, f) Schlammröhren des *Polychaeten Hypania invalida*, g) *Hypania invalida* ohne Gehäuse, h) Gefleckter Strudelwurm *Dugesia tigrina*, i) Donauassel *Jaera istri*.

Diese Wasserassel-Arten werden anscheinend von vielen Beobachtern unter *Asellus aquaticus* geführt, der häufig in der gleichen Probe zu finden ist. Auch die Unterscheidung der Arten *P. meridianus* und *P. coxalis* wurde oft nicht verlässlich durchgeführt (ähnliche Kopfzeichnung). Um die aktuelle Verbreitung dieser verwechselbaren Arten anzugeben, muss eine zuverlässigere Bestimmung sowie eine Revision älteren Materials durchgeführt werden.

Atyaephyra desmaresti MILLET (Süßwassergarnele; Crustacea, Decapoda)

Die Süßwassergarnele *Atyaephyra desmaresti* (Abb. 2 l, 4 a) stammt ursprünglich aus dem Mittelmeerraum. Sie ist vorwiegend in Pflanzenpolstern zu finden und gilt als eurytherm und euryhalin. Ihre Nahrung besteht aus Detritus und Plankton (TITTIZER 1996). Die Verbreitung der Süßwassergarnele erfolgt in erster Linie durch aktive Wanderung, die durch den Ausbau der Wasserstraßen und das dichte französische Kanalnetz begünstigt wurde. 1843 wurde sie erstmals in der Seine, 1888 in Belgien, 1916 in Holland und 1932 in Deutschland nachgewiesen (DE LATTIN 1967). HAUER (1950) berichtet, dass die Garnele bereits 1929 in der Ill und in einem Kanal bei Straßburg gefunden wurde. Ein Massenvorkommen der Art im Oberrhein konnten wir im Sommer 1988 in den Pflanzenpolstern einer Fischtreppe an der Mündung des Leopoldkanals (Rhein-km 253) beobachten. In diesem, damals noch durch die Zuleitung von Kalisalz-Abwässern aus dem Elsass beeinflussten Bereich, fanden wir Besiedlungsdichten bis über 8.000 Ind./m². Hohe Populationsdichten traten auch in den dortigen Rheinseitengewässern und vom Rhein aus flutbaren Kehlen auf (SCHRÖDER & REY 1991).

Auch im Raum Basel konnte die Süßwassergarnele 1999 im Rahmen einer Elektrofischung nachgewiesen werden (KÜRY 2000). Da die äußerst agile Art mit herkömmlichen Fangmethoden (Surber-Sampling) nur schwer zu erfassen ist, dürfte die aktuelle Verbreitung nur mit einer gezielten Suche zu ermitteln sein.

Hinweise in der Literatur und die erwähnten Beobachtungen deuten auf zwei Ausbreitungswege der Art im Rhein hin (Abb. 3 a). Einerseits wandert *Atyaephyra*, aus dem norddeutschen Raum kommend, langsam den Rhein aufwärts. Eine zweite Population, die wohl ursprünglich über französische Kanäle in den Raum Straßburg gelangt ist, verbreitet sich vom südlichen Oberrhein aus in beide Richtungen.

Verbreitungsstrategien unterschiedlicher Organismengruppen

Mehr als die Hälfte der in das obere Rheingebiet vorgedrungenen Neozoen zählen zu den Krebstieren und hier vor allem zur Familie der Gammariden (Flohkrebse, Amphipoda) (Abb. 2, Tab. 1). Allesamt bekannt als sehr agile Arten und gute Schwimmer, können sie aktiv in kurzer Zeit neue Flussabschnitte besiedeln. Als permanente Wasserbewohner sind sie zur aktiven Ausbreitung auf zusammenhängende Gewässersysteme angewiesen.

Muscheln als Vertreter der zweiten großen Neozoengruppe, der Mollusken, sind zur Ausbreitung flussaufwärts auf einen passiven Transport, z.B. in und an Schiffen oder Fischen, angewiesen. Auch die Veligerlarven, das Verbreitungsstadium von *Dreissena* und *Corbicula*, können in Flüssen durch Verdriftung nur flussabwärts befindliche neue Lebensräume besiedeln. Populationen, die sich an verschiedenen Stellen eines Flussgebietes etabliert haben, können sekundär durch die Besiedlung der flussabwärts gelegenen Gewässerstrecken eine zusammenhängende Besiedlung aufbauen.

Tab. 1: Neozoen im Bereich des Oberrheins und des Hochrheins (nach TITZNER 1997a bearbeitet u. ergänzt). ?: Situation ungenügend bekannt; (): Jahr des Erstnachweises unsicher oder unbekannt.

Taxon	Neozoen im Oberrhein und Hochrhein*			Verbreitungsmedien	ökologische Eigenheiten	Herkunft
	Oberrhein (Erstnachweis)	Hochrhein (Erstnachweis)	Verbreitungsgrenze (Albanien)			
Porifera						
<i>Eunapius carteri</i>	1993	kein	455	Schiffe (?)	thermophil	Afrika, Asien
Coelenterata						
<i>Cordylophora caspia</i>	1972	?	164	Schiffe, Wanderung	euryhyalin	Pontokaspis
<i>Craspedacusta sowerbyi</i>	1970	kein	300	Aquarien, Schiffe, Vögel	thermophil	Ostasien
Turbellaria						
<i>Dugesia tigrina</i>	1950	1986	28	Aquarien, Schiffe (?)	euryök	Nordamerika
Annelida						
<i>Branchiura sowerbyi</i>	(1936)	1990	28	Aquarien, Schiffe	thermophil	Südostasien (?)
<i>Hypania invalida</i>	1997	1998	164	Schiffe	euryhyalin	Pontokaspis
Gastropoda						
<i>Ferissia wauitieri</i>	1972	kein	300	Schiffe, Vögel, Fische (?)	limnophil	Südosteuropa
<i>Lithoglyphus naticoides</i>	1909	?	164	Schiffe, Wanderung, Vög.	pelophil	Pontokaspis
<i>Physella acuta</i>	1970	?	160?	Schiffe, Aquarien, Vögel	euryök	Südosteuropa
<i>Potamopyrgus jenkinsi</i>	1962	(1980)	0	Schiffe, Vögel, Fische (?)	euryhyalin	Neuseeland
<i>Viviparus viviparus</i>	1987	?	?	Schiffe, Wanderung	pelophil	Osteuropa
Bivalvia						
<i>Corbicula fluminea/fluminalis</i>	1990	1994	157	Schiffe, Larvendrift	halophil	Nordamerika
<i>Dreissena polymorpha</i>	1836	<1969	0	Schiffe, Larvendrift	euryhyalin	Pontokaspis
Crustacea						
<i>Astacus leptodactylus</i>	()	kein	280	Aussetzung, Wanderung	limnophil	Kleinasien
<i>Atyaephyra desmaresti</i>	(1929)	1999	164	Wanderung, Schiffe (?)	therm., euryhyalin	Mittelmeerraum
<i>Chaeogammarus ischnus</i>	1992	kein	300	Schiffe, Wanderung	eurytherm., -hyalin	Pontokaspis
<i>Corophium curvispinum</i>	1988	1992	157	Schiffe, Wanderung	euryhyalin	Pontokaspis
<i>Dikeroгамmarus haemobaphes</i>	1994	1998	157	Schiffe, Wanderung	euryök	Pontokaspis
<i>Dikeroгамmarus villosus</i>	1997	?	157?	Schiffe, Wanderung	euryök	Pontokaspis
<i>Echinogammarus berilloni</i>	1968	kein	164	Wanderung, Schiffe (?)	eurytherm., -hyalo	Mittelmeerraum
<i>Eriocheir sinensis</i> **	1950	kein	ca.200	Schiffe, Wanderung (?)	eurytherm., -hyalin	Ostasien
<i>Gammarus tigrinus</i>	1986	?	160?	Aussetzung, Wanderung	euryhyalin	Nordamerika
<i>Jaera istri</i>	1995	1999	164	Schiffe, Wanderung (?)	euryhyalin	Pontokaspis
<i>Orchestia cavimana</i>	1964	kein	300	Wanderung	euryhyalin	Pontok.-Mittelm.
<i>Orconectes limosus</i>	1955	?	164	Aussetzung, Wanderung	euryök	Nordamerika
<i>Pacifastacus lenisculus</i>	()	kein	360	Aussetzung, Wanderung	limnophil	Nordamerika
<i>Proasellus coxalis</i>	1987	1976	98	Schiffe, Wanderung	euryhyalin	Mittelmeerraum
<i>Proasellus meridianus</i>	1986	?	?	Schiffe, Wanderung	euryhyalin	Mittelmeerraum
Kamptozoa						
<i>Urnatella gracilis</i>	1993	kein	456	Schiffe	thermophil	Nordamerika ?

Neozoen auf dem Weg in den Oberrhein*

Turbellaria			
<i>Dendrocoelum romanodanubiale</i>	535	Schiffe, Wanderung	Pontokaspis
Hirudinea			
<i>Caspiobdella fadejewi</i>	590	Schiffe, Wanderung	Pontokaspis
Crustacea			
<i>Hemimysis anomala</i>	430 (Neckar)	Wanderung	Pontokaspis
<i>Limnomysis benedeni</i>	590	Wanderung	Pontokaspis

* berücksichtigt sind nur der Rhein selbst und die mit dem Rhein verbundenen Gewässern (ohne Bodensee).

** katadrome Art, nur an der Küste reproduktionsfähig.

Wasserinsekten, in den meisten natürlichen Fließgewässern die dominanten Vertreter der Benthosbiozönose, sind unter den Neozoen im Rhein nicht vertreten. Als flugfähige Imagines haben diese Arten unabhängig von hydrographischen Grenzen geeignete Lebensräume besiedeln können. Die meisten Insekten haben sich dabei weit mehr als ihre hololimnischen Nachbarn auf unterschiedliche Lebensweisen und Substrate spezialisiert. Daher beeinträchtigen die Monotonisierung der Fließgewässer und möglicherweise auch das Eindringen fremder hololimnischer Faunenelemente den Bestand einzelner Insektenarten.

Erfolgreiche Invasoren

Bei vielen in den Rhein vorgedrungenen Neozoen wurden explosionsartige, aber zeitlich begrenzte Massenentwicklungen beobachtet. Meist zu den Ernährungstypen der Filtrierer oder Detritusfresser zählend, nutzen diese Arten die immer noch sehr hohe organische Fracht des Flusses. Haben sie in einem Rheinabschnitt einmal Fuß gefasst, entwickeln sie sich dort oft zu den dominierenden Arten der benthischen Lebensgemeinschaft. Die ca. 1966 in den Bodensee eingeschleppte Wandermuschel *Dreissena polymorpha* besiedelte von dort aus den oberen Hochrhein. Dort wurde sie in bis zu fünf Schichten übereinander und mit mehr als 33.000 Ind./m² gefunden (REY et al. 1992). Die Schlammröhren des Schlickkrebses *Corophium* bedeckten Anfang der 1990er Jahre lückenlos die Flächen des verlagerungsstabilen Hartsubstrats in großen Teilen des Nieder-, Mittel- und Oberrheins (bis über 200.000 Ind./m²). Dabei verdrängte diese Art weitgehend die bis dahin ähnlich dominierende Wandermuschel (TITZNER 1997b). Dichten um 10.000 Ind./m² erreicht im Rhein auch die Körbchenmuschel *Corbicula*. Der Polychaet *Hypania invalida* konnte (vorerst noch in der Donau) in flächendeckenden Kolonien (Abb. 4 f) mit ca. 300.000 Ind./m² (POPESCU-MARINESCU & OAIÉ 1996) beobachtet werden.

Auch im südlichen Oberrhein und Hochrhein konnten im Verlauf der letzten zehn Jahre bei einigen Neozoenarten Massenentwicklungen beobachtet werden (SCHRÖDER & REY 1991, REY & ORTLEPP 1997, KÜRY 1998). Zu nennen sind die Garnele *Atyaephyra desmaresti* (> 8.000 Ind./m²), der Flohkrebs *Dikerogammarus haemobaphes* (> 1.000 Ind./m²) und die Muschel *Corbicula fluminea/fluminalis* (> 2400 Ind./m²).

Gibt es Ausbreitungsgrenzen für Neozoen?

Im unteren Abschnitt des Hochrheins (zwischen Kaiseraugst und Rheinfelden) liegt offenbar für einige aus dem Oberrhein kommenden Neozoen-Arten eine deutliche Ausbreitungsgrenze. Als Ausbreitungsmittel von *Corophium*, *Corbicula* und *Hypania* wird vor allem der Transport durch Schiffe angegeben (TITZNER 1997a, vgl. Tab. 1). Die Ausbreitungsgrenze für diese Neozoen (evtl. auch für einige andere Arten) fällt mit der stromaufwärts abnehmenden Intensität der Hochrheinschifffahrt zusammen. Größe und Anzahl der großen Frachtkähne nimmt bis zum Stau Augst-Whylen (Rhein-km 155) kontinuierlich ab; hier können nur noch kleinere Schiffe durch die Schleuse gelangen. Der oberhalb liegende Stau Rheinfelden (Rhein-km 148) besitzt keine Schleuse mehr und bildet somit das Ende der international nutzbaren Schifffahrtsstraße. Es scheint, dass die Anzahl

der Neozoen, die per Schiff den Raum Rheinfeldern erreichen, nicht mehr ausreicht, um stabile Bestände etablieren zu können. Daneben wird offenbar auch die aktive Ausbreitung von Neozoen durch bisher noch unbekannte Faktoren im untersten Hochrheinabschnitt begrenzt.

Einigen Neozoen gelang es, nahezu im gesamten Hochrhein Fuß zu fassen, z.B. dem Strudelwurm *Dugesia tigrina*, dem Kiemenwurm *Branchiura sowerbyi* und der Schnecke *Potamopyrgus jenkinsi*. Diese Arten sind vermutlich an den verschiedensten Stellen aus Aquarien ins Freiland gelangt. Ähnliches (freigelassene Aquarientiere, Besatz in Fischteichen etc.) dürfte auch das Vorkommen von nicht einheimischen Decapodenarten im Bodensee erklären, unter ihnen auch die Wollhandkrabbe (*Eriocheir sinensis*) (mdl. SULGER).

Neozoen als Gefahr für die autochthone Benthosfauna

Ökologische Auswirkungen der Ausbreitung und Massenentwicklung von Neozoen im Rheingebiet wurden in der Literatur schon mehrfach thematisiert (z.B. DEN HARTOG et al. 1992, TITTIZER 1996, TITTIZER 1997b, SCHÖLL 1996). Während Konkurrenz zwischen Neozoen, wie die der flächendeckend kolonisierenden Wandermuschel und dem Schlickkrebs, schon beobachtet werden konnten (SCHÖLL 1996, TITTIZER 1997b), wurde bis heute noch nicht eindeutig belegt, dass Neozoen auch die autochthone Benthosbiozönose negativ beeinflussen können. So ist der Rückgang früher typischer Rheinorganismen entweder vor die erste große Einwanderungswelle von Neozoen zu datieren (z.B. der Eintagsfliegen *Oligoneuriella rhenana* oder *Prosopistoma pennigerum*) oder wird von anderen Faktoren überdeckt, wie der Degradierung der Gewässermorphologie oder unregelmäßigen populationsdynamischen Schwankungen, z.B. bei der Eintagsfliege *Ephoron virgo* und der Flusskahnschnecke *Theodoxus fluviatilis*. Letztere ist vor allem für den Rhein im Raum Basel eine aspektbildende Tierart. Ihre Bestände hatten sich bis Ende der 1980er-Jahre stark ausgedünnt, danach hatte sich die Population vom Oberrhein kommend wieder bis unterhalb Rheinfeldern ausgebreitet. 1995 erreichte sie ein Populationsmaximum von > 1200 Ind./m² im Rheinknie bei Basel (REY & ORTLEPP 1997). Nach 1997 kam es erneut zu einem radikalen Rückgang der Art. In den Jahren 1998 bis Januar 2000 sind die Bestände auf der Rheinsohle im Raum Basel auf wenige lebende Individuen geschrumpft. Eine ähnliche Populationsentwicklung ist auch entlang des Oberrheins zu beobachten (mdl. SCHÖLL), ihre Ursachen konnte jedoch noch nicht geklärt werden. Ein Einfluss von Neozoen auf den Rückgang von *Theodoxus* wird noch diskutiert. Im Rhein bei Basel tritt allerdings weder *Corophium* noch *Dikerogammarus* oder *Corbicula* in Nahrungs- oder Siedlungskonkurrenz mit der Flusskahnschnecke.

Offene Fragen

Wie oben ausgeführt, ist die Beeinflussung ursprünglicher Benthosbiozönosen durch Neozoen im Rhein noch unzureichend erforscht. Eine Abklärung ist jedoch im Sinne der ökologischen Entwicklungsziele des „Aktionsprogramms Rhein“ der IKSR und der neuen EU-Wasser-Rahmenrichtlinie erforderlich. Nur so kann eine Bewertung des Phänomens „Neozoen im Rhein“ vorgenommen werden.

Eine solche Bewertung ist vor allem in Hinblick auf die zu erwartende Einwanderung weiterer aquatischer Arten (Invertebraten, Fische, Pflanzen), vor allem

aus dem Donaunraum, schnellstens vorzunehmen. Nicht zu vernachlässigen ist auch die Frage, ob auf diesem Wege auch spezifische Tier- und Pflanzenkrankheiten verbreitet werden.

Im Rahmen unserer Untersuchungskampagne im Sommer 2000 werden wir versuchen, die derzeitigen Ausbreitungsgrenzen der Neozoen durch ein dichtes Netz von Uferproben entlang des Hochrheins noch genauer zu lokalisieren. Das Langzeitmonitoring im Rahmen des „Aktionsprogramms Rhein“ wird im Jahr 2005 weitergeführt.

Von Interesse ist weiterhin eine intensive Untersuchung der Populationschwankungen der Flusskahnschnecke *Theodoxus fluviatilis*.

Schrifttum

- BIJ DE VAATE, A. & KLINK, A. (1995): *Dikerogammarus villosus* Sowinsky (Crustacea: Gammaridae) – a new immigrant in the Dutch part of the Lower Rhine. – *Lauterbornia* 20, 51–54.
- CASPERS, N. (1980): Die Makrozoobenthos-Gesellschaften des Hochrheins bei Bad Säckingen. – *Beitr. naturk. Forsch. Südw.-Dtl.* 39, 115–142.
- DE LATTIN, G. (1967): *Grundriss der Zoogeographie*. – 386 S., Stuttgart.
- DEN HARTOG, C., VAN DEN BRINK, F. & VAN DER VELDE, G. (1992): Why was the invasion of the river Rhine by *Corophium curvispinum* and *Corbicula species* so successful? – *Journal of History* 26, 1121–1129.
- GERLACH, S.A. (1962): Annelida, Ringelwürmer. – In: BROHMER, P., EHRMANN, P. ULMER, G. & SCHIEMENZ, H. (Hrsg.): *Die Tierwelt Mitteleuropas*, Bd. 1/7a, Leipzig.
- GRUNER, H. E. (1966): Isopoda. – In DAHL, F. (Hrsg.): *Die Tierwelt Deutschlands*, 51/1, 105–108, Jena.
- HAAS, G. (1993): *Untersuchung der Steinschüttungsfauna des Hessischen Rheingebietes*. – Diplomarbeit, Univ. Freiburg.
- HAUER, J. (1950): Der nordamerikanische Strudelwurm *Euplanaria tigrina* (Girard) am Oberrhein. Mit Hinweisen auf einige andere aquatile Einwanderer im Stromgebiet des Rheines. – *Beitr. naturk. Forsch. Südw.-Dtl.* 9, 70–75, Karlsruhe.
- HERBST, V. (1956): Deutsche Wasserasseln aus der *Coxalis*-Gruppe (Crustacea Isopoda). – *Gewässer und Abwässer* 13, 48–78, Krefeld.
- HEUSS, F. (1976): Neufunde von *Proasellus coxalis* (Dollfus, 1892) (Crustacea, Isopoda, Asellidae) in Deutschland und der Schweiz. – *Gewässer und Abwässer* 60/61, Krefeld.
- HOFMANN, J. (1963): *Faune des Amphipodes du Grand-Duché de Luxembourg*. – *Institute Grand-Ducal du Luxembourg, Archives N.S.* 29, 77–128, Luxembourg.
- HOLSTEIN, Th. (1995): Cnidaria: Hydrozoa. – In Brauer, Schwoerbel & Zwick (Hrsg.): *Süßwasserfauna von Mitteleuropa* 1 (2+3), 1–110, Stuttgart.
- KINZELBACH, R. (1972): Einschleppung und Einwanderung von Wirbellosen in Ober- und Mittelrhein (Coelenterata, Plathelminthes, Annelida, Crustacea, Mollusca). – *Mz. Naturw. Arch.* 11, 109–150 Mainz.
- KOTHÉ, P. (1968): *Hypania invalida* (Polychaeta, Sedentaria) und *Jaera sarsi* (Isopoda) erstmals in der deutschen Donau. – *Archiv für Hydrobiologie, Suppl.* 34, Stuttgart.
- KÜRY, D. (1994): Die Wirbellosenfauna der Fließgewässer in der Region Basel. – *Verh. Naturf. Ges. Basel* 104, 19–44, Basel.
- KÜRY, D. (1998): *Grundlagenerhebungen Biotope Kanton Basel-Stadt: Rhein-Fauna*. – Unveröff. Manuskript, 31 S., Basel.
- KÜRY, D. (2000): *Grundlagenerhebungen Biotope Kanton Basel-Stadt: Rhein-Fauna* 2. Teil. – Unveröff. Manuskript; 36 S., Basel.
- KURECK, A. (1992): Neue Tiere im Rhein. – *Naturwissenschaften* 79, 533–540.
- LUDWIG, H. W. (1989): *Tiere unserer Gewässer*. – 255 S., München.
- ORTLEPP, J. & GERSTER, St. (1998): *Literaturstudie über biologische Untersuchungen an der Aare zwischen Bielersee und Rhein*. – Bericht im Auftrag der Gewässerschutzfachstellen der Kantone Bern, Solothurn u. Aargau, 60 S.

- POPESCU-MARINESCU, V. & OAI, G. (1996): Angaben über die Abundanz und Biomasse der benthischen Wirbellosen in den Stauseen Eisernes Tor I und II. – 31. Konf. d. IAD, Baja – Ungarn 1996, Wiss. Referate, 261–266.
- REINHOLD, M. & TITZNER, T. (1997): Zur Rolle von Schiffen als Vektoren beim Faunenaustausch Rhein/Main/Main-Donau-Kanal/Donau. – Dt. Gewässerkd. Mitt. 41/5, 199–205.
- REY, P., BEUTLER, R., SCHRÖDER, P., STIRNEMANN, P. & THEEG, R. (1992): Koordinierte biologische Untersuchungen im Hochrhein 1990, Teil I: Makroinvertebraten. – Schriftenreihe Umwelt 190, 127 S., BUWAL Bern.
- REY, P. & ORTLEPP, J. (1997): Koordinierte biologische Untersuchungen im Hochrhein 1995; Makroinvertebraten. – Schriftenreihe Umwelt 283, 115 S., BUWAL Bern.
- SCHLEUTER, M. & SCHLEUTER, A. (1995): *Jaera istri* Veuille (Janiridae, Isopoda) aus der Donau erreicht über den Main-Donau-Kanal den Main. – Lauterbornia 19, 155–159.
- SCHMELZ, R. & SCHÖLL, F. (1992): Über die Oligochaetenfauna an der Stromsohle des Rheins. – Lauterbornia 12, 1–10.
- SCHMIDT, W.-D., KAISER, I. & SCHULLER, I. (1998): Zwei Neuankommlinge aus der Donau – *Hypania invalida* (Polychaeta) und *Jaera istri* (Isopoda) – haben den ganzen Main besiedelt. – Lauterbornia 33, 121–123.
- SCHÖLL, F. & BANNING, M. (1996): Erstnachweis von *Jaera istri* (Veuille) (Janiridae, Isopoda) im Rhein. – Lauterbornia 25, 61–62.
- SCHÖLL, F. (1996): Das Makrozoobenthos des Rheins 1990–1995. – IKSR B 6/96, 27 S. u. Anhang, Koblenz.
- SCHÖLL, F. (1990): Zur Bestandssituation von *Corophium curvispinum* Sars im Rheingebiet. – Lauterbornia 5, 67–70.
- SCHÖLL, F. (1992): Der Schlickkrebs (*Corophium curvispinum*) und die Augustfliege (*Ephoron virgo*): Zwei Arten mit rezenter Massenentwicklung im Rhein. – Die Biozönose des Rheins im Wandel, Lachs 2000?, 89–93, Petersberg.
- SCHÖLL, F., BECKER, C. & TITZNER, T. (1995): Das Makrozoobenthos des schiffbaren Rheins von Basel bis Emmerich 1986–1995. – Lauterbornia 21, 115–137.
- SCHRÖDER, P. & REY, P. (1991): Fließgewässernetz Rhein und Einzugsgebiet. – IFAH-Sci. Publ. Vol. 1, Konstanz.
- SISSEGGER, B. & SCHAEFER, S. (1993): Zur Wiederbesiedlung renaturierter Uferzonen am Bodensee durch Benthosformen, aufgezeigt am Beispiel der Trichopteren (Köcherfliegen). – Berichte der LfU Bad.-Württ. 7 (Jahresber. 1992), 231–233, Karlsruhe.
- STÖSSEL, F. (1990): Schädigung und Erholung der Makroinvertebraten im schweizerischen Abschnitt des Rheins nach dem Brandfall bei Schweizerhalle (1. Nov. 1986. – Biologie des Rheins, Limnologie aktuell 1, 277–291, Stuttgart.
- STRESEMANN, HANNEMANN, KLAUSNITZER & SENGLAUB (Hrsg.) (1992): Mollusca – Weichtiere. – In Exkursionsfauna von Deutschland 1, 141–320, Volk u. Wissen, Berlin, 8. Aufl.
- TIEFENTHALER, A. (1997): Untersuchung der Dominanzverhältnisse und Populationsstruktur der gebietsfremden Amphipoden-Gattung *Dikerogammarus* im hessischen Main in Verbindung mit populationsgenetischen Untersuchungen des gebietsfremden Amphipoden *Corophium curvispinum* (G.O. Sars 1895) im rhenanischen und danubischen Gewässersystem. – Umweltplanung, Arbeits- u. Umweltschutz 255, 1–192, Hess. LfU, Wiesbaden.
- TITZNER, T. (1996): Vorkommen und Ausbreitung aquatischer Neozoen (Makrozoobenthos) in den Bundeswasserstraßen. – In: Gebhard et al. (Hrsg.): Gebietsfremde Tierarten – Auswirkungen auf einheimische Arten, Lebensgemeinschaften und Biotope, Situationsanalyse, 49–86.
- TITZNER, T. (1997a): Ausbreitung aquatischer Neozoen (Makrozoobenthos) in den europäischen Wasserstraßen, erläutert am Beispiel des Main-Donau-Kanals. – Schriften. d. Bundesanstalt f. Wasserwirtschaft, Band 4, 113–134, Wien.
- TITZNER, T. (1997b): Existenzkampf oder friedliche Koexistenz – wie berechtigt ist unsere Angst vor Neozoen? – BfG-Jahresbericht 1997, 72–75, Koblenz.
- TITZNER, T., SCHÖLL, F. & SCHLEUTER, M. (1990): Beitrag zur Struktur und Entwicklungsdynamik der Benthofauna des Rheins von Basel bis Düsseldorf in den Jahren 1986/1987. – Limnologie aktuell 1, 293–323, Stuttgart.
- TITZNER, T., BANNING, M. & POTEL, S. (1995): Die Makroinvertebratenbesiedlung des Main-Donau-Kanals. – BfG-Bericht. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz.
- TITZNER, T., BANNING, M., LEUCHS, H., SCHLEUTER, M. & SCHÖLL, F. (1993): Faunenaustausch Rhein/Main - Altmühl/Donau. – DGL-Jahrestagung, Coburg, 383–387.

- TITTIZER, T., SCHÖLL, F., BANNING, M., HAYBACH, A. & SCHLEUTER, M.: Aquatische Neozoa (Makrozoobenthos) in den Bundeswasserstraßen. – Lauterbornia, im Druck.
- TITTIZER, T., SCHÖLL, F., DOMMERMUTH, M., BAETHE, J. & ZIMMER, M. (1991): Zur Bestandsentwicklung des Zoobenthos des Rheins im Verlauf der letzten neun Jahrzehnte. – Wasser u. Abwasser 35, 125–166, Wien.
- TOBIAS, W. (1972): Ist der Schlammröhrenwurm *Branchiura sowerbyi* Beddard 1892 (Oligochaeta: Tubificidae) ein tropischer Einwanderer im Untermain? – Natur u. Museum 102/3, 93–107.
- VAN DEN BRINK, F.W.B., VAN DER VELDE, G. & BIJ DE VAATE, A. (1993): Ecological aspects, explosive range extension and impact of mass invader, *Corophium curvispinum* Sars, 1895 (Crustacea: Amphipoda), in the Lower Rhine (The Netherlands). – Oecologia 93, 224–232.

Abbildungsvorlagen der Abb. 2: aus Bestimmungswerken der „Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane“, der „Freshwater Biological Association, Ambleside“, der CD „Fische und Krebse der Schweiz“, aus ENGELHARDT (1985), RIEDL (1983), KURECK (1992), LUDWIG (1989), GERLACH (1962), HAUER (1950), HOFMANN (1963), HOLSTEIN (1995), STRESEMANN, HANNEMANN, KLAUSNITZER & SENGLAUB (Hrsg.) (1992), TIEFENTHALER (1997), sowie eigene Abbildungen (Hydra 1995).

(Am 18. April 2000 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	3	525–540	2000	Freiburg im Breisgau 24. Mai 2000
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Die Gefährdung der großen Süßwassermuscheln durch den Bisam (*Ondatra zibethicus*)*

von

ELKE ZAHNER-MEIKE, Poing **

Zusammenfassung: In einem Bach im Ortenau-Kreis, in der südlichen Oberrheinebene (Baden-Württemberg), konnte die Gefährdung eines Bestandes großer Süßwassermuscheln durch den Bisam beobachtet werden. Von August 1995 bis Oktober 1997 wurden hier in einem 60 Meter langen Probestellenabschnitt regelmäßig lebende Muscheln sowie Leerschalen eingesammelt. Mit den Arten *Anodonta anatina*, *Unio crassus* und *Unio pictorum* wurden im Probestellenabschnitt drei große Süßwassermuschelarten nachgewiesen. Dominierend war die Malermuschel, *Unio pictorum*, mit einer intakten Population. Nach geringen Leerschalenfunden zu Beginn nahmen diese im Probestellenbereich bald drastisch zu. Der starke Rückgang des Muschelbestandes konnte eindeutig auf den Bisam als Räuber zurückgeführt werden. Der Bisamfraß erfolgte über den gesamten Untersuchungszeitraum, mit Schwerpunkten im Winter und beginnendem Frühjahr. Dabei konnte bei der Prädation der Malermuscheln keine Selektion der Beuteindividuen durch den Räuber nach Größe oder, beim Vergleich der Arten, nach der Art festgestellt werden.

1. Einführung

Die Beobachtungen zum Bisam als Muschelräuber stammen aus einem Fließgewässer im Ortenau-Kreis, in der südlichen Oberrheinebene (Baden-Württemberg), auf der Höhe von Kehl. In diesem Bach kommen drei große Süßwassermuschelarten nebeneinander vor: *Anodonta anatina* (Linnaeus, 1758), *Unio crassus* (Philipsson, 1788) und *Unio pictorum* (Linnaeus, 1758). Alle drei Arten leben als Filtrierer im Sediment. Dabei ist die Gemeine Teichmuschel, *Anodonta anatina*, mit einer Länge von 7 bis 10 cm (Maximalwerte bei 18 cm), einer Höhe von 5 bis 6 cm und einer Dicke von 3 cm (GLÖER & MEIER-BROOK 1994, SCHOLZ 1992) die größte der drei Muschelarten. Die Malermuschel, *Unio pictorum*, erreicht Längen von 7 bis 9 cm, Höhen von 3 bis 4 cm und Dicken von 2 bis 3 cm (GLÖER & MEIER-BROOK 1994). Die kleinste der vertretenen Arten ist *Unio crassus*, die Bachmuschel oder kleine Flussmuschel, die 5 bis 6 cm lang, 3 bis 3,5 cm hoch und 2,5 bis 3,5 cm dick wird (GLÖER & MEIER-BROOK 1994).

Die Gemeine Teichmuschel ist die weitaus häufigste Art der heimischen Großmuscheln. Sie lebt in ruhigen oder leicht strömenden Gewässern mit klarem Wasser, aber auch reichlich Pflanzenwuchs, und feinkiesigem, sandigem oder schlammig-

* Mit Unterstützung durch Mittel aus dem Prof.-Friedr.-Kiefer-Fonds des BLNN.

** Anschrift der Verfasserin: Dipl.-Biol. E. ZAHNER-MEIKE, Blumenstr. 29, D-85586 Poing

gem Grund (GLÖER & MEIER-BROOK 1994, SCHOLZ 1992). Selbst diese Art steht heute bereits auf der Vorwarnliste der Roten Liste (JUNGBLUTH & KNORRE 1995). Die Malermuschel lebt in Flüssen, Altwässern und Seen – etwa von der Äschenregion an – mit möglichst ruhigem Wasser und sandigem bis schlammigem Substrat (SCHOLZ 1992). Sie gilt heute als gefährdet. Als vom Aussterben bedroht wird die Bachmuschel eingestuft (JUNGBLUTH & KNORRE 1995), die auf Bäche mit klarem, schnell fließendem Wasser über sandigem und kiesigen Grund – besonders im Bereich der Forellenregion – angewiesen ist (GLÖER & MEIER-BROOK 1994, SCHOLZ 1992).

In dieser für die großen Süßwassermuscheln kritischen Bestandssituation ist zwangsläufig jeder einzelne mögliche Gefährdungsfaktor von enormer Bedeutung. Einer dieser Faktoren ist der Bisam, *Ondatra zibethicus* L., dessen Rolle als Muschelräuber seit jeher diskutiert wird. Dieses plumpe, gedrungene Tier gehört in die Gruppe der Wühlmäuse (Arvicolinae). Der lateinische Name *zibethicus* rührt von den paarigen Talgdrüsen des Bisammännchens her, deren Absonderungen dem Duft nach an den Riechstoff der Zibethkatzen (Viverrinae) erinnern (HOFFMANN 1952). Der Bisam wird im Mittel etwa 50 bis 60 cm lang, wovon allein 20 bis 25 cm auf den Schwanz entfallen. Er ist braunschwarz und sein Normalgewicht liegt bei 1 bis 1,5 kg. Besonderes Merkmal des Bisams ist sein schwarzgrauer, lederartiger Schwanz, der flach, zum Ende hin leicht gebogen sowie spitz zulaufend ist (HOFFMANN 1952). Charakteristisch für den Bisam sind zudem die großen Hinterfüße. Anstelle von Schwimmhäuten, besitzt der Bisam an den Zehen und seitlich an den Sohlenrändern dichte Reihen feiner Schwimmborsten, die die Oberfläche seiner Ruderfüße vergrößern (HOFFMANN 1952). BECKER ermittelte 1973 ein Maximalalter der Bisame von drei Jahren. PROULX & GILBERT (1983) fanden bei ihren Untersuchungen dagegen bis zu fünf Jahre alte Bisame. Ein Bisamweibchen hat im Schnitt 1,5 bis 2,0 Würfe pro Jahr (CLAY & CLARK 1985, ERICKSON 1963). Die mittlere Anzahl Junge pro Wurf liegt etwa bei 7 (TROOSTWIJK 1976, MARCSTRÖM 1964, HOFFMANN 1952). Allerdings variiert die Anzahl der Jungen je nach Qualität der Territorien und nach dem Alter der Bisamweibchen (AKKERMANN 1975, DANELL 1978, ERICKSON 1963, HJÄLTEN 1991, TROOSTWIJK 1976).

Der Bisam wurde erst 1905 in Europa eingeführt, bis dahin war er nur in Nordamerika und Kanada heimisch. Graf Colloredo-Mannsfeld nahm in jenem Jahr Bisampaare aus Nordamerika mit in seine Besitzungen bei Prag (HOFFMANN 1952). Angeblich überlebten fünf Bisame die Reise und diese fünf bzw. deren Nachkommen traten den Eroberungszug durch ganz Europa an. Die ersten Einwanderungen nach Deutschland sind aus den Jahren 1914 bis 1915 bekannt (HOFFMANN 1952). Heute ist der Bisam fester Bestandteil der europäischen Fauna. Sein Vorkommen ist stets an Wasser gebunden, aber bei den Gewässern selbst ist er nicht wählerisch (TROOSTWIJK 1976). Er kann in allen von den großen Süßwassermuscheln besiedelten Gewässern existieren, dementsprechend groß ist die Gefahr für die Muscheln, die vom Bisam ausgeht. Einzige Limitierungsfaktoren beim Gewässer sind für den Bisam starke Wasserstandsänderungen und heftige Wasserbewegungen (TROOSTWIJK 1976).

Die vorliegende Untersuchung stellt beispielhaft die Auswirkungen des Bisamfraßes auf den Muschelbestand dar. Dabei soll nicht nur verfolgt werden, wie hoch der Einbruch der Muschelpopulation ist, sondern auch, inwiefern der Bisam die Muscheln nach Art oder Größe selektiert. Am Ende steht eine umfassende Diskussion der Problematik und der eventuell zu ergreifenden Maßnahmen.

2. Methoden

Im untersuchten Bach wurde im August 1995 bei einer Bachbreite von 1 bis 2 m eine Probestelle von 60 m Länge festgelegt. Der Probestellenbereich wurde in der Folgezeit regelmäßig mit einem Guckkasten – einer Kunststoffwanne mit transparentem PVC-Boden – abgegangen. Dabei wurde der Gewässergrund nach lebenden Muscheln abgesucht und gleichzeitig alle Leerschalen eingesammelt. Die zu den Leerschalen angegebenen Anzahlen meinen immer ganze Muscheln. Auch leere Schalenhälften, zu denen das Pendant nicht gefunden werden konnte, wurden als ganze Muschel registriert.

Die Lebendfunde wurden vor Ort bestimmt und ihre Anzahl pro Muschelart registriert. Bei den gefundenen Malermuscheln wurde vor Ort mit einer Schiebellehre die Länge gemessen. Sie wurden mit Kunststoff-Lack (Cowisit Kunststoff-Lack der CWS-Lackfabrik) individuell markiert, indem mit dem Lack Nummern auf die abgetrocknete Muschel aufgetragen wurden. Nach dem Trocknen des Farbstoffes konnte die Malermuschel wieder an ihre Fundstelle in den Bach zurückgesetzt werden. Eine derart detaillierte Untersuchung fand nur bei den Malermuscheln statt, da die beschriebene Untersuchung Teil einer umfangreichen Arbeit über Malermuscheln ist.

Nach dieser Methode wurde die Probestelle in möglichst regelmäßigen Abständen von Ende August 1995 bis Oktober 1997 abgesucht.

3. Ergebnisse

3.1 Ausgangssituation des Muschelbestandes

Die Grundlage für die Abbildungen 1 und 2, welche die Ausgangssituation des Muschelbestandes darstellen, sind jeweils die Daten des ersten Suchganges (am 7. und 12. September 1995), da zu diesem Zeitraum noch keine unmittelbare Beeinflussung durch den Bisam existierte (Abb. 4).

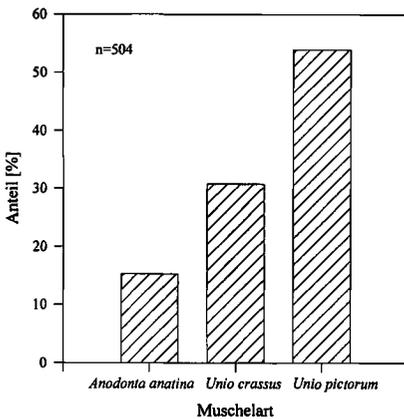


Abb. 1: Anteile der Muschelarten an den Lebendfunden zu Untersuchungsbeginn (Daten des ersten Suchganges am 7. und 12. 9. 1995, n = Summe aller Lebendfunde).

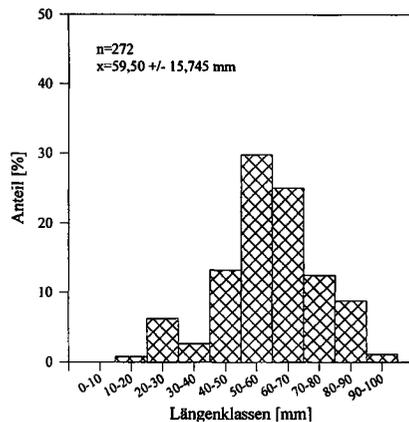


Abb. 2: Anteile der Längenklassen an den lebenden Malermuscheln, *Unio pictorum*, zu Untersuchungsbeginn (Daten des ersten Suchganges am 7. und 12. 9. 1995, n = Summe der gefundenen Malermuscheln, \bar{x} = Mittelwert \pm Standardabweichung).

Dabei zeigt die Abbildung 1 die Artenzusammensetzung des Muschelbestandes im Untersuchungsgewässer; vertreten sind die Arten *Anodonta anatina*, *Unio crassus* und *Unio pictorum*. Unter den drei gefundenen Muschelarten dominiert die Malermuschel, *Unio pictorum*. Sie kommt häufiger vor, als die anderen beiden Arten zusammen (Abb. 1). Von den beiden verbleibenden Arten ist die Bachmuschel, *Unio crassus*, die häufigere.

Die Verteilung der lebenden Malermuscheln, *Unio pictorum*, auf die Längensklassen zeigt zu Beginn der Untersuchung (Abb. 2) ein Maximum bei einer Schalenlänge von 50–60 mm, der Mittelwert liegt bei einer Länge von $59,50 \pm 15,745$ mm (Standardabweichung). Die kleinen Muschelindividuen unter einer Schalenlänge von 10 mm fehlen ganz und bis zu einer Länge von 40 mm sind sie nur schwach vertreten. Die Maximallängen liegen in dem Intervall von 90 bis 100 mm.

3.2 Lebendfunde im Zeitverlauf

Die Darstellung der Lebendfunde im Zeitverlauf (Abb. 3) deutet bereits auf ein einschneidendes Ereignis innerhalb des Muschelbestandes hin: Die Zahlen der Lebendfunde nehmen im Winter 1995 dramatisch ab. Die jeweiligen Artenanteile an den Lebendfunden variieren über den gesamten Untersuchungszeitraum stark; tendenziell nimmt der Malermuschelanteil ab.

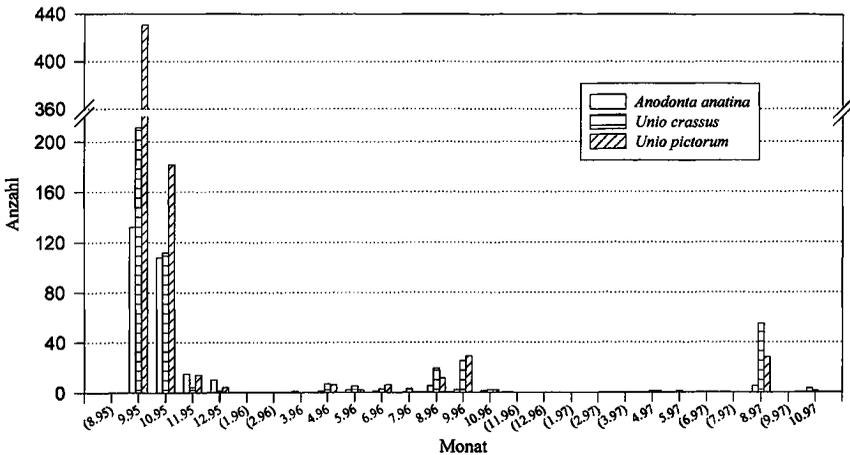


Abb. 3: Anzahl der Lebendfunde der jeweiligen Muschelart über den gesamten Untersuchungszeitraum (in den in Klammern gesetzten Monaten fand keine Muschelsuche statt).

3.3 Der Bisamfraß im Jahresverlauf

Einen Hinweis auf den Verbleib der lebenden Muscheln (Abb. 3) gibt die Darstellung der Leerschalenfunde im Untersuchungszeitraum (Abb. 4). Die minimalen Funde leerer Schalen zu Untersuchungsbeginn nehmen ab Oktober 1995 sehr stark zu, zum Frühjahr 1996 verringern sich die Leerschalenfunde wieder. Im folgenden Zeitraum ragen bei einem generell niedrigen Niveau der Schalenfunde wenige kleinere Gipfel heraus.

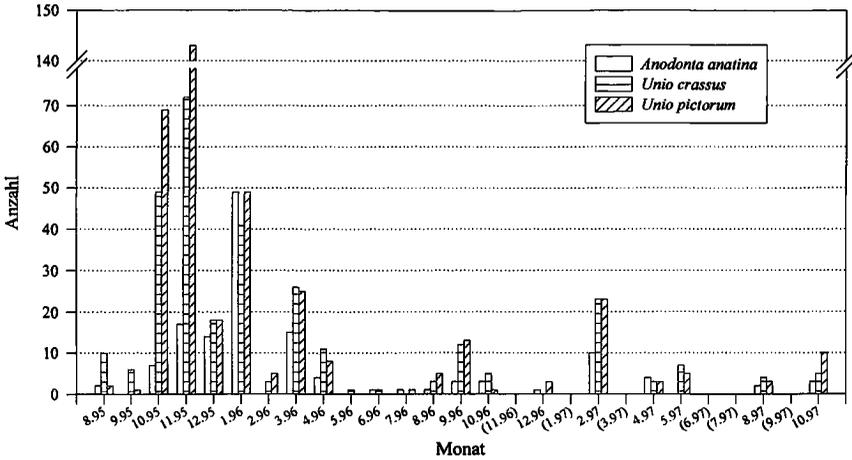


Abb. 4: Anzahl der Leerschalenfunde der jeweiligen Muschelart über den gesamten Untersuchungszeitraum (in den in Klammern gesetzten Monaten fand keine Suche nach Leerschalen statt).

Es finden sich eindeutige Belege dafür, dass es sich bei den gefundenen Leerschalen um die Reste von Bisamopfern handelt: Charakteristisch ist die Fundstelle der Muschelschalen, meist im Flachwasserbereich in unmittelbarer Ufernähe. Der Bisam trägt die Muscheln zu diesen geschützten Stellen – seinen Fraßplätzen –, an denen er sie verzehrt (ENDERS 1932). Die Futterplätze werden wiederholt benutzt, so dass sich hier typische Leerschalenhaufen ansammeln (AKKERMANN 1972, BRANDER 1955, ENDERS 1932, JOHNSON 1925). Beim Öffnen der Muscheln hinterlässt der Bisam Kratzer und Nagespuren auf den Schalen. An den Schalen frisch vom Bisam getöteter Muscheln findet man noch anheftende Weichteile, meist die Insertionsabschnitte der Schließmuskeln (AKKERMANN 1972, BRANDER 1955). Sicherer Beleg für das Vorkommen der Bisame waren zwei Tiere, die im Winter 1995/96 in aufgestellten Fallen im Probestellenbereich gefangen wurden.

3.4 Selektion der Muscheln durch den Bisam

In der Abbildung 4 sind bereits die Anteile der verschiedenen Muschelarten an den Leerschalenfunden zu sehen, allerdings ist hier über die Zeit keine einheitliche Tendenz bezüglich der Bevorzugung bestimmter Arten

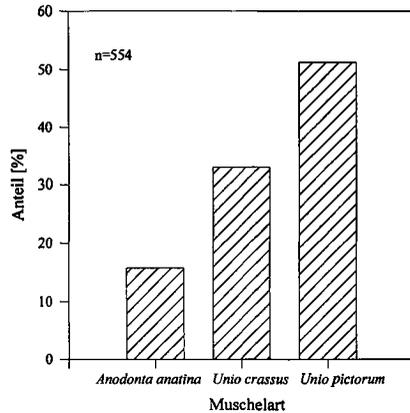


Abb. 5: Anteile der Muschelarten an den Leerschalenfunden von August 1995 bis Februar 1996 (n = Summe aller von August 1995 bis Februar 1996 gefundenen Leerschalen).

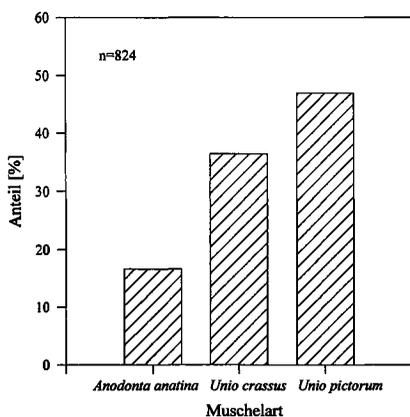


Abb. 6: Anteile der Muschelarten an den Leerschalenfunden des gesamten Untersuchungszeitraumes (n = Summe aller Leerschalenfunde im Untersuchungszeitraum).

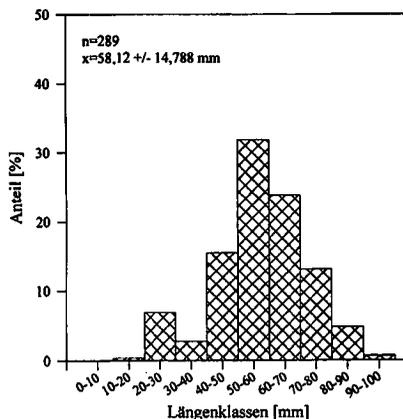


Abb. 7: Längenklassenanteile der von August 1995 bis Februar 1996 gefundenen Malermuschelleerschalen (n = Summe der von August 1995 bis Februar 1996 gefundenen leeren Malermuschelschalen).

feststellbar. Die Daten zu den Artenanteilen an den leeren Muschelschalen der Anfangsphase, von August 1995 bis Februar 1996, sind in der Abbildung 5 dargestellt. Den ersten Eindruck des Vergleiches der Abbildungen 5 und 1 bestätigt das Ergebnis des statistischen Tests: Es existiert kein Unterschied zwischen den Artenanteilen der Lebendfunde und denen der Leerschalenfunde ($\chi^2 = 0,827$, D.F. = 2, $p = 0,661$). Auch bei den Leerschalenfunden dominiert die Malermuschel eindeutig, gefolgt von der Bachmuschel und der Gemeinen Teichmuschel.

Über den gesamten Untersuchungszeitraum gesehen ergibt sich allerdings ein anderes Bild. Die jeweiligen Artenanteile an der Summe aller gefundenen Leerschalen zeigt die Abbildung 6. Zwar ist auch hier bei den Bismopfern eine Dominanz der Malermuschel, *Unio pictorum*, festzustellen, doch ist die Bachmuschel, *Unio crassus*, weit häufiger vertreten, als das aufgrund der Ausgangssituation des Muschelbestandes zu erwarten wäre (Abb. 1). Ein statistischer Vergleich (χ^2 -Homogenitätstest) der Verteilungen der Artenanteile an den Lebend- bzw. Leerschalenfunden zeigt einen schwach signifikanten Unterschied (Pearson- $\chi^2 = 6,360$, D.F. = 2, $p = 0,042$) zwischen ihnen, wenn mit den Schalenfunden des gesamten Untersuchungszeitraumes verglichen wird.

Die Abbildung 7 mit der Darstellung der Längenklassenanteile, wie sie bei den von August 1995 bis Februar 1996 gefundenen leeren Malermuschelschalen bestanden, ist besonders im Zusammenhang mit der Abbildung 2 interessant. Bei dem Vergleich bezüglich der Längenklassenverteilung der Malermuscheln wurde besonders darauf geachtet, nur Daten eines Zeitraumes zu berücksichtigen, innerhalb dessen noch keine Verschiebung der Längen durch Wachstum stattfand.

Die Verteilung der Längenklassen bei den lebenden Malermuscheln zu Untersuchungsbeginn (Abb. 2) unterscheidet sich nicht von der der eingesammelten Malermuschelleerschalen (Abb. 5). Auch hier stützen die Ergebnisse des Homogenitätstests die Beobachtung; der Unterschied ist nicht signifikant ($\chi^2 = 4,398$,

D.F. = 6, $p = 0,623$). Wie bei den Lebendfunden konnten Leerschalen der Malermuschel erst ab einer Länge von 10 mm gefunden werden. Das Maximum der Funde lag im Bereich der Längensklasse von 50 bis 60 mm.

3.5 Situation des Muschelbestandes nach dem Bisameingriff

Insgesamt konnten von August 1995 bis Oktober 1997 auf der 60 m langen Probestelle 460 lebende Malermuschelindividuen markiert werden. Von diesen wurden innerhalb der Probestelle sowie im bachabwärts gelegenen Abschnitt 277 (= 60,22 %) als Leerschalen wiedergefunden. Innerhalb des gleichen Zeitraumes wurden allein im Probestellenbereich 387 leere Malermuschelschalen gefunden. Insgesamt konnten sogar 824 leere Muschelschalen im Verlaufe der 60 m des Baches gesammelt werden.

4. Diskussion

4.1 Ausgangssituation des Muschelbestandes

Die Existenz dreier verschiedener Großmuschelarten nebeneinander (Abb. 1) in dem relativ kleinen Untersuchungsgewässer ist eine Besonderheit. Da die Habitatanforderungen (siehe Kapitel 1) der drei vertretenen Arten unterschiedlich sind (GLÖER & MEIER-BROOK 1994, SCHOLZ 1992), ist es erstaunlich, dass sie in diesem Bach, dessen Strukturen kaum variieren, gemeinsam bestehen können. Der jeweilige Artenanteil zeigt dabei, welche Art sich unter den gegebenen Bedingungen durchsetzt. Das ist im gegebenen Fall die Malermuschel. Es ist auszuschließen, dass bei der Datenerhebung die verschiedenen Muschelarten mit unterschiedlicher Effektivität erfasst wurden, da ihre Größen in etwa einem Bereich liegen (siehe Kapitel 1).

Die Verteilung der Malermuschelindividuen auf die verschiedenen Längensklassen (Abb. 2) ermöglicht eine Interpretation bezüglich der Güte ihrer Population. Aufgrund des jährlichen Schalenwachstums der Muscheln, gibt die Darstellung der Längensklassenverteilung einen Einblick in die Altersstruktur des *Unio pictorum* Bestandes. Sehr kleine und damit junge Individuen fehlen hier ganz bzw. sind nur sehr gering vertreten.

Dazu ist zu ergänzen, dass kleinere Muscheln mit der angewandten Methode schwerer zu erfassen sind. Erstens sind die kleinen Muscheln schlechter zu sehen, denn von den im Sediment vergrabenen Muscheln sind nur die Ein- und Ausströmöffnungen zu sehen. Diese haben selbst bei größeren Malermuscheln nur einen Durchmesser von etwa je 5 mm. Bedeutend schwieriger wird das Auffinden einer Muschel, wenn ihre Öffnungen geschlossen sind. In diesem Fall kann eine größere Muschel sich dennoch durch ihre aus dem Sediment ragenden Strukturen verraten, eine kleine Muschel bleibt unsichtbar. Zweitens leben insbesondere die sehr jungen Malermuscheln im Interstitialraum des Gewässers (BUDDENSIEK et al. 1990, FLEISCHAUER-RÖSSING 1990) und sind daher gar nicht zu sehen. Bedingt durch die angewandte Methode sind daher die kleinen Muscheln bei der Datenerfassung unterrepräsentiert.

Malermuscheln mit einer Länge unter 10 mm sind zudem kaum zu erwarten, da die Jungmuscheln nach dem Abfallen vom Wirtsfisch, etwa von Mai bis Juli, zum dargestellten Zeitpunkt (Abb. 2) bereits größere Längen erreicht haben können (FLEISCHAUER-RÖSSING 1990).

Nach einem Maximum im mittleren Längenbereich bei 50 bis 60 mm, nimmt die Zahl der Muscheln pro Längenkategorie wiederum ab (Abb. 2). Diese Entwicklung setzt mit dem Erreichen der Maximallänge (siehe Kapitel 1) bzw. des Maximalalters ein, das heißt die Abnahme der Muschelanteile ab dem Längenklassenbereich von 70 bis 80 mm entspricht hier der natürlich zunehmenden Mortalität.

Unter Einbezug dieser Aspekte ist die Längenklassenstruktur der Malermuschel-population im Probestellenbereich zu Untersuchungsbeginn als relativ günstig zu beurteilen. Es handelt sich um eine intakte, sich reproduzierende Population. Sie hebt sich damit von den heute häufig zu findenden maßlos überalterten und damit stark in ihrer Existenz bedrohten Muschelpopulationen ab (Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen 1996, BUDDENSIEK et al. 1990). Allerdings ist die geringe Anzahl junger Muscheln nicht ohne Bedeutung, denn die vorhandene Situation ist damit sehr sensibel. Das Auftreten minimaler Negativeinflüsse könnte den gesamten Nachwuchs vernichten und damit das weitere Bestehen der Population gefährden.

4.2 Lebendfunde im Zeitverlauf

Der zeitliche Verlauf der lebenden Muschelfunde (Abb. 3) stimmt sehr bedenklich, denn die Abnahme der Funde ist dramatisch. Hierzu ist an erster Stelle eine Methodenkritik angebracht: Die Effektivität der Muschelsuche ist sicherlich stark von den Bedingungen im Gewässer abhängig. Dazu ist zu sagen, dass bei den einzelnen Suchgängen darauf geachtet wurde, möglichst ähnliche Bedingungen vorzufinden. Dementsprechend ergaben sich auch Phasen (Abb. 3 und 4), in denen gar keine Muschelsuche durchgeführt werden konnte, nämlich zu Zeiten hoher Wasserführung und entsprechend starker Trübung sowie in vegetationsreichen Zeiträumen, in denen der Bach zum Teil vollkommen zugewachsen war, und in den Wintermonaten, in denen der Probestellenbereich ganz oder teilweise zugefroren war. Es liegt auf der Hand, dass bei allen Bemühungen im Gelände niemals völlig identische Bedingungen herrschen können. Dennoch erklärt dies nicht einen derart drastischen Rückgang der Lebendfunde, der zudem über einen so langen Zeitraum bestehen bleibt. Das ist in einem Gewässer, das mit einer geringen Breite, sandigem Sediment und einer unter Normalbedingungen geringen Wassertiefe von ca. 40 cm beste Voraussetzungen für die Muschelsuche bietet, nicht zu erwarten. Für den Rückgang der Zahl der lebenden Muscheln ist somit eine andere Ursache zu suchen.

Ein Abwandern der Muscheln in andere Gewässerbereiche oder in tiefere Sedimentschichten ist zwar möglich, aber auch das kann nicht den starken und anhaltenden Rückgang der Lebendfunde bewirken.

Einen anderen Erklärungsansatz bietet der Vergleich mit den Leerschalenfunden im Probestellenbereich (Abb. 4). Parallel zur Kurve der Lebendfunde (Abb. 3) zeigt die Verlaufskurve der Leerschalenfunde (Abb. 4) den entgegengesetzten Trend: Mit dem einsetzenden Rückgang der lebenden Muscheln steigen die Leerschalenfunde. Dieses Massensterben der Muscheln ist durch die natürliche Mortalität allein nicht zu erklären. Es sind sowohl die eindeutigen Spuren an den Leerschalen (siehe Kapitel 3.3), die den Bisam als verantwortlichen Räuber identifizieren, als auch die Hinweise am bzw. im Gewässer auf die Anwesenheit des Bisams. Diese bestehen darin, dass überall am Ufer – ganz besonders an den typischen Fraßplätzen – Bisamspuren, deutliche Fußabdrücke und Kotreste, ebenso

sichtbar sind wie die charakteristischen Grabaktivitäten. Der Fang zweier Tiere war der Beweis für die Anwesenheit des Bisams (siehe Kapitel 3.3).

Die Diskussion über die Nahrung des Bisams zieht sich seit Jahrzehnten durch die Literatur. Zu Beginn wurde der Bisam als reiner Vegetarier angesehen. Bereits 1887 aber diskutiert APGAR die Methode, mit der der Bisam Muscheln öffnet. Auch JOHNSON (1925) erwähnt neben der Pflanzenkost die tierische Kost des Bisams, ebenso ENDERS (1932). JOHNSON (1925) nennt als tierische Zukost des Bisams neben den an erster Stelle stehenden Süßwassermuscheln: Insekten, Krebse, Schnecken, Fische, junge im Wasser gefangene Vögel sowie Fleisch von Amphibien und Reptilien. Allerdings ist BURSIK (1914) der Ansicht, dass viele dieser Beobachtungen nicht dem Verhalten des Bisams in der Natur entsprechen, sondern nur in Gefangenschaft möglich waren. Nach seiner Überzeugung frisst der Bisam einzig Gras und Muscheln. RIEDEL selbst kann 1950 miterleben, wie ein Bisam eine Muschel der Art *Anodonta cygnea* frisst. Dagegen findet DANELL 1978 bei Kotuntersuchungen von Bisamen an einem See in Nord-Schweden keine Anzeichen für tierische Nahrung. Eindeutige Zahlen veröffentlichen CHING & CHIH-TANG 1965. Sie stellen bei Bisamuntersuchungen fest, dass bei 107 aufgenommen Nahrungsarten 93,4 % pflanzlich und 6,6 % tierisch waren. Ähnlich geringe Anteile der tierischen Nahrung erhielt MARCSTRÖM (1964) bei der Untersuchung von Bisammägen im Frühjahr und Sommer; von den 290 Mägen enthielten 100 % pflanzliche Kost und nur 2,8 % zusätzlich tierische. TROOSTWIJK (1976) fasst die inzwischen verbreitetste Ansicht zusammen: Der Bisam ist ein ausgesprochener Vegetarier, der vor allem Wasserpflanzen und eine Vielzahl landwirtschaftlicher Früchte (Getreide, Zuckerrüben u.a.) bevorzugt. Er frisst zudem Süßwassermuscheln und kann sogar unter extremen Bedingungen temporär carnivor werden. Auch MARCSTRÖM (1964) vermutet, dass dies nur in Krisensituationen geschieht. WILLNER et al. (1980) nennen als tierische Kost des Bisams Muscheln, Krebse, Fische oder Schildkröten.

In der vorliegenden Untersuchung konnten Muscheln eindeutig als tierische Zukost des Bisams identifiziert werden (siehe Kapitel 3.3). An den Bisamfraßplätzen wurden auch Reste der Früchte aus der umgebenden landwirtschaftlichen Nutzfläche gefunden, vor allem von Maiskolben. Allerdings in so geringen Mengen, dass hier keine nennenswerte Schädigung vorlag.

4.3 Der Bisamfraß im Jahresverlauf

In der Literatur finden sich verschiedene Ansichten (siehe Kapitel 4.2) dazu, wann der Bisam tierische Nahrung zu sich nimmt. Zum einen wird vermutet, dass das ausschließlich in vegetationsarmen Phasen, also im Winter und frühen Frühjahr der Fall sei, weil dann die pflanzliche Kost knapp ist (BRANDER 1955, BUTLER 1885, MARCSTRÖM 1964). AKKERMANN (1972) dagegen beobachtete an einem großen Verlandungssee in Nordwestdeutschland, dass der Bisam über das gesamte Jahr zusätzlich Muschelfleisch verzehrt; gleiches beobachteten NEVES & ODOM (1989) in Virginia. Auch JOHNSON (1925) fand im nördlichen Minnesota Reste, der vom Bisam gefressenen Muscheln, im Juli und August. MARCSTRÖM (1964) kann anhand eines Vergleiches verschiedener Habitats belegen, dass die Nahrung des Bisams zu identischen Zeiten je nach Lokalität, Lebensalter und Individuum variiert. CAMPBELL & MACARTHUR (1996) stellen entsprechend fest, dass sich die Nahrungsaufnahme an die jeweilige Notwendigkeit des Organismus anpasst. So

wechseln zum Beispiel nicht nur die Arten der Futterpflanzen im Jahreszyklus (BUTLER 1940, DANELL 1978), sondern der Bisam frisst auch unterschiedliche Pflanzenteile (CHING & CHIH-TANG 1965). Ebenso verändert sich nach CHING & CHIH-TANG (1965) das Verhältnis zwischen pflanzlicher und tierischer Kost über das Jahr.

Anhand der Daten aus dem Probestellenbereich des Untersuchungsgewässers (Abb. 4) lässt sich kein streng von den Jahreszeiten abhängiger Verlauf des Fressens der Muscheln feststellen. Zu erkennen sind allein Ansätze eines verstärkten Muschelverzehrns in den kälteren Monaten. Bei der Interpretation der erhobenen Daten muss allerdings berücksichtigt werden, dass der Bisam die Muscheldichte im Probestellenbereich extrem reduziert hat; damit nimmt ebenso seine Erfolgchance beim Aufstöbern der Muscheln ab. Diese Folgewirkung beeinflusst sicherlich die Anzahl der Muscheln, die im Verlaufe des Untersuchungszeitraumes dem Bisam zum Opfer fallen.

Die Nahrungsaufnahme des Bisams ist in Kombination mit seinem Verhalten im Jahresverlauf zu sehen: Er beginnt das Jahr im Frühjahr mit einer solitären Phase, in der die Ausbreitungsbewegung einsetzt (AKKERMANN 1975). Nach dem Besetzen der Territorien, leben die Geschlechter im Sommer paarweise zusammen. Den Herbst und Winter verbringen die Bisame in ihren Familienverbänden. Der Bisamnachwuchs kommt in der Regel von März bis August zur Welt (BECKER 1973). Vermutlich ist der Nahrungsbedarf der Bisame in der Zeit der Fortpflanzung und der Versorgung des Nachwuchses besonders groß, so dass in dieser Phase auf alle verfügbaren Nahrungsressourcen zugegriffen wird. Bei günstig erreichbaren und in hoher Dichte vorhandenen Muscheln dementsprechend auch auf sie als Beute. In den vegetationsarmen Zeiten wiederum sind die Muscheln für den Bisam eine wichtige Ersatzressource. Dementsprechend kann der Bisam je nach Bedingungen das ganze Jahr über auf Muscheln als Beute zugreifen.

4.4 Selektion der Muscheln durch den Bisam

Beim Einfluss des Bisams auf die Süßwassermuschelbestände ist die Frage nicht nur, wieviele Muscheln der Bisam frisst, sondern auch, ob er bei der Auswahl seiner Muschelopfer selektiv vorgeht. Vorstellbar wäre, dass er bestimmte Muschelarten oder innerhalb einer Art bestimmte Größen bevorzugt.

Die Auswirkungen eines selektiven Vorgehens des Bisams beim Erbeuten der Muscheln wären weitreichend. Bei der Bevorzugung bestimmter Arten durch den Bisam würde es zum zunehmenden Rückgang gerade dieser Art bzw. Arten kommen. Die Auswahl bestimmter Längenklassen durch den Bisam kann ebenso für den Fortbestand der Population entscheidend sein. Wenn zum Beispiel keine reproduzierenden Weibchen mehr im Gewässer verbleiben und damit die Nachkommenschaft nicht mehr gesichert ist. Oder aber, wenn keine jungen Muscheln mehr vorhanden sind, die den natürlichen Ausfall der alten Individuen auffangen können. Ein selektiver Bisamfraß hätte zur Folge, dass sich die gesamte Populationsstruktur (Artenanteile, Anteile der Alters- oder Größenklassen) der Muscheln gegenüber dem Ausgangszustand verschiebt. Auch auf wissenschaftliche Untersuchungen könnte eine Selektion beim Bisamfraß Einfluss haben, denn viele Datenerhebungen zu Muschelbeständen erfolgen einzig auf der Basis von Leerschalenfunden; bei diesen Leerschalen handelt es sich aber oft zu einem Großteil um Reste von Bisamopfern. Eine Auswertung der so entstandenen Daten würde damit nicht den aktuellen Stand der Muschelpopulation, sondern vielmehr die

typische Auswahl des Bisams wiedergeben. Genau davor warnt WATTERS (1993–1994), der anhand seiner Ergebnisse feststellt, dass der Bisam ein voreingenommener Muschelsammler ist, der sowohl nach Größe als auch nach Art selektiert.

JOKELA & MUTIKAINEN diskutieren 1995, dass der Bisam die Muscheln bevorzugt, bei denen das Verhältnis zwischen aufzuwendender und gewonnener Energie optimal ist. Dementsprechend bestehe eine Größenselektion, da sie annehmen, dass die Zeit, die der Bisam zum Öffnen der Muschel benötigt, in einem bestimmten Größenbereich mit der Muschelgröße zunimmt. Entsprechend fanden HANSON et al. (1989) anhand ihrer Beobachtungen heraus, dass der Bisam streng größenselektiv vor allem größere Muscheln fraß und damit einen Einfluss auf die Größenstruktur der Muschelpopulation hatte; zu dem gleichen Ergebnis kamen CONVEY et al. 1989. Im Vergleich zu diesen beiden Arbeiten verblüffen die Daten von WATTERS (1993–1994): Er stellt zwar auch eine Größenselektion fest, aber hier bevorzugt der Bisam kleine Muscheln. Watters selbst vermutet, dass in den Untersuchungsgebieten von HANSON et al. (1989) und CONVEY et al. (1989) nicht solche massive Muschelarten vorkamen wie bei ihm; diese schweren und großen Individuen waren für den Bisam zu unhandlich. Dazu passt die Annahme von NEVES & ODOM (1989), dass der Bisam mittelgroße Muscheln bevorzugt, da große Individuen weniger gut zu erbeuten und zu öffnen seien. Kleine Muschelindividuen dagegen sind nicht nur schwieriger zu öffnen, sondern auch schwer zu finden.

Die Untersuchung der Malermuscheln des Probestellenbereiches auf eine mögliche Größenselektion des Bisams (Abb. 2 und 5) zeigt, dass hier keine größenabhängige Auswahl durch den Bisam stattfindet. Für diesen Untersuchungsaspekt wird auf die Daten der Anfangsphase zurückgegriffen, da das Wachstum der Muscheln in der Folgezeit zwangsläufig eine Verschiebung der Längensklassen bewirken würde. Es ergibt sich beim Datenvergleich kein Unterschied zwischen der Längensklassenverteilung der verfügbaren Muschelindividuen (Abb. 2) und den tatsächlich vom Bisam konsumierten (Abb. 5). Dabei ist zu bedenken, dass die jungen Muscheln aufgrund der verwendeten Methode vermutlich unterrepräsentiert sind (siehe Kapitel 4.1). Das würde bedeuten, dass der Bisam diese auch im Verhältnis zu ihrem tatsächlichen Vorkommen seltener frisst.

Die gleichen Gründe für eine mögliche Größenselektion des Bisams können auf eine Selektion der Muschelarten, die sich zum Beispiel in Größe und Dicke der Schale unterscheiden, übertragen werden. AKKERMANN (1972) entdeckte über das gesamte Jahr eine Bevorzugung von *Anodonta* gegenüber *Unio* durch den Bisam. Dabei war er der Ansicht, dass der Bisam die schwerer zu öffnenden, dickschaligeren Muscheln der Gattung *Unio*, wenn überhaupt, eher im Winter frisst. BRANDER (1955) findet Bisamopfer innerhalb der Arten *Unio tumidus*, *Unio pictorum*, *Anodonta piscinalis* (= *anatina*), *Pseudanodonta complanata* und *Margaritifera margaritifera*; nur die Art *Anodonta cygnea* wurde bei ihm nicht vom Bisam angenommen. WATTERS (1993–1994) Untersuchung ergab, dass es für den Bisam unbedeutend sei, ob die Muschelschale dick oder dünn, glatt oder skulpturiert war.

Im vorliegenden Fall zeigen sich keine Anzeichen für ein selektives Vorgehen des Bisams bezüglich der Muschelart. Der Vergleich der Daten der Lebendfunde und Leerschalenfunde der Anfangsphase (Abb. 1 und 3) ergibt keine signifikante Abweichung der beiden Verteilungen voneinander. Ein signifikanter Unterschied ergibt sich allerdings, wenn die Daten der Lebendfunde zu Beginn (Abb. 1) mit denen der Summe der Leerschalenfunde des gesamten Untersuchungszeitraumes (Abb. 6) verglichen werden. Dabei zeigt sich eine leichte Erhöhung des *Unio crassus* Anteils bei den Leerschalenfunden. Allerdings ist zu vermuten, dass dieser

Unterschied sich einzig durch eine generelle Verschiebung der Artenanteile innerhalb des Muschelbestandes ergibt (Abb. 3). Hierbei könnte sich ein geringer Effekt durch den Bisam allmählich über den gesamten Untersuchungszeitraum von etwa zwei Jahren bemerkbar machen. Eindeutig ist aber festzuhalten, dass zu Beginn des Bisamfraßes keine Selektion der Arten auftritt.

4.5 Situation des Muschelbestandes nach dem Bisameingriff

Die Auswirkungen des Bisamfraßes auf den Muschelbestand sind extrem. Da die adulten Najaden in Europa bisher keine Fressfeinde hatten, zeigt ihre Populationsökologie keine Anpassungen an Räuber im Adultstadium. Die Vernichtung von etwa 60 % der Malermuschelpopulation im Probestellenbereich bedeutet eine rapide Minderung der Populationsdichte. Ein Aspekt, der bei den großen Süßwassermuscheln von besonderer Bedeutung ist, denn der Reproduktionserfolg steht im unmittelbaren Zusammenhang mit der Individuendichte. Da die männlichen Muscheln ihre Spermien ins freie Wasser abgeben, sinkt mit abnehmender Besiedlungsdichte die Chance der Befruchtung eines Weibchens, das die Spermien über das Atemwasser aufnimmt. Ein wahrer Teufelskreis, weil ein Ausgleich der Einbußen, bedingt durch den Bisamfraß, mit Hilfe erhöhter Reproduktion nicht nur unmöglich ist, sondern der Einbruch der Population verstärkt wird.

Zudem geben JOKELA & MUTIKAINEN (1995) zu bedenken, dass die Prädation sowohl einen ökologischen als auch einen evolutionären Effekt auf die Beutepopulation haben kann und sicherlich auch die Populationsdynamik und die räumliche Verteilung der Beute beeinflusst.

In der Literatur finden sich immer wieder Beispiele zum Umfang der Auswirkungen des Bisams auf Muschelbestände: HANSON et al. (1989) beobachteten, dass der Bisam 37.000 Muscheln und damit 3 % der Population des Untersuchungsgebietes in einem Jahr fraß. Nach WATTERS (1993–1994) Beschreibung können Bisamhaufen Hunderte oder Tausende von Schalen enthalten, in der Regel Muscheln in ehemals bester Kondition. BRANDER (1955) schreibt von im Schnitt 450 Muscheln pro Fraßhaufen, mit Maxima von 1.109 und 1.400 Muscheln pro Haufen.

Damit ist neben den offensichtlichen Gefährdungsfaktoren für die Najaden – wie die Gewässerverschmutzung (BAUER et al. 1991), wasserbaulichen Maßnahmen, Gewässerpflege- (zum Beispiel Gewässerentkrautung mit Mähkorb oder Fräsen, ENGEL & WÄCHTLER 1990) und Unterhaltungsmaßnahmen (zum Beispiel Aufstau eines Gewässers, Veränderungen im Fischartenspektrum) – der Bisam als Muschelräuber ein gewichtiger Faktor.

Entsprechend den sehr unterschiedlichen Situationen der Muschelbestände sowie den gegebenen Habitatbedingungen finden sich in der Literatur verschiedenste Ansichten zur Existenz bzw. Bedeutung des Bisams. PRELL stellt 1924 fest, dass der Bisam keine ernstliche Bedeutung als Muschelfeind hat und damit keine Gefährdung der Muscheln durch den Bisam besteht. BRANDER (1955) dagegen sieht im Bisam eine große Gefahr für die Muscheln. HOFFMANN (1952) entlarvt den Bisam nicht nur als Muschelräuber, sondern zudem auch als gefährlichen Schädling der Wasserwirtschaft und der Fischerei. Dazu passend schreibt BECKER (1967), dass der Bisam seit 1905 Deiche und Dämme zerstört und damit seine ständige Bekämpfung und Untersuchung nötig ist. TROOSTWIJK differenziert dagegen 1976, die Ansichten zur Existenz des Bisam seien nicht überall gleich: In

Finnland und den Staaten der früheren Sowjetunion sind die Bisame eine willkommene Ergänzung der Fauna und werden wirtschaftlich (vor allem als Felllieferant) genutzt. In vielen Teilen Westeuropas dagegen wird der Bisam vor allem als Schädling angesehen. Die Gefahren hier bestehen zum Beispiel darin, dass der Bisam durch seine Wühlarbeiten Bauwerke, die die Menschen gegen das Wasser schützen, und andere vom Menschen geschaffene Strukturen in und entlang von Gewässern beschädigt. Im gleichen Sinne stellt ULBRICH (1930) fest, dass die wirtschaftliche Bedeutung des Bisams in Europa und Nordamerika außerordentlich verschieden sei: In den unbewohnten Feuchtgebieten Nordamerikas wird der Bisam als wertvolles Pelztier angesehen – hier richtet er keinen Kulturschaden an, sondern sowohl Fell als auch Fleisch werden genutzt. In eng besiedelten Gebieten dagegen kommt es vor allem durch die unterirdischen Wühlarbeiten des Bisams zu Schädigungen. HOFFMANN (1952) stellt folgende Schadensliste, verursacht durch den Bisam, auf: Wühlschäden in der Wasserwirtschaft, Fischerei und Teichwirtschaft, Beschädigung der Fanggeräte in der Fischerei, Verzehr von Feld- und Gartenfrüchten aller Art, Gefährdung von Verkehrsanlagen aller Art.

Zum Bisam als Gefährdungsfaktor für die Existenz der Süßwassermuscheln stellen NEVES & ODOM 1989 fest, dass der Bisamfraß auf gesunde, weit verbreitete Muschelpopulationen vermutlich keinen Effekt hat, aber den bereits gefährdeten, in geringen Dichten und isoliert vorkommenden Muschelarten drohe große Gefahr durch ihn. Die gleiche Theorie vertreten SCHOLZ (1992) und HOCHWALD (1990): Ein nicht zu großer Bisambestand an einem relativ naturnahen Muschelgewässer stelle eine nur geringe Bedrohung für die Muschelpopulation dar. Kleinere Muschelbestände dagegen, vor allem in Fließgewässern, erscheinen durch den Bisam stark gefährdet, da in diesen Fällen schon der Verlust einiger weniger Individuen die Populationsdichte so weit senken kann, dass eine Fortpflanzung der Muscheln nicht mehr möglich ist. In der aktuellen Situation trifft diese Befürchtung bei uns auf fast jede große Süßwassermuschelart zu (siehe Kapitel 1).

Wichtig dabei ist zu bedenken, dass die Bedrohung der Existenz der Großmuschelarten weitreichende Folgen für die Gewässer selbst hätte (BRANDER 1955). Die enorme Bedeutung der Muscheln für die Gewässer liegt in ihrem Nahrungserwerb als Filtrierer. Das von den Muschelkiemen filtrierte Wasser ist praktisch frei von Schwebstoffen. Aufgrund ihrer hohen Filtrationsleistung (eine einzelne Flussmuschel kann 2 bis 5 Liter Wasser pro Stunde filtrieren, SCHOLZ 1992), verbunden mit einer oft hohen Besiedlungsdichte spielen die Muscheln eine wichtige Rolle im Stoffhaushalt der Gewässer (SCHOLZ 1992). Die Schwebstoffe werden dabei zum Großteil nicht nur ausfiltriert, sondern auch umgesetzt. Bedingt durch das hohe Alter der Muscheln (Maximalalter von 10 bis 15 Jahre bei *Anodonta* und *Unio*, BOYCOTT 1936) ist diese Energie langfristig festgelegt, das heißt die ausfiltrierten Nährstoffe sind dem Stoffkreislauf sehr effektiv entzogen. Das ist gerade heute bei dem extremen Nährstoffreichtum vieler Gewässer von besonderer Wichtigkeit.

In Anbetracht aller angeführten Überlegungen ist eine Überwachung und Reduzierung des Bisamvorkommens als bestandsfördernde Schutzmaßnahme für die Muscheln unerlässlich. FRANK & HÄRLE (1967) stellen fest, dass bei der enormen Ausbreitung des Bisams in Deutschland eine Ausrottung unmöglich ist. Das Ziel kann nur die Überwachung und der Schutz besonders gefährdeter Objekte, wie es die Muscheln sind, sein. Wegen der enormen biologischen Potenz des Bisams, bedingt durch eine hohe Vermehrungsrate, sehr gute Anpassungsfähigkeit und eine enorme Ausbreitungsfähigkeit (FRANK & HÄRLE 1967) ist seine Be-

kämpfung in Europa unerlässlich. Zu eben dieser Feststellung kommen auch HOFFMANN (1952), LYNCH et al. (1947) und ULBRICH (1930). Die Gefährdungsfaktoren des Bisams, wie Feinde, Überflutungen, Trockenheit, harte Winter, Krankheiten, Parasiten (JOHNSON 1925, MARCSTRÖM 1964, TROOSTWIJK 1976), reichen alleine nicht mehr für eine Bestandsregulierung aus. Die Auswirkungen dieser Faktoren wurden vor allem durch die menschlichen Eingriffe minimiert. So sind zum Beispiel von den wenigen natürlichen Feinden des Bisams (z.B. Fischotter, Uhu, Seeadler, HOFFMANN 1952) die meisten hierzulande bereits ausgerottet. Bachbegradigungen und die Vernichtung der Gehölzsäume förderten die Bisamausbreitung, da das Angebot an Baumöglichkeiten zunahm (HOCHWALD 1990). Noch 1965 hatte ein starkes Hochwasser in Bayern einen Bestandseinbruch des Bisams zur Folge (MALLACH 1968), aber die ausgedehnten Wasserstandsregulierungen schließen solche Ereignisse zunehmend aus, und der Bisam kann zudem alle Bestandsschwankungen mit seiner ausgeprägten biologischen Potenz ausgleichen.

Es gilt daher heute, die Aufmerksamkeit auf die Bisambestände zu lenken, und in diesem Zusammenhang die kritische Situation der großen Süßwassermuscheln hervorzuheben. Nur bei aufmerksamer Beobachtung der Gewässer kann entsprechend der gegebenen Notwendigkeit reagiert werden. Da die Hinweise auf Bisamvorkommen mit hoher Besiedlungsdichte und die auf die Muschelräuberei des Bisams an den Gewässern sehr deutlich sind (siehe Kapitel 3.3), sollte es nicht schwierig sein, mit der notwendigen Bisambekämpfung zu reagieren. Besonders während der Ausbreitungsphase (siehe Kapitel 4.3) des Bisams sollte gefangen werden (HOCHWALD 1990). Innerhalb Deutschlands ist die Bisambekämpfung von Beginn an Sache der Landesregierungen gewesen, und gerade dadurch kam es zu einigen Unstimmigkeiten und Verzögerungen (ULBRICH 1930); immerhin wird der Bisam bereits seit 1917 gejagt (HOCHWALD 1990). Das heißt, neben der Sensibilisierung für die Bisamproblematik, ist für den Erfolg der Reduzierung der Bisambestände eine effektive Organisation der Bisambekämpfung unerlässlich.

Danksagung: Herzlich danken möchte ich Herrn Adolf Heitz (Hohberg, Ortenau-Kreis), der mich in die Muschelgewässer des Hanauer Landes eingeführt hat.

Schrifttum

- AKKERMANN, R. (1972): Süßwassermuscheln als tierische Zukost des Bisam, *Ondatra zibethica*. – Bonner Zoologische Beiträge, 1/23, S. 61–65.
- AKKERMANN, R. (1975): Untersuchungen zur Ökologie und Populationsdynamik des Bisams (*Ondatra zibethicus* L.) an einem nordwestdeutschen Verlandungssee – III. Verhalten und Populationsdynamik. – Zeitschrift für angewandte Zoologie, 62, S. 281–338.
- APGAR, A. C. (1887): The muskrat and the *Unio*. – Journal of the Trenton Natural History Society, 1, S. 58–59.
- BAUER, G., HOCHWALD, S., SCHMIDT, CHR., SCHMIDT, H. & REGER, K.-H. (1991): Dauerbeobachtung von Muschelbeständen – Notwendigkeit, Methodik, Nutzen. – Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Laufener Beiträge, 7, S. 30–37.
- Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.) (1996): Die Perlmuschel im Dreiländereck „Böhmen-Bayern-Sachsen“ – Das Ökosystem der Perlmuschelgewässer und sein Schutz, 67 S.

- BECKER, K. (1967): Populationsstudien an Bisamratten (*Ondatra zibethicus* L.) – I. Altersaufbau von Populationen der Bisamratte. – Zoologische Beiträge, 13/2–3, S. 369–396.
- BECKER, K. (1973): Populationsstudien an Bisamratten (*Ondatra zibethicus* L.) – IV. Fortpflanzungsbiologie der Weibchen. – Zeitschrift für Angewandte Zoologie, 60, S. 343–363.
- BOYCOTT, A. E. (1936): The habits of fresh-water Mollusca in Britain. – The Journal of Animal Ecology, 5, S. 116–186.
- BRANDER (1955): Über die Bisamratte, *Ondatra z. zibethica* (L.), als Vernichter von Najaden. – Archiv für Hydrobiologie, 50/1, S. 92–103.
- BUDDENSIEK, V., ENGEL, H., FLEISCHAUER-RÖSSING, S., OLBRICH, S. & WÄCHTLER, K. (1990): Studies on the chemistry of interstitial water taken from defined horizons in the fine sediments of bivalve habitats in several northern German lowland waters – I. Sampling techniques. – Archiv für Hydrobiologie, 119/1, S. 55–64.
- BURSIK, A. (1914): Ist die Bisamratte schädlich? – Österreichische Fischerei-Zeitung, 17, S. 234.
- BUTLER, A. W. (1885): Observations on the muskrat. – American Naturalist, Vol. 8, S. 1044–1055.
- BUTLER, L. (1940): A quantitative study of muskrat food. – The Canadian Field Naturalist, 54, S. 37–40.
- CAMPBELL, K. L. & MACARTHUR, R. A. (1996): Seasonal changes in gut mass, forage digestibility, and nutrient selection of wild muskrat (*Ondatra zibethicus*). – Physiological Zoology, 69/5, S. 1215–1231.
- CHING, C. & CHIH-TANG, Y. (1965): Food and food basis of the muskrat, *Ondatra zibethica* Linnaeus. – Acta Zoologica Sinica, 17/1, S. 352–363 (Chinesisch mit englischer Zusammenfassung).
- CLAY, R. T. & CLARK, W. R. (1985): Demography of muskrats on the upper Mississippi river. – Journal of Wildlife Management, 49/4, S. 883–890.
- CONVEY, L. E., HANSON, J. M. & MACKAY, W. C. (1989): Size-Selective predation on Unionid clams by muskrats. – Journal of Wildlife Management, 53/3, S. 654–657.
- DANELL, K. (1978): Population dynamics of the Muskrat in a shallow Swedish Lake. – Journal of Animal Ecology, 47, S. 697–709.
- ENDERS, R. K. (1932): Food of the muskrat in summer. – The Ohio Journal of Science, 32, S. 21–30.
- ENGEL, H. & WÄCHTLER, K. (1990): Folgen von Bachentkrautungsmaßnahmen auf einen Süßwassermuschelbestand am Beispiel eines kleinen Fließgewässers des südlichen Drawehn (Lüchow-Dannenberg). – Natur und Landschaft, 65, S. 63–65.
- ERICKSON, H. R. (1963): Reproduction, growth, and movements of muskrats inhabiting small water areas in New York State. – New York Fish and Game Journal, 10, S. 90–117.
- FLEISCHAUER-RÖSSING, S. (1990): Untersuchungen zur Autökologie von *Unio tumidus* Philipsson und *Unio pictorum* Linnaeus (Bivalvia) unter besonderer Berücksichtigung der frühen postparasitären Phase. – Dissertation im Fachbereich Biologie der Universität Hannover, 192 S.
- FRANK, F. & HÄRLE, A. (1967): Derzeitiger Stand und voraussichtliche Entwicklung des Bisambefalls (*Ondatra zibethicus*) in der Bundesrepublik Deutschland (nach den Meldungen der Pflanzenschutzämter der Bundesländer). – Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig), 19/8, S. 123–125.
- GLÖER, P. & MEIER-BROOK, C. (1994): Süßwassermollusken – Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland. – Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung DJN (Hrsg.), 11. Aufl., 136 S., Hamburg.
- HANSON, J. M., MACKAY, W. C. & PREPAS, E. E. (1989): Effect of size-selective predation by muskrats (*Ondatra zibethicus*) on a population of Unionid clams (*Anodonta grandis simpsoniana*). – Journal of Animal Ecology, 58, S. 15–28.
- HJÄLTEN, J. (1991): Muskrat (*Ondatra zibethica*) territoriality and the impact of territorial choice on reproduction and predation risk. – Annales Zoologici Fennici, 28, S. 15–21.
- HOCHWALD, S. (1990): Bestandsgefährdung seltener Muschelarten durch den Bisam (*Ondatra zibethica*). – Schriftenreihe des Bayerischen Landesamt für Umweltschutz, Heft 97, München, S. 113–114.
- HOFFMANN, M. (1952): Die Bisamratte. – Die Neue Brehm-Bücherei, Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., 44 S., Leipzig.
- JOHNSON, Ch. E. (1925): The muskrat in New York: its natural history and economics. – Syracuse University Bulletin, 24/25, Roosevelt Wild Life Bulletin, 3/2, S. 205–320.
- JOKELA, J. & MUTIKAINEN, P. (1995): Effect of size-dependent muskrat (*Ondatra zibethica*) predation on the spatial distribution of a freshwater clam, *Anodonta piscinalis* Nilsson (Unionidae, Bivalvia). – Canadian Journal of Zoology, 73/6, S. 1085–1094.

- JUNGBLUTH, J.H. & KNORRE, D. (1995): Rote Liste der Binnenmollusken [Schnecken (Gastropoden) und Muscheln (Bivalvia)] in Deutschland. – 5. Fassung.
- LYNCH, J. J., O'NEIL, T. & LAY, D.W. (1947): Management significance of damage by guse and muskrat. – *Journal of Wildlife Management*, 11/1, S. 50–76.
- MALLACH, N. (1968): Beobachtungen und Erfahrungen bei der Bisambekämpfung 1967 in Bayern. – *Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch*, 45, S. 460–465.
- MARCSTRÖM, V. (1964): The muskrat *Ondatra zibethicus* L. in Northern Sweden. – *Viltrevy – Jaktbiologisk Tidskrift Utgiven av Svenska Jägareförbundet*, 2/6, S. 329–407.
- NEVES, R. J. & ODOM, M. C. (1989): Muskrat predation on endangered freshwater mussels in Virginia. – *Journal of Wildlife Management*, 53/4, S. 934–941.
- PRELL, H. (1924): Die Bisamratte als wirtschaftlicher Feind der Perlfischerei. – *Die Naturwissenschaften*, 12, S. 733–736.
- PROULX, G. & GILBERT, F.F. (1983): The ecology of the muskrat, *Ondatra zibethicus*, at the Luther Marsh, Ontario. – *The Canadian Field Naturalist*, 97, S. 377–390.
- RIEDEL, J. (1950): Die Bisamratte als Muschelfresser. – *Der Zoologische Garten*, 16, S. 203.
- SCHOLZ, A. (1992): Die Großmuscheln (Unionidae) im Regierungsbezirk Detmold – Verbreitung, Biologie und Ökologie der ostwestfälischen Najaden. – *Sonderheft des Regierungspräsidenten Detmold – Dezernat Landschaft und Fischerei, Regierungsbezirk Detmold*, 73 S.
- TROOSTWIJK, W. J. VAN DONDE (1976): The Muskrat (*Ondatra zibethicus*) in the Netherlands, its ecological aspects and their consequences for man. – *Rijksinstituut voor Natuurbeheer Verhandling*, 7, Arnheim, Leersum, 136 S.
- ULBRICH, J. (1930): Die Bisamratte – Lebensweise, wirtschaftliche Bedeutung, Gang ihrer Ausbreitung in Europa und Bekämpfung. – *Dissertation an der Sächsischen Technischen Hochschule zu Dresden*, 137 S.
- WATTERS, G. Th. (1993–1994): Sampling freshwater mussel populations: the bias of muskrat middens. – *Walkerana*, 7/17–18, S. 63–69.
- WILLNER, G. R., FELDHAMER, G. A., ZUCKER, E. E. & CHAPMAN, J. A. (1980): *Ondatra zibethicus*. – *Mammalian Species*, 141, S. 1–8.

(Am 30. Juni 1998 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	3	541–553	2000	Freiburg im Breisgau 24. Mai 2000
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Die Bachmuschel *Unio crassus* (PHILIPSSON, 1788) im Kinzigtal: Bestandssituation, Fortpflanzungsbiologie und Wanderverhalten*

von

KAREN LANG, Freiburg **

Zusammenfassung: Im Kinzigtal lebt eine intakte *Unio crassus* Population mit zwischen 700 und 850 Individuen. Das Durchschnittsalter der Tiere liegt bei 3,9 Jahren. Alle geschlechtsreifen Weibchen waren 1997 trächtig, und es wurden bis zu vier Laichschübe pro Muschel beobachtet. Die Dauer der Trächtigkeitsphasen nahm mit jeder Eieinlagerung in die Kiemen ab. An den Kiemen von Döbeln (*Leuciscus cephalus*), Elritzen (*Phoxinus phoxinus*) und Bachforellen (*Salmo trutta fario*) wurden Glochidien gefunden. Die Elritzen zeigten die höchste Infektionsrate, Bachforellen waren nur sehr schwach infiziert. Die Wirtsfischdichte ist im Kinzigtal verhältnismäßig hoch. Einschließlich der Bachforelle wurden 0,64 Wirte/m² registriert, dabei dominierten die Elritzen. Die Muscheln wechseln öfter aktiv ihren Aufenthaltsort. Dabei können sie monatlich Strecken von einigen Metern zurücklegen und wandern bevorzugt gegen die Strömung. Die Aktivität der einzelnen Tiere ist allerdings sehr unterschiedlich. Jüngere Muscheln im Alter bis zu vier Jahren wandern häufiger als ältere Tiere. Es wurde kein jahreszeitlicher Unterschied in der Aktivität der Muscheln festgestellt.

1. Einleitung

Die Bachmuschel *Unio crassus* gehört zur Ordnung der Unionoida (Großmuscheln) (GLÖER & MEIER-BROOK 1994).

Großmuscheln leben als Filtrierer im Sediment. Früher besiedelten sie in großer Anzahl den Grund von Bächen und Flüssen. Zu Anfang des Jahrhunderts wurde noch von großen Muschelbänken in den Flüssen berichtet (ISRAEL 1913). Die Muscheln kamen in so enormen Mengen vor, dass sie an Hühner und Schweine verfüttert wurden (KOBELT 1908). In den letzten Jahrzehnten sind die Bachmuschelbestände dann auf Grund der zunehmenden Gewässerverschmutzung drastisch zurückgegangen, und inzwischen stehen alle sieben Großmuschelarten für das gesamte Bundesgebiet auf der Roten Liste. *Unio crassus* war zu Anfang des Jahrhunderts noch die häufigste Muschelart in Deutschland (GEYER 1927). Heute ist die Bachmuschel in Baden-Württemberg, ebenso wie in der gesamten Bundesrepublik, vom Aussterben bedroht (BAUMGÄRTNER & HEITZ 1995, JUNGBLUTH & VON KNORRE 1995), und die meisten der noch vorhandenen Populationen sind überaltert (HOCHWALD & BAUER 1990, ZETTLER et al. 1994). *Unio crassus* wird inzwischen als die seltenste *Unio*-Art in Deutschland angesehen.

* Mit Unterstützung durch Mittel aus dem Prof.-Friedr.-Kiefer-Fonds des BLNN.

** Anschrift der Verfasserin: Dipl.-Biol. K. LANG, Thuner Weg 8, D-79108 Freiburg i.Br.

Im Kinzigtal in Baden-Württemberg lebt eine isolierte *Unio crassus* Population, vermutlich die einzige im Südschwarzwald. Im Folgenden wird nun dieser Bachmuschelbestand charakterisiert und die Fortpflanzungsbiologie und das Wanderverhalten der Tiere beschrieben. Die Untersuchungen wurden im Sommer 1996 und zwischen März und November 1997 durchgeführt. Um eine gefährdete Tierart wirkungsvoll schützen zu können, sollte man möglichst viel über ihre Ökologie wissen. Nur dann können sinnvolle Schutzmaßnahmen durchgeführt werden. Vielleicht kann diese Arbeit ein wenig dazu beitragen, die Bachmuschel in dieser Region zu erhalten.

2. Das Untersuchungsgebiet

Die untersuchte *Unio crassus* Population lebt in einem kleinen Zufluss der Kinzig im Bundesland Baden-Württemberg. Der Bach hat eine Breite von 2,0–2,20 m und ist bei normalem Wasserstand 30–40 cm tief. Er fließt durch landwirtschaftlich genutztes Gebiet. Die Bachmuscheln leben in den letzten 540 m vor der Einmündung des Baches in die Kinzig. In dieser Region fließt der Bach am Fuß eines Berges entlang und hat nur an einer Uferseite bewirtschaftete Felder, die jedoch mindestens 10 m vom Bach entfernt liegen; dazwischen befinden sich Wiesen. Am anderen Ufer ist Nadelwald. Oberhalb des 540 m langen Endstückes fließt der Bach begradigt zwischen Feldern. Dort wurden keine Muscheln gefunden. Die 540 m lange Bachstrecke, in der die Muscheln leben, kann nochmals in zwei Abschnitte aufgeteilt werden (Abb. 1):

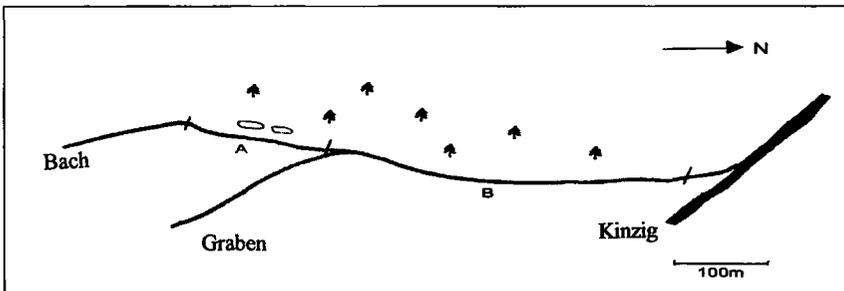


Abb.1: Karte des Untersuchungsgebietes; A: „Muschelabschnitt“, B: „Kinzigsabschnitt“.

1. „Muschelabschnitt“: Der Hauptteil der Muscheln lebt in den oberen 160 m. Parallel zu dieser Bachstrecke liegen auf der Nadelwaldseite zwei Fischteiche, von denen ein Abfluss in den Bach fließt. Das Substrat ist in diesem Abschnitt sandig, und bei normalem Wasserstand ist die Strömungsgeschwindigkeit gering.
2. „Kinzigsabschnitt“: Nach diesen 160 m kommt ein Zufluss (Graben) in den Bach, und nach 380 m mündet er in die Kinzig. Hier ist die Muscheldichte sehr gering. Der Bachgrund ist sandig, mit steinigten Flächen, und die Strömungsgeschwindigkeit ist höher als im oberen Abschnitt.

Die einzige Muschelart, die in dem Bach gefunden wurde, war *Unio crassus*.

3. Populationserfassung

Bachmuscheln leben im Sediment eingegraben, so dass nur ihre Ein- und Ausströmöffnungen zu sehen sind. Diese werden sofort geschlossen, wenn sich die Muschel gestört fühlt. Das kann schon bei plötzlicher Beschattung oder Aufwirbelung von Sediment der Fall sein. Besonders kleine Muscheln sind oft sehr schwer zu entdecken, da ihre Ein- und Ausströmöffnungen zusammen nur wenige Millimeter groß sind. Aus diesem Grund ist es unmöglich, alle Individuen einer Population zu entdecken.

Der untersuchte Bach wurde mehrfach nach Muscheln abgesucht und alle gefundenen Muscheln wurden mit Kunststofflack markiert, ihre Größe wurde gemessen und ihr Alter bestimmt. Zur Altersbestimmung zählt man die Jahresringe, die im Winter in der Schale gebildet werden (NEGUS 1966, HOCHWALD 1988).

In dem Zeitraum von etwa einem Jahr wurden insgesamt 596 lebende Bachmuscheln gefunden. Anhand dieser Daten wurde die theoretische Populationsgröße mit Hilfe der Capture-Recapture-Methode und dem Removal-Trapping (MÜHLENBERG 1993) ermittelt. Die theoretische Populationsgröße liegt zwischen 700 und 850 Tieren.

4. Alter und Wachstum

Bachmuscheln haben in der Regel eine Lebenserwartung von 7–15 Jahren (MENTZEN 1926, SCHMIDT 1990). Es wurden aber auch schon wesentlich langlebigere Individuen beschrieben. BJÖRK (1962) berichtet von Bachmuscheln in Schweden, die teilweise ein Alter von 50 Jahren erreichten. LECHNER (1997) fand in Hessen *Unio crassus* Individuen, die über 30 Jahre alt waren. Im Kinzigtal war das älteste gefundene Tier über 17 Jahre alt, die meisten Individuen waren jedoch deutlich jünger (Abb. 2). In dieser Population dominieren die drei- und vierjährigen Muscheln stark. Sie stellen über 70% aller Tiere. Der Anteil jüngerer und älterer Muscheln ist dagegen viel geringer. Das Durchschnittsalter des Bachmuschelbestandes liegt bei 3,9 Jahren. Bei 26 anderen *Unio crassus* Populationen wurde ein Durchschnittsalter zwischen 4,9 und 22,6 Jahren ermittelt (HOCHWALD 1997, LECHNER 1997). Im Kinzigtal sind die Muscheln demnach vergleichsweise sehr jung.

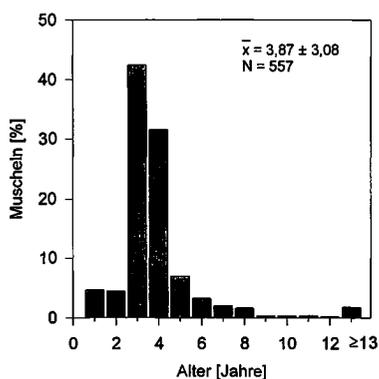


Abb. 2: Altersstruktur der Muschelpopulation im Kinzigtal.

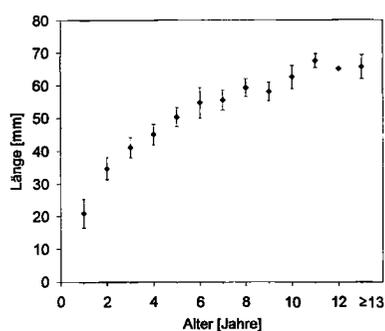


Abb. 3: Wachstumskurve der Bachmuscheln im Kinzigtal.

Die Wachstumskurve (Abb. 3) zeigt, dass die Bachmuscheln in den ersten Jahren sehr schnell wachsen. Wenn die Tiere älter werden, verlangsamt sich das Wachstum, und die Kurve nähert sich einer Asymptote an.

5. Bestandssituation von *Unio crassus* im Kinzigtal

Viele *Unio crassus* Populationen in Deutschland sind überaltert. Die jüngsten Tiere in solchen Beständen sind meist zwischen fünf und zehn Jahre alt (HOCHWALD 1988, LECHNER 1997). Da in dem von mir untersuchten Muschelbestand die ein- bis vierjährigen Muscheln dominieren, kann man davon ausgehen, dass im Kinzigtal eine intakte *Unio crassus* Population lebt, die sich in den letzten Jahren sehr gut fortgepflanzt hat. Es ist allerdings auffällig, dass nur verhältnismäßig wenige Individuen in diesem Bestand älter als fünf Jahre sind. Möglicherweise hat die Population erst vor vier Jahren begonnen, sich stärker zu vermehren. Dies würde auch erklären, warum nur so wenig Leerschalen gefunden wurden, nämlich insgesamt nur 16 Stück in einem Jahr. Man kann daher davon ausgehen, daß die Population bis vor einigen Jahren wirklich noch viel kleiner war. Zur Zeit besteht die Population hauptsächlich aus relativ jungen Tieren, die voraussichtlich noch mehrere Jahre leben werden. Die Tatsache, dass der Anteil an ein- und zweijährigen Tieren niedrig ist, kann mit der Problematik des Auffindens von kleinen Muscheln erklärt werden.

Der Großteil der Population lebt in dem deshalb so benannten „Muschelabschnitt“ des Baches. Im „Kinzigabschnitt“ waren nur wenige, meist ältere Tiere zu finden. Eine mögliche Erklärung für die unterschiedliche Verteilung könnten Unterschiede in der Gewässerchemie beider Abschnitte sein. Direkt unterhalb des Muschelabschnitts mündet ein Graben in den Bach (Abb. 1), der verunreinigtes Wasser in den Bach einleitet, so dass sich die physikalisch-chemischen Parameter im Muschel- und im Kinzigabschnitt deshalb unterscheiden (Tab. 1). Der pH-Wert ist im Muschelabschnitt höher, wogegen Leitfähigkeit, Temperatur und der Chloridgehalt im Kinzigabschnitt höher sind. Der erhöhte Chloridgehalt im Kinzigabschnitt kommt wahrscheinlich durch die Einleitung häuslicher Abwässer in den Graben zustande. Dabei können auch andere, nicht untersuchte Stoffe (z.B. Schwermetalle), die für Muscheln schädlich sind, in den Bach gelangen. FRANKE

Tab. 1: Ergebnisse der gewässerchemischen Untersuchungen im Muschel- und Kinzigabschnitt. In den Spalten mit * unterscheiden sich die Werte der beiden Abschnitte statistisch signifikant.

	Temp [°C]	pH	Lf [µS/cm]	O ₂ [mg/l]	BSB ₅ [mg/l]	Ca ²⁺ [mg/l]	Cl ⁻ [mg/l]	NH ₄ ⁺ [mg/l]	NO ₃ ⁻ [mg/l]	NO ₂ ⁻ [mg/l]	PO ₄ ³⁻ [mg/l]
Muschelabschnitt											
Mittelw.	12,49 ± 4,15	5,16 ± 0,18	124,98 ± 10,97	10,36 ± 2,24	1,65 ± 0,47	14,50 ± 2,07	3,99 ± 0,76	0,040 ± 0,017	5,31 ± 1,98	0,077 ± 0,021	0,069 ± 0,025
Kinzigabschnitt											
Mittelw.	12,98 ± 4,18	5,07 ± 0,09	138,15 ± 10,17	10,28 ± 2,29	1,51 ± 0,43	14,12 ± 2,53	5,49 ± 1,48	0,052 ± 0,029	7,14 ± 3,35	0,076 ± 0,013	0,074 ± 0,009
p	*	*	*				*				

(1993) konnte für Teichmuscheln einen negativen Zusammenhang zwischen der Chloridkonzentration und der Muscheldichte feststellen. Allerdings waren die gemessenen Chloridwerte in dieser Untersuchung vier bis fünf mal höher als in dem von mir untersuchten Bach. Die Nitratwerte, auf die *Unio crassus* sehr empfindlich reagiert (HOCHWALD 1988, ZETTLER 1996), sind in beiden Abschnitten niedrig. Sie liegen im Mittel bei 5,3 mg/l im Muschelabschnitt und bei 7,1 mg/l im Kinzigabschnitt (Tab. 1). HOCHWALD (1988) konnte bei *Unio crassus* einen Nitrat-Schwellenwert von 8–10 ppm nachweisen. Nur wenn die Nitratwerte in einem Gewässer darunter liegen, können intakte Bachmuschelpopulationen vorkommen. Im Kinzigabschnitt wurde dieser Grenzwert nur einmal kurzfristig überschritten. Im Muschelabschnitt lagen die Nitratwerte während der gesamten Untersuchungszeit darunter. Da es sich bei dem oben genannten Schwellenwert um den Jahresdurchschnitt handelt, kann man davon ausgehen, dass eine kurzfristige Überschreitung dieses Wertes keinen Einfluss auf die Muscheln hat.

Der Muschelabschnitt ist im Vergleich zum relativ steinigen Kinzigabschnitt viel sandiger. Der Sand erleichtert den Muscheln das Eingraben. Dies könnte auch ein Grund dafür sein, warum sich die Muscheln dort angesiedelt haben.

6. Fortpflanzungsbiologie

Wie alle Großmuscheln hat auch *Unio crassus* ein kompliziertes Fortpflanzungssystem. Die Bachmuschelweibchen verlagern im Frühjahr ihre Eier von den Gonaden in die äußeren Kiemenblätter, die ein Marsupium (Brutraum) bilden. Zur gleichen Zeit geben die Männchen ihre Spermien ins Wasser ab. Die Weibchen strudeln die Spermien ein und die Eier werden vermutlich in den Kiemen befruchtet, wo sie sich nun zu Glochidien (Muschellarven) entwickeln (ISRAEL 1913). Wenn die Glochidien reif sind, werden sie von den Weibchen über die Ausströmöffnung ins Wasser abgegeben. Für ihre Weiterentwicklung sind die Glochidien jetzt auf das Vorhandensein bestimmter Fischarten angewiesen, an denen sie parasitieren. Nur wenn sie von einem geeigneten Wirtsfisch mit dem Atemwasser aufgenommen werden, können die Glochidien sich an dessen Kiemen festsetzen. Das Kiemengewebe des Fisches umwuchert das Glochidium und bildet eine Cyste. Während der parasitären Entwicklungsphase in dieser Cyste wandelt sich die Muschellarve zur Jungmuschel um. Nach der Umwandlung fallen die Muscheln vom Fisch ab und verbringen das erste Jahr tief im Sediment vergraben. Danach kommen sie an die Sedimentoberfläche.

6.1 Entwicklung vom Ei zum Glochidium

Ab Anfang April wurde regelmäßig kontrolliert, ob die Muscheln im Kinzigal trüchtig sind. Dazu wurde die Muschelschale leicht geöffnet und nachgesehen, ob die Kiemen verdickt sind. Zu Beginn der Trüchtigkeitsperiode waren etwa 25–30 % aller gefundenen Tiere trüchtig. Während der nächsten zwei Wochen stieg der Anteil trüchtiger Weibchen auf fast 50 % an und nahm dann bis Ende Juli langsam wieder ab (Abb. 4). Da die Population ein Geschlechterverhältnis von 1:1 hat, kann man davon ausgehen, dass sich alle Weibchen an der Fortpflanzung beteiligen.

Unio crassus Weibchen können mehrmals hintereinander trüchtig werden. Um die Fortpflanzung der Muscheln genauer zu untersuchen, wurden 56 Weibchen zweimal wöchentlich kontrolliert. Damit dieselben Individuen immer wieder

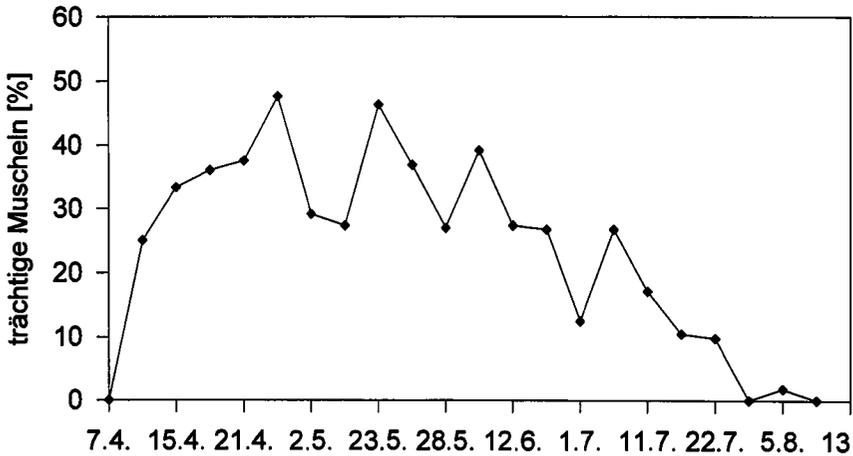


Abb. 4: Zeitlicher Verlauf der Kiementrächtigkeit von *Unio crassus*.

leicht gefunden werden konnten, wurden sie mit Schwimmern markiert (VALERIUS 1991). Die einzelnen Muscheln haben ein- bis viermal Eier in ihre Marsupien eingelagert, wobei die Zahl der Trächtigkeiten bei den einzelnen Individuen unterschiedlich war.

Mit jeder neuen Trächtigkeit nahm die Verweildauer der Eier in den Kiemen ab (Abb. 5). Die ersten Glochidien wurden erst ausgestoßen, nachdem sie über 40 Tage im Marsupium eingelagert waren. Während der zweiten Trächtigungsphase waren die Eier noch 28 Tage in den Kiemen eingelagert, und die dritte Eeinlagerung betrug nur noch 19 Tage. Die Dauer der anschließenden Entwicklung vom Ei zum Glochidium nimmt mit zunehmender Wassertemperatur ab, und somit verläuft die gesamte Entwicklung vom Frühjahr bis zum Hochsommer immer schneller.

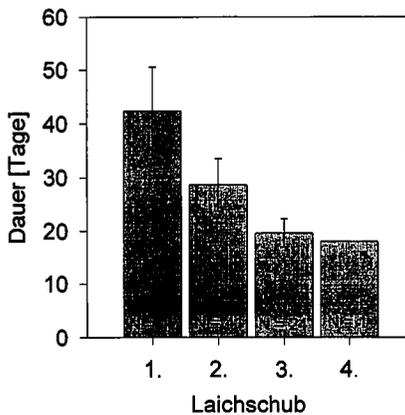


Abb. 5: Durchschnittliche Dauer der einzelnen Laichschübe (Zeitraum zwischen Eeinlagerung in den Kiemen und Glochidienabgabe) bei *Unio crassus*; Die Fehlerbalken geben die Standardabweichung an.

Die Phase zwischen zwei Trächtigkeiten war relativ kurz. Meist betrug sie nur wenige Tage. In Ausnahmefällen konnte es aber auch zwei Wochen dauern, bis die Weibchen wieder neue Eier in die Kiemen eingelagert hatten.

Beginn und Ende einer Trächtigungsphase innerhalb der Population ist bei einzelnen Muscheln sehr unterschiedlich. Während einige Tiere noch trächtig waren, hatten andere Individuen ihre Glochidien bereits abgegeben und schon wieder neue Eier in ihre Kiemenblätter eingelagert. Wenn man davon ausgeht, dass die Eier erst im

Marsupium durch eingestrudelte Spermien befruchtet werden, müssen die Männchen einer Population kontinuierlich große Mengen an Spermien ausstoßen, damit während der gesamten Fortpflanzungsperiode auch genug Spermien zur Verfügung stehen, um möglichst viele Eier befruchten zu können. Die Männchen verbrauchen auf diese Weise viel Energie, da jeweils nur wenige Weibchen zu einem bestimmten Zeitpunkt die Spermien verwenden können. Die restlichen Spermien gehen verloren.

6.2 Wirtsfische

Nachdem die reifen Glochidien von den Muscheln abgegeben wurden, sind diese darauf angewiesen, von einem geeigneten Wirtsfisch mit dem Atemwasser aufgenommen zu werden. Am Fisch vollzieht sich dann Umwandlung zur Jungmuschel. Von einer Million *Unio crassus* Glochidien schaffen es durchschnittlich nur 13 Individuen, einen geeigneten Wirtsfisch zu finden (HOCHWALD 1988). Glochidien, die keinen Wirt finden, gehen nach wenigen Tagen zugrunde (HOCHWALD 1988, BAUER 1991). Der Parasitierungserfolg im Freiland ist also sehr gering und stark zufallsabhängig. Im Juni 1997 wurden 100 m des Baches mit einem tragbaren Impulsstromgerät elektrisch abgefischt, um festzustellen, ob es im Kinzigtal für *Unio crassus* geeignete Wirtsfische gibt. Zu dieser Jahreszeit sind die Muscheln trüchtig, und es mußten sich Glochidien an den Fischen befinden. Die gefangenen Fische wurden betäubt, vermessen und gewogen. Nachdem sie sich wieder erholt hatten, wurden die meisten Fische in den Bach zurückgesetzt. Allerdings wurden 10 Individuen von jeder gefangenen Fischart vor Ort getötet und mitgenommen. Im Labor wurden die Fische untersucht, das heißt, die heraus-

präparierten Kiemen wurden unter einem Binokular nach Glochidien abgesehen und die Anzahl der gefundenen Muschellarven notiert.

Die Bachmuschel ist in der Lage, an mehreren Fischarten zu parasitieren. Bachforelle (*Salmo trutta fario*), Döbel (*Leuciscus cephalus*), Elritze (*Phoxinus phoxinus*), Flussbarsch (*Perca fluviatilis*), Mühlkoppe (*Cottus gobio*), Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*) und Dreistacheliger Stichling

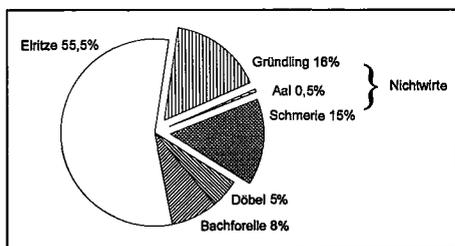


Abb. 6: Artenzusammensetzung der Fischfauna;
N = 200.

(*Gasterosteus aculeatus*) konnten als Wirtsfische für *Unio crassus* identifiziert werden (BEDNARCZUK 1986, HOCHWALD 1988, HOCHWALD 1997, LECHNER 1997). Beim Elektrofischen im Kinzigtal wurden Bachforellen, Döbel und Elritzen als potentielle Wirtsfische für *Unio crassus* gefangen. Diese Arten stellen über 60 % des Fischbestandes (Abb. 6). Im Labor wurden alle gefangenen Fischarten untersucht. An Bachforellen, Döbeln und Elritzen wurden Glochidien gefunden, wobei bei den untersuchten Döbeln und Elritzen alle Individuen infiziert waren (Tab. 2). Die höchste Infektionsrate konnte bei den Elritzen ermittelt werden. Im Schnitt waren an einem Fisch über 16 Glochidien zu finden, die höchste Glochidienzahl an einem Fisch lag bei 30 Individuen.

HOCHWALD (1988) konnte im Freiland Infektionsraten von 9,4 *Unio crassus* Glochidien pro Fisch beobachten. Bei späteren Freilandbeobachtungen waren über

Tab. 2: Ergebnisse der Elektrofischung im Juni 1997.

*: Bezieht sich nur auf die im Labor untersuchten Fische.

Fischart	Anzahl der gefangenen Fische	Größe [cm]	Anteil infizierter Fische * [%]	durchschnittliche Glochidienzahl *
Aal <i>Anguilla anguilla</i>	1	≈ 50	—	—
Bachforelle <i>Salmo trutta f. fario</i>	16	6,09 ± 1,85	40	0,5 ± 0,71
Döbel <i>Leuciscus cephalus</i>	10	7,93 ± 3,36	100	7,30 ± 3,92
Elritze <i>Phoxinus phoxinus</i>	111	5,92 ± 1,62	100	16,9 ± 5,86
Gründling <i>Gobio gobio</i>	32	8,95 ± 2,24	0	0
Schmerle <i>Noemacheilus barbatulus</i>	30	7,53 ± 1,84	0	0

200 Bachmuschellarven an einem Fisch zu finden (HOCHWALD 1997). Die Parasitierungsrate kann also stark variieren und scheint im Kinzigtal eher im unteren Bereich zu liegen.

Die Eignung der Bachforelle als Wirt im Kinzigtal ist fraglich. Nur 40 % aller untersuchten Forellen waren infiziert, und es waren höchstens zwei Glochidien an einer Forelle zu finden. Da die Infektionsrate der Forellen im Vergleich zu den anderen Fischen sehr gering war, kann gesagt werden, dass sie, wenn überhaupt, nur eine unbedeutende Rolle als Wirtsfische für diese Muschelart spielen.

Die Wirtsfischdichte ist im Kinzigtal mit 0,64 Fischen/m² sehr hoch. HOCHWALD (1988) untersuchte die Wirtsfischdichte in sieben Bächen und konnte nur in einem Bach eine Wirtsfischdichte von über 0,5 Tieren/m² feststellen. In den restlichen sechs Bächen gab es nur zwischen 0,03 und 0,3 Wirte/m². Bei zwei weiteren untersuchten *Unio crassus*-Bächen in Hessen lag die Dichte der Wirtsfische jeweils unter 0,08 Tieren/m² (LECHNER 1997). Die Elritze, die sich als der am höchsten infizierte Fisch und damit wahrscheinlich als der am besten geeignete Wirtsfisch erwiesen hat, dominiert im Kinzigtal stark (Abb. 6). Die hohe Wirtsfischdichte bietet daher für die Bachmuschel sehr gute Voraussetzungen, um sich dort zu vermehren.

7. Wanderverhalten

Die adulten Muscheln können sich mit Hilfe ihres Fußes fortbewegen (ISRAEL 1913). Auf diese Weise können sie zum Beispiel Wasserstandsschwankungen ausgleichen, um bei Niedrigwasser nicht auszutrocknen. SCHIERHOLZ (1889) beobachtete eine verstärkte Mobilität der Muscheln im Zusammenhang mit der Fortpflanzungsperiode. Manchmal weisen Kriechspuren im Sediment darauf hin, dass eine Muschel ihren Aufenthaltsort gewechselt hat. Dabei können die Tiere Strecken von einigen Metern zurücklegen (VALERIUS 1991). Die genauen Umstände der Wanderbewegungen von Muscheln wurden allerdings bisher kaum untersucht.

Für meinen Versuch habe ich 20 Muscheln mit einem „Schwimmer“ markiert. Die Tiere wurden in zwei Gruppen geteilt:

1. Tiere bis zu vier Jahren,
2. Tiere über vier Jahre.

Die Muscheln wurden entlang des Bachufers im Abstand von jeweils 50 cm ausgesetzt und die Stellen mit Hilfe von Zeltheringen markiert. Die Zeltheringe hatten dieselben Schwimmer wie die Muscheln, neben denen sie steckten. Auf diese Weise konnte die Wegstrecke und die Richtung der Muscheln genau registriert werden.

Nach dem Aussetzen der Tiere hatten diese eine zweiwöchige „Eingewöhnungsphase“, um sich einen geeigneten Platz zu suchen. Danach wurden die Heringe wieder neben die dazugehörigen Muscheln gesteckt, und die eigentliche Untersuchung begann.

Tab. 3: Distanzleistungen der einzelnen Muscheln innerhalb der Beobachtungszeiten von zweimal vier Wochen. Die Werte von Sommer und Herbst einer Altersklasse, die in einer Zeile stehen, stammen jeweils von der gleichen Muschel.

Muscheln ≤ 4 Jahre Sommer [cm]	Muscheln ≤ 4 Jahre Herbst [cm]	Muscheln ≥ 5 Jahre Sommer [cm]	Muscheln ≥ 5 Jahre Herbst [cm]
0	135	0	227
530	119	9	9
183	367	45	68
8	270	0	110
15	231	0	0
5	0	30	52
333	297	9	20
75	162	9	41
22	0	0	0
102	124	---	---
71	115	---	---

Vier Wochen lang wurden die Aufenthaltsorte der einzelnen Muscheln alle drei bis vier Tage kontrolliert. Die zurückgelegte Strecke (vom Zelthering zur Muschel) wurde gemessen und die Bewegungsrichtung notiert (mit der Strömung; gegen die Strömung; Richtung Ufer; quer durch den Bach). Außerdem wurden die Heringe wieder neben die Muscheln gesetzt.

Dieser Versuch wurde zweimal mit denselben Muscheln durchgeführt: einmal im Juli, also während der Tächtigkeitsperiode, und einmal im September. Damit sollte untersucht werden, ob die Muscheln zu Zeiten der Fortpflanzung aktiver oder weniger aktiv sind. Einzelne *Unio crassus* Individuen haben im Kinzigtal innerhalb von vier Wochen über fünf Meter lange Strecken zurückgelegt (Tab. 3). Andere Tiere haben ihren Aufenthaltsort in diesem Zeitraum nicht gewechselt. Es konnte kein Unterschied in der Wanderleistung der Muscheln im Bezug auf die Jahreszeit festgestellt werden. Weder in der Länge der zurückgelegten Strecken noch in der Häufigkeit der einzelnen „Wanderereignisse“ waren Unterschiede zwischen der Fortpflanzungszeit der Muscheln und dem restlichen Sommer zu erkennen.

In meinen Versuchen zeigten die Muscheln im Alter von bis zu vier Jahren eine höhere Wanderaktivität als die älteren Tiere. Sie hatten höhere Distanzleistungen und haben öfter ihren Aufenthaltsort gewechselt. Ähnliche Ergebnisse konnten auch für andere Großmuschelarten nachgewiesen werden (VALERIUS 1991). Die Untersuchungen von VALERIUS (1991) ergaben, dass Muscheln mit drei bis fünf Jahren in den meisten Fällen längere Strecken zurücklegen als ältere oder jüngere Tiere. Jungmuscheln sind zwar für kurze Zeit nach dem Abfallen vom Wirtsfisch sehr lebhaft und kriechen umher, danach vergraben sie sich aber im Sediment, und ihre Aktivität läßt nach (MAASS 1987). Das Ziel der Aktivität bei Jungmuscheln scheint das Auffinden einer geeigneten Stelle zu sein, an der sie sich vergraben können. Dort verbringen sie dann die erste Zeit ihres Daseins als Muschel.

Bei älteren Tieren sind die Ursachen für die Mobilität noch weitgehend ungeklärt. ISRAEL (1913) vermutet, dass die Muscheln aktiv Orte aufsuchen, an denen die Nahrungspartikelkonzentration höher ist. MENTZEN (1926) sah in schlechten Umweltbedingungen, wie zum Beispiel dem Austrocknen eines Gewässers, den Auslöser für eine erhöhte Wanderaktivität bei Muscheln. Die Tatsache, dass in trockengefallenen Gewässern oft meterlange Muschelspuren zu finden sind (BAUMGÄRTNER & HEITZ 1995), unterstützt diese Vermutung.

Für einige amerikanische Großmuschelarten konnte in Laborexperimenten eine Bevorzugung bestimmter Substrate nachgewiesen werden (BAILEY 1989, HUEHNER 1987). Nach diesen Beobachtungen könnte auch ein ungeeignetes Substrat die Muschel zu einem Ortswechsel animieren. Ein weiterer möglicher Zweck der Mobilität von Muscheln ist die räumliche Ausbreitung der Muschelpopulation in einem Gewässer. KAT (1982) misst der Ausbreitung der Muscheln über aktives Wandern die gleiche Bedeutung bei, wie die Ausbreitung der Jungmuscheln über die Wirtsfische.

Bei der *Unio crassus* Population im Kinzigtal hat sich herausgestellt, dass die Muscheln vermehrt gegen die Strömungsrichtung im Bach wandern. Die zurückgelegten Strecken waren aber so kurz, dass sie nicht für eine räumliche Ausbreitung der Population ausreichen würden. Es ist viel wahrscheinlicher, dass die Muscheln durch ihr Wandern gegen die Strömung die Strecken ausgleichen, die sie bei Hochwasser bachabwärts verdriftet werden. In diesem Fall würde die Muschelpopulation Wanderbewegungen ausführen, um in dem besiedelten Bachabschnitt bleiben zu können. Mit diesem Ansatz kann man auch erklären, warum die jüngeren Muscheln eine größere Wanderaktivität zeigen als ältere Individuen. Ältere Muscheln, die größer und schwerer sind als die jüngeren Tiere, werden nicht so leicht verdriftet. Bei ihnen ist eine größere Fläche im Sediment eingegraben, die nicht so leicht von der Strömung mitgerissen wird. Deshalb müssen sie nicht so lange und so viele Driftstrecken kompensieren wie kleinere Muscheln. Auch die Jungmuscheln, die noch im Sediment eingegraben leben, sind vor dem Verdriften geschützt und wandern weniger (VALERIUS 1991).

Nach Hochwasserereignissen wurden gehäuft Kriechspuren im Sediment beobachtet und VALERIUS (1991) bemerkte eine höhere Aktivität der Muscheln, nachdem sie aus dem Wasser genommen wurden. Wenn Muscheln also verdriftet oder zumindest aus dem Substrat gerissen wurden (was natürlicherweise durch starke Wasserbewegung passiert), scheinen sie vermehrt zu versuchen, die Driftstrecke wieder zu kompensieren.

8. Gefährdung von *Unio crassus*

Der Rückgang von *Unio crassus* kann auf unterschiedlichen Ursachen beruhen. Die Muscheln haben den Bisam (*Ondatra zibethica*) als Fressfeind, der innerhalb kurzer Zeit die Bestände stark dezimieren kann (BRANDER 1955). Auch anthropogene Ursachen, wie Entkrautungsmaßnahmen oder erhöhte Nitratwerte durch landwirtschaftliche Düngung führen zu drastischen Rückgängen bei Muschelpopulationen (ENGEL & WÄCHTLER 1990, HOCHWALD & BAUER 1990). Juvenile Bachmuscheln sind nur in Gewässern mit niederen Nitratwerten gefunden worden (HOCHWALD 1988, ZETTLER 1996). HOCHWALD & BAUER (1990) geben als Richtwerte für intakte Populationen einen Nitratwert unter 8–10 ppm an.

Durch die Abnahme der Populationsdichte gelangt *Unio crassus* in eine Art „Teufelskreis“. Die Zahl der Glochidien pro Weibchen geht bei abnehmender Muscheldichte zurück, da nicht genügend Spermien vorhanden sind, um alle Eier zu befruchten (HOCHWALD 1988). Unterhalb einer kritischen Muscheldichte nimmt die Zahl der Glochidien drastisch ab, und die Populationsgröße kann nicht mehr aufrecht erhalten werden. HOCHWALD (1988) konnte auch bei intakten Populationen mit relativ hohen Besiedlungsdichten feststellen, dass 10 % aller Eier unbefruchtet waren. Mit abnehmender Populationsdichte nimmt also die Zahl der unbefruchteten Eier zu. Dadurch gibt es pro Laichschub weniger Glochidien, die sich zu Jungmuscheln entwickeln. Die Zahl der Jungtiere in der Population geht zurück, und die Populationsdichte nimmt immer stärker ab.

Betrachtet man die gegenwärtige Situation der Bachmuschel in Deutschland, so ist festzustellen, dass ihre Vorkommen überall stark zurück gehen, und die noch vorhandenen Bestände meistens überaltert sind. Es bedarf intensiver Bemühungen, die derzeitigen Lebensbedingungen für *Unio crassus* zu verbessern, damit die Art eine Chance hat zu überleben.

9. Schutzmöglichkeiten der Bachmuschelpopulation im Kinzigtal

Im Kinzigtal lebt einer der wenigen noch gesunden *Unio crassus*-Bestände in Deutschland. Da die meisten Populationen überaltert sind und der Bachmuschelbestand in den nächsten Jahren wahrscheinlich auch noch weiter abnimmt, ist es besonders wichtig, die wenigen intakten Bachmuschelpopulationen zu schützen, damit die Art in Deutschland nicht ganz ausstirbt.

Für den Bach im Kinzigtal sind folgende Maßnahmen zu empfehlen, um die Muschelpopulation zu erhalten:

1. Die Wasserqualität im Bach darf keinesfalls schlechter werden. Das heißt z.B., dass der Nitratgehalt unter 10 mg/l bleiben muß; nur dann haben die Jungmuscheln eine Chance zu überleben. Im untersuchten Bach liegt der durchschnittliche Nitratwert zwar unter 10 mg/l; in einem Monat wurde dieser Grenzwert im unteren Bachabschnitt aber auch schon überschritten.
2. Der Fischbestand sollte regelmäßig kontrolliert werden. Falls die Wirtsfischdichte abnimmt, könnten weitere Fische eingesetzt werden.
3. Die Bismartrate (*Ondatra zibethica*), die in dieser Gegend schon öfter bemerkt wurde, sollte bekämpft werden, bevor sie die Bachmuschel als Nahrungsquelle entdeckt.

4. Bauliche Maßnahmen an dem Bach müssen auf jeden Fall verhindert, und die derzeit begrabigten Strecken sollten wieder in den ursprünglichen Zustand gebracht werden.

Danksagung: Ich danke Herrn Prof. G. Bauer für die Betreuung meiner Diplomarbeit und für die wertvollen Hinweise bei der Überarbeitung des Manuskripts. Außerdem möchte ich mich bei Frau E. Zahner-Meike für die Einführung in die Freilandarbeit bedanken; ohne ihre Hilfe hätte ich wahrscheinlich nicht eine Muschel gefunden.

Schrifttum

- BAILEY, R. C. (1989): Habitat Selection by a Freshwater Mussel: An Experimental Test. – *Malacologia* 31/1, 205–210.
- BAUER, G. (1991): Die bionomische Strategie der Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera* L.). – Habilitationsschrift an der Universität Bayreuth, 211 S. + Anhang.
- BAUMGÄRTNER, D. & Heitz, S. (1995): Großmuscheln–Lebensweise, Gefährdung und Schutz. – Arbeitsblätter zum Naturschutz 21, 1–39.
- BEDNARCZUK, J. (1986): Untersuchungen zu Wirtsfischspektrum und Entwicklung der Bachmuschel *Unio crassus*. – Dissertation an der Tierärztlichen Hochschule Hannover, 39 S.
- BJÖRK, S. (1962): Investigations on *Margaritifera margaritifera* and *Unio crassus* – Limnologic Studies in Rivers in South Sweden. – *Acta Limnologica* 4, 1–109.
- BRANDER, T. (1955): Über die Bismarratte, *Ondatra z. zibethica* (L.), als Vernichter von Najaden. – *Arch. Hydrobiol.* 50, 92–103.
- ENGEL, H. & WÄCHTLER, K. (1990): Folgen von Bachentkrautungsmaßnahmen auf einen Süßwassermuschelbestand am Beispiel eines kleinen Fließgewässers des Südlichen Drawehn (Lüchow-Dannenberg). – *Natur und Landschaft* 65, 63–65.
- FRANKE, G. (1993): Zur Populationsökologie und Geschlechtsbiologie der Teichmuschel *A. anatina* L. und *A. cygnea* L. (Bivalvia: Unionidae). – Diplomarbeit im FB Biologie, Chem. u. Geowiss. d. Univ. Bayreuth, 84 S. + Anhang.
- GEYER, D. (1927): Unsere Flussmuscheln und die alten Flussläufe Deutschlands. – *Aus der Heimat* 40, 363–369.
- GLÖER, P. & MEIER-BROOK, C. (1994): Süßwassermollusken. – Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg, 11. Aufl., 136 S.
- HOCHWALD, S. (1988): Untersuchungen zur Populationsökologie und Fortpflanzungsbiologie der Bachmuschel *Unio crassus* (Phil.) 1788. – Diplomarbeit im FB Biologie, Chem. u. Geowiss. d. Univ. Bayreuth, 85 S.
- HOCHWALD, S. (1997): Das Beziehungsgefüge innerhalb der Größenwachstums- und Fortpflanzungsparameter bayerischer Bachmuschelpopulationen (*Unio crassus* Phil. 1788) und dessen Abhängigkeit von Umweltfaktoren. – Dissertation im FB Biologie, Chem. u. Geowiss. d. Univ. Bayreuth, 172 S. + Anhang.
- HOCHWALD, S. & BAUER, G. (1990): Untersuchungen zur Populationsökologie und Fortpflanzungsbiologie der Bachmuschel *Unio crassus* (Phil.) 1788. – Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz 97, 31–49.
- HUEHNER, M. K. (1987): Field and Laboratory Determination of Substrate Preferences of Unionid Mussels. – *Ohio J. Sci.* 87, 29–32.
- ISRAEL, W. (1913): Biologie der europäischen Süßwassermuscheln. – K. G. Lutz Verlag, Stuttgart, 93 S. + zahlr. Taf.
- JUNGBLUTH, J. H. & VON KNORRE, D. (1995): Rote Liste der Binnenmollusken [Schnecken (Gastropoda) und Muscheln (Bivalvia)] in Deutschland. 5. (revid. u. erw.) Fassung 1994. – *Mitt. dtsh. malakozool. Ges.* 56/57, 1–17.
- KAT, P. W. (1982): Effects of population density and substratum type on growth and migration of *Elliptio complanata* (Bivalvia: Unionidae). – *Malacological Review* 15, 119–127.
- KOBELT, W. (1908): Zur Kenntnis unserer Unionen. – *Wetterauische Gesellschaft für die gesamte Naturkunde*, Hanau, 84–111.
- LECHNER, S. (1997): Populationsökologische Untersuchungen der Bachmuschel *Unio crassus* (PHILIPSSON, 1788) im Einzugsgebiet der hessischen Kinzig. – Diplomarbeit an d. Fak. f. Biologie d. Univ. Freiburg, 86 S. + Anhang.

- MAASS, S. (1987): Untersuchungen zur Fortpflanzungsbiologie einheimischer Süßwassermuscheln der Gattung *Unio*. – Dissertation an d. Tierärztl. Hochschule Hannover, 107 S.
- MENTZEN, R. (1926): Bemerkungen zur Biologie und Ökologie der mitteleuropäischen Unioniden. – Arch. Hydrobiol. 17, 381–394
- MÜHLENBERG, M. (1993): Freilandökologie. – 3. Auflage, Quelle & Meyer.
- NEGUS, C. L. (1966): A quantitative study of growth and production of unionid mussels in the River Thames at Reading. – J. An. Ec. 35, 513-532.
- SCHIERHOLZ, C. (1889): Über Entwicklung der Unioniden. – Denkschr. k. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl. 55, 183–214.
- SCHMIDT, H. (1990): Entwicklung eines Artenhilfsprogramms für die beiden Großmuschelarten Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera* L. 1758) und Bachmuschel (*Unio crassus* Phil. 1788). – Schriftenr. Bayer. Landesamt für Umweltschutz 97, 63–67.
- VALERIUS, K. (1991): Populationsbeschreibungen und Dispersionsmessung bei Fluss- und Teichmuscheln (Bivalvia: Unionidae) der Haffenschen Landwehr am Niederrhein. – Diplomarbeit im FB Biologie der Univ. Köln, 94 S. + Anhang.
- ZETTLER, M. L. (1996): Populationen der Bachmuschel *Unio crassus* (PHILIPSSON 1788) in den Einzugsgebieten der Elbe und Warnow in Mecklenburg-Vorpommern – Ein Vergleich. – Deutsche Gesellschaft für Limnologie, Tagungsberichte 1995 (Berlin), 446–450.
- ZETTLER, M. L., KOLBOW, D. & GOSSELECK, F. (1994): Die Unioniden im Warnow-Einzugsgebiet unter besonderer Berücksichtigung der Bachmuschel (*Unio crassus*, Philipsson 1788) (Mollusca: Bivalvia). – Schriftenreihe Natur und Naturschutz in Mecklenburg-Vorpommern 37/2, 30–39.

(Am 22. April 1998 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.E 17	3	555–573	2000	Freiburg im Breisgau 24. Mai 2000
--	--------	---	---------	------	--------------------------------------

Weberknechte (Arachnida, Opiliones) in gebannten und bewirtschafteten Wäldern Baden-Württembergs

von

REINHOLD LOCH, Freiburg *

Zusammenfassung: Die Weberknechtfauna von sechs Bannwäldern in Baden-Württemberg und Vergleichsflächen im Wirtschaftswald wird dargestellt. Als Flächenkonzept wurden zwei Querschnitte durch die westlichen Landesteile ausgewählt, die von der planaren/kollinen über die montane zur hochmontanen Höhenstufe reichen und Wälder mit unterschiedlichen Baumartenkombinationen enthalten. Insgesamt wurden über 12.000 Weberknechte aus 16 Arten bearbeitet, die aus Bodenfallenfängen im Rahmen der Faunistischen Bannwaldforschung der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt (FVA, Freiburg) stammen. Sowohl die Weberknechtfaunen der Gebiete untereinander als auch die einzelner Bannwälder und ihrer jeweiligen Vergleichsflächen werden miteinander verglichen.

Fast alle Gebiete zeichnen sich durch eine artenreiche Weberknechtfauna aus. Mit *Ischyropsalis hellwigi* im Gebiet Wilder See/Hornisgrinde (vgl. LOCH & KERCK 1999) und *Amilenus aurantiacus* in allen Bannwäldern werden zwei Arten der Roten Liste der Weberknechte entdeckt. Zwischen Bannwäldern und Wirtschaftswäldern können derzeit keine einheitlichen und signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Weberknechte gefunden werden, obwohl sie dennoch bestehen können. Die Eignung der Ordnung für faunistische Forschung in Naturwaldreservaten wird diskutiert. Weberknechte sollten nicht nur in Untersuchungen der Fauna von Bannwäldern/Naturwaldreservaten mehr Berücksichtigung finden, sondern auch im Rahmen von Gutachten, Planungsstudien und Qualifizierungsarbeiten.

Einleitung

Im Rahmen der faunistischen Ersterfassung in Bannwäldern Baden-Württembergs werden neben Untersuchungen über Carabiden und xylobionte Coleopteren (BÜCKING 1996, 1998; KERCK & LOCH 1997) und die Bedeutung des Totholzes für höhlenbrütende Vögel (HOHLFELD 1995, 1998) auch Spinnentiere (Araneae, Opiliones, Pseudoscorpiones) bearbeitet (LOCH 1997, 1999). Gegenstand der vorliegenden Arbeit sind die Weberknechte, mit 16 Arten eine der kleineren Gruppen der Bodenmakrofauna.

Weberknechte besiedeln die verschiedensten terrestrischen Habitate, vorzugsweise die Laubstreu und die Humusschicht. Die meisten Arten benötigen hohe Luftfeuchtigkeit und meiden warme und stark besonnte Orte (MARTENS 1978). Sie sind gute Hygroindikatoren. Aufgrund ihrer geringen Artenzahl in einheimischen Wäldern ist die Indikatoreigenschaft der Gruppe eingeschränkt (DOROW et al. 1992). RAUH (1993) bewertet die Weberknechte aufgrund ökologischer und

* Anschrift des Verfassers: Dipl.-Biol. R. LOCH, Forstl. Versuchs- und Forschungsanstalt BW, Abt. Botanik u. Standortskunde, Wonnhalde 4, D-79100 Freiburg

methodischer Auswahlkriterien als eine für faunistische Untersuchungen in Naturwaldreservaten gut geeignete Gruppe.

Die Weberknechte sind sämtlich als Räuber einzustufen, einige Arten sind zusätzlich saprophag (MARTENS 1978). Daher sind alle Arten sowohl auf andere Tierarten als Nahrungsgrundlage angewiesen als auch der Konkurrenz durch andere Arten ausgesetzt. Daraus sollten sich entsprechende Anpassungen an ökologische Nischen ergeben, und deshalb eignet sich eine derart überschaubare Gruppe wie die der Weberknechte gut dazu, die Differenzierung der ökologischen Nischen zu untersuchen (FRANKE 1985).

Die Weberknechte der sechs Bannwälder Bechtaler Wald, Conventwald, Sommerberg, Wilder See/Hornisgrinde, Hoher Ochsenkopf und Napf und ihrer jeweiligen Vergleichsflächen im Wirtschaftswald werden vergleichend dargestellt. Die Tiere entstammen dem Projekt „Faunistische Erfassung von Bannwäldern in Baden Württemberg“ der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Freiburg (Abt. Botanik und Standortkunde) und wurden in den Jahren 1994 bis 1996 gefangen und determiniert.

Die Gebiete und die Methoden ihrer Beschreibung

Die Gebiete allgemein, Flächen- und Aufnahme-konzept der Beobachtungsflächen: Als Flächenkonzept wurden zwei Querschnitte durch die westlichen Landesteile Baden-Württembergs ausgewählt, die von der planaren/kollinen über die montane zur hochmontanen Höhenstufe reichen (Tab. 1, vgl. HOHLFELD et al. 1998). Sie enthalten Wälder mit unterschiedlichen Baumartenkombinationen, die teilweise noch den vermuteten ursprünglichen Waldverhältnissen entsprechen und als „Alter Wald“ zu beschreiben sind, teilweise aber stark abgewandelte Sekundärwälder mit unterschiedlich starkem menschlichen Einfluss und in unterschiedlichen Sukzessionsphasen darstellen (BÜCKING 1998).

Im Sinn des Gesamtkonzepts der Bannwaldforschung (Weiserfunktion für den naturnah behandelten Wirtschaftswald) sind jeder Bannwaldfläche Vergleichsflächen im Wirtschaftswald zugeordnet, die als ebenso langfristige anthropogene „Biomonitoring“-Flächen verstanden werden wie die eigentlichen Bannwaldflächen (BÜCKING 1998).

Tab. 1: Kurzcharakteristika der Untersuchungsgebiete.

BANNWALD	REGIONALE EINHEIT NACH STANDORTSKARTIERUNG BADEN-WÜRTTEMBERG	MEERES-HÖHE	GEOLOGIE/STANDORT	WALDGESELLSCHAFT/BESTAND*
Bechtaler Wald	WG Oberrhäinisches Tiefland 1/03 Wbgr Rheinebene v. Rastatt bis Breisach 1/03aB TB Niederterrasse und Flußau	170 m	Pleistozäne Schotter und Lehmüberdeckung Lahn- und Lehmsande auf der Rhein-Niederterrasse	Waldziest-Stieleichen-Hainbuchenwald ca. 100 - 180 jährig
Conventwald	WG Schwarzwald 3/10 Wbgr Mittlerer Schwarzwald zw. Kinzig u. Dreisam; 3/09A TB Kandel-Kinzig	700 - 880 m	Paragneise Lehmige Grusböden und -hänge und Frischeifene	Hainsimsen-Buchenwald (mit Tanne) Waldmeister-Buchenwald (mit Tanne) 130 - 180 jährig
Napf	WG Schwarzwald 3/10 Wbgr Südschwarzwald 3/10W+S TB Kandel-Kinzig	1070 - 1380 m	Mischgneise Hochlagen Sommer-, Winter- und Blockhänge	Fichtenreiche Bestände anstelle von Hainsimsen-Buchenwald, Ahorn-Buchenwald, Hainsimsen-Tannenwald und Patschenmoos- Fichtenwald, ca. 150 jährig
Wilder See - Hornisgrinde	WG Schwarzwald 3/05 Wbgr Hornisgrinde-Murgschwarzwald	780 - 910 m	Mittlerer Buntsandstein Hochlagen Sommer-, wälfte, Grinde, Moor	Fichtenreiche Bestände anstelle von Hainsimsen-Buchenwald, Hainsimsen- Tannenwald, Beerstrauch-Tannenwald und Moorand-Kieferwald, Sukzession nach Brand seit 1800
Hoher Ochsenkopf	WG Schwarzwald 3/05 Wbgr Hornisgrinde-Murgschwarzwald	1010 - 1050 m	Mittlerer Buntsandstein Sandige Hochlagen und Hänge	Beerstrauch-Tannenwald (reich an Kiefer, Bergkiefer und Fichte), Moorand-Kieferwald und Rassenhirschen-Gesellschaften; Grinden, Sukzession seit 1800
Sommerberg	WG Neckarland 4/10 EWV Stromberg	340 - 400 m	Mittlerer Keuper Ton, Ton- und Tonlehmhänge	Waldziest-Stieleichen-Hainbuchenwald, Waldlebkraut-Traubeneichen-Hainbuchenwald und Hainsimsen-Buchenwald; ca. 180 jährig

Bechtaler Wald: Der Bannwald Bechtaler Wald (12,7 ha) wurde 1970 ausgewiesen. Er liegt im Wuchsbezirk 1/03b „Niederterrasse und Flussaue zwischen Kehl und Breisach“ im Wuchsgebiet „Oberrheinisches Tiefland“. Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei 9,9 °C. Der Jahresniederschlag beträgt etwa 700 mm. Der Bannwald liegt 170 m ü.NN.

Der Bechtaler Wald ist ein sehr baumartenreicher Eichen-Hainbuchen-Wald. Die derzeitige Vorherrschaft der Stieleiche gegenüber der Buche ist historisch durch das frühere Wasserregime sowie die gezielte Förderung durch die Mittelwaldbewirtschaftung zu erklären. Langfristig ist daher eine Verschiebung zugunsten höherer Buchenanteile zu erwarten. Neben der typischen Variante des Stellario-Carpinetum sind noch Fazies mit Bärlauch, mit der Zittergras-Segge und mit der Goldnessel von flächenmäßiger Bedeutung. Der Vergleich mit zurückliegenden Aufnahmen zeigt eine nur langsame Veränderung der Vegetationszusammensetzung. Die stickstoff- und lichtliebenden Bärlauch- und Goldnessel-Fazies und auch brombeerreiche Flächen breiten sich aus, die typische Ausprägung des Stellario-Carpinetum und die Zittergras-Segge gehen zurück. Ursache hierfür sind Sturm- und Schneebrüche (größtenteils in Hainbuchen) sowie die erhöhten Stickstoffeinträge.

Der Bechtaler Wald hat bis zu seiner Umwandlung vom Hoch- zum Mittelwald vor etwa 200 Jahren vornehmlich jagdlichen Zwecken gedient. Eine Bestandesbeschreibung von 1787 (vor Mittelwaldbewirtschaftung) berichtet von einer Oberschicht aus Eiche, Ulme, Aspe und Kirsche sowie einer Unterschicht aus Hainbuche, Hasel und Salweide.

Sommerberg: Der Sommerberg (Forstbezirk Güglingen, Distr. IX, Abt. 1–7 und Distr. X, Abt. 4 und 5. Gemeinde Zaberfeld) wurde 1970 zum Bannwald erklärt. 1994 wurde er im Norden und Osten erweitert und erreichte damit seine heutige Fläche von 42,6 ha. Er ist dem Einzelwuchsbezirk „Stromberg“ im Wuchsgebiet „Neckarland“ zugeordnet. Als Regionalgesellschaft wurde ein submontaner Buchen-Eichenwald ausgeschieden. Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei 8,4 °C. Es fallen etwa 790 mm Niederschlag im Jahr, welche überwiegend im Sommer niedergehen. In der Höhe erstreckt sich der Bannwald von 280–395 m ü.NN.

Vorherrschende Waldgesellschaften im Bannwald sind das Stellario-Carpinetum im südexponierten Hangbereich (alter Bannwald) und das Luzulo-Fagetum in den oberen, flacheren Bereichen und am Nordhang. Im Eichen-Hainbuchenwald findet sich neben den namengebenden Baumarten noch die Elsbeere. Die Krautschicht ist gekennzeichnet durch *Stellaria holostea*, *Potentilla sterilis* und *Luzula pilosa*. Den größten Flächenanteil hat *Milium effusum*. Im Luzulo-Fagetum ist die Buche die einzige oder zumindest vorherrschende Baumart. Unter ihrem dichten Kronendach ist nur eine spärliche Bodenvegetation u.a. mit *Luzula luzuloides* und *Oxalis acetosella* ausgebildet. Im Bereich des Nordhangs finden sich aufgrund anthropogener Störungen (Wege, Holznutzung, Bodenverdichtung) Übergänge zur Schlagvegetation. Neben diesen beiden Vegetationseinheiten findet sich vor allem im Bereich des flachen Südhangs ein buntes Mosaik aus verschiedenen Nadelbaumforsten, Nasswiesen, Saum- und Schlaggesellschaften.

Conventwald: Der 17 ha große Bannwald Conventwald wurde 1970 ausgewiesen. Er liegt im Einzelwuchsbezirk „Mittlerer Schwarzwald zwischen Kinzig und Dreisam“ im Wuchsgebiet „Schwarzwald“. Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt

bei 6,6 °C. Der Jahresniederschlag beträgt etwa 1.370 mm. In der Höhe erstreckt sich der Bannwald von 700–860 m ü.NN.

Im südexponierten trockenen Oberhangbereich findet sich ein artenarmer montaner Hainsimsen-Tannen-Buchenwald (Luzulo-Fagetum) in *Deschampsia flexuosa*-Ausprägung. Die frischeren Standorte tragen einen artenreichen Silikat-Buchen-Tannenwald (Abieti-Fagetum). Hier werden drei Fazies unterschieden: *Festuca altissima*-, *Oxalis acetosella*- und *Impatiens noli-tangere*-Fazies. Wiederholungsaufnahmen zeigen, dass Artenzusammensetzung und -verteilung nur einem sehr geringen Wandel unterliegen (BÜCKING 1985).

Wilder See-Hornisgrinde: Der Bannwald Wilder See-Hornisgrinde (84,0 ha) wurde 1911 ausgewiesen und ist damit der älteste Deutschlands. 1939 wurde er Bestandteil eines 766 ha großen Naturschutzgebietes. Er liegt im Einzelwuchsbezirk „Hornisgrinde-Murg-Schwarzwald“ im Wuchsgebiet „Schwarzwald“. Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt zwischen 5 und 6 °C, der Jahresniederschlag bei 2.000 mm. In der Höhe erstreckt sich der Bannwald von 780–1.050 m ü.NN und reicht somit bis in den hochmontanen Bereich.

Die Vegetationskartierung von WOLF (1990) scheidet vier größere Einheiten aus. – Fichten-Tannen-Mischwald der Karwand (meist mit *Dryopteris dilatata*, *Luzula sylvatica*, *Lophocolea bidentata*; im zentralen Bereich mit Buchenbeständen), – Pioniergehölze der Grinde (mit *Barbilophozia floerkei*, *Anastrepta orcadensis* und Kiefer-Begleitern – artenarme Nadelholzbestände (Fichte dominant, Tanne weitgehend fehlend, Waldkiefer vereinzelt beigemischt) im flacheren, östlichen Teil, – weitgehend gehölzfreie Bestände (Moore, *Trichophorum germanicum*-*Molinia caerulea*-Gesellschaft der Grinde, *Sphagnum compactum*-*Trichophorum germanicum*-Gesellschaft der Grinde und andere Sonderstandorte.

Hoher Ochsenkopf: Auf der Kuppe des Hohen Ochsenkopfes wurden 1970 41,1 ha Wald als Bannwald ausgewiesen. 1975 wurde er zum Naturschutzgebiet erklärt. Er liegt im Einzelwuchsbezirk „Hornisgrinde-Murg-Schwarzwald“ im Wuchsgebiet „Schwarzwald“. Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei 4,8 °C. Der Jahresniederschlag beträgt 2.000 mm und fällt relativ gleichmäßig über das Jahr verteilt. In der Höhe erstreckt sich der Bannwald von 1.000–1.054 m ü.NN und reicht somit bis in den hochmontanen Bereich.

Die Vegetationskartierung von ANDLER & KLINCK (1987) beschreibt folgende Vegetationseinheiten in der Reihenfolge ihrer flächenmäßigen Bedeutung: a) im Wald: – *Bazzanio-Piceetum* (Echter Fichtenwald) mit dominanter Fichte und beigemischter Waldkiefer, – *Vaccinio-Pinetum* (Kiefernwald) auf entwässerten Misenböden, – *Pino mugo*-*Sphagnetum magellanici* (Bergkiefergestrüpp), Bergkiefer vereinzelt auch in aufrechter Wuchsform. Die beiden letzten Gesellschaften befinden sich in einer Sukzession in Richtung Fichtenwald. b) baumfreie Flächen: – Hainsimsen-Feuchtheide *Vaccinium uliginosum*-Gesellschaft, zwergstrauchreiches Bindeglied in der Entwicklung vom Bergkiefergestrüpp zum Fichtenwald.

Napf: Teilbereiche des heutigen Bannwaldes Napf (64,5 ha) wurden bereits 1955 ausgewiesen. 1970 erfolgte eine Erweiterung auf 107,9 ha, 1994 eine weitere auf 139,6 ha. Der Bannwald liegt im Einzelwuchsbezirk „Westlicher Südschwarzwald“ im Wuchsgebiet „Schwarzwald“. Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei 4,4 °C. Der Jahresniederschlag beträgt etwa 1.980 mm. Der Bannwald erstreckt sich von 960 bis 1.365 m ü.NN.

Drei Pflanzengesellschaften sind im Bannwald flächenmäßig von größerer Bedeutung. Im Hainsimsen-Buchenwald (Luzulo-Fagetum) fehlen in der Krautschicht die anspruchsvollen Arten reicherer Gesellschaften aber auch die auf ärmere Nadelbaum-Gesellschaften hinweisenden Arten. In der Baumschicht kommen neben der Fichte vor allem Buche und Tanne und in geringeren Anteilen der Bergahorn vor. In größeren Höhen geht der Anteil der Laubbäume zurück. Hier im Luzulo-Abietetum treten in der Krautschicht typische Arten der Nadelwälder hinzu (*Blechnum spicant*, *Rhytidiadelphus loreus*). In feuchteren Lagen, entlang von Bachläufen oder unterhalb quelliger Standorte erreicht der Bergahorn höhere Anteile, und auch in der Krautschicht verweisen die subalpinen Hochstauden *Adenostyles alliaria* und *Cicerbita alpina* auf ein Aceri-Fagetum (LUDEMANN 1994).

Forstliche Grundaufnahme, Pflanzensoziologische Aufnahme: In allen Bannwäldern und den Vergleichsflächen wurde eine Forstliche Grundaufnahme (FVA 1994, vgl. KÄRCHER et al. 1997) und eine Pflanzensoziologische Aufnahme durchgeführt. Methoden und Ergebnisse werden hier nicht erläutert und finden sich in BÜCKING (1998), KERCK & LOCH (1997) und LOCH (2000). Die Resultate werden nur zu einem geringen Teil qualitativ genutzt bzw. finden sich bereits in der Gebietsbeschreibung.

Fänge mit Bodenfallen: Zentrale Methode der Erfassung von Weberknechten im vorliegenden Projekt war der Einsatz von Bodenfallen. Vor allem wegen der Länge der Fangperiode wurde eine Falle mit auswechselbaren Fangbehältern verwendet. Ein stabiles, zu beiden Seiten offenes Kunststoffrohr (Zylinder) wird senkrecht in den Boden eingegraben. Auf dem Boden wird ein Fangbehälter mit etwa 300 ml der Tötungs- und Konservierungsflüssigkeit 1,2-Ethandiol plaziert. In diesen mündet ein Fangtrichter aus Kunststoff, der aufgrund geschliffener Kanten spaltfrei in den Zylinder eingepasst ist. Eine ca. 7 cm über der Fallenöffnung mit Metallstiften montierte PVC-Abdeckung hält Regen- und Laubeintrag zum großen Teil ab. Während der nahezu zweijährigen Fangperiode wurde vor allem der Übergang vom Erdboden zum eingegrabenem Zylinder regelmäßig kontrolliert und mehrmals aufgefüllt.

Je Probekreis waren 3 Fallen eingesetzt, die im Abstand von je etwa 3 Wochen regelmäßig geleert wurden. Der Gesamtfangzeitraum richtete sich auch nach der Witterung und nach den spezifischen klimatischen Gegebenheiten der Untersuchungsgebiete.

Die Standorte der Einzelfallen innerhalb der Probekreise wurden eingemessen, ihr Abstand zueinander betrug in der Regel > 10 m. Zusätzlich zu Probestellen innerhalb der Bannwälder sind Probestellen in benachbarten normal bewirtschafteten Wäldern in die Erhebungen einbezogen. Wichtig war eine räumliche Nähe, um schwierig fassbare Unterschiede weitgehend auszuschließen. Bei der Auswahl der Vergleichsflächen wurde auf möglichst weitgehende Ähnlichkeit hinsichtlich der standörtlichen Gegebenheiten und des Bestandesalters zu Probestellen innerhalb der Bannwälder Wert gelegt. Innerhalb jedes Bannwaldes wurde zwar versucht, mittels der Probestellen die wichtigsten Bestandestypen und Strukturen zu erfassen. Dies war bei den großflächigen Bannwäldern (Napf, Wilder See, Hoher Ochsenkopf) aber nur sehr eingeschränkt möglich. Jeder Bestandestyp sollte über zwei Probestellen vertreten sein, wobei jeweils eine dem Augenschein nach totholzärmere und eine totholzreichere Variante zugrunde lag (Tab. 2).

Tab. 2: Anzahl von Probekreisen mit Bodenfallen (differenziert nach Bannwald (BaWa) und Wirtschaftswald (WiWa)) und Fangzeiten in den Untersuchungsgebieten (angegeben ist der erste und letzte Leerungstermin). BW Bechtaler Wald, SB Sommerberg, CW Conventwald, WS Wilder See, HO Hoher Ochsenkopf, NA Napf.

GEBIET	BAWA	WIWA	N FALLEN GES.	1994	1995	1996
BW	4	2	18	03.06.-03.11.	30.03.-28.12.	15.01.-30.04.
SB	6	2	24	03.06.-03.11.	30.03.-16.11.	17.01.-11.06.
CW	6	4	30	01.06.-03.11.	21.04.-28.12.	15.01.-02.05.
WS	8	2	30		01.06.-07.12.	16.01.-04.06.
HO	4	2	18		01.06.-27.10.	26.04.-05.06.
NA	8	4	36		19.06.-04.12.	30.01.-04.06.
gesamt	36	16	156			

Alle Probestellen liegen in aufgenommenen Probekreisen der Forstlichen Grundaufnahme (s.o). In dieser Arbeit wird demgemäß immer von Probekreisen gesprochen. Determination und Nomenklatur nach MARTENS (1978).

Untersuchungszeiträume: Für jeden Bannwald (einschließlich der Vergleichsflächen) war zunächst eine Erhebung über zumindest 2 Jahre vorgesehen. Im Frühjahr 1994 wurde in den Bannwäldern Sommerberg, Bechtaler Wald und Conventwald mit den Aufnahmen über Fallenfänge begonnen; in den übrigen Gebieten fanden Vorbegehungen zur Auswahl möglicher Probestellen statt. 1995 wurden die Erhebungen in den oben genannten Bannwäldern fortgesetzt und am Wilden See, Napf und Hohen Ochsenkopf erstmals mit Fallenfängen begonnen. Die Fänge setzten sich dann durchgehend (einschließlich der Wintermonate, hier mit zum Teil langen Leerungsintervallen) bis Frühjahr 1996 fort (Tab. 2).

Tab. 3: Gesamtartenliste der erfassten Weberknechte mit Angaben zu Verbreitung, ökologischer Potenz und Biotop.

VB Verbreitungstyp; m montan, atl-subm atlantisch-submediterrän, atl atlantisch, europ. europäisch, s-k subatlantisch-kontinental, eur-mon europäisch-montan; ÖP ökologische Potenz, hyg hygrophil, eu euryök, st stenök; St Stratum, F, M Felsen, Mauer; epi epigäisch; Veg Strauch- und Krautschicht; Bio Biotop, W Wald, eu eurytop, liW lichter Wald, Park.

	BW	SB	CW	WS	HO	NA	VB	ÖP	ST	BIO
<i>Amilemus aurantiacus</i>	10	8	32	172	44	42	m	hyg	F, M	W
<i>Anelasmoccephalus cambridgei</i>	7	17	20				atl-subm	eu	epi	W
<i>Ischyropsalis hellwigi</i>				10			m	hyg, st	epi	W
<i>Leiobunum limbatum</i>			24	2	2	1	m	eu	F, M	W
<i>Leiobunum rotundum</i>	21		7	40		6	atl	eu	Veg	W
<i>Leiobunum rupestre</i>						1	europ.	hyg	Veg	W
<i>Lophopilio palpinalis</i>	162	289	52	10		63	s-k	hyg	epi	W
<i>Mitopus morio</i>	5	275	40	288	343	1060	s-k	eu	epi	W
<i>Mitostoma chrysomelas</i>	173	66	11	5	1		atl	eu	epi	eu
<i>Nemastoma lugubre</i>	5275	2	71	113	8	23	s-k	hyg, eu	epi	liW
<i>Oligolophus tridens</i>	326	61	11	22		20	s-k	eu	epi	liW
<i>Paranemastoma quadripunctatum</i>	68	52	199	255	35	34	m	hyg, st	epi	W
<i>Platybumus bucephalus</i>	23	35	5	68	18	26	eur-mon	hyg.-eu	Veg	W
<i>Platybumus pinetorum</i>		3		8		11	m	hyg	F, M	W
<i>Rilaena triangularis</i>	882	353	15	2	2	2	s-k	eu	Veg	eu
<i>Trogulus nepaeformis</i>	568	18	2				s-k	hyg	epi	W
Artenzahl: (16)	12	12	13	13	8	12				

Ergebnisse

Insgesamt wurden 12.100 adulte Weberknechte aus 16 Arten der 4 Familien Nemastomatidae, Troglulidae, Ischyropsalidae und Phalangüidae gefangen. In Tabelle 3 sind die Weberknechtarten mit Angaben von Fangzahlen, Verbreitung, ökologischer Potenz und Biotop zusammengefasst (nach MARTENS 1978; in Anlehnung an RAUH 1993)

Bechtaler Wald

11 Arten (7.520 Individuen) wurden im Bechtaler Wald mit Bodenfallen erfasst, eine weitere wurde lediglich durch Handfang nachgewiesen. Dies ist *Leiobunum limbatum*, eine in der Strauchschicht lebende, euryöke Art mit eigentlich montaner Verbreitung. Tab. 4 zeigt die Fangzahlen für die einzelnen Probekreise und die Aktivitätsdominanz der Weberknechte im Bannwald bzw. im Wirtschaftswald. Die eudominanten (Dominanzklassifizierung nach ENGELMANN 1978) bzw. subdomi-

Tab. 4: Fangzahlen der Weberknechte im Gebiet Bechtaler Wald.

HF: Handfang, 1-6 Probekreis-Nr.; BaWa: Bannwald; WiWa: Wirtschaftswald; D: Dominanz.

BECHTALER WALD	HF	1	2	3	4	BAWA	D _{BAWA} (%)	5	6	WIWA	D _{WIWA} (%)	GES.	D _{GES.} (%)
<i>Amilenus aurantiacus</i>		7	1	1	1	10	0,2					10	0,1
<i>Anelasmoccephalus cambridgei</i>				2	2	4	0,1		3	3	0,2	7	0,1
<i>Leiobunum rotundum</i>		2	2	10	4	18	0,3	3		3	0,2	21	0,3
<i>Leiobunum limbatum</i>	14												0,0
<i>Lophopilio palpinatus</i>		25	24	5	43	97	1,7	47	18	65	3,9	162	2,2
<i>Mitostoma chrysomelas</i>		19	18	33	39	109	1,9	44	20	64	3,9	173	2,3
<i>Mitopus morio</i>		1		2		3	0,1			2	0,1	5	0,1
<i>Nemastoma lugubre</i>		750	1193	2202	245	4390	74,9	426	459	885	53,3	5275	70,1
<i>Oligolophus tridans</i>		110	57	34	63	264	4,5	48	14	62	3,7	326	4,3
<i>Platybunus bucephalus</i>		16		1		17	0,3	6		6	0,4	23	0,3
<i>Paranemastoma quadripunctatum</i>		5	5	8		18	0,3	43	7	50	3,0	68	0,9
<i>Rilaena triangularis</i>		400	32	11	60	503	8,6	273	106	379	22,8	882	11,7
<i>Troglulus nepaeiformis</i>		67	100	133	107	427	7,3	67	74	141	8,5	568	7,6
Summe	14	1422	1432	2442	564	5880		957	703	1660		7520	
Artzahl	1	11	9	12	9	12		9	9	11		12	
Diversität		1,3	0,7	0,5	1,6	1,0		1,5	1,1	1,4		1,1	
Evenness		0,5	0,3	0,2	0,6	0,4		0,6	0,5	0,6		0,4	

nanten Weberknechte *Nemastoma lugubre* und *Rilaena triangularis* stellen im Bannwald nahezu 85 % des Gesamtfanges, im Wirtschaftswald sind es immerhin fast 75 %. Im Wirtschaftswald erreicht *R. triangularis* eine höhere Dominanz als im Bannwald und ist dominant. *Nemastoma lugubre* ist als euryöker und hygrophiler Bodenbewohner weitgehend auf beschattetes Gelände beschränkt und lebt vorzugsweise im Laubwald. Im Probekreis 3 im Bannwald erreicht die Art ihre höchste Aktivitätsdominanz. Eine äußerst dichte, vor allem aus Brombeere bestehende Kraut- bzw. Strauchschicht prägt diesen Biotop, der Boden ist aufgrund der schützenden Pflanzendecke länger und besser durchfeuchtet als in den anderen Probekreisen. Die Unterschiede der Fangzahlen innerhalb der Bannwald-Probekreise sind zum Teil beträchtlich. Im totholzreichen Probekreis 4 werden die wenigsten Individuen gefangen, im Probekreis 3 die meisten. *Nemastoma lugubre* ist adult eurychron, in der Abbildung 1 wird das zeitliche Auftreten dieser Art im Bechtaler Wald dargestellt. Dort hat die Art ihr Aktivitätsmaximum in den Monaten Oktober-November, dies gilt jeweils für die Jahre 1994 und 1995. Die Fangzahlen in den übrigen Gebieten sind gering, doch tendenziell liegt auch dort das Aktivitätsmaximum im Oktober (Sommerberg und Wilder See) bzw. September-Anfang Oktober (Napf).

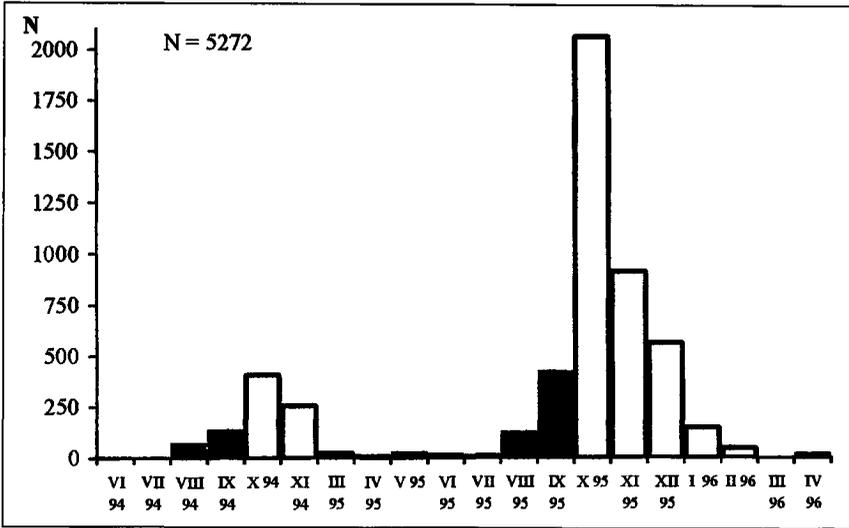


Abb. 1: Jahreszeitliches Auftreten von *Nemastoma lugubre* im Bechtaler Wald.

Trogulus nepaeformis, ein hygrophiler Vertreter der Brettkanker, ist im Bannwald und im Wirtschaftswald jeweils subdominant. Die Art lebt in der Bodenschicht von Wäldern und benötigt relativ hohe Bodendurchfeuchtung. *T. nepaeformis* gilt als Nahrungsspezialist für Schnecken. Daher spiegelt dieses relativ hohe Vorkommen die Reichhaltigkeit der im Bannwald und Wirtschaftswald lebenden Mollusken wider, die wiederum auf kalkführende Bodenschichten angewiesen sind.

Zu den Rezedenten im Gebiet zählen *Oligolophus tridens* und *Lophopilio palpinalis*. Es handelt sich dabei um hygrophile bzw. euryöke Arten, die ausschließlich epigäisch in Wäldern leben.

Sommerberg

Im Gebiet des Sommerbergs wurden 12 Arten von Weberknechten registriert, Fangzahlen für die einzelnen Probekreise und die Dominanzen für Bannwald und Wirtschaftswald liefert Tabelle 5. Die Dominanzstrukturen im Bannwald bzw. der Vergleichsfläche unterscheiden sich nicht wesentlich. Auffällig ist im Wirtschaftswald *Mitostoma chrysomelas*, die mit fast 18% zu dominanten Arten zählt. Diese im höchsten Maße euryöke Art lebt in ganz unterschiedlichen Biotopen und kommt bisweilen sogar in xerothermen Biotopen vor. Zwar werden sonnengeschützte, feuchte Waldböden bevorzugt, doch kommt *M. chrysomelas* im humiden Mittel- und NW-Europa auch in offenen Biotopen vor.

Im Bannwald sind *Rilaena triangularis*, *Lophopilio palpinalis* und *Mitopus morio* dominant. Die euryöken Park- und Waldbewohner *L. palpinalis* und *M. morio* erreichen ihre höchsten Dichten in der Streu- und Krautschicht aufgelockerter Wälder, solange ausreichend Bodenfeuchtigkeit vorhanden ist. Von *R. triangularis* wurde mit Bodenfallen nahezu ausschließlich juvenile Individuen gefangen. Die stratenwechselnde Art lebt in der Adultphase in der Krautschicht. Zu den Sub-

Tab. 5: Fangzahlen der Weberknechte im Gebiet Sommerberg.

Hf: Handfang, 1-6 Probekreis-Nr.; BaWa: Bannwald; WiWa: Wirtschaftswald; D: Dominanz.

SOMMERBERG	1	2	3	4	5	6	BAWA	D BAWA (%)	7	8	WiWa	D WiWa (%)	GES.	D GES. (%)
<i>Amilemus aurantiacus</i>	4	1	2				7	0,7	1		1	0,4	8	0,7
<i>Anelasmocephalus cambridgei</i>	1	3	2	2			8	0,8	5	4	9	3,7	17	1,4
<i>Lophopilio palpinalis</i>	17	35	25	67	35	72	251	26,4	19	19	38	15,4	289	24,1
<i>Mitostoma chrysomelas</i>	1	4	6	3	2	6	22	2,3	9	35	44	17,9	66	5,5
<i>Mitopus morio</i>	36	57	7	18	18	82	218	22,9	17	40	57	23,2	275	23,
<i>Nemastoma lugubre</i>	1		14	1			16	1,7		4	4	1,6	20	1,7
<i>Oligolophus tridens</i>	15	11	10		9	8	53	5,6	8	8		3,3	61	5,1
<i>Platybumus bucephalus</i>	8	2	2	6	5	3	26	2,7	4	5	9	3,7	35	2,9
<i>Platybumus pinetorum</i>	2			1			3	0,3					3	0,3
<i>Paranemastoma quadripunctatum</i>	4	5	43				52	5,5					52	4,3
<i>Rilaena triangularis</i>	74	71	13	58	21	56	293	30,8	22	38	60	24,4	353	29,5
<i>Trogulus nepaeformis</i>	1						2	0,2	9	7	16	6,5	18	1,5
Summe	164	189	124	156	91	227	951	100	86	160	246	100	1197	100
Arzahl	12	9	10	8	7	6	12		8	9	10		12	
Diversität	1,5	1,4	1,8	1,2	1,4	1,3	1,7		1,8	1,8	1,8		1,8	
Evenness	0,7	0,6	0,8	0,5	0,6	0,5	0,7		0,8	0,7	0,8		0,7	

dominanten zählen im Bannwald *Oligolophus tridens* und *P. quadripunctatum*. Sie sind euryök bzw. hygrophil und leben in Wäldern, die sogar aufgelockert sein können, solange der Boden durchfeuchtet bleibt. *P. quadripunctatum* wird im Wirtschaftswald nicht registriert. Mit großer Sicherheit ist der Boden nicht ausreichend durchfeuchtet. Andererseits erreicht dafür der ebenfalls hygrophile *T. nepaeformis* immerhin eine Aktivitätsdominanz von fast 7%. *N. lugubre* als ein Vertreter der hygrophilen Nemastomatidae gehört im Gebiet zu den Rezedenten, sein Aktivitätsmaximum liegt im Monat Oktober. Adulte *N. lugubre* können im Bechtaler Wald ganzjährig angetroffen werden (vgl. Abb. 1), finden sich im Sommerberg außerhalb dieses Aktivitätsgipfels lediglich sporadisch im Mai bzw. August.

Conventwald

Im Conventwald werden 13 Opilionidenarten ermittelt. Tabelle 6 zeigt Fangzahlen und Dominanzen der Weberknechte für die einzelnen Probekreise bzw. den Bannwald und seine Vergleichsfläche im Wirtschaftswald.

Die Dominanzstrukturen der Weberknechte im Bannwald und im Wirtschaftswald unterscheiden sich beträchtlich. *Paranemastoma quadripunctatum* ist eudominant im Bannwald und bleibt dominant im Wirtschaftswald. *Nemastoma lugubre*

Tab. 6: Fangzahlen der Weberknechte im Gebiet Conventwald.

Hf: Handfang, 1-6 Probekreis-Nr.; BaWa: Bannwald; WiWa: Wirtschaftswald; D: Dominanz.

CONVENTWALD	1	2	3	4	5	6	BAWA	D BAWA (%)	7	8	9	10	WiWa	D WiWa (%)	GES.	D GES. (%)
<i>Amilemus aurantiacus</i>			7	4	13	2	26	6,8	1	1	4	6	6	5,6	32	6,5
<i>Anelasmocephalus cambridgei</i>					7	12	19	5,0			1	1	0,9	20	4,1	
<i>Lelobnum limbatum</i>				16			16	4,2			8	8	7,5	24	4,9	
<i>Lophopilio palpinalis</i>	4	7			7	6	24	6,3	14	11	2	1	28	26,2	52	10,6
<i>Leiobumum rotundum</i>	2	1		2			5	1,3			2	2	1,9	7	1,4	
<i>Mitostoma chrysomelas</i>		2			1	1	1	0,3	4	4	1	1	10	9,3	11	2,2
<i>Mitopus morio</i>	6	10		1	3		20	5,2	5	12	3	20	18,7	40	8,2	
<i>Nemastoma lugubre</i>	1				70		71	18,6						71	14,5	
<i>Oligolophus tridens</i>	2	3			1	1	7	1,8	2	2			4	3,7	11	2,2
<i>Platybumus bucephalus</i>									2	2		1	5	4,7	5	1,0
<i>Paranemastoma quadripunctatum</i>					157	28	185	48,4	1	2	11	14	13,1	199	40,7	
<i>Rilaena triangularis</i>	1	2				4	7	1,8	5	3			8	7,5	15	3,1
<i>Trogulus nepaeformis</i>						1	1	0,3	1			1	0,9	2	0,4	
Summe	16	25	7	21	262	54	382	100	32	37	6	32	107	489	100	
Arzahl	6	6	1	3	10	8	12		6	9	4	9	12		13	
Diversität	1,2	1,2		0,5	1,1	1,2	1,5		1,6	1,3	1,5	0,9	0,9		1,9	
Evenness	0,7	0,6		0,3	0,4	0,6	0,7		0,7	0,6	0,7	0,8	0,8		0,8	

tritt dominant im Bannwald auf, wird dagegen im Wirtschaftswald nicht gefunden. Im Bannwald bleibt sein Vorkommen allerdings – bis auf einen Fund im Probekreis 1 – auf den Probekreis 5 im Bachtal beschränkt. Dieser ist charakterisiert durch das Vorkommen von *Impatiens noli-tangere*, *Galium odoratum*, *Oxalis acetosella*, *Stachys sylvatica* und weist die höchste Feuchtezahl aller Probekreise im Conventwald auf (FVA 1996). Ferner findet sich mit einem F-Mull hier die beste Humusform. Die euryöke bis hygrophile Art bevorzugt schattiges Gelände, im Bachtal scheint sie lokal optimale Habitatbedingungen zu finden. Sie wird bisweilen auch als reine Laubwaldform bezeichnet. Eigentlich ist *N. lugubre* sonst häufig und kommt in hohen Siedlungsdichten vor. Ihr Fehlen in den anderen Probekreisen – so auch im benachbarten Probekreis 6 – begründet sich durch das Fehlen eines ausreichend durchfeuchteten Bodens und durch schlechtere Humusformen.

Im Bannwald treten gleich vier Arten subdominant auf: *Amilenus aurantiacus*, *Lophopilio palpinalis*, *Mitopus morio* und *Anelasmacephalus cambridgei*. *A. aurantiacus* ist eine troglaxene Art, die in Höhlen und Spaltensystemen überwintert, in denen die Temperatur nicht oder geringfügig unter 0 °C absinkt. Die lokal unterschiedliche Häufigkeit wird durch die Existenz von Spalten- und Höhlensystemen mitbestimmt, die im Conventwald sowohl im Bannwald als auch der Vergleichsfläche in ausreichendem Maße vorhanden sind. Die Art lebt in Wäldern aller Art, soweit sie nicht zu licht sind. Da die Adulti vor allem in der Kraut- und Strauchschicht sowie an Felsen und Bäumen leben, wird ihre reale Dichte mit Bodenfallen nur sehr ungenügend widerspiegelt. Vermutlich lebt die Art in großer Dichte im Gebiet. *A. cambridgei* lebt in der obersten Boden- und Falllaubsschicht von Laub- und Mischwald-Formationen mit unterschiedlichen Feuchtigkeitsverhältnissen. Die Art lebt weitgehend von Mollusken und ist daher kalkabhängig. Nachweise im Bannwald gelingen lediglich im Bachtal, dort aber recht regelmäßig und nicht selten. Im Wirtschaftswald konnten nur 2 Individuen entdeckt werden.

In den Vergleichsflächen sind *L. palpinalis*, *M. morio*, und *P. quadripunctatum* dominant, zu den Subdominanten gehören *M. chrysomelas*, *P. bucephalus*, *L. limbatum*, *R. triangularis* und *A. aurantiacus*. *L. palpinalis* zählt zu den eher kurzbeinigen Vertretern der Phalangidae. Die Art hat ihren Schwerpunkt in der Laubschicht lichter Hangwälder, wird im Conventwald aber auch in Beständen aus Tanne und Fichte angetroffen. In Buchenbeständen, gleichgültig ob es sich um lichte oder geschlossene Biotope handelt, kann sie hier nicht nachgewiesen werden. Der auffällig langbeinige *M. chrysomelas* lebt weniger in der Fallaubsschicht als im Lückensystem der Block- und Geröllhalden; er ist im Wirtschaftswald häufiger als im Bannwald. *Leiobunum limbatum* lebt in Waldgesellschaften sehr unterschiedlicher ökologischer Prägung, so in feuchten Laubwäldern, Nadelwäldern der Montan- und der unteren Subalpin-Stufe und auch in der Ufervegetation von Bächen und Flüssen. Wie auch *A. aurantiacus* benötigt die Art zur Überwinterung Spaltensysteme von Felsen oder Höhlen. Im Gegensatz zu *A. aurantiacus*, deren Adulti in Stollen z.B. im Münstertal überwintert zu finden sind, überdauert *L. limbatum* im Juvenilstadium. Die Adulten bewohnen Biotope, die ausreichend Tagesverstecke unter Höhlungen und Nischen bieten.

Wilder See – Hornisgrinde

Das Gebiet Wilder See-Hornisgrinde weist 13 Arten von Weberknechten auf. Tabelle 7 bietet Fangzahlen der Opilioniden für die einzelnen Probekreise und die Dominanzen der Weberknechte für Bannwald und Wirtschaftswald im Vergleich.

Die Dominanzverteilung der Weberknechte im Bannwald und der Vergleichsfläche ist sehr ähnlich. *P. quadripunctatum*, *M. morio*, *A. aurantiacus* und *N. lugubre* bilden die Gruppe der Dominanten, während *P. bucephalus* und *L. rotundum* subdominant auftreten. Die Unterschiede zwischen einzelnen Probekreisen im Bannwald sind beträchtlich: An den Buchenstandorten in der Karwand (Pk 3/4) werden nur 13 bzw. 14 Individuen gefangen, die zu 3 bzw. 4 Arten gehören. Im Bachtal (Pk 7/8) treten nur 5 bzw. 6 Arten auf, und auch hier werden bedeutend weniger Tiere gefangen als am Fichtenprobekreis in der Karwand (Pk 1/2) bzw. im „Käferloch“ (Pk 5/6).

Tab. 7: Fangzahlen der Weberknechte im Gebiet Wilder See-Hornisgrinde.

Hf: Handfang, 1-6 Probekreis-Nr.; BaWa: Bannwald; WiWa: Wirtschaftswald; D: Dominanz.

WILDER SEE- HORNISGRINDE	Hf	1	2	3	4	5	6	7	8	BAWA	D BAWA (%)	9	10	WIWA	D WIWA (%)	GES.	D GES. (%)
<i>Amilemus aurantiacus</i>		65	50	6	5	7	10	4	2	149	20,1	18	5	23	9,3	172	17,4
<i>Ischyropsalis hellwigi h.</i>		2	1			1	1			5	0,7	4	1	5	2,0	10	1,0
<i>Leicobum limbatum</i>		2								2	0,3				0,0	2	0,2
<i>Lophophio palpinalis</i>					3			1		4	0,5	1	5	6	2,4	10	1,0
<i>Leicobum rotundum</i>		8	2				16			26	3,5	10	4	14	5,7	40	4,0
<i>Mitostoma chrysomelas</i>						2	1			3	0,4		2	2	0,8	5	0,5
<i>Mitopus morio</i>	15	24	19			86	32	7	7	175	23,6	65	48	113	45,7	288	29,1
<i>Nemastoma lugubre</i>		56	37	1		2	3	3	10	112	15,1		1	1	0,4	113	11,4
<i>Oligolophus tridens</i>		1								1	0,1	21		21	8,5	22	2,2
<i>Platybum bucephalus</i>		24	5	5	6	3	1	3	3	50	6,7	3	10	13	5,3	63	6,4
<i>Platybum pinetorum</i>			1							1	0,1	7		7	2,8	8	0,8
<i>Paranemastoma quadripunctatum</i>		82	67	1		19	32	5	9	215	28,9	14	26	40	16,2	255	25,8
<i>Rilana triangularis</i>													2	2	0,8	2	0,2
Summe	15	264	182	13	14	120	96	23	31	743	100	143	104	247	100	990	100
Artzahl		1	9	8	4	3	7	8	5	12		9	10	12		13	
Diversität		1,6	1,4	0,9	0,9	0,9	1,4	1,4	1,3	1,5		1,7	1,6	1,7		1,8	
Evenness		0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,6	0,7	0,6	0,6		0,7	0,7	0,7		0,7	

Der Schneckenkanker *Ischyropsalis hellwigi* konnte in je 5 Exemplaren im Bannwald und Wirtschaftswald gefangen werden. Er gilt als Nahrungsspezialist für Gehäuseschnecken, die im Gebiet des Wilden Sees aber nicht vorkommen. Mit Sicherheit aber werden Nachtschnecken eine ideale Ersatznahrung darstellen. Er ist hygrophil oder sogar hygrobiont und galt bislang als Naturnäheindikator (RAUH 1993). Da sich aber Fundortmeldungen des Schneckenkankers auch von gestörten Flächen wie Fichtendickungen etc. häufen, sollte diese Klassifizierung allerdings nicht mehr benutzt werden (LOCH & KERCK 1999). Trotz allem ist mit dem Schneckenkanker der Nachweis einer recht seltenen Art gelungen.

Nemastoma lugubre wird nahezu ausschließlich in zwei Probekreisen im Fichten-Buchen-Tannen-Mischbestand in der Karwand gefunden. Es handelt sich dabei um einen Fichten dominierten Bestand, in dessen Krautschicht neben *Deschampsia flexuosa*, *Luzula sylvatica* auch *Oxalis acetosella* wächst. Das Aktivitätsmaximum der Art liegt hier wie im Bechtaler Wald (vgl. Abb. 1) bzw. im Sommerberg in den Monaten Oktober und November.

Hoher Ochsenkopf

Im Gebiet des Hohen Ochsenkopfs wurden lediglich 8 Weberknechtarten festgestellt. Tabelle 8 fasst die Fangzahlen für die einzelnen Probekreise und die Dominanzen der Weberknechte für Bannwald und Wirtschaftswald zusammen.

Tab. 8: Fangzahlen der Weberknechte im Gebiet Hoher/Mittlerer Ochsenkopf.
Hf: Handfang, 1-6 Probekreis-Nr.; BaWa: Bannwald; WiWa: Wirtschaftswald; D: Dominanz.

HOHER OCHSENKOPF	Hf	1	2	3	4	BAWA	D _{BAWA} (%)	5	6	WIWA	D _{WIWA} (%)	GES	D _{GES} (%)
<i>Amilemus aurantiacus</i>		14	4	2	2	22	7,6	18	4	22	15,1	44	9,7
<i>Leiobunum limbatum</i>							0,0		2	2	1,4	2	0,4
<i>Mitostoma chrysomelas</i>							0,0		1	1	0,7	1	0,2
<i>Mitopus morio</i>	1	57	92	67	30	246	84,5	60	36	96	65,8	343	75,7
<i>Nemastoma lugubre</i>				2		2	0,7	6		6	4,1	8	1,8
<i>Platybunus bucephalus</i>		5	2	7	3	17	5,8	1		1	0,7	18	4,0
<i>Paranemastoma quadripunctatum</i>		3	11	3	2	19	0,7	4	14	18	12,3	35	7,7
<i>Rilaena triangularis</i>		2				2	0,7				0,0	2	0,4
Summe	1	78	101	89	38	291	100	89	57	146	100	453	100
Artzahl	1	4	4	5	4	6		5	5	7		8	
Diversität		0,7	0,4	0,8	0,6	0,6		0,9	0,9	1,0		0,9	
Evenness		0,4	0,2	0,4	0,4	0,3		0,5	0,5	0,5		0,4	

Die Dominanzverteilung in Bannwald und Wirtschaftswald ist recht ähnlich. *M. morio* tritt in beiden Gebieten eudominant auf, *A. aurantiacus* und *P. bucephalus* sind subdominant im Bannwald, *P. quadripunctatum* und *A. aurantiacus* sind dominant im Wirtschaftswald.

Mitopus morio ist holarktisch verbreitet und besitzt das größte Areal aller Weberknechte, wobei er in den kühlen Klimaten der nordischen Länder und des Hochgebirges in den verschiedensten Biotopen vorkommt, im wärmeren Klima Mitteleuropas jedoch Waldbiotope bevorzugt, in denen Beschattung und ausgeglichene Luftfeuchtigkeit gewährleistet sind. Im Gebiet des Hohen Ochsenkopf findet die Art optimale Bedingungen, um ihre Lebensraumsprüche zu decken.

Platybunus bucephalus lebt in geschlossenen, hochstämmigen und schattigen Gebirgswäldern auf gut durchfeuchtetem Boden und findet sich im Wald meist in der Kraut- und Strauchschicht, oft aber – wie im Hohen Ochsenkopf und vor allem im Napf – an Felswänden und Baumstämmen.

Napf/Feldberggebiet

Ähnlich wie im Gebiet des Hohen Ochsenkopfes ist auch im Napf *M. morio* die einzig eudominante Art. Sie wurde neben 11 weiteren Arten im Napf/Feldberggebiet gefunden, Tabelle 9 enthält die Fangzahlen der einzelnen Probekreise und Dominanzen der Weberknechte für Bannwald und Wirtschaftswald.

Tab. 9: Fangzahlen der Weberknechte im Gebiet Napf/Feldberggebiet.
Hf: Handfang, 1-6 Probekreis-Nr.; BaWa: Bannwald; WiWa: Wirtschaftswald; D: Dominanz.

NAPF/FELDBERGEBIET	Hf	1	2	3	4	5	6	7	8	BAWA	D _{BAWA} (%)	9	10	11	12	WIWA	D _{WIWA} (%)	GES	D _{GES} (%)	
<i>Amilemus aurantiacus</i>		1	1	3	1			2	11	17	36	5,0	2	3	1		6	1,1	42	3,3
<i>Leiobunum rupestre</i>									1	1	0,1							0,0	1	0,1
<i>Leiobunum limbatum</i>									1	1	0,1							0,0	1	0,1
<i>Leiobunum rotundum</i>				1					5	6	0,8							0,0	6	0,5
<i>Lopholitto palpinalis</i>			7	3					21	15	46	6,4	1		6	10	17	3,0	63	4,9
<i>Mitopus morio</i>	147	237	84	11	11	69	103	19	14	548	75,7	110	391	3	8	512	90,6	1060	82,2	
<i>Nemastoma lugubre</i>						1	21	1	23	3,2								0,0	23	1,8
<i>Oligolophus tridens</i>				1				17	18	2,5		1	1		2			0,4	20	1,6
<i>Platybunus bucephalus</i>		3	3	1				1	8	1,1	6	12				18		3,2	26	2,0
<i>Platybunus pinetorum</i>		30	3	1		7			11	1,5								0,0	11	0,9
<i>Paranemastoma quadripunctatum</i>		4	4		2	9	5			24	3,3	2	8			10		1,8	34	2,6
<i>Rilaena triangularis</i>	1	1				1				2	0,3							0,0	2	0,2
Summe	178	249	100	17	17	86	111	97	47	724	100	121	415	10	19	565	100	1289	100	
Artzahl	3	6	6	5	4	4	4	9	4	12		5	5	3	3	6			12	
Diversität		0,2	0,6	0,8	0,8	0,6	0,3	1,7	1,1	0,4		0,4	0,3	0,7	0,7	0,8			1,0	
Evenness		0,1	0,3	0,5	0,5	0,3	0,1	0,7	0,5	0,2		0,2	0,1	0,4	0,4	0,3			0,4	

Die Dominanzverteilungen der Weberknechte im Bannwald bzw. der Vergleichsfläche unterscheiden sich nicht bedeutend voneinander. Dominante Arten fehlen völlig, subdominant treten *A. aurantiacus*, *L. palpinalis* und *P. quadripunctatum* auf.

Zwischen den Probekreisen im Bannwald bestehen erhebliche Unterschiede, so werden in den Kreisen 3 und 4 lediglich 17 Individuen aus vier bzw. fünf Arten nachgewiesen. Diesem Buchenstandort im Bannwald fehlt jegliche Kraut- und Strauchschicht. *M. morio*, die im Flachland nachtaktive Art, konnte tagsüber auf dem Boden laufend gesehen werden. Die Art ist demnach in der montanen Stufe nicht auf eine Kraut- und Strauchschicht angewiesen, da die Temperaturen in dieser Höhenlage im Buchenwald auch am Tage niedrig und ausgeglichen sind.

Mitopus morio besetzt in tiefen Lagen im Herbst die Nische der Staudenschicht, so z. B. in der Wutachschlucht (HELVERSEN & MARTENS 1971), die dort eigentlich *O. tridens* vorbehalten wäre. Im Napf aber liegt das Aktivitätsmaximum im Juli, adulte *M. morio* findet man bis in den Winter hinein.

Vergleich der Gebiete und Diskussion

Artenspektrum und ökologische Charakterisierung

Wichtige Parameter zur Erfassung der Weberknechte sind in der Tabelle 10 zusammengefasst. Die Zahlen gefangener Individuen sind nicht ohne weiteres vergleichbar, weil Fallenzahlen und Expositionszeiten in den verschiedenen Gebieten beträchtlich divergieren. Daher wurde zur Normierung der Weberknechtdichte der Begriff der Aktivitätsdichte eingeführt, der sich aus Individuenzahl / Fallenzahl / Anzahl der Leerungen ergibt.

Tab.10: Individuenzahlen, Artenzahlen und Aktivitätsdichten der Weberknechte.

	BW	SB	CW	WS	HO	NA
Individuenzahl	7520	1179	489	995	453	1289
Artenzahl	12	12	13	13	8	12
Aktivitätsdichte	14,9	1,7	0,6	2,1	2,1	2,7

Insgesamt wurden in den sechs Gebieten 16 Arten gefangen, das sind 57 % der in Baden-Württemberg (HARMS 1985) bzw. 36 % der in Deutschland (PLATEN et al. 1995) vorkommenden Arten. Davon ist lediglich der Schneckenkanker *Ischyropsalis*

hellwigi in der Roten Liste der Opiliones Baden-Württembergs (HARMS 1985) mit dem Status „gefährdet“ aufgeführt. *A. aurantiacus* wird in der Roten Liste der Weberknechte Deutschlands (BLISS et al. 1996) als Art mit geographischer Restriktion aufgeführt, da sie nur wenige Vorkommen besitzt. Sie wurde in allen sechs Gebieten gefunden und erreicht im Bannwald Wilder See eine Dominanz von 20 %.

Die Gebiete Wilder See-Hornisgrinde und Conventwald haben mit 13 Arten die größten Artenzahlen, die Gebiete Bechtaler Wald, Sommerberg und Napf weichen mit 12 Arten unwesentlich davon ab. Der Hohe Ochsenkopf hat mit 8 die wenigsten Arten. Die Gebiete unterscheiden sich deutlich bezüglich ihrer Aktivitätsdichte (Tab. 10). Der Stieleichen-Hainbuchenwald Bechtaler Wald zeigt mit Abstand die höchste Aktivitätsdichte, sie liegt bis 7 mal höher als im Napf (2,7) bzw. im Hohen Ochsenkopf und Wilden See (je 2,1). Eine auffällig geringe Dichte mit 0,6 Ind./Falle/N Leerungen zeigt der Hainsimsen- bzw. Waldmeister-Buchenwald, der Conventwald. Die hohe Aktivitätsdichte im Bechtaler Wald

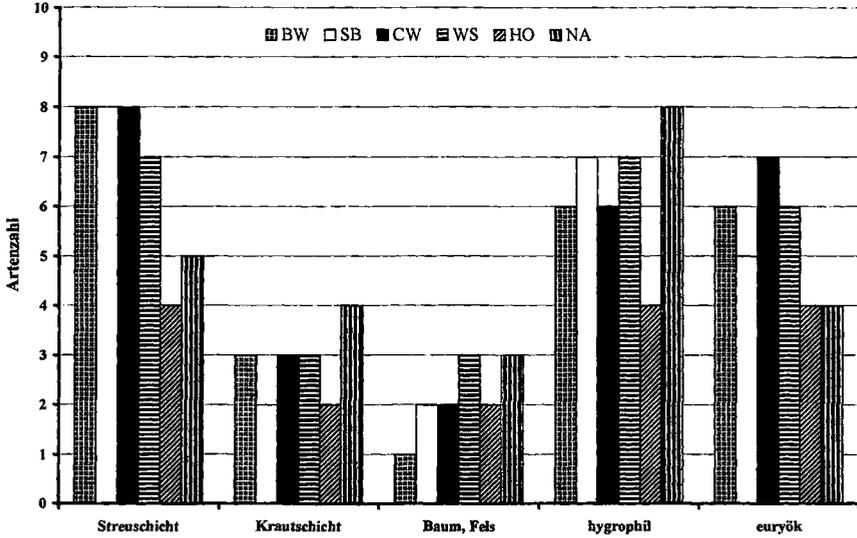


Abb. 2: Stratenzugehörigkeit und ökologische Potenz der Weberknechtarten nach Literaturangaben.

begründet sich vor allem durch die eudominante Art *Nemastoma lugubre*, die hier höchste Siedlungsdichten erreicht. Diese kann durch die reich entwickelte Kraut- und Strauchschicht und vor allem die außerordentlich gute Durchfeuchtung des Bodens erklärt werden. Alle Probekreise mit hoher Siedlungsdichte von *N. lugubre* sind durch die Humusform Mull charakterisiert. Die geringe Dichte im Gebiet des Conventwaldes kann vor allem durch das Fehlen einer Kraut- und Strauchschicht in fast allen Probekreisen erklärt werden, bei fehlender Durchfeuchtung besteht zudem nur eine geringe Belebung des Bodens.

Die Abbildung 2 liefert eine Gegenüberstellung der Gebiete hinsichtlich der Stratenzugehörigkeit und ökologischer Potenz der Weberknechte (Einordnung nach SPOEK 1963; MEINERTZ 1964; MARTENS 1978, PLATEN et al. 1991). Nahezu alle Fänge wurden mit Bodenfallen gemacht, so dass die Arten höherer Strata unterrepräsentiert sein müssen. Hygrophile bzw. euryöke Arten treten in allen Gebieten nahezu gleich verteilt auf, lediglich im Napf überwiegen zahlenmäßig die Arten mit hohen Feuchtigkeitsansprüchen gegenüber den Euryöken. Darüber hinaus zeigt sich aber auch die Heterogenität (der Probekreise) der einzelnen Bannwälder: In ihnen wurden möglichst Flächen mit zumindest den Hauptbaumarten untersucht (s.o.). Es fehlen erwartungsgemäß thermophile Weberknechtarten, wie z.B. *Phalangium opilio*.

Streuschichtbewohner wurden in allen Gebieten in etwas unterschiedlicher Häufigkeit gefangen. Sie überwiegen im Bechtaler Wald und im Sommerberg und treten im Napf und im Hohen Ochsenkopf nur in geringer Zahl auf. In den Hochlagenbannwäldern Napf und Hoher Ochsenkopf werden jeweils 3 Arten des Stratum „Baum, Fels“ gefangen, in allen Gebieten werden mindestens 2, höchstens aber 4 Arten der Kraut- und Strauchschicht nachgewiesen.

Ähnlichkeitsanalysen

In Tabelle 11 werden die Weberknechte der Gebiete anhand des Sörensenindex (SÖRENSEN 1948) einander gegenübergestellt. Es handelt sich durchweg um geringe Werte im Bereich von mindestens 35 % und höchstens 48 %. Die geringste Artenidentität haben Conventwald und Hoher Ochsenkopf (30 %), dann folgen jeweils die Vergleichspaare Bechtaler Wald – Hoher Ochsenkopf, Sommerberg – Hoher Ochsenkopf und Napf – Hoher Ochsenkopf mit jeweils 35 %. Die höchste – aber dennoch eine recht geringe – Artenidentität zeigen Bechtaler Wald und Conventwald mit 48 %. Sie besitzen eine Weberknechtfauna, die sich aus in mitteleuropäischen Wäldern weitverbreiteten Arten zusammensetzt. Dazu gehören vor allem typische, euryöke bis hygrophile Arten der Streu- und Falllaubsschicht.

Tab. 11: Sörensenindex (oberhalb der schattierten Diagonalen) und Renkonenindex der Weberknechte der Untersuchungsgebiete.

	BW	SB	CW	WS	HO	NA
BW		46	48	40	35	38
SB	24		44	40	35	38
CW	26	34		42	30	40
WS	28	36	60		38	40
HO	4	32	26	57		35
NA	7	42	24	44	86	

Die geringen Artenidentitäten verdeutlichen die Vielfältigkeit der untersuchten Gebiete. Sie reichen von der planaren/kollinen über die montane bis zur hochmontanen Höhenstufe und enthalten Wälder unterschiedlichster Baumartenkombinationen (s.o.).

Die Renkonenwerte (RENKONEN 1938) liegen gemäß der geringen Übereinstimmung im Artenbestand in nahezu allen Vergleichen sehr niedrig (Tab. 11). Eine deutliche Ausnahme stellen

Hoher Ochsenkopf und Napf mit einer Übereinstimmung von Arten und ihrer Dominanzen von 86 % dar. Dies begründet sich vor allem durch das eudominante Auftreten von *Mitopus morio* in beiden Gebieten. Die Art erreicht in diesen Hochlagenbannwäldern eine Dominanz von 75 bis 85 % und prägt ganz entscheidend die Opilionidenfauna. Die geringste Übereinstimmung besteht zwischen dem Bechtaler Wald und den Hochlagenbannwäldern Napf (7 %) und Hoher Ochsenkopf (4 %). Mittlere Übereinstimmungen von 44 bis 60 % haben die Paare Wilder See – Napf, Wilder See – Hoher Ochsenkopf und Conventwald – Wilder See, recht wenig gemeinsame Arten mit ähnlicher Dominanzstruktur haben Bechtaler Wald – Sommerberg (24 %), Bechtaler Wald – Conventwald bzw. Conventwald – Hoher Ochsenkopf (26 %), Bechtaler Wald – Wilder See (28 %), Sommerberg – Hoher Ochsenkopf (32 %) und Sommerberg – Conventwald mit 34 %. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass in jedem Gebiet andere Arten dominant auftreten. Die Hochlagenbannwälder sind sich untereinander bedeutend ähnlicher als Bechtaler Wald, Sommerberg und Conventwald untereinander; Conventwald und Wilder See sind sich relativ ähnlich.

Bewertung der Gebiete

In den sechs Untersuchungsgebieten wurden 57 % der in Baden-Württemberg nachgewiesenen Weberknechte gefunden. Damit stellt sich ihre Weberknechtfauna als artenreich dar. Der Hohe Ochsenkopf zeigt eine hinsichtlich Artenzahl und ökologische Ansprüche unterdurchschnittliche Weberknechtfauna mit der geringsten Diversität (0,8) (nach SHANNON 1948) bzw. Evenness (0,3) (vgl. MÜHLEN-

BERG 1993). Zwar sind auch im Napf die Diversität und Evenness sehr gering, doch ist dafür vor allem das eudominante Auftreten von *Mitopus morio* verantwortlich. Die Aktivitätsdominanz dieser Art wird mit Bodenfallen realistisch erfasst. *M. morio* wird im Hochsommer nicht nur in großer Zahl in der Strauchschicht gefunden, sondern ebenso häufig auf dem Boden laufend angetroffen. Dadurch erhöht sich gegenüber anderen Arten höherer Straten die Wahrscheinlichkeit für *M. morio*, in die Fallen zu gelangen. Ansonsten besteht im Napf hinsichtlich der Artenzahl eine durchschnittliche Weberknechtfauna. Eine Ausweitung der Untersuchungsmethoden (offene Stammeklektoren) und Probestellen würde sich gerade in diesem Bannwald lohnen. Einen ebenfalls recht geringen Diversitätswert von 1,1 zeigt der Bechtaler Wald. Bei großer Artenzahl überwiegt – wie *M. morio* in den Hochlagen – die eudominante Art der Laubstreu, *Nemastoma lugubre*. Eine Reihe von typischen Waldarten, wie hier *R. triangularis*, *Oligolophus tridens* und *Lophopilio palpinalis* ist vermutlich unterrepräsentiert. Ähnliche Diversitätswerte von 1,8 bis 2,0 zeigen Sommerberg, Wilder See und Conventwald. Der Conventwald hat bei der geringsten Aktivitätsdichte aller Gebiete die höchste Diversität. Sowohl Arten der Laubstreu, der Krautschicht und arboricol lebende Weberknechte werden gefunden. Wilder See und Sommerberg sind relativ artenreich und demonstrieren ausgewogene Dominanzverteilungen der Weberknechtarten. Der Wilde See ist zudem durch das Vorkommen des Schneckenkankers *Ischyropsalis hellwigi* ausgezeichnet, der eine recht seltene Art der heimischen Fauna repräsentiert.

Vergleich der Weberknechte von Bannwald und Wirtschaftswald

In Tabelle 12 sind Parameter zur Charakterisierung der Weberknechte von Bannwald und Vergleichsflächen der sechs Gebiete zusammengestellt. Die Artenzahlen im Bannwald bzw. Wirtschaftswald unterscheiden sich nicht wesentlich. Die Aktivitätsdichte ist in den meisten Vergleichspaaren sehr ähnlich, lediglich im Bechtaler Wald ist sie im Bannwald fast doppelt so hoch wie in der Vergleichsfläche, im Conventwald ist sie im Wirtschaftswald fast drei mal geringer als im Bannwald. Dies begründet sich durch die zusätzlichen Untersuchungsflächen im Bachtal im Bannwald Conventwald, denen im Wirtschaftswald kein Pendant gegenübersteht. Hier wurden nämlich mehr als 82 % der Bannwaldfänge erbracht. Dies verdeutlicht ein weiteres Mal die direkte Abhängigkeit der meisten Weberknechtarten von Feuchtigkeit und ausgeglichenem Temperaturgang.

Die Diversität, ein Maß für die Artenvielfalt in einer Biozönose, liegt im Wirtschaftswald in allen Vergleichspaaren unwesentlich höher, und zwar um den Faktor 0,3 bis 0,4. Gleiches gilt für die Evenness als Maß für die Gleichverteilung der gefangenen Tiere auf die vorhandenen Arten, die im Wirtschaftswald um 0,1

Tab. 12: Artenzahlen, Häufigkeiten, Diversität und Evenness der Weberknechte.

Ort	Artenzahl		Individuenzahl		Aktivitätsdichte (Ind./Falle/N Leerrungen)		Diversität		Evenness	
	Bannwald	Vergleichsfl.	Bannwald	Vergleichsfl.	Bannwald	Vergleichsfl.	Bannwald	Vergleichsfl.	Bannwald	Vergleichsfl.
BW	12	11	5860	1660	17,4	9,8	1,0	1,4	0,4	0,6
SB	12	10	951	246	1,8	1,4	1,7	1,8	0,7	0,8
CW	12	12	382	107	0,8	0,3	1,5	1,9	0,7	0,8
WS	12	12	743	247	1,9	2,6	1,5	1,7	0,6	0,7
HO	6	7	306	146	2,1	2,0	0,6	1,0	0,3	0,5
NA	12	6	724	565	2,3	3,6	0,4	0,8	0,2	0,3

bis 0,2 höher liegt als im Bannwald. Der hier benutzte Diversitätsindex nach SHANNON stellt ein empfindliches Instrument dar, um verschiedene Tiergemeinschaften zu bewerten. Dennoch täuschen hohe Diversitäten bisweilen einen zu großen Artenreichtum vor. Der Hohe Ochsenkopf, an dem wenige Arten mit hohen Individuenzahlen auftreten, ist ein solcher Fall wie auch der Bechtaler Wald.

Hinsichtlich artübergreifender Parameter, wie Artenzahl, Aktivitätsdichte, Diversität und Evenness, ergeben sich keine einheitlichen und signifikanten Unterschiede zwischen Probekreisen in Bannwald und den jeweiligen Wirtschaftswäldern, obwohl sie durchaus bestehen können.

Damit zeigen sich die Grenzen der Indikatorfunktion der Gruppe der Weberknechte. Für RAUH (1993) sind sie eine für faunistische Untersuchungen in Naturwaldreservaten geeignete Gruppe, DOROW et al. (1992) bewerten sie als bedingt geeignet und stellen aber darüber hinaus fest, dass es nicht gerade zukunftsweisend sei, die Auswahl der Tiergruppen vorrangig nach deren leichter Präparation und Determination zu begründen. BOGENSCHÜTZ (1994) pflichtet dieser Feststellung bei, wenngleich auch in der nahen Zukunft wenig Hoffnung für bessere Ausbildungs- und Berufschancen für Taxonomen bestünde. Die Arbeitsgruppe Fauna des Arbeitskreises Naturwälder (1997) gibt den Weberknechten aus einer Auswahl von 28 walddtypischen Tiergruppen eine mittlere Eignung. Nachteile, wie geringe Artenzahl, mäßige Steuerfunktion im Waldökosystem, unbefriedigende Quantifizierbarkeit und lediglich Indikatorfunktion für Temperatur, Feuchte und Raumstruktur werden durch eine Vielzahl von Vorteilen ausgeglichen. Der ökologische Kenntnisstand über Weberknechte ist als ebenso gut einzuschätzen wie die Verfügbarkeit von Bestimmungsliteratur. Der Aufwand ihrer Bestimmung ist relativ gering, und aufgrund der überschaubaren Artenzahl lassen sich Gruppen typischer Arten für bestimmte standörtliche Bedingungen erarbeiten (LOCH in prep.). Sie lassen sich mit dem Standardrepertoire faunistischer Forschung in Naturwaldreservaten – Bodenfallen, Bodenelektor und Baumelektor, evtl. Käschern, Klopfen, Sieben – qualitativ und zum Teil quantitativ erfassen. Daher sollten sie bei faunistischer Erforschung von Naturwaldreservaten grundsätzlich berücksichtigt werden.

Dank: Besonderer Dank ist zu richten an Cristine Karopka (Freiburg), Almut Kerck (Esslingen), Britta Möckel (Weil a. Rh.), Ingrid Reinke (Pforzheim) und Albert Worke (Berlin), die das umfangreiche Material unermüdlich sortierten. Besonders danken möchte ich den Herren Dr. E. Aldinger und Dr. W. Bücking (beide FVA, Freiburg) für ihr stetes Interesse und Förderung meiner Arbeit.

Schrifttum

- ANDLER, W. & KLINK, R. (1987): Forstliche Grundaufnahme und vegetationskundliche Bestands-erhebung im Bannwald Hoher Ochsenkopf. – Unveröff. Arbeit für die FVA Freiburg Arbeits-
gruppe Fauna des Arbeitskreises Naturwälder (1997): Programm zur Untersuchung der Fauna
in Naturwäldern. Version 1.00 vom 24. 9. 97. – Vervielf. Manuskript, 24 S.
- BLISS, P., MARTENS, J. & BLICK, T. (1996): Rote Liste der Weberknechte Deutschlands (Arachnida:
Opiliones). – Arachnol. Mitt., 11, 32–34, Basel.
- BOGENSCHÜTZ, H. (1994): Zoologische Forschung in Naturwaldreservaten, eine Besprechung aktueller
Literatur. – Mitt. Ver. Forstl. Standortskunde u. Forstpflanzenzüchtung, 37, 91–93, Freiburg.
- BÜCKING, W. (1985): Studien zur Vegetation und Ökologie des Bannwaldes „Conventwald“ im mittle-
ren Schwarzwald. – Tuexenia, 5, 461–471.

- BÜCKING, W. (1996): Faunistische Untersuchungen in Bannwäldern. Mit Beitr. v. F. Hohlfeld, K. Geis, J. Trautner & R. Loch. – In: Agrarforschung in Baden-Württemberg, Band 26, Waldwirtschaft und Waldökologie, 1. Aufl., 330 S., Stuttgart (Ulmer).
- BÜCKING, W. (1998): Faunistische Untersuchungen in Bannwäldern. – Holzbewohnende Käfer, Laufkäfer und Vögel. – Mitt. der Forstl. Versuchs- u. Forschungsanstalt, Heft 203, Freiburg.
- DOROW, W., FLECHTNER, G. & KOPELKE, J.-P. (1992): Zoologische Untersuchungen. Konzept. Naturwaldreservate in Hessen, Bd. 3. (im Rahmen der Mitt. der Hess. Landesforstverwaltung, Bd. 26). – 1. Aufl., 159 S., Elville (G. A. Walter).
- ENGELMANN, H.-D. (1978): Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. – Pedobiologica, 18, 378–380.
- FRANKE, U. (1985) Zur Biologie eines Buchenwaldbodens, Teil 5: Die Weberknechte. – Carolea, 42, 107–114, Karlsruhe.
- FVA (1994): Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt: Waldschutzgebiete Baden-Württemberg. Anweisung für Vermessung und Aufnahme. Arbeitsanl. d. Abt. Botanik u. Standortkunde. – Vervielf. Manuskript, 65 S., Freiburg.
- FVA (1996): Abschlussbericht zur Faunistischen Bannwaldforschung der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt, Abt. Botanik u. Standortkunde. – Vervielf. Manuskript, 311 S., Freiburg.
- HARMS, K.-H. (1986): Rote Liste der Weberknechte Baden-Württembergs. Vorläufige Fassung. (Stand 1.2.1985). – Arbeitsbl. Naturschutz, 5, 69.
- HELVERSEN, O. & v. MARTENS, J. (1971): Pseudoscorpione und Weberknechte. – In SAUER, K.F.J. & SCHNETTER, M. (Hrsg.): Die Wutach – Naturkundliche Monographie einer Flusslandschaft, 377–385, Freiburg.
- HOHLFELD, F. (1995): Untersuchungen zur Siedlungsdichte der Brutvögel eines Bannwaldgebietes unter Berücksichtigung des Höhlenangebotes für Höhlenbrüter. – Ornithologische Jahreshefte für Baden-Württemberg, 11, 62 S.
- HOHLFELD, F. (1998): Vergleichende ornithologische Untersuchungen in je sechs Bann- und Wirtschaftswäldern im Hinblick auf die Bedeutung des Totholzes für Vögel. – Orn. Jh. Bad.-Württ. 13/1, 1–127, Ludwigsburg.
- HOHLFELD, F., LOCH, R. & TURNI, H. (1998): Wirbeltiere aus Bodenfallen in sieben Waldgebieten Baden-Württembergs. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N.F. 17/1, 187–194, Freiburg.
- KÄRCHER, R., WEBER, J., BARITZ, R., FÖRSTER, M. & SONG, X. (1997): Aufnahme von Waldstrukturen, Arbeitsanleitung für Waldschutzgebiete in Baden-Württemberg. – Mitt. FVA Bad.-Württ. 199, 57 S., Freiburg.
- KERCK, A. & LOCH, R. (1997): Faunistische Bannwaldforschung in Baden-Württemberg: Ziele, Methoden, erste Ergebnisse und Aufruf zur Bearbeitung der Gruppen Curculionidae, Staphylinidae, Formicidae und Chilopoda. – Mitt. Deutsch. Ges. Allg. Angew. Ent., 11, 861–864, Bayreuth.
- LOCH, R. (1997): Die bodenbewohnenden Weberknechte des Bannwaldes „Bechtaler Wald“. – Mitt. Deutsch. Ges. Allg. Angew. Ent., 11, 865–868, Bayreuth.
- LOCH, R. (1999): Erste Ergebnisse der Untersuchung der Spinnen und Weberknechte in gebannten und bewirtschafteten Wäldern Baden-Württembergs. – NUA Seminarberichte Bd. 4, 304–308.
- LOCH, R. (2000): Vergleichende Analyse der Spinnentierfauna von Bann- und Wirtschaftswäldern. – Freiburger Forstliche Forschung, Freiburg, in Vorb.
- LOCH, R. & KERCK, A. (1999): Neue Funde von *Ischyropsalis hellwigi* Panzer (Opiliones, Ischyropsalidae) in Baden-Württemberg mit Anmerkungen zum Status des Schneckenkankers als „Naturnäheindikator“. – Arachnol. Mitt. 17, 33–34, Basel.
- LUDEMANN, T. (1994): Die Wälder im Feldberggebiet heute. – Mitt. Ver. Forstl. Standortkunde und Pflanzenzüchtung, 37, 23–47, Freiburg.
- MARTENS, J. (1978): Die Tierwelt Deutschlands. 64. Teil. Weberknechte, Opiliones. – 1. Aufl., 464 S., Jena (G. Fischer).
- MEINERTZ, H. (1964): Beiträge zur Ökologie der dänischen Opilioniden. – Vidensk. Medd. Dansk. Naturhist. Foren., 126, 403–416.
- MÜHLENBERG, M. (1993): Freilandökologie. – 2. Aufl., 431 S., Quelle & Meyer (Heidelberg).

- PLATEN, R., MORITZ, M. & VON BROEN, B. (1991): Liste der Webspinnen- und Weberknechtarten (Arach.: Araneida, Opilionida) des Berliner Raumes und ihre Auswertung für Naturschutzzwecke (Rote Liste). – In: A. AUHAGEN, R. PLATEN & SUKOPP, H. (Hrsg.): Rote Listen der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Berlin. Landschaftsentw. Umweltf., S 6, 169–205, Berlin.
- RAUH, J. (1993): Naturwaldreservate in Bayern. Band 2. Faunistisch-ökologische Bewertung von Naturwaldreservaten anhand repräsentativer Tiergruppen. – Schriftenreihe des Bayrischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1.Aufl., 199 S., Eching (IHW).
- RENKONEN, O. (1938): Statistisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. – Ann. Zool. Soc. Bot. Fenn., 10, 33–104.
- SHANNON, C.E. (1948): A mathematical theory of communication. – Bell System. Tech. J., 27, 379–423, 623–656.
- SÖRENSEN, T.A. (1948): A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content, and its application to the analysis of the vegetation on Danish commons. – Kongel Danske Videnks. Sesk. Biol. Skr., 5/849, 1–34.
- SPOEK, E.J. (1963): The opilionida (Arachnida) of the Netherlands – Zoologische Verhandelingen, 63, 1–70.
- WOLF, T. (1990): Der Bannwald „Wilder See am Ruhestein“. – Unveröff. Arbeit der Landesanstalt für Umweltschutz.

(Am 20. März 1998 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	3	575-587	2000	Freiburg im Breisgau 24. Mai 2000
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Zur Notwendigkeit von Pflegeeingriffen auf südexponierten Sukzessionsböschungen im Kaiserstuhl*

von

ANGELIKA KOBEL-LAMPARSKI, FRANZ LAMPARSKI & CLAUDIA GACK **

Zusammenfassung: Die Flurbereinigungen im Reb Gelände des Kaiserstuhls (SW-Deutschland) führten zu einer völligen Umgestaltung der Landschaft und hinterließen einen von Fauna und Flora weitgehend leeren Raum. Die darauf folgende Wiederbesiedlung und Sukzession wurde auf einer 1978 entstandenen, südexponierten Großböschung von Beginn an kontinuierlich untersucht, so dass heute die Ergebnisse einer 20 Jahre umfassenden Langzeitstudie ohne zeitliche Lücken vorliegen. Entwicklungsgeschwindigkeit, zukünftige Entwicklung und praktisches Vorgehen bei Pflege und Bestandesschutz werden aus dem heutigen Zustand von Boden und epigäischer Spinnenfauna und dem Vergleich mit einem Mesobrometum eines nahegelegenen Naturschutzgebietes hergeleitet. Zur Beurteilung des „faunistischen Wertes“ der Großböschungen anhand der Spinnen gibt es für die Zukunft ein sehr einfaches Kriterium: Es genügt den Flächenanteil an schütter bewachsenen bis offenen Bereichen abzuschätzen. Diese Bereiche sind der Lebensraum zahlreicher Rote-Liste-Spinnen, deren Nahrungsgewinn durch Jagen und Lauern erfolgt.

1. Einführung

Bei den großflächig durchgeführten Rebflurbereinigungen im Kaiserstuhl entstand ein Reb Gelände, das in ha-große Rebflächen und zum Teil mehrere 100 m lange Böschungen gegliedert ist. Die Rebflächen liegen horizontal bis schwach geneigt, die Böschungen sind mit 20 bis 30° relativ steil und erreichen Höhen von 10 bis 15 m. Der Flächenanteil der Böschungen im Reb Gelände ist mit rund 30 % sehr hoch. Sie sind weitgehend sich selbst überlassenes Brachland, das bandartig in intensiv genutztem Kulturland liegt. Andererseits gab und gibt es immer wieder Ansätze, um in den Zustand der Böschungen künstlich einzugreifen. Solche Eingriffe werden ganz unterschiedlich begründet, so kann dabei das Landschaftsbild im Vordergrund stehen, der Erosionsschutz oder das Überhandnehmen von Sträuchern und Bäumen, die sich nachteilig auf den Weinanbau auswirken sollen. Neuerdings wird auch damit argumentiert, dass sich diese Böschungen zu faunistisch wertvollen Gebieten entwickelt hätten, und dass nun Pflegemaßnahmen notwendig würden, um diesen Zustand zu erhalten.

Ziel dieser Veröffentlichung ist es, die Entwicklung einer südexponierten Böschung darzustellen und wenigstens in der Größenordnung eine Vorstellung

* Mit Unterstützung durch Mittel aus dem Prof.-Friedr.-Kiefer-Fonds des BLNN.

** Anschriften der Verfasser: Dr. C. GACK & Dr. A. KOBEL-LAMPARSKI, Institut für Biologie I (Zoologie) der Universität, Hauptstr. 1, D-79104 Freiburg; Prof. Dr. F. LAMPARSKI, Zoologisches Institut und Museum der Universität Greifswald, J.-S.-Bach-Str. 11/12, D-17489 Greifswald

über die weitere Entwicklungsgeschwindigkeit und die Entwicklungsrichtung zu geben. Lässt es sich nämlich zeigen, dass sich ein wertvolles Arteninventar etabliert hat oder der Trend zu einem solchen immer noch anhält, ergibt sich daraus, dass im Augenblick Pflegemaßnahmen unnötig, eventuell sogar schädlich sind, dies wenigstens solange die Folgen eines Pflegeeingriffes nicht sicher bekannt sind. Als Argumentationsbasis dient dabei eine Großböschung, deren Entwicklung im Rahmen einer Längsschnittstudie zum Sukzessionsablauf seit 1978 kontinuierlich untersucht wurde (KOBEL-LAMPARSKI & LAMPARSKI 1994, 1995, 1996 a, 1997). Auf dieser Großböschung fassten in den vergangenen Jahren zunehmend Pflanzen Fuß, wie sie für Mesobrometen typisch sind. Einige Böschungsbereiche lassen sich dadurch schon als Mesobrometum einstufen. Aus diesem Grund lag es nahe, ein echtes Mesobrometum als Vergleichsfläche heranzuziehen und an dieser Fläche den Zustand der Großböschung zu messen. Das dafür gewählte Mesobrometum wird regelmäßig von der Naturschutzbehörde gepflegt. Es liegt an einem leicht konkaven Mittelhang im Naturschutzgebiet Badberg und repräsentiert eher eine „wüchsige“ Variante. Dadurch spiegelt es auch die Verhältnisse alter, humusreicher Rebböschungen wider, dies auf jeden Fall besser als ein Mesobrometum mit einer Tendenz zur eher „mageren“ Ausbildung.

In der vorliegenden Arbeit werden als sich relativ rasch ändernde und zu Fluktuationen neigende Systemkomponente die Spinnengemeinschaft und als akkumulierende und sich deshalb gleichmäßig entwickelnde Systemgröße die Morphologie des Bodens dargestellt.



Abb. 1: Blick auf das Untersuchungsgebiet im Reb Gelände nördlich von Oberbergen (Gewann Bassgeige). Unten links sind die schmalen Terrassen und niedrigen Böschungen des alten Reb Geländes zu sehen. Sie grenzen im Osten an das 1978 flurbereinigte Gelände mit seinen Großterrassen und Böschungen. Der unterschiedliche Aufbau der Böschungen mit hellem anstehenden Löss und humosem aufgetragenen Löss ist noch nach 20 Jahren gut zu erkennen.

2. Untersuchungsflächen und Methoden

Untersuchungsflächen: Die Langzeituntersuchungsfläche liegt im zentralen Kaiserstuhl (Gewann Bassgeige, Oberbergen). Es handelt sich um eine süd-südost-exponierte Großböschung, die rund 250 m lang ist und eine Höhe von 14 m besitzt. Sie grenzt im Westen direkt an ein altes, nicht flurbereinigtes Rebgebiet von ungefähr 1 ha Größe. Durch den Böschungsbau bedingt, ist sie in einen Abtragsbereich aus anstehendem Löß und einen Auftragsbereich aus aufgeschüttetem Löß gegliedert (Abb. 1).

Das Mesobrometum liegt auf gleicher Höhe und Exposition wie die Sukzessionsböschung, in etwa 3 Kilometer Luftlinie entfernt am Südhang des Badbergs (Abb. 2).

Untersuchungsmethoden: Zur Faunenaufnahme wurden Trichterfallen eingesetzt (Fallendurchmesser 15 cm, Konservierungsflüssigkeit Äthylenglycol, monatliche, während der Vegetationsperiode 14-tägige Leerung, 15 Fallen auf der Böschung, 5 Fallen im Mesobrometum).

Untersuchungszeit: Auf der Langzeituntersuchungsfläche begann die Untersuchung 1979 (d.h. in der 1. Vegetationsperiode nach Entstehung der Böschung) und dauert ununterbrochen bis heute an. Das Mesobrometum wurde ein Jahr (von Januar bis Dezember 1996) untersucht.

Zur Bodenuntersuchung wurde eine Kartierung mit dem Pürckhauer-Bohrer vorgenommen. Detailuntersuchungen entwicklungsrelevanter Bodenparameter erfolgten an Kleinprofilen. Untersuchungen zur Bodenstruktur wurden mit Schlagsonde und Flügelsonde durchgeführt.

Bodenmorphologie: Als Grundlage dienten Lackprofile (KOBEL-LAMPARSKI & LAMPARSKI 1996 b). Auf der Böschung wurden sie bis 50 cm Tiefe angelegt, im Mesobrometum aufgrund des Skelettreichtums bis 35 cm Bodentiefe. Die boden-



Abb. 2: Die Trockenrasen des Naturschutzgebietes Badberg im zentralen Kaiserstuhl finden ihre Fortsetzung in den südexponierten Böschungen des Rebgebietes.

morphologische Analyse erfolgte im Labor bei 10-facher Vergrößerung unter dem Binokular. Entlang von horizonttypischen Traversen („Linienkartierung“) wurden dabei die Mengenanteile folgender Größen ermittelt: Wurzelmenge und -verteilung, Gefügestrukturen und -anteile, Trennflächen wie Risse und Spalten, Regenwurmröhren und -höhlungen, sonstige Spuren tierischer Tätigkeit.

3. Spinnenfauna

3.1 Entwicklung der Spinnengemeinschaft der Sukzessionsböschung

Im Jahr 1979 – das heißt zu Beginn der Sukzessionsuntersuchung – stand die Frage im Vordergrund, inwieweit die neu gestalteten Großböschungen der Fauna des alten Kaiserstühler Rebgebietes Lebensraum bieten können. Dass dies möglich ist, zeigte sich in einer zunehmenden Ähnlichkeit der Spinnengemeinschaft im Laufe der Entwicklung der ersten 10 Jahre (Abb. 3).

Mit der Diversitätsdifferenz kann die Entwicklung der Spinnengemeinschaft der neu aufgebauten Großböschung in Richtung jener des alten Rebgebietes quantifiziert werden. Mit ihr lässt sich die „faunistische Distanz“ zwischen zwei Tiergemeinschaften berechnen (MAC ARTHUR 1962). Der Wertebereich reicht von 0 = identische Tiergemeinschaften bis $\ln 2 = 0,69$ = keinerlei Ähnlichkeit zwischen den Gemeinschaften. Vorteil dieser Berechnungsgröße ist es, dass sowohl Arten- als auch Individuenzahlen berücksichtigt werden.

Wie nicht anders zu erwarten, war die Anfangsphase von einer großen faunistischen Distanz zum alten Rebgebiet bestimmt. Daraufhin erfolgte bis 1988 eine stete Hinentwicklung auf das Nachbargebiet. Diese Hinentwicklung wurde dadurch unterbrochen, dass sich vermehrt xerophile Arten in den Vordergrund schoben. Für die Zukunft ist mit Fluktuationen zu rechnen, wie eine erste Fluktuationsschwelle schon anzeigt (Abb. 3). In feuchteren Jahren wird die Spinnengemeinschaft in Richtung des alten Rebgebietes pendeln, in trockenen Jahren davon weg, wobei durch verzögerte Reaktionen der Biozönose zusätzlich Phasenverschiebungen eintreten können (KOBEL-LAMPARSKI & LAMPARSKI 1997).

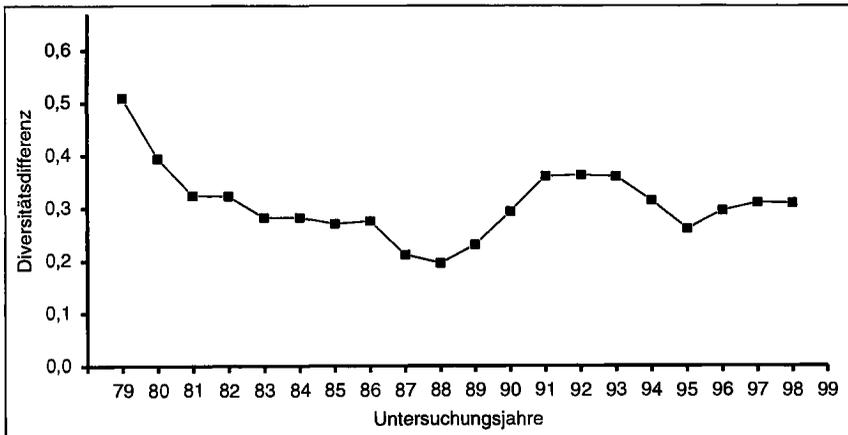


Abb. 3: Annäherung der Spinnengemeinschaft einer 1978 entstandenen Böschung an die des alten Rebgebietes (gemessen an der Diversitätsdifferenz).

Vom Besiedlungserfolg her lässt sich der Sukzessionsverlauf folgendermaßen gliedern: Zu Beginn dominieren oligochrome Arten (= nur kurzzeitig anwesende Arten). Dies sind vor allem kleine Spinnen (Linyphiidae), die als spezialisierte Erstbesiedler mit guter Ausbreitungsfähigkeit Neuland durch „Ballooning“ von weit her erreichen. Es sind Arten, die ebenso an den Küsten wie auch auf neuentstandenen Halden im Braunkohletagebau anzutreffen sind. Sie sind nach 3 Jahren nahezu vollständig wieder verschwunden, abgelöst werden sie von persistenten Arten (= ausdauernde Arten). Diese kommen aus der direkten Umgebung und wandern vorwiegend aus dem angrenzenden alten Reb Gelände ein. Mit der Zunahme faunistisch bemerkenswerter Arten gingen die typischen Arten landwirtschaftlich genutzter Gebiete zurück. Rund 10 Jahre nach Beginn der Wiederbesiedlung setzte auf der Sukzessionsfläche eine eigenständige Entwicklung ein, in der jene Arten bedeutend wurden, die für trocken-heiße Südböschungen typisch sind und aus den Meso- und Xerobrometen des zentralen Kaiserstuhls stammen. So legte es nicht nur die Entwicklung der Vegetation, sondern auch die der Spinnengemeinschaft nahe, als einen weiteren Vergleichsstandort ein Mesobrometum im Naturschutzgebiet des Badberges in die Untersuchung mit einzubeziehen.

3.2 Die Spinnengemeinschaften von Sukzessionsböschung und Mesobrometum

Strukturparameter

Die nachfolgenden Parameter beruhen auf den Ergebnissen des Fangjahres 1996. Große Unterschiede gibt es in den Fangzahlen: auf der Sukzessionsböschung wurden im Mittel gerade halb so viele Individuen gefangen wie im Mesobrometum (Tab. 1). Dieser Unterschied geht auf die höhere Produktivität des ausgereiften Mesobrometums zurück. Die Zahl der Spinnenarten auf der Böschung

Strukturparameter	Mesobrometum	Böschung
Artenzahl	81	85
Fangzahl/Falle	405 ± 82	201 ± 55
Diversität	2,92	3,09
Evenness	0,66	0,70
Dominanzindex	0,12	0,13

Tab. 1: Strukturparameter der Spinnengemeinschaft im Mesobrometum und auf der 18 Jahre alten Sukzessionsböschung (Fangperiode Januar bis Dezember 1996).

und im Mesobrometum ist etwa gleich hoch. Da die Zahl der gefangenen Arten unter anderem von der Fallenzahl abhängig ist (GERSTHEIMER 1989, KIECHLE 1997) und auf der Böschung 15, im Mesobrometum hingegen nur 5 Fällen ausgebracht waren, wurde zusätzlich die maximal zu erwartende Artenzahl nach dem Schätzverfahren „Jack-knifing“ (MAGURREN 1988) ermittelt. Sie beträgt für das Mesobrometum 91 Arten und für die Böschung 100 Arten.

Diversität und Evenness der Sukzessionsböschung liegen etwas über den Werten des Mesobrometums. Der Unterschied ist gering, er lässt sich aus der kleinräumigen Variabilität der Sukzessionsfläche erklären.

Präferenzbiotope

Werden die beiden Standorte und ihre Fauna mittels der Präferenzbiotope der Spinnen charakterisiert (Tab. 2), zeigt sich, dass das Mesobrometum, obwohl regelmäßig gepflegt und von Verbuschung freigehalten, zahlreiche Spinnen enthält,

Tab. 2: Präferenzbiotope (nach MAURER & HÄNGGI 1990) der Spinnen des Mesobrometums und der Sukzessionsböschung.

Lebensraum	Mesobrometum		Böschung	
	% Individ.	% Arten	% Individ.	% Arten
Wald	5,4	12,3	1,5	5,8
Gebüsch, Hecken, Saumgesellschaften, Waldränder	35,2	12,3	2,1	9,3
extensiv genutzte Wiesen	1,1	7,4	4,9	9,4
Trockenstandorte (z.B. Xerobrometen, mosaikartige T.)	52,7	49,3	75,8	60,0
intensiv genutzte Wiesen, Äcker, eurytop im Kulturland	3,4	11,0	13,1	11,6
synanthrop	3,7	0,2	0,2	3,5
Moore	3,7	0,1	–	–

die für Wälder, Waldränder und Saumgesellschaften typisch sind. Rund 40 % der Individuen und 25 % der Arten gehören in diese Kategorie. Auf der Sukzessionsböschung ist der Arten- und Individuenanteil dieser Gruppe bedeutend niedriger. Auf der Böschung liegt der Schwerpunkt bei den Offenlandarten. 80 % der gefangenen Individuen und fast 70 % der Arten bevorzugen Trockenstandorte oder extensiv genutzte Wiesen. Im Mesobrometum liegt ihr Anteil deutlich tiefer. Wenig verwunderlich sind die 13 % Spinnen aus dem Kulturland auf der Sukzessionsfläche; sie erklären sich aus der Lage dieser Böschung inmitten von intensiv genutzten Rebflächen. Erstaunlich ist eher die Eigenständigkeit der Böschung innerhalb dieser Umgebung und die Tatsache, wie wenig die eurytopen Kulturarten auf sie übergreifen. Dadurch wird sie zu einem Beispiel für die Realisierbarkeit des Integrationsmodells (HAMPICKE 1991).

Rote Liste-Arten

Ein praktisches Maß für den faunistischen Wert eines Gebietes ist die Menge an Arten der Roten Liste (= RL-Arten). Um die Besonderheit der Vergleichsstandorte zu zeigen, wurden nach PLATEN et al. 1996 die zur Roten Liste Baden-Württembergs gehörenden Spinnen des Untersuchungsgebietes zusammengestellt sowie auch jene Arten, die in den übrigen Ländern der Bundesrepublik Deutschland, aber nicht in Baden-Württemberg als RL-Arten geführt werden (Tab. 3).

	Mesobrometum		Böschung	
	Arten	Individuen (%)	Arten	Individuen (%)
RL Baden-Württemberg	23	20,5	31	55,7
RL andere Bundesländer	25	54,4	19	16,3
in Deutschland nicht gefährdete Spinnen	33	24,8	35	27,3

Tab. 3: Zahl der Rote Liste-Arten im Mesobrometum und auf der Sukzessionsböschung.

Der hohe Wert der Sukzessionsböschung zeigt sich darin, dass auf ihr sowohl auf Art- als auch auf Individuenniveau mehr RL-Spinnen Baden-Württembergs vertreten sind als im Mesobrometum.

Familienzugehörigkeit – Jagdstrategie

Auf den untersuchten Flächen wurden Spinnen aus 20 Familien nachgewiesen, von denen zahlenmäßig Linyphiiden, Lycosiden, Gnaphosiden und Thomisiden am bedeutendsten sind (Abb. 4).

Der Artenanteil dieser vier Familien am Gesamtfang ist 1996 im Mesobrometum und auf der Böschung nahezu gleich; aufschlussreich ist der Unterschied bei den Individuenzahlen. Fast 60 % der Individuen im Mesobrometum gehören zur Familie der Linyphiiden, während auf der Sukzessionsfläche die Lycosiden am häufigsten sind.

Werden die beiden wichtigsten Jagdstrategien der Spinnen gegenübergestellt (Tab. 4), so zeigt sich, dass $\frac{2}{3}$ der nachgewiesenen epigäischen Spinnen des Mesobrometums zu den Netzbauern und nur $\frac{1}{3}$ zu den Jägern und Lauerern gehören. Auf der Sukzessionsfläche ernähren sich dagegen 75 % als Jäger und Lauerer und nur 25 % als Netzbauer. Für diesen Sachverhalt bieten sich zwei völlig verschiedene Erklärungen an: Netzbauende Kleinspinnen sind auch für Wälder typisch und dominieren die Spinnengemeinschaft des Eichen-Hainbuchen-Waldes oberhalb der Sukzessionsböschung. So kann es sein, dass die Spinnen des Mesobrometums schon jene Waldgemeinschaft anzeigen, die sich ohne Pflegeeingriffe auf einem Mesobrometumstandort einstellen würde. Spinnengemeinschaften

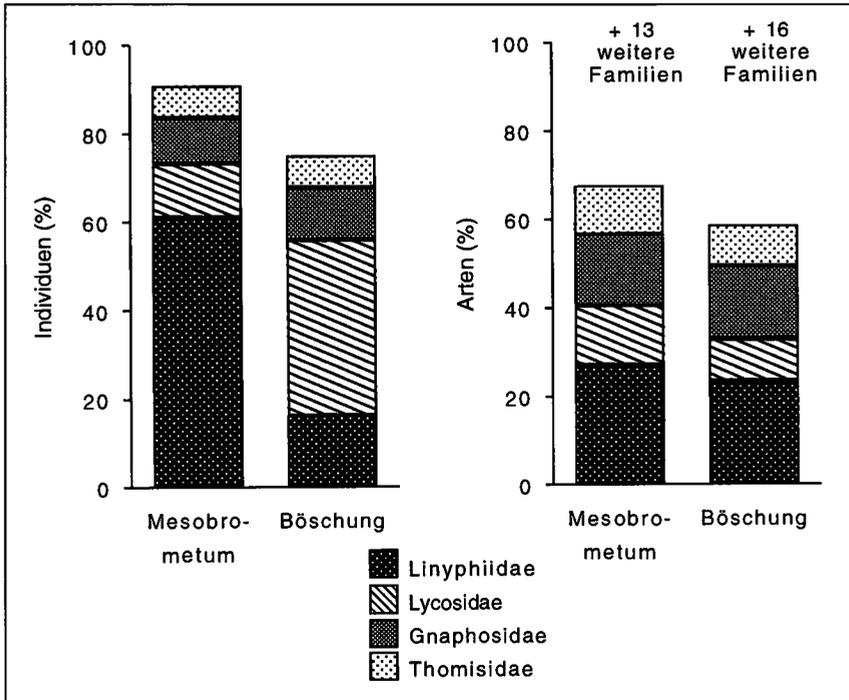


Abb. 4: Arten- und Individuenanteile der im Mesobrometum und auf der 18 Jahre alten Sukzessionsböschung dominierenden Spinnenfamilien (Fangperiode 1996).

Tab. 4: Jagdstrategien der Spinnen im Mesobrometum und auf der Sukzessionsböschung (% Individuen).

Jagdstrategie	Mesobrometum	Böschung
Netzbau	66,7 %	25,2 %
Jagen / Lauern	33,3 %	74,8 %
Netzspinnen : Jäger /Lauerer	2 : 1	1 : 3

entwickeln sich häufig schneller als andere Systemgrößen, können also zukünftige Zustände vorwegnehmen (KOBEL-LAMPARSKI & LAMPARSKI 1996 a). Eine sehr viel näherliegende Erklärung ermöglicht aber die

Kenntnis der Oberbodenstruktur: Die Sukzessionsfläche besitzt noch glatte unstrukturierte Bereiche an der Bodenoberfläche und damit günstige Bedingungen für den Nahrungserwerb als Jäger und Lauerer. Die Bodenoberfläche des Mesobrometums ist dagegen durch Regenwurmkrümel und -röhren derart stark in Lücken und Erhebungen strukturiert, daß der Bau kleiner Netze die optimale Strategie zum Nahrungserwerb ist.

Betrachtet man die Jagdstrategien der nachgewiesenen RL-Arten Baden-Württembergs, so zeigt sich, dass der überwiegende Teil dieser Arten zu den Jägern und Lauerern gehört (Tab. 5).

Tab. 5: Jagdstrategien der im Gebiet nachgewiesenen RL-Arten Baden-Württembergs.

Jagdstrategie	Mesobrometum		Böschung	
	Arten	Fangzahl	Arten	Fangzahl
Netzbau	3 = 13 %	13%	7 = 23 %	14%
Jagen / Lauern	20 = 87 %	87%	24 = 77 %	86%

77 % bzw. 87 % der Arten und 86 % bzw. 87 % der nachgewiesenen Individuen gehören zu jenen Spinnen, die aufgrund ihrer Ernährungsweise auf Flächen angewiesen sind, die nur so locker bewachsen sein dürfen, dass ihre Jagdstrategie nicht behindert wird.

Zwei der netzbauenden RL-Arten der Untersuchungsstandorte sind *Atypus affinis*, die einen dauerhaften Fangschlauch auf der Bodenoberfläche spinnt, und *Eresus cinnaberinus*. Beide sind koloniebildende Arten, die in locker bewachsenen, kurzrasigen Trockenstandorten vorkommen. Damit besitzen sie ähnliche Ansprüche an die Struktur der Bodenoberfläche wie die jagenden- und lauernden Spinnen. So gesehen sind im Mesobrometum 96 % der RL-Arten und auf der Sukzessionsböschung 84 % der RL-Arten auf kleine Freiflächen bzw. schütterten Bewuchs auf der Bodenoberfläche angewiesen.

4. Bodenentwicklung

Der geologische Untergrund des Mesobrometums besteht aus Karbonatit. Das Ausgangsmaterial der Bodenbildung ist ein Löss/Karbonatitgemisch. In den obersten 40 cm dominiert Löss. Als Bodentyp liegt eine Pararendzina vor. Die Sukzessionsböschung ist in einen Abtrags- und einen Auftragsbereich gegliedert. Im Abtragsbereich wurde durch die Rebumlegungen der anstehende Löss freigelegt; in den 18 Jahren seit dem Ende der Umlageungsarbeiten hat sich hier ein Lockersyrosem entwickelt. Der Auftragsbereich besteht aus Lössaufschüttungen, aus denen bisher Lockersyroseme und gering entwickelte Pararendzinen entstanden sind.

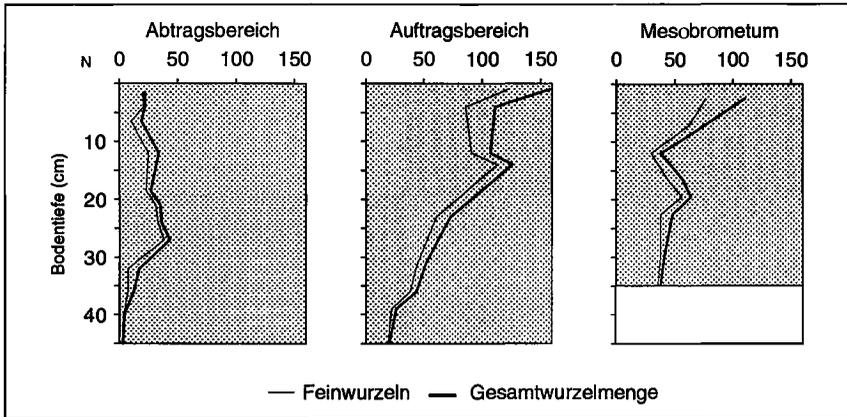


Abb. 5: Durchwurzelung im Abtrags- und im Auftragsbereich der 18 Jahre alten Sukzessionsböschung und im Mesobrometum (Profilbreite 30 cm).

Verglichen mit der Entwicklung von Zoozönosen entwickeln sich Böden in Neugebieten, wie der hier untersuchten Sukzessionsböschung, sehr viel langsamer, obwohl bei Löss – bedingt durch den günstigen Wasser- und Lufthaushalt und die geringe Korngröße – noch mit einer relativ raschen Bodenentwicklung zu rechnen ist. Prozesse der frühen Bodenentwicklung auf Löss sind Kalkauswaschung, Humusakkumulation und Gefügebildung. Bei den hohen Kalkreserven des Lösses sind die Auswirkungen der Kalkauswaschung ökologisch lange Zeit unbedeutend. Humusakkumulation und der Wandel der Bodenmorphologie im Laufe der Gefügebildung sind dadurch die wichtigsten Kenngrößen der frühen Bodenentwicklung, und es sind auch jene Kenngrößen, deren Entwicklung einerseits durch die Biozönose vorangetrieben wird, die aber selbst wieder in einer positiven Rückkopplung die weitere Entwicklung der Biozönose beeinflussen. Deutlichster Ausdruck für solche Vorgänge ist die Durchwurzelung.

Die höchste Wurzelichte besitzen die obersten 5 cm des Auftragsbereiches mit mehr als 50 Wurzeln pro Dezimeter (Abb. 5). Die Durchwurzelung im entsprechenden Abschnitt des Mesobrometums ist rund 1/3 geringer. Dieser Unterschied gilt auch für den Rest der beiden Profile. Die Durchwurzelung des Abtragsbereiches liegt dagegen deutlich tiefer. Die höchste Wurzelichte findet man hier zwischen 20 und 30 cm Bodentiefe. Sie ist etwa halb so hoch wie im Auftragsbereich. Oberhalb von 20 cm nimmt die Durchwurzelung ab statt zu und sinkt auf rund 15% des Wertes des Auftragsbereiches.

Die Durchwurzelung spiegelt auch den strukturellen Entwicklungszustand der Untersuchungsflächen wieder. Die bearbeiteten Größen wurden dazu in 3 Klassen zusammengefasst:

- Als Reifemerkmale wurden Wurzeln, Spuren frischer zoogener Tätigkeit und Krümelgefüge gewertet, d.h. biogene Merkmale und Aufbaugesüge.
- Als Merkmale des Überganges, d.h. Merkmale der beginnenden Gefügebildung, wurden Subpolyederggefüge, Risse und Spalten gewertet, wobei es sich im Löss weniger um ein Absonderungsgefüge handelt, eher sind es kleine Scherflächen, die besonders auf der Sukzessionsfläche eine beginnende Substratlockerung, vorwiegend unter biogenem Einfluss anzeigen.

- Merkmale des Rohzustandes sind Kohärentgefüge und geschlossene Lagerungsart; man findet sie z.B. im anstehenden Löss des Abtrags oder im dicht gelagerten Auftrag.

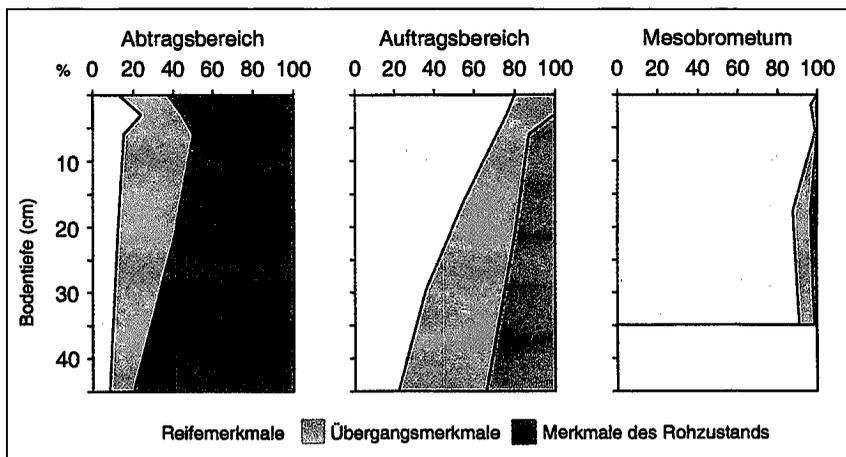


Abb. 6: Zustand der morphologischen Bodenentwicklung auf der 18 Jahre alten Sukzessionsböschung und im Mesobrometum.

Wie zu erwarten, dominieren im Mesobrometum die Reifemerkmale (Abb. 6). Im Auftragsbereich der Sukzessionsfläche findet man unterhalb von 25 cm rund 1/3 Reifemerkmale, nach oben wächst dieser Anteil auf 2/3. Merkmale des Rohzustandes und Merkmale des Überganges nehmen dementsprechend ab. Im hier betrachteten Profilabschnitt bis 45 cm Tiefe bleiben die Merkmale des Rohzustandes unter 1/3 bis 1/4 der Gesamtmenge. Trotz einer maschinellen Verdichtung des aufgetragenen Lösses beim Rebflächen- und Böschungsbau ist der Auftragsbereich für Organismen leichter erschließbar, als der anstehende Löss des

Tab. 6: Diversität der Bodenkenngößen.

Bodenkenngößen	Mesobrometum	Böschung	
		Auftrag	Abtrag
Diversität	1,74	1,99	1,40
maximale Differenzen	0,58	0,63	1,06
Standardabweichung	0,20	0,24	0,35

Abtragsbereichs. In diesem dominieren noch die Merkmale des Rohzustandes, Reifemerkmale bleiben dagegen unter 10–20%. Der Rückgang der Reifemerkmale nahe der Bodenoberfläche zeigt die geringe Stabilität der jungen Bodenstruktur, die sich gegen die Witterungseinflüsse nicht halten kann. Der geringe Deckungsgrad der Vegetation ($D < 30\%$) und ein Mangel an Humus als Bindemittel wirken hier zusammen.

Der geringe Deckungsgrad der Vegetation ($D < 30\%$) und ein Mangel an Humus als Bindemittel wirken hier zusammen.

Mit diesen Merkmalen lässt sich – wenigstens als Größenordnung – der Entwicklungszustand der Untersuchungsflächen abschätzen. Danach hat der Abtragsbereich bis jetzt rund 1/4 bis 1/5 seiner Entwicklung zum Zustand eines Mesobrometums zurückgelegt, der Auftragsbereich dagegen rund die Hälfte.

Die quantitativ ermittelten Kenngößen der Bodenmorphologie erlauben es, Rechenoperationen zu nutzen, wie sie bei der Faunenauswertung angewandt werden. Die durchschnittliche Diversität, als Maß für die bodenstrukturelle Vielfalt, berechnet über die einzelnen Traversen, ist im Auftrag mit einem Wert von 1,99 am höchsten (Tab. 6). Danach folgt mit 1,74 das Mesobrometum während der

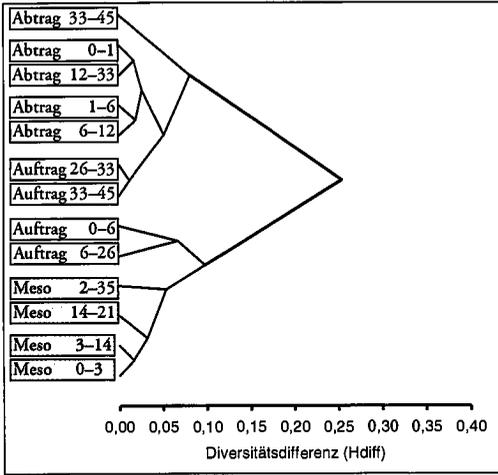


Abb. 7: Clusteranalyse (Hdiff) der Bodenhorizonte im Mesobrometum und im Abtrags- und Auftragsbereich der 18 Jahre alten Sukzessionsböschung. (Zahlen: Tiefenbereich des Subhorizontes. Beispiel: Meso 14-21 = Bereich im Mesobrometum zwischen 14 und 21 cm Bodentiefe).

stellung zwischen Mesobrometum und Abtragsbereich: Die obersten 26 cm sind mit ihrem morphologischen Bodenzustand dem Mesobrometum ähnlicher, während der Bereich tiefer als 26 cm in seinem Entwicklungszustand dem Abtragsbereich gleicht. Ungewöhnlich ist, dass im Abtrag der erste Zentimeter dem Boden zwischen 12 und 33 cm mehr ähnelt, als dem direkt darunter liegenden Bereich zwischen 1 und 6 cm. Der Grund liegt darin, dass im humusarmen Abtrag die Bodenstruktur nahe der Bodenoberfläche noch immer relativ instabil ist und von Niederschlägen und durch Frosteinwirkung stets wieder zerstört wird.

5. Diskussion

Die südexponierte Großböschung im Rebumlegungsgebiet des Kaiserstuhls hat sich rasch zu einem faunistisch wertvollen Gebiet entwickelt. Gemessen an der Spinnenfauna schneidet sie im Vergleich mindestens genau so gut ab, wie ein unter Naturschutz stehendes Mesobrometum. Der Grund liegt im Zustand der Böschung selbst; auch nach fast 20 Jahren Entwicklung besitzt sie große Bereiche mit offener Bodenoberfläche, in denen die Bodenentwicklung in den Anfängen steckt. Sie ist damit immer noch ein extremer Lebensraum – ein Lizenzbiotop – der Kaiserstuhltypischen faunistischen Besonderheiten das Vorkommen ermöglicht. Im Augenblick deutet nichts auf eine Verschlechterung dieser Situation hin, vielmehr nimmt seit 1989 die Bedeutung von Rote Liste-Arten immer noch zu. Wichtig in diesem Zusammenhang ist auch die Eigenständigkeit der Sukzessionsböschung. Sie liegt inmitten von intensiv genutztem Kulturland und kann als Artenreservoir nicht nur die Zoozönose der Rebflächen beeinflussen, sondern könnte umgekehrt auch von Kulturlandarten gleichsam überschwemmt und verändert werden. Auslösend und verstärkend könnten hier Düngemittel und Biozide wirken. Bis jetzt gibt es für einen verschlechternden Einfluss aus dem Kulturland allerdings noch keine Hin-

Abtrag mit 1,4 am niedrigsten liegt. Gleichzeitig tritt im Abtrag die größte Streuung in der Diversität der einzelnen Traversen auf, wie die Auflistung der maximalen Unterschiede oder der Standardabweichung zeigen. Für das Clusterdiagramm (Abb. 7) wurden die einzelnen „Kartiertraversen“ aufgrund struktureller Ähnlichkeit und ähnlichem Humusgehalt zu Horizonten bzw. Subhorizonten zusammengefasst. (Zur Ähnlichkeitsberechnung wurde die Diversitätsdifferenz verwendet.) Die Subhorizonte des Mesobrometumprofils ordnen sich zwanglos in ein Cluster. Der Auftragsbereich besitzt momentan eine Zwischen-

weise. So nimmt seit 1983 der Anteil der Kulturlandarten stetig ab und liegt heute bei 13%. Demnach ist die Sukzessionsböschung in der Lage, ihre Eigenständigkeit zu bewahren, obwohl sie relativ kleinräumig und mit zahlreichen Grenzlinien ins Kulturland integriert ist. Naturschutz und intensive landwirtschaftliche Produktion unmittelbar nebeneinander im selben Gebiet schließen sich – bei den richtigen Größenverhältnissen – nicht aus.

Innerhalb der Tiergemeinschaften ist auch in Zukunft mit Fluktuationen zu rechnen, die das Erkennen von Entwicklungstrends erschweren. Hier bietet sich der Rückgriff auf Systemgrößen bzw. Merkmale an, die während der Entwicklung weniger zu Fluktuationen neigen, sondern sich im Laufe der Zeit akkumulieren. Die Morphologie des Oberbodens ist eine derartige Größe. Sie ist geeignet, Entwicklungen abzuschätzen, weil sie einerseits in hohem Maße biogen beeinflusst wird, andererseits aber Schrittmacherfunktion für die zukünftige Entwicklung besitzt.

Der heutige Zustand der Bodenmorphologie und die bisherige Entwicklungsgeschwindigkeit und auch Entwicklungsrichtung führen zu folgender Überlegung: Wenn eine faunistische Verschlechterung der Böschungen eintritt, dann über einen Wegfall der Wachstumslimitierung durch Wassermangel und Mangel an Wurzelraum. Der schlechteste Zustand, der eintreten könnte, würde in etwa dem hier untersuchten „wüchsigen“ Mesobrometum entsprechen. Wie weit ist diese Entwicklung fortgeschritten? Der morphologische Bodenzustand zeigt, dass der Abtragsbereich innerhalb von 20 Jahren erst 20–25% dieses Weges zurückgelegt hat, der Auftrag knapp die Hälfte. Daraus ist es möglich den Schluss zu ziehen, dass sehr viel Zeit vergehen muss, bis mit einer Verschlechterung der faunistischen Situation auf den trockenen, steilen Südböschungen zu rechnen ist. Dies gilt jedoch nur, wenn die weitere Entwicklung – bis jetzt sieht es allerdings so aus – wirklich ihren Weg über ein Mesobrometum nimmt. Nach HAKES (1992) sind bei der Weiterentwicklung von Brachen und Mesobrometen ganz unterschiedliche Wege möglich. Verbuschen die Großböschungen, Brombeere wäre z.B. dazu fähig, dann ist ein Rückgang der RL-Arten wahrscheinlich. Zwangsläufig muss dies jedoch nicht eintreten. Es kann auch sein, dass durch Büsche nur eine weitere Struktur dazu kommt, die zusätzlichen Arten das Vorkommen erlaubt ohne die etablierten Arten zu verdrängen. Das Mesobrometum zeigt, dass dies möglich ist. Jäger und Lauerer sind in der Sukzessionsböschung und im Mesobrometum etwa im selben Maße vorhanden, im Mesobrometum kommen aber noch zahlreiche netzbauende Linyphiiden dazu. Ihr Auftreten wird durch den Struktureichtum im Mesobrometum ermöglicht. Es handelt sich hierbei aber nicht um hohe Sträucher, sondern um bodennahe Strukturen, deren Spektrum von Regenwurmkrümel bis hin zu durch Mahd kurz gehaltenen, verholzten Sträuchern reicht. STIPPICH (1989) konnte experimentell eine positive Korrelation zwischen Struktureichtum und Siedlungsdichte bei netzbauenden Bodenspinnen eines Buchenwaldes zeigen.

Beeinträchtigende Oberflächenstörungen sollte man allerdings so lange wie möglich vermeiden. Die in Kolonien lebenden und mehrere Jahre bis zur Fortpflanzung heranwachsenden RL-Arten *Atypus affinis* und *Eresus cinnaberinus* benötigten immerhin rund 10 Jahre um sich in nennenswerter Menge anzusiedeln. Es ist deshalb davon auszugehen, dass diese Arten nach Störungen eine lange Wiedererholungszeit benötigen, wie auch Untersuchungen zur Autökologie von *Eresus* belegen (BAUMANN 1997). Aus diesem Grund sind vor allem auch Pflegemaßnahmen sehr kritisch einzustufen, die einen monotonen, dichten Graswurzel filz nach sich ziehen.

Inwieweit die Südböschungen noch ein wertvolles Arteninventar beinhalten, lässt sich in Zukunft sehr einfach abschätzen: Es wird solange der Fall sein, wie genügend offene Bereiche mit schütterer Vegetation und unbeschattetem Boden vorhanden sind. Bis heute – nach 20 Jahren ungelenkter Sukzession – gibt es noch keinen Anlass aus Gründen des Arten- und Naturschutzes auf Südböschungen Pflegemaßnahmen durchzuführen.

Danksagung: Wir danken dem Badischen Landesverein für Naturkunde und Naturschutz für die großzügige Unterstützung aus dem Prof.-Friedr.-Kiefer-Fonds, dem „Projekt Angewandte Ökologie“ der LFU und dem Ministerium für den Ländlichen Raum für die Finanzierung.

Schrifttum

- BAUMANN, T. (1997): Habitat selection and distribution power of the spider *Eresus cinnaberinus* (Olivier, 1789) in the porphyry landscape near Halle (Saale). – Proc. 16th Europ. Coll. Arachnol., Siedlce, Polen, 37–45.
- GERSTHEIMER, R. (1992): Stichprobenumfang und Aussagen bei Untersuchungen mit Barberfallen. – Unveröff. Dipl. Arbeit, 69 S., Freiburg.
- HAMPICKE, U. (1991): Naturschutz – Ökonomie. – 342 S., Ulmer, Stuttgart.
- HAKES, W. (1993): Was kommt nach den Halbtrockenrasen? Verh. GFÖ XXII, 211–214, Göttingen.
- KICHLÉ, J. (1992): Die Bedeutung landschaftsökologischer Fragestellungen anhand von Spinnen. In: Arten- und Biotopschutz in der Planung. – Methodische Standards zur Erfassung von Tiergemeinschaften (Hrsg.: J. TRAUTNER). Ökologie in Forschung und Anwendung 5, S. 119–134, Weikersheim.
- KOBEL-LAMPARSKI, A. & LAMPARSKI, F. (1994): Sukzessionsuntersuchungen im Reb Gelände des Kaiserstuhls. Spinnen. – Veröff. PAÖ 8, 197–211, Karlsruhe.
- KOBEL-LAMPARSKI, A. & LAMPARSKI, F. (1995): Sukzessionsuntersuchungen im Reb Gelände des Kaiserstuhls. Detritophage. – Veröff. PAÖ 12, 47–59, Karlsruhe.
- KOBEL-LAMPARSKI, A. & LAMPARSKI, F. (1996 a): Sukzessionsuntersuchungen im Reb Gelände des Kaiserstuhls. Phytophage. – Veröff. PAÖ 16, 379–390, Karlsruhe.
- KOBEL-LAMPARSKI, A. & LAMPARSKI, F. (1996 b): Lackabzüge und Morphologie von Humusprofilen. – Mitt. dt. bodenkdl. Gesell. 80, 229–231, Oldenburg.
- KOBEL-LAMPARSKI, A. & LAMPARSKI, F. (1997): Fluktuation und Sukzession im Reb Gelände des Kaiserstuhls – Konsequenzen für den Naturschutz. – Veröff. PAÖ 22, 69–82, Karlsruhe.
- MAC ARTHUR, R. (1965): Patterns of species diversity. – Biol. Rev. Cambridge Phil. Soc. 40, 510–533, Cambridge.
- MAGURREN, A. E. (1988): Ecological Diversity and its Measurements. – Princeton University Press, 179 p., London.
- MAURER, R. & HÄNGGI, A. (1990): Katalog der schweizerischen Spinnen. – Doc. Faun. Helvet. 12, 412 S., Neuchatel.
- PLATEN, R., BLICK, T., SACHER, P. & MALTEN, A. (1996): Rote Liste der Webspinnen Deutschlands (Arachnida: Araneae). – Arachnologische Mitt. 11, 5–31, Basel.
- STIPPICH, G. (1989): Die Bedeutung von natürlichen und künstlichen Strukturelementen für die Besiedlung des Waldbodens durch Spinnen. – Verh. GFÖ XVII, 293–298, Göttingen.

(Am 17. Februar 2000 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	3	589–598	2000	Freiburg im Breisgau 24. Mai 2000
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Förderung von Ameisen durch den Verzicht auf Bodenbearbeitung im Reb Gelände des Kaiserstuhls

von

ANGELIKA KOBEL-LAMPARSKI & FRANZ LAMPARSKI *

Zusammenfassung: Bei der Erfassung der epigäischen Fauna im Reb Gelände des Kaiserstuhls wurden die Ameisen aus Bodenfallen ausgewertet, sowie eine Kartierung der Nester vorgenommen. Dabei zeigte sich, dass Rebböschungen die artenreichsten Standorte sind und dass konventionell bodenbearbeitete Rebflächen die wenigsten Arten und die geringste Nestdichte aufweisen. Wird auf Bodenbearbeitung verzichtet, d.h. bei Dauerbegrünung der Rebflächen, treten die höchsten Individuenzahlen und sehr hohe Nestdichten auf.

Einleitung

Die stets staatenbildenden Ameisen sind ursprünglich und hauptsächlich carnivor. Sekundär sind sie z.B. zur Blattlauszucht übergegangen oder legen Pilzgärten an. Manche Arten besitzen ein Nest im Boden, andere errichten Hügel aus Erde und pflanzlichem Material, wieder andere bauen ihr Nest in toten oder lebenden Pflanzenteilen wie Ästen oder Baumstubben. Ameisen spielen unter den räuberischen Bodentieren eine dominante Rolle in trockenen, warmen Wäldern, aber auch auf trockenen Wiesen und im Ödland, wo ein Erdbau am anderen liegen kann. Hier besitzen sie durch Bodentransport beim Nestbau sogar bodenbiologische Wirksamkeit (PETAL 1977).

Ameisen galten früher als völlig unbedeutend in Rebflächen. Bei konventioneller Bewirtschaftung wurden die Nester durch die häufige Bodenbearbeitung zerstört, es konnte sich keine eigenständige Ameisenfauna etablieren. Selbst der Nachweis der wenigen Arten, die in Rebflächen ihre Ansprüche noch erfüllt fanden, gelang selten (GÖSSWALD 1932, 53). Die Rebflächen sind zudem, verglichen mit den Bedingungen im Ödland, ungünstiger für Ameisen. Die Beschattung des Bodens durch die Reben erzeugt ein feuchteres, kühleres Mikroklima. Durch die Begrünung der Rebflächen liegt heute eine ganz andere Situation vor.

* Anschriften der Verfasser: Dr. A. Kobel-Lamparski, Institut für Biologie I (Zoologie) der Universität, Hauptstr. 1, D-79104 Freiburg; Prof. Dr. F. Lamparski, Zoologisches Institut und Museum der Universität Greifswald, J.-S.-Bach-Str. 11/12, D-17489 Greifswald

Untersuchungsgebiet und Untersuchungsflächen

Bei dem Untersuchungsgebiet handelt es sich um ein südexponiertes, trockenes, humusarmes Reb Gelände im zentralen Kaiserstuhl (nördlich von Oberbergen im Gewann Bassgeige). 1978 wurde es durch Rebflurbereinigungen in hektargroße Rebterrassen und Großböschungen gegliedert. Die Rebterrassen sind in Parzellen aufgeteilt, welche verschiedenen Winzern gehören. Sie wurden 1979 zur gleichen Zeit mit Reben der gleichen Sorte bepflanzt, sodass sich durch die aneinandergrenzenden gleichalten Flächen, die sich im wesentlichen nur durch ihre Bodenpflege unterscheiden, nahezu optimale Untersuchungsbedingungen ergaben. Zur Auswertung kamen:

- Eine begrünte Rebfläche = **Mulchfläche**. Diese seit ihrem Bestehen naturbegrünte Fläche wird je nach Witterung zwei- bis dreimal pro Jahr ausschließlich mit einem Unterstockmulchgerät bearbeitet, der Grünschnitt bleibt grob zerkleinert liegen.
- Eine bodenbearbeitete Rebfläche = **Fräsfläche**. Sie wird mit einer althergebrachten Methode der Bodenpflege bewirtschaftet, bei der durch Hinpflügen (=Zufahren) der Boden an den Rebstöcken im Frühjahr angehäuft und einige Wochen später wieder weggepflügt wird (=Wegfahren). Dadurch findet die Unkrautbekämpfung rein durch Bodenbewegung und damit verbundener Abdecken der Bodenvegetation statt. Die Rebgänge selbst werden während der Vegetationsperiode zweimal gefräst, die wohl einschneidenste Maßnahme für die Bodenfauna, da hierdurch der Boden gelockert, gemischt und je nach Umdrehungsgeschwindigkeit der Hackmesser gekrümelt bis pulverisiert wird.
- Eine Böschung, die bergseits an die Terrasse anschließt. Nach der Flurbereinigung wurde sie sich selbst überlassen, stellt also Brachland im intensiv genutzten Reb Gelände dar.

Böden: Ausgangsmaterial der Bodenbildung ist Löss. Der Bodentyp der Rebflächen ist ein Rigosol, der auf der Mulchfläche nun nach 15 Jahren Entwicklung in eine Pararendzina übergeht. Die Böschung besitzt in Bereichen mit anstehendem Löss einen Lockersyrosem, auf Lössaufschüttungen treten gering entwickelte Pararendzinen dazu.

Vegetation: Die Vegetation der Böschung setzt sich aus 56 Arten zusammen, es dominieren Kräuter wie z.B. Zypressen-Wolfsmilch, Origano, Feld-Beifuß. Goldaster und Kalkaster treten auf.

Die Begrünung der Mulchfläche erfolgte nicht durch Einsaat, sondern durch die natürlich aufkommenden Pflanzen, was sich an einer hohen Artenzahl (52) zeigt.

Auf der Fräsfläche kann sich eine geschlossene Bodenvegetation nur außerhalb der Bearbeitungszeit ausbilden. Bestandsbildend treten dann Vogelmiere, Persischer Ehrenpreis, Purpurrote Taubnessel und Einjähriges Bingelkraut auf. Insgesamt wurden 34 Arten gefunden.

Methode: Auf allen Untersuchungsflächen waren je 5 Trichterfallen (15 cm Durchmesser, Konservierungsflüssigkeit Äthylenglykol, Leerungsintervalle im Sommer 14-tägig, im Winter monatlich) ein Jahr durchgehend exponiert.

- Im Mai fand zusätzlich eine Kartierung der Nester im Gelände statt.

Grundsätzlich ist darauf hinzuweisen, dass bei Ameisen Ergebnisse, die mit Bodenfallen gewonnen werden, sehr vorsichtig und nicht ohne Berücksichtigung von „Zusatzinformationen“ interpretiert werden müssen (SEIFERT 1990). Andererseits konnten KLIMETZEK (1983) und MÜNCH (1983) eine beinahe vollständige Übereinstimmung des erfassten Artenspektrums beim Vergleich der Methoden „Nestkartierung – Fallenfang“ feststellen. Exakte, quantitative Nestkartierungen haben zudem den Nachteil, dass auch bei sehr vorsichtiger Vorgehensweise der Standort verändert wird, so dass eine unbeeinflusste Untersuchung anderer Tiergruppen kaum mehr möglich ist.

Ergebnisse

Bodenfallenfänge

Im untersuchten Reb Gelände wurden anhand der Bodenfallen 28 Ameisenarten nachgewiesen (Tab. 1), von denen 10 Arten ausschließlich durch Geschlechtstiere vertreten waren. Bei den Waldarten *Lasius plathythorax*, *Leptothorax nylanderi* und *Myrmica ruginodis* ist davon auszugehen, dass sie nicht zur Fauna des Reb Geländes gehören, sondern aus der Umgebung eingeflogen sind.

Hauptgrund dieses Artenreichtums ist das trockene, warme Kaiserstuhl Klima. So sind 61 % der nachgewiesenen Arten thermophil oder bevorzugen trockene, offene Gebiete. Auf der Roten Liste der Bundesrepublik Deutschland (SEIFERT 1998) sind 17 (61 %) der hier nachgewiesenen Ameisenarten aufgeführt. 12 Arten gelten als gefährdet (RL3), 5 sind Arten, die rückläufig sind, aber noch befriedigende Bestände haben (V = Arten der Vorwarnliste). Bemerkenswert ist das regelmäßige Auftreten von *Formica selysi*, einer typischen Pionierart, die sehr schnell an Orten auftaucht, wo durch Erdbewegungen freie Oberflächen geschaffen werden. Ihr natürlicher Lebensraum sind Sand- und Kiesbänke von Flüssen im Alpenraum, die ja oft umgelagert werden (SEIFERT 1997). Das Fundgebiet im Kaiserstuhl scheint an der nördlichen Grenze dieser Art zu liegen.

Tab. 1: Ameisen aus dem Rebgeblände von Oberbergen.

	Rote Liste 2	Häufig- keit 1	Ökologische Einschätzung 1	Bö- schung	Milch- fläche	Fräs- fläche
Ufam. Ponerinae						
<i>Ponera coarctata</i> LATREILLE, 1802	3	zerstreut	OB, OT, WT, termophil	*	*	G
Ufam. Dolichoderinae						
<i>Tapinoma ambiguum</i> EMERY, 1925	3	zerstreut	OT, termophil	*		
<i>Tapinoma erraticum</i> (LATREILLE, 1798)	V	zerstreut	OT, termophil	***		*
Ufam. Formicidae						
<i>Formica cunicularia</i> LATREILLE, 1798		verbreitet	OT, OB, termophil	***	*	**
<i>Formica pratensis</i> RETZIUS, 1783	V	verbreitet	OT, OB, Sozialparasit	*		
<i>Formica rufibarbis</i> FABRICIUS, 1793	V	verbreitet	OT	***	***	***
<i>Formica selysi</i> BONDROIT, 1918	R	lokal	OT, OS	*	**	**
<i>Lasius alienus</i> (FÖRSTER, 1850)		verbreitet	OT, termophil	***		
<i>Lasius distinguendus</i> (EMERY, 1916)	3	lokal	OT, t, Sozialparasit		G	
<i>Lasius flavus</i> (FABRICIUS, 1781)		überall°	O, eurytop	*		
<i>Lasius fuliginosus</i> (LATREILLE, 1798)		überall°	W, OB, Sozialparasit			G
<i>Lasius jensi</i> SEIFERT, 1982	3	lokal	OT, t, Sozialparasit			G
<i>Lasius meridionalis</i> (BONDROIT, 1919)	3	zerstreut	OT, t, Sozialparasit			G
<i>Lasius niger</i> (LINNAEUS, 1758)		überall°	L	***	***	***
<i>Lasius platythorax</i> SEIFERT, 1991		überall°	W, M		G	
<i>Lasius umbratus</i> (NYLANDER, 1846)		überall°	eurytop, Sozialparasit		*	*

Ufsan. Myrmicinae									
<i>Anergates atratus</i> (SCHENCK, 1852)	3	zerstreut		O, W					G
<i>Leptochoax nylanderii</i> (FÖRSTER, 1850)		überall°		W					G
<i>Myrmecina graminicola</i> (LATREILLE, 1802)	3	zerstreut		L				G	G
<i>Myrmica rubra</i> LINNAEUS, 1758		überall°		eurytop				*	G
<i>Myrmica ruginodis</i> NYLANDER, 1846		überall°		W, M, OM				G	G
<i>Myrmica sabuleti</i> MEINERT, 1860	V	überall°		O, termophil	*			**	*
<i>Myrmica scabrinodis</i> NYLANDER, 1846	V	überall°		OM, M				***	
<i>Myrmica schancki</i> EMERY, 1894	3	verbreitet		OT, termophil					G
<i>Myrmica specioides</i> BONDROIT, 1918	3	zerstreut		OT, termophil	***			***	*
<i>Solenopsis fugax</i> (LATREILLE 1798)	3	zerstreut		OT, termophil	*				
<i>Strongylognathus testaceus</i> (SCHENCK, 1852)	3	zerstreut		OT, termophil				*	G
<i>Tetramorium caespitum</i> (LINNAEUS, 1758)		überall°		OT, termophil	***			***	*

Art * vorhanden, ** häufig, *** sehr häufig

G Art ausschließlich durch Geschlechtstiere belegt

° in geeigneten Biotopen

O offene Landschaft
 OB offene Landschaft mit Hecken, Feldgehölzen, Waldsäumen
 OM offene Landschaft, mesophile Biotope
 OS offene Sand und Kiesbänke
 OT offene Landschaft, Trockenbiotope
 M Moore
 L Laubwald
 W Wald und walddähnliche Gehölze
 WT thermophile Wälder

! nach Seifert 1996

? nach Seifert 1998

Struktur der Ameisenfauna in den drei Untersuchungsflächen

Die Böschung ist die artenreichste Fläche. Seifert (1986) fand entsprechende Artenzahlen auf landschaftspflegerisch bewirtschafteten Halbtrockenrasen. Alle 14 nachgewiesenen Arten sind durch Arbeiterinnen vertreten, d.h. ihre Nester befinden sich auf der Böschung. Der mit 12 % relativ hohe Anteil von *Lasius niger* (Abb. 1) sowie das offenbare Fehlen einiger, normalerweise auf Trockenrasen lebenden, kulturflüchtenden Arten (z.B. der Gattung *Plagiolepis*) weist auf Störungen hin. Bei diesen „Störungen“ handelt es sich im vorliegenden Fall um die völlige Neuentstehung der Böschung vor 15 Jahren.

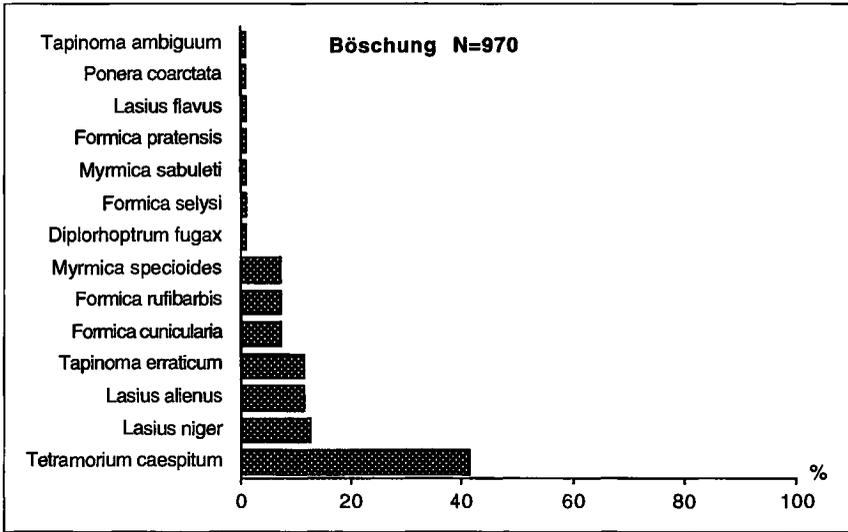


Abb. 1: Dominanzstruktur der Ameisen der Böschung.

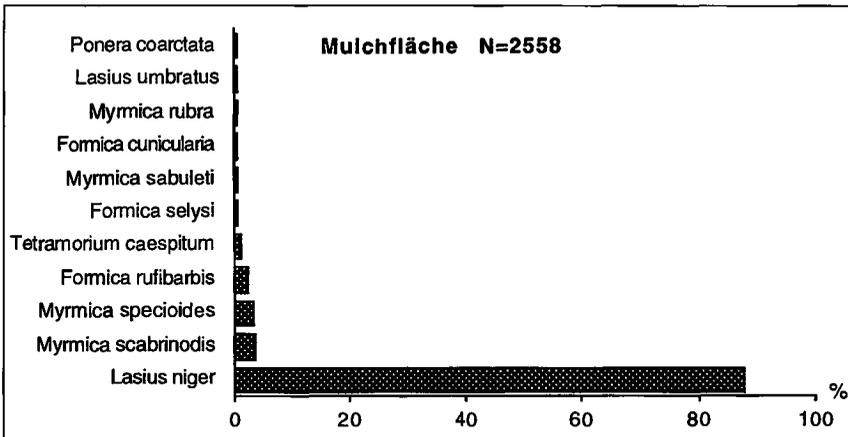


Abb. 2: Dominanzstruktur der Ameisen der Mulchfläche.

Auf der Mulchfläche wurden 11 durch Arbeiterinnen belegte Arten gefangen. Das Verschwinden der kulturflüchtenden, auf der Böschung vorhandenen, typischen Trockenrasenarten *Lasius alienus*, *Tapinoma erraticum* und *Diplorhoptum fugax*, die Eudominanz von *Lasius niger* (etwa 88 %) sowie das Auftauchen von *Myrmica rubra* zeigt die regelmäßigen gärtnerischen bzw. anthropogenen Aktivitäten an. Die Bewirtschaftung durch Mulchen kommt den *Myrmica*-Arten entgegen, die mit immerhin 4 Arten vertreten sind und mit *Myrmica scabrinodis* (3,6 %) und *Myrmica specioides* (3,2 %) die beiden Subdominanten stellen (Abb. 2).

Tab. 2: Fangzahlen aus Bodenfallen (Fangzeit 1 Jahr, 5 Fallen pro Untersuchungsfläche) sowie Strukturparameter der Ameisen (nur Arbeiterinnen, keine Geschlechtstiere).

	Böschung	Mulchfläche	Fräsfläche
<i>Diplorhoptum fugax</i>	10		
<i>Formica cunicularia</i>	70	8	26
<i>Formica pratensis</i>	1		
<i>Formica rufibarbis</i>	70	61	135
<i>Formica selysi</i>	4	16	32
<i>Lasius alienus</i>	110		
<i>Lasius flavus</i>	1		
<i>Lasius niger</i>	120	2244	975
<i>Lasius umbratus</i>		1	2
<i>Myrmica rubra</i>		7	
<i>Myrmica sabuleti</i>	2	15	2
<i>Myrmica scabrinodis</i>		92	
<i>Myrmica specioides</i>	70	83	5
<i>Ponera coarctata</i>	1	1	
<i>Tapinoma ambiguum</i>	1		
<i>Tapinoma erraticum</i>	110		2
<i>Tetramorium caespitum</i>	400	30	18
Summe Fangzahlen	970	2558	1197
Artenzahl	14	11	9
Evenness	0,68	0,25	0,32
Diversität	1,80	0,59	0,71
Dominanzindex	0,23	0,77	0,68

Die Fräsfläche weist nur noch 9 durch Arbeiterinnen belegte Arten auf und ist zweifellos die am stärksten gestörte Fläche. Angesichts der ständigen Bodenbearbeitung ist es bemerkenswert, dass überhaupt noch so viele Ameisen gefangen wurden. Eudominant ist wieder *Lasius niger* mit 81,3 % (Abb. 3). Dominant und rezident sind hier die Serviformica-Arten *Formica rufibarbis* (11,2 %), *Formica selysi* (2,6 %) und *Formica cunicularia* (2,1 %). Wegen der Kahlheit der Bodenoberfläche fehlen die Arten der Gattung *Myrmica* fast völlig.

In bodenbearbeiteten Rebflächen können Ameisennester nur an Stellen mit fehlender Bodenbearbeitung, z.B. direkt am Fuß der Rebstöcke, an Betonfassungen und Wegrändern vorhanden sein. Da aber der Raumwiderstand durch die fehlende Bodenvegetation während der Sommer-

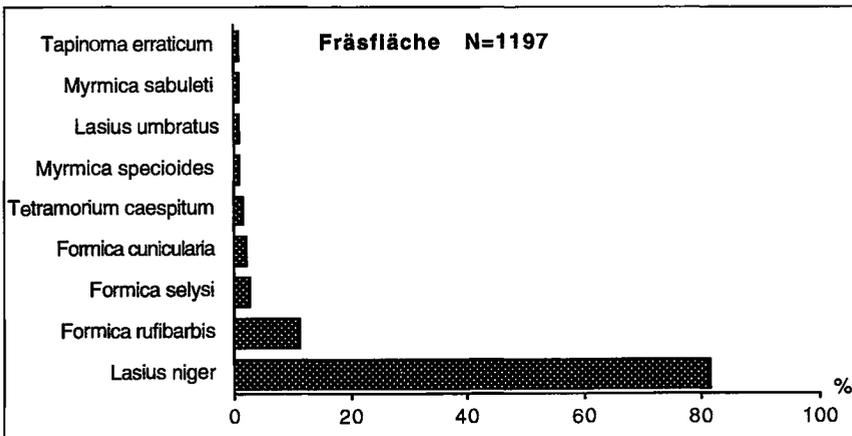


Abb. 3: Dominanzstruktur der Ameisen der Fräsfläche.

monate gering ist, erhöht sich der Aktionsradius der Arbeiterinnen der verstreut liegenden Nester erheblich. Deshalb werden *Lasius niger*, *Formica rufibarbis*, *Formica selysi* und *Formica cunicularia*, die als „epigäische“ Schnellläufer bezeichnet werden können, in relativ zur Nestdichte sehr hohen Zahlen gefangen. Die Gesamtfangzahl aller Ameisen beträgt auf der bodenbearbeiteten Rebfläche immerhin noch 45 % der Fangmenge der Mulchfläche (Tab. 2).

Kartierung der Ameisennester

Zur Überprüfung der Fallenfangergebnisse wurde im Mai in der Mulchfläche und in der bodenbearbeiteten Rebfläche die Nestdichte aufgenommen (aufgrund der großen Erosionsgefährdung der Böschung fand dort keine Nestsuche statt). In beiden Rebflächen wurden je 10 Probestellen mit einer Größe von 3,27 m x 3,06 m = 10 m² abgesteckt. Dieses „krumme“ Maß ergab sich dadurch, dass die Probestellen so gelegt wurden, dass sowohl der Bereich unter und um die Rebstöcke als auch der Rebgang gleichmäßig mit einbezogen wurde. Bevor die Suche und Abgrenzung der Nester vorgenommen wurde, wurde die Bodenvegetation entfernt.

Nester der Art	Mulchfläche	Fräsfläche
<i>Lasius niger</i>	115	12
<i>Tetramorium caespitum</i>	10	kein Nachweis
<i>Myrmica specioides</i>	3	kein Nachweis
<i>Ponera coarctata</i>	3	kein Nachweis
<i>Lasius flavus</i>	2	kein Nachweis
<i>Lasius umbratus</i>	1	kein Nachweis
<i>Strongylognathus testaceus</i>	1	kein Nachweis

Tab. 3: Zahl der Nester pro 100 Quadratmeter.

Konnten in der bodenbearbeiteten Rebfläche ausschließlich Nester des sehr anpassungsfähigen Ubiquisten *Lasius niger* gefunden werden, so erwies sich die Mulchfläche als weitaus artenreicher (Tab. 3). Es wurden sogar Nester von *Lasius flavus* gefunden, einer Art, die zwar in dem ausgewerteten Fallenmaterial vorhanden war, allerdings nur auf der Böschung.

Ein ganz klares Ergebnis zeigt sich bei *Lasius niger*, der eudominanten Art beider Rebflächen auch in den Fallenfängen: 10 mal häufiger sind die Nester dieser Ameise in der Mulchfläche vertreten. Die langlebigen Bodennester mit ihren zahlreichen Zugängen haben hier eine große flächenhafte Ausdehnung. In den untersuchten Probestellen gab es keinen Quadratmeter ohne ein Nest.

Formica-Nester wurden nicht in den Rebflächen gefunden, sondern ausschließlich an den Betonfassungen, die die Rebflächen zu den Landwirtschaftswegen abgrenzen sowie am Fuß der Böschung.

Diskussion

Das Fallenmaterial der drei Untersuchungsflächen enthält mit 28 Ameisenarten eine vergleichsweise hohe Artenzahl (zum Vergleich siehe BUSCHINGER 1975). Ebenfalls mit Bodenfallen wurden von FRÜND (1983) 14 Arten in fränkischen Weinbergsgebieten, von WALCH (1991) 17 Arten in Weinbaugebieten bei Fleins und Heilbronn gefangen. In beiden Fällen wurden unterschiedlichste Standorte – Böschungen, Weinbergsbrachen, Obstwiesen und auch trockene Laubwälder – mit einbezogen, wohingegen die drei unmittelbar nebeneinanderliegenden Untersuchungsflächen im Kaiserstuhl relativ homogen sind. Eigene Untersuchungen am Isteiner Klotz, der klimatisch dem Kaiserstuhl vergleichbar ist, ergaben für ein Mosaik von verschiedenen Waldtypen und Trockenrasen 28 Arten (KLIMETZEK & KOBEL-LAMPARSKI 1990).

In dem terrassierten Rebgebiet sind es besonders die südexponierten Rebböschungen, die als warme, trockene, offene Lebensräume für Ameisen in Frage kommen, was die hohe Artenzahl belegt. Höhere Fangzahlen treten dagegen auf den Rebflächen auf, wobei Düngung und dadurch bedingte höhere Primärproduktion als Ursache zu sehen sind.

Sehr deutlich wird das Auftreten der Ameisen durch die Bodenpflege beeinflusst. Der Verzicht auf Bodenbearbeitung führt zu höheren Artenzahlen, stark ansteigenden Fangzahlen und zu einer höheren Nestdichte. Eine sehr sichere, gut belegte Zahl ist dabei die Nestdichte von *Lasius niger*. Die Funde der anderen Arten in der Mulchfläche sind seltener und weniger regelmäßig. Ameisen, die als Sozialparasiten in Nestern anderer Arten leben (z.B. *Anergates atratulus* und *Strongylognathus testaceus* bei *Tetramorium caespitum*), können nur eindeutig durch Aufbrechen der Wirtsnester belegt werden. Eine Nachsuche, die speziell auf die Lebensweise dieser Arten ausgerichtet ist, wurde nicht gemacht. Die dazu nötigen sehr umfangreichen Grabungen in den von Privatwinzern betriebenen Rebflächen wurden vermieden.

Es sind mehrere Gründe, welche zusammenwirken und die begrünt vor den bodenbearbeiteten Rebflächen als die besseren Ameisenstandorte auszeichnen:

- Durch den Wegfall der Bodenbearbeitung wird die Störung bzw. Zerstörung der Ameisennester reduziert.
- Durch die ganzjährig vorhandene, artenreiche Krautschicht in begrünter Rebfläche wird eine zusätzliche Ebene der Primärproduktion eingezogen. Diese bildet zugleich die Basis für eine sehr individuen- und artenreiche Tiergemeinschaft mit vielfältigen Nahrungsmöglichkeiten. Außer bei den Ameisen zeigt sich dies auch bei allen anderen untersuchten Tiergruppen und zwar sowohl für Zoophage als auch für Phytophage und Detritophage (KOBEL-LAMPARSKI & LAMPARSKI 1994).
- Die Porenkontinuität auf der Mulchfläche ist deutlich besser als auf der Fräsfläche. Die hohe Zahl der Regenwurm- und Wurzelröhren dienen als Leitbahnen für Regenwasser, Niederschläge werden rasch von der Bodenoberfläche abgeleitet (KOBEL-LAMPARSKI & LAMPARSKI 1994). Gleichsinnig wirkt der Wasserentzug durch die Krautschicht. Beide Effekte wirken zusammen und führen zu einer trockenen „ameisengünstigen“ Bodenoberfläche, während sie auf der Fräsfläche wechselfeucht bis wechselfeuch ist.

Eine wichtige Folge des Mulchens für den Naturhaushalt des Rebgebietes ist es, dass die Lebensbedingungen der Böschungen z.T. nun auch auf den Rebflächen auftreten, sodass der Lebensraum Böschung über die Mulchflächen in die Rebflächen erweitert wird. Dadurch gehen Brachland und Intensivkultur fließend ineinander über.

Für die Weinbaupraxis ergeben sich bei der Zunahme der Ameisen zwei Gesichtspunkte: Ameisen können als unspezifische Räuber bei der Schädlingskontrolle wirksam werden. Sie könnten aber als Züchter und Überträger von Blatt- und besonders von Wurzelläusen auch eine gewisse Gefahr in sich bergen. Allerdings sind durch Kreuzung und Pfropfung auf amerikanische Unterlagen die heutigen Rebsorten kaum anfällig gegen die Reblaus.

Danksagung: Für die Einführung und die große Hilfe bei der Determination der Ameisen ebenso wie bei der Kartierung der Nester und für seine Diskussionsbereitschaft möchten wir Herrn Dr. Seifert (Staatl. Museum für Naturkunde Görlitz) sehr herzlich danken. Dank gilt auch den Winzern von Oberbergen, die uns die Untersuchung auf ihren Rebflächen erst ermöglichten.

Die dargestellten Ergebnisse sind Teil des Forschungsprojektes „Einfluss von Grünmulchung auf Bodenfauna, Bodenstruktur und Stickstoffhaushalt in Rebflächen“, gefördert vom Ministerium für Ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Baden-Württemberg.

Schrifttum

- BUSCHINGER, A. (1975): Die Ameisen des Bausenberges, der nördlichen Eifel und Voreifel (Hym., Formicidae) mit einer quantitativen Auswertung von Fallenfängen. – Beitr. Landespf. Rhld.-Pfalz, Beih. 4, 251–273.
- FRÜND, H.-C. (1983): Untersuchungen der Insekten- und Spinnenfauna in den Weinbergen Frankens – Freilanduntersuchungen. – Schlussbericht Bayr. Landesamt f. Umweltschutz, 30 S.
- GÖSSWALD, K. (1932): Ökologische Studien über die Ameisenfauna des mittleren Maingebietes. – Z. wiss. Zool. 142, 1–156.
- GÖSSWALD, K. (1951): Zur Ameisenfauna des mittleren Maingebietes mit Bemerkungen über Veränderungen seit 25 Jahren. – Zool. Jb. Syst. 80, 507–532.
- KOBEL-LAMPARSKI, A. & LAMPARSKI, F. (1994): Einfluss von Dauerbegrünung auf Bodenfauna und Bodenstruktur in Rebflächen des Kaiserstuhls. – X. Kolloquium des Intern. AK Begrünung im Weinbau, Krems/D., 187–210.
- KLIMETZEK, D. (1983): Die Verbreitung der Ameisen im Mindelsee-Gebiet. – Natur- und Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ. 11, 661–669.
- KLIMETZEK, D. & KOBEL-LAMPARSKI, A. (1990): Die Ameisenfauna des Naturschutzgebietes „Isteiner Klotz“. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F. 15, 145–158.
- MÜNCH, W. (1984): Die Ameisen der Tübinger Neuhalde, eine faunistisch-ökologische Bestandsaufnahme der Nestdichten. – Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 57/58, 305–324.
- PETAL, J. (1977): The role of ants in ecosystems. Reprinted from Brian Production Ecology of Ants and Termites. – Internat. Biol. Programm 13, 293–328.
- SEIFERT, B. (1986): Vergleichende Untersuchungen zur Habitatwahl von Ameisen im mittleren und südlichen Teil der DDR. – Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz 66/5, 124 S.
- SEIFERT, B. (1990): Wie wissenschaftlich wertlose Fangzahlen entstehen - Auswirkungen artspezifischen Verhaltens von Ameisen an Barberfallen direkt beobachtet. – Ent. Nachr. Ber. 34/1, 21–27.
- SEIFERT, B. (1996): Ameisen: Beobachten, Bestimmen. – Naturbuch-Verlag, Augsburg, 351 S.
- SEIFERT, B. (1998): Rote Liste der Ameisen. – In: Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands (Hrsg.: M. Binot, R. Bless, P. Boye, H. Gruttke & P. Pretscher), Schriftenf. für Landschaftspflege u. Naturschutz H. 55, 130–133.
- WALCH, H. (1991): Faunistisch-ökologische Untersuchungen in flurbereinigten Weinbergen im mittleren Neckarraum. Einfluss verschiedener Bewirtschaftungsmaßnahmen. – Diss. Univ. Hohenheim, 235 S.

(Am 13. April 2000 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	3	599–607	2000	Freiburg im Breisgau 24. Mai 2000
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Raupenfliegen (Diptera: Tachinidae) vom Flugplatz Söllingen bei Baden-Baden

von

HANS-PETER TSCHORSNIG & DIETER DOCZKAL *

Zusammenfassung: 128 Arten Raupenfliegen (Diptera: Tachinidae) wurden 1997 mit zwei Malaisefallen auf dem Gelände des Flughafens Söllingen gesammelt. Vier Arten (*Phebellia glauca*, *Erynnia ocypterata*, *Athrycia impressa* und *Phyllomya procerata*) sind Erstinnefindungen für Baden-Württemberg.

Summary: 128 species of tachinids (Diptera: Tachinidae) have been collected from the area of Söllingen Airbase in two Malaise traps during the year 1997. Four species (*Phebellia glauca*, *Erynnia ocypterata*, *Athrycia impressa* and *Phyllomya procerata*) are recorded for the first time for Baden-Württemberg.

1. Einleitung

Der Flugplatz Söllingen ist durch gezielte Erfassung mehrerer Insektengruppen für einen außergewöhnlichen Artenreichtum mit zahlreichen faunistischen Besonderheiten bekannt. So ist er für die Stechimmen (Hymenoptera: Aculeata) das artenreichste Gebiet in Baden-Württemberg überhaupt, mit einem beispiellosen Reichtum heute gefährdeter Arten. Um auch Daten weiterer, sonst vernachlässigter Insektengruppen aus dem von der teilweisen Zerstörung bedrohten Gebiet zu erhalten, wurden 1997 zwei Malaisefallen betrieben. Der vorliegende Beitrag behandelt daraus die große Dipteren-Familie Tachinidae (Raupenfliegen).

Fast 500 Arten Raupenfliegen sind bisher aus Deutschland bekannt (TSCHORSNIG & ZIEGLER 1999). Alle Arten leben als Larven als Parasitoide von anderen Insekten (überwiegend Schmetterlingsraupen, Blattwespenlarven, Käferlarven, aber auch erwachsenen Käfern, Heuschrecken und Wanzen), selten auch als Parasitoide von anderen Arthropoden (Hundertfüßer). Soweit land- und forstwirtschaftliche Schädlinge die Wirte darstellen, sind die Raupenfliegen als deren natürliche Gegenspieler als „nützlich“ zu bezeichnen.

Tachinidae werden wegen ihrer Unscheinbarkeit und ihrer schwierigen Bestimmung selten gesammelt. Daher stellt jede systematische Aufsammlung einen wichtigen Baustein dar, um zur Kenntnis der Lebensweise dieser interessanten Insekten beizutragen. Der Fundort Söllingen ist von besonderem Interesse, denn er schließt eine Lücke in den Verbreitungsangaben zwischen der südlichen

* Anschriften der Verfasser: Dr. H.-P. TSCHORSNIG, Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Rosenstein 1, D-70191 Stuttgart; D. Doczkal, Hansjakobstr. 7, D-76316 Malsch

(Tschorsnig 1983, 1988, 1994, Tschorsnig & Herting im Druck) und der nördlichen Oberrheinebene (Tschorsnig & Herting 1994b, Tschorsnig & Brechtel 1999).

Eine Bestimmungstabelle für die Arten Mitteleuropas sowie deren wichtigste Daten zur Verbreitung und Lebensweise finden sich bei Tschorsnig & Herting (1994a). Für die Bestimmung der Siphonini sollte Andersen (1996) benutzt werden. Das Wichtigste über die Entwicklung der Raupenfliegen findet sich bei Herting (1960).

2. Untersuchungsgebiet

Der Flugplatz Söllingen liegt in der Oberrheinebene rund 10 km westlich von Baden-Baden (Messtischblatt 7214). Die Höhe über NN beträgt etwa 120 Meter. Naturräumlich stellt das Gelände das südliche Ende der Hardtebene dar. Das Gebiet ist geprägt von überwiegend sandigen, teils auch sandig-lehmigen Böden; in wenigen Hundert Meter Entfernung liegt ein bewaldeter Dünenzug. Das Lokalklima ist trocken-warm mit einer durchschnittlichen Jahrestemperatur von etwa 9,5–10 °C und weniger als 800 mm Jahresniederschlag (Fischer 1967).

Das weitläufige, rund sieben km² große Areal – davon etwa 150 ha Forstbetriebsfläche – wurde bis 1993 als Militärflughafen der Kanadischen Streitkräfte genutzt. Heute ist es im Besitz der Baden Air Park GmbH, die die zivile Nutzung des Flughafens betreibt und sich um Gewerbeansiedlung auf den östlich des Flughafens gelegenen Freiflächen bemüht.

Über die Hälfte des Geländes trägt eine Vegetation, die die Kriterien nach § 24a NatSchG erfüllt (aber aus formal-rechtlichen Gründen nicht als § 24a-Flächen anerkannt ist). Vorherrschend sind verschiedene, oft pflanzensoziologisch schwer einzuordnende Bestände, die als Sandrasen, Borstgrasrasen oder nicht näher bezeichnetes mageres Grünland zu klassifizieren sind. Hinzu kommen „Heiden“ mit Heidekraut- und Besenginsterbeständen, teilweise mit Pioniergehölzen (vor allem Birken) durchsetzt. Während die Flächen um die Startbahn wenig strukturiert sind, sind sie östlich davon durch ein Mosaik aus Wald oder Baumgruppen mit offenen, mehr oder weniger rasenartigen Biotopen und anderen Lebensräumen wie Ruderalfluren, Brombeer- und Besenginstergestrüpp, Adlerfarnfluren, etc. geprägt. Insbesondere in den Übergangsbereichen Wald/Offenland wechseln die einzelnen Elemente oft auf engem Raum und verleihen diesen Flächen eine in der heutigen Kulturlandschaft sonst kaum noch anzutreffende Strukturvielfalt. Leider sind gerade diese Flächen zum überwiegenden Teil für die Gewerbeansiedlung vorgesehen. Für den Naturschutz stellt dies einen schweren Verlust dar. Gebiete vergleichbarer Qualität und Größe gibt es in Baden-Württemberg sonst nicht mehr.

3. Material und Methode

Die Untersuchung basiert auf den Fängen von zwei Malaisefallen (Modell Townes), die von D. Doczkal von Ende Mai bis Mitte Oktober 1997 aufgestellt und betreut wurden. Die Raupenfliegen wurden von H.-P. Tschorsnig aus dem Alkoholmaterial herausgesucht und bestimmt.

Die beiden Malaisefallen wurden randständig an nach Süden offenen Kontaktzonen von Gehölzbeständen mit Sandrasenkomplexen positioniert. Als Standorte der Fallen wurden zwei sogenannte „Dispersals“ ausgewählt. Dabei handelt es sich

um kreisförmig angeordnete Flugzeugbunker (Shelter) mit dazugehörigen Rollbahnen, deren Zwischenräume aus Sicherheitsgründen durch häufiges Mähen kurzrasig gehalten worden waren. Diese Flächen zeigen auch mehrere Jahre nach Nutzungsaufgabe keine tiefgreifende Sukzession. Durch ihre inselartige Anlage, geschützt durch umgebenden Wald bzw. Gehölzstreifen, sind vor allem die nach Süden exponierten Ränder der Dispersals ausgesprochen xerotherm.

Die Standorte der beiden Fallen (A und B in Tab. 1) unterscheiden sich wie folgt:

Falle A (geographische Koordinaten: 8°05'21"O, 48°46'41"N) wurde an einer etwas vorspringenden Eiche am Rand eines von Kiefern dominierten, mit Eichen und Rotbuchen durchsetzten Waldstreifens aufgestellt, dem teilweise eine Adlerfarnflur vorgelagert ist. Daran angrenzend befindet sich ein sehr lückiger Rasen, der teilweise als Sandrasen zu klassifizieren ist.

Falle B (8°04'49"O, 48°45'59"N) stand am Rande einer gepflanzten Schonung aus Kiefern und Roteichen mit vorgelagertem *Calluna*-Bestand, einem Besenginsterstreifen und ruderalem, sehr niederwüchsigem Sandrasen.

Die weitere Umgebung beider Fallen ist durch eine hohe Strukturdiversität gekennzeichnet. Der Abstand der beiden Fallen voneinander betrug 1.450 m.

Die Leerung der Malaisefallen erfolgte in den folgenden Zeiträumen (Abkürzungen L1–L9 wie in Tab. 1): L1: 27.V.–7.VI.; L2: 7.VI.–19.VI.; L3: 19.VI.–2.VII.; L4: 2.–12.VII.; L5: 12.–28.VII.; L6: 28.VII.–13.VIII.; L7: 13.–23.VIII.; L8: 23.VIII.–20.IX.; L9: 20.IX.–18.X.

Durch technischen Ausfall bedingt fehlt das Material der Falle A für die Leerungsperiode L2 (7.VI.–19.VI.). Auch das Material der Falle B ist für die Periode L9 (20.IX.–18.X.) nicht mehr ganz vollständig vorhanden.

Die Raupenfliegen befinden sich in der Alkoholsammlung des Staatlichen Museums für Naturkunde Stuttgart; einige Exemplare werden getrocknet aufbewahrt.

4. Ergebnisse

Insgesamt konnten im Untersuchungsgebiet 128 Arten Raupenfliegen in 4.268 Exemplaren nachgewiesen werden (siehe Tab. 1). Vier Arten (*Phebellia glauca*, *Erynnia ocypterata*, *Athrycia impressa* und *Phyllomya procera*) sind Erstnachweise für Baden-Württemberg. 84 Weibchen der *Meigenia mutabilis*-Gruppe sind in der Tabelle nicht enthalten, da sie nicht sicher einer der Arten *mutabilis*, *dorsalis* oder *uncinata* zugeordnet werden können.

Die Anordnung der Arten in Tab. 1 folgt HERTING & DELY-DRASKOVITS (1993). Die Nomenklatur weicht teilweise etwas ab, vor allem aufgrund von ANDERSEN (1988, 1996), SHIMA (1996) und TSCHORSNIG & RICHTER (1998). *Siphona geniculata* ist im herkömmlichen Sinn zu verstehen (HERTING, TSCHORSNIG & O'HARA 1999).

5. Diskussion

5.1 Allgemeines

Die Nummer in Klammern entspricht der laufenden Nummer in Tabelle 1.

Die zehn häufigsten Arten repräsentieren 65 % des Materials. Es handelt sich um kleine Fliegen, die im wärmeren Mitteleuropa fast überall häufig in Malaise-

Tab. 1: Anzahl der für jede Art nachgewiesenen Individuen. Anordnung der Arten nach HERTING & DELY-DRASKOVITS (1993). Erläuterung der Leerungsperiode L1-L9 und der Standorte A und B im Kapitel 3 (Material und Methode).

Nr.	Art	Leerungsperiode									Standort				Alle
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	A	B	♂	♀	
1	<i>Exorista grandis</i> (Zetterstedt, 1844)	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	4	1	3	4
2	<i>Exorista mimula</i> (Meigen, 1824)	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	1	1	1	2
3	<i>Exorista rustica</i> (Fallén, 1810)	22	-	3	1	16	36	3	2	-	41	42	26	57	83
4	<i>Chetogena obliquata</i> (Fallén, 1810)	5	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	4	1	5
5	<i>Phorocera assimilis</i> (Fallén, 1810)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1
6	<i>Phorinia aurifrons</i> Robineau-Desvoidy, 1830	2	-	-	-	1	-	-	-	-	2	1	-	3	3
7	<i>Bessa parallela</i> (Meigen, 1824)	1	-	-	1	1	-	-	-	-	2	1	-	3	3
8	<i>Bessa selecta</i> (Meigen, 1824)	13	-	-	-	-	-	-	-	-	13	-	-	13	13
9	<i>Meigenia dorsalis</i> (Meigen, 1824)	-	-	-	5	1	-	7	1	-	6	8	14	-	14
10	<i>Meigenia mutabilis</i> (Fallén, 1810)	1	-	-	1	2	17	4	1	-	23	3	26	-	26
11	<i>Meigenia uncinata</i> Mesnil, 1967	-	-	2	3	5	3	-	-	1	2	12	14	-	14
12	<i>Zaira cinerea</i> (Fallén, 1810)	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-	-	1	2
13	<i>Gastrolepta anthracina</i> (Meigen, 1826)	3	6	-	1	49	39	2	2	-	65	37	12	90	102
14	<i>Medina collaris</i> (Fallén, 1820)	-	2	2	3	1	4	4	-	-	-	16	1	15	16
15	<i>Medina melania</i> (Meigen, 1824)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1
16	<i>Medina separata</i> (Meigen, 1824)	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	-	2	-	2
17	<i>Istocheta longicornis</i> (Fallén, 1810)	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	1	1	1	2
18	<i>Admontia blanda</i> (Fallén, 1820)	-	-	4	5	3	2	-	3	-	17	-	1	16	17
19	<i>Admontia maculiquama</i> (Zetterstedt, 1859)	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	2
20	<i>Paracraspedothrix montivaga</i> Villeneuve, 1919	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	1	1	1	2
21	<i>Ligerita angusticornis</i> (Loew, 1847)	1	-	-	-	-	7	-	-	1	5	4	3	6	9
22	<i>Blondelia nigripes</i> (Fallén, 1810)	2	-	2	-	3	4	5	8	8	6	26	4	28	32
23	<i>Compstilura concinnata</i> (Meigen, 1824)	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	1	-	2	2
24	<i>Vibrissina debilitata</i> (Pandellé, 1896)	2	-	6	2	1	-	-	-	-	11	-	5	6	11
25	<i>Acemya rufitibia</i> (von Roser, 1840)	5	5	5	2	-	-	-	-	-	11	6	-	17	17
26	<i>Ethilla aemula</i> (Meigen, 1824)	-	-	-	1	2	4	-	1	-	-	8	-	8	8
27	<i>Paratrypha barbatula</i> (Rondani, 1859)	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	2	-	2	2
28	<i>Smiditia anoena</i> (Meigen, 1824)	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2	2
29	<i>Aplomya confinis</i> (Fallén, 1820)	1	-	1	1	6	11	13	23	26	67	15	31	51	82
30	<i>Phebellia glauca</i> (Meigen, 1824)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1
31	<i>Phebellia nigripalpis</i> (Robineau-Desvoidy, 1847)	4	-	1	-	1	1	1	-	-	5	3	-	8	8
32	<i>Epicampocera succincta</i> (Meigen, 1824)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	1
33	<i>Phryxe nemea</i> (Meigen, 1824)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	2	-	2	2
34	<i>Phryxe vulgaris</i> (Fallén, 1810)	-	-	2	-	1	-	-	1	-	1	3	1	3	4
35	<i>Bactronyia aurulenta</i> (Meigen, 1824)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1
36	<i>Lydella grisescens</i> Robineau-Desvoidy, 1830	-	-	-	1	2	-	-	-	-	1	2	-	3	3
37	<i>Lydella stabulans</i> (Meigen, 1824)	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1
38	<i>Drina lota</i> (Meigen, 1824)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1
39	<i>Drina vicina</i> (Zetterstedt, 1849)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1
40	<i>Carcella bombylans</i> Robineau-Desvoidy, 1830	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	1
41	<i>Carcella tibialis</i> (Robineau-Desvoidy, 1863)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1
42	<i>Theocarcella acutangulata</i> (Macquart, 1850)	1	-	-	-	-	2	-	-	-	1	2	-	3	3
43	<i>Platymya fimbriata</i> (Meigen, 1824)	11	3	5	11	7	5	2	3	-	27	20	6	41	47
44	<i>Myxexoristops bonsdorffi</i> (Zetterstedt, 1859)	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1
45	<i>Myxexoristops stolidus</i> (Stein, 1924)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1
46	<i>Pales processioneae</i> (Ratzeburg, 1840)	1	-	-	1	1	2	-	-	-	3	2	2	3	5
47	<i>Pales pavida</i> (Meigen, 1824)	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	1	1	2
48	<i>Allophorocera ferruginea</i> (Meigen, 1824)	4	-	1	6	-	-	-	-	-	11	-	10	1	11
49	<i>Ocytato pallipes</i> (Fallén, 1820)	74	6	23	23	21	18	7	18	11	169	32	189	12	201
50	<i>Erythroceras nigripes</i> (Robineau-Desvoidy, 1830)	7	-	-	-	-	20	16	7	-	34	16	16	34	50
51	<i>Eurysthaea scutellaris</i> (Robineau-Desvoidy, 1848)	-	-	-	1	3	-	-	1	-	1	4	-	5	5
52	<i>Erynnia ocypterata</i> (Fallén, 1810)	-	2	2	3	8	6	6	5	-	28	4	10	22	32
53	<i>Sturmia bella</i> (Meigen, 1824)	-	-	-	-	-	1	1	1	-	3	-	3	3	3
54	<i>Blepharipa schineri</i> (Mesnil, 1939)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1
55	<i>Masicera silvatica</i> (Fallén, 1810)	-	-	-	1	4	4	-	-	-	6	3	-	9	9
56	<i>Tachina grossa</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4	-	4	4	4
57	<i>Tachina fera</i> (Linnaeus, 1761)	-	-	-	-	-	-	-	1	3	2	2	-	4	4
58	<i>Nowickia ferox</i> (Panzer, 1809)	-	1	3	-	3	-	-	1	-	1	7	5	3	8
59	<i>Linnaemya vulpina</i> (Fallén, 1810)	-	-	3	8	43	38	6	2	1	2	99	93	8	101
60	<i>Linnaemya tessellans</i> (Robineau-Desvoidy, 1830)	-	-	-	-	-	3	2	-	-	4	1	-	5	5
61	<i>Lydina aenea</i> (Meigen, 1824)	1	-	-	1	2	15	11	8	1	23	16	2	37	39
62	<i>Loewia submetallica</i> (Macquart, 1855)	1	2	15	17	6	3	-	-	-	17	27	3	41	44
63	<i>Eloceria deleta</i> (Meigen, 1824)	-	1	12	7	9	6	-	-	1	16	20	12	24	36
64	<i>Macquartia grisea</i> (Fallén, 1810)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1
65	<i>Macquartia pubiceps</i> (Zetterstedt, 1845)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	1

Nr.	Art	Leerungsperiode									Standort			Alle	
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	σ	♀	♀♀		
66	<i>Macquartia tenebricosa</i> (Meigen, 1824)	6	1	-	-	-	-	-	-	-	4	3	2	5	7
67	<i>Macquartia tessellum</i> (Meigen, 1824)	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	1	2	-	2
68	<i>Triarthria setipennis</i> (Fallén, 1810)	142	47	33	44	209	25	-	1	-	225	276	286	215	501
69	<i>Phytomyptera minutissima</i> (Zetterstedt, 1844)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1
70	<i>Phytomyptera vaccinii</i> Sintenis, 1897	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
71	<i>Ceromya bicolor</i> (Meigen, 1824)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1
72	<i>Ceromya silacea</i> (Meigen, 1824)	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1	1	1	2
73	<i>Actia crassicornis</i> (Meigen, 1824) (var. <i>dubitata</i>)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1
74	<i>Actia lamia</i> (Meigen, 1838)	6	6	49	82	29	11	11	9	-	128	75	130	73	203
75	<i>Actia pilipennis</i> (Fallén, 1810)	-	-	1	-	-	1	-	-	-	2	-	-	2	2
76	<i>Peribaea apicalis</i> Robineau-Desvoidy, 1863	-	-	4	7	3	-	1	-	-	-	15	14	1	15
77	<i>Peribaea setinervis</i> (Thomson, 1869)	2	-	1	1	-	-	-	-	-	3	1	2	2	4
78	<i>Peribaea tibialis</i> (Robineau-Desvoidy, 1851)	93	34	26	46	48	104	85	95	52	374	209	428	155	583
79	<i>Aphantorhaphopsis samarensis</i> (Villeneuve, 1921)	2	-	2	-	-	1	-	-	-	5	-	1	4	5
80	<i>Ceranthia abdominalis</i> (Robineau-Desvoidy, 1830)	1	-	-	-	-	1	1	-	-	1	2	1	2	3
81	<i>Siphona flavifrons</i> Staeger, 1849	-	-	-	-	-	2	3	-	-	4	1	2	3	5
82	<i>Siphona geniculata</i> (DeGeer, 1776)	1	1	4	3	4	3	2	1	3	14	8	14	8	22
83	<i>Siphona hokkaidensis</i> Mesnil, 1957	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	1
84	<i>Siphona paludosa</i> Mesnil, 1960	-	-	1	3	2	2	6	11	1	18	8	15	11	26
85	<i>Siphona paucisetata</i> Rondani, 1865	15	5	18	9	9	32	14	28	9	108	31	84	55	139
86	<i>Siphona rossica</i> Mesnil, 1961	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	1
87	<i>Bithia spreta</i> (Meigen, 1824)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	1	1
88	<i>Dinera ferina</i> (Fallén, 1817)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	1
89	<i>Estheria petiolata</i> (Bonsdorff, 1866)	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	1	1	2
90	<i>Dexia rustica</i> (Fabricius, 1775)	2	2	-	-	1	2	2	-	-	-	9	1	8	9
91	<i>Dexia vacua</i> (Fallén, 1817)	1	-	8	3	1	-	4	11	-	28	-	15	13	28
92	<i>Zeuxia cinerea</i> Meigen, 1826	2	-	-	-	1	-	-	-	-	2	1	-	3	3
93	<i>Eriothrix rufomaculatus</i> (Degeer, 1776)	-	-	-	1	9	14	8	5	-	32	5	12	25	37
94	<i>Campylocheta inepta</i> (Meigen, 1824)	17	20	11	13	3	-	1	-	-	-	65	15	50	65
95	<i>Ramonda prunaria</i> (Rondani, 1861)	135	57	109	43	48	31	10	38	31	289	213	402	100	502
96	<i>Wagneria costata</i> (Fallén, 1815)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1
97	<i>Athyrcia curvinervis</i> (Zetterstedt, 1844)	-	-	-	2	-	1	-	-	-	3	-	3	-	3
98	<i>Athyrcia impressa</i> (Wulp, 1869)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1
99	<i>Voria ruralis</i> (Fallén, 1810)	-	-	-	-	-	1	1	-	-	5	2	5	-	7
100	<i>Cyrtophleba ruficola</i> (Meigen, 1824)	4	1	1	1	1	1	-	-	-	1	8	3	6	9
101	<i>Phyllomya procera</i> (Meigen, 1824)	1	-	-	3	-	-	1	-	-	5	-	5	-	5
102	<i>Rondania fasciata</i> (Macquart, 1834)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1
103	<i>Microsoma exiguum</i> (Meigen, 1824)	10	4	39	78	56	27	10	6	-	92	138	8	222	230
104	<i>Eliozeta pellucens</i> (Fallén, 1820)	1	-	-	1	-	1	-	-	-	1	2	1	2	3
105	<i>Ectophasia crassipennis</i> (Fabricius, 1794)	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	4	-	4	4
106	<i>Subclytia rotundiventris</i> (Fallén, 1820)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	1
107	<i>Gymnosoma costatum</i> (Panzer, 1800)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	1
108	<i>Gymnosoma nitens</i> Meigen, 1824	47	-	4	73	19	9	6	-	-	157	1	72	86	158
109	<i>Gymnosoma nudifrons</i> Hering, 1966	3	-	-	7	7	1	-	1	-	3	16	6	13	19
110	<i>Gymnosoma rotundatum</i> (Linnaeus, 1758)	2	-	1	9	14	5	-	-	-	12	19	8	23	31
111	<i>Cistogaster globosa</i> (Fabricius, 1775)	-	1	1	4	2	9	1	-	-	1	17	4	14	18
112	<i>Phasia aurigera</i> (Egger, 1860)	1	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	2	-	2
113	<i>Phasia barbifrons</i> (Girschner, 1887)	1	-	3	-	5	7	4	25	61	87	19	48	58	106
114	<i>Phasia obesa</i> (Fabricius, 1798)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	1
115	<i>Phasia pusilla</i> Meigen, 1824	-	-	-	-	5	3	1	1	-	1	9	8	2	10
116	<i>Catharosia pygmaea</i> (Fallén, 1815)	-	-	-	-	-	1	-	2	1	3	1	4	-	4
117	<i>Leucostoma anthracinum</i> (Meigen, 1824)	1	-	-	-	-	5	-	-	-	3	3	4	2	6
118	<i>Leucostoma simplex</i> (Fallén, 1815)	34	60	20	9	-	3	-	2	1	30	99	91	38	129
119	<i>Clatrivilla biguttata</i> (Meigen, 1824)	-	-	-	1	-	1	-	1	-	-	3	-	3	3
120	<i>Labigastera paucisetata</i> (Rondani, 1861)	-	1	-	4	2	-	-	1	-	-	8	1	7	8
121	<i>Cinochira aura</i> Zetterstedt, 1845	-	-	1	3	-	-	-	-	-	3	1	1	3	4
122	<i>Cylindromyia bicolor</i> (Olivier, 1812)	-	-	4	-	3	3	2	1	-	6	7	8	5	13
123	<i>Cylindromyia pilipes</i> (Loew, 1844)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	1
124	<i>Cylindromyia auriceps</i> (Meigen, 1838)	-	-	2	8	15	3	2	-	-	3	27	16	14	30
125	<i>Cylindromyia interrupta</i> (Meigen, 1824)	-	-	2	1	-	1	1	-	-	1	4	-	5	5
126	<i>Hemyda obscuripennis</i> (Meigen, 1824)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1
127	<i>Hemyda vittata</i> (Meigen, 1824)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1
128	<i>Phania funesta</i> (Meigen, 1824)	10	13	7	13	14	18	1	1	-	29	48	5	72	77

fallen-Fängen vertreten sind: (78) *Peribaea tibialis*, (68) *Triarthria setipennis*, (103) *Microsoma exiguum*, (74) *Actia lamia*, (49) *Ocytata pallipes*, (85) *Siphona pauciseta* und (118) *Leucostoma simplex*. Gegenüber „normalen“ Fängen überdurchschnittlich stark vertreten sind der nicht spezialisierte Noctuiden-Parasitoid (95) *Ramonda prunaria* und die Wanzenparasitoide (108) *Gymnosoma nitens* und (113) *Phasia barbifrons*. Es lässt sich aufgrund der Ergebnisse nur eines einzigen Jahres aber nicht sicher sagen, ob die Häufigkeit der genannten drei Arten durch die Besonderheiten des Gebietes bedingt ist, oder ob es sich um eine zufällige Populationsdynamik handelt, die bei den Tachiniden von Jahr zu Jahr starken Schwankungen unterworfen ist.

Auffällig sind manche Unterschiede zwischen den beiden Fallen. So wurden unter anderen (18) *Admontia blanda*, (24) *Vibrissina debilitata*, (48) *Allophorocera ferruginea*, (52) *Erynnia ocypterata*, (91) *Dexia vacua* und (108) *Gymnosoma nitens* nur oder fast nur in der Falle A gefangen, während (14) *Medina collaris*, (26) *Ethilla aemula*, (59) *Linnaemya vulpina* und (94) *Campylocheta inepta* ausschließlich oder fast ausschließlich in Falle B zu finden waren. In den meisten Fällen dürfte die Waldrandlage der Falle A dafür ursächlich sein. Manche Fälle sind jedoch nicht leicht zu erklären. So wäre nach den bisherigen Erfahrungen *Gymnosoma nitens* eher in Falle B als in Falle A zu erwarten gewesen, *Campylocheta inepta* dagegen eher in Falle A als in Falle B. Es ist auf alle Fälle ein weiterer Beweis dafür, dass Malaisefallen im selben Gebiet bei schon geringen Unterschieden im Standort ein recht unterschiedliches Artenspektrum liefern können.

Weiterhin auffällig, aber vielleicht durch die Populationsdynamik zu erklären, ist das völlige oder weitgehende Fehlen einiger unter den gegebenen Bedingungen normalerweise häufiger Arten, wie z.B. *Solieria pacifica*, *Lydella griseascens*, *Tachina fera* oder *Gymnosoma clavatum*.

Es ist sicher, dass im Untersuchungsgebiet mehr als die festgestellten Arten vorkommen müssen. Einerseits sind durch den späten Beginn der Malaisefallen-Fänge (Ende Mai) die typischen Frühjahrsarten nicht oder nur unzureichend erfasst. Andererseits würden weitere Sammelmethode mit hoher Wahrscheinlichkeit zusätzliche Arten liefern.

Allgemein ist die Malaisefalle ein sehr gutes Instrument, um die Dipteren-Fauna eines Gebietes zu erfassen, weil damit gerade die kleinen, unauffälligen Formen gefangen werden. Die in nur einem Jahr und zwei Fallen festgestellte Anzahl von 128 Tachiniden-Arten liegt ohne Zweifel recht hoch, was wahrscheinlich durch die besondere Qualität des Untersuchungsgebietes bedingt ist. Zum Vergleich: Im ebenfalls in der Rhein-Ebene gelegenen Bienwald (Rheinland-Pfalz) wurden in zeitweise bis zu zehn Fallen (und teilweise mehreren Jahren) nur 116 Arten nachgewiesen (TSCHORSNIG & BRECHTEL 1999).

5.2 Kommentar zu einigen bemerkenswerten Arten

5.2.1 Subfamilie Exoristinae

(17) *Istocheta longicornis*: Eine seltene Art, die aus Deutschland bisher nur aus der Oberrhein-Ebene (Grissheim) bekannt ist (TSCHORSNIG & HERTING im Druck). Im Elsass wurde *I. longicornis* aus Imagines von *Amphimallon solstitialis* L. (Scarabaeidae) gezogen.

(24) *Vibrissina debilitata*: Aus Deutschland sind bisher nur wenige Fundorte bekannt (Burscheid, und Münster in Nordrhein-Westfalen, Bienwald in Rheinland-Pfalz, sowie Häfnerhaslach in Baden-Württemberg). Die Art hat möglicherweise eine gewisse Bindung an Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*). Ihre Wirte sind unbekannt; sehr wahrscheinlich handelt es sich um Larven von Tenthredinidae, da die nahe verwandte *V. turrita* regelmäßig daraus gezogen wird.

(30) *Phebellia glauca*: Eine normalerweise nicht häufige Art, die eher im kühleren Mitteleuropa verbreitet ist und aus Baden-Württemberg bisher noch nicht bekannt war. Neben *Cimbex* werden verschiedene Noctuiden als Wirte gemeldet.

(44) *Myxexoristops bonsdorffi*: Eine seltene Art Mittel- und Nordeuropas. Der Parasitoid von *Acantholyda* spp. (Pamphiliidae) war aus Baden-Württemberg bisher nur von zwei Fundorten bekannt (Kaiserstuhl und Markgröningen).

(52) *Erynnia ocypterata*: Erstnachweis dieser in Mitteleuropa im allgemeinen sehr seltenen Art für Baden-Württemberg. Deutsche Funde waren bisher nur aus der Umgebung Hamburg und den Neuen Bundesländern bekannt. Es handelt sich – soweit bekannt – um einen Parasitoid von Tortriciden (*Sparganothis pilleriana*) und Gelechiiden (*Anacamptis obscurella*, *Nothris obscuripennis*).

5.2.2 Subfamilie Tachininae

(67) *Macquartia tessellum*: Diese Tachinidae ist in Südeuropa sehr häufig, während man sie im wärmeren Mitteleuropa nur sehr vereinzelt findet. Aus Deutschland war bisher nur ein einziger Fundort aus der Umgebung Konstanz bekannt. Sie entwickelt sich in den Larven verschiedener Chrysomelidae (*Chrysolina*, *Phytodecta*, *Colaphellus*, *Entomoscelis*).

(84) *Siphona paludosa*: Diese normalerweise selten gefundene Art scheint in der mittleren und nördlichen Oberrhein-Ebene nicht selten zu sein. Auch im Bienwald fand sie sich zahlreich in Malaisfallen (Tschorsnig & Brechtel 1999). Wirte sind nicht bekannt.

5.2.3 Subfamilie Dexiinae

(89) *Estheria petiolata*: Als Wirt dieser Art kennt man bisher nur die Larve von *Amphimallon solstitialis* (Scarabaeidae). *E. petiolata* kommt in den Alpen häufig vor und ansonsten in Mitteleuropa nur sehr vereinzelt. Die einzigen Fundorte in Baden-Württemberg waren bisher Bachheim nahe der Wutachschlucht und Wittenatal bei Freiburg i.Br.

(91) *Dexia vacua*: Konnte in beachtlicher Anzahl im Untersuchungsgebiet festgestellt werden. Die Art ist normalerweise viel seltener als die verwandte *Dexia rustica*. Als bisher einziger Wirt ist die Larve von *Serica brunnea* (Scarabaeidae) bekannt geworden. Ob diese Raupenfliege tatsächlich auch *Melolontha* parasitiert (eine alte Angabe von 1900), müsste erst noch bestätigt werden.

(95) *Ramonda prunaria*: Ein nicht sehr spezialisierter Parasitoid von Noctuiden-Raupen, der in Malaisfallen häufig gefangen wird und im Untersuchungsgebiet sehr häufig war. Die Tatsache, dass keines der mehr als 500 festgestellten Exemplare zwei statt drei dorsale Endsporne an der Hintertibia besitzt, spricht dafür, dass es sich bei der ansonsten äußerst nahe verwandten *R. prunicia* tatsächlich um

eine eigene Art handeln dürfte (und nicht, wie vom erstgenannten Autor früher für möglich gehalten, nur um eine Form von *R. prunaria*).

(98) *Athrycia impressa*: Eine in Südeuropa nicht seltene, in Mitteleuropa aber in der Regel seltene Art, die aus Baden-Württemberg noch nicht bekannt war. Bisher gezogen aus *Anarta myrtilli* und *Leucania evidens* (Noctuidae) sowie *Rhypparia purpurata* (Arctiidae). Der erstgenannte Wirt ist in Söllingen häufig.

(101): *Phyllomya procera*: Eine wahrscheinlich streng an Adlerfarn gebundene Art, die erst vor kurzem in Anzahl aus dem Bienwald (Rheinland-Pfalz) erstmals für Deutschland nachgewiesen werden konnte (TSCHORSNIG & BRECHTEL 1999). Es war daher nur eine Frage der Zeit, dass man sie in der Oberrhein-Ebene in entsprechenden Habitaten auch in Baden-Württemberg finden wird. Wirte sind nicht bekannt; möglicherweise kommen Tenthrediniden-Larven an Adlerfarn in Frage.

5.2.4 Subfamilie Phasiinae

(120) *Labigastera pauciseta*: Eine südeuropäische Art, die Mitteleuropa nur an klimatisch besonders günstigen Punkten erreicht. Aus Deutschland waren bisher nur Sandhausen in Baden-Württemberg (TSCHORSNIG & HERTING 1994b) und der Bienwald in Rheinland-Pfalz (TSCHORSNIG & BRECHTEL 1999) als Fundorte bekannt. Bei den Wirten dieser Art handelt es sich – wie bei der Subfamilie Phasiinae üblich – wahrscheinlich um Wanzen.

(122) *Cylindromyia bicolor*: Dieser Wanzenparasitoid findet sich in Deutschland nur in der Oberrheinebene (bis nach Worms), die wahrscheinlich die Nordgrenze der europäischen Verbreitung dieser Art markiert. Der bisher bekannte Wirt ist *Rhaphigaster nebulosa* (Pentatomidae).

Danksagung: Wir danken Frau R. Enchelmaier (Stuttgart) für einige Sortier-Arbeiten.

Schrifttum

- ANDERSEN, S. (1988): Revision of European species of *Phytomyptera* Rondani (Diptera, Tachinidae). – Ent. scand. 19, 43–80.
- ANDERSEN, S. (1996): The Siphonini (Diptera: Tachinidae) of Europe. – Fauna Ent. scand. 33, 148 pp.
- FISCHER, H. (1967): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 169 Rastatt. – Selbstverlag der Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung, Bad Godesberg.
- HERTING, B. (1960): Biologie der westpaläarktischen Raupenfliegen (Dipt., Tachinidae). – Monogr. angew. Ent. 16, 188 S.
- HERTING, B. & DELY-DRASKOVITS, A. (1993): Family Tachinidae. – In: SOÓS, A. & PAPP, L. (edit.): Catalogue of Palearctic Diptera 13, 118–624, Budapest.
- HERTING, B., TSCHORSNIG, H.-P. & O'HARA, J. (1999): Case 3084 – *Musca geniculata* DeGeer, 1776 and *Stomoxys cristata* Fabricius, 1805 (currently *Siphona geniculata* and *Siphona cristata*; Insecta, Diptera): proposed conservation of usage of the specific names by the replacement of the lectotype of *M. geniculata* by a neotype. – Bull. zool. Nom. 56, 235–239.
- SHIMA, H. (1996): A systematic study of the tribe Winthemini from Japan (Diptera, Tachinidae). – Beitr. Ent. 46, 169–235.
- TSCHORSNIG, H.-P. (1983): Untersuchungen zur Ökologie der Raupenfliegen (Dipt., Tachinidae) im Mooswald, am Kaiserstuhl und im Rhein-Trockenwald. – Mitt. bad. Landesver. Naturk. Naturschutz N.F. 13, 213–236.
- TSCHORSNIG, H.-P. (1988): Ergänzungen zur Fauna der südbadischen Raupenfliegen (Dipt., Tachinidae) I. – Mitt. bad. Landesver. Naturk. Naturschutz N.F. 14, 777–778.

- TSCHORSNIG, H.-P. (1994): Die Raupenfliegen (Diptera, Tachinidae) des Museums für Naturkunde in Freiburg. – Mitt. bad. Landesver. Naturk. Naturschutz N.F. 16, 89–96.
- TSCHORSNIG, H.-P. & BRECHTEL, F. (1999): Raupenfliegen (Diptera: Tachinidae) aus dem Bienwald (Rheinland-Pfalz). – Mitteilungen der POLLICHA 86, 125–136.
- TSCHORSNIG, H.-P. & HERTING, B. (1994a): Die Raupenfliegen (Diptera: Tachinidae) Mitteleuropas: Bestimmungstabellen und Angaben zur Verbreitung und Ökologie der einzelnen Arten. – Stuttg. Beitr. Naturk. (A) 506, 170 S.
- TSCHORSNIG, H.-P. & HERTING, B. (1994b): Die Raupenfliegen (Diptera: Tachinidae) des „Pferdstrieb“ bei Sandhausen. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 80, 211–222.
- TSCHORSNIG, H.-P. & HERTING, B. (im Druck): Raupenfliegen (Diptera, Tachinidae) aus der Trockenaue am südbadischen Oberrhein. – In: SCHMID-EGGER, C., NEUMANN, C., BAUM, F. & MEINECKE, J.-U. (Hrsg.): Die Trockenaue am südbadischen Oberrhein – Ein Naturraum von internationaler Bedeutung. – Beih. Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ.
- TSCHORSNIG, H.-P. & RICHTER, V. A. (1998): 3.54. Family Tachinidae. – In: PAPP, L. & DARVAS, B. (Edits.): Contributions to a Manual of Palearctic Diptera 3, 691–827.
- TSCHORSNIG, H.-P. & ZIEGLER, J. (1999): Tachinidae. – In: SCHUMANN, H., BÄHRMANN, R. & STARK, A. (Hrsg.): Checkliste der Dipteren Deutschlands. – Studia Dipterologica Supplement 2, 204–214.

(Am 18. Mai 2000 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	3	609–618	2000	Freiburg im Breisgau 24. Mai 2000
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Die Rückkehr der Lachse in die Schweiz

von

PETER Rey, KONSTANZ *

Zusammenfassung: Bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts begrenzten vorwiegend natürliche Hindernisse die Wanderungen des Atlantischen Lachses (*Salmo salar*) im Rhein und seinen Nebenflüssen. Nach dem Bau von Flusskraftwerken und Wehren sowie der wasserbaulichen Entwertung ehemaliger Laichgebiete ist der Rheinlachs schon früh im südlichen Oberrhein und in der gesamten Schweiz ausgestorben. Im Rahmen der internationalen Anstrengungen zum Schutz des Rheins laufen in den Rhein-anliegerstaaten viele Einzelprojekte zum Programm „Lachs 2000“. Bereits heute hat dieses Aktionsprogramm erste sichtbare Erfolge zu verzeichnen (IKSR 1999). Vom Meer aufsteigende Lachse und Meerforellen erreichen bereits wieder den Rhein und seine Zuflüsse im Raum Straßburg. Der vorliegende Bericht diskutiert die Chancen für eine Rückkehr des Lachses in die Schweiz, stellt erste Maßnahmen vor, die im Raum Basel für eine Wiederansiedlung der Fischart getätigt wurden und zeigt die Bedeutung des Programms für die generellen Verbesserungen des Ökosystems Rhein.

Einleitung

Der Atlantische Lachs (*Salmo salar*) ist ein Wanderfisch, der den größten Teil seines Lebens im Nordatlantik verbringt (Abb. 1). Seine Laichgebiete liegen im Mittel- und Oberlauf natürlich verbliebener Flüsse und Bäche. Lachse steigen wahrscheinlich seit mehr als 500.000 Jahren in das System des Rheins und seiner Nebengewässer bis in die heutige Schweiz auf. Damals fand der ursprünglich nach Südwesten fließende Aare-Sundgaustrom Anschluss an den Urrhein und damit eine direkte Verbindung zur Nordsee. Bis hinein in die 20er Jahre des gerade vergangenen Jahrhunderts war der Lachs – bis zum Rheinfluss, seiner natürlichen Verbreitungsgrenze – einer der wichtigsten „Brotfische“ der Hochrheinfischerei. 1915 wurden im Aargau noch mehr als 1.000 Exemplare dieses bis über 1 m großen Salmoniden gefangen. Der Bau und die Inbetriebnahme der ersten Kraftwerke am Hochrhein (Rheinfelden 1898, Augst-Whylen 1912, Laufenburg 1914) verhinderten den Aufstieg der Lachse zu ihren angestammten Laichgebieten, die bis weit hinauf in die Gewässernetze von Aare und Thur reichten. Die Fischer im Raum Basel profitierten noch einige Jahre von den neuen Flussblockaden, an denen sich die Lachse sammelten und nicht weiter aufsteigen konnten. Aber schon bald war es zu Ende mit der Lachsfischerei, und es kehrten nur noch einzelne Exemplare dieser imposanten Fische in die Schweiz zurück (GERSTER 1991, STAUB 1999). Die alten Laichgebiete waren jetzt unerreichbar oder zerstört, eine natürliche Reproduktion unterblieb und es gab keine einheimischen Junglachse mehr,

* Anschrift des Verfassers: P. Rey, Hydra-Institut, Fürstenbergstr. 25, D-78467 Konstanz

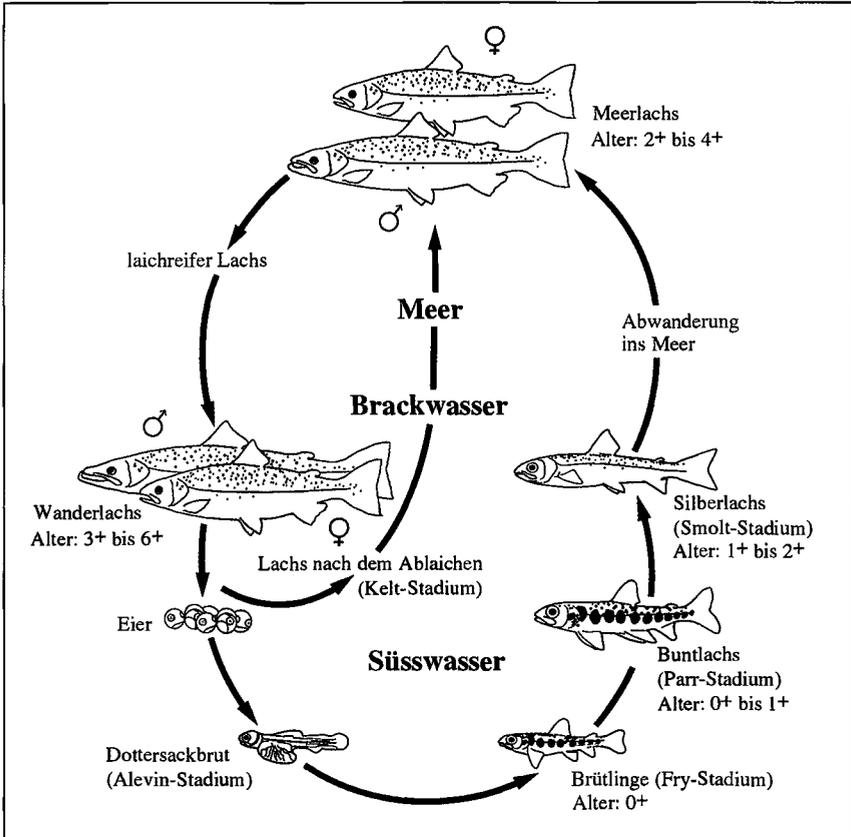


Abb. 1: Lebenszyklus des Atlantischen Lachses (*Salmo salar*).

die ins Meer abstiegen und als geschlechtsreife Tiere zurückkehrten. Der Bau weiterer Querbauwerke im deutschen und französischen Rhein, die wasserbaulichen Eingriffe der 60er und 70er Jahre und die massive Verschmutzung des Rheinwassers führten dazu, dass 1963 der vorerst letzte Fang eines sich in den Raum Basel verirrt Tieres registriert wurde. Der „Rheinlachs“ war ausgestorben.

Das Programm „Lachs 2000“

Im Programm „Lachs 2000“ manifestiert sich einer der ersten international koordinierten Versuche der Zusammenarbeit zwischen Regierungen, Fischereiiinteressenten, Ökologen und Wasserbauern. Der Lachs ist auf einen guten strukturellen Zustand seiner Laichgewässer angewiesen, weil er diese oft in ihrer ganzen Länge durchschwimmen muss. Es ist daher naheliegend, dass er zur Galionsfigur für die Bestrebungen wurde, dem Gewässersystem Rhein zufriedenstellende Wasserqualität, ausreichende Durchgängigkeit, neue Vernetzungen mit Seitengewässern und Auen sowie zumindest einen Teil seiner ursprünglichen ökologischen Vielfalt

zurückzugeben. „Lachs 2000“ ist Bestandteil des Aktionsprogramms „Rhein“ der Internationalen Kommission zum Schutze des Rheins (IKSR), für das folgende Programmziele formuliert wurden :

„Das Ökosystem des Rheins soll in einen Zustand versetzt werden, bei dem heute verschwundene, aber früher vorhandene höhere Arten (z.B. der Lachs) im Rhein als großem europäischen Strom wieder heimisch werden können ...“

Die Richtung der gewünschten Verbesserungen des Ökosystems „Rhein“ sind im sogenannten „Ökologischen Gesamtkonzept für den Rhein“ (IKSR 1991) festgelegt. Das Leitbild dieses Konzepts ist keineswegs nur visionär, sondern enthält erreichbare Entwicklungsziele:

„Ziel ist die Rückkehr der Wanderfische (Lachs, Meerforelle, Maifisch, Meerneunauge, Stör) in den Rhein. Wanderfische ... benötigen für ihren Lebenszyklus den gesamten Strom als Lebensraum. Der Lachs ist das bekannteste Beispiel und deshalb Symbol. Wenn es ihm gut geht, profitieren auch viele andere bedrohte Tierarten. Der Hauptstrom soll für die Wanderfische wieder ein funktionsgerechter Lebensraum werden. Die Fische müssen also ungestört flussaufwärts zu ihren Laichgebieten und flussabwärts ins Meer wandern können ... Aber nicht nur der Strom als Rückgrat des Ökosystems, sondern alle mit dem Strom verbundenen Lebensräume wie Flussbett, Ufer und Auen sollen so beschaffen sein, dass sich in ihnen wieder selbstregulierende Lebensgemeinschaften entwickeln können ... Der gewünschte Zustand ... soll der ehemaligen Situation nahekommen ... Es muss den Tieren und Pflanzen wieder mehr Lebensraum zur Verfügung gestellt werden ...“

Die Rückkehr des Lachses in das Gewässersystem des Rheins kann demnach als Symbol für die Verbesserung des gesamten Rheinökosystems stehen. Das Programm stimuliert dabei die Entwicklung eines ganzheitlichen, nachhaltigen Gewässerschutzgedankens. „...Das Festmachen an einem Symbolorganismus, dem Lachs, hat sich ... als politisch ausgesprochen zielführend herausgestellt. Die Öffentlichkeit in allen Rheinanliegerstaaten konnte sich mit dieser Zielsetzung relativ rasch identifizieren ...“ (SCHULTE-WÜLWER-LEIDIG 1999).

Zur Jahrtausendwende hat das Programm „Lachs 2000“ bereits einige Erfolge aufzuweisen. Etwa 180 laichreife Lachse sind nachweislich bis Ende 1998 aus der Nordsee wieder in den Rhein aufgestiegen, davon etwa 45 bis zur 700 km stromaufwärts gelegenen Staustufe Iffezheim. Die natürliche Vermehrung konnte 1992 gleichfalls wissenschaftlich nachgewiesen werden (SCHULTE-WÜLWER-LEIDIG 1999). Diese Erfolge wurden mit Lachsen unterschiedlicher Herkunft erzielt. Dabei wird noch untersucht, welcher rezente Lachsstamm mit seinen Lebensraumansprüchen denen des ausgestorbenen Rheinlachs am nächsten kommt. Auch wird noch diskutiert, ob die Besatzmaßnahmen mit gut abgrenzbaren Stämmen erfolgen soll oder ob auf ein genetisch möglichst breites Reservoir zurückgegriffen werden soll, aus dem sich dann die für den Rhein und seine Zuflüsse geeigneten Populationen entwickeln können.

Eignen sich die Schweizerischen Hochrheinzuflüsse für eine Wiederansiedlung des Lachses?

Der Hochrhein zwischen Basel und dem Rheinfall war in historischen Zeiten eines der wichtigsten Laichgewässer der Rheinlachse (STAUB 1999). Durch seinen Ausbau als Wasserstraße und die Errichtung zahlreicher Staustufen wurden schon früh (seit 1898) unüberwindbare Wanderhindernisse errichtet und zahlreiche

Laichgründe zerstört. Oberhalb der Aare mündung finden sich jedoch auch heute noch einige als Laichgebiet geeignete Hochrheinabschnitte. Die Aare, einige ihrer Zuflüsse und die 14 km unterhalb des Rheinfalls mündende Thur markieren das historische Verbreitungsgebiet der Fischart. Diese Schweizer Gewässersysteme durch funktionsfähige Aufstiegshilfen für Langdistanz-Wanderfische wieder erreichbar zu machen, macht im Gesamtkonzept Sinn und wird spätestens dann

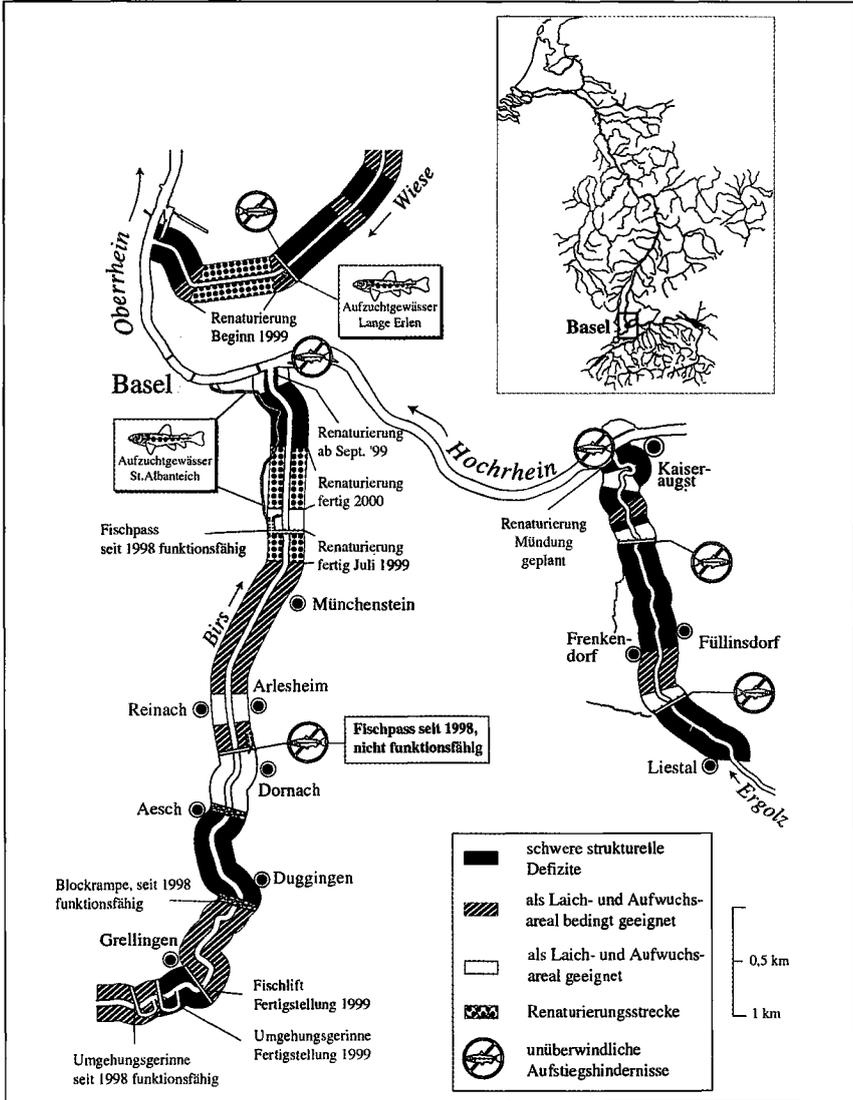


Abb. 2: „Lachs 2000“ in der Schweiz. Ergebnisse der BUWAL-Studie (REV et al. 1996). Eignung der drei Rheinzufüsse im Raum Basel als Lebensraum für den Rheinlachs. Ergänzt sind Maßnahmen zur Beseitigung unüberwindlicher Aufstiegsbarrieren sowie bereits durchgeführte und geplante großräumige Renaturierungsarbeiten (seit 1996).

dringend erforderlich, wenn sich aufstiegswillige Lachse vor den Stufen der unteren Hochrheinkraftwerke sammeln.

Der neue Fischpass an der Staustufe Iffezheim (Rhein-km 334) und der für die Staustufe Gamsbühl (Rhein-km 309) geplante Fischpass bedeuten eine wesentliche Verbesserung für die Durchwanderbarkeit des oberen Rheins. Zumindest der Zugang zur elsässischen Ill wird dadurch den Lachsen wieder ermöglicht. Damit sie allerdings bis in den Restrhein aufsteigen können – dort befinden sich die flächenmäßig wichtigsten Fortpflanzungs- und Jungfischaufwuchsgebiete des ganzen Rheins – müssen auch die Staustufen Straßburg, Gerstheim, Rhinau und Marckolsheim überwunden werden können. Vom Restrhein aus ist den Lachsen der Aufstieg in den Raum Basel und damit in die Schweiz und den untersten Hochrheinabschnitt möglich, denn die Fischtreppe bei dem unmittelbar unterhalb Basel gelegenen Wehr Kembs ist lachsgängig.

Vor diesem Hintergrund befasste sich eine 1993–95 im Auftrag des BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern) durchgeführte Studie mit der Eignung der drei im Raum Basel mündenden Rheinzuflüsse Wiese, Birs und Ergolz als Lebensraum und Reproduktionsgewässer für Rheinlachse (REY et al. 1996). Sie kommt zu dem Ergebnis, dass die Wiederansiedlung von Lachsen und anderer großer Wanderfischarten in der Schweiz möglich ist, aber dass erst durch nachhaltige Strukturverbesserungen dem Lachs geeignete Lebens- und Reproduktionsräume bereitgestellt werden können. Vor allem die Unterläufe der Basler Rheinzuflüsse wiesen massive strukturelle und hydrodynamische Defizite auf (Abb. 2). Darüber hinaus beeinträchtigten stark schwankende Winterabflüsse den Laicherfolg der Salmoniden. Aus der Studie wurden drei vorrangige Forderungen für wasserbauliche Verbesserungen abgeleitet (REY et al. 1999):

Beseitigung der Aufstiegsbarrieren: Die Aufstiegsbarrieren in den Rheinzufüssen müssen beseitigt oder durch den Bau geeigneter Aufstiegshilfen überwindbar gemacht werden. Hierdurch vergrößern sich die potentiellen Laichräume und Jungfischhabitate um ein Vielfaches des derzeitigen Zustandes, da die Rheinzuflüsse im Raum Basel erst in ihren mittleren und oberen Abschnitten eine für Lachslaichplätze optimale Gerinnemorphologie aufweisen.

Strukturelle Verbesserungen: Als Revitalisierungsmassnahmen zur strukturellen Verbesserung der Flussgerinne werden vorgeschlagen: grosszügige Uferaufweitungen, naturnahe Ufersicherungen, ein alternierender Verlauf der Niedrigwasserrinne und der Einsatz grober Störungs-elemente. So kann ein Mindestangebot an struktureller Vielfalt (Substrat- und Strömungsmosaik) erzeugt werden. Neben einer generellen gewässerökologischen Verbesserung und Strukturvernetzung wird damit eine räumliche Nähe von Laichgebieten und Jungfischhabitaten geschaffen.

Schaffung von Pufferräumen: Wo es die Flusstalmorphologie und das Hochwassermanagement zulassen, muss die vielerorts kanalartige Flussverbauung, die eine starke Erhöhung der Abflussgeschwindigkeit bei Hochwasser bewirkt, zugunsten ausgedehnter Pufferräume (Uferaufweitungen) weichen. Eine Verlangsamung des Hochwasserabflusses und die damit einher gehende Verringerung der Schleppkräfte, die auf das Substrat wirken, verhindern die Zerstörung von Laichgruben bei Winterhochwasser. Darüber hinaus können auf diese Weise auch weniger stabile, aber besonders wertvolle Strukturelemente, wie z.B. Totholz, alternierende Kiesbänke oder lokale Verklausungen im Gerinne belassen oder dort eingebracht werden.

Realisierte Maßnahmen

Seit 1995 werden – vor allem an der Birs – Teile der oben genannten Forderungen in die Praxis umgesetzt (Abb. 3, 4, 5). Ursprünglich private Einzelinitiativen wurden inzwischen durch koordinierte interkantonale Projekte abgelöst. Das vorrangige Ziel, die Birs bis in ihren Mittellauf für Lachse durchgängig zu machen, steht kurz vor seiner Umsetzung.

Beseitigung von Aufstiegshindernissen: Seit Sommer 1998 ist am untersten Hindernis in der Birs, dem vierstufigen Wehr des Kraftwerks Münchenstein, eine gut funktionierende Fischpassanlage in Betrieb (Abb. 3). Eine Blockrampe ersetzt ebenfalls seit 1998 ein früheres Aufstiegshindernis bei Duggingen. Ein Fischlift, respektive zwei Umgehungsgerinne (Abb. 4) werden alle drei Wehre in Grellingen bis Ende 1999 durchgängig machen. Auch die bisher durch Geschiebeauflandung und Geschiebeswellen für aufsteigende Fische nur schwer zu überwindende Birmündung wird seit September 1999 umgebaut (Einsatz von Blockrampen). Leider wurde der Vorschlag, das bis 1998 umgebaute Flusskraftwerk bei Dornach durch ein Umgehungsgerinne überwindbar zu machen, nicht umgesetzt. Der hier eingebaute Fischpass ist nicht funktionsfähig und bedarf dringend einer Revision.

Revitalisierungen: An Birs, Wiese und Ergolz werden seit einigen Jahren auch Flussabschnitte im Sinne der oben genannten Forderungen revitalisiert und dadurch gegenüber der Struktur-Bestandsaufnahme von 1995 (REY et al. 1996)



Abb. 3: Schlitzpass für Lachse am Kraftwerk „Neue Welt“ in der Birs bei Münchenstein. (Foto: Urs Zeller)



Abb. 4: Umgehungsgerinne Nenslingen an der Birs. (Foto: Urs Zeller)

deutlich aufgewertet. Da sich ein großer Teil der verbesserungswürdigen Flussabschnitte jedoch in dicht besiedeltem Gebiet befinden, sind in der Regel nur räumlich begrenzte Revitalisierungsmassnahmen möglich. Die längsten zusammenhängenden Abschnitte, an denen entsprechende Revitalisierungen kurz vor der Fertigstellung stehen, liegen an der Wiese oberhalb des Stadtgebietes von Basel und an der Birs ober- und unterhalb des Kraftwerks Münchenstein (Abb. 5). Die Durchführung weiterer Maßnahmen im Unterlauf der Birs wurden bereits ausgedelt.



Abb. 5: Ersatz der ehemaligen Uferverbauung an der Birs durch ingenieurbioologischen Lebendverbau.
(Foto: Urs Zeller)

Lachserbrütung und Lachsbesatz in der Schweiz

Erste Aktivitäten im Hinblick auf eine Wiederansiedlung des Lachses in der Schweiz wurden bereits vor 18 Jahren in Angriff genommen. Schon 1982 wurden von Kanton Basel-Stadt und Privaten (Fischerei-Interessenten am Oberrhein) Erbrütungs- und Besatzversuche mit Lachseiern/Junglachsen initiiert und finanziert. Seither wird dieses Projekt in enger Zusammenarbeit dieser Organisationen mit dem Nachbarkanton Basel-Land und dem Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) weitergeführt. Für die Lachserbrütung besteht seit 1996 ein grenzübergreifendes Projekt mit der Fischbrutanstalt „Petite Camargue“ bei Saint Louis/Frankreich.

In den Jahren 1983–92 wurden jährlich zwischen 50.000 bis 100.000 Lachseiern aus dem Fluss Lagan/Schweden erbrütet (ca. 70 % Bruterfolg). Die jungen Lachse wurden im Gewässersystem der Wiese und im St. Albenteich, einem 6 km langen, kleinen Rheinzufuss im äusseren Stadtgebiet von Basel (vgl. Abb. 2), ausgesetzt. Wegen lachsspezifischer Fischkrankheiten im skandinavischen Raum wurden 1993

rund 10.000 einjährige Junglachse aus Schottland importiert und in der Wiese eingesetzt; 1994 wurde auf einen Einsatz verzichtet. Seit 1995 werden Lachseier aus dem Fluss Adour (Französische Pyrenäen) erbrütet.

Die weitere Entwicklung der 1982–98 eingesetzten Lachsbrütlinge wurden bisher nicht konsequent untersucht. Seit 1995 werden aber Überleben und Wachstum der Lachse im St.Albanteich mit Abfischungen im Frühling und Herbst verfolgt. Es wurde beobachtet, dass sich die meisten Fische bis zum Parr-Stadium gut entwickeln (vgl. Abb. 1) und die Fische meist zu einer zweigipfligen Längenverteilung heranwachsen (FABS & BUWAL 1996, 1997). Das Erreichen des Smolt-Stadiums und damit die Abwanderung erfolgt größtenteils nach zwei Jahren. Die Mortalität bis zum Smolt-Stadium ist beträchtlich.



Abb. 6: Zweijähriger Silberlachs (Smolt) aus der Wiese (Bereich „Lange Erlen“). Das Tier gehörte zu einer 1993 eingesetzten Kohorte schottischer Lachse, die nicht abgewandert sind.

Ein unerwartetes Verhalten zeigten die 1993 eingesetzten schottischen Parrs. Sie wuchsen im Gewässersystem der Wiese zum Smolt-Stadium heran, wanderten dann aber nicht ab (Abb. 6), sondern blieben als „Standfische“, meist in Schwärmen, in flussbegleitenden Kehlen und Kanälen der Wiese, z.B. dem System „Lange Erlen“ (vgl. Abb. 2), und bevorzugten tiefere, gut beschattete Bereiche als Standort. Ihre Hauptnahrung bestand aus den dort massenhaft vorkommende Flohkrebse der Gattung Gammarus.

Ausblick

Obwohl bisher noch keine Lachse in den Raum Basel zurückkehren konnten, hat die Schweiz sich durch umfangreiche und rechtzeitige Maßnahmen auf ein solches Ereignis gut vorbereitet. Für die Jahre 2000–2001 ist zu erwarten, dass alle bisher unüberwindbaren Aufstiegsbarrieren in den Flüssen Birs und Wiese für aufsteigende Lachse wieder durchgängig sein werden. Zur Diskussion steht noch die Verlegung der Ergolzsmündung in das Unterwasser des Staues Kaiseraugst, wodurch die Überwindung des Kraftwerks Augst-Wyhlen entfallen würde. Revitalisierungsmassnahmen im Sinne einer generellen Strukturverbesserung der drei Basler Rheinzuflüsse werden in den kommenden Jahren konsequent weiter verfolgt.

Bereits Mitte des Jahres 2000 soll die gesamte Birs bis hinauf in das Laufental für grosse Salmoniden wieder durchgängig sein. Im Laufental liegen die derzeit geeignetsten Laichräume und Jungfischhabitats der Birs. Die dortige Strukturvielfalt des Flusses konnte teilweise erhalten werden oder wurde im Rahmen umfangreicher wasserbaulicher Revitalisierungen neu geschaffen.

Lachsbrütung und Lachsbesatz im Raum Basel werden in Zukunft noch mehr als bisher mit den Aktivitäten anderer, am südlichen Oberrhein involvierter Gruppen (Baden-Württemberg, Frankreich) koordiniert. So ist für das laufende Jahr geplant, mehrere der bis zu den Staustufen Iffezheim oder Gamsheim aufgewanderten Lachse und Meerforellen zu fangen (Fänge im Rahmen des französischen Monitorings), mit Sendern zu versehen, im Raum Basel wieder im Rhein einzusetzen und ihre Wanderbewegungen telemetrisch zu verfolgen. Eine analoge Untersuchung hat Frankreich im Fortpflanzungsgebiet unterhalb Kembs (Restrhein) bereits gestartet. Für diese Untersuchungen müssen die Fische bisher noch um bestehende Aufstiegs Hindernisse herum transportiert werden. Solche vorläufigen Maßnahmen und die dadurch ermöglichten Studien machen jedoch nur dann Sinn, wenn der südliche Oberrhein und später auch der Hochrhein für die ehemals hier heimischen großen Wanderfische tatsächlich wieder zugänglich gemacht werden.

Entwicklungsziel des Programms ist nicht die Rückkehr laichreifer Lachse in den südlichen Oberrhein und Hochrhein, sondern die Etablierung einer sich selbst erhaltende Lachspopulation. Um dieses zu erreichen, müssen rückkehrende Lachse wieder im Restrhein ablaichen können. Nur hier bietet die Flussmorphologie des südlichen Oberrheins ausreichend grosse, zusammenhängende Laichgebiete. Dieser Rheinabschnitt muss andererseits auch wieder stärker durchflossen sein, damit geeignetes Laichsubstrat von Feinsediment freigehalten und damit die gesunde Entwicklung der Lachsbrut sichergestellt wird. Hierfür bedarf es einer ausreichend hohen Restwasserdotierung aus der Staustufe Kembs. Entsprechende Forderungen seitens der IKSR werden bereits in bilateralen Gesprächen verhandelt.

Die Besiedlung des Hochrheins und dessen schweizerischen (später auch deutschen) Zuflüssen durch Lachse sind dann ein zweiter möglicher Kolonisations-schritt, der jedoch ohne den ersten nicht stattfinden kann. Ohne den Restrhein sind die weiter oben gelegenen potentiellen Laichgebiete im Hochrheineinzugsgebiet für eine sich selbst erhaltende Lachspopulation zu klein.

Fazit

Ein von vielen Interessensgruppen herbeigewünschter Lachsbestand in der Nordwestschweiz könnte nach Öffnung der Wanderhindernisse im Oberrhein mittelfristig Wirklichkeit werden. Bis die potentiellen Laichgebiete im Oberrhein wieder funktionsfähig sind, ist dieses Ziel aber nur durch massive Besatzmaßnahmen zu erreichen. Ob die damit verbundenen immensen Kosten für den Lachsbesatz sinnvoll verwendeter sind, bleibt dahingestellt.

Das Programm „Lachs 2000“ hat zweifellos Entwicklungen in Gang gesetzt, die nicht nur einzelnen Tierarten, sondern dem gesamten Ökosystem Rhein zugute kommen. Die Förderung der Rückkehr von Lachsen in den Rhein bleibt damit ein politisch bedeutsames Instrument zur Erreichung nachhaltiger Gewässerentwicklungsziele.

Schrifttum

- FABS & BUWAL (Fischereiaufsicht Basel-Stadt und Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) (1996): Jahresbericht 1996 für „Lachs 2000“: Elektroabfischungen im St. Albenteich/BS vom 19.2.96 und 16.10.96. – Interner Bericht, 10 S.
- FABS & BUWAL (Fischereiaufsicht Basel-Stadt und Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) (1997): Monitoring der Junglachse im St. Albenteich/BS (Jahresbericht 1997 für „Lachs 2000“). – Interner Bericht, 9 S.
- GERSTER, St. (1991): Hochrhein-Fischfauna im Wandel der Zeit. – Internationale Fischereikommission für den Hochrhein, 27 S., Solothurn.
- IKSR (1991): Ökologisches Gesamtkonzept für den Rhein. – APR-Bericht Nr. 24, Koblenz.
- IKSR (Red.) (1999): 2. Internationales Rhein-Symposium „Lachs 2000“ in Rastatt. – Tagungsband, 311 S., Koblenz.
- REY, P., ORTLEPP, J., MAURER, V. & GERSTER, St. (1996): Rückkehr der Lachse in Wiese, Birs und Ergolz. – BUWAL, Schriftenreihe Umwelt Nr. 258, 118 S., Bern.
- REY P., HERRMANN, W., STAUB, E., WISSON, C. & ZELLER, U. (1999): Lebensraum und Wiederansiedlung des Lachses in Basel. – Tagungsband des 2. Internationales Rhein-Symposiums „Lachs 2000“ der IKSR in Rastatt, 204–210, Koblenz.
- SCHULTE-WÜLWER-LEIDIG, A. (1999): Die nachhaltige Entwicklung des Rheins und die Rolle der IKSR. – Natur und Mensch 5/99, 38–45, Schaffhausen.
- STAUB E. (1999): Biometriedaten des historischen Lachsbestandes am Hochrhein im Vergleich zu rezenten Lachsen aus Wiederansiedlungsprojekten. – Tagungsband des 2. Internationalen Rhein-Symposiums „Lachs 2000“ der IKSR in Rastatt, 210–224, Koblenz.

(Am 28. März 2000 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	3	619–629	2000	Freiburg im Breisgau 24. Mai 2000
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Zum Populationsrückgang des Auerhuhns (*Tetrao urogallus*) im östlichen Schwarzwald *

von

MANFRED LIESER, ANDREAS FLENDER,
BERNHARD SCHERER & HANS SCHONHARDT **

Zusammenfassung: Für ein 200 km² großes Gebiet um die Stadt St. Georgen (östlicher Schwarzwald) wurden die im Zeitraum 1972–1999 von SCHERER und SCHONHARDT gesammelten Daten zum Auerhuhnvorkommen analysiert (1.627 Meldungen). Obwohl die unsystematische Erhebung der Daten die Möglichkeiten ihrer Auswertung erheblich einschränkt, lässt sich ein starker Rückgang der Auerhuhnpopulation belegen. Der Bestand an balzenden Hähnen (ursprünglich 23 im Zeitraum 1972–1975) ist erloschen, seit 1996 wurde keine Balz mehr beobachtet. Da sich das Auerhuhnareal nicht wesentlich verkleinert hat, kann man auf eine allmähliche Ausdünnung der Population schließen. Die Entwicklung der Zahl balzender Hähne wird mit der im benachbarten Villingen Stadtwald sowie mit der im gesamten Schwarzwald verglichen.

Summary: Capercaillie records (n = 1.627) from the St. Georgen area (200 km², eastern Black Forest), registered by SCHERER and SCHONHARDT between 1972 and 1999, were analysed. Because the data were not collected systematically, they only allow a limited interpretation. However, a strong decline of the capercaillie population is evident. The number of displaying cocks (originally 23 in the period 1972–1975) decreased to zero, no displaying activity was found after 1996. Because there was no contraction of the area used by capercaillie, we can suppose a continual reduction of the population density. The change in the numbers of displaying cocks is compared with data from the forest of Villingen and from the entire Black Forest.

1. Einleitung

Nach der Roten Liste (HÖLZINGER et al. 1996) gilt das Auerhuhn in Baden-Württemberg als stark gefährdet. Nachdem zwischen 1890 und 1920 eine Zunahme der Bestände sowie Neu- oder Wiederbesiedlungen zuvor auerhuhnfreier Gebiete zu verzeichnen waren, setzte ein erneuter Rückgang ein (ROTH 1974). Die Bejagung des Auerhuhns wurde 1971 eingestellt. Im Jahr 1972 gründete die Landesforstverwaltung die erste „Arbeitsgruppe Auerwild“, der zwei weitere und die heutige „Arbeitsgruppe Raufußhühner“ folgten. Außerdem besteht seit 1980 die „Auerwildhegegemeinschaft im Regierungsbezirk Freiburg“, eine jagdliche Gruppierung. Nach den Erhebungen dieser Organisationen ist der Auerhuhnbestand des Schwarzwaldes, gemessen an der Zahl balzender Hähne, seit 1983 auf

* Mit Unterstützung durch Mittel aus dem Prof.-Friedr.-Kiefer-Fonds des BLNN.

** Anschriften der Verfasser: Dr. M. LIESER, Hauptstr. 12, D-79252 Stegen; Dipl.-Forstw. A. FLENDER, Merzhäuserstr. 164/4, D-79100 Freiburg; B. SCHERER, Galetschweg 14, D-78112 St. Georgen; H. SCHONHARDT, Neue Heimatstr. 12, D-78112 St. Georgen

dem niedrigen Niveau von 400–500 Stück stabil (SUCHANT 1998). Eine Stabilisierung ist für den östlichen Schwarzwald allerdings wenig wahrscheinlich. So berichtete bereits SCHILLOK (1984) von seit 1979 deutlich abnehmenden Balzbeständen im Villinger Stadtwald. Es bot sich daher an, für ein weiteres Teilgebiet die Bestandessituation des Auerhuhns zu analysieren. Hierzu wurden die langjährigen Aufzeichnungen der Mitautoren SCHERER und SCHONHARDT aus dem Raum St. Georgen ausgewertet. Der vorliegende Beitrag basiert auf einer Diplomarbeit am Forstzoologischen Institut (Arbeitsbereich Wildökologie und Jagdwirtschaft) der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (FLENDER 1999).

2. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet von etwa 200 km² Größe misst 17 km in Nord-Süd- und 12 km in West-Ost-Richtung, das Zentrum bildet in etwa die Stadt St. Georgen. Das südöstlich angrenzende Waldgebiet (Sommerwald und Neuhäuslewald), in dem auch heute noch Auerhuhnorkommen (auch balzender Hähne) bekannt sind, wurde bei den hier ausgewerteten Beobachtungen nicht erfasst. Die Geländehöhe liegt zwischen 850 und 1.150 m über NN. Ausgangsgesteine sind im östlichen Teil der obere Buntsandstein und im westlichen Teil Granite und Granitporphyre. Das Klima ist kontinental geprägt. Die mittleren Jahresniederschläge erreichen 1.200 mm, davon fallen 30 % als Schnee. Die Jahresmitteltemperatur liegt zwischen 5 und 7 °C. Die Vegetationszeit (Tage mit Temperaturen über 10 °C) beträgt ca. 120 Tage pro Jahr. Nach der forstlichen „regionalen Gliederung“ würden unter natürlichen Bedingungen im Westen der „montane Buchen-Tannen-Wald“, im Osten der „boreal-montane Tannen-Fichten-Kiefern-Wald“ vorherrschen. Hauptbaumart ist heute die Fichte mit einem Anteil von 65 %, gefolgt von Kiefer 21 %, Tanne 7 %, Buche 2 % und sonstigen Baumarten 5 %. Der durchschnittliche Holzvorrat liegt bei 375 m³/ha (Daten der Bundeswaldinventur 1986).

3. Material und Methoden

Die ausgewerteten Daten betreffen Sichtungen von Auerhühnern sowie Funde von Federn, Kot, Spuren und Sandbadestellen. Sie wurden von SCHERER und SCHONHARDT bei Freizeitexkursionen zwischen 1972 und 1999 gesammelt und in Tagebücher eingetragen (Ort, Datum, z.T. Uhrzeit der Beobachtung, Anzahl und Geschlecht der beobachteten Auerhühner, Art der sonstigen Nachweise). Die Begehungen erfolgten unsystematisch, nicht mit dem Ziel einer späteren Auswertung und nicht ausschließlich zum Zweck der Auerhuhnbeobachtung. Zu Beginn des Beobachtungszeitraumes wurden Auerhuhnorkommen mehr oder weniger zufällig festgestellt. Erst mit zunehmender Kenntnis des Gebietes gingen die Beobachter verschiedene Waldstücke und Plätze gezielt und häufiger an. Daraus ergibt sich, dass einzelne Orte besonders oft in den Meldungen vertreten sind. Begehungen, bei denen kein Nachweis gelang, wurden nicht vermerkt; der Gesamtaufwand im Gelände ließ sich daher nicht rekonstruieren. Im Lauf der Jahre wurden auch mündlich mitgeteilte, zufällige Beobachtungen durch andere Personen notiert.

Die unsystematische Erhebung der Daten schränkt ihre Aussagekraft stark ein. Um diesen Mangel abzumildern, wurde folgendermaßen vorgegangen:

- Die Daten wurden für sechs Intervalle von jeweils vier oder fünf Jahren betrachtet, um den Einfluss einzelner Jahre mit besonderen Zufälligkeiten gering zu halten.
- Zur Darstellung der flächenhaften Veränderung des Auerhuhnvorkommens wurde ein Raster nach Gauß-Krüger-Koordinaten über das Gebiet gezeichnet (Rasterfeldgröße 1,2 x 1,2 km). Ein Feld galt als belegt, wenn es in dem jeweiligen Intervall mindestens einen Nachweis enthielt.

Die zahlenmäßige Entwicklung des Bestandes wurde anhand der Höchstzahlen von an den Balzplätzen beobachteten Hähnen nachvollzogen. Als Balzplatz wurde ein Platz definiert, an dem in einem der Beobachtungsjahre in den Monaten März bis Mai ein Hahn mit Territorialverhalten festgestellt wurde. Für diese 10 Plätze wurde für jedes Intervall die Höchstzahl gleichzeitig beobachteter Hähne aus den Monaten März bis Mai jeweils eines Jahres ermittelt.

4. Ergebnisse

4.1 Entwicklung der Zahl der Auerhuhnmeldungen

Insgesamt konnten aus den Tagebüchern 1.627 Meldungen gewonnen werden. Als Meldung gilt ein auf Auerhühner bezogener Tagebucheintrag für einen Tag und eine Lokalität, die auch mehrere Beobachtungsobjekte gleichzeitig betreffen kann (z.B. 1 Hahn gesehen, zusätzlich Fund von Losung und Hennenmauserfedern). Die Einzelnachweise setzen sich zu 80 % aus Sichtungen von Auerhühnern und zu 20 % aus indirekten Nachweisen zusammen. Bis auf Januar, Februar und Juli ist jeder Kalendermonat mit mindestens 100 Meldungen abgedeckt, der Schwerpunkt liegt im April/Mai, den Hauptbalzmonaten. Die Verteilung der Meldungen auf die 28 Beobachtungsjahre zeigt Abb. 1.

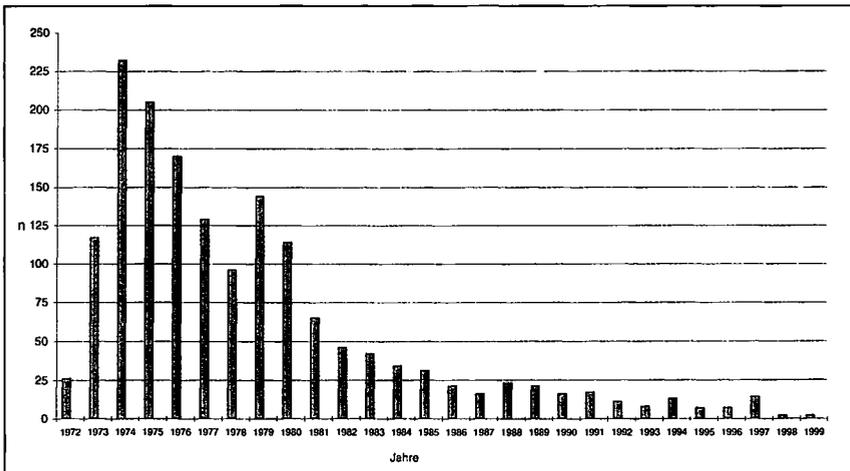


Abb. 1: Verteilung der Auerhuhnmeldungen (n=1.627) auf die Einzeljahre im Untersuchungszeitraum 1972–1999.

Der starke Anstieg der Zahl an Meldungen von 1972–1974 ist dadurch bedingt, dass die Beobachtungstätigkeit zu Beginn nicht so intensiv war, die Protokollierung nicht in jedem Fall erfolgte und den Beobachtern noch Erfahrung fehlte. Ab dem Jahr 1974 fällt die Zahl der Nachweise fast kontinuierlich ab, bleibt seit 1986 unter 25 und ist in den beiden letzten Jahren fast null. Der unmittelbare Schluß, dass der Auerhuhnbestand entsprechend abgenommen hat, ist jedoch nicht zulässig, da die Zahl der Nachweise direkt von der Häufigkeit der Geländebegehungen abhängt. Diese wiederum kann nicht hinreichend genau angegeben werden. Näheren Aufschluß zur Entwicklung der Auerhuhnpopulation sollen die folgende Rasterdarstellung und die Balzplatzanalyse geben.

4.2 Rasterbelegung durch Auerhühner

In 42 der 140 Rasterfelder gelangen im Gesamtzeitraum Nachweise von Auerhühnern, im letzten Intervall 1996–1999 waren noch 10 Felder belegt (Abb. 2). Die Entwicklung der Zahl besetzter Felder, bezogen auf die Intervalle, ist Tab. 1 zu entnehmen.

Tab. 1: Entwicklung der Zahl der Rasterfelder mit Auerhuhnnachweisen.

Zeitraum	Anzahl Rasterfelder		
	besetzt	erstmalig besetzt	seit Beginn ausgefallen
1972 – 75	26		
1976 – 80	29	6	3
1981 – 85	22	6	16
1986 – 90	19	1	20
1991 – 95	16	2	25
1996 – 99	10	1	32

Nachdem, aus dem gleichen Grund wie bei den Gesamtnachweisen, die Zahl belegter Raster anfänglich um 3 ansteigt, sinkt sie von ihrem Maximalwert 29 im Zeitraum 1976–1980 kontinuierlich auf 10, d.h. auf etwa ein Drittel, ab. Nach 1985 kommen kaum noch neue, also erstmalig belegte Felder hinzu. Die Zahl der seit Beginn der Betrachtung ausgefallenen Rasterfelder nimmt fortwährend zu. Die Hälfte der insgesamt verwaisten Felder war bereits nach 1985 ohne Auerhuhnnachweis.

4.3 Bestand balzender Hähne

Insgesamt wurden im untersuchten Zeitraum zehn Plätze mit Frühjahrsbalz in ihrer Entwicklung verfolgt. Die Lage der Plätze zeigt Abb. 3, die entsprechenden Zahlen balzender Hähne sind in Tab. 2 zu finden.

Im ersten Zeitraum wurde an 9 Plätzen Balz festgestellt, mit einer Höchstzahl von 23 Hähnen. Diese Werte blieben im nächsten Zeitraum 1976–1980 fast gleich. Allerdings wurde der Platz Nr.10 mit drei Hähnen erst entdeckt, während die Plätze Nr. 3 und 4 im Nordwesten in diesem Intervall von den Beobachtern nicht

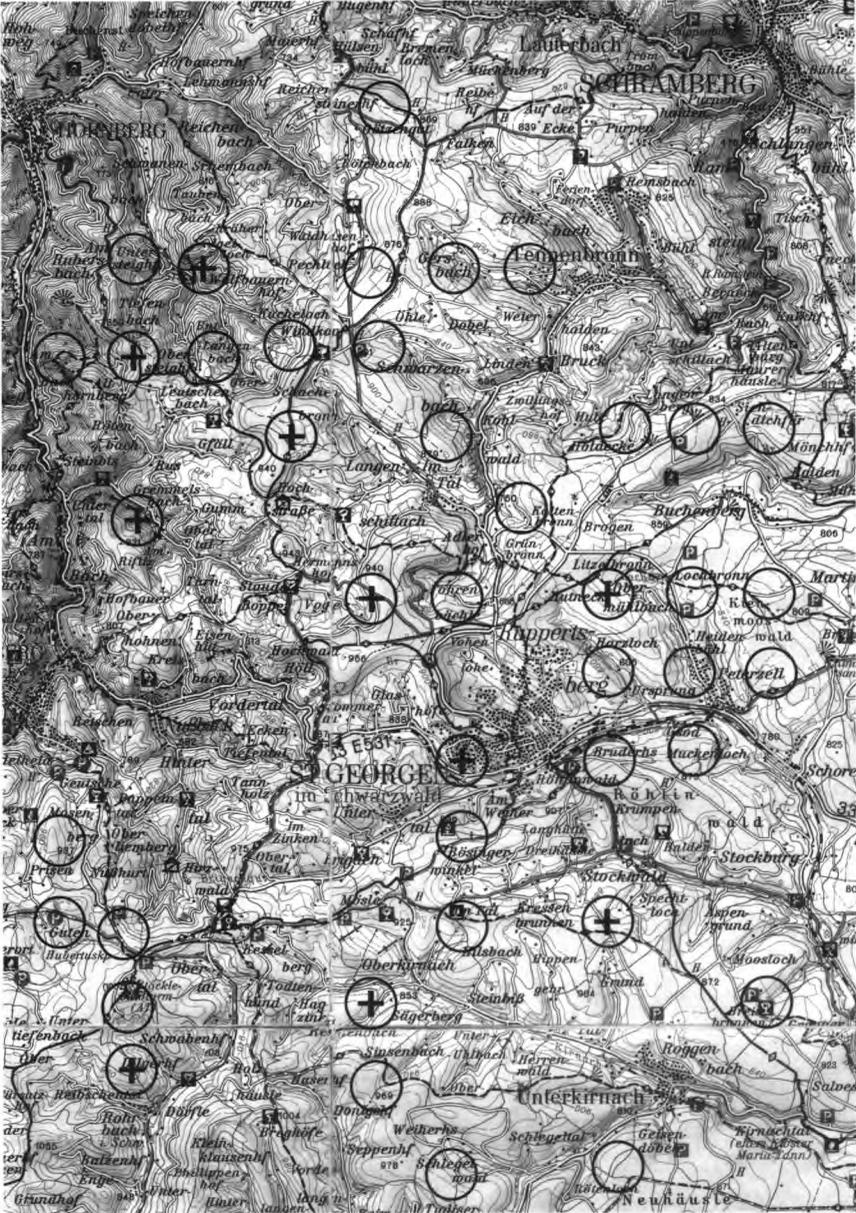


Abb. 2: Belegung von Rasterfeldern (1,2 x 1,2 km) mit mindestens einem Auerhuhn nachweis:

- im Gesamtzeitraum 1972–1999 in mindestens einem Jahr belegt
- ⊕ zusätzlich im Zeitraum 1996–1999 in mindestens einem Jahr belegt.

0 2 Kilometer



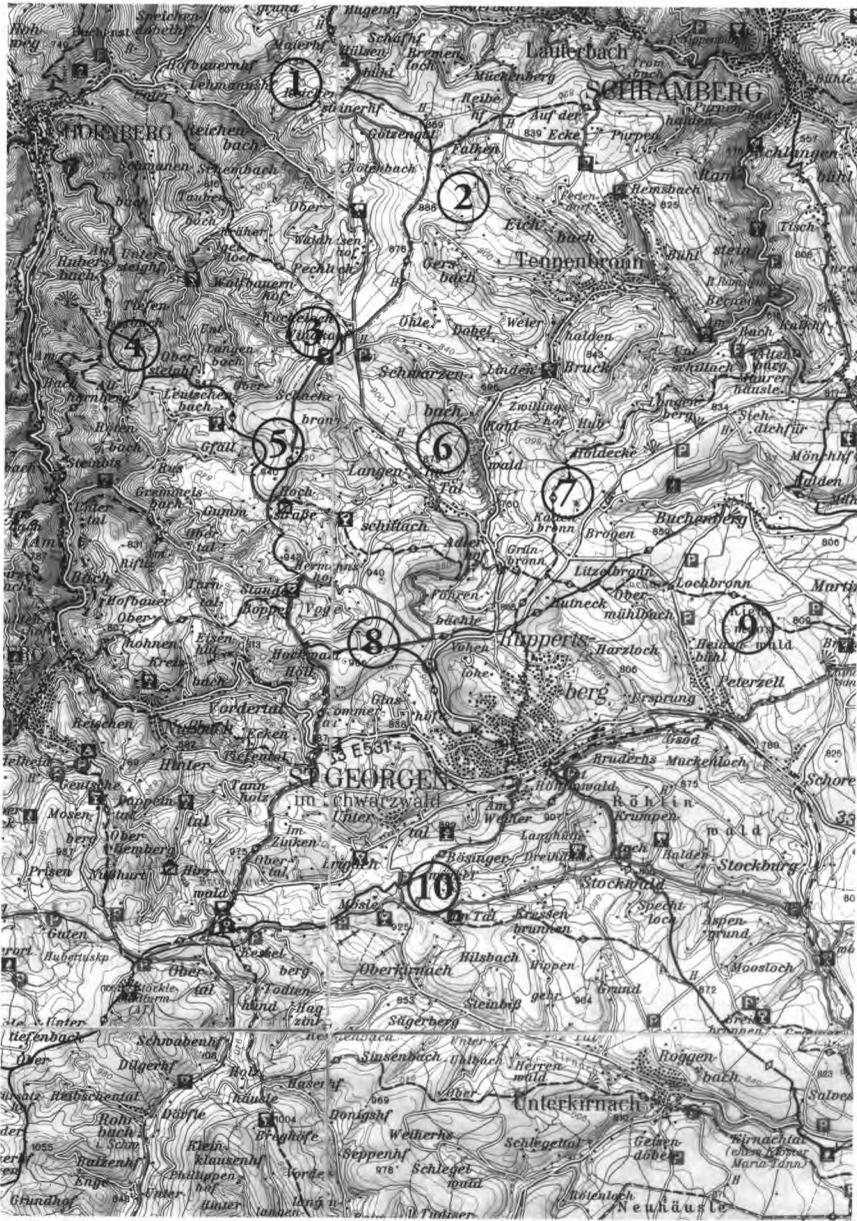


Abb. 3: Lage der Balzplätze. Die Nummern in den Kreisen entsprechen jenen in Tab. 2.

0 2 Kilometer



Tab. 2: Balzplätze (Nr. siehe Abb. 3) und die darauf festgestellten Höchstzahlen gleichzeitig anwesender Hähne in den einzelnen Intervallen.

Balzplatz Nr.	Höchstzahl gleichzeitig beobachteter Hähne im Zeitraum:					
	1972-75	1976-80	1981-85	1986-90	1991-95	1996-99
1	1	2	0	0	0	0
2	3	1	0	0	1	0
3	1		3	0	0	0
4	2		3	2	1	1
5	7	7	5	4	0	0
6	1	2	0	0	0	0
7	3	2	0	0	0	0
8	1	1	0	1	1	0
9	4	5	5	3	0	0
10		3	1	0	0	0
Summe	23	23	17	10	3	1

aufgesucht wurden und daher ohne Meldungen blieben. Von 1981–1985 war ein Rückgang an Hähnen (nur noch 17) und an Plätzen (nur noch 5) zu verzeichnen. Fünf Plätze fielen aus, von denen 3 bis 1999 ohne Balz blieben. An dem über zwei Perioden mit sieben Hähnen belegten Balzplatz Nr. 5 wurden nur noch 5 Hähne, an dem südlichsten Platz (Nr. 10) nur noch 1 Hahn bestätigt. Von 1986–1990 wurden lediglich noch 10 Hähne an 4 Balzplätzen nachgewiesen. Ein Dreier-Balzplatz im Norden und ein Einer-Balzplatz im Süden fielen aus. In der Zeit von 1991 bis 1995 konnte nur noch 3 balzende Hähne beobachtet werden. Nach dem Jahr 1996 war im ganzen Untersuchungsgebiet keine Balz mehr zu verzeichnen.

5. Diskussion

5.1 Einschränkungen der Aussagekraft der Daten

Die fehlende Systematik bei der Erhebung der Daten läßt nur eine eingeschränkte Analyse der Populationsentwicklung des Auerhuhns im Raum St. Georgen zu. Der jährlich betriebene Beobachtungsaufwand, der maßgeblichen Einfluß auf die Zahl der Nachweise hat, ist nicht rekonstruierbar. Auch wurde das Gesamtgebiet nicht überall mit der gleichen Intensität und Regelmäßigkeit begangen; Nachweise können aber nur dort gelingen, wo der Beobachter hinkommt. Andererseits bedeutet Fehlanzeige nicht unbedingt, dass an dem betreffenden Tag und Ort keine Auerhühner anwesend waren. Auch kann nicht ausgeschlossen werden, dass außer an den bekannten 10 Plätzen an anderen Orten, zumindest zeitweise, Balz stattfand. Außerdem ist die Zählung der Hähne an den Balzplätzen schwierig,

bedingt durch tageweise unterschiedliche Balzaktivität, durch mögliche Ortsveränderungen der Vögel während eines Beobachtungstages und durch oftmals schlechte Sicht- und Hörbedingungen.

Es wurde versucht, diesen Schwächen der Methodik Rechnung zu tragen. Die Einteilung in Mehrjahreszeiträume zur Beschreibung eines Populationstrends vermindert den verfälschenden Einfluss von Jahren mit unterdurchschnittlicher Beobachtungsintensität oder von zufällig schlechten Bedingungen bei der Erfassung der Zahl balzender Hähne. Für die einzelnen Balzplätze wurde die Höchstzahl der in einer Saison gleichzeitig beobachteten Hähne herangezogen. Die Wertung eines Rasterfeldes als „belegt“ bei mindestens einem Nachweis ist die objektivste Möglichkeit, anhand der vorliegenden Daten die räumliche Verbreitung von Auerhühnern auch außerhalb der Balzzeit zu beschreiben. Im Vergleich zu anderen Auerhühnerhebungen im Schwarzwald zeichnen sich die vorliegenden Daten im übrigen durch die Präzision der Aufzeichnungen, den langen Betrachtungszeitraum und durch die Tatsache aus, dass dieselben Gewährleute mit zunehmender Erfahrung tätig waren.

Neben den methodischen Schwächen der vorliegenden Arbeit sind Einflüsse von außerhalb des Untersuchungsgebietes auf die Zahl der Auerhühnnachweise denkbar. So wurde unmittelbar nordöstlich, im Feurenmoos bei Schramberg, zwischen 1978 und 1994 eine Auswilderungsstation zur Stützung der örtlichen Vorkommen betrieben. Jährlich wurden etwa 20 Auerhühner (gleich viele Hennen und Hähne) ausgesetzt. Durch Sichtung beringter Auerhühner ist belegt, dass einige der ausgesetzten Tiere bis zu 40 km weit abwanderten (WAGNER 1990 u. mündl. Mitt.). Aus dem Untersuchungsgebiet gibt es mehrere Beobachtungen wenig menschencheuer Auerhühner. Eine markierte Henne, die in einem Garten im Stadtgebiet von St. Georgen gesehen wurde, stammte nachweislich aus der oben erwähnten Auswilderung. Somit läßt sich ein Einfluss der ausgesetzten Auerhühner auf die Rasterbelegung nicht ausschließen. An den Balzplätzen wurden jedoch niemals beringte Vögel festgestellt. Daher kann man annehmen, dass sich die Zahlen balzender Hähne ausschließlich auf Wildvögel beziehen. Insgesamt dürfte der Effekt der Auswilderung auf die verwerteten Daten vernachlässigbar sein.

Weiterhin ist es wahrscheinlich, dass die Tiere des Untersuchungsgebietes noch in einem Austausch mit Wildvögeln aus benachbarten Vorkommen im Schwarzwald stehen. Dies wird aus einem Vergleich der rasterbezogenen Nachweise mit dem Vorkommen balzender Hähne vor allem gegen Ende des Betrachtungszeitraumes plausibel (Abb. 2 und 3), wenn man berücksichtigt, dass Auerhühner einen großen Aktionsradius haben. Regelmäßig überbrückte Entfernungen von 5–7 km sind für telemetrierte Hähne und Hennen aus Bayern belegt (STORCH 1993). Da man ferner annehmen kann, dass alle im Untersuchungsgebiet St. Georgen gesichteten Auerhühner irgendwo an der Balz teilnehmen, so läßt sich schließen, dass dies an außerhalb gelegenen Balzplätzen geschieht. Solche bestehen tatsächlich, zumindestens im Süden (Raum Hammereisenbach) und im Westen (Rohrhardsberggebiet). Umgekehrt können Tiere aus umliegenden Bereichen jederzeit im Untersuchungsgebiet auftauchen.

5.2 Rückgang der Auerhuhnpopulation im Raum St. Georgen

Die Zahl der Nachweise, die Zahl der belegten Raster und die Zahl beobachteter Hähne weisen auf einen drastischen Rückgang des Auerhuhns im Raum St. Georgen hin. Nur der letztgenannte Parameter ist allerdings so unabhängig von der Beobachtungsintensität und -verteilung, dass er einen Rückgang wirklich belegen kann. Der ursprüngliche Bestand von 23 Hähnen im Zeitraum 1972–1975 ging auf null zurück. Er ist bereits nach 1987 praktisch erloschen, denn es wurde nur noch in 6 Jahren jeweils 1 balzender Hahn gemeldet, zuletzt 1996 (Abb. 4). Eine diesem Rückgang entsprechende Schrumpfung des von Auerhühnern genutzten Geländes ließ sich nicht feststellen. Denkt man sich einen Rahmen um die 42 insgesamt und um die im letzten Intervall belegten 10 Rasterfelder (Abb. 2), kann man folgern, dass sich das Auerhuhnareal kaum verkleinert hat. Die Rasterdarstellung läßt also nicht auf ein Aussterben in Teilgebieten, sondern eher auf eine langsame Ausdünnung der Population auf der Gesamtfläche schließen. Das bedeutet auch, dass man immer noch in allen Teilen des Untersuchungsgebietes mit dem Auftreten von Auerhühnern rechnen kann, was für die Begründung möglicher Schutzmaßnahmen von Bedeutung ist.

5.3 Vergleich mit der Populationsentwicklung im übrigen Schwarzwald

Das Untersuchungsgebiet liegt am östlichen Rand der heutigen Auerhuhnverkommen des Schwarzwaldes. Der beschriebene Rückgang erscheint besonders dramatisch, wenn man bedenkt, daß hier noch um die Jahrhundertwende ein sehr gutes Gebiet für die Auerwildjagd war, wie Jagdstatistiken belegen (z.B. STEPHANI 1938).

Der im Süden an das Untersuchungsgebiet angrenzende Villingener Stadtwald hat einen vergleichbaren Rückgang des Auerhuhns seit 1979 zu verzeichnen (Abb. 4). Nach SCHILLOK (1984) betrug die Zahl der dort balzenden Hähne 1972 43 Stück. Sie stieg auf 48 in den Jahren 1978 und 1979 an und nahm danach auf 20 im Jahr 1984 ab. 1996 konnten nur 11 und 1999 nur noch 6 Hähne beobachtet werden (ZEITVOGEL, mündl. Mitt.).

Für einen Vergleich mit der Situation im gesamten Schwarzwald wird auf Angaben der Auerwildhegegemeinschaften zurückgegriffen, die auf Zählungen bzw. Schätzungen der örtlichen Jäger und Forstleute an den Balzplätzen beruhen. Diese Zahlen sind mit großen Unsicherheiten behaftet, wie aus der Tatsache hervorgeht, daß auf dieser Datenbasis allein für das Jahr 1993 drei verschiedene Zahlen balzender Hähne für den Schwarzwald veröffentlicht wurden: SUCHANT (1995) ca. 550 Hähne, SUCHANT (1998) 509 Hähne, ANONYMUS (1999) 417 Hähne.

Die Werte, die einer Abbildung von SUCHANT (1998) zugrundeliegen, besagen folgendes:

Im Nordschwarzwald wurden 1971 200 balzende Hähne geschätzt, der Wert betrug 1983 100, stieg bis 1995/1996 wieder auf 200 an und fiel auf 168 im Jahr 1997 ab. Im Südschwarzwald (Abb. 4) wurden 1971 350 balzende Hähne ermittelt. 1983 wurden 379 Hähne festgestellt; bis 1995 betrug der Bestand mindestens 300 Hähne. Erst danach machte sich ein deutlicher Rückgang auf 210 Stück im Jahr 1997 bemerkbar.

Den Vergleich zwischen den Bestandesentwicklungen im Südschwarzwald, im Villingener Stadtwald und im Untersuchungsgebiet (St. Georgen) zeigt Abb. 4. Die beiden zuletzt genannten Gebiete sind Teile des Südschwarzwaldes.

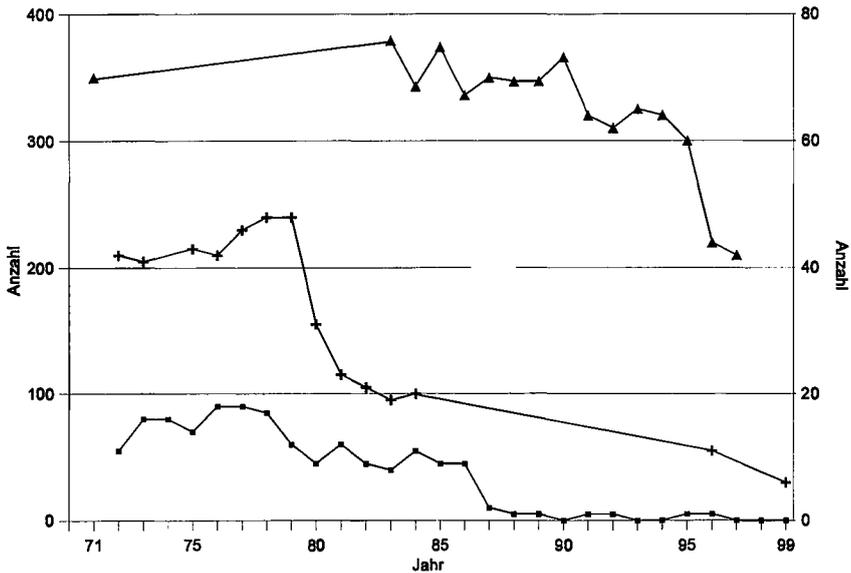


Abb. 4: Vergleich der Bestandeszahlen balzender Auerhähne im Zeitraum 1971–1999:
– Süd-Schwarzwald (obere Kurve, linke Ordinate; Daten aus SUCHANT 1998)
– Stadt Wald Villingen (mittlere Kurve, rechte Ordinate; Daten aus SCHILLOK 1984 und nach ZEITVOGEL, mdl.)
– Untersuchungsgebiet St. Georgen (untere Kurve, rechte Ordinate: Summe der in einer Balzsaison – März bis Mai des betreffenden Jahres – pro Balzplatz beobachteten Höchstzahlen).

Da in Villingen und St. Georgen die Bestände seit 1980 stark abnehmen, für den Südschwarzwald dagegen von 1971–1990 Zahlen auf gleichbleibendem Niveau genannt werden, müsste es Teilgebiete im Südschwarzwald mit einer Bestandeszunahme im besagten Zeitraum geben. Solche sind den Verfassern allerdings nicht bekannt. Eine andere Erklärung für die genannte Diskrepanz könnte darin liegen, dass die für den Südschwarzwald befragten Personen unkritisch frühere Zahlen fortschrieben, ohne sich um eine gründlichere Erfassung der Balzbestände zu bemühen. In jedem Fall ergibt sich aus den in Abb. 4 gezeigten Kurven, dass die Bestandesüberwachung durch die Auerwildhegegemeinschaften den drastischen Rückgang in Teilgebieten nicht sichtbar machte und damit die Notwendigkeit von Gegenmaßnahmen verkannt wurde.

Im Rahmen der Diplomarbeit, auf der die vorliegende Arbeit beruht, war es nicht möglich, die Ursachen für den Rückgang der Auerhuhnpopulation im Raum St. Georgen zu analysieren. Doch konnte bereits SCHILLOK (1984) für den Stadt Wald Villingen eine Verschlechterung der Auerhuhnlebensräume belegen (Rückgang der Heidelbeerdecke bei Dichtschluss der fichtenreichen Verjüngungen). Auch für den übrigen Schwarzwald wird in erster Linie Lebensraumschwund für die Abnahme der Auerhuhnpopulation verantwortlich gemacht (SCHROTH 1994, LIESER 1996 und 1999).

Danksagung: Wir danken Herrn Prof. Dr. D. Eisfeld für die Betreuung der Diplomarbeit, für konstruktive Beiträge und für die Durchsicht des Manuskriptes, Herrn Zeitvogel (Städtisches Forstamt Villingen) für neuere Daten aus dem Stadtwald Villingen, Herrn R. Suchant (Forstl. Versuchs- u. Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Freiburg) für die Überlassung von Originaldaten sowie dem Badischen Landesverein für Naturkunde und Naturschutz für die finanzielle Unterstützung der Arbeit.

Schrifttum

- ANONYMUS (1999): Arbeitsgruppe Raufußhühner und Auerwildhegegemeinschaft: Ein Miteinander für die Natur. Bericht von den Regionalversammlungen 1999. – Der Jäger in Baden-Württ. 1/99, 17–19, Stuttgart.
- FLENDER, A. (1999): Zum Populationsrückgang des Auerhuhns im östlichen Schwarzwald. – Diplomarb., Forstwiss. Fak. d. Univ. Freiburg, 46 S.
- HÖLZINGER, J., BERTHOLD, P., KÖNIG, C. & MAHLER, U. (1996): Die in Baden-Württemberg gefährdeten Vogelarten – „Rote Liste“ (4. Fassung, Stand 31.12.1995). – Orn. Jahresh. Bad.-Württ. 9, 33–90, Ludwigsburg.
- LIESER, M. (1996): Zur Nahrungswahl des Auerhuhns (*Tetrao urogallus*) im Schwarzwald. – Orn. Beob. 93, 47–58, Basel.
- LIESER, M. (1999): Möglichkeiten der Lebensraumgestaltung für Haselhuhn und Auerhuhn im Schwarzwald. – In: Der Rohrhardsberg – Neue Wege im Naturschutz für den Mittleren Schwarzwald (Hrsg.: Landesanstalt f. Umweltschutz Baden-Württ.), S. 315–330, Ubstadt-Weiher.
- ROTH, K. (1974): Die frühere und die heutige Verbreitung des Auerwilds in Baden-Württemberg und die Entwicklung der Bestände. – Schriftenr. Landesforstverw. Baden-Württ. 42, 8–14, Stuttgart.
- SCHILLOK, P. C. (1984): Lebensraumveränderungen und Auerwildbestand im Villingen Stadtwald. – Diplomarb., Forstwiss. Fak. d. Univ. Freiburg, 136 S.
- SCHROTH, K. E. (1994): Zum Lebensraum des Auerhuhns (*Tetrao urogallus* L.) im Nordschwarzwald. – Mitt. FVA Baden-Württ. 178, 1–133, Freiburg.
- STEPHANI, K. (1938): Geschichte der Jagd in den schwäbischen Gebieten der Fürstenbergischen Ständesherrschaft. – Verein f. Gesch. u. Naturgesch. der Baar, Donaueschingen.
- STORCH, I. (1993): Habitat use and spacing of capercaillie in relation to forest fragmentation patterns. – Diss., Ludw.-Max.-Univ. München, 97 S.
- SUCHANT, R. (1995): Die Zukunft des Auerhuhns in einer mitteleuropäischen Kulturlandschaft. – Naturschutzreport 10, 73–90, Jena.
- SUCHANT, R. (1998): Die Arbeitsgruppe Raufußhühner Baden-Württemberg. – Berichte Freiburger Forstl. Forschung 2, 10–23, Freiburg.
- WAGNER, E. (1990): Stützung der Auerwildrestpopulation im Raum Schramberg. – Schriftenr. Landesforstverw. Baden-Württ. 70, 23–27, Stuttgart.

(Am 7. April 2000 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	3	631–642	2000	Freiburg im Breisgau 24. Mai 2000
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Zur Habitatnutzung und Brutbiologie des Kiebitzes (*Vanellus vanellus* L.) in einem Brutgebiet am südlichen Oberrhein

von

JOCHEN KÜBLER, Überlingen *

Einleitung

In den letzten fünfzig Jahren werden immer häufiger Kiebitzbruten auf Ackerland beobachtet. GLUTZ et al. (1975) sprechen daher von einem „Umstellungsprozess“ des Kiebitzes auf Ackerland. Mittlerweile gibt es vielerorts reine Ackerpopulationen (BESER & v. HELDEN-SARNOWSKI 1982, MATTER 1982), wobei deren Brutplätze mitunter weit ab von Feuchtgebieten liegen. GLUTZ et al. (1975) vermuten daher, dass „die ehemals und zum Teil heute im Kulturland zu beobachtende Vorliebe für hohe Bodenfeuchte ... in erster Linie in Zusammenhang mit den differenzierten Ansprüchen an die Vegetationshöhe zu verstehen“ ist. Das Pflanzenwachstum fällt auf Flächen mit hohem Grundwasserstand oder Staunässe auf Wiesen und Äckern normalerweise nur spärlich aus. In Gegenden, in denen es noch für den Kiebitz geeignete Grünlandhabitats gibt, wird Grünland offenbar dem Ackerland vorgezogen (BELTING 1990, ONNEN 1989, WINKLER & DORNBERGER 1984). Andernorts wird dagegen das vorhandene Grünland gemieden, oder zumindest nicht dem Angebot entsprechend genutzt (BERG et. al. 1992, BESER & HELDEN-SARNOWSKI 1982, MATTER 1982). Offensichtlich werden im Grünland Weiden gegenüber Mähwiesen bevorzugt (BAINES 1990, GALBRAITH 1988a, KLOMP 1954). Letztere werden nur dann akzeptiert, wenn sie von niedrigem oder lückigem Wuchs sind (KLOMP 1954, LIKER 1992) oder durch Überschwemmungseinflüsse hervorgerufene vegetationsfreie Bereiche aufweisen (ONNEN 1989, WINKLER & DORNBERGER 1984). Die Umstellung des Kiebitzes von der Feuchtwiese auf den Acker gab Anlass zu zahlreichen Untersuchungen (z.B. BERG et. al. 1992, BESER & HELDEN-SARNOWSKI 1982, GALBRAITH 1988a, KOOIKER 1993, MATTER 1982, ONNEN 1989). Diese Arbeiten befassen sich mit populationsökologischen Fragen und dabei überwiegend mit den Auswirkungen der Feldbewirtschaftung auf den Bruterfolg.

Im Rahmen einer Diplomarbeit am Zoologischen Institut der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Frühjahr 1992 wurde die *Habitatnutzung* einer Ackerpopulation des Kiebitzes am südlichen Oberrhein untersucht. Im Mittelpunkt der

* Anschrift des Verfassers: Dipl.-Biol. J. KÜBLER, Goldbacherstr. 33, D-88662 Überlingen am Bodensee

Untersuchung stand die Frage, welche Habitats die Kiebitze während der Brutzeit zur Nahrungssuche nutzen, und welchen Einfluss die Vegetationsentwicklung auf die Habitatnutzung des Kiebitzes hat.

Die Bedeutung der Vegetationshöhe als limitierender Faktor für den Kiebitz wird in zahlreichen Arbeiten immer wieder hervorgehoben (z.B. BELTING 1990, KLUMP 1954, LIKER 1992). Sämtliche Angaben, die darin über Toleranzgrenzen gemacht werden, beziehen sich jedoch auf die Nistplatzwahl, bzw. auf die während des Brütens gerade noch tolerierten Vegetationshöhen. (VIDAL zit. in GLUTZ 1975).

In der vorliegenden Untersuchung sollte nun die Bedeutung der Vegetationshöhe in den Nahrungshabitats überprüft werden. Darüber hinaus sollte ermittelt werden, inwieweit ackerbrütende Kiebitze die Ackerflächen zur Nahrungssuche verlassen und welche Flächen dabei aufgesucht werden.

Untersuchungsgebiet und Methode

Die Untersuchungen wurden in der Schutterniederung durchgeführt; diese liegt wenige Kilometer von Offenburg entfernt, in der Südlichen Oberrheinebene (Abb. 1).

Die Untersuchungen begannen kurz nach dem Eintreffen der ersten Kiebitze im Brutgebiet am 15. März und endeten mit dem Wegzug der letzten Brutvögel am 14. Juli, erstreckten sich also über die gesamte Brutsaison.

Innerhalb des Untersuchungsgebietes wurden zwei Probeflächen für Dauerbeobachtungen ausgewählt. Kriterien für die Auswahl waren ein ausreichendes Vorkommen an Kiebitzpaaren (4–6 Brutpaare), die sich von einem Punkt aus mit dem Fernglas bzw. Spektiv über längere Zeit beobachten ließen. Wesentlich war ferner, dass die landwirtschaftliche Nutzung, und damit das Bruthabitat beider Probeflächen unterschiedlich waren.

Im engeren Aktionsradius des Brutverbandes der Probefläche I war Grünland die vorherrschende Landnutzungsform. Daneben gab es kleinflächige Äcker mit Mais und Wintergerste. Trotz des hohen Grünlandanteiles wurden fast alle Gelege auf Ackerflächen angelegt.

Dagegen stellte die Probefläche II das typische „Maisfeldbrüterhabitat“ am Oberrhein dar. Zentrum des Brutverbands war ein ca. fünf Hektar großer Maisacker, in dem sich auch fast alle Gelege des Brutverbandes befanden. Die Nutzung der Umgebung setzte sich zusammen aus einer frisch stillgelegten Fläche, einer mehrjährigen Brache, einer Wiese sowie einer Fläche mit Futtergrasanbau, die später umgebrochen und mit Mais bestellt wurde.

An den Brutverbänden der beiden Probeflächen wurden Dauerbeobachtungen über einen halben Tag hinweg durchgeführt, d. h. von Sonnenaufgang bis zum Nachmittag, bzw. vom Nachmittag bis zum Sonnenuntergang und zwar jeweils zur Hälfte auf einer Probefläche. In Karten wurden mittels Symbolen Aufenthaltsort und Verhalten der beobachteten Kiebitze festgehalten. Alle zehn Minuten erfolgte eine Aufnahme, wobei versucht wurde, die einzelnen Individuen getrennt und immer in derselben Reihenfolge zu erfassen.

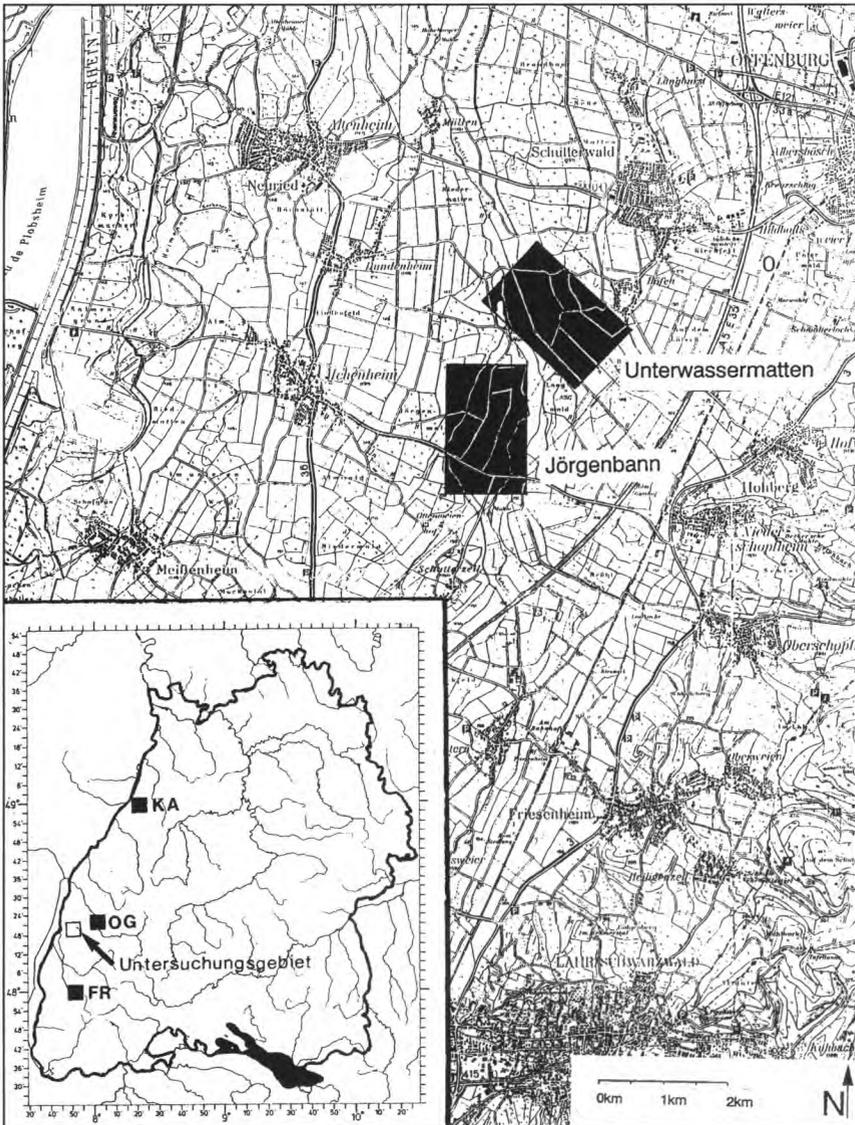


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes und der zwei Probeflächen.

Ergebnisse

Zunächst war die große Dynamik innerhalb der beobachteten Brutverbände auffallend. Fast täglich änderte sich die Anzahl der Kiebitze auf den Probeflächen. Die Schwankungen sind vor allem auf die ständigen Brutverluste zurückzuführen. So wurde häufig festgestellt, dass Brutpaare aus einem der Brutverbände nach Verlust von Eiern oder Jungvögeln abwanderten. Umgekehrt konnte beobachtet werden, dass von außerhalb der Beobachtungsflächen neue Paare zuwanderten. Auch unverpaarte Männchen trugen zu den Schwankungen bei, die offenbar zwischen den verschiedenen Brutverbänden umherwanderten und sich dann meist als „Satelliten“ an der Peripherie eines Brutverbandes aufhielten.

Ein weiteres Ergebnis der Dauerbeobachtungen an den beiden Brutverbänden war, dass der Aktionsradius der Individuen eines Brutverbandes während des Brütens und Junggeführten relativ klein war. In der Regel konnten die Ortsveränderungen der beobachteten Kiebitze über die gesamte Beobachtungszeit hinweg mit dem Fernglas verfolgt werden. Nur sehr selten wurden Ortsveränderungen über den engeren Aktionsradius hinaus registriert. Die von anderen Autoren postulierte Lage von Nahrungshabitaten, die weit entfernt der Brutplätze liegen, konnte nicht bestätigt werden.

Meist wurde der Großteil der beobachteten Kiebitze während der mehrstündigen Beobachtungszeit nur auf einer Fläche bei der Nahrungssuche beobachtet. Meist war dies die Fläche des Neststandortes oder eine unmittelbar angrenzende Fläche (Abb. 2).

Weiterhin war auffallend, dass manche Flächen nur während bestimmter Phasen des Untersuchungszeitraumes genutzt wurden, während sie zu anderen Zeiten vollständig gemieden wurden.

So wurden zu Anfang der Untersuchung auf der grünlandreichen Probefläche I die Wiesen und ein sehr feuchter Wintergerstenacker noch sehr häufig zur Nahrungssuche genutzt. In der letzten Aprilwoche endete die Nutzung der Wiesen und sämtliche beobachtete Vögel suchten nur noch innerhalb der Maisäcker ihre Nahrung. Erst nach der Mahd einer Wiesenfläche Mitte Mai wurde diese wieder von den zwei noch verbliebenen Brutpaaren der Probefläche zur Nahrungssuche aufgesucht (Abb. 2).

Als Ursache für das plötzliche Meiden der Wiesenflächen ist die zunehmende Höhe und Dichte der Vegetation ein plausibler Grund. Die Vegetationshöhe, ab der die Kiebitze eine Fläche vollständig meiden, wird im folgenden als die *kritische Vegetationshöhe* bezeichnet. Für die Wiesen und Getreideäcker wurden dafür zwischen 15 und 20 Zentimeter durchschnittliche Vegetationshöhe ermittelt (Abb. 2).

Neben den Altvögeln wurde in einem Fall registriert, wo die Küken eines Brutpaares ihre Nahrung suchten (Abb. 3). Die frisch geschlüpften Pulli wurden vom Weibchen zunächst an einen Graben mit Pfütze zwischen zwei Ackerflächen geführt. Vor dem Schlüpfen der Küken hatte es mehrere Tage nicht geregnet, und die obersten Bodenschichten waren ausgetrocknet. Nachdem sie sich einen Tag in dem Maisacker aufgehalten hatten, in dem sie erbrütet wurden, wanderten sie über eine frisch gemähte Wiese in einen benachbarten Maisacker. Die Küken wurden erstaunlicherweise nur einmal in der gemähten Wiese bei der Nahrungssuche beobachtet.

Das Meiden von Wiesen bzw. mehrjährigen Brachflächen nach Überschreitung der *kritischen Vegetationshöhe* konnte auch bei den „Maisbrütern“ der Probefläche II beobachtet werden, wobei diesen Flächen nie eine herausragende Bedeutung als Nahrungshabitat zukam (Abb. 4). Nur wenige Individuen nutzten die Wiesen und

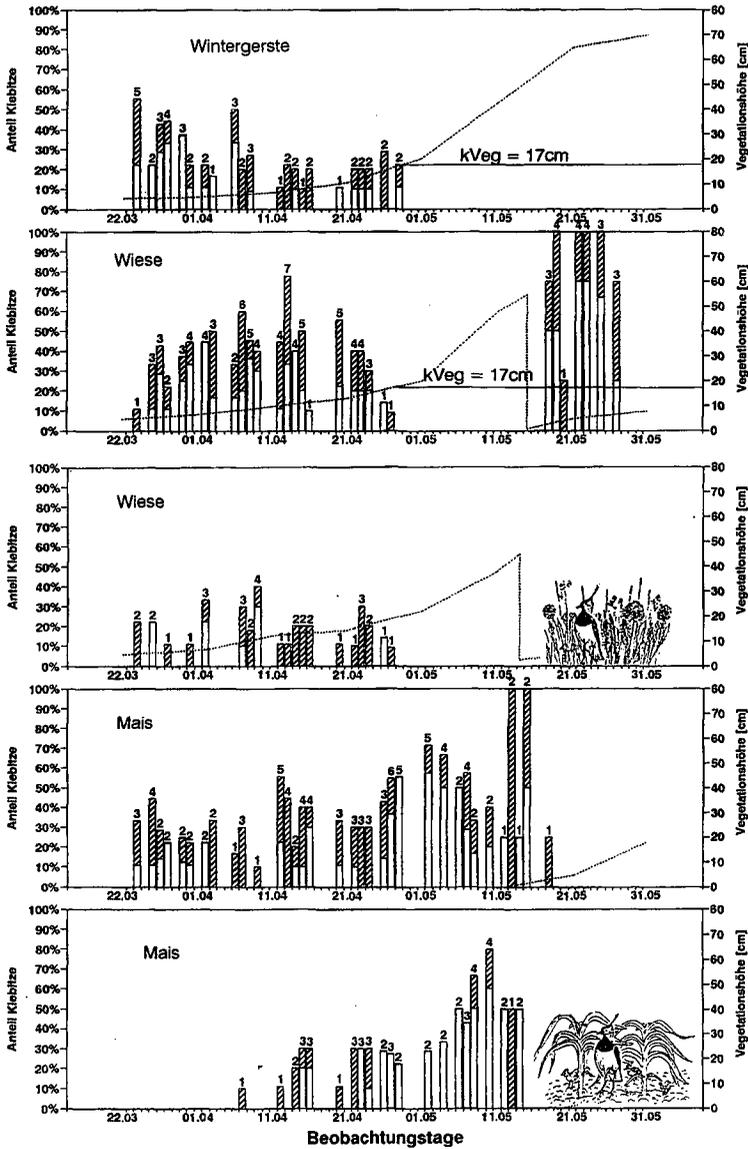


Abb. 2: Habitatnutzung der Altvögel auf Probfäche I:

Auf der Abszisse sind die einzelnen Beobachtungstage während des Untersuchungszeitraumes dargestellt, auf der Ordinate der Anteil der Kiebitze, der die jeweilige Fläche während des Beobachtungszeitraumes eines Tages nutzte.

Die ungefüllten Balkenbereiche bezeichnen den Anteil der Kiebitze, der die Fläche ausschließlich zur Nahrungssuche nutzte. Dagegen stellen die schraffierten Balkenbereiche den Anteil von Kiebitzen dar, der während des Beobachtungszeitraumes neben der dargestellten Fläche noch eine weitere oder mehr Flächen zur Futtersuche aufsuchte.

Die Zahlen über den Balken nennen die insgesamt auf der Fläche an einem Tag bei der Nahrungssuche registrierten Kiebitze.

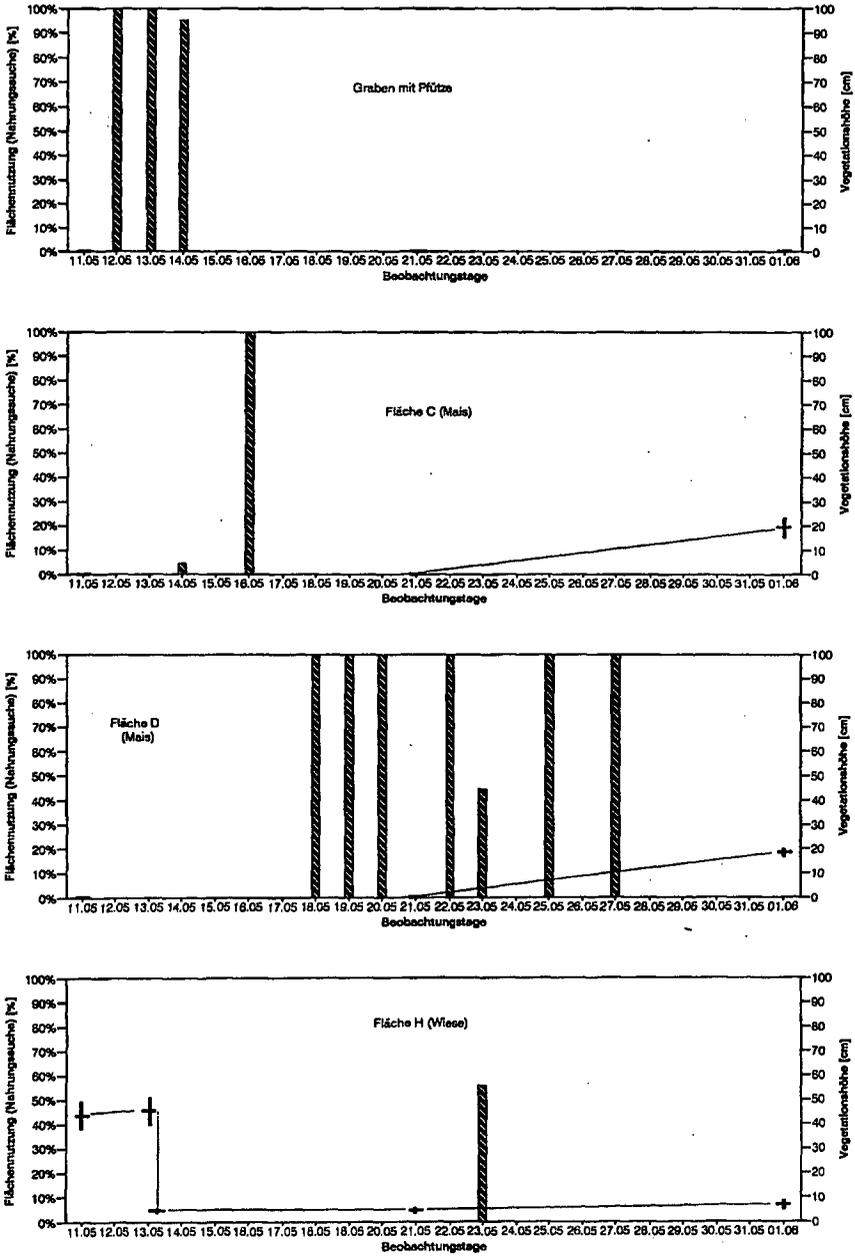


Abb. 3: Habitatnutzung von vier Küken eines Brutpaares auf Probefläche I.

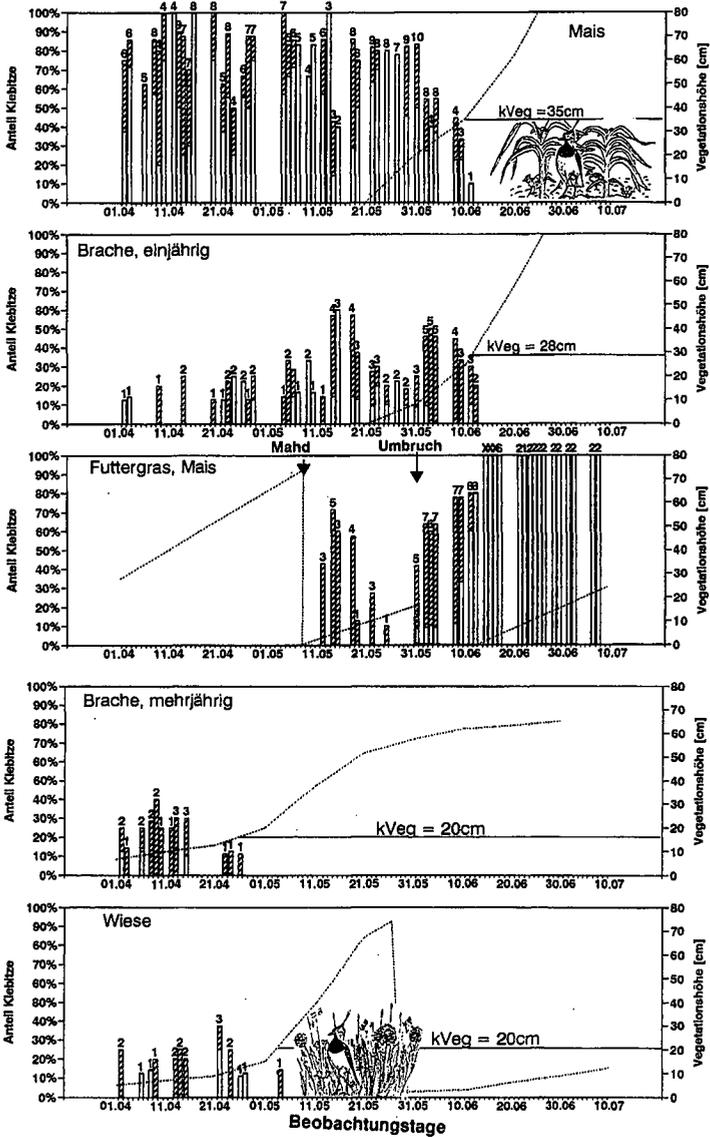


Abb. 4: Habitatnutzung der Altvögel auf Probfläche II:

Auf der Abszisse sind die einzelnen Beobachtungstage während des Untersuchungszeitraumes dargestellt, auf der Ordinate der Anteil der Kiebitze, der die jeweilige Fläche während des Beobachtungszeitraumes eines Tages nutzte.

Die ungefüllten Balkenbereiche bezeichnen den Anteil der Kiebitze, der die Fläche ausschließlich zur Nahrungssuche nutzte. Dagegen stellen die schraffierten Balkenbereiche den Anteil von Kiebitzen dar, der während des Beobachtungszeitraumes neben der dargestellten Fläche noch eine weitere oder mehr Flächen zur Futtersuche aufsuchte.

Die Zahlen über den Balken nennen die insgesamt auf der Fläche an einem Tag bei der Nahrungssuche registrierten Kiebitze.

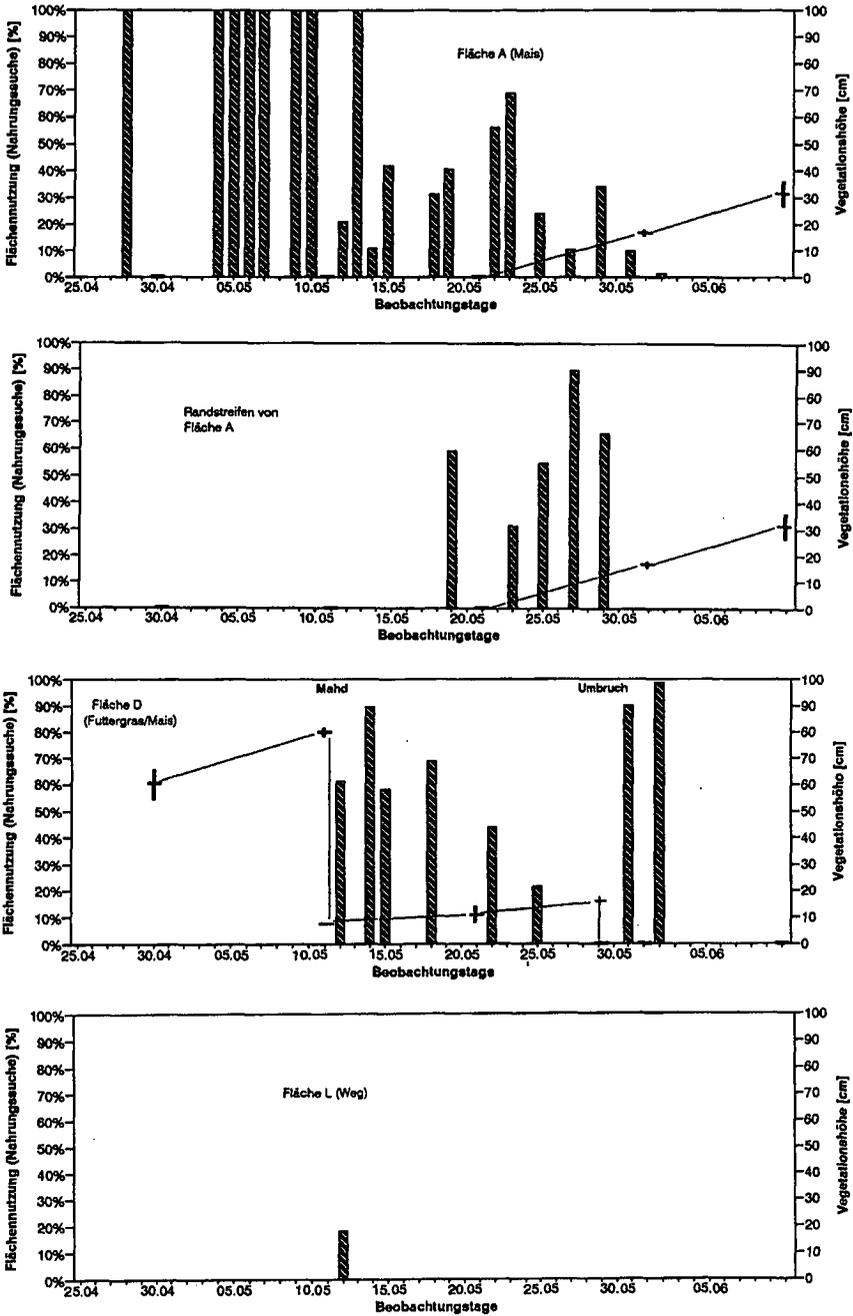


Abb. 5: Habitatnutzung von vier Küken eines Brutpaares auf Probefläche II.

Brachflächen zur Nahrungssuche. Der Großteil der Kiebitze suchte die Nahrung vorwiegend auf den Ackerflächen, vor allem auf dem zentralen Maisacker. Nach der Mahd einer Futtergrasfläche am 9. Mai wurde diese von einigen Individuen in die Nutzung einbezogen. Kurz darauf setzte auf dem Maisacker und der Brachfläche das Wachstum der Vegetation rapide ein. Damit einhergehend verloren die beiden Flächen Ende Mai zunehmend an Bedeutung. Der Mais hatte zum Zeitpunkt der Nutzungsaufgabe durch die Kiebitze eine Vegetationshöhe von ca. 35 cm erreicht. Die auf der Brachfläche aufgegangene Unkrautgesellschaft, dominiert von der Melde (*Atriplex* sp.), war knapp 30 cm hoch gewachsen (Abb. 4).

Ab dem 12. Juni bis zum Ende der Beobachtungen am 8. Juli konzentrierten sich sämtliche Vögel auf der einzigen Fläche mit niedriger Vegetationshöhe in der weiteren Umgebung. Zwar verließen wenige Tage später 8 der 10 Kiebitze das Brutgebiet, da sie aus unbekanntem Gründen innerhalb von wenigen Tagen alle Küken verloren hatten. Entscheidend ist jedoch, dass alle 10 beobachteten Kiebitze von dem Maisacker in die umgebene Fläche überwechselten (Abb. 4).

Dass sich die Kiebitze nicht „freiwillig“ von zunächst 5 ha auf nur noch einem Hektar zusammendrängten, wurde in den vielen Streitigkeiten zwischen den jungführenden Kiebitzen dokumentiert, die nach dem Wechsel zu beobachten waren.

Die Aufzeichnungen der Küken der „Maisfeldbrüter“ deckten sich im wesentlichen mit denen der Altvögel (Abb. 5). Man beachte, dass die Kiebitze die Ackerflächen niemals verließen. Die von anderen Autoren (z.B. BERG et al. 1992, GALBRAITH 1988b, KLOMP 1954) immer wieder beobachtete Wanderung von Kiebitzfamilien von Äckern auf Wiesen wurde nicht bestätigt.

Diskussion

Die Bedeutung der Vegetationshöhe als limitierender Faktor für den Kiebitz wird in zahlreichen Publikationen immer wieder hervorgehoben. Als mögliche Ursachen für die Bevorzugung von kurzrasigen Flächen gegenüber hochwüchsigen bietet KLOMP in seiner umfangreichen Monographie von 1954 folgende Erklärungen an:

- Der Kiebitz ist sowohl vom Bewegungsapparat, als auch von seiner Bewegungsweise her an unbewachsene, bzw. kurzrasige Flächen angepasst. Hohe Vegetation setzt den Tieren einen hohen Raumwiderstand entgegen. Außerdem wird der kurzbeinige Kiebitz mit seiner trippelnd-rennenden Fortbewegungsweise sehr stark bei der Fortbewegung behindert.
- Hohe Vegetation behindert auch die freie Rundumsicht, weshalb herannahende Luftfeinde erst viel später gesichtet werden.
- Bei der Nahrungssuche wird der Kiebitz durch visuelle Stimuli geleitet. Hohe Vegetation engt das Gesichtsfeld stark ein, was sich nachteilig auf den Jagderfolg auswirkt.
- Bei der Landung spreizt der Kiebitz die Flügel in horizontaler Richtung ab, weshalb hohe Vegetation die Landung behindert.

Die *kritische Vegetationshöhe* für den Mais ist mit 35 cm deutlich höher als die für das Grünland ermittelten Werte mit 15–20 cm. Dieser Unterschied könnte auf folgende Ursachen zurückgeführt werden:

- In der Maiskultur ist die Dichte der Vegetation weit geringer als im Grünland. Dank des großen Reihenabstandes ist die Beweglichkeit der Kiebitze in Maisäckern zu keinem Zeitpunkt eingeschränkt, während ihnen 20 cm hohes Wiesen gras bereits einen erheblichen Raumwiderstand entgegensetzt.
- In noch jungen Maiskulturen ist die Sicht zumindest parallel zu den Saatreihen noch möglich, auch dann, wenn die Höhe der Maispflänzchen bereits die eines aufrecht stehenden Kiebitzes überschreitet. Interessant erscheint in diesem Zusammenhang, dass die Kiebitze den Maisacker just zu dem Zeitpunkt verließen, als die benachbarten Saatreihen sich zu schließen begannen, und so auch die Sicht längs zu den Saatreihen behindert war.

Die festgestellte *kritische Vegetationshöhe* der Nahrungshabitate liegt mit 15–20 cm für Grünland und 35 cm bei Maisäckern deutlich *unter* der für das Bebrüten eines Geleges kritischen Höhe der Vegetation. In dieser Untersuchung betrug in einem Fall die Vegetation einer Grünlandfläche um ein Gelege beim Schlupf der Küken bereits 45 cm. Das bedeutet, dass die freie Rundumsicht der brütenden Altvögel bereits erheblich eingeschränkt gewesen sein muss. Andere Autoren, z.B. MATTER (1982) in der Schweiz, konnten noch größere Vegetationshöhen um brütende Kiebitze nachweisen.

Die Tatsache, dass viele Kiebitze die Maisäcker zur Nahrungssuche nicht verließen, könnte folgende Ursachen haben:

- Auf der Oberfläche laufende Arthropoden und Regenwürmer werden auf nacktem Boden besser entdeckt als auf bewachsenem. Dadurch wird möglicherweise die Effizienz der Nahrungssuche gesteigert, was das geringere Nahrungsangebot zu minimieren vermag.
- Durch die Bodenbearbeitung wird der Lockerungszustand des Bodens erhöht, wodurch vor allem bei Trockenheit das Nahrungsangebot im Boden besser erreicht werden kann.
- Die Kiebitze bleiben in der unmittelbaren Nähe des Geleges und der Brutverbände und können so gemeinsam mit den anderen Brutpaaren herannahende Nesträuber besser bekämpfen.

Während die „Maisfeldbrüter“ auf Probefläche II fast ausschließlich die Äcker zur Nahrungssuche nutzten, hatten auf der Probefläche I mit den hohen Grünlandanteilen die Wiesen bis zum Überschreiten der *kritischen Vegetationshöhe* eine große Bedeutung als Nahrungshabitat (Abb. 2). Vergleicht man die Verhältnisse der Verhaltensweisen Sitzen, bzw. Ruhen, Nahrungssuche und Gefiederpflege, so fällt auf, dass in den Wiesen das Nahrungssuchverhalten gegenüber den anderen Verhaltensweisen deutlich dominiert. Mit anderen Worten: Die Wiesen wurden hauptsächlich zur Nahrungssuche aufgesucht, während die Verhaltensweisen „Putzen“ und „Ruhen“ eher auf den Äckern, also in Nestnähe stattfanden (Abb. 6). Die Beobachtungen widerlegen allerdings die Annahme, dass ackerbrütende Kiebitze ihre Nahrung vorwiegend außerhalb der Brutplätze, zum Beispiel auf Feuchtwiesen, suchen, wie KLOMP 1954 und BESER & HELDEN-SARNOWSKI (1982) vermuten.

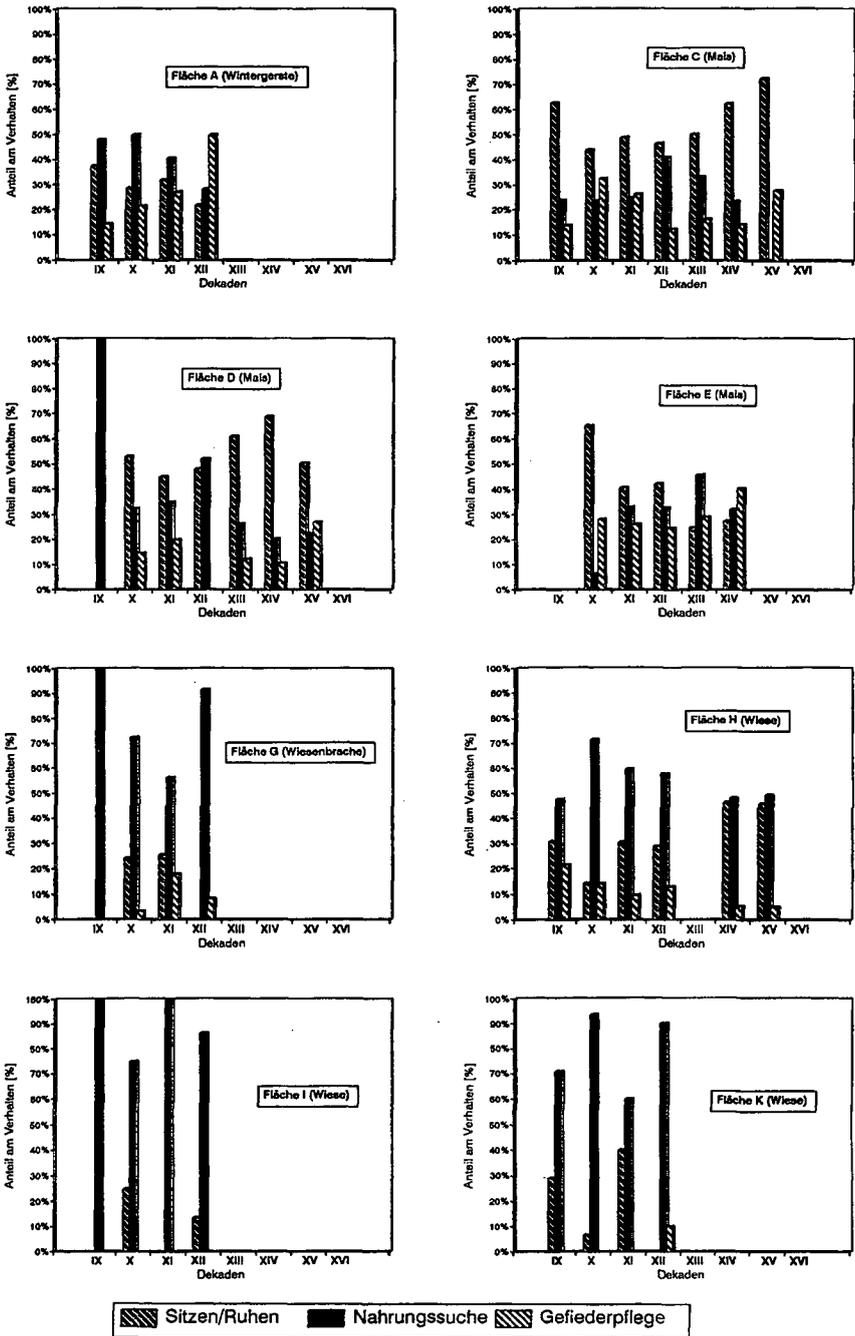


Abb. 6: Verhältnis der Aktivitäten Ruhen / Nahrungssuche / Gefiederpflege pro Dekade auf den Teilflächen von Probefläche I.

Bedeutung der Ergebnisse für den Schutz des Kiebitzes am Oberrhein

Am Oberrhein sind die Wiesen, selbst bei extensiver Nutzung, als alleiniges Nahrungshabitat für den Kiebitz nicht ausreichend, da sie bereits sehr früh, also Ende April eine für den Kiebitz nicht mehr tolerable Vegetationshöhe überschreiten. Eine Verbesserung bieten Maßnahmen der Vernässung, da so das Wachstum der Vegetation verzögert werden kann. Weiterhin sollten in Schutzkonzepten eine mosaikartige Wiesennutzung angestrebt werden, bei der frühe Mahdzeitpunkte in manchen Flächen sich durchaus günstig für den Kiebitz auswirken könnten.

Allerdings ist das Grünland für den Kiebitz am Oberrhein kein existentieller Bestandteil seines Lebensraumes. Selbst auf Ackerflächen ohne stehendes Oberflächenwasser können Kiebitze erfolgreich Küken großziehen. Voraussetzung ist jedoch, dass der Schlupf der Küken vor der Maiseinsaat erfolgt. Nach dem Verlust der Brut durch landwirtschaftliche Bodenbearbeitung werden zwar noch Nachgelege gezeitigt. Die daraus geschlüpften Küken haben jedoch infolge des rasch einsetzenden Wachstums der Maispflanzen Ende Mai kaum mehr geeignete Flächen zur Verfügung, da zu diesem Zeitpunkt auf fast allen landwirtschaftlichen Nutzflächen die Vegetation die für den Kiebitz *kritische Vegetationshöhe* weit überschritten hat.

Schrifttum

- BAINES, D. (1988): The effects of improvement of upland marginal grassland on the breeding success of lapwings *Vanellus vanellus* and other waders. – *Ibis* 131, 497–506.
- BAINES, D. (1990): The roles of predation, food and agricultural practise in determining the breeding success of lapwings *Vanellus vanellus* on upland grasslands. – *Journal of Animal Ecology* 59, 915–929.
- BELTING, H. (1990): Habitatwahl und Bruterfolg von Kiebitz (*Vanellus vanellus* L.) und Uferschnepfe (*Limosa limosa* L.) im Dümmer-Gebiet. Diplomarbeit an der TU Braunschweig (unveröff.).
- BERG, A., LINDBERG, T. & KÄLLEBRINK, K. G. (1992): Hatching success of lapwings on farmland: differences between habitats and colonies of different sizes. – *Journal of Animal Ecology* 61, 469–476.
- BESER, H. J. & VON HELDEN-SARNOWSKI, S. (1982): Zur Ökologie einer Ackerpopulation des Kiebitzes (*Vanellus vanellus*). – *Charadrius* 18, 93–113.
- GALBRAITH, H. (1988a): Effects of agriculture on the breeding ecology of lapwings *Vanellus vanellus*. – *Journal of Applied Ecology* 25, 487–503.
- GALBRAITH, H. (1988b): Arrival and habitat use by lapwings *Vanellus vanellus* in the early breeding season. – *Ibis* 131, 377–388.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. N., BAUER, K. M. & BEZZEL, E. (1975): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Charadriiformes (I. Teil), 405–471, Akad. Verlagsges. Wiesbaden.
- KLOMP, H. (1954): De terreinkus van de Kievit *Vanellus vanellus*. – *Ardea* 42, 1–139.
- KOOIKER, G. (1993): Phänologie und Brutbiologie des Kiebitzes *Vanellus vanellus*: 17jährige Beobachtungen in Nordwestdeutschland. – *Journal für Ornithologie* 134, 43–58.
- LIKER, A. (1992): A bíbic (*Vanellus vanellus*) szaporodásbiológiai vizsgálata szikespusztai élőhelyen. – *Ornis Hungarica* 2, 61–66.
- MATTER, H. (1982): Einfluss intensiver Feldbewirtschaftung auf den Bruterfolg des Kiebitzes (*Vanellus vanellus*) in Mitteleuropa. – *Der Ornithologische Beobachter* 79, 1–24.
- ONNEN, J. (1989): Zur Populationsökologie des Kiebitz (*Vanellus vanellus*) im Weser-Ems-Gebiet. – *Ökologie der Vögel* 11, 209–249.
- SHRUBB, M. (1990): Effects of agricultural change on nesting lapwings *Vanellus vanellus* in England and Wales. – *Bird study* 37, 115–127.
- WINKLER, H. & DORNBERGER, W. (1984): Zum Brutbestand und zur Brutplatzwahl des Kiebitzes (*Vanellus vanellus*) im Altmühltal. – LIX. Bericht Naturforschende Gesellschaft Bamberg, 221–243.

(Am 25. Februar 1998 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F 17	3	643–650	2000	Freiburg im Breisgau 24. Mai 2000
--	--------	---	---------	------	--------------------------------------

Saugwurmlarven in unseren Badeseen – das wachsende Problem der Badedermatitis.

von

KNUT EICHSTAEDT & PETER REY, Konstanz *

Zusammenfassung: Die Badedermatitis, eine durch die Larven eines parasitischen Saugwurms hervorgerufene Hautirritation, hat sich zu einem bedeutenden Problem des Badetourismus an Voralpenseen entwickelt. Ursachen dafür sind die stärkere Nutzung naturbelassener Flachwasserzonen für den Badebetrieb, die wachsende Zahl von Badeurlaubern und die exzessive Fütterung von Wasservögeln. Im Rahmen eines internationalen Informationsprogrammes und in Zusammenarbeit mit Gesundheitsbehörden konnten wir im Verlauf der Jahre 1990–1999 die Entwicklung der Badedermatitis am Bodensee und am Gardasee verfolgen. Auf diese Weise konnte eine Eingrenzung der Gefahrenzonen vorgenommen, Vorhersagen über die Gefährdungszeiträume getroffen und daraus ein Frühwarnsystem für Badegäste entwickelt werden. Darüber hinaus wurden Badegäste und Badeplatzbetreiber über Verhaltensregeln zur Vermeidung der Badedermatitis informiert. Obwohl uns durch enge Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden an Bodensee und Gardasee jährlich Informationen über Erscheinungsorte und einzelne Befallzahlen bekannt sind, ist eine epidemiologische Abklärung des Phänomens bisher noch nicht erfolgt.

Einleitung

Wer im Sommer an flachen, pflanzenreichen Naturstränden des Bodenseeufers badet, erlebt mitunter eine unangenehme Überraschung: Fünf bis zehn Minuten nach dem Badevergnügen beginnt ein starker Juckreiz auf der Haut und etwas später zeigt sich ein deutlicher Hautausschlag mit Quaddeln, leicht erhabenen, geröteten Hautstellen (Abb. 1). Der gepeinigte Badegast leidet dann unter der sogenannten Badedermatitis, die mit hoher Wahrscheinlichkeit von Gabelschwanzlarven (Zerkarien) der Saugwurmgattung *Trichobilharzia* verursacht wurde. (Anm. d. Red.: Über Untersuchungen an einigen Freiburger Baggerseen berichtete R. ALLGÖWER 1990 in dieser Zeitschrift). Für die ca. 1mm langen Larven dieser Trematoden (Abb. 2) ist der Mensch jedoch lediglich ein Fehlwirt. Nachdem sie sich in dessen Haut gebohrt haben, tritt eine Abwehrreaktion ein und die Larven sterben ab. Die richtigen Endwirte von *Trichobilharzia* sind verschiedene Entenvögel, in deren Darm sie ihren Entwicklungszyklus abschließen und neue Eier produzieren.

* Anschrift der Verfasser: Dr. K. EICHSTAEDT und P. REY, Hydra-Institut Büro Rey, Fürstenbergstr. 25, D-78467 Konstanz



Abb. 1: Äußerlich sichtbares Zeichen einer Badedermatitis ist ein durch die Saugwurmlarven (Zerkarien) hervorgerufener papulöser, stark juckender Hautausschlag.

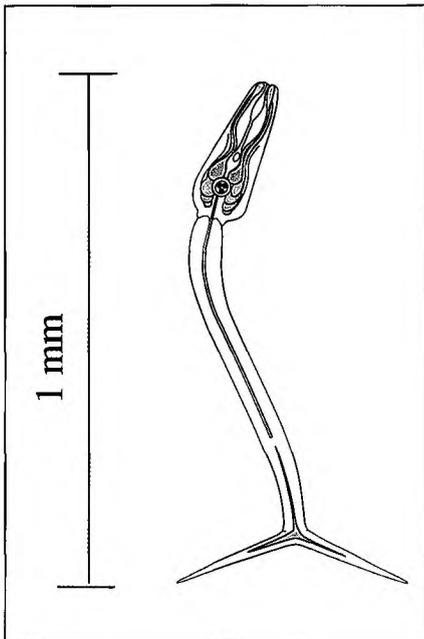


Abb. 2: Schematische Darstellung einer Gabelschwanzlarve oder Zerkarie, des Larvenstadiums eines Saugwurms, welches die Badedermatitis beim Menschen verursacht.

Lebensweise des Parasiten

Der sogenannte Pärchenegel – zoologisch betrachtet kein Egel sondern ein kleiner Saugwurm der Gattung *Trichobilharzia* (Trematoda, Digenea, Schistosomatidae) – ist der Erreger der Vogelbilharziose. Nicht zu verwechseln ist diese Krankheit mit tropischen Bilharziosen, einem nicht selten tödlich endenden Parasitenbefall des Menschen, an dem in Afrika, Ostasien und Südamerika derzeit etwa 200 Millionen Personen erkrankt und durch den etwa 600 Millionen Menschen direkt gefährdet sind.

Die adulten *Trichobilharzien*, in Süddeutschland handelt es sich hierbei meist um die Arten *Trichobilharzia szidati* oder *T. ocellata* (BECHTHOLD, WINTERGERST & BUTENANDT 1997), leben in den Blutgefäßen der Darmwand ihrer Endwirte. Hierfür kommen praktisch alle Wasservögel in Frage. Die Trematodeneier gelangen mit dem Kot der Endwirte ins Gewässer. Aus den Eiern schlüpfen nach 4–5 Tagen Larvenstadien, die sogenannten Mirazidien. Bei Wassertemperaturen von mindestens 20 °C schwärmen diese freischwimmenden Wimpernlarven bis zu 20 Stunden, um an einen geeigneten Zwischenwirt (Wasserschnecken wie z.B. *Lymnea stagnalis* oder *Radix ovata*) zu gelangen. Treffen sie auf einen Zwischenwirt, durchbohren sie dessen Körperwand und gelangen ins Körperinnere. Über Mutter- und Tochter-sporozoitien verwandeln sich dort die Mirazidien innerhalb von 78 Tagen zu Gabelschwanzlarven, den sogenannten Zerkarien. In der Mitteldarmdrüse der Schnecken verbleiben die Zerkarien in der Regel bis zum folgenden Frühjahr und verlassen dann nach und nach den Zwischenwirt. In einer einzelnen Schnecke können sich dabei bis zu 20.000 Zerkarien entwickeln. Die höchste Dichte an schwärmenden Zerkarien wird in unseren Breiten in den Monaten Juli und August, also den klassischen Bademonaten, beobachtet. Nach Austreten aus den Zwischenwirten bewegen sich die Zerkarien negativ geotaktisch in Richtung Wasseroberfläche. Dort verbleiben sie, bis sie durch den Reiz eines herannahenden Schattens in heftige Bewegung geraten. Untersuchungen zeigten, dass diese Reaktion von Turbulenzen durch Ruderbewegungen im Wasser noch verstärkt werden. Des weiteren bewegen sich die Zerkarien chemotaktisch und thermotaktisch in Richtung Endwirt. Am Wirt angelangt, durchdringen sie die Hautoberfläche, bewegen sich in die Unterhaut (Dermis) und gelangen schließlich mit dem Blutstrom in die Blutgefäße der Darmwand. Dort entwickeln sich aus ihnen die adulten Saugwürmer (Trematoden).

Verlauf der Badedermatitis

Badegäste treffen überall dort auf ausschwärmende Zerkarien, wo natürlicherweise der gesamte Entwicklungszyklus von *Trichobilharzia* ablaufen kann. Es sind dies vor allem naturbelassene Flachwasserbereiche mit starkem Makrophytenbewuchs, in dem auch ihre Zwischenwirte, die Wasserschnecken, in hohen Individuendichten vorkommen (Abb. 3). Gleichzeitig sind solche Bereiche der bevorzugte Aufenthaltsort von Entenvögeln, ihren Endwirten. Zerkarien befallen hier aber auch mit gleicher Intensität den Fehlwirt Mensch. In dessen Haut kommt es dabei häufig zu sehr heftigen Abstoßungsreaktionen. Es entsteht ein meist stark juckendes, papulöses Exanthem (Quaddeln, vgl. Abb. 1). Die Zerkarien sterben dabei in aller Regel ab, weshalb es nachfolgend auch zu keinerlei weiteren pathogenen Erscheinungen beim Menschen kommt.



Abb. 3: An verkrauteten Flachwasserbereichen eines Sees können Badende besonders leicht mit den Zerkarien der Saugwürmer in Kontakt kommen.

Auffällig ist, dass Personen, die häufiger in einem durch Zerkarien „verseuchten“ Wasser baden, auch eher heftige Hautreaktionen zeigen, während Badende, die erstmalig mit den Larven in Kontakt kommen, meist von dem juckenden Hautausschlag verschont bleiben. Zu erklären ist dies mit einer Immunreaktion nach erfolgter Antikörperbildung, die frühestens beim zweiten Kontakt mit den Zerkarien eine verstärkte Hautreaktion auslöst, während erstmalig eindringende Zerkarien lediglich durch eine unspezifische zelluläre Abwehrreaktion unschädlich gemacht werden. Dies ist auch einer der Gründe dafür, dass nur ein Teil der Badegäste an einem Ort entsprechende Hautreaktionen zeigt. Ein weiterer Grund für die sehr verschiedenartige Ausprägung der Badedermatitis ist das individuelle Verhalten am Badeplatz. Schwimmer, die sich relativ schnell aus den warmen Flachwasserzonen entfernen, bleiben in der Regel von der Badedermatitis verschont. Gleiches gilt für Personen, die den Flachwasserbereich gänzlich meiden, weil sie über Stege oder von Booten aus gleich ins tiefere Wasser gelangen. Besonders gefährdet sind deshalb vor allem Kinder, die im warmen Flachwasserbereich plantschen oder generell Personen, die längere Zeit in höchstens hüft-hohem Wasser stehen. Da dieses Verhalten auf einen großen Teil der Badegäste zutrifft, findet man die Ausprägung der Badedermatitis vor allem an den Beinen und am Unterkörper. Das Abheilen der Quaddeln, bei denen es durch Kratzen nicht selten zu Sekundärinfektionen kommt, kann von einigen Tagen bis hin zu einigen Wochen dauern. Zur Behandlung eignen sich vor allem Antihistaminika oder Steroidcremes. In vielen Fällen wird die Ursache der Hautirritation jedoch überhaupt nicht erkannt, da auch verschiedene wasserbürtige Allergene eine vergleichbare Symptomatik auslösen (CONSOLARO et al. 1997), sich daher eine sichere Diagnose nur mit recht aufwendigen Methoden (Schistosoma-Immunfluoreszenztest, Zerkarien-Hüllenreaktion, Schistosoma-Ei-Präzipitationstest) stellen lässt und die Krankheit bei der Ärzteschaft immer noch relativ unbekannt ist (PILZ, EISELE & DISKO 1995).

Ursachen für die zunehmende Bedeutung der Badedermatitis

Die Badedermatitis ist ein bei uns schon lange bekanntes, aber früher nie in diesem Ausmaß aufgetretenes Phänomen (auch bekannt als „Badeflöhe“). Zwischen 1960 und 1980 gab es mit der zunehmenden Gewässerverschmutzung und Eutrophierung der Voralpenseen noch andere Ursachen für Hauterkrankungen nach dem Baden, z.B. der Kontakt mit Algentoxinen, mit den Schwebfortsätzen von Planktonorganismen und mit Zuckmückenexuvien. Solche Hautreaktionen lassen sich von ihrer Symptomatik her nur schwer von der Schistosomendermatitis unterscheiden.

In den letzten beiden Jahrzehnten wurden Urlaubsaktivitäten immer mehr in den Strandbereich verlagert, der Wassersport bekam einen höheren Stellenwert und die Zahl der Badeurlauber wuchs von Jahr zu Jahr. Somit wird heute auch in den bereits oben beschriebenen Gefahrenzonen, den krautigen Flachwasserbereichen, die für die Entwicklung von Zerkarien prädestiniert sind, vermehrt gebadet.

Im direkten Zusammenhang mit der Badedermatitis steht auch die verbreitete Unsitte der Wasservogelfütterung in Freizeitanlagen, an Anlegestegen, in Häfen und leider auch in Strandbädern – oft auch während des laufenden Badebetriebs. Ein großes Problem sind dabei die vermeintlichen „Tierfreunde“, die gezielt Umengen von Brot und Hausabfälle sammeln, um sich ihrer periodisch und tütenweise am Seeufer zu entledigen. Die Folgen werden allgemein unterschätzt. Zunächst führt ein solches Handeln zu einer direkten Verschmutzung des Wassers und Uferbereichs. Das konzentrierte Auftreten von Wasservögeln, die sich längere Zeit an solchen Futterplätzen aufhalten, verursacht umfangreiche Kotablagerungen und dadurch bedingte bakterielle Belastungen (z.B. Salmonellen). Des Weiteren werden durch die Futterreste an diesen Plätzen Ratten angelockt, die Überträger der Leptospirose sein können. Letztlich führen die auch ökologisch unsinnigen, exzessiven Zufütterungsaktivitäten zu einer zunehmenden Verbreitung der Vogelbilharziose und anderer Krankheiten im Wasservogelbestand.

Frühwarnsystem und Verbraucherinformation

Im Rahmen eines Informationsprogramms zur Badegewässerqualität in Europa (ADAC-Sommerservice) beschäftigt sich unser Institut seit 1990 auch mit dem Problem der Badedermatitis. Unsere Informationsquellen sind in erster Linie die örtlich zuständigen Gesundheitsbehörden und die Betreiber von Seebädern und Badestellen. Ergänzend finden Umfragen bei Badegästen und bei Ärzten statt. Darüber hinaus werden alle Anfragen und Informationen von Badeurlaubern, die sich damit an den ADAC wenden, an uns weitergeleitet.

Obwohl Badedermatitis in unseren Breiten schon lange bekannt ist, herrscht noch ein erschreckend hohes Informationsdefizit seitens der gefährdeten Personengruppe, den Badegästen, sowie auch bei der Ärzteschaft. Alljährlich wenden sich daher verunsicherte Urlauber an den ADAC-Sommerservice, weil sie vor Ort keine zufriedenstellenden Auskünfte erhalten. Viele Badeplatzbetreiber können keine Informationen weitergeben oder tun es nicht, weil sie einen Rückgang der Besucherzahlen fürchten. Dabei ist das Vorkommen der Badedermatitis, wie der Bodensee und der Gardasee zeigen, nicht ubiquitär (Abb. 4).

Aussagen über die Häufigkeit der Erkrankung sind schwer zu treffen. Dennoch hat sich an Bodensee und Gardasee inzwischen eine Art Informationsnetz ent-

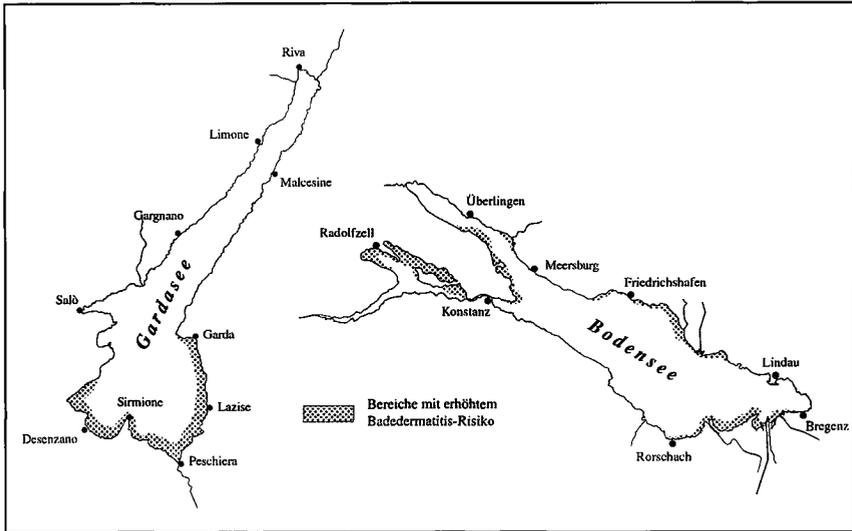


Abb. 4: Bereiche mit erhöhtem Badedermatitis-Risiko an Gardasee und Bodensee.

wickelt, mit dessen Hilfe wir die Anzahl der Badedermatitisfälle zumindest abschätzen und die Gefahrenzonen eingrenzen können. Es zeigte sich, dass in einzelnen Jahren zumindest an diesen beiden Seen von einer epidemischen Verbreitung der Badedermatitis ausgegangen werden muss. Gemeldet wurden z.B. in der Saison 1998 rund 250 Fälle von Badedermatitis am Bodensee und Gardasee, die aufgrund ihres intensiven Verlaufs (v.a. durch Sekundärinfektionen) ärztlich behandelt werden mußten. In der Saison 1999 wurden am Bodensee hingegen nur wenige Fälle von Badedermatitis bekannt. Grund hierfür dürfte vor allem die Tatsache sein, dass während der Hauptschwärmzeit der Zerkarien wegen einer Hochwasserlage im See nicht gebadet wurde.

In Kenntnis der für die Entwicklung des Parasiten notwendigen Umgebungsfaktoren (Topographie, Wassertemperatur) können Zeitpunkt, Ort und Umfang des Risikos, mit Zerkarien in Kontakt zu kommen, gut vorhergesagt werden. Die Einrichtung eines „Frühwarnsystems“ für Badegäste lag nahe. Seit fünf Jahren liefern wir daher entsprechende Informationen über die etablierten Verteilerwege des ADAC-Sommerservice an den Verbraucher: über eine Telefonhotline, über Internet und über einen Medienverteiler für Zeitungsredaktionen und Radiosender.

Der Verbraucherservice beschränkt sich aber nicht nur auf die bloße Warnung. Den Badegästen werden darüber hinaus auch Ratschläge gegeben, wie eine Badedermatitis vermieden werden kann. Auf folgende Punkte wird dabei hingewiesen, wenn die Wassertemperaturen über 20 °C erreicht haben:

- Nicht baden sollte man an stark verkrauteten, flachen Badestellen und im Bereich größerer Wasservogelansammlungen.
- Ein nur geringes Risiko besteht an Stellen mit künstlichem Uferverbau, mit schnell zunehmender Wassertiefe, mit leichter Strömung oder dort, wo nur wenige Wasserpflanzen wachsen.

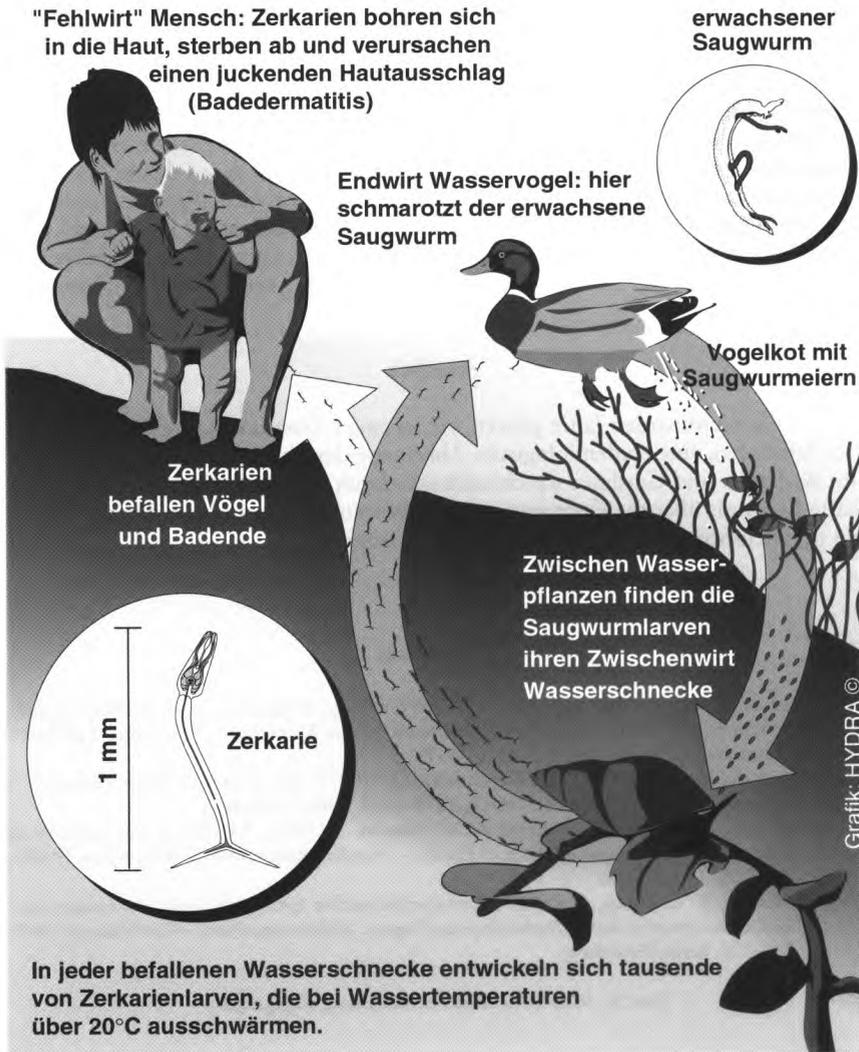


Abb. 5: Allgemeinverständliche Informationstafeln zur Badedermatitis sollen Badende auf das Risiko hinweisen.

- Generell sollte man sich nicht zu lange im seichten Wasser aufhalten und überall dort, wo Badestegen den Flachwasserbereich überbrücken, diese auch benutzen.
- Das Füttern von Wasservögeln (Schwäne, Enten, Blässhühner u.a.) soll im Bereich einer Badestelle gänzlich unterbleiben. Es kann Vogelkrankheiten und die Verbreitung der Badedermatitis fördern.

Daneben wird aber auch stets darauf hingewiesen, dass es sich bei der Badermatitis um eine relativ harmlose Hauterkrankung handelt. Wer die typischen Symptome an sich feststellt, wird angehalten, die juckenden Hautstellen nicht zu kratzen, da die Gefahr von Folgeinfektionen besteht. Bei starken Symptomen sollte ärztliche Hilfe in Anspruch genommen werden.

Neben diesen Verhaltensregeln wird weitere Sachinformation seitens der Gesundheitsbehörden an die Betreiber der Badeplätze verteilt, an denen das Risiko der Badermatitis besonders hoch ist. Hierzu haben wir auch allgemeinverständliche Informationstafeln erstellt (Abb. 5). Im Landkreis Konstanz (Bodensee) wurden die Gemeinden seitens des Gesundheitsamts auch angewiesen, Urlauber und Ortsansässige über das Problem der Wasservogelfütterung umfassend zu informieren.

Ausblick

Für die kommenden Jahre planen wir, in enger Zusammenarbeit mit Gesundheitsbehörden, eine epidemiologische Abklärung des Phänomens „Badermatitis“ am Bodensee und Gardasee durchzuführen. Auch soll die bis heute noch lückenhafte Kenntnis über die Verbreitung der Hautkrankheit an anderen Badegewässern im mitteleuropäischen Raum vervollständigt werden.

Schrifttum

- ALLGÖWER, R. (1990): Zur Trematodenfauna einiger Freiburger Baggerseen, mit besonderer Berücksichtigung des Erregers der Zerkariendermatitis beim Menschen. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F. 15/1, 59–79.
- BECHTHOLD, S., WINTERGERST, U. & BUTENANDT, O. (1997): Badermatitis durch Zerkarien. – Monatsschrift Kinderheilkunde 145/11, 1170–1172, Berlin/Heidelberg.
- CONSOLARO, S., ACCORDINI, A., PERETTI, C. & FERRARI, A. (1997): Presenza di Furcocercarie di Schistosomi nelle Acque del Lago di Garda. – Presidio Multizonale di Prevenzione (PMP), ULSS 20, 11 S., Verona.
- PILZ, J., EISELE, S. & DISKO, R. (1995): Zerkariendermatitis (swimmer's itch) Fallbericht einer Zerkariendermatitis durch *Trichobilharzia* (Digena, Schistosomatidae). – Der Hausarzt 46/5, 335–338, Berlin/Heidelberg.

(Am 31. März 2000 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	3	651–662	2000	Freiburg im Breisgau 24. Mai 2000
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Revision des Moosherbars Dr. Winter: Grimmiaceae

von

MICHAEL LÜTH, Freiburg *

Einleitung

Derzeit ist das Grundlagenwerk „Die Moose Baden-Württembergs“ in Bearbeitung. Beim Zusammentragen der Daten trifft man immer wieder auf Artengruppen, deren Vorkommen und Verbreitung nur lückenhaft bekannt sind. Beim Bearbeiten von Felsmoosen im Schwarzwald stieß ich auf eine Lücke im Kenntnisstand der Verbreitung von Arten aus der Familie der Grimmiaceae¹. Von vielen dieser überwiegend auf kalkfreien Felsstandorten siedelnden Moosarten waren bislang sehr wenige oder gar keine Vorkommen im Schwarzwald bekannt. Bei einigen Arten gab es zwar mehrere historische Angaben von Vorkommen, diese waren aber in den letzten 50 Jahren nicht mehr bestätigt worden. Worauf ist dieser scheinbare „Artenrückgang“ zurückzuführen? Bei einer systematischen Nachsuche an vielen Felsstandorten konnten die meisten der historisch bekannten Vorkommen bestätigt werden. Darüber hinaus wurden auch viele neue Standorte mit seltenen Grimmiaceen gefunden. Es handelte sich also nicht um einen Artenrückgang, sondern um ein Bearbeitungsdefizit.

Bei der Nachforschung nach historischen Fundortangaben stieß ich auf das Moosherbar von Dr. Winter, das sich im Besitz des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V. (BLNN) befindet. Die fast zweihundert Belege aus der Familie Grimmiaceae ließen die Vermutung nach weiteren Fundorten seltener Arten zu. Da die Grimmiaceae eine schwer zu bestimmende Moosfamilie darstellen, wurde eine Revision dieser Belege vorgenommen. Moosfunde von Dr. Winter sind in verschiedenen Arbeiten zitiert (z.B. BAUR 1894, MÜLLER 1899 u. 1906–1916), weshalb die Ergebnisse der Revision hiermit öffentlich zugänglich gemacht werden sollen.

Dr. Winter – einige Lebensdaten

J. Winter wurde im Jahre 1846 in Achern (Baden) geboren. Nach einem Medizinstudium eröffnete er 1872 in Emdingen am Kaiserstuhl eine Arztpraxis. Bereits zwei Jahre später ging er als Badearzt nach Bad Dürkheim (Baar). 1881

¹ Benannt nach dem Arzt und Botaniker Dr. J. K. F. Grimm (1737–1821)

* Anschrift des Verfassers: Dipl.-Biol. M. Lüth, Emmendinger Str. 32, D-79106 Freiburg

kehrte er zurück in seine Heimatstadt Achern, wo er bis 1895 als Bezirksarzt tätig war. Nach einem Zwischenaufenthalt in Offenburg zog er 1900 nach Freiburg, wo er, inzwischen Geheimer Medizinalrat, im Jahre 1909 starb.

Während seiner Zeit in Bad Dürkheim lernte er den Botaniker Carl Engesser aus Hüfingen kennen, der in ihm die Freude an der heimischen Flora weckte. Dr. Winter wurde zusammen mit Pfarrer Wilhelm Goll aus Bötzingen 1881 Mitbegründer des „Botanischen Vereins für den Kreis Freiburg und das Land Baden“ (heute: Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.) und knüpfte zahlreiche Kontakte zu Botanikern der Region. Seine vielen Veröffentlichungen in den „Mitteilungen“ des Vereins zeugen von ausgedehnten naturkundlichen Streifzügen durch Südbaden; er galt als das eifrigste Mitglied im Liefern von Beiträgen (BAUR 1909). Seine Aufsätze sind in einer sehr blumigen und humorvollen Sprache geschrieben, die uns erkennen lässt, dass er die Natur und die Menschen liebte.

Ganz wesentlich für Dr. Winter war, aus heutiger Sicht, seine Freundschaft mit Wilhelm Baur, Apotheker in Ichenheim und in Karlsruhe, einer der bedeutendsten badischen Bryologen damals, der ihn in die Geheimnisse der Mooskunde einführte. Auf zahlreichen gemeinsamen Exkursionen im Südschwarzwald lernte er auf diese Weise von kompetenter Seite die Vertreter der heimischen Moosflora kennen. Es begann eine rege Sammeltätigkeit, vor allem in den Jahren zwischen 1887 und 1891, wobei die meisten der gesammelten Belege aus der weiteren Umgebung seines Wohnortes Achern stammen. Die Datumsangaben auf den Moosbelegen zeigen, dass Winter keineswegs nur an den Wochenenden seinem Hobby nachging. Die meisten Belege datieren auf Wochentage in allen Jahreszeiten. Dr. Winter hat es wahrscheinlich verstanden, seine Arztbesuche im Bezirk mit dem Sammeln von Moosen zu verbinden.

Winter hat sich in seiner Freizeit jedoch nicht nur mit Moosen beschäftigt. Sein Hauptinteresse galt den Gefäßpflanzen; hierüber gibt es umfangreiche Dokumentationen und Veröffentlichungen aus dem südbadischen Raum, vor allem aber aus der Umgebung von Achern. Die Bryologie betrieb er eigentlich nur nebenbei.

Das Moosherbar Dr. Winter

Winters Herbar enthält über 400 Moosarten in weit mehr als 2000 Belegen. Die meisten der Belege sind für die damalige Zeit recht gut dokumentiert: In der Regel sind Fundort, Datum und Name des Finders angegeben. Zum Teil ist die Lokalität genau benannt, und gelegentlich gibt es auch Angaben über das Substrat. Die Moose sind zum Teil auf beschriftete Kärtchen aufgeklebt, zum größeren Teil aber lose in Taschen aus gefaltetem Papier. Da Papier kostbar war, hat Winter dafür neben Briefen und Reklamezetteln vor allem nicht mehr benötigte Leichenschau- und Sterbe-Scheine verwendet – wohlgemerkt: ausgefüllte, gültige Formulare! (Abb. 1).

Neben seinen eigenen Aufsammlungen enthält das Herbar auch Belegexemplare seines Freundes Wilhelm Baur, vor allem die selteneren Arten und einige aus den damals käuflichen Exsikkatensammlungen.

Nach dem Tode von Dr. Winter (1909) gelangte sein Herbar in den Besitz des Friedrich-Gymnasiums in Freiburg, an dem sein Freund, der Botaniker Prof. Joseph Neuberger, als Lehrer tätig war. Neuberger war von 1894 bis 1899 Präsident des „Badischen Botanischen Vereins“ (Bezeichnung des BLNN ab 1890). Nachdem Prof. Neuberger aus dem Schuldienst ausgeschieden war, geriet das

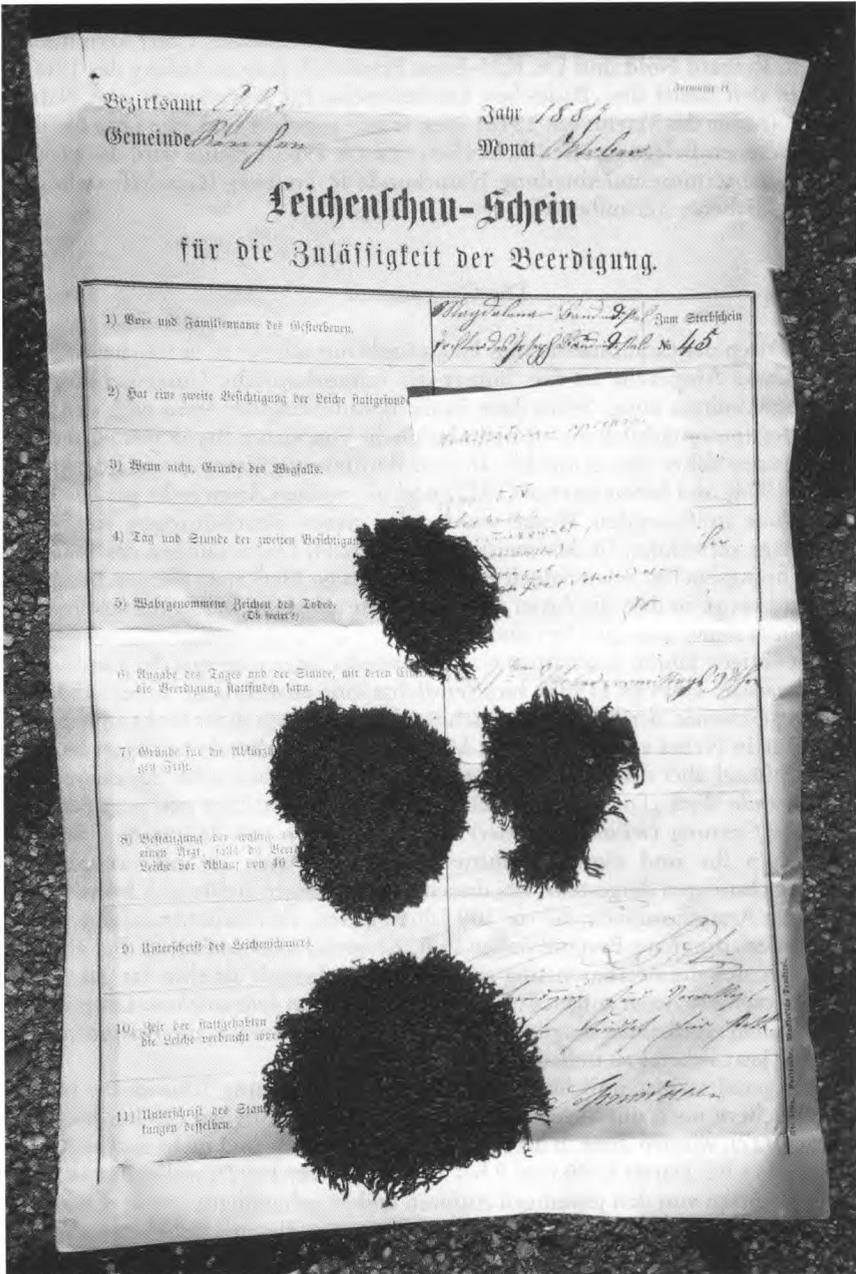


Abb. 1: Zur Aufbewahrung der Moose seines Herbars benutzte der Arzt Dr. Winter, neben Briefen und Reklamzetteln, vor allem nicht mehr benötigte Leichenschau-Scheine, die er dafür zu einer Tasche faltete.

Herbar zunächst in Vergessenheit. Erst nach über 50 Jahren wurde man beim Umzug des Berthold-Gymnasiums auf das Herbar aufmerksam. Unter Vermittlung von Dr. Richard Nold und Dr. Karl-Ernst Friederich ging es Anfang der 1960er Jahre in den Besitz des „Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz“ (Name des Vereins seit 1913) über, wurde geordnet und eine Liste der darin enthaltenen Belege veröffentlicht (FRIEDERICH 1963). Heute wird das Herbar im Adelhausermuseum/Abteilung Naturkunde in Freiburg (Geschäftsstelle des BLNN, Gerberau 32) aufbewahrt.

Die Grimmiaceae

Die Arten der Grimmiaceae sind im Gelände nur schwer zu unterscheiden. Für eine sichere Ansprache ist fast immer die mikroskopische Untersuchung mit Blattquerschnitten nötig. Selbst dann ist die Bestimmung der Arten nach den gängigen Bestimmungsbüchern oft nicht möglich. Von vielen Bryologen wird diese Artengruppe daher eher gemieden. In alter Bestimmungsliteratur wie LIMPRICHT (1890–1904) und MÖNKEMEYER (1927) sind die meisten Arten recht gut beschrieben. Diese umfassenden Werke wurden bei neuen Bearbeitungen häufig als Grundlage verwendet. In den meist stark gekürzten Darstellungen der späteren Bestimmungsbücher fielen jedoch zum Teil wichtige Merkmale aus den Beschreibungen heraus, so dass die Arten nach der heute gängigen Bestimmungsliteratur nicht mehr sicher anzusprechen sind.

Seit einigen Jahren beschäftigt man sich wieder intensiver mit der Familie der Grimmiaceae. GREVEN (1995) veröffentlichte eine ausführliche Arbeit über die Gattung *Grimmia*; der Bestimmungsschlüssel ist allerdings nicht leicht zu handhaben. Martin Nebel vom Staatlichen Museum für Naturkunde Stuttgart fertigte gute Schlüssel über die Gattungen *Racomitrium* und *Grimmia* für das demnächst erscheinende Werk „Die Moose Baden-Württembergs“ an. Eine sehr gute Bearbeitung der Gattung *Grimmia* existiert neuerdings auch von MAIER & GEISSLER (1995): In ihr sind sämtliche mitteleuropäische Arten in mikroskopischen Detailzeichnungen dargestellt. Bei diesen Bearbeitungen stellte sich heraus, dass einige der Artauffassungen, die vor 100 Jahren galten, aber zwischendurch verworfen wurden, durchaus Bestand haben (z.B. *Grimmia muehlenbeckii*). Bei einigen Arten hat sich die Artabgrenzung geändert: Was ehemals als eine Art galt, wird heute in mehrere Arten aufgeteilt (z.B. die *Racomitrium heterostichum*-Gruppe). In vielen Fällen wurden die diagnostischen Merkmale verfeinert, die Ansprache der Arten ist jetzt sicherer zu treffen.

Eine geradezu erstaunliche Wandlung erfuhr die Gattung *Schistidium*. In den alten Büchern noch mit vielen Arten und Formen beschrieben (20 bei MÖNKEMEYER 1927), wurden diese in der neueren Literatur mehr und mehr zusammengestrichen (11 bei SMITH 1980 und 9 bei FRAHM & FREY 1992), wobei die Abgrenzung der Arten von den jeweiligen Autoren anders gehandhabt wurde. Eine ausführliche Bearbeitung durch BLOM (1996) kann aus diesem, bisher etwas nebulösen Artenkomplex 31 Arten glaubhaft darstellen. Darunter sind neben neu abgegrenzten Arten auch viele, die in der alten Literatur bereits beschrieben, dann aber wieder vergessen worden waren.

Revision

Die Ergebnisse der Revision sind in der Tabelle im Anhang aufgeführt. Die ursprüngliche Zuordnung der Arten wurde beibehalten, so blieb beispielsweise ein Beleg, der als *Racomitrium heterostichum* beschriftet ist, an dieser Stelle, auch wenn sich bei der Revision herausstellte, dass es sich um *Grimmia hartmanii* handelt. Dadurch kann ein zitierter Beleg leichter wiedergefunden werden.

In der Tabelle sind die Artnamen auf den derzeitigen Stand gebracht, die von Winter synonym verwendeten alten Namen sind in Klammern hinter den Tabellenüberschriften aufgeführt. In der Spalte, die mit „Revision“ bezeichnet ist, steht ein „conf.“, wenn eine Bezeichnung bestätigt werden konnte. Ansonsten ist hier der Artnamen erwähnt, der bei der Revision als gültig erachtet wurde.

Racomitrium canescens gilt heute als eine Artengruppe, die aus drei Arten (*R. canescens*, *R. elongatum* und *R. ericoides*) besteht. Früher wurde diese Unterscheidung nicht gemacht. Ein *Racomitrium elongatum*, das als *Racomitrium canescens* im Herbar vorkommt, taucht in der Liste mit einem „conf.“ für Bestätigung und dem nach neuerer Auffassung geltenden Artnamen auf.

Am Ende der Liste ist die Art *Geheebia gigantea* aufgeführt, obwohl diese zur Familie der Pottiaceae gehört. Da Winter diese als *Grimmia gigantea* bei den Grimmiaceae eingeordnet hat, wurde der Beleg an dieser Stelle belassen.

Aus der Revision des Herbars haben sich mit der einen Ausnahme keine neuen Fundorte seltener Grimmiaceen für Baden-Württemberg ergeben: *Grimmia laevigata* bei Yburg/Bühl an einem sonnigen Porphyrfelsen, gesammelt von Baur als *Grimmia decipiens* (*G. schultzei*).

Interessante Funde stellen zwei Belege von fruchtender *Grimmia trichophylla* dar. Diese bei uns häufige Art wird immer nur steril gefunden. Ältere Literaturangaben über fruchtende Individuen wurden bislang stark bezweifelt. Herbarbelege mit fruchtendem Material stellten sich bisher immer als Fehlbestimmung heraus (meist handelte es sich dabei um *Grimmia muehlenbeckii*). Ein Beleg im Herbar von Winter stammt von ihm selbst aus Altwindeck. Auf einem Kärtchen mit der Bezeichnung „*Grimmia pulvinata*“ hat er mehrere Mooskissen aufgeklebt, wobei eines aber nicht *G. pulvinata*, sondern eine fruchtende *G. trichophylla* war. Der andere Beleg stammt aus einem Exsikkatenwerk und wurde von Holle im Felsenmeer bei Heidelberg gesammelt. Unter bestimmten Bedingungen scheint diese Art auch bei uns Sporogone bilden zu können – tatsächlich konnte ich im Schwarzwald mittlerweile ebenfalls einige Male fruchtende *Grimmia trichophylla* finden.

Die Revision der Moosbelege von Winter erbrachte viele Fehlbestimmungen. Damals hatten viele Sammler keine Mikroskope oder diese hatten nur geringe optische Qualität. Gute Moosfloren waren selten und nicht jedem Sammler zugänglich. Außerdem waren die Bestimmungsschlüssel in den Floren oft nur schwer anwendbar. Dies will besagen, dass die Bryologie vor 100 Jahren noch eine weitaus schwierigere Kunst war als heute und nur von denen beherrscht wurde, die sich sehr lange und intensiv damit beschäftigten.

Revision des Moosherbars Dr. Winter

Grimmiaceae

Michael Lüth 1997

Datum	Sammler	Lokalität	Revision
-------	---------	-----------	----------

Schistidium apocarpum (Hedw.) Bruch & Schimp. (*Grimmia apocarpa*)

02.04.1888	Winter	Seebach/Grimmerswald, an Mauern	Schistidium apocarpum (Hedw.) Bruch & Schimp.
27.04.1890	Winter	Allerheiligen, Felsen	Schistidium apocarpum (Hedw.) Bruch & Schimp.
04.10.1890	Winter	Gaishöhle, Felsen	Schistidium apocarpum (Hedw.) Bruch & Schimp.
04.1887	Winter	Achern, an Bäumen	Schistidium crassipilum Blom
09.04.1887	Winter	Sasbachwalden/Brigittenschloß, Granitblöcke	Schistidium crassipilum Blom + Schistidium elegantulum Blom
13.04.1887	Winter	Ottenhöfen/Edelfrauengrab, Felsen + Bäume	Schistidium crassipilum Blom
17.08.1889	Winter	Bühlertal, am Wiedenfelsen	Schistidium crassipilum Blom
05.05.1890	Winter	Seebach/Grimmerswald	Schistidium crassipilum Blom
27.04.1887	Winter	Ottenhöfen/Solberg, Tannenstämmen	Schistidium papillosum Culm.
05.05.1887	Winter	Flaunser b. Freiburg, an Tannen	Schistidium papillosum Culm.
12.08.1891	Winter	Grindelwald/Fauhorn	Schistidium cf. dupretii (Thér.) W.A. Weber

Schistidium trichodon (Brid.) Poelt (*Grimmia apocarpa* b. *gracilis*)

05.1865	Baur	Chur	Schistidium trichodon var. trichodon (Brid.) Poelt
11.08.1891	Winter	Lauterbrunnen-Wengernalp	Schistidium trichodon var. nutans Blom

Schistidium rivulare (Brid.) Podp. (*Grimmia apocarpa* g. *rivulare*)

08.1863	Baur	Belchen/Krinne	conf.
25.09.1890	Winter	Schönmünzsch, Steine i. d. Murg	conf.

Schistidium confertum (Funck) Bruch & Schimp. (*Grimmia conferta*)

13.08.1891	Winter	Faulhornabstieg	Schistidium elegantulum Blom
13.08.1891	Winter	Große Scheidegg	Schistidium elegantulum Blom
04.08.1892	Winter	Kärnten/Pfandscharte-Glocknerhaus	Schistidium div. spec. ohne confertum
05.08.1892	Winter	Kärnten/Franzjosephshöhe	Schistidium cf. apocarpum (Hedw.) Bruch & Schimp.

Schistidium maritimum (Turn.) B.S.G. (*Grimmia maritima*)

14.08.1891	Baur	Lappland/Oxford, Granitfelsen am Meer	conf.
------------	------	---------------------------------------	-------

Grimmia anodon Bruch & Schimp.

08.08.1890	Baur	Zermatt/Gornergletscher, auf Felsen	conf.
19.06.1891	Winter	Säntis/Wildkirche, Kalkwände	conf.

Grimmia pulvinata (Hedw.) Sm.

02.1881	Winter	Dürkheim, Gartenmauer	conf.
17.04.1887	Winter	Oberachern/Bienenbuckel, Granit	conf.
27.04.1887	Winter	Fautenbach, Feldsteine	conf.
02.05.1887	Winter	Nausatz u. Windeck	conf.

Datum	Sammler	Lokalität	Revision
02.05.1887	Winter	Altwindeck	conf. + <i>Grimmia trichophylla</i> Grev. c. spg.
10.1887	Winter	Seebach/Legelsau, Granitfelsen	conf.
01.10.1887	Winter	Achern, Granitsteine	conf.
23.05.1887	Winter	Sasbachwalden, Felsen	conf.
05.1888	Winter	Achern, Ziegeldach b. Ochsenwirtschaft	conf.
25.07.1890	Winter	Renchen/Mühlbach, Bachmauer	conf.
02.07.1892	Winter	Vogesen/Schwarzer See	conf.

***Grimmia orbicularis* Bruch ex Wilson.**

04.1888	Goll	Oberschaffhausen a. K., auf Phonolit	conf.
03.10.1890	Winter	Oberschaffhausen geg. Vogtburg, Felsen	<i>Grimmia pulvinata</i> (Hedw.) Sm.
12.08.1891	Winter	Grindelwald/Faulhorn	<i>Grimmia sudetica</i> Schwägr.
13.08.1891	Winter	Faulhornabstieg/Scheideck	<i>Grimmia sudetica</i> Schwägr.
16.08.1891	Winter	Gothartstraße zw. Göschenen u. Andermatt	<i>Grimmia sudetica</i> Schwägr.

***Grimmia ovalis* (Hedw.) Lindb. (*Grimmia commutata*)**

1857-62	Jack, Holle, Geheb	Exicat: Hohenstoffeln Schriesheim Laufenburg	conf.
07.05.1890	Winter	Ottenhöfen/Eichhaldefirst, Porphyfelsen	<i>Grimmia montana</i> Bruch & Schimp.

***Grimmia affinis* Hornsch. (*Grimmia ovata*)**

1861	Bausch	Baden-Baden, Altes Schloß	conf.
08.1863	Baur	Belchen/Krinne	conf.
31.08.1890	Winter	Gaishöhle, Felsen	conf.
02.09.1890	Winter	Triberg/Adelheit, Felsen	conf. + <i>Grimmia donniana</i> Sm.
24.05.1891	Winter	Sasbachwalden/Katzenstein, Granit	conf.
01.06.1891	Winter	Vogesen/Schlucht	conf.
14.06.1891	Winter	Oppenau/Allerheiligen, Felsen	conf.
04.08.1891	Winter	Kärnten/Glocknerhaus	conf.
11.1890	Winter	Seebach/Falkenschrofen, massenhaft	<i>Grimmia montana</i> Bruch & Schimp.

***Grimmia decipiens* (K.F. Schultz) Lindb. (*Grimmia schultzii*)**

04.1858	v. Holle	Schriesheim, Porphyfelsen	conf.
28.05.1893	Baur	Bühl/bei Yburg, sonniger Porphyfelsen	<i>Grimmia laevigata</i> (Brid.) Brid.

***Grimmia donniana* Sm. (*Grimmia donniana*)**

02.09.1890	Winter	Triberg/Adelheit, Gneisfelsen (Granit!)	conf.
------------	--------	---	-------

***Grimmia donniana* var. *brevisetata* (*Grimmia ganderi*)**

29.03.1890	Gander	Tirol	conf.
------------	--------	-------	-------

***Grimmia trichophylla* Grev.**

04.1858	v. Holle	Exicat: Felsenmeer b. Heidelberg	conf. c. spg.
---------	----------	----------------------------------	---------------

***Grimmia muehlenbeckii* Schimp.**

13.08.1891	Winter	Scheideck	<i>Grimmia sudetica</i> Schwägr. + <i>Schistidium apocarpum</i> (Hedw.) Bruch & Schimp.
------------	--------	-----------	--

<i>Datum</i>	<i>Sammler</i>	<i>Lokalität</i>	<i>Revision</i>
04.08.1892	Winter	Kärnten/Glocknerhaus	Grimmia funalis (Schwaegr.) Bruch & Schimp.
05.08.1892	Winter	Kärnten/Franzjosephhöhe	Grimmia sudetica Schwägr.

Grimmia funalis (Schwaegr.) Bruch & Schimp.

09.08.1890	Baur	Zermatt/Hörnle	conf.
------------	------	----------------	-------

Grimmia caespiticia (Brid.) Jur. (*Grimmia sulcata*)

16.08.1890	Baur	Grimmel	conf.
------------	------	---------	-------

Grimmia sudetica Schwägr. (*Grimmia alpestris*)

08.08.1892	Winter	Kärnten/Heiligenblut	Grimmia spec.
------------	--------	----------------------	---------------

Grimmia torquata Hornsch.

11.08.1890	Baur	Zermatt/Findelertal	conf.
02.08.1892	Baur	Lappland/Gargia, Gneisfelsen	conf.

Grimmia elongata Kaulf.

21.08.1892	Baur	England/Doverfield	conf.
------------	------	--------------------	-------

Dryptodon patens (Hedw.) Brid. (Hedw.) Brid. (*Racomitrium patens* (Hedw.) Brid.)

12.09.1890	Winter	Feldberg/Seebuck	conf.
12.09.1890	Winter	Feldberg/Seebuck	conf.
17.06.1890	Baur	Wildsee, an Felsen	conf.
29.06.1892	Winter	Wildsee b. Ruhestein, Sandsteinfelsen	conf.
01.06.1892	Winter	Vogesen/Schlucht	conf.
28.07.1863	Gisler	Exicat: Maderanertal (Uri)	conf
30.05.1862	Geheeb	Exicat: Grimmel	Racomitrium sudeticum (Funck) Bruch & Schimp.
05.10.1889	Winter	Seebach	Racomitrium aquaticum (Schrad.) Brid.
27.04.1890	Winter	Allerheiligen, Porphyrfelsen	Racomitrium aquaticum (Schrad.) Brid.
11.08.1891	Winter	Grindelwald	Grimmia hartmanii Schimp.

Racomitrium aciculare (Hedw.) Brid.

10.04.1887	Winter	Sasbachwalden/Gaishöhle, nasse Felsen	conf.
10.04.1887	Winter	Sasbachwalden/Bischendorf	conf.
19.10.1888	Winter	Sasbachwalden/Gaishöhle	conf.
24.10.1887	Winter	Seebach/Legelsau, Granitfelsen	conf.
24.10.1887	Winter	Seebach/Legelsau, nasse Granitfelsen	conf. + Grimmia hartmanii Schimp.
06.09.1889	Winter	Seebach, Steine im Seebach	conf.
24.09.1890	Winter	Im Seebach b. Wolfsbrunnen	conf.
29.05.1887	Winter	Allerheiligen	conf.
06.10.1890	Winter	Allerheiligen/Grindenbach	conf.
15.05.1890	Winter	?Hundsbach?, feuchte Straßenmauer	conf.
25.09.1890	Winter	Murgtal, ?	conf.
13.09.1890	Winter	Höllental/Hirschsprung, Felsen	conf.
06.08.1890	Winter	Ottenhöfen, Bachsteine im Unterwasser	conf.
10.07.1892	Winter	Baden-Baden/Neuhaus/Grimmelsbachtal	conf.
09.08.1890	Winter	Ottenhöfen/Birrköpfe, Porphy	conf. + Racomitrium aquaticum (Schrad.) Brid.
05.08.1887	Winter	Sasbachwalden/Gaishöhle, Granitblöcke	Racomitrium aquaticum (Schrad.) Brid.
05.09.1888	Winter	Felsen beim Geroldsauer Wasserfall	Racomitrium aquaticum (Schrad.) Brid.

Datum	Sammler	Lokalität	Revision
Racomitrium aquaticum (Schrad.) Brid. (<i>Racomitrium protensum</i>)			
13.04.1887	Winter	Ottenhöfen/Edelfrauengrab, Porphyrfelsen	conf.
27.04.1887	Winter	Ottenhöfen/Woltersbach	conf.
1888	Winter	Ottenhöfen/Edelfrauengrab	conf.
18.03.1890	Winter	Ottenh./Edelfrauengrab, nasse Porphyrwände	conf.
23.05.1887	Winter	Sasbachwalden/Gaishöhle, Granitfelsen	conf.
06.09.1889	Winter	Mummelsee, Felsen in Seebachabstürze	conf.
16.06.1889	Winter	Feldberg/Seebuck	conf.
12.09.1890	Winter	Feldberg	conf.
31.03.1890	Winter	Allerheiligen, nasse Felsen	conf.
13.04.1887	Winter	Ottenh./Edelfrauengrab, nasse Porphyrwände	Racomitrium aciculare (Hedw.) Brid.
15.03.1890	Winter	Ottenh./Porphyr an Straße zu Edelfrauengrab	Racomitrium aciculare (Hedw.) Brid.
27.04.1890	Winter	Ottenhöfen/Edelfrauengrab, Porphyr	Racomitrium aciculare (Hedw.) Brid.
24.10.1887	Winter	Legelsau/Seebach, nasse Felsen	Racomitrium aciculare (Hedw.) Brid.
24.10.1887	Winter	Seebach, Granit	Racomitrium aciculare (Hedw.) Brid.
	Baur	Geroldsauer Wasserfall	Racomitrium aciculare (Hedw.) Brid.
22.05.1890	Winter	Geroldstal, Felsen	Racomitrium aciculare (Hedw.) Brid.
26.08.1891	Winter	zw. Göschenen & Andermatt, Gneis Granit	Grimmia spec.

Racomitrium fasciculare (Hedw.) Brid.

10.09.1890	Winter	Belchen, Aufstieg v. Neubronn	conf.
10.09.1890	Winter	Belchen	conf.
10.09.1890	Winter	Belchen, geg. Krinne	conf.
13.09.1890	Winter	Bärental, Brücke	conf.
09.07.1890	Winter	Seebach	Racomitrium aciculare (Hedw.) Brid.
02.09.1890	Winter	Triberg Wasserfall	Racomitrium aquaticum (Schrad.) Brid.

Racomitrium microcarpon (Hedw.) Brid.

08.1863	Baur	Gastein	conf.
25.08.1888	Winter	Hornisgrinde, auf Granit	Racomitrium sudeticum (Funck) Bruch & Schimp.
01.09.1889	Winter	Feldberg	Grimmia affinis Hornsch.
05.05.1887	Winter	Kandel, auf Felsen	Grimmia hartmanii Schimp.
30.08.1890	Winter	Gaishöhle	Grimmia hartmanii Schimp.
20.05.1890	Winter	Seebach/?Kinzhöhe?, Felsen	Grimmia affinis Hornsch.
20.05.1890	Winter	Seebach	Cynodontium strumiferum (Hedw.) Lindb.
31.08.1889	Winter	Feldberg/Fürsatz	Schistidium apocarpum (Hedw.) Bruch & Schimp.

Racomitrium canescens (Hedw.) Brid. s. l.

06.1865	Baur	Chur	conf. R. canescens (Hedw.) Brid. s. str.
16.10.1887	Winter	Rheinebene/Großweier, Brücke Schwarzwasser	conf. R. canescens (Hedw.) Brid. s. str.
05.1880	Winter	Feldberg/Herzogenweiler	conf. R. elongatum Friesvoll
17.04.1887	Winter	Oberachern/Bienenbuckel, Granitboden	conf. R. elongatum Friesvoll
24.10.1887	Winter	Seebach/Legelsau, Granitboden	conf. R. elongatum Friesvoll
10.09.1890	Winter	Siernitz/Neubronn	conf. R. elongatum Friesvoll
12.08.1891	Winter	Grindelwald/Faulhorn	conf. R. ericoides (Brid.) Brid.

<i>Datum</i>	<i>Sammler</i>	<i>Lokalität</i>	<i>Revision</i>
06.05.1880	Winter	Kürnachtal	Racomitrium heterostichum (Hedw.) Brid.
29.05.1887	Winter	Allerheiligen, an Felsen	Racomitrium heterostichum (Hedw.) Brid.
16.08.1890	Winter	Ottenhöfen/Schwarzkopf	Racomitrium lanuginosum (Hedw.) Brid.

Racomitrium lanuginosum (Hedw.) Brid.

16.05.1887	Winter	? Omerskopf?, Gneisgerölle	conf.
04.06.1887	Winter	?Furschenbach?/Sommereck, Felsen im Wald	conf.
24.10.1887	Winter	Seebach/Legelsau, Grimmelswälderbach	conf.
24.10.1887	Winter	Seebach/Legelsau, Grimmelswälderbach	conf.
09.04.1890	Winter	Brigittenberg	conf.
09.04.1890	Winter	Brigittenschloß	conf.
10.09.1890	Winter	Siernitz	conf.
11.09.1890	Winter	Belchen, Aufstieg b. Neubronn	conf.
01.06.1892	Winter	Vogesen/Schwarzer See	conf.
16.05.1887	Winter	Neusatz	Racomitrium canescens (Hedw.) Brid. s. str.

Racomitrium heterostichum (Hedw.) Brid.

02.05.1887	Winter	Neusatz/Windeck	conf.
05.05.1887	Winter	Roßkopf/Flaunser	conf.
05.05.1887	Winter	Roßkopf/Flaunser, an Bäumen	conf.
05.05.1887	Winter	Hornbühl/Flaunser, an Bäumen	conf.
05.05.1887	Winter	Kandel	conf.
29.05.1887	Winter	Allerheiligen	conf.
04.06.1887	Winter	Sommereck	conf.
03.03.1887	Winter	Ottenhöfen	conf.
25.04.1887	Winter	Ottenhöfen/Wolfersbach	conf.
09.05.1887	Winter	Ottenhöfen/Edelfrauengrab	conf.
27.04.1890	Winter	Ottenhöfen/Edelfrauengrab	conf.
29.05.1890	Winter	Ottenhöfen	conf.
07.05.1887	Winter	Sasbachwalden/Gaishöhle	conf.
20.05.1887	Winter	Sasbachwalden/Herchenberg	conf.
26.08.1889	Winter	Sasbachwalden/Gaishöhle	conf.
19.02.1890	Winter	Sasbachwalden	conf.
04.04.1890	Winter	Sasbachwalden/Gaishöhle	conf.
07.05.1890	Winter	Sasbachwalden	conf.
24.10.1887	Winter	Seebach/Legelsau	conf.
07.04.1888	Winter	Seebach	conf.
06.09.1889	Winter	Seebach/Wolfsbrunnen	conf.
21.04.1891	Winter	Seebach/Grimmerswald	conf.
01.09.1889	Winter	Feldberg/Seebuck	conf.
12.09.1890	Winter	Feldberg/Seebuck	conf.
06.09.1889	Winter	Mumelsee	conf.
16.08.1890	Winter	Mumelsee	conf. + Grimmia affinis Hornsch.
10.09.1890	Winter	Belchen	conf.
10.06.1892	Winter	Baden Baden/Neuhaus/Grimmbachthal	conf.
02.05.1889	Winter	Ottenhöfen/Edelfrauengrab	Racomitrium affine (Schleich.) Lindb.
11.09.1890	Winter	Belchen, Aufstieg geg. Krinne	Racomitrium affine (Schleich.) Lindb.
12.09.1890	Winter	Feldberg/Seebuck	Racomitrium sudeticum (Funck) Bruch & Schimp.
05.06.1890	Winter	Allerheiligen	Grimmia hartmanii Schimp.

<i>Datum</i>	<i>Sammler</i>	<i>Lokalität</i>	<i>Revision</i>
09.09.1891	Winter	Ravennaschlucht	Grimmia affinis Hornsch.
12.08.1891	Winter	Faulhorn/Grindelwald	Grimmia cf. affinis
10.09.1890	Winter	Klemmbach geg. Sirnitz	Schistidium elegantulum Blom
15.06.1889	Winter	Zastlertal	Schistidium papillosum Culm.
09.04.1890	Winter	?	Tortula ruralis (Hedw.) Gärtn., Meyer & Scherb.

Racomitrium sudeticum (Funck) Bruch & Schimp.

26.08.1890	Winter	Mummelsee	conf.
12.09.1890	Winter	Feldberg/Seebruck	conf.
01.09.1889	Winter	Feldberg/Seebruck	conf.
30.05.1889	Winter	Hornisgrinde	conf.
1858	De Bary	Exikat: Feldsee	conf.
12.08.1891	Winter	Faulhorn/Grindelwald	conf.
12.08.1891	Winter	Faulhorn/Grindelwald	conf.
06.09.1891	Winter	Feldberg/Seebruck	Racomitrium affine (Schleich.) Lindb.
01.06.1892	Winter	Vogesen/Schlucht	Racomitrium heterostichum (Hedw.) Brid.
01.06.1892	Winter	Vogesen/Schwarzer See	Racomitrium heterostichum (Hedw.) Brid.
16.08.1890	Winter	Hornisgrinde	Dryptodon patens (Hedw.) Brid.
22.09.1890	Winter	Sasbachwalden/?, Felsen	Dryptodon patens (Hedw.) Brid.
16.08.1890	Baur	Grimselfaß	Dryptodon patens (Hedw.) Brid.
31.08.1889	Winter	Feldberg/Fürsatz	Grimmia hartmanii Schimp.
11.09.1890	Winter	Belchen, Abstieg z. Krinne	Grimmia hartmanii Schimp.
11.08.1891	Winter	Lauterbrunnen	Grimmia affinis Hornsch.
11.08.1891	Winter	Lauterbrunnen	Grimmia affinis Hornsch.
11.09.1890	Winter	Belchen, geg. Krinne	Grimmia hartmanii Schimp.

Geheebia gigantea (Grimmia gigantea) [gehört zu Familie der Pottiaceae]

08.1863	Baur	?Krimml?	conf.
11.08.1891	Winter	Lauterbachtal	conf.

Schrifttum

- BAUR, W. (1894): Die Laubmoose des Großherzogtums Baden I–IV. – Mitt. bad. Bot. Ver., Nr. 118/119, 121/122, 123–126, 127/128, Freiburg.
- BAUR, W. (1909): Geheimer Medizinalrat Dr. J. Winter †. – Mitt. bad. Bot. Ver., Nr. 237/238, 294–296, Freiburg.
- BLOM, H. (1996): A revision of the Schistidium apocarpum complex in Norway and Sweden. – Bryophytorum Bibliotheca 49, Berlin-Stuttgart.
- FRAHM, J.P. & FREY, W. (1992): Moosflora. – UTB, 528 S.; Ulmer, Stuttgart.
- FRIEDERICH, K.-E. (1963): Dr. Winter's Herbar vom Landesverein erworben. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N.F. 8/3, 485–505, Freiburg.
- GREVEN, H.C. (1995): *Grimmia* Hedw. (Grimmiaceae, Musci) in Europe. – 160 S.
- HERZOG, Th. (1906): Die Laubmoose Badens. Eine bryogeographische Skizze. – Bull. Herb. Boissier VI, Genf.
- LIMPRICHT, K.G. (1890-1904): Die Laubmoose Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. – Rabenhorst's Kryptogamenflora 4, 2. Aufl., Leipzig.
- MAIER, E. & GEISSLER, P. (1995): *Grimmia* in Mitteleuropa: Ein Bestimmungsschlüssel. – Herzogia 11, 1–92, Berlin-Stuttgart
- MÜLLER, K. (1899): Übersicht über die badischen Lebermoose. – Mitt. bad. Bot. Ver., Nr. 160–162, Freiburg.
- MÜLLER, K. (1906-1916): Die Lebermoose Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. – Dr. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora 6, 2. Aufl., I. und II. Abteilung, 871 u. 947 S., Leipzig.
- SMITH, A.J.E. (1980): The moss flora of Britain and Ireland. – Cambridge University Press, 706 S., Cambridge.

(Am 23. September 1999 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	3	663–665	2000	Freiburg im Breisgau 24. Mai 2000
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Kurze Mitteilungen

Großes Vorkommen der Echten Mondraute (*Botrychium lunaria*) am Hohenstoffeln

von

REINHOLD TREIBER & DIETER REINEKE *

Einleitung

Botrychium lunaria ist aus ganz Baden-Württemberg bekannt, jedoch aktuell sehr stark zurückgegangen und vielerorts verschollen. Umso erfreulicher war der Fund eines Vorkommens am Hohenstoffeln (Hegau) im Rahmen einer Exkursion des Botanischen Exkursionskreises Südbaden. Nachdem anfänglich nur wenige der unscheinbar kleinen Pflanzen gefunden wurden, zeigte sich nach einer systematischen Begehung der Fläche und Zählung der sichtbaren Sprosse, dass es sich um das größte bisher dokumentierten Vorkommen in Baden-Württemberg handelt.

Fundort und Biotop

Der Fundort wurde am 23. April und am 5. Mai 1994 aufgesucht. Es handelt sich um einen aufgelassenen Basaltsteinbruch am Hohenstoffeln (TK 8218, Zentrum der Fläche bei r/h = 3481300 / 5295350, Höhe ca. 720 m ü.NN) mit zwei schwach geneigten (1–2°) Abbauterrassen. Der Untergrund ist sehr flachgründig. Es wurde eine Bodentiefe von nur 5–6,5 cm gemessen. Nach unten folgt Basaltschutt, der nach der Nutzungsaufgabe wahrscheinlich planiert wurde. Der Bodentyp ist einem basenreichen Ranker zuzuordnen.

Individuenzahl

Am 5. Mai 1994 wurden insgesamt 4.209 Pflanzen gezählt. Als größte Dichte wurden 97 Pflanzen / m² ermittelt. In Baden-Württemberg sind bisher nur kleine Vorkommen von maximal 50 bis 100 Pflanzen bekannt geworden (PHILIPPI 1990). Oft umfassen die Bestände nur 5–10 Pflanzen. Die hohe Anzahl im

* Anschriften der Verfasser: R. TREIBER, Im Westengarten 12, D-79241 Ihringen; D. REINEKE, Speckbacherweg 2, D-79111 Freiburg i. Br.

Steinbruch am Hohenstoffeln ist einerseits auf günstige Etablierungsbedingungen und konkurrenzarme Wuchsverhältnisse zurückzuführen, andererseits breitet sich die Art auch vegetativ durch aus Wurzeln gebildete Seitensprosse aus (DÜLL & KUTZELNIGG 1992). Die gezählten Pflanzen dürften deshalb zum Teil keine Einzelindividuen, sondern wurzelausläuferbürtige „ramets“ kleiner Polykormone sein. Auch auf Flächen mit lückiger und niedrigwüchsiger Vegetation, die einer nicht zu intensiven Trittbelastungen durch Besucher ausgesetzt sind (z.B. an einer Feuerstelle), wurde *Botrychium lunaria* in großer Anzahl festgestellt.

Vegetationsaufnahmen

Der Streinbruch weist großflächig sekundäre Magerrasen der Festuco-Brometea auf. Dominierende Gräser sind *Bromus erectus* und *Festuca guestfalica*. Arten der ehemals die offenen Schotterböden einnehmenden Ruderalflora des Dauco-Melilotion sind durch *Daucus carota* und *Melilotus albus* noch in geringer Dichte vertreten. Die Gehölzsukzession hat begonnen, einzelne Büsche und Bäume von *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Betula pendula*, *Populus tremula* und *Salix caprea* stehen auf den Terrassen und Steilhängen. Zur Dokumentation der Wuchs- und Konkurrenzverhältnisse wurden sieben Vegetationsaufnahmen auf den von *Botrychium lunaria* besiedelten Flächen angefertigt. In den 4 m² großen Aufnahmeflächen wuchsen zwischen 20 und 44 Pflanzen der Echten Mondraute in kleinen Gruppen. Die höhere Vegetation ist lückig und nimmt 20 bis 60 % der Fläche ein. Offene Bodenstellen sind nur kleinflächig zu finden, da die Moosschicht dicht schließt und nicht von Gräsern und Kräutern eingenommene Flächen ausfüllt. Die Vegetationsstruktur ist niedrigwüchsig. Der Wuchshorizont mit der größten Dichte liegt bei 5 bis maximal 10 cm.

Aufnahmen:

1. Obere Terrasse, 25 Pflanzen
2. Untere Terrasse, 22 Pflanzen
3. Untere Terrasse, jung überwachsen von *Calamagrostis epigejos*, viel Streu, 39 Pflanzen
4. Untere Terrasse, 44 Pflanzen
5. Obere Terrasse, Verbuschungsfläche, 20 Pflanzen
6. Obere Terrasse nahe der Feuerstelle, 40 Pflanzen
7. Obere Terrasse nahe der Feuerstelle, 32 Pflanzen

Danksagung: Herrn Klaus Rietdorf sei für die Hilfe bei der Zählung der Pflanzen und Herrn Michael Lüth für die Bestimmung der Moose herzlich gedankt.

Tab. 1: Vegetationsaufnahmen an Wuchsorten von *Botrychium lunaria*.

Aufnahme-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	Stet.
Aufnahme-Datum (1994)	05.05.	05.05.	05.05.	05.05.	05.05.	23.04.	23.04.	
Deckung Krautschicht (%)	30	40	20	60	60	20	20	
Deckung Moosschicht (%)	70	60	80	50	80	80	80	
Deckung Strauchschicht (%)	-	-	-	-	10	-	-	
<i>Botrychium lunaria</i>	2m	1	2m	2m	1	2m	2m	7
Festuco-Brometea-Arten								
<i>Festuca guesfatica</i>	1	2b	1	3	4	2a	2a	7
<i>Bromus erectus</i>	.	2b	.	2b	+	2a	2a	5
<i>Medicago lupulina</i>	.	.	.	.	r	+	1	3
<i>Anthyllis vulneraria</i>	+	.	.	.	.	1	.	2
Trifolio-Geranietea-Arten								
<i>Silene nutans</i>	r	1	1	+	+	.	+	6
<i>Origanum vulgare</i>	1	1	1	1	1	+	.	6
<i>Hypericum perforatum</i>	.	r	+	.	+	.	.	3
Dauco-Melilotion-Arten								
<i>Melilotus albus</i>	r	1	+	+	.	.	.	4
<i>Daucus carota</i>	+	+	.	+	+	.	.	4
Begleitarten								
<i>Lotus corniculatus</i>	+	.	+	1	1	.	+	5
<i>Hieracium pilosella</i>	3	1	.	.	.	2m	1	4
<i>Tanacetum corymbosum</i>	+	.	.	+	+	r	.	4
<i>Polygala amarella</i>	1	1	.	+	+	.	.	4
<i>Dactylis glomerata</i>	r	+	.	r	.	.	.	3
<i>Fragaria vesca</i>	+	.	+	+	.	.	.	3
<i>Hieracium piloselloides</i>	r	r	.	.	r	.	.	3
<i>Picea abies</i>	r	.	.	.	.	+	r	3
<i>Hieracium spec.</i>	.	.	r	.	.	1	.	2
<i>Taraxacum officinale</i>	.	.	r	.	r	.	.	2
<i>Acer pseudoplatanus</i>	.	.	.	r	r	.	.	2
Moose und Flechten								
<i>Cladonia pyxidata</i>	1	2m	1	2m	1	2m	2m	7
<i>Hypnum cupressiforme</i>	5	.	5	2b	3	5	.	5
<i>Barbula spec.</i>	.	1	.	2m	2m	1	.	4
<i>Abietina abietinella</i>	1	.	.	4	3	.	.	3
<i>Ditrichum flexicaule</i>	.	1	.	.	.	1	1	3
<i>Tortella tortuosa</i>	.	1	.	.	.	2m	5	3
<i>Cladonia coniocraea</i>	1	.	.	.	.	1	.	2
Seltene Arten: 1: <i>Anthoxanthum odoratum</i> +, <i>Vicia sepium</i> r, <i>Poa pratensis</i> 1, <i>Plantago media</i> +, <i>Cerastium spec.</i> r, <i>Fraxinus excelsior</i> r, 2: <i>Conyza canadensis</i> r, <i>Racomitrium canescens</i> 3, 3: <i>Valeriana officinalis</i> agg. r, <i>Calamagrostis epigejos</i> 2b, <i>Homalothecium sericeum</i> 1, 5: <i>Pinus sylvestris</i> S+, <i>Populus tremula</i> S 2a, <i>Salix caprea</i> S r, <i>Hieracium murorum</i> r, <i>Thuidium delicatulum</i> 1, <i>Bryum argenteum</i> 1, 6: <i>Bryum caespiticium</i> 1, <i>Sanguisorba minor</i> 1, 7: <i>Linum catharticum</i> +, <i>Pinus sylvestris</i> +, <i>Populus tremula</i> r.								

Schrifttum

- DÜLL, R. & KUTZELNIGG, H. (1992): Botanisch-ökologisches Exkursionstaschenbuch. - 4. Aufl., 546 S., Heidelberg/Wiesbaden.
- PHILIPPI, G. (1990): Ophioglossaceae. - In: SEBALD, O., SEYBOLD, S. & PHILIPPI, G. (1990): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Bd. 1, Stuttgart.

(Am 28. März 2000 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	3	666–668	2000	Freiburg im Breisgau 24. Mai 2000
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Ausbreitung der Lauschschrecke (*Mecostethus alliaceus* Germar, 1817) im bayerischen Bodenseebecken

von

REINHOLD TREIBER, Freiburg *

Zusammenfassung: Die Lauschschrecke (*Mecostethus alliaceus*) wurde im bayerischen Teil des Bodenseebeckens erstmals seit 1956 wieder bodenständig an drei Fundorten nachgewiesen. Ein Gebiet bei Unterreitnau wurde neu besiedelt, nachdem Tiere vermutlich 1997 eingewandert waren. *Mecostethus alliaceus* zeigt demnach im östlichen Bodenseeraum die Tendenz, sein Areal auszuweiten.

Abstract: New records of *Mecostethus alliaceus* had been made in humid meadows and fens in Bavaria near Lindau / Lake Constance. The species has colonized a new area near Unterreitnau in 1997, east of the formerly known locations.

Einleitung

Die thermophile und hygro- bis mesophile Lauschschrecke (*Mecostethus alliaceus*) steht im östlichen Bodenseeraum an der regionalen Ostgrenze ihres Verbreitungsareals. Durch die Untersuchung des Unterreitnauer Moooses im östlichen Bodenseebecken (Landkreis Lindau, Bayern) von 1995 bis 1999 konnte die Neubesiedlung und die Entwicklung einer bodenständigen Population dokumentiert werden.

Methode und Untersuchungsgebiet

Zur Erfassung der Tagfalter- und Heuschreckenfauna wurden vom Autor zusammen mit M. Albrecht (Friedrichshafen) seit 1995 verschiedene Feuchtgebiete im Landkreis Lindau (Regierungsbezirk Schwaben) besucht. Nach dem Wiederfund der Großen Schiefkopfschrecke (*Ruspolia nitidula*) für Deutschland (TREIBER & ALBRECHT 1996) lag der Schwerpunkt der Untersuchungen 1995 im Unterreitnauer Moos. Das Gebiet wurde auch in den Folgejahren regelmäßig begangen. A. Puchta (Lindau) wurde nach Funden von *Mecostethus alliaceus* im östlichen Bodenseegebiet befragt, wodurch ein weiteres Vorkommen lokalisiert werden konnte. Die Nomenklatur der Art richtet sich hier nach INGRISCH & KÖHLER (1998).

* Anschrift des Verfassers: Dipl.-Biol. R. TREIBER, Im Westengarten 12, D-79241 Ihringen



Abb.1: Lauschschrecke *Mecostethus alliaceus* Germar, 1817

Das Unterreitnauer Moos ist ein ausgedehntes Niedermoorgebiet auf 445 m ü.NN zwischen Unterreitnau und Bruggach (Landkreis Lindau), am Rande des Bodenseebeckens im Drumlinfeld des ehemaligen Rhein-Bodenseegletschers. Die mittlere Lufttemperatur/Jahr liegt bei etwa 8 °C, die mittleren Niederschlagssummen/Jahr betragen etwa 1.000 mm.

Verbreitung in Bayern und im Bodenseeraum

In Bayern kommt die Art vor allem in den östlichen Landesteilen im Einzugsbereich des Inns, im Chiemseebecken und entlang der Donau von Passau bis Metten vor. Aus dem Bodenseegebiet ist sie aktuell nicht verzeichnet (Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 1996). Der einzige historische Fund der Art auf bayerischer Seite liegt zwischen Wasserburg und Bad Schachen (ZACHER 1956). In Baden-Württemberg besiedelt *Mecostethus alliaceus* die seenahen Bereiche des Bodenseebeckens (DETZEL 1998). Aktuelle Funde liegen unweit der Bundeslandgrenze.

Aktuelle Funde im bayerischen Bodenseebecken

1995 wurde beiderseits der Bundeslandgrenze Bayern/Baden-Württemberg östlich von Riedensweiler (TK 8323/SO) vom Autor eine größere Population von *Mecostethus alliaceus* gefunden. Im 2,5 km entfernten Unterreitnauer Moos war die Art 1995 trotz intensiver Heuschreckenkartierungen und potentiell geeigneter Lebensbedingungen nicht nachzuweisen. Am 24.7.1997 wurde ein Männchen etwa 0,7 km entfernt vom Unterreitnauer Moos und 1,8 km entfernt von

Riedensweiler auf Wirtschaftswiesen bei Krummensteg auf baden-württembergischer Seite gefunden. Die ersten Nachweise der Art im Unterreitnauer Moos gelangen am 29.7.1997 (1 Männchen) und am 11.9.1997 (1 Weibchen). Im Frühjahr 1998 wird dazu vermerkt (TREIBER 1998): „Die Art scheint sich nach Osten auszubreiten und könnte bald auch im Unterreitnauer Moos bodenständig werden“. Tatsächlich hatte die Etablierung der Art vermutlich 1997 stattgefunden, wie die Bestandszahlen in den Folgejahren verdeutlichen. 1998 wurde am 5. August die Population auf 80 Tiere geschätzt, darunter 10 Larven. 1999 waren es am 30. Juli rund 50 Tiere; 50% der Tiere befanden sich noch im Larvenstadium. Die Art kommt im nordöstlichen Teil des Unterreitnauer Moooses auf beiden Messtischblättern vor (TK 8423/NO, TK 8424/NW). Ein dritter aktueller Fundort der Art ist von Feuchtweisen bei Schlachters-Heimholz bekannt (TK 8424/NW). Im August 1997 wurden dort 5–10 Tiere von A. Puchta (Lindau) beobachtet. Ob auch dieses Gebiet durch *Mecostethus alliaceus* neu besiedelt wurde, läßt sich aufgrund der fehlenden Langzeitbeobachtungen nicht sagen.

Besiedelte Lebensräume und deren Nutzung

Die wichtigsten Lebensräume der Art sind im bayerischen Bodenseegebiet zweischürige Feuchtwiesen (*Senecionetum aquatici*, Wassergreiskraut-Wiesen), einschürige oder extensiv beweidete Großseggen-Bestände (*Carex acutiformis*-Gesellschaft, Sumpfschilf-Ried) und der junge Austrieb von im Juni gemähten Mädesüß-Beständen. Neben adulten Tieren waren in diesen Pflanzengesellschaften auch die Larven zu finden. In den daran angrenzenden Fettwiesen (*Lolietum multiflori*, Italienisch-Raigras-Wiese) wurden adulte Tiere von *Mecostethus alliaceus* nachgewiesen. Dieser Biotop dürfte für die Art aber nur zeitweise nutzbar sein, da die Flächen sechs Mal zur Grassilage gemäht werden und nur zwischen den Mahdterminen in der Langgrasphase als Habitat für die Tiere geeignet sind. Wenige Individuen besiedelten auch nahegelegene Pfeifengras-Streuwiesen (*Galio borealis-Molinietum caeruleae*, Labkraut-Pfeifengraswiesen).

Danksagung: Anne Puchta (Lindau) und Andreas Nunner (Tübingen) möchte ich für die Mitteilung ihrer Heuschreckenbeobachtungen in Feuchtgebieten des Landkreises Lindau danken.

Schrifttum

- Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (1996): Artenschutzkartierung Bayern. – Arbeitsatlas Heuschrecken, München.
- DETZEL, P. (1998): *Parapleurus alliaceus* (Germar, 1817) Lauschschrecke. – In: DETZEL, P. (1998): Die Heuschrecken Baden-Württembergs, Stuttgart.
- INGRISCH, S. & KÖHLER, G. (1998): Die Heuschrecken Mitteleuropas. – Die Neue Brehm-Bücherei, Bd. 629, 460 S., Magdeburg.
- TREIBER, R. (1998): Vegetationskundliche und tierökologische Zustandserfassung der Unterreitnauer Moore. – 78 S., unveröff. Gutachten im Auftrag der Regierung von Schwaben (Augsburg).
- TREIBER, R. & ALBRECHT, M. (1996): Die Große Schiefkopfschrecke (*Ruspolia nitidula* Scopoli, 1786) neu für Bayern und Wiederfund für Deutschland (Orthoptera, Saltatoria). – Nachrbl. Bayer. Entomol. 45(3/4), 60–72, München.
- ZACHER, F. (1956): Ergänzungen zur Orthopteren-Fauna Süddeutschlands II. – Mitt. Dtsch. Entomol. Ges. 16(1), 7, Berlin.

(Am 10. Januar 2000 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	3	669–674	2000	Freiburg im Breisgau 24. Mai 2000
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Neufund von *Euonymus latifolius* (L.) Mill. und *Rosa abietina* Gren. im Schwarzwald

von

MICHAEL LÜTH & WALTER WOLF *

Einleitung

Während einer Kartierung in der Gemeinde Todtnau, Kreis Lörrach, wurden zwei neue Straucharten im Schwarzwald entdeckt: Das Breitblättrige Pfaffenhütchen, *Euonymus latifolius* (L.) Mill. und die Tannen-Rose, *Rosa abietina* Gren. (s. hierzu auch LÜTH 2000, in Druck). Die beiden Gehölzarten besitzen einen Verbreitungsschwerpunkt in montanen Lagen der Alpen mit Vorkommen im Voralpengebiet. Durch die Funde sind die Areale (vielmehr die Kenntnis darüber) nun in Richtung Schwarzwald ausgedehnt. Es handelt sich bei den Funden nicht um Neubesiedelungen; beide Wuchsorte sind bereits seit (weit?) mehr als einem Jahrzehnt besiedelt.

Todtnau liegt im Süden des Schwarzwaldes am Fuße des Feldbergs und am oberen Ende des Wiesentales. Das Gebiet ist klimatisch einerseits durch die Nähe des subalpinen Feldbergs mit seinen kalten Fallwinden geprägt. Andererseits unterliegt das Gebiet durch das nach Südwesten geöffnete Wiesental häufigen Warmlufteinbrüchen und Föhnwetterlagen.

Euonymus latifolius Miller 1768

8113 SO; Schwarzwald, Todtnau; zahlreiche Exemplare in Feldgehölz auf Felsen an südexponiertem Hang oberhalb der Ortschaft Todtnau; 700 m ü.NN; Lüth u. Wolf, 27.09.1999.

Morphologie

Euonymus latifolius unterscheidet sich in einer ganzen Reihe vegetativer und generativer Merkmale deutlich von *E. europaeus*; hier seien nur die wichtigsten genannt:

* Anschriften der Verfasser: M. LÜTH, Emmendinger Str. 32, D-79106 Freiburg;
W. WOLF, Todtnauer Str. 4, D-79115 Freiburg



Abb. 1: *Euonymus latifolius* an einem Felsen bei Todtnau; 30.09.1999.

- Blätter etwa doppelt so groß (7–12 cm lang), mit bis 1 cm langem Blattstiel (*E. europaeus*: Blätter nur 3–3,5 cm lang mit 0,5 cm langem Blattstiel). Die Längenangaben gelten für blühende Zweige (DEMUTH 1992); in der Todtnauer Population waren die Blattgrößen nichtfruchtender Sträucher unserer Beobachtung nach nicht signifikant kleiner.
- Junge Zweige im Querschnitt abgerundet (*E. europaeus*: quadratisch).
- Blüten 5-zählig, Blütenstand 6–15-blütig, 4–6 cm lang gestielt (*E. europaeus*: Blüten 4-zählig, Blütenstand 2–6-blütig, 1–3 cm lang gestielt).
- Frucht 5-teilig, Fruchtklappen geflügelt, Fruchtstand hängend (*E. europaeus*: Frucht 4-teilig, Fruchtklappen ungeflügelt, Fruchtstand aufrecht).

Standort

Die Population von *Euonymus latifolius* wächst in einem am Waldrand gelegenen Feldgehölz (lichter Eichenmischwald mit Esche) um einen Felsen (Gneis) an südexponiertem Hang. Neben zahlreichen Jungpflanzen (ca. 50–100) konnten 6 ausgewachsene, fruchtende Sträucher gefunden werden, die zwischen 2–4 m Höhe erreichten. Es handelt sich um einen kleinflächigen Sonderstandort. Als Kontaktvegetation findet man einen Douglasienforst, an lichten Stellen wie Wegrändern, stellenweise auch mit Esskastanie (*Castanea sativa*). Diese bisher nicht belegten Kastanienvorkommen lassen sich an bereits bekannte Vorkommen aus dem unteren Wiesental anschließen (siehe NEBEL 1990, S. 359).

Der Felsfuß ist mit Eschen (*Fraxinus excelsior*) bewachsen. Die felsigen Bereiche werden von *Quercus petraea* und *Sorbus aria* dominiert. Bemerkenswert ist das Vorkommen von *Sorbus x hybrida*, dem Bastard aus *Sorbus aria* und *Sorbus aucu-*

paria, der sich trotz des häufigen gemeinsamen Vorkommens ausgesprochen selten bildet und von dem im Schwarzwald bisher nur wenige Nachweise vorliegen.

Die günstigen Lichtverhältnisse ermöglichen das Aufkommen einer artenreichen und üppigen Strauchschicht mit viel Eschen- und Bergahorn-Jungwuchs am Felsfuß und lichtliebenden Strüchern wie *Amelanchier ovalis* oder *Juniperus communis* im Bereich der Felspartien; außerdem vertreten sind *Rosa canina*, *Crataegus monogyna* und *C. laevigata*, sowie *Ilex aquifolium*. Der Großteil der *Euonymus*-Population wächst am Felsfuß, einige Pflanzen finden sich aber auch auf Felsbändern und in Felsspalten, ein Teil der Jungpflanzen siedeln auf dem Felskopf.

Verbreitung

Es handelt sich um eine submediterran-montane Art mit praealpidem (sensu OBERDORFER 1990) Hauptareal, das den Balkan, die Südalpen, den Apennin und Teile der West- und Nordalpen umfasst. Darüber hinaus gibt es zusammenhängende Vorkommen der Art im Kaukasus und auf der Krim. Versprengte, reliktsche Populationen finden sich im marokkanischen Atlas, in Algerien (Kabylei) und der Türkei. (nach Angaben aus MEUSEL et al. 1978). In Baden-Württemberg erreicht *Euonymus latifolius* die Nordwestgrenze seines Areals.

Obwohl es sich um eine ornithochore Art handelt, zeigt sie in Bayern offensichtlich keine Tendenz zu einer weiteren Ausbreitung. Das bayerische Areal ist ausgesprochen kompakt. Fast alle Vorkommen liegen im Bereich des ehemals vergletscherten Moränengürtels und in den Alpen, wenige Vorkommen existieren im Molassehügelland (nach Kartenmaterial aus KRACH 1981). Ihrer Höhenverbreitung nach handelt es sich um eine montane bis hochmontane Art; in Bayern und der Schweiz steigt sie bis auf 1.000 m, in Nordtirol, den Westalpen und dem Balkan bis auf 1.500 m ü.NN (nach Angaben aus HEGI et al. 1975).

Der ökologische Schwerpunkt der Art liegt in schattigen Laub- und Nadelmischwäldern, vor allem in praealpinen Fagion-Gesellschaften und lindenreichen Steilhang- und Schluchtwäldern, auf nährstoffreichen, frischen, tiefgründigen Mullböden. Seltener kommt das Breitblättrige Pfaffenhütchen auch in Auwäldern und Gebüsch des Berberidion-Verbandes vor. Im Mittelmeerraum sind auch Vorkommen in Kastanienwäldern belegt (DEMUTH 1992).

Von einigen Autoren wird die Art als thermophiles Element eingestuft, so z.B. von HEGI (1975). Wie bereits erwähnt, liegen die Hauptvorkommen der Art aber in schattigen Laubmischwäldern. In fast allen Teilarealen erweist sich die Art als mesophiles Laubwaldelement. Die stark disjunkte Verbreitung von *E. latifolius* mit Vorkommen von Marokko bis zum Kaukasus lässt die Interpretation zu, dass es sich um eine Art handelt, deren Formenkreis in tertiären, montanen bis subalpinen winterkahlen Breitlaub-Mischwäldern weit verbreitet war. Im Kaukasus gibt es noch zwei endemische Arten, die mit *E. latifolius* sehr nahe verwandt sind (MEUSEL et al. 1978).

Selten wird die Art als Zierstrauch gepflanzt. In der näheren Umgebung des Schwarzwaldvorkommens konnten derartige Anpflanzungen nicht festgestellt werden, das Vorkommen macht einen äußerst natürlichen Eindruck. Synanthrope Vorkommen werden in DEMUTH (1992) für Baden-Württemberg nicht erwähnt, für Bayern gibt KRACH (1981) einige wenige an, die eventuell synanthrop sein könnten. Die nächstgelegenen Vorkommen liegen im Argental und in der Gegend um Ravensburg, sowie im Französischen Jura.

Naturschutz

Die Population befindet sich offensichtlich in Ausbreitung, worauf die gute Verjüngung hindeutet. Die Fläche ist derzeit ungenutzt; sofern dies auch in Zukunft gegeben ist, kann eine Gefährdung der Population ausgeschlossen werden, Pflegemaßnahmen erscheinen nicht nötig. Laut DEMUTH (1992) zeigen die Vorkommen von *Euonymus latifolius* im württembergischen Allgäu und am Bodensee seit 100 Jahren deutliche Rückgänge. Große Populationen seien selten, meist bestünden sie nur aus wenigen Pflanzen. Der Autor schlägt vor, den Gefährdungsgrad von schonungsbedürftig (G 5) auf potentiell durch Seltenheit gefährdet (G 4) hochzustufen. Vor diesem Hintergrund ist das bisher einzige bekannte Vorkommen im Schwarzwald als besonders wertvoll und schützenswert einzustufen.

Rosa abietina Gren. 1873

8113 SO; Schwarzwald Todtnau, Gschwend; ein Exemplar zwischen Steinblöcken am Ufer der „Wiese“; 570 m ü.NN; Breunig, Dierz, Lüth u. Wolf 12.08.1999.

Morphologie

Rosa abietina gehört in die Artengruppe der Sectio Caninae. Manche Arten dieser Gruppe stehen sich morphologisch sehr nahe, *R. abietina* ist jedoch deutlich von anderen Arten abgegrenzt:

- Die Sectio Caninae läßt sich in drei Untergruppen aufteilen: Die Filzrosen (*R. tomentosa*-Gruppe) mit filziger Behaarung und Duftdrüsen (Harzgeruch) auf der Blattlamina, die Weinrosen (*R. rubiginosa*-Gruppe) mit Duftdrüsen (Obst- oder Weingeruch) auf der Blattlamina aber ohne Behaarung und die eigentlichen Hundsrosen (*R. canina*-Gruppe) ohne Duftdrüsen und Behaarung auf der Blattlamina. Danach gehört *R. abietina* in die Gruppe von *R. canina*.
- Innerhalb der engeren Gruppe der Hundsrosen unterscheidet man Arten mit und ohne Stieldrüsen im Blütenstand. *R. abietina* besitzt reichlich Stieldrüsen am Buttenstiel, auf der Butte und an den Kelchblättern.
- Bei den Hundsrosen mit Stieldrüsen gibt es Arten mit unbehaartem Blattstiel (*R. andegavensis*, *R. blondaeana* und *R. jundzillii*) und solche mit Behaarung auf Blattstiel und Blattrachis (*R. stylosa* und *R. abietina*).
- Im Gegensatz zu *R. stylosa* besitzt *R. abietina* einen flachen Diskus mit breitem Griffel in wolligem Narbenköpfchen und relativ weitem Griffelkanal (*R. stylosa* mit kegelförmigem Diskus, Griffel als schmales Sträußchen, Griffelkanal eng).
- In neuerer Literatur (OBERDORFER 1994, S. 564; TIMMERMANN 1994, S. 58) wird *R. abietina* mit doppelter Blattrandzählung angegeben (Schlüsselkriterium), der Blattrand des Exemplares in Todtnau ist jedoch nur einfach gezähnt. In „Die Rosen der Schweiz“ schreibt Hermann CHRIST (1873, S. 133): „Zählung doppelt und teilweise einfach bis zusammengesetzt“. Nach TIMMERMANN (mündl.) müßte das Merkmal der Blattrandzählung für *R. abietina* in den neueren Floren relativiert werden, da diese anscheinend doch variabel ist.



Abb. 2: *Rosa abietina*, Gschwend bei Todtnau; 03.09.1999.

Die Tannen-Rose aus Todtnau ist ein mittelgroßer gedrungener Strauch mit einem üppigen Besatz mit Hagebutten. Das Alter des Strauches ist schwer zu schätzen. Es beträgt sicher mehr als 10 Jahre, vermutlich sogar über 20–30 Jahre.

Standort

Rosa abietina wurde zwischen Steinblöcken am Ufer des Flusses „Wiese“, ca. 1 m über der Mittelwasserlinie, gefunden. Diese Steinblöcke sind als Sicherung am Ufer zusammengetragen worden. Nach Angaben eines Ortskundigen (Hr. Einar Decker, Forstamt Todtnau) liegt diese Ufersicherung wahrscheinlich schon weit über 100 Jahre zurück (sicher über 30 Jahre), eventuell als die Wiese für die Flößerei von Steinblöcken im Flussbett befreit wurde. Auf den Steinpackungen entlang der Ufer haben sich seither zahlreiche Gehölze angesiedelt (keine Gehölz-anpflanzungen), darunter Schwarz-Erle, Esche, Berg-Ahorn, Sommer-Linde, Hasel, Holunder, Weißdorn und Heckenkirsche. An Rosen finden sich hier: *Rosa canina*, *R. corymbifera*, *R. vosagiaca* und *R. pendulina*. *Rosa abietina* wächst an einer Stelle mit lückigem Gehölzbewuchs im lichten Schatten unter einem Haselstrauch.

Verbreitung

Rosa abietina ist vorwiegend alpid verbreitet. Der Verbreitungsschwerpunkt liegt in den Westalpen, wo die Art stellenweise häufig ist. Vereinzelt kommt sie östlich bis nach Tirol vor. Zudem gibt es einzelne Vorkommen im Voralpengebiet, so im nördlichen Schweizer Jura (CHRIST 1873, TIMMERMANN 1994) und im bayrischen Allgäu (HEUPLER & SCHÖNFELDER 1988). Die zwei bayrischen Vorkommen waren bislang die einzig gesicherten Vorkommen in Deutschland. In der Roten

Liste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands (KORNECK, SCHNITTLER & VOLLMER 1996) wird *Rosa abietina* als verschollen geführt, da die Vorkommen im Allgäu aus neuerer Zeit nicht mehr bestätigt werden konnten. Nach TIMMERMANN (mündl.) gibt es mittlerweile wieder ein gesichertes Vorkommen von *R. abietina* in Bayern und zwar im Gebiet von Berchtesgarden.

Zu Vorkommen im Schwarzwald gibt es in der Literatur einige unsichere und fragliche Angaben:

KLEIN (1905): Seubert-Klein's Exkursionsflora für das Großherzogtum Baden: „Diese typische Form der Alpen ist wahrscheinlich im Schwarzwald noch aufzufinden; Sv (Schwarzwald-Vorberge) Freiburg Schlossberg.“

HEGI (1923): „Angeblich auch im Schwarzwald (Freiburger Schlossberg, Feldberg usw).“

HESS, LANDOLT & HIRZEL (1977): Flora der Schweiz: „Angaben aus dem Schwarzwald unsicher.“

OBERDORFER (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora: „süSchw (?).“

In „Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs“ SEBALD et al. (1992) wurde die Art nicht aufgenommen. Der Bearbeiter der Rosen, Georg Timmermann, fand keinen gesicherten Hinweis auf ein Vorkommen, Herbarbelege erwiesen sich als Fehlbestimmungen.

Der Herbarbeleg der Tannen-Rose aus Todtnau wurde von Georg Timmermann bestätigt. Er kommentierte ihn mit den Worten: „Mit Ihrem Fund ist die bisherige „Unsicherheit“ beendet! Es gibt im Schwarzwald die *Rosa abietina*.“

Schrifttum

- CHRIST, H. (1873): Die Rosen der Schweiz mit Berücksichtigung der umliegenden Gebiete Mittel- und Südeuropas. – 219 S., Basel.
- DEMUTH, S. (1992): Celastraceae. – in SEBALD et al.: Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Bd. 4, 78–81, Stuttgart.
- HAEUPLER, H. & SCHÖNFELDER, P. (1989): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der BRD. – 2. Aufl., 768 S., Stuttgart.
- HEGI, G. (1923): Illustrierte Flora von Mitteleuropa. – Bd. IV, 2, Berlin-Hamburg.
- HESS, H. E., LANDOLT, E. & HIRZEL, R. (1977): Flora der Schweiz. – Bd. 2, 2. Aufl., Basel.
- KLEIN, L. (1905): Seubert-Klein's Exkursionsflora für das Großherzogtum Baden. – 6. Aufl., 454 S., Stuttgart.
- KORNECK, D., SCHNITTLER, M. & VOLLMER, I. (1996): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (*Pteridophyta et Spermatophyta*) Deutschlands. – In: Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands, Schriftenreihe für Vegetationskunde, Heft 28, 21–187, Bonn-Bad Godesberg.
- KRACH, J. E. (1981): Gedanken zur Neuauflage der Roten Liste der Gefäßpflanzen in Bayern. – Ber. ANL 5, 156–175, Laufen/Salzach.
- LÜTH, M. (2000): *Rosa abietina* und andere Funde von Wildrosen in Südbaden. Mit einem Bestimmungsschema für die Sectio Caninae. – Acta Rhodologica, Bd. 3, in Druck, Velburg.
- MEUSEL, H. et al. (1978): Chorologie der zentraleuropäischen Flora. – Bd 2; G. Fischer, Jena.
- NEBEL, M. (1990): Fagaceae. – In: SEBALD et al.: Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Bd. 1, 356–368, Stuttgart.
- OBERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – 7. Aufl., 1050 S., Stuttgart.
- TIMMERMANN, G. (1992): *Rosa* L. 1753. – In: SEBALD et al.: Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Bd. 3, 64–101, Stuttgart.
- TIMMERMANN, G. & MÜLLER, Th. (1994): Wildrosen und Weißdorne Mitteleuropas. Landschaftsgerechte Sträucher und Bäume. – 2. Aufl., 141 S. u. 30 Farbtafeln, Stuttgart.

(Am 11. Januar 2000 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	3	675–678	2000	Freiburg im Breisgau 24. Mai 2000
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Neue Funde von *Ischyropsalis hellwigi* Panzer (Opiliones, Ischyropsalididae) in Baden-Württemberg

von

REINHOLD LOCH, Freiburg *

Zusammenfassung: Im Bannwald „Wilder See“ sowie in einem bewirtschafteten Wald unweit der Hornisgrinde wurden mittels Bodenfallen in den Jahren 1995/96 10 Individuen des relativ seltenen Weberknechts *Ischyropsalis hellwigi* gefunden. Ferner gelangten mehr als 20 Nachweise dieses „Schneckenkankers“ auf einer Waldbrandfläche, einer Fichtendickung und einem Buchenwald im Odenwald. Dort wird die Art seit 1995 regelmäßig gefunden. Da seit dem häufigeren Einsatz von Bodenfallen auch die Fundmeldungen von *Ischyropsalis hellwigi* in allen Mittelgebirgen zunehmen, kann davon ausgegangen werden, dass die Art weniger selten ist als bisher angenommen.

Résumé: Deux nouvelles stations à *Ischyropsalis hellwigi* Panzer (Opiliones, Ischyropsalidae) en Bade-Wurtemberg.

La présence d'*Ischyropsalis hellwigi* est prouvée en Bade-Wurtemberg depuis maintenant 40 ans. Jusqu'à ce jour, il s'agissait surtout de découvertes isolées. Cependant au cours d'une étude de nombreux spécimens ont été capturés par piégeage dans trois massifs forestiers en Forêt Noire du nord et au sud de l'Odenwald. Il s'agit du „Bannwald Wilder See“ (vieille forêt naturelle) ainsi que d'une forêt exploitée près de la „Hornisgrinde“ semblable à la précédente par l'exposition, la température et la structure. Les autres stations situées près de Heidelberg font partie d'une succession résultant d'incendies de forêts.

Au vu de ces nouvelles stations, il y a lieu d'admettre qu' *Ischyropsalis hellwigi* semble plus tolérant aux facteurs climatiques qu'on ne le pensait jusqu'à présent: chacun des trois sites diffère en effet largement par le type de forêt, la végétation au sol, la température et les conditions photiques. Cependant il serait risqué de vouloir tirer des conclusions sur les préférences écologiques de l'espèce sur le seul vu des conditions prévalant dans les sites de piégeage.

La phénologie d'*Ischyropsalis hellwigi* est décrite pour deux zones du nord de la Forêt Noire et du sud de l'Odenwald. La période principale d'activité dans ces deux localités se situe en août tout comme en Allemagne du nord-ouest. Par contre la période principale d'activité au „Schönbuch“ (près de Stuttgart) a été observée en septembre (BAEHR & BAEHR 1985). Néanmoins, ces résultats divergents pourraient être dus aux différences d'années et ne seraient pas forcément dues à des différences climatiques entre ces régions.

Ces résultats laissent supposer que le terme récemment présenté de „Naturnähe-Indikator“ (indicateur du degré de „naturalité“) est inapproprié pour *Ischyropsalis hellwigi*. L'espèce n'a pas obligatoirement besoin de bois mort au sol en forêt si d'autres éléments d'habitat lui fournissent un refuge au microclimat équilibré.

Afin de clarifier la répartition d'*Ischyropsalis hellwigi* en Allemagne et en France (Vosges), l'auteur demande des informations sur de nouvelles découvertes.

Mot clés: faucheurs, autécologie, forêt normale, succession après incendie, *Ischyropsalis hellwigi*

* Anschrift des Verfassers: Dipl.-Biol. R. LOCH, Forstl. Versuchs- u. Forschungsanstalt BW, Abt. Botanik u. Standortskunde, Wonnhalde 4, D-79100 Freiburg

Einleitung

Der Schneckenkanker *Ischyropsalis hellwigi* (PANZER 1794) als ein Vertreter der Ischyropsalididae zählt zu den selteneren Weberknechten (MARTENS 1965, WEHRMAKER 1977, BAEHR 1979). In der Roten Liste der Weberknechte Deutschlands (BLISS et al. 1996) wird er daher als „gefährdet“ (Bayern und Baden-Württemberg) bzw. „stark gefährdet“ (Sachsen und Sachsen-Anhalt) eingestuft. RAUH (1993) bewertet die Art als Naturnäheindikator. Einigkeit besteht in der Tatsache, dass jeder neue Fundort zur Klärung der wirklichen Lebensraumsprüche der Art von Bedeutung ist.

Seit der ersten Fundmeldung aus Baden-Württemberg vom 15.8.1958 (Heinz leg.) konnten sowohl im Bundesgebiet (Details in MARTENS 1965; BELLMANN 1975; MARTENS 1978) als auch in Baden-Württemberg (GLANDT & GUHL 1972; v. HAGEN 1973; WEHRMAKER 1977; FRIEBE 1978; mehrere Einzelfunde in MARTENS 1978; BAEHR 1979; SCHWERDTLE & SCHNEIDER 1984) nur Einzelnachweise erbracht werden. Erst BAEHR & BAEHR (1985) konnten mittels Bodenfallenfängen im Schönbuch bei Tübingen (ähnlich wie LÖSER 1977 im Niederbergischen Land) umfangreiche Nachweise liefern und fundierte Aussagen über die Biotopwahl der Art treffen.

Die Verdichtung der Fundortmeldungen der letzten Jahre könnte Ergebnis größerer Sammelaktivität sein und vor allem durch das mehr systematische Fangen mit Bodenfallen (BAEHR 1979; BAEHR & BAEHR 1985) begründet werden. Es könnte aber auch durch eine weniger intensive Waldnutzung (naturnahe Waldwirtschaft) lokal zu Bestandszunahmen kommen (BLISS et al. 1996). MARTENS (1965) und WEHRMAKER (1977) diskutieren die Bedeutung von liegendem Totholz für den Schneckenkanker.

Im Rahmen von faunistischen Untersuchungen von Naturwaldreservaten (Bannwäldern) in Baden-Württemberg durch die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt in Freiburg (FVA, Abteilung Botanik & Standortskunde) in den Jahren 1994–96 gelangen zahlreiche Funde des Schneckenkankers mit Bodenfallen. *I. hellwigi* fand sich in mehreren Individuen in einem alten Bannwald, der seit über 80 Jahren nicht mehr forstlich genutzt wird, aber auch in einem Wirtschaftswald vergleichbarer Struktur.

Ferner führten Untersuchungen des Sukzessionsgeschehens von Fauna und Flora auf einer Waldfläche im Odenwald nach einem Brand im Zeitraum von 1995–97 zu weiteren Nachweisen von *I. hellwigi* im benachbarten Buchenwald, in einer unmittelbar angrenzenden Fichtendickung und der eigentlichen Waldbrandfläche.

Ziel dieser Arbeit ist die Dokumentation der neuen Funde in Baden-Württemberg.

Beobachtungen

In beiden Untersuchungsgebieten zusammen wurden 37 Schneckenkanker nachgewiesen, dabei handelt es sich um 16 Männchen, 11 Weibchen und 10 juvenile Tiere. Während im Bannwald „Wilder See“ bzw. im Wirtschaftswald „Hornisgrinde“ mit Bodenfallen 10 Schneckenkanker gefangen wurden, konnten 27 Nachweise allein auf der Brandfläche „Schwarzach“ bzw. den Vergleichsflächen in der Fichtendickung bzw. im Buchenwald erbracht werden.

Die Anzahl der Funde ermöglicht Aussagen über die Phänologie des Schneckenkankers. Juvenile Tiere fanden sich von April bis November, mit einem Maximum im August. Adulte Schneckenkanker traten erstmals im Juni auf, ihr deutliches Maximum herrschte im August. In diesem Monat wurden mehr als die Hälfte aller Individuen gefangen. Dies deckt sich mit den Aussagen von LÖSER (1977), während dagegen bei den Untersuchungen im Schönbuch (BAEHR & BAEHR 1985) das Fangmaximum im September lag. Vermutlich liegt der Schwerpunkt der Aktivität in Nordwest- bis Südwestdeutschland im Zeitraum August bis September. In Hochlagen (des Nordschwarzwaldes) treten adulte Schneckenkanker durchaus bis Mitte November auf. Die zeitliche Verschiebung des Aktivitätsmaximums zwischen Schönbuch und Niederbergischen Land bzw. Schönbuch und Schwarzach kann nicht Ausdruck großklimatischer Unterschiede sein, sondern begründet sich sicherlich durch Unterschiede im Klimaverlauf der einzelnen Untersuchungsjahre. Für alle drei Gebiete gilt, dass die Funde pro Jahr zu gering sind, um die Phänologie des Auftretens des Schneckenkankers exakt zu ermitteln.

Diskussion

Seit nunmehr dreißig Jahren werden Schneckenkanker (*Ischyropsalis hellwigi*) in Baden-Württemberg nachgewiesen. Während es sich bisher meist um Einzelnachweise handelte, konnten im nördlichen Schwarzwald und im südlichen Odenwald – ähnlich wie im Schönbuch bei Tübingen – mittels Bodenfallen zahlreiche Nachweise erbracht werden: Im Bannwald „Wilder See“ und in einem in Exposition, Höhenlage und Bestandesstruktur ähnlichem Wirtschaftswald nahe der Hornsgrinde und auf einer Waldbrandfläche im Odenwald ist der Schneckenkanker lokal relativ häufig.

Die Verbreitung lässt zunächst vermuten, dass die Art den meisten klimatischen Faktoren gegenüber eine größere Toleranz aufweist, als bisher angenommen. Hinsichtlich Vegetations- und Waldtyp, Temperatur und Lichtverhältnissen werden große Schwankungen ertragen. Doch darf aus den Eigenschaften der Fallenstandorte nicht ohne weiteres auf ökologische Bedingungen geschlossen werden. Temperatur- und Feuchteverhältnisse am Tag und in der Nacht unterscheiden sich an gegebenem Standort grundsätzlich. Für eine weitere ökologische Charakterisierung des primär nachtaktiven *Ischyropsalis hellwigi* sind zunächst die möglichen Tagverstecke an den neuen Fundorten zu beschreiben.

Das Aktivitätsmaximum des Schneckenkankers im Odenwald liegt genau wie bei Untersuchungen in Nordwestdeutschland im August und nicht wie im Schönbuch im September. Die phänologischen Verschiebungen lassen sich durch jahresbedingte Unterschiede erklären, und sind nicht unbedingt Ausdruck großklimatischer Unterschiede der Gebiete.

Die Befunde lassen vermuten, dass der neuerdings eingeführte Begriff „Naturnäheindikator“ für den Schneckenkanker unangemessen ist. Die Art ist vermutlich nicht obligat an das Vorkommen von liegendem Totholz gebunden, solange andere Habitatilemente Verstecke ausgeglichener Klimate schaffen. Um die Verbreitungssituation für Deutschland und Frankreich (Vogesen) zu klären, wird um Fundortmeldungen gebeten.

Schrifttum

- BAEHR, M. & BAEHR, B. (1985): Zur Verbreitung und Biotopwahl des Schneckenkankers *Ischyropsalis hellwigi* Panzer im Schönbuch bei Tübingen (Opiliones, Ischyropsalididae). – Jh. Ges. Naturkde. Württ. 140, 203–212, Stuttgart.
- BAEHR, M. (1979): Ein Fund des Schneckenkankers *Ischyropsalis hellwigi* Panzer bei Tübingen (Opiliones, Ischyropsalididae). – Jh. Ges. Naturkde. Württ. 134, 244–246, Stuttgart.
- BELLMANN, H. (1975): Unerwarteter Fund: der seltene Schneckenkanker. – Kosmos, 71/5, 209–210.
- BLISS, P., MARTENS, J. & BLICK, T. (1996): Rote Liste der Weberknechte Deutschlands (Arachnida, Opiliones). – Arachnol. Mitt. 11, 32–35.
- FRIEBE, B. (1978): Ein weiterer Fund des Schneckenkankers *Ischyropsalis hellwigi* Panzer 1794 (Opiliones) im Nordschwarzwald. – Beitr. naturk. Forsch. SüdWtl. 37, 109–111.
- GLANDT, D.T. & GUHL, W. (1972): Ein neuer Fundort des Schneckenkankers *Ischyropsalis hellwigi* (Panzer). – Ber. Naturwiss. Ges. Bayreuth 14.
- HAGEN, H. O. v. (1973): Ein Fund des Schneckenkankers *Ischyropsalis hellwigi* (Opiliones) aus dem nördlichen Schwarzwald. – Beitr. naturk. Forsch. SüdW. Dtl. 32, 159–160.
- LÖSER, S. (1977): Die klimatischen Verhältnisse eines gehäuften Vorkommens des montanen bis subalpinen Schneckenkankers *Ischyropsalis hellwigi* Panzer (Opiliones, Ischyropsalididae) im Niederbergischen Land. – Zool. Jb. Syst. 104, 415–425.
- MARTENS, J. (1965): Verbreitung und Biologie des Schneckenkankers *Ischyropsalis hellwigi*. – Natur und Museum 95/4, 143–149.
- MARTENS, J. (1978): Weberknechte, Opiliones. Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeressteile (Hrsg: DAHL, J.) Bd. 64. – 1. Aufl., 464 S.; G. Fischer Verlag, Jena.
- PANZER, G.W.F. (1794): *Phalangium Hellwigii*. Die Hellwigsche Afterspinne. – Faunae Insectorum Germanicae Initia oder Deutschlands Insecten 13, 18.
- RAUH, J. (1993): Naturwaldreservate in Bayern. – Schriftenreihe des Bayerischen Staatministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Band 2: Faunistisch-ökologische Bewertung von Naturwaldreservaten anhand repräsentativer Tiergruppen, 199 S., IHW-Verlag, Eching.
- SCHWERDTLE, C. & SCHNEIDER, M. (1984): Erstfund des Schneckenkankers *Ischyropsalis hellwigi* Panzer (Opiliones, Ischyropsalididae) im Landkreis Biberach/Riss (Oberschwaben). – Jh. Ges. Naturkde. Württ. 139, 195–196.
- WEHRMAKER, A. (1977): Erstfund des Schneckenkankers *Ischyropsalis hellwigi* Panzer (Opiliones: Ischyropsalididae) im Gebiet von Stuttgart. – Jh. Ges. Naturkde. Württ. 132, 183–187.

(Am 26.11.1998 bei der Schriftleitung eingegangen)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.E 17	3	679–682	2000	Freiburg im Breisgau 24. Mai 2000
--	--------	---	---------	------	--------------------------------------

Chrysoperla lucasina (Lacroix 1912) –
Schwesterart der „Gemeinen Florfliege“
Chrysoperla carnea (Stephens 1836)
– in Süddeutschland
(Neuroptera : Chrysopidae)

VON

ERNST JOACHIM TRÖGER, Freiburg *

Abstract: Some records of *Chrysoperla lucasina* (Lacroix), sibling species of *Chrysoperla carnea* (Steph.) (Neuroptera), in southern Germany are presented.

Einleitung

Nachdem seit längerem jeweils eine Blume, ein Vogel, ein Baum etc. des Jahres kreiert worden waren, wurde erstmals für das Jahr 1999 auch ein Insekt vorgeschlagen. Ein Kuratorium, dem u.a. die Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie (D-69221 Dossenheim) und das Deutsche Entomologische Institut (D-16225 Eberswalde) angehören, hat für dieses Jahr die Gemeine Florfliege *Chrysoperla carnea* (Steph.) ausgewählt. Diese Tierchen können einem überall begegnen, und ihre Larven sind als Blattlausvertilger im biologischen Pflanzenschutz von großer Bedeutung (DATHE 1999, SAURE 1999).

Diese Art gehört mit gut zwei Dutzend ähnlichen Arten, die in Deutschland vorkommen und ähnliche Lebensweisen haben, in die Familie Chrysopidae (Florfliegen, Goldaugen) innerhalb der Ordnung der Neuroptera (Netzflügler).

Nun hat sich aber gezeigt, dass die verschiedenen auf der Nordhalbkugel verbreiteten Formen, die man unter dem Namen *Chrysoperla carnea* zusammengefasst hat (ASPÖCK et al. 1980) (und für die auch verschiedene Namen vergeben worden waren), doch unterschiedliche Arten darstellen. Zunächst erkannte man in Nordamerika, dass die Tiere sich mit unterschiedlichen Vibrationssignalen verständigen und damit unterschiedlichen Fortpflanzungsgemeinschaften angehören (vgl. HENRY 1983). Weitere Untersuchungen ergaben, dass auch in Europa verschiedene und andersartige Vibrationsmuster vorliegen, und also auch hier sich hinter der scheinbar gut bekannten „Gemeinen Florfliege“ mehrere Arten verbergen. Zu den nur von wenigen Fachleuten wahrnehmbaren „Gesängen“ wurden inzwischen

* Anschrift des Verfassers: Dr. E. J. TRÖGER, Lachendämmle 4, D-79110 Freiburg

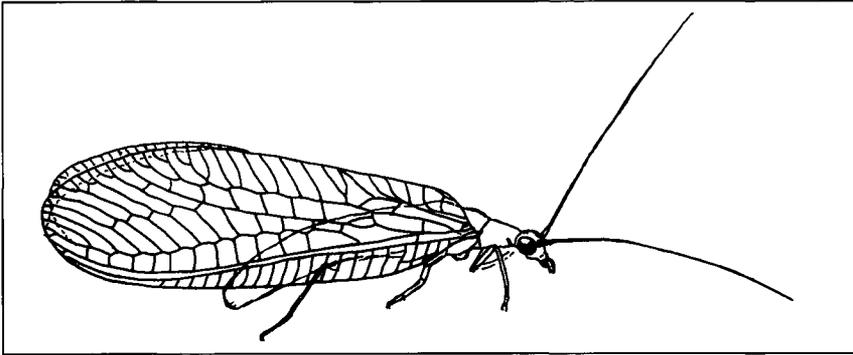


Abb. 1: *Chrysoperla* spec.

morphologische Unterschiede herausgearbeitet, die aber auch z.T. recht diffizil sind. In Deutschland kommen wohl drei Arten dieses *Chrysoperla-carnea*-Komplexes vor, über deren relative Häufigkeit und Verbreitung natürlich noch wenig bekannt ist. Es gibt zwei anscheinend häufigere Arten, die oft auch in Häusern überwintern, und die sich zur Überwinterung von grün in fleischfarben umfärben. Bei ihnen ist es im Moment noch unsicher, welche wissenschaftlichen Namen für sie in Frage kommen, so dass sie hier (in Anlehnung an DUELLI 1995, 1999) vorläufig als „*Cp.c.c.4*“ (die „dunklere“ Art) und „*Cp.c.c.2*“ (die „hellere“ Art) bezeichnet werden sollen. Gut abgrenzbar ist eine dritte Schwesterart, *Chrysoperla lucasina* (Lacroix 1912), die für Deutschland bisher nur von HENRY et al. (1996) von Berchtesgaden (v. 9.8.1994) gemeldet wurde.

Eigene Untersuchungen

Eigene Versuche zur Trennung der Arten (nach Vorliegen des Schlüssels von DUELLI 1995) waren zunächst nicht sehr ermutigend. Doch dann zeigten sich bei in Griechenland gesammeltem Material (über das an anderer Stelle berichtet werden soll) zwei klar unterscheidbare „Morphen“ des *Chrysoperla-carnea*-Komplexes, deren eine mit Hilfe der Bestimmungsschlüssel von DUELLI (1995) und THIERRY et al. (1998) sicher als *Cp. lucasina* identifiziert werden konnte. Die beiden am leichtesten erkennbaren Kennzeichen der Art sind die kürzeren und mehr anliegenden Borsten an der Costa des Vorderflügels und ein dünner schwarzer Strich im ersten abdominalen Pleuralfeld. Die Kontrolle der eigenen und weiterer Sammlungen erbrachte dann folgende weitere Belege dieser Art in Deutschland. (In eckigen Klammern ist die Bezeichnung des 10 km-UTM-Quadrats angegeben, in dem der jeweilige Fundpunkt liegt.)

- (1) 30. 8. 1900, Karlsruhe [MV52]
- (2) 9.–12. Juni 1928, Engen (Baden), Dr. Leininger leg. [MU80]
- (3) 11. Aug. 1928, Mindelsee, Dr. Leininger leg. [NT08]
- (4) Aug. 1928, Wutachschlucht, Becker leg. [ca. MT59]
[(1)–(4) in Coll. Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe;
det. E.J.T. XII.1999]
- (5) 9. 8. 1956, Zarten (leg. Gauss?) (1 ♀) [MU21] (det. E.J.T. X.1999)
[Sammlung d. Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt (FVA), Freiburg]
- (6) 25. 8. 1977, nö. Spitzkopf, St. Märgen/Schwarzw. (890 m ü.NN) [MU31]
- (7) 5. 9. 1977, Freiburg, Zoolog. Institut a.L. (270 m ü.NN) [MU11]
- (8) 19. 8. 1978, nw. Merdingen (w. Freiburg); Luzernfeld (195 m ü.NN)
[MU02]
- (9) 19. 8. 1981, Herzogenhorn/Feldberg (Schwarzwald), 1.400 m ü.NN [MT29]
- (10) 4. 8. 1983, w. Oberwihl (Hotzenwald), 720 m ü.NN, P. Berkel leg.
(2, alc.) [MT27]
- (11) 4. 8. 1983, n. Stadenhausen/Hochrhein, 310 m ü.NN, P. Berkel leg.
(alc.) [MT36]
- (12) 5. 8. 1983, s. Hottingen (Hotzenwald), 680 m ü.NN, P. Berkel leg.
(alc.) [MT 27]
- (13) 18. 8. 1983, nö. Rippolingen (Hotzenw.), 570 m ü.NN, P. Berkel leg.
(alc.) [MT 27]
- (14) 19. 8. 1983, nö. Oberalpfen (Hotzenw.), 720 m ü.NN, P. Berkel leg.
(2, alc.) [MT 37]
- (15) VII. 1986, n. Oberbergen/Kaiserstuhl (ca. 380 m ü.NN), C. Gack leg.
(alc.) [LU92]
- (16) 15.9.1987, ö. Silberhaus/Tröstau (Fichtelgebirge), Fichte, ca. 660 m ü.NN
[QA04]

Die Sammlung des Museums in Karlsruhe enthält 40 Exemplare des *Chrysoperla-carnea*-Komplexes, die zwischen 1900 und 1982 gesammelt wurden. Neben den oben genannten Stücken gehört ein Expl. wohl zu *Cp.c.c.2*, alle übrigen gehören – soweit nach dem recht unterschiedlichen Erhaltungszustand zu beurteilen – zu *Cp.c.c.4*. In der Sammlung der FVA waren außer dem oben genannten Tier auch 12 Expl. von *Cp.c.c.4* vorhanden. Die Sammlung des Naturkundemuseums in Freiburg enthielt (in der Sammlung Kesenheimer) lediglich 23 Expl. der Art *Cp.c.c.4*.

Bei eigenen aktuellen Stichproben im Zeitraum Juli bis November 1999 in Potsdam und Umgebung, in verschiedenen Bereichen Frankens, im Raum Freiburg und in und bei München konnten nur *Cp.c.c.4* und *Cp.c.c.2* festgestellt werden, wobei erstere Art überwog.

Zwei größere Aufsammlungen aus Fallenfängen, die mir vorliegen, sollen hier noch angefügt werden. Zwar fehlt in beiden Fällen *Cp. lucasina*, doch gibt dieses Material, das nicht einer subjektiven Auswahl unterlag, wie das bei Handaufsammlungen möglich ist, ein – wenn auch nur für die jeweiligen Biotope aussagekräftiges – interessantes Zahlenverhältnis der beiden anderen „Morphen“ wieder. Ein umfangreiches Neuropterenmaterial, das von A. Albert (FVA) zwischen August 1984 und April 1985 im Bechtaler Wald (einem Laubmischwald), ö. Weisweil [MU 03] mittels Bodenelektoren gewonnen worden war, enthält 75 Individuen von *Cp.c.c.4* und 20 von *Cp.c.c.2*.

Ch. Köppel hatte zwischen April 1992 und September 1993 in Lichtfallen in den Rastatter Rheinauen [MV 31] unter anderem auch zahlreiche Neuropteren gefangen. Hier gibt es ein Verhältnis *Cp.c.c.4* zu *Cp.c.c.2* von 123 zu 63 Exemplaren.

Mit einer Lage von ca. 50° N ist der Fund aus dem Fichtelgebirge unter den oben genannten der nördlichste Beleg von *Chrysoperla lucasina* aus Deutschland. THIERRY et al. (1998) melden einen Fund aus Polen von Wieliczka bei Krakau (7.8.1995) bei 50°03' N. Ob sich hier eine Nordgrenze andeutet oder nur eine Grenze unseres derzeitigen Wissens vorliegt, müssen weitere Beobachtungen zeigen.

Schrifttum

- ASPÖCK, H., ASPÖCK, U. & HÖLZEL, H. (1980): Die Neuropteren Europas. – 2 Bde., 495 + 355 S.; Goecke & Evers, Krefeld.
- DATHE, H. H. (1999): Das erste Insekt des Jahres: die Florfliege *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (Neur., Chrysopidae). – Entom. Nachr. Ber. 43, 1–3.
- DUELLI, P. (1995): Neueste Entwicklungen im *Chrysoperla carnea*-Komplex. – Galathea, 2. Suppl., 6–7.
- DUELLI, P. (1999): Honigtau und stumme Gesänge: Habitat- und Partnersuche bei Florfliegen (Neuroptera, Chrysopidae). – Stapfia 60, 35–47.
- HENRY, C. S. (1983): Acoustic recognition of sibling species within the holarctic lacewing *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). – Syst. Entomol. 8, 293–301.
- HENRY, C. S., BROOKS, S. T., JOHNSON, J. B. & DUELLI, P. (1996): *Chrysoperla lucasina* (Lacroix): a distinct species of green lacewing, confirmed by acoustical analysis (Neuroptera: Chrysopidae). – Syst. Entomol. 21, 205–218.
- SAURE, C. (1999): Die Florfliege *Chrysoperla carnea* s. l. – Das Insekt des Jahres 1999 (Neur., Chrysopidae). – Entom. Nachr. Ber. 43, 5–7.
- THIERRY, D., CLOUPEAU, R., JARRY, M. & CANARD, M. (1998): Discrimination of the West-Palaeartic *Chrysoperla* Steinmann species of the *carnea* Stephens group by means of claw morphology (Neuroptera, Chrysopidae). – Acta Zool. Fennica 209, 255–262.

(Am 30. Dezember 1999 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	3	683–696	2000	Freiburg im Breisgau 24. Mai 2000
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Bücher- und Zeitschriftenschau

WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H.: **Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands**, herausgeg. v. Bundesamt für Naturschutz. – 765 S.; Verlag E. Ulmer, Stuttgart 1998, DM 148.–

„Die Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands stellt sich die Aufgabe, eine eindeutige und wissenschaftlich abgesicherte Namensreferenz für alle in Deutschland wild oder eingebürgert vorkommenden Höheren Pflanzen vorzulegen. Damit soll einer zunehmend auseinanderstrebenden Namensgebung entgegen gewirkt und der botanischen Fachwelt eine verlässliche, einheitliche Nomenklatur zur Verfügung gestellt werden ...“ (Klappentext).

Dieser Aufgabe wird das im Lexikonformat, über 700 Seiten umfassende Werk (der Titel Standardliste untertreibt dabei deutlich) durchaus gerecht. Die Recherchen sind intensiv und vielfältig, was auch das umfassende Literaturverzeichnis beweist, die nomenklatorischen Angaben einschließlich Autorschaft, Daten der Erstbeschreibung bzw. Umkombination, Synonyme, nomina nuda usw. exakt und vollständig. Durch die alphabetische Anordnung der Gattungen und Arten ist auch ein schneller Zugriff möglich. Wertvoll in ihrer Information ist die systematische Liste mit den Angaben zur Chromosomenzahl, und das auch die wichtigsten Synonyme enthaltende Register.

Somit ist hier ein wirklich umfassendes Referenzwerk entstanden, das dem Systematiker und Geobotaniker oder dem im praktischen Naturschutz arbeitenden Wissenschaftler viel Arbeit abnimmt, eben was das Ringen um die korrekte Nomenklatur betrifft. Allerdings erlaubt sich der Referent die Frage, ob die wissenschaftlich sicher erstrebare Vollständigkeit (z.B. bei *Cystopteris fragilis* die Angabe von 35 Synonymen u.a., bei *Potamogeton pectinatus* die Angabe von 15 Synonymen u.a., die Beispiele lassen sich beliebig vermehren), oder umfassende nomenklatorische Diskussionen, etwa bei der Gattung *Plantago* oder bei *Myosotis scorpioides* u.v.a., für eine „Standardliste“ im Sinne der oben genannten Zielsetzung notwendig sind.

D. VOGELLEHNER

Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs – Band 7. – SEBALD, O., SEYBOLD, S., PHILIPPI, G. & WÖRZ, A. (Hrsg.), 595 S., 253 Farbfotos, 238 Verbreitungskarten; Verlag E. Ulmer, Stuttgart 1998, DM 98.–

Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs – Band 8. – SEBALD, O., SEYBOLD, S., PHILIPPI, G. & WÖRZ, A. (Hrsg.), 540 S., 322 Farbfotos, 49 Diagramme u. Zeichnungen, 205 Verbreitungskarten; Verlag E. Ulmer, Stuttgart 1998, DM 98.–

Das Grundlagenwerk über die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs ist ein von den Naturkundemuseen Stuttgart und Karlsruhe gemeinsam durchgeführtes Forschungsprojekt. Im gesamten Werk wird jede der vorkommenden rund 2000 Arten genau beschrieben, abgebildet, hinsichtlich ihrer Schutzbedürftigkeit bewertet und ihr Vorkommen in Baden-Württemberg anhand von Verbreitungskarten (dem Kernstück des Werkes) dokumentiert.

Inhalt von Band 7: Blumenlieschgewächse, Froschlöffelgewächse, Froschbissgewächse, Blumenbinsengewächse, Dreizackgewächse, Nixenkrautgewächse, Laichkrautgewächse, Teichfadengewächse, Liliengewächse, Narzissengewächse, Schwertliliengewächse, Yamswurzgewächse, Tradeskantiengewächse, Süßgräser.

Inhalt von Band 8: Binsengewächse, Sauergräser, Rohrkolbengewächse, Igelkolbengewächse, Wasserlinsengewächse, Aronstabgewächse, Kalmusgewächse, Orchideen.

Mit dem Erscheinen der Bände 7 und 8 der „Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs“ ist die umfassendste Darstellung der Flora Baden-Württembergs fertiggestellt.

PFÜNDEL, T., WALTER, E. & MÜLLER, Th.: Die Pflanzenwelt der Schwäbischen Alb. – 240 S., 322 Farbfotos; Verlag des Schwäbischen Albvereins, Stuttgart 1999, Leinen, DM 42,- zzgl. Versandkosten.

Schon wieder ein schöner Bildband über die Schwäbische Alb. Mitnichten – hier wird weit mehr geboten! Zum ersten Mal seit GRADMANN'S „Pflanzenleben der Schwäbischen Alb“ (4. und letzte Aufl. 1950) ist hier ein ganz wunderbares Buch gelungen, das in zeitgenössischer Sicht einen fundierten Einblick in die Vielfalt der Pflanzenwelt der Schwäbischen Alb gibt. Nur vordergründig scheint es sich aber um einen reinen Bildband zu handeln. Die meisterhaften Fotos von T. PFÜNDEL, die sich nie in reiner Ästhetik erschöpfen, erhalten ihren vollen Wert erst durch die äußerst informativen und qualifizierten Texte von E. WALTER und THEO MÜLLER.

Nach einem einführenden Kapitel mit grandiosen Landschaftsaufnahmen, die das wirkliche Wesen der Schwäbischen Alb dem Leser herüberzubringen vermögen, wird in vier Kapiteln die Vielfalt der Pflanzenwelt ausgebreitet: An und um die Felsen; in den Wäldern; an und in Gewässern und in den von Menschen geschaffenen Räumen. Es gelingt den Autoren, das Wesentliche der vielfältigen Pflanzenwelt in Kürze und dennoch vollständig darzustellen. Leser, die aus Freude an der Natur und Liebe zur Heimat sich für Pflanzen interessieren, finden ebenso vielfältige Anregungen wie der Fachmann. Ein Pflanzenregister am Ende des Buches mit den wissenschaftlichen Namen erleichtert die Orientierung erheblich. Wer es noch nicht wusste oder wahrhaben wollte: Die Schwäbische Alb erstreckt sich auch tief ins Badische über Baar- und Hegaualb bis zum Randen. Seitdem sich der Regierungsbezirk Freiburg mit den Landkreisen Tuttlingen und Rottweil weiter ins Schwäbische ausgedehnt hat, hat Freiburg u.a. mit dem Großen Heuberg und dem Donautal zusätzliche Anteile an der Schwäbischen Alb hinzugewonnen. Der Anblick der zahlreichen Bilder, die unverkennbar aus dem Regierungsbezirk Freiburg stammen, ist denn auch Grund zur Freude und zur Verpflichtung, sich auch in Südbaden für dieses Buch zu interessieren.

Das Buch wäre unvollständig, würde es nicht auch dem Naturschutzgedanken – der schließlich auch eines der Hauptanliegen des Schwäbischen Albvereins darstellt – Rechnung tragen. Dies geschieht zum einen mit der Bildauswahl, bei der bewusst auf eine Raritätensammlung verzichtet wurde, zum anderen mit einem Kapitel über den Naturschutz und einer vollständigen Übersicht über alle Naturschutzgebiete im Bereich der Schwäbischen Alb. Damit wird das Ziel des Buches, das den Autoren und dem Schwäbischen Albverein besonders am Herzen liegt: „Dazu beitragen, dass Landschaft und Natur in ihrer Eigenheit und Vielfalt für unsere Generation und die Nachwelt bewahrt werden. Dies heißt natürlich auch, zu verhindern, dass die vielen Kleinodien beeinträchtigt, gestört oder vernichtet werden.“ in vollem Umfang erreicht. Das Buch, das von Umfang und Ausstattung im Laden mindestens das Doppelte kosten würde, kann nur bei der Hauptgeschäftsstelle des Schwäbischen Albvereins, Hospitalstr. 21 B, 70174 Stuttgart, bezogen werden.

M. WITSCHEL

JAUCH, W. & SCHRAY, F.: Oberer Neckar, Baar und Baaralb. Wanderführer des Schwäbischen Albvereins. – 275 S., 69 Farb- u. 31 Schwarzweiß-Abb., m. Wanderkarte 1:100.000; K. Theiss Verlag, Stuttgart 1999, kartoniert, DM 26,80

In der Reihe der erfolgreichen Wanderführer des Schwäbischen Albvereins ist ein neuer Band erschienen über Oberer Neckar, Baar und Baaralb. Damit wird für den an diesen Landschaften und am Wandern Interessierten eine schon lange als schmerzhaft empfundene Lücke geschlossen. Die ersten 140 Seiten des handlichen Büchleins informieren ausführlich über Pflanzenwelt und Naturschutz (THEO MÜLLER), Vor- und Frühgeschichte (DOROTHEE ADE-RADEMACHER), Geschichte des Mittelalters bis zur Gegenwart und Geschichte der Städte und Bauten (FRITZ SCHRAY). Im zweiten Teil – für den Wanderer das Kernstück – werden, neben 51 Rundwanderungen mit Längen zwischen 7 und 25 km, 13 zwischen 15,5 und 25 km lange Streckenwanderungen vorgestellt. Fahrradenthusiasten finden auch eine Radwanderung auf der Schwarzwaldvorebene (24 km lang), die als Rundfahrt ausgelegt ist. Alle Ausgangspunkte sind so gewählt, dass sie mit öffentlichen Verkehrsmitteln erreichbar sind.

Der vorliegende Band, der für Südbadener natürlich von besonderem Reiz ist, ist von Form und Inhalt her bewährt gelungen. Es wird versucht, beim Leser bzw. Wanderer die Fähigkeit des ganzheitlichen Betrachtens der Dinge zu schulen und mit viel, aber nie überflüssiger Information aus Geschichte, Kunstgeschichte, Natur usw. vor allem zum Verständnis des Geschauten, aber auch zur Freude am Geschauten zu führen. Für den an Natur – Heimat – Wandern auf der Baar und im Oberen Neckartal Interessierten ist das Büchlein ein Muss!

M. WITSCHEL

BONN, S. & POSCHLOD, P.: *Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas*. Grundlagen und kulturhistorische Aspekte. – 404 S., 45 Abb., 67 Tab.; UTB für Wissenschaft, Quelle & Meyer Verlag, Wiesbaden 1998, DM 48,-

Pflanzenarten wie -gesellschaften sind in ihrem lokalen Vorkommen und in ihrer Verbreitung durch die betreffenden Standortfaktoren und den menschlichen Einfluss, darüber hinaus aber wesentlich auch von der aktiven oder passiven Ausbreitung der Pflanzenindividuen bestimmt. Während deskriptive Untersuchungen zur Ausbreitung von Pflanzenarten bereits seit Jahrzehnten durchgeführt werden, stehen deren populationsbiologische und funktionale Aspekte – ausgehend vom angloamerikanischen Raum – erst in jüngerer Zeit im Vordergrund mitteleuropäischer vegetationskundlicher Forschung. Es ist das große Verdienst des Buches von BONN und POSCHLOD, die Ergebnisse ausbreitungsbiologischer Untersuchungen der vergangenen zwanzig Jahre in einem Lehrbuch zusammengefasst und damit eine bedeutende Lücke im deutschsprachigen Raum geschlossen zu haben.

Das Buch ist in klar nachvollziehbarer Form gegliedert. Auf eine kurze Einleitung und einige Ausführungen zur Geschichte der ausbreitungsbiologischen Erforschung folgen im ersten Hauptteil die Grundlagen der Diasporenausbreitung, die v.a. eine ausführliche systematische Darstellung der Ausbreitungsmedien beinhalten. Im zweiten Hauptteil wird – verbunden mit einem Wechsel der Perspektive – die Bedeutung landschaftsdynamischer Prozesse für die Diasporenausbreitung in der postglazialen Urlandschaft sowie in der Kulturlandschaft behandelt; auf der Basis dieser zahlreichen Befunde werden abschließend zum einen die Ausbreitungsfähigkeit als „limitierender Faktor für Pflanzenpopulationen“, zum anderen die Konsequenzen für den Naturschutz diskutiert.

Das Buch besticht durch eine detaillierte und umfassende Aufarbeitung der Literatur, wobei besonderes Augenmerk auf die jüngeren Studien gelegt wird. Neben der mitteleuropäischen Literatur werden auch zahlreiche Studien aus Nord-, West- und Südeuropa sowie aus Nordamerika und einigen tropischen Regionen einbezogen; dies ist sicher Ausdruck einer äußerst gründlichen Literaturrecherche, doch hätte es der kritischen Diskussion bedurft, ob die dort gewonnenen Ergebnisse notwendigerweise auf die mitteleuropäischen Verhältnisse zu übertragen sind! Der besondere Wert des Lehrbuches liegt in der Sammlung einer großen Fülle von Einzeldaten und -befunden, die in einer ausgezeichneten Synthese aufbereitet sind und nunmehr ein wesentliches Element geobotanischer, biozoologischer und landschaftsgeschichtlicher/-ökologischer Kenntnisse im deutschsprachigen Raum darstellen. Im Vergleich zur Gesamtqualität fallen negative Gesichtspunkte kaum ins Gewicht; dennoch seien sie an dieser Stelle erwähnt, um Anregungen für eine zweite Auflage zu geben. So wird der Text durch zahlreiche Tabellen und Graphiken zwar ausreichend aufgelockert, doch hätten einige zusätzliche Zeichnungen und ggf. Fotos die Anschaulichkeit deutlich erhöht. Die Legenden zu den Tabellen und Abbildungen sind teilweise zu kurz ausgefallen oder lassen in ihrer Genauigkeit zu wünschen übrig; auch wäre eine einheitliche Rasterung der Hintergründe von Vorteil gewesen.

Das Buch von BONN und POSCHLOD richtet sich an fortgeschrittene Studierende der Biologie (v.a. Geobotanik, Tierökologie), der Geographie, der Forst- und Agrarwissenschaften, des Naturschutzes und der Landespflege sowie an alle an Ausbreitungsbiologie Interessierte. Als Lehrbuch gehört es in jede wissenschaftliche Bücherei; es ist zu wünschen, dass es über „wirksame Ausbreitungsmechanismen“ verfügen und bald eine weite „Verbreitung“ im deutschsprachigen Raum finden möge!

R. BUCHWALD

HORN, K.: *Verbreitung, Ökologie und Gefährdung der Flachbärlappe (Diphasiastrum spp., Lycopodiaceae, Pteridophyta) in Niedersachsen und Bremen*. – Naturschutz und Landschaftspflege 38, 83 S., 54 Abb. 2 Tab.; Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Abt. Naturschutz, Hildesheim 1997, DM 20,-

Trotz der geringen Zahl von nur 6 Arten bieten Flachbärlappe beträchtliche taxonomische Schwierigkeiten. Neben drei gut unterscheidbaren Ausgangsarten (*D. alpinum*, *D. complanatum*, *D. tristachyum*) gibt es drei wahrscheinlich hybridogene Zwischenformen (*D. isleri*, *D. oelgaardii*, *D. zeileri*) von hochgradiger Plastizität. Abhängig von den Standortbedingungen können sie sich morphologisch den Elternarten so weit annähern, dass die Unterscheidung schwierig wird und sich extreme Standortmodifikationen „nur bei genauer Kenntnis der gesamten Variationsbreite aller Sippen sicher ansprechen lassen“. Ausgehend von dieser Kenntnis unterscheidet der Autor in Niedersachsens 5 Sippen (es fehlt lediglich *D. oelgaardii*), deren aktuelle und historische Verbreitung (rekonstruiert anhand von Herbarbelegen) mit Rasterkarten dargestellt wird. Während die Vorkommen im Harz im Großen und Ganzen

unverändert erscheinen, sind die Wuchsorte im Flach- und Hügelland inzwischen weitgehend verschwunden.

Flachbärlappe sind nicht sehr eng an bestimmte Pflanzengesellschaften gebunden. Sie brauchen eine lückige, kurzrasige Vegetationsstruktur, wie sie zur Zeit der Heidenutzung reichlich vorhanden war. Mit dem Verschwinden der Schafbeweidung, des Plaggenhiebs und des Ab Brennens der Heide sind diese lückigen Stadien immer seltener geworden, was zu einem Rückgang der konkurrenzschwachen Bärlapp-Arten geführt hat. Die Erfahrungen von Truppenübungsplätzen zeigen, dass gelegentliches Abbrennen der Heidevegetation zur Erhaltung dieser Arten beitragen kann.

Wie in vielen anderen Gegenden finden sich auch in Niedersachsen viele Vorkommen von Flachbärlappen auf relativ jungen Sekundarstandorten (Steinbrüchen, Straßenböschungen, Skipisten), deren Eignung als Dauerstandort durchweg fraglich ist. Angesichts dieser Tatsache ist die Aufnahme dieser Arten in die Rote Liste Niedersachsens sicher gerechtfertigt. Andererseits ergibt sich daraus die Forderung nach einem gezielten Schutz der noch verbliebenen Tieflandvorkommen. Solche Maßnahmen können aber nur dann wirklich erfolgreich sein, wenn genaue Kenntnisse über die Ökologie der einzelnen Arten vorhanden sind. Einen wertvollen, weit über Niedersachsen hinaus verwendbaren Beitrag liefert dazu die vorliegende Untersuchung. Etwa 50 Vegetationsaufnahmen, tabellarische Übersichten bodenchemischer (pH-Werte, C/N-Verhältnis) und allgemeiner standörtlicher Charakteristika (rel. Lichtgenuss, Höhe, Exposition usw.) liefern ein detailliertes Bild der Wuchsbedingungen dieser gefährdeten Farnpflanzen. Zu wünschen bleibt lediglich, dass ein hieb- und stichfester Schlüssel die Einteilung der Sippen auch für Außenstehende nachvollziehbar macht, und dass weitere Untersuchungen aus angrenzenden Gebieten das Bild vervollständigen und abrunden.

A. BOGENRIEDER

FRANKE, W.: *Nutzpflanzenkunde*. Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen. – 6., überarb. u. erw. Aufl., 509 S., 153 Abb., 89 Tab.; Thieme Verlag, Stuttgart/New York 1997, Taschenbuch, DM 49,80

Seit der ersten Auflage 1976 gehört die *Nutzpflanzenkunde* von WOLFGANG FRANKE zu den Taschenbüchern, die man fast täglich zum schnellen Auffinden von Namen, Daten, Verwendung usw. von Nutzpflanzen benutzt. Die neue Auflage wurde nicht nur betreffend Tabellen und anderer Daten auf den neuesten Stand gebracht, sondern erneut erweitert, so dass nun über mehr als 1.000 Arten, selbstverständlich in wechselnder Ausführlichkeit, berichtet wird. In einer Zeit, die durch umfassende Reisetätigkeit auch in ferne Länder und auf ferne Märkte gekennzeichnet ist, aber auch durch das Eindringen immer neuer Nutzpflanzen, vor allem auch als Lebensmittel, ist ein solches Buch von unschätzbarem Wert. Und es ist trotz der nun über 500 Seiten ein sehr handliches, durch ein ausführliches Register gut erschlossenes Taschenbuch geblieben. Empfehlenswert für jeden, der an der vielfältigen Nutzbarkeit von Pflanzen interessiert ist und zu dem, was er liest, sucht oder kauft, auch klare Informationen wünscht.

D. VOGELLEHNER

KUTSCHERA, U.: *Kurzes Lehrbuch der Pflanzenphysiologie*. – 435 S., 117 Abb., 35 Fotos, 25 Tab.; Quelle & Meyer, UTB für Wissenschaft, Heidelberg/Wiesbaden 1995, DM 49,80

KUTSCHERA, U.: *Grundpraktikum zur Pflanzenphysiologie*. – 160 S., 125 Abb., 7 Tab.; Quelle & Meyer, UTB für Wissenschaft, Heidelberg/Wiesbaden 1998, DM 36,80

ULRICH KUTSCHERA gibt in seinen beiden Büchern einen kurzen aber fundierten und gut lesbaren Überblick über die Pflanzenphysiologie und die wichtigsten Praktikumsexperimente.

Im „Kurzen Lehrbuch der Pflanzenphysiologie“ gelingt es dem Autor, durch die lebendige Art der Darstellung, auch unter Einbeziehung interessanter historischer Entwicklungen, die häufig komplexen Zusammenhänge der Pflanzenphysiologie in interessanter und gut verständlicher Weise darzustellen. In 15 Kapiteln werden nach einer historischen Einleitung und einer kurzen Behandlung der theoretischen Grundlagen die wichtigsten Teildisziplinen der Pflanzenphysiologie kompetent dargestellt. Die Abbildungen und Fotos sind didaktisch gut aufbereitet und durchweg von guter Qualität. Manche der Abbildungen sind relativ klein, was jedoch im Format der „Uni-Taschenbücher“ begründet liegt. Einer der wenigen möglichen Kritikpunkte ist die Tatsache, dass den in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewinnenden molekularen Aspekten der Pflanzenphysiologie nur wenig Platz eingeräumt wird. Ich bin jedoch der Meinung, dass dies der Qualität des Buches keinen Abbruch tut, sondern dass

vielehr diese bewusste Beschränkung unter Berücksichtigung der angesprochenen Zielgruppe (neben Biologiestudenten, auch Pharmazeuten, Land- und Forstwirte sowie Mediziner) eine Stärke des Lehrbuchs von ULRICH KUTSCHERA ausmacht.

Das „Grundpraktikum der Pflanzenphysiologie“ stellt eine gelungene Ergänzung zum „Kurzen Lehrbuch der Pflanzenphysiologie“ dar. Es wurde als Begleittext für ein pflanzenphysiologisches Grundpraktikum für Biologie-Diplomstudenten bzw. ein Hauptpraktikum für Biologie-Lehramtstudenten konzipiert. Gegliedert nach den wichtigsten pflanzenphysiologischen Themenbereichen werden in verständlicher und kompetenter Weise Konzipierung, Durchführung und Auswertung einer Vielzahl von Experimenten vorgestellt und deren theoretischer Hintergrund beleuchtet. Im Hinblick auf die besonders angesprochenen Lehramtstudenten ist zu erwähnen, dass viele der beschriebenen Versuche mit geringem Aufwand auch in der Schule durchgeführt werden können.

Beide Bücher können vorbehaltlos empfohlen werden, wobei vor allem Diplomstudenten mit dem Nebenfach Pflanzenphysiologie, Lehramtstudenten und Nebenfach-Biologen als Zielgruppe angesprochen sind.

Th. SPECK

ODUM, E. P.: *Ökologie – Grundlagen, Standorte, Anwendung*. – 3., neubearb. Aufl. (übers. u. bearb. v. J. Overbeck), 470 S., 222 Abb.; Thieme, Stuttgart/New York 1999, DM 79,–

Dieser Klassiker unter den Ökologie-Lehrbüchern liegt nun in einer dritten, völlig neubearbeiteten Auflage vor, die weitgehend auf ODUMS „Basic Ecology“ beruht. Auch diese Auflage des Werkes ist dadurch ausgezeichnet, dass sie den gesamten Bereich der Ökologie abdeckt und in komprimierter sowie informativer Weise darstellt. Darüber hinaus hebt sich das Buch von vergleichbaren Lehrbüchern ab, indem es bei den behandelten Fragestellungen stets versucht, Bezüge zur Ökologie des Menschen herzustellen und somit viele der dargestellten Problematiken für manchen Leser greifbarer macht und die praktische Bedeutung ökologischer Fragestellungen unterstreicht.

Die Kapitel über Limnologie, marine Ökologie und über Ästuar wurden weitgehend neu geschrieben; ein deutsch-englisches und englisch-deutsches Glossar (das allerdings nicht sehr umfangreich ist) mag die Lektüre weiterführender internationaler Literatur erleichtern.

Das Buch enthält 14 Kapitel, die sich jeweils mit einem Themenkomplex befassen. Jedes Kapitel ist in der Regel in Unterkapitel eingeteilt, diese sind wiederum gegliedert in These, Erklärung und Beispiele. Das Werk ist mit zahlreichen Illustrationen versehen, meist Schwarzweiß-Photographien und Schaubildern; die letzteren sind meist recht übersichtlich gestaltet.

Alles in allem ist auch die dritte Auflage dieses Buches in seiner umfassenden und trotzdem übersichtlichen Darstellung der Ökologie als sehr gelungen zu beurteilen. Insbesondere für fortgeschrittene Studenten, aber auch für interessierte Laien mit biologischen Grundlagenkenntnissen dürfte es von großem Wert sein.

H. MAUS

SCHWAB, H.: *Süßwassertiere. Ein ökologisches Bestimmungsbuch*. – 320 S., mehr als 500 Fotos u. 160 Zeichnungen; Klett Verlag, Stuttgart 1995, DM 42,80

Die Tierwelt unserer Seen und Fließgewässer ist mannigfaltig und sie liegt gleichsam vor unserer Haustür. Auch lassen sich anhand von Süßwassertieren viele biologischen Zusammenhänge veranschaulichen, d.h. eine Menge an interessantem Anschauungsmaterial ist uns relativ einfach zugänglich, sei es für den Unterricht oder einfach für den Wissbegierigen. Bücher, welche Süßwassertiere auch dem Nichtfachmann erschließen, gibt es nur wenige: z.B. den altbewährten „Engelhardt“ („Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher“, Franckh-Kosmos) und die „Tiere unserer Gewässer“ von H. W. LUDWIG (BLV). Das Bestimmungsbuch von HELMUT SCHWAB hat nun ein bekannter Schulbuchverlag herausgegeben. Heißt das etwa, dass sich unsere Schulen wieder schlicht mit den Tieren vor unserer Haustür befassen? Sie sollten es wirklich wieder einmal tun! – falls es der Lehrplan nicht zulässt, dann doch zumindest in Arbeitsgemeinschaften, denn die diesbezügliche Unkenntnis gegenwärtiger Schulabsolventen (die heimische Fauna und Flora betreffend) ist erschreckend. Aber auch außerhalb der Schule gibt es (im Zeitalter der Gartenteiche) vielleicht doch noch Jugendliche oder sogar Erwachsene, welche gerne einmal „tümpeln“. Das Bestimmungsbuch von SCHWAB ist dafür eine sehr geeignete und nützliche Hilfe.

Von den Süßwasserschwämmen bis zum Fischotter werden in systematischer Anordnung in oder am Wasser lebende Tiere vorgestellt, meist anhand technisch hervorragender Fotos (einschl. Mikrofotografien) und mit einem übersichtlich gegliederten, prägnanten Text. Die jeweils auf der rechten Buchseite befindlichen Fotos erlauben auch das oft erwünschte einfache Durchblättern zum Bestimmen nach der „Bilderbuchmethode“. Der Text verrät vieles über Erkennungsmerkmale, Lebensraum und Lebensweise; er wird ergänzt durch Strichzeichnungen. Neben jeder beschriebenen Art ist ihre Häufigkeit und die von ihr bevorzugte Gewässer-Güteklasse angegeben (was wohl zum Untertitel „Ein ökologisches Bestimmungsbuch“ geführt hat). Das alles gilt für die mit viel Sachkunde, didaktischem Geschick und Engagement dargestellten wirbellosen Tiere; denn vergleichsweise bescheiden wurden die Wirbeltiere behandelt: insgesamt nur 4 Doppelseiten für Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säuger, außerdem mit nicht gerade gut gelungenen Zeichnungen illustriert (Vielleicht hätte sich der Autor auf die Wirbellosen beschränken sollen?). Völlig überflüssig erscheint dem Rezensenten die mitunter sehr erzwungene Vergabe deutscher Tiernamen – einige Kostproben: Wildblickender Strudelwurm, Zweischwänziger Aderhaft, Großer Uferbold, Kurtzasteriger Furchenwasserkäfer, Blassfüßige Köcherfliege (glücklicherweise stehen die wissenschaftlichen Namen aber jeweils dabei). Trotz der hier erwähnten Schönheitsfehler hinterlässt das Buch einen insgesamt sehr positiven Eindruck, wozu auch die aufwendige Ausstattung seitens des Verlages beiträgt.

H. KÖRNER

STERNBERG, K. & BUCHWALD, R. (Hrsg.): *Die Libellen Baden-Württembergs, Band 1: Allgemeiner Teil, Kleinlibellen (Zygoptera)*. – 468 S., 241 Farbfotos, Diagramme, Tabellen, Verbreitungskarten; Verlag E. Ulmer, Stuttgart 1999, DM 98,-

Aufgrund seiner abwechslungsreichen Topographie und seiner geographischen Lage im südwestlichen Mitteleuropa ist Baden-Württemberg das Bundesland mit dem größten Spektrum an Libellenarten innerhalb Deutschlands. Einige Arten haben hier ihr ausschließliches Zentrum, wie z.B. die Pokaljungfer, die Feuerlibelle oder die Kleine Königslibelle. Somit fungiert Baden-Württemberg nicht nur als „Drehscheibe“ für die Arealgestaltung vieler Libellenarten, sondern trägt auch Verantwortung für deren Verbreitung in den angrenzenden Bundesländern oder Nachbarländern.

Für die Ausarbeitung konkreter Schutzkonzepte für die heimischen Libellen ist die Schutzgemeinschaft Libellen in Baden-Württemberg (SGL) verantwortlich, deren Arbeit auf ehrenamtlichen Erhebungen sowie wissenschaftlichen Forschungsergebnissen beruht. Sie ist seit 19 Jahren in Baden-Württemberg aktiv. Einzelne Projekte um besonders schutzwürdige Libellenarten wurden mit Aufnahme in das Förderprogramm „Life-Nature“ der Europäischen Union gewürdigt.

Das Grundlagenwerk *Libellen*, herausgegeben mit Unterstützung der Stiftung Naturschutzfonds, im Rahmen des Artenschutzprogrammes Baden-Württemberg, befasst sich mit der Verbreitung, Biologie und Ökologie, Gefährdung und Schutz der 75 in Baden-Württemberg lebenden Libellenarten. Im vorliegenden ersten Band werden in einem allgemeinen Teil Aspekte u.a. zu ihrer Faunistik, Biologie, praktischen Umsetzung von Arten- und Biotopschutzmaßnahmen behandelt sowie die von Libellen besiedelten Biotoptypen charakterisiert. Im speziellen Teil wird die Lebensweise und Ökologie von jeder der 26 in Baden-Württemberg lebenden Kleinlibellenarten (Zygoptera) ausführlich dargestellt und konkrete Maßnahmen zum Schutz und zur Pflege ihrer Lebensräume vorgeschlagen. Band 2 beinhaltet die Großlibellen (Anisoptera) und wird Anfang 2000 vorliegen.

Dr. KLAUS STERNBERG, Stutensee, ist wissenschaftlicher Berater von Schutz- und Forschungsprojekten. Prof. Dr. RAINER BUCHWALD, Vechta, ist Leiter des „Artenschutzprogrammes für gefährdete Libellenarten in Südwestdeutschland“. Beide sind schon seit vielen Jahren aufgrund eigener Forschungstätigkeit und Publikationen anerkannte Libellen-Fachleute.

DETZEL, P.: *Die Heuschrecken Baden-Württembergs*. – 580 S., 222 Farbfotos, 132 Verbreitungskarten; Verlag E. Ulmer, Stuttgart 1998, DM 98,-

In Baden-Württemberg begann die Erforschung der Heuschrecken erst mit Beginn des 19. Jahrhunderts mit Einzelveröffentlichungen lokaler Vorkommen aus Baden und Württemberg. Erst die zahlreichen Funde und Veröffentlichungen von Prof. A. Faber aus Tübingen (1926–1979) sowie die Arbeiten von Willy Richter am Staatlichen Museum für Naturkunde Stuttgart in den Jahren 1949–1956 verbesserten die Kenntnis über die heimische Heuschreckenfauna.

Mit der Bearbeitung des vorliegenden Bandes der Orthopterenfauna wurde bereits 1986 begonnen, die Weiterführung der faunistischen Arbeiten konnte durch die Gründung der Arbeitsgemeinschaft Heuschreckenschutz Baden-Württemberg (AGH) 1987 gesichert werden. Deren landesweite Kartierungen sowie die u. a. durch die Stiftung Naturschutzfonds finanzierten Arbeiten am Grundlagenwerk werden hier als aktuelles, umfassendes Standardwerk über heimische Heuschrecken (Grillen, Langfühlerschrecken, Kurzfühlerschrecken) und die Gottesanbeterin vorgestellt.

Allgemeiner Teil: Nomenklatur, Zoogeographie, Biologie, Ökologie, Lebensräume. Spezieller Teil: Artenbeschreibungen. – Der Band enthält 70 Arten mit Farbfotos, Verbreitungskarten und ausführlicher Beschreibung ihrer Ökologie und Biologie sowie ihrer Gefährdung und der notwendigen Schutzmaßnahmen. – Der Autor, PETER DETZEL, ist Mitarbeiter eines Planungsbüros für ökologische Gutachten in Stuttgart und darüber hinaus als Experte für Heuschrecken bekannt.

GERSTMAYER, R.: Buntkäfer. – Illustrierter Schlüssel zu den Cleridae und Thanerocleridae der Westpaläarktis. (Checkeder Beetles. – Illustrated Key to the Cleridae and Thanerocleridae of the Western Palaearctic). – 241 S., zahlr. Farbfotos u. Strichzeichnungen; Margraf Verlag, Weikersheim 1998, DM 99,50

Das vorliegende Buch stellt sich selbst als Bestimmungsschlüssel vor, überbietet eine einfache Bestimmungstabelle jedoch bei weitem; vielmehr ist es als Basis für eine Familienrevision im westpaläarktischen Rahmen anzusehen, auch wenn die Bestimmungsschlüssel der Buntkäfer des Bearbeitungsgebietes den Hauptteil des Werkes darstellen. Zieht man jedoch in Betracht, wie außerordentlich aufwendig es in der Regel ist, den Artenbestand einer Insektengruppe in einem Rahmen, der Mittel- und Nordeuropa übersteigt, zu erfassen oder gar soweit aufzuarbeiten, dass die Erstellung eines Bestimmungsschlüssels möglich ist, wird die Bedeutung dieses Buches klar.

Der allgemeine Teil umfasst neben Einführung und Hinweisen zur Benutzung der Tabellen kurze Kapitel zu Systematik und Biologie der Buntkäfer (der letztere Teil hätte allerdings etwas ausführlicher gestaltet werden können). Der spezielle Teil besteht aus den Bestimmungstabellen für Gattungen und Arten der westeuropäischen Cleriden und Thanerocleriden (letztere in der Westpaläarktis nur durch den importierten *Thaneroclerus buqueti* vertreten) sowie den Beschreibungen der einzelnen behandelten Arten, die den Schlüsseln der jeweiligen Gattungen folgen. Abgeschlossen wird das Werk durch Literaturverzeichnis, Index und acht Farbtafeln mit Photographien der behandelten Arten. Die Schlüssel sind reichlich mit Habitusabbildungen und Detailzeichnungen versehen, was insbesondere für Benutzer, die nicht über ein umfangreiches Vergleichsmaterial verfügen (und dies dürfte wohl der überwiegende Teil der Leser sein), von großem Wert ist. In diesem Sinne sind auch die Farbabbildungen am Schluss des Buches sehr wertvoll; ihre Qualität ist bis auf wenige Ausnahmen (z.B. I/2, II/10) gut. In manchen Teilen (z.B. *Trichodes*) sind Schlüssel und Artdiagnosen gelegentlich etwas knapp geraten, was einerseits die Tabellen übersichtlich hält, andererseits aber in Problemfällen zu Identifikationsproblemen führen könnte. Den Beschreibungen der einzelnen Arten folgen kurze Angaben zu Lebensweise und Verbreitung; in manchen Fällen wären hier etwas umfangreichere Informationen interessant. Dagegen werden allenfalls die wenigen taxonomisch speziell interessierten Leser das Fehlen der vollständigen Zitate der Originalbeschreibungen der behandelten Taxa vermissen. Fehler konnten nur wenige gefunden werden (z.B. p. 5: fälschlicherweise „κλερος“ statt „κλερος“, p. 7: Dejean 1833 fehlt im Literaturverzeichnis, p. 27, Leitzahl 7–: „pronomum more or less constricted ...“). Die „Westpaläarktis“ reicht nach der in diesem Buch angewandten Definition nach Osten bis zur östlichen Grenze Europas; nach Süden ist der Begriff erfreulich weit gefasst, weite Teile der Sahara und Nordafrikas sowie Saudi-Arabien werden einbezogen. Als sehr vorteilhaft ist das Vorhandensein von Verbreitungskarten für fast alle behandelten Arten anzusehen; diese Karten sind praktisch durchwegs sehr übersichtlich gestaltet. Das ganze Buch ist zweisprachig verfasst, für sämtliche Abschnitte ist ein deutscher und ein englischer Text (synoptisch) vorhanden. Dies wird sicherlich dazu beitragen, es auch im Ausland möglichst vielen Benutzern zugänglich zu machen, denn es dürften auch außerhalb des deutschsprachigen Raumes zahlreiche Entomologen existieren, für die es von Interesse ist.

Insgesamt ist das hier besprochene Werk sehr positiv zu bewerten. Einerseits hat der Autor auf taxonomischem Bereich eine beeindruckende und bisher einmalige Pionierleistung geschaffen, indem er zumindest den status quo bei den westpaläarktischen Cleriden und Thanerocleriden dokumentierte und übersichtlich darstellte und damit einen beachtlichen Schritt auf dem Weg zu einer monographischen Bearbeitung im Sinne einer kompletten taxonomischen Revision geschaffen hat. Gleichzeitig ist das Werk aber auch ein Bestimmungsbuch, das für die Identifikation von Buntkäfern von versierten

Entomologen wie auch von fortgeschrittenen Anfängern gleichermaßen einfach und effektiv zu handhaben ist. Die wenigen und geringfügigen Kritikpunkte können diesen positiven Gesamteindruck nicht schmälern. Das hier diskutierte Buch ist sowohl für Bibliotheken von Museen und Universitäten als auch für alle Käfersammler und -forscher, die sich in ihrer Tätigkeit nicht auf Mitteleuropa beschränken, zu empfehlen und wird fraglos auf absehbare Zeit das Standardwerk zum behandelten Thema bleiben.

Ch. MAUS

MADER, D.: Geologische und biologische Entomöökologie der rezenten Seidenbiene *Colletes*. Entomöökologie der Nestbauten und Nistsubstrate der Seidenbiene *Colletes daviesanus* und anderer rezenter solitärer Wildbienen und Wespen in Buntsandstein, Rotliegend, Keuper, Lias, Dogger, Tertiär und Quartär. Bd. 1. – 807 S., 39 Abb., 45 Karten, 51 Profile, 28 Tab., 88 Taf. m. 306 Farbfotos; Logabook, Köln 1999, geb., DM 98.–

Wie schon der Titel samt Untertitel andeutet, handelt es sich hier um ein durchaus „barockes“ Buch, wie es heute kaum noch ein Autor zu schreiben wagt oder im Stande ist. Dabei handelt es sich erst um den Anfang, dem zunächst ein zweiter Band ähnlichen Umfangs in diesem Jahr folgen soll und der bereits weitere Teilbeiträge in der Zeitschrift „Dendrocopos“ nach sich zog. In jahrelanger Kleinarbeit hat der Autor vorwiegend ca. 1.000 Niststandorte an natürlichen oder künstlichen Felsaufschlüssen aus den genannten geologischen Formationen untersucht sowie weitere 1.000 am Gemäuer von Gebäuden. Über die Hauptart hinaus kommen an diesen Standorten weitere solitäre Bienen- und Wespenarten vor und sind mit bearbeitet worden.

Eine Typisierung der Architektonik der selbstgegrabenen Niströhren gibt einen guten Überblick über die Baukunst von Hymenopteren, der durch an denselben Stellen vorgefundene Bauten anderer Vertreter aus dieser Insektenordnung ergänzt wird. Die zahlreichen Einzelbefunde werden durch hervorragende Farbfotos illustriert.

Der Schwerpunkt der eigenen Erfassung liegt im mittleren Deutschland mit angrenzenden Bereichen und ist aus den vielen Punktkarten zur Verbreitung ersichtlich.

Ein Hauptteil stellt die subtile Aufbereitung aller Befunde zu den Substratformationen und Substratprovinzen der Niststandorte dar, nach geologischen Zeitaltern gegliedert und weitergeführt mit den synanthropen Standorten. Daran anschließt folgt eine minutiöse Darstellung der Beziehungen aller weltweit bekannten 246 Arten der Gattung *Colletes* zu speziellen Blütenpflanzen, an denen die Bienen Pollen sammeln oder Nektar saugen. Brutschmarotzer, Raubinsekten, Unterbewohner in den Nestanlagen finden gleichfalls in aller Ausführlichkeit Berücksichtigung. Über den Beobachtungszeitraum eines Vierteljahrhunderts hinweg hat der Autor sorgfältig über die zahlreichen einzelnen Fundplätze Buch geführt und kommt so zu Aussagen über die Beständigkeit der Standorte und ihre innere Dynamik. Wer sich über einzelne *Colletes*-Arten orientieren möchte, dem wird eine spezielle Bibliographie angeboten. Daran schließt sich obendrein ein 74 Seiten umfassendes Literaturverzeichnis an. Es wundert einen dann auch nicht, bei dem offenkundigen Fleiß des Autors auch noch ein über 130 Seiten umfassendes Sachregister zu finden.

Offensichtlich hatte er nicht mit einem Mangel an verfügbarem Druckraum zu kämpfen. Ein Buch, das vorwiegend zu kommerziellen Zwecken produziert worden wäre, hätte sich sicherlich mit einer strengeren Materialauswahl begnügen müssen. So aber fällt eine Redundanz immer wieder auf. Die grafisch besonders schönen, aber auch aufwändigen mehrfarbigen Verbreitungskarten hätten verringert werden können, wenn textlich alles gesagt wird. Bei den Profilen wären auch einige Beispiele hinreichend gewesen. Dass die Bescheidung auf Kernpunkte sicher einen schmerzhaften Verlust an Detailinformation bedeutet hätte, ist klar, und man versteht, dass sich der Autor darauf nicht einlassen wollte. So ist ein Buch entstanden, das in seiner Art heute einmalig sein dürfte und allen an Bienen, insbesondere „Wildbienen“, Interessierten warm empfohlen werden kann, ein Buch eben, das man nur mit Bienenfleiß schreiben kann.

O. HOFFRICHTER

ALBRECHT, M., GOLDSCHALT, M. & TREIBER, R.: Der Heilziest-Dickkopffalter *Carcharodus floccifera* (Zeller, 1847) (Lepidoptera, Hesperidae). – Nachr. d. entomol. Vereins Apollo, N.F., Suppl. 18, 256 S., 10 Farbt., 66 SW-Abb. (REM-Aufn., Verbr.karten), 1 pflanzensoz. Tab.; Goecke & Evers, Kelttern 1999, DM 65.– (erhältlich ü. d. Buchhandel oder v. Autor: M. Albrecht, Wachtelweg 4, 88048 Friedrichshafen)

Die vorliegende Arbeit, das Ergebnis mehrjähriger Arbeit des Autorenteam, ist eine umfassende Monographie des Heilziest-Dickkopffalters. Der früher auch als „Eibischfalter“ bezeichnete Schmetterling ist eine der am stärksten gefährdeten Tagfalterarten Deutschlands; seine Biologie und Ökologie waren bis vor kurzem fast unbekannt.

Der besondere Wert der Arbeit liegt darin, dass einerseits eine umfassende Auswertung der europäischen Literatur vorgenommen wurde (das Verzeichnis besteht aus mehr als 400 Titeln), andererseits der Falter und seine Entwicklungsstadien sehr ausführlich im Freiland in Oberschwaben untersucht wurden. Dies erbrachte im Hinblick auf Verbreitung, Phänologie, Verhalten und Ökologie zahlreiche neue, erstmals beschriebene Erkenntnisse. Auch botanische und pflanzensoziologische Aspekte sind berücksichtigt. Darüber hinaus werden Gefährdungsfaktoren analysiert und Schutzvorschläge erarbeitet. Das Werk ist daher für Schmetterlingskundler, Biologen und Naturschützer auch von allgemeinem Interesse.

Die Ausstattung der Arbeit liegt mit zahlreichen Farbtafeln (u.a. Aquarelle von Männchen und Weibchen) sowie vielen weiteren Abbildungen, darunter REM-Aufnahmen und Zeichnungen, auf einem hohen Niveau. Nahezu alle Bilder wurden eigens für die Monographie angefertigt.

SCHÄFER, E.: Die Vogelwelt Venezuelas und ihre ökologischen Bedingungen. – Band 2, 224 S., 74 farb. Abb., 2 Ktn.; Württemberg Verlag, Berglen 1999, kart., DM 98,- (Subskr. DM 78,-)

Der vorliegende 2. Band dieses auf insgesamt 4 Bände ausgelegten Werkes von ERNST SCHÄFER gehört bereits zum „Speziellen Teil“. Hierin werden Wasservögel, Greife und einige Hühnervögel behandelt. Kurze, aber informative Steckbriefe zu den einzelnen Arten enthalten neben Angaben zur Biologie und Verbreitung Einzelbeobachtungen des Autors E. SCHÄFER, der die venezolanische Vogelwelt insbesondere in den Savannen (llanos), am Valenciasee und im Regenwald des Nationalparks Henri Pittier an der venezolanischen Küstenkordillere studierte.

Während der 1950er Jahre war SCHÄFER Direktor der biologischen Station des Nationalparks, und er kennt die ökologischen Verhältnisse bestens aufgrund langjähriger Feldarbeit. Die liebevoll geschilderten Beobachtungen beruhen alle auf ganz persönlichen „Begegnungen“ des Autors und enthalten teilweise Angaben über Vogelarten, deren Biologie nach wie vor so gut wie unbekannt ist. Für etliche Arten verzeichnete der Autor bereits damals einen besorgniserregenden Rückgang. Umso wertvoller sind daher Angaben zu Brutplätzen, Zugverhalten und Nahrungsgewohnheiten. Zudem liegt das Untersuchungsgebiet abseits der ausgetretenen Pfade – die „llanos“ sind nach wie vor fast menschenleer und touristisch kaum erschlossen.

Das Buch ist daher eine ideale vorbereitende und anregende Lektüre für eine ornithologische Venezuela-Reise. Zur Mitnahme ist es allerdings ungeeignet, nicht zuletzt wegen der zwar guten, aber nur locker eingeklebten Farbfotos, die man in jedem Fall noch einmal nachkleben sollte.

K. RIEDE

Die Naturschutzgebiete im Regierungsbezirk Freiburg. – Bearbeitung: Bezirksstelle für Naturschutz u. Landschaftspflege Freiburg, Hrsg.: Regierungspräsidium Freiburg, 636 S., ca. 450 Farbfotos, zahlr. Landkarten u. Tab.; Thorbecke Verlag, Sigmaringen 1998, DM 48,-

Über 26.000 Hektar, rund 3% des Freiburger Regierungsbezirks, stehen unter besonderem Naturschutz. Dabei bietet der Regierungsbezirk wie kaum eine andere Region Deutschlands ein vielfältiges, abwechslungsreiches und gleichzeitig für jeden Naturinteressierten so attraktives Mosaik an Erholungs- und Kulturlandschaft. Das milde Klima der Oberrheinebene, das Angebot verschiedenster Freizeitmöglichkeiten im Schwarzwald, die lieblichen Aspekte der Bodenseelandschaft und nicht zuletzt die geologischen und botanischen Besonderheiten des Kaiserstuhls können jedem Anspruch genügen. Und doch haben Verbrauch und Nivellierung der Landschaft ein nie gekanntes Ausmaß erreicht. Die Notwendigkeit, empfindliche Lebensräume vor zerstörerischen Einflüssen zu schützen, scheint dringlicher als je zuvor.

Mit 237 Naturschutzgebieten – darunter so bekannten und schönen wie Feldberg, Belchen, Wutachschlucht, Wollmatinger Ried und Taubergießen – steht der Regierungsbezirk Freiburg im Blickpunkt des Naturschutzes. Das Regierungspräsidium Freiburg setzt seit vielen Jahren mit der Ausweisung von neuen Naturschutzgebieten diesen wichtigen gesetzlichen Auftrag des Landes um. Die

erfolgreiche Zusammenarbeit mit den Gemeinden, den Naturschutzverbänden, den Nutzern der Landschaft in Land- und Forstwirtschaft und dem Fremdenverkehr bildet die Voraussetzung für eine erfolgreiche Durchführung der Schutz- und Pflegemaßnahmen.

Das Buch „Naturschutzgebiete im Regierungsbezirk Freiburg“ soll dem Leser die Vielfältigkeit, die Eigenart und die Schönheit unserer Landschaft, aber auch ihre Belastungen und Gefährdungen aufzeigen. Auch Konflikte dürfen nicht verschwiegen werden. Gleichzeitig erhält der Interessierte Einblick in ökologische Zusammenhänge, die in den Schutzgebieten zu berücksichtigen sind und denen nicht immer leicht Rechnung zu tragen ist. Das Buch soll auch zeigen, wie vielseitig und umfassend die notwendigen Untersuchungen und Vorbereitungen sind, die zur Auswahl und Ausweisung der Schutzgebiete führen und was danach zur Erhaltung der nunmehr geschützten Bereiche notwendig ist.

In den einleitenden Kapiteln des Buches kann sich der Leser nicht nur über die Arbeit des „Naturschutzes“, dessen Geschichte und heutige Stellung in der Landesverwaltung informieren, sondern erhält zudem einen fundierten Überblick über die Geologie, die Pflanzen- und die Tierwelt des Regierungsbezirks. Die anschließenden, nach Landkreisen geordneten Beschreibungen der Naturschutzgebiete sollen zusammen mit den zahlreichen Farbfotographien die einzelnen Objekte mit ihren Besonderheiten näherbringen. Soweit zu verantworten, werden auffällige floristische und faunistische Arten beschrieben, die in anderen, ungeschützten Bereichen des Landes oftmals schon ausgestorben sind. Kartenübersichten, Besucherhinweise und Hintergrundinformationen runden diesen Teil der Dokumentation ab.

Der erstaunlich günstige Preis für dieses inhaltlich umfassende und durch seine hervorragenden Farbfotos ansprechende Werk ist der finanziellen Unterstützung der Landkreise des Regierungsbezirks Freiburg, der Stadt Freiburg sowie der Stiftung Naturschutzfonds zu verdanken.

B. KOCH

POSCHLOD, P., TRÄNKLE, U., BÖHMER, J. & RAHMANN, H.: *Steinbrüche und Naturschutz – Sukzession und Renaturierung*. – 486 S., 2 Faltkarten; ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg 1997, DM 98,-

Aus Sicht des Landschaftsschutzes stellen Steinbrüche „Wunden“ dar, die unsere Vorstellung von einer „heilen“ Landschaft stören. Manchem Spezialisten für bestimmte Tier- oder Pflanzenarten dienen Steinbrüche dagegen als „Fundgruben“ für Arten, die er ansonsten in unserer Kulturlandschaft nicht (mehr) findet. Mit der Sukzession dieser speziellen Lebensgemeinschaften in Steinbrüchen beschäftigt sich das vorliegende Buch, das die Forschungsergebnisse eines vom Land Baden-Württemberg geförderten Projekts darstellt.

Im ersten Teil werden die Ergebnisse zu den Untersuchungen zur Sukzession von Pflanzengemeinschaften dargestellt und neue Ansätze für eine standorts- und naturschutzgerechte Rekultivierung aufgezeigt. Der zweite Teil behandelt „faunistische Aspekte der Sukzession und der Rekultivierung“. Die Ergebnisse sind detailliert dargestellt und bestätigen im wesentlichen unser Wissen.

A. WINSKI

HEILAND S.: *Voraussetzungen erfolgreichen Naturschutzes*. – Individuelle und gesellschaftliche Bedingungen umweltgerechten Verhaltens, ihre Bedeutung für den Naturschutz und die Durchsetzbarkeit seiner Ziele, Reihe: Angewandter Umweltschutz, 203 S.; ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg 1999, Paperback, DM 48,-

Im vorliegenden Buch wird versucht, verhaltens- und sozialwissenschaftliche Theorien mit der Naturschutzpraxis zu verknüpfen. Im wesentlichen werden dabei drei Fragenkomplexe behandelt, nämlich: 1. die individuellen und gesellschaftlichen Bedingungen umweltgerechten Verhaltens, 2. deren Auswirkungen auf die Um- und Durchsetzbarkeit von Naturschutzziele und 3. die daraus abzuleitenden Konsequenzen für Naturschutzstrategien.

Diese Fragen werden in der Arbeit, die als Dissertation angelegt war, eingehend behandelt. In einem einführenden Kapitel wird „Der Naturschutz in Deutschland“, so wie er Ende der 1990er Jahre bestand, mit allen seinen Facetten beleuchtet, die historische Entwicklung ebenso wie die handelnden Akteure oder die inhaltlichen Schwerpunkte und Defizite.

Der Kern der Arbeit beschäftigt sich dann mit den soziologischen Fragen, denen sich Naturschutz ebenso stellen muss, wie dies für die „Nutzer“ von Natur und Landschaft ganz selbstverständlich ist. Dabei geht der Autor davon aus, dass die Adressaten „des Naturschutzes“ die einzelnen Individuen sind,

die es im Sinne der Naturerhaltung zu beeinflussen gilt. Gleichwertig mit den einzelnen Individuen werden aber auch die sozialen Systeme betrachtet, in denen sich „der Naturschutz“ bewegt und wirkt – oder wirken sollte.

Letztendlich werden aus den Untersuchungen Konsequenzen für zeitgemäße Naturschutzstrategien abgeleitet. Hierbei bedient sich der Autor eines „Fragenkatalogs zur Planung und Analyse von Naturschutzvorhaben“.

Eine interessante Arbeit, die sich, zumindest für jemanden, der sich in soziologischen Gefilden nicht regelmäßig bewegt, streckenweise nur mühsam erschließt. Spätestens beim Fragenkatalog angelangt (den man als Lesehilfe verwenden kann) erkennt man die fruchtbaren Denkansätze, die für den Naturschutz-Praktiker manches klarer erscheinen lassen.

Wir wünschen dem „Naturschutz“, vor allem aber der Natur selbst, dass diese Sichtweise dazu beiträgt, Individuen wie Gesellschaft erkennen zu lassen, dass es außer Geld und Macht noch etwas anderes gibt auf dieser Welt.

A. WINSKI

MÜHLENBERG, M. & SLOWIK, J.: Kulturlandschaft als Lebensraum. – 312 S., 77 Abb., UTB 1947; Quelle & Meyer Verlag, Wiesbaden. 1997, DM 39,80

Die Autoren gehen davon aus, dass die klassischen Ansätze des Naturschutzes, nämlich in bestimmten Schutzgebieten Tier- und Pflanzenarten zu erhalten, künftig nicht mehr ausreichend sein werden. Sie sehen deshalb – wie viele andere auch – die Notwendigkeit, die Arten in der Kulturlandschaft zu erhalten, indem entsprechende Rahmenbedingungen geschaffen werden, wobei sie die Überlebensfähigkeit von Arten mit bestimmten Wahrscheinlichkeiten abschätzen möchten.

Anhand zahlreicher interessanter Beispiele aus dem Lebensraum „Kulturlandschaft“ kommen sie zum Schluss, dass die Erhaltung bestimmter „Zielarten“ (Tierarten!, Pflanzen werden nicht berücksichtigt) eine Grundlage für flächendeckenden Naturschutz sein kann.

Abgesehen davon, dass bei der Erstellung entsprechender Konzepte bereits im Vorfeld die Fachleute für bestimmte Artengruppen wohl jeweils andere „Zielarten“ im Kopf haben dürften, sind Naturschutzkonzepte, bei denen die Vegetation (und die Vegetationskundler) im Grunde ausgeschlossen werden, in der Praxis eher nicht erfolversprechend.

Trotz dieser Einwände, die das Kernanliegen der Autoren betreffen, bieten diese eine Fülle von Informationen über tierökologische Aspekte in unserer Kulturlandschaft. Insbesondere werden Schlagworte wie „Biotopverbundsysteme“, „Ausbreitungskorridore“ oder „Trittsteinbiotope“, kritisch hinterfragt. Das Buch ist aus diesen Gründen empfehlenswert.

A. WINSKI

FISCHER, A. (Hrsg.): Die Entwicklung von Wald-Biozönosen nach Sturmwurf. – Reihe Umweltforschung in Baden-Württemberg, 437 S.; ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg 1998, Paperback, DM 78,-

Durch die Sturmschäden, die an Weihnachten vergangenen Jahres in unseren Wäldern entstanden sind, gewinnt das Buch, das sich vor allem mit den beiden Schwestern von „Lothar“, „Vivian“ und „Wibke“, bzw. mit deren Hinterlassenschaft beschäftigt, neue Aktualität – mit dem Thema, so ist zu befürchten, werden wir uns noch lange befassen müssen.

Im vorliegenden Band wurden die Untersuchungsergebnisse zusammengefasst, die im Rahmen des „Projekts angewandte Ökologie“ (PAÖ) gewonnen wurden. Im Vordergrund der Untersuchungen stehen die Biozönosen von Sturmwurfflächen und ihre Entwicklung seit dem Sturmereignis. Mehr als 30 Wissenschaftler verschiedener Disziplinen (z.B. Botaniker, Zoologen, Mykologen, Forstwirtschaftler, Bodenkundler, Geographen) waren an den Untersuchungen beteiligt.

Das Buch richtet sich an Mitarbeiter in Lehrstätten für Landespflege, an Ökosystemforscher und Forstwirte ebenso wie an Landschaftsplaner und Ökologen.

A. WINSKI

NACHTIGALL, W.: Vorbild Natur. Bionik-Design für funktionelles Gestalten. - 161 S., 108 Abb., 16 Farbtafeln; Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York 1997, DM 39,80

NACHTIGALL, W.: Bionik – Grundlagen und Beispiele für Ingenieure und Naturwissenschaftler. – 319 S., 250 Abb.; Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York 1998, DM 98,-

Das Interesse an Bionik „boomt“. Die in den letzten Jahren sprunghaft gestiegene öffentliche Aufmerksamkeit, die der Bionik zuteil wurde und wird, zeigt sich nicht nur an einer Vielzahl (populär-)wissenschaftlicher Publikationen zu dieser Thematik, sondern auch in der Tatsache, dass diesem Thema 1996 eine sehr erfolgreiche Ausstellung im Landesmuseum für Technik und Arbeit in Mannheim gewidmet war, die in den nächsten Jahren – ständig erneuert und ergänzt – in anderen Museen zu sehen sein wird. Momentan gibt es kaum ein Wissenschaftsmagazin im Fernsehen und kaum eine populärwissenschaftliche Zeitschrift, die nicht mehrmals pro Jahr bionische Themen behandelt. Andererseits ist es überraschend, wie „verschwommen“ die Vorstellungen davon sind, was Bionik denn nun eigentlich ist. Diesem Manko können die beiden Bücher von WERNER NACHTIGALL, dem Nestor der Bionik in Deutschland, entgegenwirken. Neben sauberen Definitionen der beiden komplementären Forschungsansätze der „Technischen Biologie“ (= Erforschung des Form-Struktur-Funktions-Zusammenhangs lebender Organismen unter der Verwendung physikalischer und technischer Methoden, d.h. hier findet ein (Methoden-) Transfer von der Technik in die biologische Forschung statt) und der „Bionik“ (= Umsetzung von Verfahren, Konstruktions- und Entwicklungsprinzipien der Natur in technische Anwendungen, d.h. hier findet in umgekehrter Richtung ein (Erkenntnis-) Transfer von der Biologie in die Technik statt) werden die verschiedenen Teilgebiete der Bionik vorgestellt und anhand zahlreicher Beispiele anschaulich illustriert. Die von WERNER NACHTIGALL beschriebenen „Zehn Grundprinzipien natürlicher Konstruktionen – 10 Gebote bionischen Designs“ und die Philosophie die sich hinter dem Schlagwort des „Bionik-Designs“ verbirgt, sollten für jeden an seiner Umwelt Interessierten, vor allem aber für Politiker und Wissenschaftler eine Pflichtlektüre darstellen.

Das Buch „Vorbild Natur. Bionik-Design für funktionelles Gestalten“ orientiert sich in weiten Bereichen an den Exponaten, die – in der von W. NACHTIGALL und der „Gesellschaft für Technische Biologie und Bionik“ mitkonzipierten – Bionik-Ausstellung gezeigt werden. Es wendet sich mit seiner gut verständlichen, oft bildhaften Sprache und seinen reichhaltigen, übersichtlichen Illustrationen eher an den interessierten Laien, bietet aber auch dem Fachmann, falls es einen solchen überhaupt in einer so hochgradig interdisziplinären Wissenschaft wie der Bionik gibt, viele nachdenkenswerte Informationen.

Das Buch „Bionik – Grundlagen und Beispiele für Ingenieure und Naturwissenschaftler“ stellt ein umfassendes Lehrbuch dar, welches sich an Studenten und Fachwissenschaftler aus Industrie und Hochschule wendet. Es liegt zwar in Niveau und wissenschaftlichem Anspruch deutlich über anderen Sachbüchern zum Thema Bionik, wie auch dem oben besprochenen, ist aber aufgrund seines logischen Aufbaus und seiner klaren Sprache auch von Nichtfachleuten mit Gewinn zu lesen. In jedem Falle sollte es als Nachschlagwerk in keiner Bibliothek einer naturwissenschaftlichen und/oder technischen Fakultät fehlen.

Beide Bücher könnten und sollten – nicht allein wegen der in ihnen angesprochenen wissenschaftstheoretischen Aspekte, sondern auch aufgrund der oft betonten gesellschaftspolitischen Relevanz der „Leitwissenschaft Biologie“ – dazu dienen, den viel zu selten geführten Dialog zwischen Politikern, Geisteswissenschaftlern und Naturwissenschaftlern anzuregen.

TH. SPECK

OTTOW, J.C.G. & BIDLINGMAIER, W. (Hrsg.): *Umweltbiotechnologie*. 357 S., 102 Tab.; G. Fischer Verlag, Stuttgart 1997, DM 78,

Umwelt-Biotechnologie ist ein Arbeitsbereich, der sehr stark interdisziplinär ausgerichtet ist. Er beschäftigt sich mit Verfahren, bei denen vor allem Mikroorganismen zur Reinigung von Abwässern zum Einsatz kommen. Neben diesem inzwischen schon klassischen Arbeitsgebiet werden seit einiger Zeit Verfahren entwickelt, mit denen Trinkwasser, Böden oder Abluft aus Produktionsprozessen gereinigt werden. Ein weiterer Einsatzbereich ist die Wiederverwertung organischer Reststoffe mit Hilfe von Mikroorganismen. Das Buch, mit Beiträgen von insgesamt 13 Autoren, stellt den derzeitigen Wissensstand dieses Gebiets dar und weist auf Entwicklungsmöglichkeiten in den verschiedenen Teilbereichen hin.

Einleitend werden die Grundmechanismen des mikrobiellen Stoffwechsels, die Energiegewinnung sowie die Abbaukinetik von Natur- und Fremdstoffen in zwei Kapiteln beschrieben. Im zweiten Teil werden verfahrenstechnische Grundlagen sowie die biotechnologischen Verfahren beschrieben, die bei den verschiedenen Einsatzbereichen angewandt werden.

Das Buch ist übersichtlich gegliedert und gut illustriert. Die Darstellungen vermitteln damit sowohl dem biologisch vorgebildeten Leser einen guten Einblick in die technischen Aspekte des

Gebiets, als auch dem Ingenieur einen Einstieg in die biologischen Grundlagen. Die umfangreichen Literaturangaben zu den einzelnen Kapiteln erleichtern die Vertiefung in die jeweiligen Gebiete.

A. WINSKI

OEHLMANN, J. & MARKERT, B. (Hrsg.): *Ökotoxikologie. Ökosystemare Ansätze und Methoden.* – 576 S.; ecomed verlagsgesellschaft, Landsberg 1999, geb., DM 148.–

Das Buch ging aus einer 1998 am Internationalen Hochschulinstitut Zittau veranstalteten Jahrestagung der deutschen Sektion der SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) hervor, bei der „Ökosystemare Ansätze in der Ökotoxikologie“ im Vordergrund standen. 149 Autoren haben sich zu Geleitwort, Vorwort und 59 Fachaufsätzen vereinigt.

Unter den Umweltwissenschaften ist die Ökotoxikologie eine der jüngeren. Sie ergründet die toxischen Wirkungen von Substanzen auf Organismen. Während zunächst Individuen bzw. Arten im Vordergrund standen, ist zunehmend ein ganzheitlicher Ansatz wichtig geworden, und das Augenmerk richtet sich auf Wirksamkeiten von Schadstoffen auf und in ganzen Ökosystemen. Bei der Komplexität von Wirkungsmöglichkeiten – Synergismus, Antagonismus – treten immer wieder ganze Reaktionsketten im System zu Tage, die nicht punktuell isoliert angegangen werden können. Denn die Verletzlichkeit eines vernetzten Systems ist nicht allein von der Toleranz der Einzelelemente abhängig, auch kann sich die Untersuchung nicht auf die tolerantesten Elemente beschränken. Standardisierung von Untersuchungsmethoden ist notwendig. Ein besonderes Problem, dem man offenbar eher aus dem Weg geht, sei es auch nur aus Kostengründen, ist eine evtl. chronische, d.h. Langzeitwirkung von Stoffen, die in geringer Konzentration im Milieu vorhanden sind. Gerade hieran aber ist der umweltbewusste Normalbürger in hohem Maß interessiert. Fraglich ist auch zuweilen, inwieweit Laborergebnisse auf das Freilandssystem übertragbar sind.

Der aktuelle Forschungsstand und Lösungsansätze sind Schwerpunkte des Buches, das sich in folgende Abschnitte gliedert: 1. Ökotoxikologie im Spannungsfeld von Ökologie und Toxikologie; 2. Perspektiven in der Methodenentwicklung, mit den Abschnitten Boden und Sedimente, Wasser; 3. Biomonitoring, mit den Abschnitten Boden und Sedimente, Wasser, Luft; 4. Bewertungsstrategien und Risikoanalyse, mit den Abschnitten Boden und Sedimente, Wasser, Chemikalien mit hormonähnlicher Wirkung; Ökotoxikologie und Umweltverfahrenstechnik.

Das Buch bietet einen guten Überblick über den derzeitigen Stand der auch innerfachlichen Diskussion über dieses wichtige Thema. Es sollte in keiner größeren Bibliothek fehlen.

O. HOFFRICHTER

MERSCH-SUNDERMANN, V. (Hrsg.): *Umweltmedizin. Grundlagen der Umweltmedizin, klinische Umweltmedizin, ökologische Medizin.* – 740 S., 191 Abb., 225 Tab.; Thieme Verlag, Stuttgart/New York 1999, geb., DM 398.–

Tatsache ist: Umweltbedingte Krankheiten nehmen zu – die Umweltmedizin kämpft aber immer noch um ihre Anerkennung. Ostdeutsche Kinder erkrankten zu Beginn der 90er Jahre sehr viel häufiger an Bronchitis als ihre westdeutschen Altersgenossen. Gleichzeitig entwickelten zu dieser Zeit doppelt so viele Kinder in München eine Allergie wie in Leipzig. Wissenschaftler gehen davon aus, dass unterschiedliche Lebensverhältnisse dafür verantwortlich sind.

Es ist Aufgabe der Umweltmedizin, Zusammenhänge zwischen Mensch und Lebensraum aufzuklären. Bis heute gibt es in der Wissenschaft jedoch keine Einigkeit darüber, welche Krankheitsbilder der Umweltmedizin zuzuordnen sind. Außerdem fehlen eigenständige diagnostische und therapeutische Verfahren. „Es geht zunächst darum, objektive Instrumente zu entwickeln, mit denen sich beurteilen lässt, welche Zusammenhänge zwischen Umwelt-Veränderungen und umweltbedingten Krankheitsprozessen bestehen“, erklärt Dr. VOLKER MERSCH-SUNDERMANN, der Herausgeber dieses umfassenden Werkes. Dazu sei es notwendig, die Umweltmedizin auf universitärer Ebene zu etablieren. Der Umwelthygieniker der Universität Heidelberg fordert deswegen, „das Fach als ein eigenständiges in der Approbationsordnung für Ärzte“ aufzunehmen. Denn Ärzte werden heute immer häufiger mit umweltmedizinischen Fragestellungen konfrontiert. Aussagen über negative Umwelteinflüsse verunsichern und beunruhigen die Menschen mehr als andere Risiken des Alltags und bekommen nicht selten politische Brisanz.

In dem Lehrbuch und Nachschlagewerk gibt MERSCH-SUNDERMANN mit seinem Autoren-Team – insgesamt 66 Mitarbeiter (Mediziner und Naturwissenschaftler) – einen weitgespannten Überblick über die Grundlagen der Umweltmedizin bis hin zu den vielfältigen Auswirkungen von Stoffen und Umweltfaktoren auf den Menschen. Ärzte, welche die Zusatzbezeichnung „Umweltmedizin“ anstreben, im öffentlichen Gesundheitswesen oder als Sozial- und Arbeitsmediziner tätig sind, erfahren dort beispielsweise, warum die Kinder in Ostdeutschland an anderen Krankheiten leiden als die Heranwachsenden im Westen: Die Schwefeldioxidbelastung war in Ostdeutschland immer besonders hoch. Der negative Einfluss dieser Schadstoffe auf Lunge und Atemwege konnte in Studien eindeutig nachgewiesen werden. In Westdeutschland wuchs dagegen der Wohlstand: Immer mehr Menschen konnten verreisen. Exotische Früchte und Gemüse hielten Einzug auf unserem Speiseplan und immer häufiger sollten uns Haustiere Gesellschaft leisten. All das steigerte für Bürger Westdeutschlands das Risiko, mit fremden Allergenen in Kontakt zu kommen.

Das vorliegende Werk stellt die bislang umfangreichste Datensammlung zur Umweltmedizin dar. Jedes Kapitel schließt mit einem eigenen Literaturverzeichnis, das den Zugriff auf die erfasste Original-Literatur ermöglicht. Als Nachschlagewerk sollte es in jeder modernen Arztpraxis griffbereit zur Verfügung stehen.

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	3	697-708	2000	Freiburg im Breisgau 24. Mai 2000
--	---------	---	---------	------	--------------------------------------

Vereinsnachrichten

Mitgliederversammlung für das Jahr 1997 am 29. April 1998, 18.00 Uhr im Seminarraum A 106 (Altbau) der Biologischen Institute II/III der Universität Freiburg

Der 1. Vorsitzende, Herr Körner, begrüßt die erschienenen Mitglieder des Vereins und gibt die Tagesordnung bekannt:

1. Bericht des 1. Vorsitzenden
2. Bericht aus den Arbeitsgruppen
3. Bericht des Rechners
- 3a. Wahl eines neuen Kassenprüfers
4. Bericht des Schriftleiters
5. Verschiedenes

TOP 1: Bericht des 1. Vorsitzenden

Mitgliederbewegung

Der Mitgliederstand am 28. 02. 1997 betrug 599. Im Berichtszeitraum sind 7 Mitglieder verstorben. 16 Mitglieder haben die Mitgliedschaft gekündigt. 18 Mitglieder sind neu aufgenommen worden. Das ergibt zum 26. 04. 1998 einen Mitgliederstand von 594.

Die Anwesenden gedenken der im vergangenen Jahr verstorbenen Mitglieder:

	Mitglied seit
Prof. Dr. Joachim Bartz, Freiburg	1958
Dr. Hans Behringer, Hausen	1970
Dr. Ulrich Einsele, Konstanz	1966
Erika MacPherson-Fischer, Freiburg	1957
Prof. Dr. Wilhelm Wolfart, Freiburg	1960
Dr. Heinrich Steinrücken, Offnadingen	1971
Claire zur Nieden, Freiburg	1963

Über Mitglieder mit langjähriger Vereinszugehörigkeit ist zu berichten:

75 Jahre Mitgliedschaft:

Prof. Dr. Erich Oberdorfer, Freiburg

65 Jahre:

Dr. Edgar Fischer, Göttingen

70 Jahre

Forstwissenschaftliche Fakultät der Universität Freiburg

50 Jahre

Prof. Dr. Wolfhard Wimmenauer, Freiburg
Pädagogische Hochschule Freiburg

45 Jahre

Hildegard Eichwald, Denzlingen
Fritz Geisert, Sessenheim, Frankreich
Prof. Dr. Hartmut Kausch, Hamburg
Maximilian Scheu, Donaueschingen
Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg
Kreisverwaltung Emmendingen

40 Jahre

Dr. Armin Burger, Freiburg
Reg.-Dir. Dr. Hans-Kurt Findeisen, Freiburg
Dieter Korneck, Wachtberg
Dr. Otto Vollmer, Freiburg
Institut für Biologie I der Universität Freiburg

35 Jahre

Ilse Engler, Freiburg
Siegfried Mutterer, Freiburg
Karl-Rudolf Sermin, Emmendingen
Forstdirektor Rainer Winter, Müllheim

30 Jahre

Forstamtmann Albrecht Haas,
Deggenhausertal
Walburga Herbst, Freiburg
Adolf Hirth, Kappelrodeck
Maria Litzelmann, Lörrach
Max A. Loder, Ballarat/Victoria, Australien
Else Reckort, Freiburg
Dr. Martha Stocker, Günzburg
Direktor Bernhard Utz, Gundelfingen
Heinz Wintermantel, Ihringen

25 Jahre

Forstdirektor Dr. Erich Bauer, Freiburg
Günter Braun, Lörrach
Paul Bühler, Rheinfelden
Prof. Dr. Franz Filser, Freiburg
Prof. Dr. Bernd Gerken, Höxter
Heide Jahnke, Buchenbach
Dr. Gisela Krott, Rickenbach
Dipl.-Ing. Peter Lepach, Freiburg
Gabi Pohlmann, Offenburg
Prof. Dr. Günter Preuß, Annweiler
Dr. Joachim Roppel, Freising
Ministerium für Umwelt, Stuttgart

Herr Dr. Körner dankt den langjährigen Mitgliedern und Institutionen für ihre Treue zum Verein.

Als neue Mitglieder begrüßt der Verein:

Dr. Erwin Bergmeier, Sexau
Bodo Blinkert, Freiburg
Michael Burkart, Freiburg
Prof. Dr. Ulrich Deil, Freiburg
Dipl.-Hydrol. Andreas Günther, Freiburg
Andreas Hummel, Freiburg
Dipl.-Forstw. Hubertus Knoblauch, Feldberg
Dipl.-Forstw. Achim Laber, Hinterzarten
Reinhold Loch, Greifswald

Kirsten Löffel, Freiburg
Oliver Nelle, Freiburg
Christian Pierstorff, Freiburg
Marion Röder, Breitnau
Fachschulrat Carlos Santos-Nunier,
Freiburg
Alexandra Schneidt, Freiburg
Jan Trübsbach, Freiburg
Ute Wering, Breisach
Christian Wetzels, Schallstadt

Vorträge im Berichtszeitraum

12. 11. 1997 Prof. Dr. Günther Reichelt, Donaueschingen:
„Landschaftsgeschichte und naturräumliches Gefüge
der Baar“
26. 11. 1997 Dipl.-Hdl. Alexander Siegmund, Mannheim:
„Das Klima der Baar“

10. 12. 1997 Prof. Dr. Jürgen Schwoerbel, Konstanz:
„Die Wutach als Lebensraum“
14. 01. 1998 Dr. Michael Witschel, Dr. Friedrich Kretschmar,
Freiburg:
„Naturschutzrelevante Vegetationstypen im Gebiet
der Baar“
28. 01. 1998 Dr. Gerhard Bronner, Donaueschingen:
„Die Baarlandschaft“
11. 02. 1998 Prof. Dr. Wolf-Dieter Sick, Freiburg:
„Struktur und Funktion der Siedlungen auf der Baar“

Exkursionen im Berichtszeitraum

01. 02. 1998 Giesela Friederich und Josef Ruf, Freiburg:
Wasservogel-Exkursion in das Taubergießen-Gebiet
(gemeinsam mit dem Naturschutzbund NABU)

Exkursionen der unserem Verein nahestehenden Gruppen:

Botanischer Exkursionskreis Südbaden (20 Exkursionen)

Exkursionskreis für ganzheitliche Landschaftskunde Dr. Bammert Gottenheim
(11 Exkursionen)

Prof. Friedrich-Kiefer-Fonds

Herr Dr. Körner berichtet, dass 1997 wieder mehrere Forschungsprojekte aus dem Prof. Friedrich-Kiefer-Fonds des Vereins bezuschußt worden sind. Im einzelnen handelt es sich um folgende Arbeiten:

Dr. Claudia Gack: Käfer-Bestimmung im Rahmen des Kaiserstuhlprojekts

Kirsten Löffel: Vergleichende biomechanische Untersuchungen an zwei Lianenarten

Bertram Piest: Ausbreitung zoochorer Gehölzarten im Klettgau

Diethelm Schneider: Waldgesellschaften, Wildbienen und Grabwespen am Ölberg

Alexandra Schneidt: Verbreitung zweier Teichmuschelarten in der Ortenau

August Spitznagel: Erfassung des Schwarzkehlchen-Bestands am Tuniberg

Jan Trübsbach: Populationsökologische Untersuchungen an *Anodonta anatina* in der Umgebung von Freiburg

Unser Mitglied Dr. Tenge wurde am 06.04.1998 zum neuen Sprecher des Arbeitskreises Freiburg im Landesnaturschutzverband (LNV) gewählt. Dr. Körner beglückwünscht ihn im Namen des Vereins zu dieser ehrenvollen Aufgabe und wünscht ihm viel Erfolg.

Am 29. 07. 1997 hat Dr. Körner der Stadt Freiburg den Vorschlag unterbreitet, einen Weg im neuen Stadtteil Rieselfeld nach Dr. Martin Schnetter zu benennen. Es hat ein Schriftwechsel mit den Fraktionen des Stadtrats und mit den Bürgermeistern Landsberg und Stuchlik stattgefunden. Der Vorschlag stieß bei der Stadt auf grundsätzliche Zustimmung; man wird den Vorschlag in den zuständigen Gremien diskutieren.

Im Namen des BLNN sind folgende Stellungnahmen ergangen: An das Ministerium für den Ländlichen Raum in Stuttgart gegen eine neue Kormoran-Abschussverordnung. An Bürgermeister Thoma in Ebringen gegen eine geplante Windkraftanlage auf dem Schönberggipfel. An die «Mairie» von Westhalten gegen die geplante Umwandlung von 10 ha Trockenrasen auf dem Bollenberg in Rebgelände.

TOP 2: Bericht der Arbeitsgruppen

In die Leitung der AGN teilen sich Georg Ilgenfritz, Diethelm Schneider und (ab April) Julia Schutte und Daniel Raddatz. Als Kassenwart fungiert Alexander Scivos.

TOP 3: Bericht des Rechners

Unser Rechner, Herr Wolfgang Müller, berichtet über die Einnahmen und Ausgaben des Vereins. Siehe nebenstehenden Kassenbericht für das Jahr 1997. Die Kasse wurde von Frau Strauß und Herrn Widemann (in Vertretung für den erkrankten Herrn Mutterer) geprüft. Alle Buchungen waren ordnungsgemäß vorgenommen und es liegen keine Beanstandungen vor. Die Kassenprüfer bitten die Mitglieder, den Rechner zu entlasten. Die Entlastung wird einstimmig erteilt. Herr Dr. Körner dankt dem Rechner und den beiden Kassenprüfern für ihre Arbeit.

TOP 3a: Wahl eines neuen Kassenprüfers

Herr Siegfried Mutterer wird uns als Kassenprüfer in Zukunft leider nicht mehr zur Verfügung stehen. Als Nachfolger wird Herr Norbert Widemann einstimmig gewählt. Herr Dr. Körner spricht Herrn Mutterer den Dank des Vereins für seine langjährige Tätigkeit als Kassenprüfer aus.

TOP 4: Bericht des Schriftleiters

Herr Dr. Körner berichtet als Schriftleiter, dass das Heft unserer „Mitteilungen...“ für das Jahr 1998 (Band 17 / Heft 1) im Mai erscheinen wird.

TOP 5: Verschiedenes

Herr Dr. Körner gibt einen Überblick über die geplanten Veranstaltungen im Jahr 1998:

Eine Vortragsreihe mit dem Rahmenthema „Die Vogesen“ ist vorgesehen. Auch der „Botanische Exkursionskreis Südbaden“ und der „Exkursionskreis für ganzheitliche Landschaftskunde“ bieten wieder Sommerprogramme an.

In unserer Bibliothek in den Räumen des Museums ergeben sich erneute Materialverschiebungen. Die Bestände unserer eigenen Zeitschrift und bald auch anderer Teile der Bibliothek sollen ins ehemalige Lycée Turenne ausgelagert werden. Zuständige Ansprechpartner für die Bibliothek sind die Mitarbeiter des Museums und aus unserem Vorstand die Herren W.H. Müller und Dr. Bammert. Frau Lögler und Herr Dr. Maus leisten weiterhin wertvolle Arbeit bei der Inventarisierung, wofür ihnen ausdrücklich gedankt wird.

Herr Dr. Körner schließt um 20.30 Uhr die Versammlung.

Dr. H. Körner
(Versammlungsleiter)

Dr. J.W. Bammert
(Protokollführer)

Badischer Landesverein für
Naturkunde und Naturschutz e.V.

Kassenbericht für das Jahr 1997

A. VEREINSKONTEN

Einnahmen

	1997	(1996)
Mitgliedsbeiträge	15 045,00 DM	(18 575,00 DM)
Spenden für BLNN	1 600,00 DM	(7 650,00 DM)
Spenden für Bibliothek	0,00 DM	(650,00 DM)
Spenden für AGF	0,00 DM	(500,00 DM)
Spenden für Sumser-Fonds	100,00 DM	(100,00 DM)
Spenden für die Großland-Expedition	1 650,00 DM	(5 288,57 DM)
Verkauf Mitteilungen	750,00 DM	(105,00 DM)
Druckkostenzuschuß	4 228,28 DM	(0,00 DM)
Zinsen BLNN-Konten	383,23 DM	(7,43 DM)
	23 757,53 DM	(31 130,10 DM)

Ausgaben

Sterno Mitgliedsbeiträge	925,00 DM	(1 030,00 DM)
Sternogebühren (Kontogebühren)	260,00 DM	(277,50 DM)
Druckkosten Mitteilungen (75%)	13 964,83 DM	(12 772,73 DM)
Versandkosten Mitteilungen	224,25 DM	(1 048,64 DM)
Versandkosten Rundschreiben	101,70 DM	(623,54 DM)
Ausgaben Bibliothek (u.a. Druckkostenzuschuß = 25%)	5 322,84 DM	(5 812,58 DM)
Porto, Burobedarf, Telefon (Vorstand)	542,04 DM	(275,50 DM)
Einzelreisen	80,00 DM	(0,00 DM)
Veranstaltungen Vorräte	90,00 DM	(0,00 DM)
Ausgaben Großland-Exkursion	1 650,00 DM	(5 288,67 DM)
Ausgaben AGF	0,00 DM	(400,00 DM)
Beiträge an Vereine und Verbänden	957,00 DM	(802,00 DM)
Versicherung	589,40 DM	(586,40 DM)
Kontogebühren BLNN-Konten	132,57 DM	(118,37 DM)
Liquiditätsrückzahlung Kieler-Fonds	0,00 DM	(2 296,17 DM)
Stipendien (Förderungen)	6 500,00 DM	(0,00 DM)
Sumser-Fonds (Einzahlung auf Sparkonto)	100,00 DM	(200,00 DM)
	31 538,43 DM	(31 216,10 DM)

Bilanz 1997

Kassenstand am 31.12.1996	13 917,65 DM
Einnahmen	23 757,53 DM
Ausgaben	(31 538,43 DM)
Kassenstand am 31.12.1997	6 136,75 DM

Kassenstandsliste am 31.12.1997

Postguthabenskonto	187,54 DM
Sparkassenguthabenskonto	231,18 DM
Sparkasse 1628 Sparkasse	5 738,03 DM
	6 136,75 DM

B. SUMSER-FONDS

Einnahmen

Spenden	100,00 DM	(200,00 DM)
Zinsen	8,07 DM	(5,56 DM)
	108,07 DM	(205,56 DM)

Ausgaben

Kontogebühren	3,00 DM	(3,00 DM)
---------------	---------	------------

Bilanz 1997

Kassenstand am 31.12.1996 (Sparkbuch)	478,32 DM
Einnahmen	108,07 DM
Ausgaben	(3,00 DM)
Kassenstand am 31.12.1997 (Sparkbuch)	563,39 DM

C. KIEFER-FONDS

Einnahmen

Zinsen Bundesratsbeihilfe	2 200,00 DM	(4 320,00 DM)
Zinsen Zwischensparenkonto	4 228,28 DM	(7 274,35 DM)
Zinsen Sparkonto / Sparkassenbrief	500,00 DM	(22,35 DM)
Zinsen Sparkbuch	1,33 DM	(1,35 DM)
Zinsen Zwischensparen	3,10 DM	(0,00 DM)
Ankauf/Verkauf Wertpapiere	0,00 DM	(6 674,44 DM)
Rückführung Liquiditätshilfe	0,00 DM	(2 288,17 DM)
	7 030,60 DM	(20 793,32 DM)

Ausgaben

Förderung von Arbeiten für Naturkunde und Naturschutz	0,00 DM	(8 200,00 DM)
Druckkostenzuschuß	4 228,28 DM	(0,00 DM)
Ankauf/Verkauf Wertpapiere	3 733,33 DM	(0,00 DM)
Erhöhung des Fondskapitals	8 000,00 DM	(0,00 DM)
Depot-Gebühren	0,00 DM	(89,00 DM)
	15 962,61 DM	(8 299,00 DM)

Bilanz 1997

Kassenstand am 31.12.1996	22 862,82 DM
Einnahmen	14 960,50 DM
Ausgaben	(14 860,81 DM)
Kassenstand am 31.12.1997	22 962,51 DM

Kassenstandsliste am 31.12.1997

Sparkbuch Zwischensparen	13 970,40 DM
Sparkbuch Kieffer-Fonds	80,41 DM
	14 050,81 DM

Für die Richtigkeit der Angaben

Freiburg, den 30.03.1997



(W. H. Müller - Rechner BLNN)

Mitgliederversammlung für das Jahr 1998
am 21. April 1999, 18.00 Uhr
im Seminarraum A 106 (Altbau) der
Biologischen Institute II/III der Universität Freiburg

Der 1. Vorsitzende, Herr Körner, begrüßt die erschienenen Mitglieder des Vereins und gibt die Tagesordnung bekannt:

1. Bericht des 1. Vorsitzenden
2. Bericht der Arbeitsgruppen
3. Bericht des Schriftleiters
4. Bericht des Rechners
5. Entlastung des Vorstandes
6. Wahl des Vorstandes
- 6a. Bestellung der Kassenprüfer
7. Verschiedenes

TOP 1: Bericht des 1. Vorsitzenden

Mitgliederbewegung

Der Mitgliederstand am 29. 04. 1998 betrug 594. Im Berichtszeitraum sind 8 Mitglieder verstorben. 20 Mitglieder haben die Mitgliedschaft teils altershalber, teils wegen Wegzugs gekündigt. 12 Mitglieder sind neu aufgenommen worden. Das ergibt zum 31. März 1999 einen Mitgliederstand von 578.

Die Anwesenden gedenken der im vergangenen Jahr verstorbenen Mitglieder:

	Mitglied seit
Camilla Bischoff, Freiburg	1961
Gertrud Cormann, Freiburg	1961
Dipl.-Geol. Dr. Konrad Eisele, Emmendingen	1971
Forst-OAR Rudolf Gauss, Kirchzarten	1956
Maria Litzelmann, Lörrach	1968
Siegfried Mutterer, Freiburg	1963
Dipl.-Ing. Gottfried Taut, Freiburg	1978
Susanne Wimmer, Freiburg	1972

Über Mitglieder mit langjähriger Vereinszugehörigkeit ist zu berichten:

70 Jahre Mitgliedschaft:

Dr. Albrecht Ritschl, Freiburg
Kreisstelle für Naturschutz und Landschaftspflege
Waldshut
Oberschulamt Freiburg
Ortsgruppe Sulzburg des Schwarzwaldvereins

60 Jahre

Prof. Dr. Ekkehard Liehl, Hinterzarten

50 Jahre

Vogelwarte Radolfzell

45 Jahre

Ellen Genthe, Au
Elsa Halter, Schopfheim
Prof. Dr. Dieter Heß, Stuttgart
Dr. Jürgen Kleß, Konstanz
Prof. Dr. Georg Philippi, Karlsruhe

40 Jahre

Kurt Andris, Freiburg
Prof. Dr. Herbert Ant, Hamm
Dr. Alexandra Fermum, Freiburg
Dr. Karl-Ernst Friederich, Freiburg
Dr. Rudolf Hüttner, Waldkirch
Dr. Dieter Schulz, Freiburg
Gisela Soergel, Sulzburg
Deutsche Presse-Agentur

35 Jahre

Kurt Bürger, Freiburg
Dipl.-Forstw. Heilo Dörffler, Freiburg
Christian Frenzel, Neuenburg
PD Dr. Gerold Hügin, Denzlingen
Helmut Opitz, Seelbach
Dr. Claus Ruge, Marbach
Friedrich Saumer, Freiburg
Prof. Dr. Edgar Wagner, Bollschweil
Prof. Dr. Otti Wilmanns, Hinterzarten

30 Jahre

OStR. Jürgen Blum, Schutterwald
Dr. Winfried Bücking, Freiburg
Prof. Dr. Franz Fresle, Freiburg
Günter Holzwarth, Freiburg
Prof. Dr. Theo Jahn, Freiburg

25 Jahre

Prof. Dr. Elmar Bund, Freiburg
Dr. Stefan Elias, Merzhausen
Georg Gehring, Freiburg
Siegfried Gladitsch, Rheinstetten
Bernd Haisch, Stutensee
Dr. Hans-Josef Maus, Freiburg
Dr. Wolf Ohmert, Müllheim-Britzigen
Dr. Eberhard Roßwog, Wittnau
Helmi Schulz, Freiburg
Karl Stark, Freiburg
Jürgen Storm, Freiburg
Elfriede Symanzig, Freiburg
Dr. Irmgard Woeste-Feser, Heuweiler
Universität Konstanz

Herr Dr. Körner dankt den langjährigen Mitgliedern und Institutionen für ihre Treue zum Verein.

Als neue Mitglieder begrüßt der Verein:

Helga Huhn-Werner, Freiburg
Georg Ilgenfritz, Freiburg
Dr. Franco Kämmer, Freiburg
Susanne Kirsch, Freiburg
Dipl.-Biol. Michael Koltzenburg, Tübingen
Daniel Raddatz, Freiburg
Oscar Rödle, Freiburg
Julia Schutte, Freiburg
Prof. Dr. Johannes Ullrich, Freiburg
Dr. Hans-Johst Wetzlar, Au
Anne Weyand, Freiburg
Walter Wolf, Freiburg

Vorträge im Berichtszeitraum

	Rahmenthema:
	Die Vogesen, Schwesergebirge des Schwarzwaldes
04. 11. 1998	Prof. Dr. Rudolf Maass, Freiburg: „Die Geologie der Vogesen unter Einbeziehung des Schwarzwaldes“
11. 11. 1998	Prof. Dr. Eberhard Parlow, Basel: „Klimatische Differenzierung zwischen Vogesen und Schwarzwald“
25. 11. 1998	Prof. Dr. Arno Bogenrieder, Freiburg: „Große Übereinstimmung – viele Unterschiede: Die Vegetation der Hochvogesen und des Schwarzwaldes im Vergleich“
20. 01. 1999	Prof. Dr. Roland Carbiener, Strasbourg: „Der Hauptkamm der Hochvogesen. Geobotanische Aspekte“
03. 02. 1999	Prof. Dr. Pierre Fluck, Mulhouse: „Die Geschichte des Bergbaus in den Vogesen“

Exkursionen im Berichtszeitraum

07. 03. 1999	Giesela Friederich und Josef Ruf, Freiburg: Wasservogel-Exkursion zum Aarestausee (gemeinsam mit dem Naturschutzbund NABU) Exkursionen der unserem Verein nahestehenden Gruppen: Botanischer Exkursionskreis Südbaden (11 Exkursionen) Exkursionskreis für ganzheitliche Landschaftskunde Dr. Bammert Gottenheim (6 Exkursionen)
--------------	--

Unsere Mitglieder Dr. Thomas Coch und Reinhold Treiber haben in Ihringen das „Naturzentrum Kaiserstuhl“ gegründet. Träger dieser Institution ist der Schwarzwaldverein. Das Naturzentrum bietet ein reichhaltiges Programm an Kursen, Seminaren, Exkursionen und verschiedenen anderen Veranstaltungen.

Prof. Friedrich-Kiefer-Fonds

Es fand für das Jahr 1998 keine Ausschreibung statt. Die Zinsen wurden dem Kapital zugeschlagen. Alle anwesenden Mitglieder stimmten diesem Vorgehen zu. Für das Jahr 1999 ist jetzt wieder eine Ausschreibung ergangen.

Eine erfreuliche Bilanz: Insgesamt konnten in den 10 Jahren seit Bestehen des Fonds über 100.000,- DM zur Wissenschaftsförderung ausgeschüttet werden. Eine Sammlung von etwa 200 Sonderdrucken von Publikationen über Copepoden des Autors Prof. Kiefer wurden gefunden und uns gebracht. Es wäre interessant zu wissen, aus welchem Nachlaß diese Sammlung stammt.

TOP 2: Bericht der Arbeitsgruppen

Frau Anne Weyand berichtet über die Arbeit der AGN. Die Gruppe umfasst z.Zt. Etwa 25 Aktive. Arbeitseinsätze an laufenden Naturschutzprojekten gab es am Neuhäusersee bei Kirchzarten, am Amphibienlaichgewässer im Freiburger Mooswald, am Ölberg bei Ehrenstetten. Zwei neue Projekte kamen hinzu: 1. Eine Trockenmauer am Freiburger Schloßberg als Mauereidechsen-Habitat, 2. Wiedervernässung des Plattenmooses auf der Baar im Auftrag der BNL Freiburg. Die Betreuung einer Station am Naturerlebnispfad im Rieselfeld ist geplant. Der AK Naturgarten hat ein Faltblatt „Mehr Natur in Freiburgs Gärten“ erstellt, das im Bauordnungsamt ausgelegt werden soll. Zum gleichen Thema hat die AGN am 24.04. („Tag der Erde“) einen Stand auf dem Rathausplatz.

Exkursionen der AGN

Dezember 1998:	Vogelbeobachtungen im Taubergießen-Gebiet
Januar 1999:	Knospenexkursion (Jens Nagel)
März 1999:	Schweizer Jura (Prof. Bogenrieder)
	Vortragsreihe der AGN
29.04.1998:	Dr. Winfried Meier: Vegetation Venezuelas
13.05.1998:	Ulrike Wagner: Wälder in Costa Rica
10.06.1998:	Silvan Kindt und Walter Wolf: Nebelwälder und Kaktengewüsten der NW-argentinischen Anden
17.06.1998:	Markus Grulke: Subtropische Feuchtwälder Ostparaguays

Herr Edmund Hensle berichtet über die Arbeit der AGF. Für ein Fledermaus-schutzprogramm in den wichtigsten Verbreitungsgebieten von *Myotis myotis* (Großes Mausohr), *M. emarginatus* (Wimperfledermaus) und *M. bechsteini* (Bechsteinfledermaus) wurden EU-Mittel aus dem Life-Natur-Programm beantragt. Der Antrag (320.000,- DM) wurde aus formalen Gründen abgelehnt, weil das Land Baden-Württemberg die Gebiete nicht als FFH-Flächen ausgewiesen hatte. Die AGF hat daraufhin in Stuttgart beantragt, dies nachzuholen. Es handelt sich um verschiedene Gebiete von Ettenheim bis Lörrach und die Wutachflühen. Das aus Mitteln des Naturschutzfonds gekaufte Fledermausquartier in Ettenheim musste wegen eines Umbaus mit Heizungsänderung speziell betreut werden. Bei Untersuchungen in der Wutachschlucht gelangen zwei bedeutende Nachweise: Die für ausgestorben gehaltene Mopsfledermaus konnte wiederentdeckt werden. Die Große Bartfledermaus (*Myotis brandti*) wurde erstmalig für Südbaden nachgewiesen. In den Mitteilungen des BLNN wurde über diese Funde berichtet. Die AGF hat z.Zt. 9 Mitglieder. Nachwuchs wird gesucht.

TOP 3: Bericht des Schriftleiters

Herr Dr. Körner berichtet als Schriftleiter, dass Band 17 Heft 2 unserer „Berichte...“ ein Themenheft über die Tagung der Geobotanik „Zwergbinsengesellschaften“ werden wird. Die Vereinsnachrichten werden deshalb auf das übernächste Heft verschoben.

TOP 4: Bericht des Rechners

Unser Rechner, Herr Wolfgang Müller, berichtet über die Einnahmen und Ausgaben des Vereins. Siehe nebenstehenden Kassenbericht für das Jahr 1998. Die Kasse wurde von Frau Strauß und Herrn Widemann geprüft. Alle Buchungen waren ordnungsgemäß vorgenommen und es liegen keine Beanstandungen vor. Die Kassenprüfer bitten die Mitglieder, den Rechner zu entlasten. Die Entlastung wird einstimmig erteilt. Herr Dr. Körner dankt dem Rechner und den beiden Kassenprüfern für ihre Arbeit.

TOP 5: Entlastung des Vorstandes

Auf Antrag wird der Vorstand einstimmig entlastet (unter Stimmenthaltung der Vorstandsmitglieder).

TOP 6: Wahl des Vorstandes

Der alte Vorstand tritt geschlossen zurück und ist bereit, neu zu kandidieren. Der alte Vorstand wird in gleicher Zusammensetzung wiedergewählt, nimmt die Wahl an und dankt den anwesenden Mitgliedern für ihr Vertrauen.

TOP 6a: Bestellung der Kassenprüfer

Als Kassenprüfer werden Frau Strauß und Herr Widemann bestellt.

TOP 7: Verschiedenes

Herr Dr. Körner gibt einen Überblick über die geplanten Veranstaltungen im Jahr 1999:

Als Ergänzung zur vergangenen Vortragsreihe „Vogesen“ sind zwei Exkursionen angekündigt:

19.06.1999, Prof. Dr. Pierre Fluck: Zur Geschichte des Bergbaus

11.07.1999, Prof. Dr. Arno Bogenrieder: Vegetation des Vogesenkamms

Für das Winterhalbjahr ist eine Vortragsreihe mit dem Rahmenthema „Der Hotzenwald“ vorgesehen. Auch der „Botanische Exkursionskreis Südbaden“ und der „Exkursionskreis für ganzheitliche Landschaftskunde“ bieten wieder Exkursionsprogramme an.

Herr Dr. Körner schließt um 20 Uhr die Versammlung.

Dr. H. Körner
(Versammlungsleiter)

Dr. J.W. Bammert
(Protokollführer)

Badischer Landesverein für
Naturkunde und Naturschutz e.V.

Kassenbericht für das Jahr 1998

A. VEREINSKONTEN

Einnahmen

	1998	(1997)
Mitgliedsbeiträge	16 385,50 DM	(15 045,00 DM)
Spenden für BLNN	894,18 DM	(1 600,00 DM)
Spenden für AGN	2 000,00 DM	(0,00 DM)
Spenden für die Göttrand-Expedition	0,00 DM	(100,00 DM)
Verkauf Mitteilungen	2 000,00 DM	(1 850,00 DM)
Verkauf Bücher	200,00 DM	(750,00 DM)
Druckkostenzuschuß	5 200,00 DM	(0,00 DM)
Spenden (Förderungen)	5 200,00 DM	(4 225,00 DM)
Zinsen BLNN-Konten	35,74 DM	(0,00 DM)
	32 003,42 DM	(23 757,55 DM)

Ausgaben

Storno Mitgliedsbeiträge	270,00 DM	(925,00 DM)
Stornogebühren (Kontogebühren)	0,00 DM	(280,00 DM)
Druckkosten (75%)	12 467,49 DM	(13 254,00 DM)
Versandkosten Mittelteil	2 327,44 DM	(204,25 DM)
Versandkosten Rundschreiben	0,00 DM	(101,70 DM)
Ausgaben Bibliothek (u.a. Druckkostenzuschuß = 25%)	4 560,11 DM	(5 322,94 DM)
Porto, Büromaterial, Telefon (Vorstand)	314,00 DM	(542,04 DM)
Aufwandsrückstellungen Vorfälle	82,20 DM	(178,70 DM)
Exkursionen	0,00 DM	(90,00 DM)
Ausgaben Göttrand-Exkursion	2 000,00 DM	(1 850,00 DM)
Ausgaben Göttrand	2 000,00 DM	(0,00 DM)
Beiträge an Vereine und Verbände	660,00 DM	(0,00 DM)
Veranschlagung	648,46 DM	(581,40 DM)
Kontogebühren BLNN-Konten	65,11 DM	(132,57 DM)
PC und PC-Programme	3 473,00 DM	(0,00 DM)
Spenden (Förderungen)	5 200,00 DM	(6 800,00 DM)
Summe-Fonds (Einzahlung auf Sparkonto)	0,05 DM	(100,00 DM)
	34 035,66 DM	(31 539,43 DM)

Bilanz 1998

Kassenstand am 31.12.1997	6 186,75 DM
Einnahmen	32 003,42 DM
Ausgaben	-34 035,66 DM
Kassenstand am 31.12.1998	4 104,49 DM

Kassenstände am 31.12.1998

Postgironkonto	181,94 DM
Sparkassengiro	1 102,31 DM
Sparkonto 1638 (Sparkasse)	2.820,24 DM
Sparkonto 1638	4 104,49 DM

B. SUMMER-FONDS

Einnahmen

Spenden	0,00 DM	(100,00 DM)
Zinsen	8,75 DM	(8,07 DM)
	8,75 DM	(108,07 DM)

Ausgaben

Kontogebühren	3,00 DM	(3,00 DM)
---------------	---------	------------

Bilanz 1998

Kassenstand am 31.12.1997 (Sparkonto 1940)	583,99 DM
Einnahmen	8,75 DM
Ausgaben	- 3,00 DM
Kassenstand am 31.12.1998	589,74 DM

C. KLEINER-FONDS

Einnahmen

Zinsen (abz. Sparkonten)	0,00 DM	(7 026,07 DM)
Zinsen Sparkassengiro	10 400,00 DM	(0,00 DM)
Zinsen Sparkonto 1638	3,33 DM	(3,33 DM)
Zinsen Zwecksparen	559,22 DM	(0,00 DM)
	10 862,23 DM	(7 030,30 DM)

Ausgaben

Förderung von Arbeiten für Naturkunde und Naturschutz	5 200,00 DM	(0,00 DM)
Druckkostenzuschuß	5 200,00 DM	(4 228,28 DM)
Ankauf/Verkauf Wertpapiere	0,00 DM	(3 733,33 DM)
Erhöhung des Fondskapitals	0,00 DM	(8 000,00 DM)
	10 400,00 DM	(15 962,61 DM)

Bilanz 1998

Kassenstand am 31.12.1997	14 050,81 DM
Einnahmen	10 980,23 DM
Ausgaben	-10 400,00 DM
Kassenstand am 31.12.1998	14 631,04 DM

Kassenstände am 31.12.1998

Sparkonto Zwecksparen	14 529,42 DM
Sparkonto Kleien-Fonds	81,82 DM
	14 611,04 DM

Für die Richtigkeit der Angaben

Freiburg, den 30.03.1999



(W. H. Müller - Rechner BLNN)

„Empfänger unbekannt verzogen“

In jedem Jahr verliert der BLNN eine beachtliche Anzahl Mitglieder (meist 10 bis 20!), weil sich deren Adresse geändert hat und sie es leider versäumt haben, unsere Geschäftsstelle zu benachrichtigen. In der Regel stellen wir dies erst dann fest, wenn das Heft der BLNN-Mitteilungen oder das Veranstaltungsprogramm mit dem postalischen Vermerk „Empfänger unbekannt verzogen“ wieder zurückkommt.

Für den Vorstand bedeutet das einen unnötigen, weil vermeidbaren Arbeitsaufwand und für unsere Vereinskasse zusätzliche Kosten. Bedauerlich ist natürlich auch der auf diese Weise zustande kommende Mitgliederschwund, welcher nur mühsam durch Neubeurtritte wieder auszugleichen ist. Vielleicht fragt sich manch einer aber auch, warum er von uns nichts mehr hört.

Deshalb auch diesmal wieder der dringende Wunsch: Teilen Sie jede Änderung Ihrer Anschrift und/oder Ihrer Bankverbindung bitte gleich unserer Geschäftsstelle mit, damit wir unsere Mitgliederdatei aktualisieren können.

Um doch das eine oder andere verschollene Mitglied wieder ausfindig zu machen, wollen wir auch hier wieder die Namen derjenigen Mitglieder veröffentlichen, deren gegenwärtige Anschrift uns nicht bekannt ist, – in der Hoffnung, dass vielleicht einer der Leser einen entsprechenden Hinweis an unsere Geschäftsstelle geben kann.

Die Anschriften folgender Mitglieder sind uns derzeit nicht bekannt:

Binder, Petra u. Uwe, Freiburg
Bräu, Elisabeth, Bötzingen
Fischer, Helmut, Berlin
Flatten, Markus, Freiburg
Genthe, Ellen, Au
Gerdes, Boris, Wehr
Günter, Andreas, Freiburg
Klinger, Dr. Ralf, Frankfurt
Lepper, Frank, Freiburg
Mathes, Hildegard, Freiburg
Mayer, Sabine, Freiburg
Miritz, Uwe, Marburg
Müller, Eva-Maria, Freiburg
Müller, Hans-Wolfgang, Freiburg

Münch, Margarete, Freiburg
Ruth, Urs, Marburg
Schneider, Diethelm, Freiburg
Schwoerer, Katrin, Heidelberg
Spitznagel, August, Freiburg
Symanzig, Elfriede, Freiburg
Thiele, Marion, Haselünne
Trübsbach, Jan, Freiburg
Uther, Heike, Eckernförde
Volkmann, Holger, Kirchzarten
Wasmer, Thomas, Konstanz
Weidner, Andreas, Bonn
Wilhelm, Prof. Dr. Aloys, Freiburg
Wilmann, Lioba, München

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F 17	3	709–710	2000	Freiburg im Breisgau 24. Mai 2000
--	--------	---	---------	------	--------------------------------------

Hinweise für Autoren der

„*Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz*“

Die Autoren sind für den Inhalt ihrer Beiträge selbst verantwortlich. An die Schriftleitung eingereichte Manuskripte müssen satzfertig sein. Im einzelnen ist dabei folgendes zu beachten:

Umfang und Schriftbild: Ein Artikel darf im Normalfall nicht mehr als 20-25 Schreibmaschinenseiten umfassen; bei größeren Abhandlungen ist zuvor Rücksprache mit der Schriftleitung zu nehmen. Manuskripte müssen in Maschinenschrift oder in Computerschrift, einseitig, mit breitem Rand und mit 1,5 oder 2-fachem Zeilenabstand geschrieben sein.

Aufbau: Der Artikel sollte wie folgt gegliedert sein: Titel, Verfasser (Vorname, Name) und Ort, Zusammenfassung, (Summary), Einleitung, (Untersuchungsgebiet), (Material und) Methoden, Ergebnisse, Diskussion, Schrifttum, vollständige Anschrift des Verfassers.

Abbildungen und Tabellen: Als Abbildungen (Abb.) zählen Graphiken, Fotos und Karten. Ihre Anzahl ist auf ein notwendiges Minimum zu beschränken. Sie werden wie die Tabellen (Tab.) fortlaufend nummeriert. Die Vorlagen müssen technisch einwandfrei sein und die 2 bis 4-fache Größe der späteren Wiedergabe aufweisen. Ihre Beschriftung muß auch nach der Verkleinerung auf den Satzspiegel (187 x 113 mm) noch lesbar sein. - Alle Abbildungs- und Tabellenvorlagen sind dem Manuskript in druckfertiger Form gesondert beizulegen und auf ihrer Rückseite mit Namen und Abb.-Nr. zu versehen. - Die Abbildungsunterschriften und die Tabellenüberschriften sind am Ende des Textes aufzuführen. Sie sollten ohne Rückgriff auf den Text verständlich sein.

Zitieren: Im Text werden Literaturquellen nur mit Namen (in Normalschrift, keinesfalls Großbuchstaben) und Jahreszahl angegeben, z.B. Stümpke (1961) oder am Satzende: (Stümpke 1961).

Literaturverzeichnis: Die im Text zitierten Literaturquellen (diese vollständig, aber keine zusätzlichen!) werden am Ende des Artikels, nach Autorennamen alphabetisch gereiht, im Abschnitt 'Schrifttum' aufgeführt. Die bibliographischen Angaben sind nach folgendem Muster anzuordnen:

Zeitschriftenartikel

Name des Autors (Vorname abgekürzt), Erscheinungsjahr in Klammern: Titel der Arbeit. - abgekürzter Name der Zeitschrift, Bandzahl/Heft, Seitenzahlen, Erscheinungsort.

z.B.: *Sauer, K. (1967): Beiträge zur Hydrologie der näheren Umgebung von Freiburg i.Br. - Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N.F. 9/3, 611-637, Freiburg i.Br.*

Buchartikel

Name des Autors (Vorname abgekürzt), Erscheinungsjahr in Klammern: Titel der Arbeit. - In: Buchtitel (Name des Herausgebers), Seitenzahlen des Artikels, Verlagsort.

z.B.: *Schwoerbel, J. (1971): Hydrobiologie des Wutachgebietes. - In: Die Wutach – Naturkundl. Monographie einer Flußlandschaft (Hrsg.: K. Sauer & M. Schnetter), S. 481-500, Freiburg.*

Bücher

Name des Autors bzw. Herausgebers (Hrsg.) (Vorname abgekürzt), Erscheinungsjahr in Klammern: Titel des Buches. - Auflage, Anzahl der Seiten, Verlagsort.

z.B.: *Oberdorfer, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. - 7. Aufl., 1051 S., Stuttgart.*

Auszeichnung des Textes: In der Datei sind keine Textauszeichnungen vorzunehmen. Sie können aber der Schriftleitung die Arbeit erleichtern, wenn Sie im Ausdruck mit Bleistift folgende Auszeichnungen vornehmen: Gattungs- und Artnamen von Pflanzen und Tieren mit Wellenlinie, Autorennamen einfach unterstrichen.



Für die Diskettenversion ist zusätzlich folgendes zu beachten:

☐ **Schreibprogramm:** Der Schriftleitung ist Word für Windows (z.B. Word 97) am liebsten. Sicherheitshalber sollte die Diskette zusätzlich eine Textversion im ASCII-Format enthalten.

☐ **Texterfassung ohne „harte Formatierungen“**, das bedeutet vor allem:

- endloser „Fließtext“, d.h. ohne Zeilenstop oder Seitenumbruch,
- Return-Taste nur am Ende eines Absatzes oder einer Überschrift betätigen, (d.h.: auch im 'Schrifttum' jedes Zitat nur mit 'Shift-Return' beenden!)
- linksbündiger „Flattersatz“ (kein Blocksatz!), ohne Silbentrennung,
- keine Zeileneinzüge vornehmen (weder bei Absatzanfang noch im 'Schrifttum'),
- keine besonderen Schrifttypen (wie z.B. KAPITALCHEN oder kurstiv) verwenden,
- Autorennamen kleinschreiben (keine Großbuchstaben außer am Anfang!),
- kein Fußnoten-Programm verwenden,
- nur 1 Leerzeichen zwischen den Wörtern und nach einem Satzzeichen.

☐ **Diskettentext und Ausdruck müssen 100 % übereinstimmen!**
(Im Zweifelsfalle wird der Diskettentext als 'verbindlich' betrachtet.)

☐ Bitte auf der Diskette angeben: Autornamen, Betriebssystem, Schreibprogramm, Dateiname.



Redaktionsschluß: Manuskripte (Diskette und 1 Ausdruck) müssen bis spätestens 1. Oktober für das im darauffolgenden Jahr zu erscheinende Heft beim Schriftleiter eingegangen sein.

Sonderdrucke: Der Autor erhält 50 Sonderdrucke seines Artikels unentgeltlich. Zusätzliche Sonderdrucke gegen Bezahlung können bei Rücksendung des Korrekturabzugs bestellt werden.

Mitteilungen
des Badischen Landesvereins für
Naturkunde und Naturschutz e.V.

Freiburg i. Br.

N.F. Band 17, Heft 4

Schriftleitung: HELGE KÖRNER

Freiburg i. Br. 2001

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	4	711 – 988	2001	Freiburg im Breisgau 12. Juli 2001
--	---------	---	-----------	------	---------------------------------------

Die Drucklegung dieses Heftes wurde gefördert
durch Mittel aus dem Prof.-FRIEDR.-KIEFER-Fonds des BLNN.

Herstellung: Systemdruck GmbH, Grünstraße 13, D-79232 March-Hugstetten

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Übersetzungen, Nachdruck, Vervielfältigung auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege sowie Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from the publisher.

© Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.
Gerberau 32, D-79098 Freiburg i.Br.

ISSN 0067-2858

Festschrift

zu Ehren von

Prof. Dr. Dieter Vogellehner



1/30

K.'88

Titelbild: «Lebendes Fossil» – Blatt eines Ginkgo-Baumes aus dem Freiburger Botanischen Garten (s. S. 729) – nach einer Orig.-Radierung von HK.

INHALT

Abhandlungen	Seite
SPECK, TH.: Dieter Vogellehner – Gartendirektor, Hochschullehrer und erfolgreicher Wissenschaftler	711
VOGELLEHNER, D.: Dreieinhalb Jahrzehnte Forschung, Lehre, Botanischer Garten – ein Rückblick	717
– Anhang: Schriftenverzeichnis und betreute wissenschaftliche Arbeiten ..	733
BOGENRIEDER, A. (Fotografie: H. & K. RASBACH): Schwarzwald und Vogesen – ein vegetationskundlicher Vergleich	745
WILMANN, O.: Farbcharakteristika der Vegetation des Schwarzwaldes – mit einem vergleichenden Blick auf die Schwäbische Alb	793
MATERN, H.: Landschaftspflege und Botanischer Artenschutz	827
SPECK, O.: Vergleichende morphologisch-anatomische Untersuchungen zur Sukkulenz bei ausgewählten Kakteenkeimlingen	843
FERGUSON, D.K.: Die Kreide/Tertiär Wende – neue Erkenntnisse zur Ursache von Florenveränderungen	853
SPECK, TH. & ROWE, N.P.: Die Wuchsform „Liane“ – strukturelle Voraussetzungen für eine erfolgreiche Einnischung als Kletterpflanze	875
VON DEN DRIESCH, M. & LOBIN, W.: Botanische Gärten und ihre Rolle im Naturschutz	895
OBHOF, U.: Oberforstmeister Joseph Freiherr von Laßberg (1770 – 1855)	903
WAGNER, E.-M.: „Viticella wilder zytwan“ – Betrachtungen zu <i>Bryonia</i> L. und <i>Tamus</i> <i>communis</i> L. in Bildern des Mittelalters und der frühen Neuzeit	919
ZISSLER, D.: Die Entdeckungsgeschichte des Generationswechsels der Tiere	951
Bücher- und Zeitschriftenschau	967
Nachruf	
Hansjosef Maus, 1936–2001	981
Vereinsnachrichten	
Mitgliederversammlung für das Jahr 1999	983

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	4	711 - 715	2001	Freiburg im Breisgau 12. Juli 2001
--	---------	---	-----------	------	---------------------------------------

Dieter Vogellehner – Gartendirektor, Hochschullehrer und erfolgreicher Wissenschaftler

von
THOMAS SPECK, Freiburg i. Br. *

Zum Ende des Wintersemesters 2000/2001 trat Professor Dr. DIETER VOGELLEHNER, der mehr als 30 Jahre den Botanischen Garten der Universität Freiburg als Direktor leitete, in den Ruhestand. Zu seiner Abschiedsvorlesung¹ am 22. März 2001 und zu einer in den Schaugewächshäusern des Botanischen Gartens ausgerichteten Feier fanden sich viele seiner Freunde, Kollegen und früheren Studenten ein und erlebten eine gelungene Abschiedsveranstaltung in reizvollem Rahmen.



Foto: R. Grün

DIETER VOGELLEHNER wurde 1937 in Ellwangen/Jagst geboren und ist in Sigmaringendorf aufgewachsen. Bereits in seiner Jugend hat sich seine Leidenschaft zur Botanik entwickelt, als er mit „dem Gradmann“² in der Tasche die Vegetation der Schwäbischen Alb erkundete und ein großes Herbarium anlegte. 1957 begann DIETER VOGELLEHNER das Studium der Biologie, Chemie, Geologie und Geographie an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen, welches er 1964 mit einer Dissertation bei Prof. Dr. KARL MÄGDEFRAU über „Untersuchungen zur Anatomie und Systematik der

verkiesselten Hölzer aus dem fränkischen und südtüringischen Keuper“ abschloss. Neben seinem Doktorvater hat vor allem Prof. Dr. WALTER ZIMMERMANN, der als Vorgänger von KARL MÄGDEFRAU in Tübingen lehrte, mit seinen Ideen zur Phylogenie der Pflanzen den weiteren wissenschaftlichen Weg von DIETER VOGELLEHNER maßgeblich mitgeprägt. In die Tübinger Studienzeit fiel auch der erste Kontakt mit einer Institution, die seinen Lebensweg wesentlich bestimmen sollte: dem Botanischen Garten. DIETER VOGELLEHNER war nämlich als wissenschaftliche Hilfskraft an der Planung des neuen Botanischen Gartens der Universität Tübingen beteiligt, eine Erfahrung, die für ihn später in Freiburg von großem Nutzen war.

Im Januar 1965 kam Dieter Vogellehner als Wissenschaftlicher Assistent an das von Prof. Dr. HANS MOHR geleitete Botanische Institut der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. Er wagte somit den Schritt nach Südbaden, was für einen Schwaben in der damaligen Zeit nicht ganz einfach war, obwohl schon fast ein-

* Anschrift des Verfassers: PD DR. TH. SPECK, Botanischer Garten der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Schänzlestr. 1, D-79104 Freiburg

¹ siehe nachfolgenden Artikel.

² GRADMANN, R. (1898/1950): Das Pflanzenleben der Schwäbischen Alb. – 1./4. Aufl.; Schwäb. Albverein, Stuttgart.

halb Jahrzehnte seit der Gründung des Südweststaates Baden-Württemberg vergangen waren. Mit Sätzen wie „Schwabens bedienen wir hier nicht ...“ aus Gaststätten hinauskomplimentiert zu werden, war zwar auch Mitte der sechziger Jahre nicht mehr die Regel, konnte aber durchaus vorkommen, was belegt wie tief die Wunden in Südbaden damals noch waren. Um so erfreulicher ist es, dass DIETER VOGELLEHNER – obwohl „im Herzen ein Schwabe geblieben“ – im Laufe der Jahre in Südbaden seine zweite Heimat gefunden hat. Während seiner Assistentenzeit in Freiburg führte DIETER VOGELLEHNER zu einem die in Tübingen begonnenen Arbeiten zur Anatomie und Phylogenie der Gymnospermen fort und begann zum anderen in zwei von der DFG-geförderten Projekten die Neubearbeitung der Karbonfloren des Schwarzwalds³. Im Rahmen seiner paläobotanischen Untersuchungen erfuhr er von Prof. Dr. MAX PFANNENSTIEL, dem Ordinarius für Geologie, und dem Präsidenten des Geologischen Landesamtes Prof. Dr. FRANZ KIRCHHEIMER umfassende Unterstützung.

Bereits knapp 4 Jahre nach Beginn seiner Assistentenzeit konnte sich DIETER VOGELLEHNER habilitieren und erhielt im Dezember 1968, mit gerade 31 Jahren die *Venia legendi* für Systematische Botanik und Paläobotanik. Im Juni 1969 – noch als Privatdozent – wurde DIETER VOGELLEHNER zum Direktor des Botanischen Gartens der Universität Freiburg bestellt. In den Jahren bis 1974 sah er seine Hauptaufgabe zunächst darin, den traditionellen Botanischen Garten in eine moderne Institution zu überführen, die wissenschaftlich und didaktisch den Aufgaben in Lehre und Forschung an einer modern ausgerichteten biologischen Fakultät, vor allem in den Bereichen Morphologie, Systematik und Evolution, gerecht wird. In diese Zeit fällt auch der Neubau der Schaugetächshäuser und die grundlegende Neugestaltung des Botanischen Gartens, basierend auf den neuartigen wissenschaftlichen und didaktischen Zielsetzungen. Da 1968 die Inspektorenstelle wegfiel, übernahm DIETER VOGELLEHNER auch die Technische Leitung des Botanischen Gartens. Eine Aufgabe, die er bis zu seiner Verabschiedung zusätzlich zu seinen wissenschaftlichen Aufgaben mit übernahm, was gerade in den Zeiten der Um- und Neugestaltung eine große weitere Arbeitsbelastung bedeutete. Besonderes Augenmerk richtete DIETER VOGELLEHNER von Anfang an auf die Einbeziehung der Pädagogischen Hochschule, von allgemeinbildenden Schulen und der Bevölkerung in die im Botanischen Garten gebotenen Lehrinhalte, was sich unter anderem in einer Vielzahl von Gartenführungen sowie in der Herausgabe einer Reihe von Informationsschriften niederschlug. Heute steht ein Besuch des Botanischen Gartens nicht nur bei vielen Schulen fest im Lehrplan, sondern auch für die Studierenden der Universität und der Pädagogischen Hochschule ist der Botanische Garten aus dem Studium nicht wegzudenken. ‘Last but not least’ ist für viele Freiburger Bürger, insbesondere aus dem Stadtteil Herdern, der Botanische Garten zu einem Hort der Erholung und der Wissensvermittlung geworden. Zu seinem Ausscheiden aus dem aktiven Dienst erhielt DIETER VOGELLEHNER im März 2001 vom Bürgerverein Herdern e.V. die silberne Ehrennadel.

1971 wurde DIETER VOGELLEHNER zum Wissenschaftlichen Rat ernannt, 1975 erhielt er die Bezeichnung ‘außerplanmäßiger Professor’ verliehen und 1978 wurde er zum Professor für Systematische Botanik und Paläobotanik ernannt. Ab 1979 wandte er sich wieder verstärkt der Erforschung der karbonischen Floren des Schwarzwalds zu und begann zusammen mit seinem damaligen Doktoranden VOLKER MOSBRUGGER, heute Ordinarius für Paläontologie an der Universität Tübingen, moderne taxonomisch-systematische Methoden im Bereich der Paläobotanik anzuwenden. Auch dieses von der DFG geförderte Projekt führte zu

einigen aufschlussreichen Ergebnissen hinsichtlich der objektivierbaren Gliederung komplizierter fossiler Pflanzengattungen und -arten.

Ausgehend von den oben erwähnten konzeptionellen Überlegungen zur Aufgabe und Bedeutung Botanischer Gärten beschäftigte sich DIETER VOGELLEHNER in zunehmendem Maße mit den weitreichenden kulturgeschichtlichen Zusammenhängen des Phänomens Garten und der Pflanzen insgesamt. Diese Themen wurden zu einem weiteren Forschungsschwerpunkt und führten zu einigen auch von Historikern stark beachteten Arbeiten. Auch die eingehende Beschäftigung mit der Geschichte des Botanischen Gartens der Universität Freiburg fand in mehreren Publikationen ihren Niederschlag und einen ersten Abschluss in einer großen Ausstellung, die 1995 in der Universitätsbibliothek Freiburg zur 375-Jahr-Feier des Botanischen Gartens Freiburg gezeigt wurde.

Neben historischen Themen wandte sich DIETER VOGELLEHNER in den 80er und 90er Jahren auch einer damals hochmodernen Fragestellung mit großem Erfolg zu: der Einführung von 'Personal Computern' in Botanische Gärten für die computergestützte Verwaltung der Pflanzendaten und zur schnelleren und fehlerfreien Abwicklung des Austauschs von Pflanzensamen mit anderen Botanischen Gärten im In- und Ausland. In Zusammenarbeit mit THOMAS SPECK entwickelte DIETER VOGELLEHNER DIDEA-FR (Dialog-orientiertes-Daten-Eingabe-und-Ausgabe-System-FREiburg), ein Programmpaket zur Verwaltung von Pflanzendaten in Botanischen Gärten, zur Abwicklung des Samentausches mit anderen Botanischen Gärten und zur vollautomatischen Erstellung von Samenkatalogen. DIDEA-FR, das zusammen mit zwei insgesamt mehr als 500 Seiten umfassenden Handbüchern vertrieben wurde, entwickelte sich zu einem großen Erfolg. Es wurde an fast 30 Botanischen Gärten eingeführt und z.T. weiterentwickelt. Eine englischsprachige Version konnte auch im nicht deutschsprachigen Raum verwendet werden.

In einem weiteren von 1986 bis 1990 geförderten DFG-Projekt wurde – in Fortsetzung früherer Arbeiten über die Evolution des Leit- und Festigungssystems – die funktionelle Anatomie fossiler Festigungssysteme erstmals quantitativ analysiert. In Zusammenarbeit mit Prof. Dr. HANNS-CHRISTOF SPATZ (Institut für Biologie III, Universität Freiburg) und mit seinem damaligen Doktoranden THOMAS SPECK konnten biophysikalische Methoden mit großem Erfolg erstmals in die Paläobotanik eingeführt und wichtige Erkenntnisse zur Evolution des Leit- und Festigungssystems gewonnen werden.

Ein weiterer wichtiger, neben Botanischem Garten und wissenschaftlicher Forschung gleichberechtigt in der beruflichen Vita von DIETER VOGELLEHNER stehender Schwerpunkt ist die Ausbildung von Studenten. DIETER VOGELLEHNER hat sich immer in erster Linie als Hochschullehrer verstanden und sich hierbei vor allem auch den Studierenden des Lehramts verpflichtet gefühlt. Er vertrat über mehr als 30 Jahre im Grund- und im Hauptstudium die Fächer Systematische Botanik und Paläontologie/Paläobotanik, ein Fach, das bis zu seinem Ausscheiden an der Fakultät für Biologie als Diplomnebenfach studiert werden konnte. Die Anfang der 70er Jahre eintretende starke Zunahme der Studentenzahlen und die Straffung der Studienpläne veranlaßten ihn, eine völlig neue Konzeption dieser Fächer zu erarbeiten, um sie so in die Fragestellungen der modernen Biologie einzubinden. So spielte z.B. in dem von DIETER VOGELLEHNER weitgehend neu konzipierten „Morphologisch-Systematischen Grundpraktikum“ das Evolutionskonzept die entscheidende Rolle. Im Rahmen seiner Lehrtätigkeit sind auch einige erfolgreiche Lehrbücher entstanden³, wie z.B. in der Reihe 'studio visuell' „Baupläne der Pflanzen“ und die in 6 Auflagen erschienene „Paläontologie“ sowie in der UTB-

Reihe das Buch „Botanische Terminologie und Nomenklatur“. Außerdem hat DIETER VOGELLEHNER in der Strasburger Studienhilfe Botanik in der 4. und 5. Auflage den Bereich Morphologie bearbeitet und somit seine große Lehrerfahrung einem breiten Kreis von Studenten zugänglich gemacht. Wie stark sich DIETER VOGELLEHNER für die Ausbildung der Studierenden engagiert hat, läßt sich auch durch einige beeindruckende Zahlen belegen. Er hat 411 Staatsexamensprüfungen, 99 Diplomprüfungen im Fach Paläontologie/Paläobotanik und 116 Vordiplomprüfungen für Hydrologen abgenommen. Außerdem hat er 147 Staatsexamensarbeiten betreut, wobei er immer betonte, dass diese – teilweise hervorragenden Arbeiten – für ihn eine Möglichkeit darstellten, trotz der großen Belastungen durch die Leitung des Botanischen Gartens und die zahlreichen Lehrverpflichtungen, ihn selbst interessierende wissenschaftliche Fragestellungen weiterzuverfolgen. Diese Intention spiegelt sich auch in der zeitliche Abfolge der Themen der Staatsexamensarbeiten wider, wie sie aus der Auflistung der betreuten Arbeiten³ zu entnehmen ist. Daneben fand DIETER VOGELLEHNER auch immer Zeit, in der akademischen Selbstverwaltung mitzuarbeiten. So war er mehrere Jahre Mitglied des Fakultätsrats, Vorsitzender des Diplomprüfungsausschusses und des Zwischenprüfungsausschusses sowie bis zu seinem Ausscheiden Vorsitzender des Fakultätsausschusses für das Staatsexamen und den Magisterstudiengang.

Nach dieser Aufzählung des in der aktiven Dienstzeit geleisteten erscheint ein Ruhestand für einen Menschen wie DIETER VOGELLEHNER schwer vorstellbar. Und so hat er sich auch bereits im letzten Jahr sehr intensiv auf die Zeit nach dem Ausscheiden aus dem aktiven Dienst vorbereitet. Er wird sich – wie bereits schon in den letzten Jahren – intensiv mit kulturgeschichtlichen Aspekten biologischer Fragestellungen beschäftigen und ein viel und gerne gesehener Gast an verschiedenen europäischen Bibliotheken sein. Wir sind uns sicher, dass er nicht den Kontakt zu seiner Wissenschaft verlieren wird, und hoffen, dass DIETER VOGELLEHNER seinen Kollegen und ehemaligen Studenten noch viele Jahre als aktiver Wissenschaftler und kritischer Diskussionspartner erhalten bleiben möge.

(Am 11. Juli 2001 bei der Schriftleitung eingegangen.)

³ siehe Schriftenverzeichnis und Verzeichnis der betreuten wiss. Arbeiten im Anhang zum nachfolgenden Artikel.

Postskriptum

Im Anschluss an diese Würdigung gestatte man dem Vorsitzenden des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz und zugleich Schriftleiter dieser Festschrift noch ein paar Worte.

Die vorliegende Ausgabe der „Mitteilungen ...“ fällt unübersehbar ein wenig aus dem Rahmen unserer üblichen Jahreshefte: Zum einen handelt es sich um eine „Festschrift“ mit besonderen wissenschaftlichen Beiträgen – gewidmet einem verdienten Freiburger Universitätslehrer, der aus dem Amt scheidet –, zum anderen ist dieses Heft mit mehreren Farbtafeln ausgestattet.

Professor Dr. DIETER VOGELLEHNER war, neben seinen umfangreichen beruflichen Verpflichtungen, 5 Jahre lang – von 1979 bis 1984 – auch 1. Vorsitzender des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V. (BLNN). In diese Zeit seines Ehrenamts fielen zwei für die Geschichte des BLNN recht bedeutende Ereignisse.

Das eine war die Einrichtung des Professor-Friedrich-Kiefer-Fonds beim Badischen Landesverein für Naturkunde und Naturschutz am 20. April 1982 „nach längeren und sorgfältigen Vorbereitungen“, wie er selbst schreibt. Er führte die Gespräche und den Schriftwechsel mit unserem Konstanzer Ehrenmitglied Prof. Dr. FRIEDRICH KIEFER und erarbeitete gemeinsam mit dem Stifter die Vereinbarung über die Verwendung der jährlich anfallenden Zinserträge (s. BLNN-Mitteilungen 13/1, S. 101, 1982).

Das zweite herausragende Ereignis war das hundertjährige Bestehen des 1881 (als „Botanischer Verein für den Kreis Freiburg und das Land Baden“) gegründeten Vereins, welches schließlich eine würdige Feier verdiente. Dem damaligen 1. Vorsitzenden oblag die Vorbereitung der Jubiläumsveranstaltungen einschließlich einer Ausstellung im Freiburger Naturkundemuseum (in Zusammenarbeit mit Dr. PAUL LÖGLER) „100 Jahre Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz“. Um seinem Nachfolger im Ehrenamt nicht gleich diese Bürde zu übertragen, blieb DIETER VOGELLEHNER über die satzungsgemäße Wahlperiode von 4 Jahren hinaus noch 1 Jahr länger im Amt. Als neu gewählter Vorsitzender wusste ich es dankbar zu schätzen, von meinem Vorgänger „geordnete Verhältnisse“ übernehmen zu können.

Als eine besonders ehrenvolle Aufgabe habe ich es nun empfunden, im Rahmen der Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz eine Festschrift für DIETER VOGELLEHNER, den von mir hochgeschätzten Kollegen und Vorgänger im Ehrenamt, mitgestalten zu dürfen. Ich danke an dieser Stelle den Autoren für ihre interessanten Beiträge sowie meinen Kollegen ARNO BOGENRIEDER und THOMAS SPECK für ihre wertvolle Unterstützung bei der redaktionellen Arbeit. Danken möchte ich schließlich auch den ungenannten Spendern, welche die besondere Ausstattung dieses Heftes mit Farbtafeln ermöglichten.

Den von THOMAS SPECK in seiner 'Laudatio' bereits zum Ausdruck gebrachten Wünschen für Dieter Vogellehner schließe ich mich – sowohl im Namen des Badischen Landesvereins als auch persönlich – voll und ganz an.

HELGE KÖRNER
(BLNN - 1. Vors. u. Schriftleiter)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	4	717 – 744	2001	Freiburg im Breisgau 12. Juli 2001
--	---------	---	-----------	------	---------------------------------------

Dreieinhalb Jahrzehnte Forschung, Lehre, Botanischer Garten – ein Rückblick¹

von

DIETER VOGELLEHNER, Freiburg i. Br.*

Als ich am 2. Januar 1965 – noch im alten Institut – meinen Dienst antrat, wurde von mir dreierlei erwartet: Forschung und Lehre auf dem Gebiet der Paläobotanik und Evolutionsbiologie, Lehre im Bereich der sogenannten „klassischen Biologie“, und die Betreuung des Botanischen Gartens.

Zu diesen drei Punkten möchte ich im folgenden einige Gedanken äußern, die mir im Laufe der Jahre wichtig und wesentlich waren.

In Tübingen hatte ich eine Dissertation über Strukturen des Leit- und Festigungssystems bei fossilen Gymnospermen geschrieben. Neben der Weiterführung dieser Untersuchungen erschloß sich mir in Freiburg ein weiteres, spannendes Forschungsgebiet: **Die Neubearbeitung der Steinkohlenflora des Schwarzwaldes**, die zwar in der Zahl der Fundorte und der hier vertretenen Arten weit hinter den großen Karbonvorkommen des Saar- und Ruhrgebietes zurückbleibt, die jedoch wichtige Erkenntnisse für das Verständnis von Morphologie, Ökologie und Verbreitung der Flora des europäischen Oberkarbons liefern konnte.

Insbesondere die etwas mehr als 280 Millionen Jahre alten Funde aus dem obersten Oberkarbon, dem Stefan, sind an einigen Stellen im Schwarzwald sehr gut erhalten, wie z.B. von den Schachtelhalmen die Blätter und Sproßachsen (Abb. 1) und die Sporangienträgeröhren (Abb. 2), von den hier recht seltenen Bärlappen, damals vor allem den Siegel- und Schuppenbäumen, Bruchstücke der Stammoberfläche (Abb. 3), manchmal auch Reste der Sporangienzapfen (Abb. 4), deren Rekonstruktion besonders schwierig war, oder von den farnartigen Beblätterungen Wedelteile von echten Farnen (Abb. 5), oder auch von Farnsamern (Abb. 6), den ersten Vertretern der Gymnospermen.

Wir entdeckten im Rahmen dieser Untersuchungen weit im Rotliegenden, also im Unterperm, kleine Linsen, die eine nahezu identische Flora enthielten – ein Fund, der zu heftigen Kontroversen mit Geologen führte, die die Grenze Karbon/Perm sehr dogmatisch sahen. Warum sollten aber – so der Biologe – in einem entsprechenden ökologischen Umfeld sich Karbonpflanzen gerade in kleinen intramontanen Becken nicht länger halten können? Inzwischen ist diese Ansicht etabliert. Ein DFG-Projekt² unterstützte die Arbeiten nachhaltig. Später – wiederum

* Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. D. VOGELLEHNER, Botanischer Garten der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Schänzlestr. 1, D-79104 Freiburg

¹ Vorlesung anlässlich der Verabschiedung durch die Fakultät für Biologie, am 22. März 2001 im Hörsaal des Instituts für Biologie I (Zoologie).

² „Paläozoische Floren“, 1966–1970.

mit langjähriger Unterstützung der DFG³ – traten Probleme der Anwendung mathematischer Methoden zur Artabgrenzung und Fragen der strukturellen und funktionellen Evolution der ersten Landpflanzen in den Mittelpunkt, allerdings bereits in einer Zeit, in der ich im wesentlichen lediglich Anreger und Mentor meiner Schüler sein konnte.

Eines sei noch erwähnt: Ein **Diplomfach Paläontologie** mit Schwerpunkt Paläobotanik – durchaus und auf Wunsch von HANS MOHR – auf meine Forschung und Lehre zugeschnitten – gab es – wenn auch nur als Nebenfach⁴ – an einer Fakultät für Biologie wohl ausschließlich in Freiburg. Dieses Fach gerade in der *Biologie* zu vertreten, war mir ein wichtiges Anliegen, gab es doch die Möglichkeit, auch von diesem Aspekt aus zum tieferen Verständnis der Evolution der Pflanzen beizutragen. Nach meinem Weggang wird es dieses Fach hier nicht mehr geben.

Besonders am Herzen lag mir von Beginn an die Lehre im **Grundstudium** – dabei wurde bald klar, daß die Vermittlung von Inhalten der sogenannten klassischen Biologie außergewöhnliche methodische und didaktische Anstrengungen erforderte.

Als deutlichen Wink verstand ich eines der ersten Faschnachtsfeste im gerade neu bezogenen Institut – dies muß Ende der 60er Jahre gewesen sein – bei dem die Studierenden für jeden Lehrenden eine Art Verkaufsstand aufstellten, auf dem mir zugedachten Stand war zu lesen: *Opas Biologie*.

Es war schon richtig: Bestimmungsübungen, morphologisches Praktikum und Vorlesungen zur Systematik im hergebrachten Stil konnten innerhalb der Freiburger Biologie so nicht mehr bestehen. Vielmehr war ein in sich geschlossenes Konzept für Praktika und Vorlesung zu entwickeln: Die Betrachtung von Struktur *und* Funktion sollte nicht mehr für sich alleine stehen, sondern die Grundlage liefern für das Erkennen ökologischer Zusammenhänge und für das Verstehen evolutionärer Entwicklungen.

Die radikale Kürzung der Stundenzahl für diesen Lehrbereich zugunsten der sogenannten „modernen Biologie“ – im Laufe der Jahre um mehr als zwei Drittel – zwang dabei zu einem strikt exemplarischen Vorgehen. Hilfreich und notwendig war dabei ein zunächst von Frau OTTI WILMANNs entwickeltes Skriptum, das im Laufe der Jahre, angereichert mit Abbildungen vieler im Praktikum bzw. in der Vorlesung behandelten Dias, Schemata und Handzeichnungen – fast zu einem Lehrbuch⁵ wurde, das auch an anderen Fakultäten Verwendung fand.

Allerdings: Ein eigentlich gewünschtes, intensives *eigenes* Erarbeiten der Inhalte war bei einem 3–4-fach parallel abgehaltenen halbsemestrigen Praktikum mit je etwa 60 Studierenden nicht mehr möglich. Jeder Lehrer hätte sich vehement geweigert, gegen alle Regeln der Didaktik so zu unterrichten – aber es war kaum anders zu machen, zumal ich lange Jahre diese Last alleine zu tragen hatte. Erst als vor knapp 10 Jahren, besonders durch das Bemühen des damaligen Dekans KLAUS SANDER, eine Assistentenstelle geschaffen wurde, gab es eine deutliche Erleichterung.

³ „Oberkarbonische Floren des Mittleren Schwarzwaldes“, 1979–1984; „Fossile Leit- und Festigungssysteme“, 1985–1991.

⁴ seit 1981.

⁵ Biologisches Grundpraktikum II B: Morphologie und Systematik der Kormophyten mit Bestimmungsübungen, letzte A., 214 S., zahlreiche Abb. und Tab., Freiburg (Botanischer Garten), 2000.

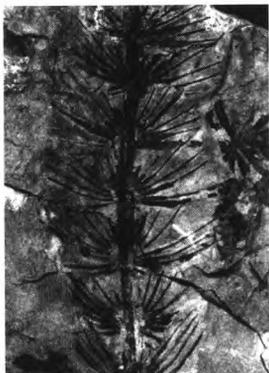


Abb. 1: Sprossachse und Blätter eines fossilen Schachtelhalmgewächses. – Oberkarbon, Baden.



Abb. 2: Sporangienträgerähen eines fossilen Schachtelhalmgewächses. – Oberkarbon, Baden.



Abb. 3: Rinde eines Siegelbaumes (Bärlappe). – Oberkarbon, Baden.

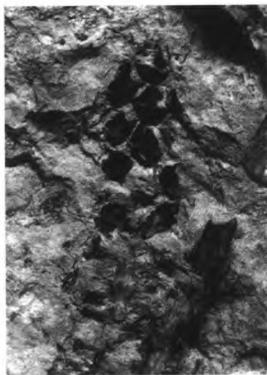


Abb. 4: Bruchstücke eines Zapfens eines fossilen Bärlappgewächses. – Oberkarbon, Baden.



Abb. 5: Teil eines Wedels eines fossilen Farns. – Oberkarbon, Baden.



Abb. 6: Fiederblättchen eines Farnsamers. – Oberkarbon, Baden.

Fast drei-Jahrzehnte verlangte ich für dieses Praktikum als Leistungsnachweis nicht eine Klausur, sondern eine *Hausarbeit*: Ich hielt es für ganz besonders wichtig, bereits im Grundstudium den Umgang mit der einschlägigen Literatur anzuregen und die noch vorhandene Kreativität des Schreibens zu nutzen: mit beachtlichem Erfolg, was die große Zahl hervorragender Arbeiten bewies, die in den letzten Jahren durch die Möglichkeiten des PC und des Internet an Originalität und Aktualität noch gewonnen haben. Daß nun im Zuge der sogenannten Orientierungsprüfung auch für dieses Praktikum eine Klausur eingeführt wird – schade! Warum wehrt sich niemand dagegen, daß wieder einmal *Autorität kraft Kompetenz* durch *Zwang* ersetzt wird?

Wenn man über 30 Jahre – 30 Sommersemester – Vorlesung und Praktikum zur gleichen Thematik anbietet, kann Routine und daraus folgende Langeweile nur dann vermieden werden, wenn stetig gefeilt und verbessert wird und es gelingt, die Faszination der Biologie immer wieder neu zu vermitteln, zum Beispiel bei den Stichworten Blütenbiologie und Koevolution:

Die Farben gelb und blaurot, Farbe des Pollen und des Schutzanthozyans, sind bereits bei den Gymnospermen bekannt, wie z.B. bei der Lärche (Abb. 7, Tafel 1) – mit staminierten Blüten und jungen Zäpfchen. Diese Farben – gelb und rot – sind dann auch häufige Blütenfarben bei den Angiospermen; diese Farben können die Bestäuber sehen – Biene im Anflug auf gelben Krokus (Abb. 8, Tafel 1). Und auf dem Bild von Blüte und Hagebutten der einheimischen Heckenrose (Abb. 9, Tafel 1) wird deutlich – das *Bienenrot* der Blüte und das *Vogelrot* der Früchte: Die Bestäubung erfolgt durch Insekten, die Ausbreitung durch Vögel.

Im Laufe des Sommersemesters 2000 hatte sich wohl herumgesprochen, daß die über viele Jahre freitags von 12–13 Uhr gehaltene zentrale Vorlesung zu unserem Praktikum zum letzten Mal stattfindet. Es erschienen auch Studierende aus höheren Semestern, um die Vorlesung noch einmal zu hören, und einer von ihnen meinte, sie sei schon jetzt Legende – Danke!

Im Laufe der weiteren Begleitung der Studierenden bis zu den **Prüfungen** und zur **Betreuung** von **Abschlussarbeiten** wurde für mich sehr bald deutlich, daß besonders *eine* Gruppe einen Anwalt brauchte: die *Lehramtsstudierenden*. Ich hielt es für notwendig und richtig, sehr viel Zeit zu investieren für die Prüfungen, durch eigene intensive Vorbereitung und vor allem auch für Gespräche mit den Kandidatinnen und Kandidaten – um bereits im Vorfeld eine faire und menschliche Atmosphäre zu schaffen, um zu versuchen, die ganz verschieden sich ausprägenden Prüfungssängste zu zerstreuen und – bei allem Standard der staatlich vorgeschriebenen Prüfungsinhalte – nach Möglichkeit auf jeden einzelnen einzugehen, das eigene Visier hochzuklappen – durchaus im Bewußtsein der Gefahr, sich dabei selbst verletzbar zu machen.

Ein Prüfer ist gefragt, nicht weil er leicht prüft, sondern weil er sich selbst zurücknehmen kann und fair und berechenbar ist, auch wenn es ihm selbst einmal schlecht geht.

Dabei zollte ich besonderen Respekt *den* Studierenden, die ihr zweites Fach aus den geisteswissenschaftlichen Fakultäten wählten: Deutsch, Geschichte, Französisch, Englisch, Theologie. Schien mir doch hier die von diesen Studentinnen und Studenten bewußt gewählte Chance zu bestehen, der anderswo sicher notwendigen Hochspezialisierung zu entkommen und einen breiteren Horizont – methodisch und inhaltlich – zu gewinnen: für zukünftige *Lehrer* – wie ich meine – *keine schlechte Voraussetzung*.



Abb. 7: Staubblüten und junge Samenzäpfchen der Lärche.



Abb. 8: Biene im Anflug auf gelben Krokus.



Abb. 9: Blüte und Hagebutten der Heckenrose.



Abb. 10: Indische Lotosblume. Persien, Indien.



Abb. 11: Kannenpflanze. Südostasien.

Tafel 2



Abb. 12: Tulpenmagnolie. Stammarten aus China.



Abb. 13: Taubenbaum, abgefallene Hochblätter.
China.



Abb. 14: Scheinkamelie. Korea.



Abb. 15: Strahlendolde. Süd- und
Westeuropa.

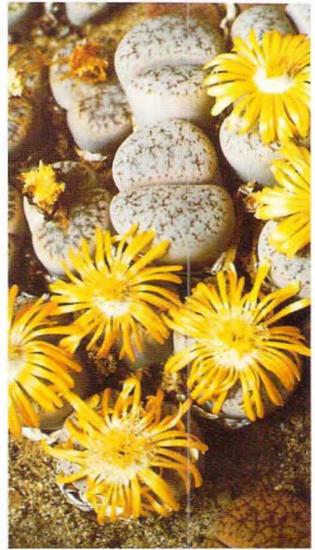


Abb. 16: „Lebende Steine“.
Südwestafrika.

Abb. 17: *Gunnera manicata*.
S-Brasilien.





Abb. 18: Chilenische Nationalblume. Chile.

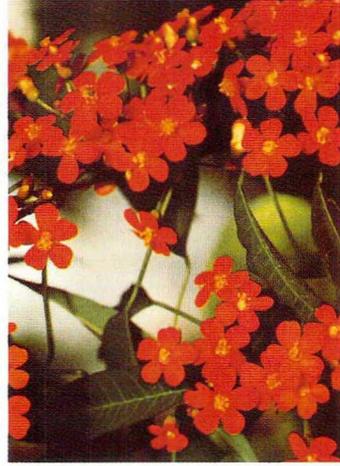


Abb. 19: Wolfsmilch. Mexiko.



Abb. 20: Sonnenblume. Florida bis Texas.



Abb. 21: Kalifornischer Mohn. Kalifornien,
NW-Mexiko.

Tafel 4



Abb. 22: Weinbeet mit Weinbergtulpe und Doldenmilchstern.

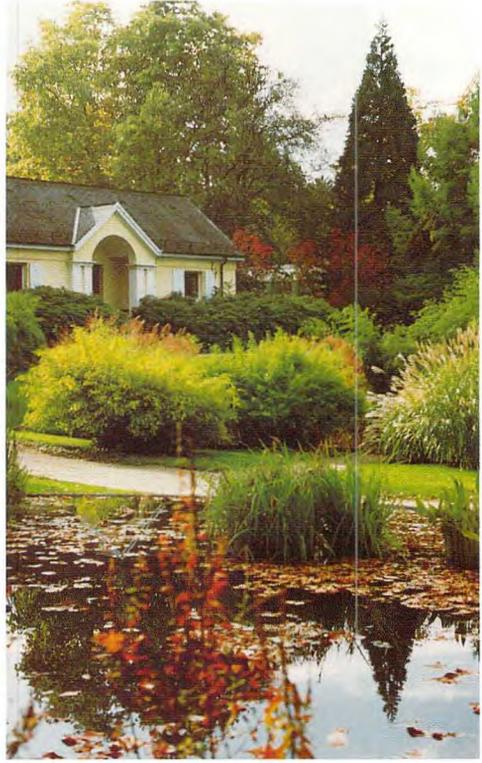


Abb. 23: Wasserbecken und Gartenhaus im Botanischen Garten.

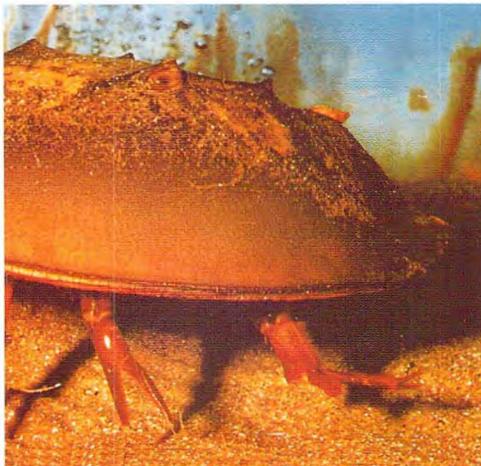


Abb. 24: Pfeilschwanzkrebs *Limulus*.



Abb. 25: *Ginkgo biloba* im Herbstaspekt.

Viele von ihnen betreute ich dann auch bei der sogenannten Zulassungsarbeit, der „Wissenschaftlichen Arbeit zur Wissenschaftlichen Prüfung für das Lehramt an Gymnasien“. Es entstanden neben Arbeiten zu Themen aus Evolutionsbiologie und Paläobotanik zahlreiche sorgfältige interdisziplinäre Untersuchungen, etwa über Botanik und Kulturgeschichte ausgewählter Pflanzen des jüdischen oder des ägyptischen Kulturkreises, oder über die Darstellung von Pflanzen in der Buchmalerei und auf Tafelbildern des europäischen Mittelalters und der Renaissance, oder über Garten und Natur in der Dichtung, z.B. bei JOSEPH VON EICHENDORFF und HERMANN HESSE, oder über Geschichte und Entwicklung des Gartens unter verschiedenen soziologischen und ethnologischen Voraussetzungen.

Damit sind wir bei der dritten Aufgabe, dem **Botanischen Garten**, mit dessen Betreuung ich seit dem ersten Tag meines Dienstes, bereits als Wissenschaftlicher Assistent, beauftragt wurde.

Es war ähnlich wie bei der Lehre von „Opas Biologie“. Damals – in den 60er Jahren – hörte man durchaus Stimmen, welche die Notwendigkeit eines Botanischen Gartens für eine moderne biologische Fakultät in Frage stellten. Eines wurde klar: Ein traditioneller Botanischer Garten, in dem man wie in einer Art Naturalienkabinett von allem etwas zeigen wollte, hatte keine Zukunft. Vielmehr sollte ein einheitliches, überzeugendes, an einem zentralen biologischen Thema orientiertes Konzept die Chance bieten, einen Botanischen Garten sowohl in die Lehre als auch in die Öffentlichkeit neu einzubinden.

Es lag für mich nahe, hierfür das Thema *Stufen der Evolution* zu wählen, zumal das vorhandene, großartige Arboretum mit den durch die Freiburger Klimagunst in besonderer Weise ausgestatteten Gehölzen der arktotertiären Flora einen wichtigen Grundstock bildete. Dieses Konzept einer sich strikt an Schwerpunkten ausrichtenden Anlage von Freiland- und Gewächshausabteilung mit Verzicht auf große liebgewordene Sammlungen, etwa von Orchideen, Bromelien oder Kakteen, stieß bei vielen Kollegen auf Unverständnis – und es brauchte zur Verwirklichung einen langen Atem.

Bezüglich des gestalterischen Aspektes, der mir ebenso wichtig erschien wie der botanische, standen wir vor dem fast unlösbaren Problem, wie ein nicht einmal zwei Hektar großes Gelände, das zudem durch die Neubauten des Instituts seine Rundung verloren hatte, eine großzügige und transparente Architektur bekommen konnte.

Die elegante und überzeugende Lösung lernte ich bei einem Garten- und Landschaftsarchitekten, dem unvergessenen KURT KÖHLER: das Einbringen von Geländebewegungen in den bis dahin fast völlig ebenen Garten, und vor allem die Schaffung verschiedener optisch abgeteilter Räume, innerhalb derer jedoch ein freier Blick möglich bleiben mußte. Diese in den frühen 70er Jahren entworfene Idee wurde konsequent weiterentwickelt – und wenn ich durch den Botanischen Garten führe – höre ich immer wieder die erstaunte Feststellung, der Garten sei eigentlich doch viel größer.

Doch zurück zum Anfang. Daß es einmal so werden würde, war eine Vision, die für mich im wesentlichen aus zwei Quellen gespeist wurde. Eine Quelle war die kulturgeschichtliche Herkunft des Gartens ganz allgemein aus dem Paradies, dem gan edén, dem Garten Eden der Genesis⁶.

⁶ 1 Mose 2,8 (Garten in Eden) und 2,15 (Garten Eden).

Dies ist keineswegs Phantasterei, vielmehr hat man sich in der Zeit, als die ersten Botanischen Gärten auch nördlich der Alpen entstanden, in den letzten Jahrzehnten des 16. und im 17. Jahrhundert, bewußt auf diesen Gedanken bezogen: Es ist die Aufgabe des Menschen, den Versuch zu machen, das Paradies, durch den Sündenfall zerschlagen und an vielen Plätzen der Erde in Einzelstücken zerstreut, wie die Steinchen eines Mosaiks zusammensetzen zu einer Enzyklopädie der Schöpfung – wie sie auch der Garten Eden ursprünglich war.⁷

So z.B. im Botanischen Garten Freiburg: die Indische Lotosblume (*Nelumbo nucifera*) aus Persien und Indien (Abb. 10, Tafel 1), die Kannenpflanze (*Nepenthes*) (Abb. 11, Tafel 1) aus Südostasien, die Tulpenmagnolie (*Magnolia x soulangeana*) (Abb. 12, Tafel 2), deren Eltern aus China kommen, die Zaubernuß (*Hamamelis mollis*) aus Hupeh, der Taubenbaum (*Davidia involucrata*) (Abb. 13, Tafel 2) aus Hupeh und Szetschuan, der nach der Blüte seine weißen Hochblätter abwirft, wie wenn es Taschentücher geregnet hätte; die *Davidia* war der Lieblingsbaum von FRIEDRICH OEHLKERS⁸, der sich zu seinem Geburtstag am 6. Mai stets einen blühenden Zweig wünschte, die Scheinkamelie (*Stewartia pseudocamellia*) (Abb. 14, Tafel 2), ein Teegewächs aus Korea, die Strahlendolde (*Orlaya grandiflora*) (Abb. 15, Tafel 2) aus Süd- und Westeuropa, die „Lebenden Steine“ der Gattung *Lithops* (Abb. 16, Tafel 2) aus Südwestafrika, die *Gunnera* (Abb. 17, Tafel 2) mit den riesigen rhabarberähnlichen Blättern aus Südbrasilien, die chilenische Nationalblume *Lapageria rosea* (Abb. 18, Tafel 3), eine Wolfsmilch (*Euphorbia fulgens*) aus Mexiko (Abb. 19, Tafel 3), eine Sonnenblume (*Helianthus debilis*) aus Nordamerika (Abb. 20, Tafel 3) und der Kalifornische Mohn (*Romneya coulteri*) aus Kalifornien und Mexiko (Abb. 21, Tafel 3).

Im Zusammenhang damit interessierte mich weit über diesen Ansatz hinaus ganz allgemein die Frage der Beziehung des Menschen zur Pflanze. Mehrere unserer Untersuchungen beschäftigten sich mit diesem Thema. Drei Beispiele: In Handschriften aus dem frühen 15. Jahrhundert, wie im „Buch der natürlichen Weisheit“ von ULRICH VON POTTENSTEIN (1430), heute in der Bayerischen Staatsbibliothek München, sind Bäume im Garten mit dem charakteristischen Flechtzaun zwar im Typus zu erkennen, wie Palme oder Feige, aber doch sehr schematisch und eher als Dekor gezeichnet. Dies ändert sich bereits gegen Ende des 15. Jahrhunderts und dann besonders im 16. Jahrhundert. Nicht nur die Entdeckung zahlreicher neuer Pflanzen, sondern auch das für die Renaissance stehende, wieder erwachende intensive Interesse an der Natur führen zu Darstellungen, wie sie z.B. von HANS BURGKMAIR gestaltet wurden: Johannes auf Patmos, entstanden 1518, heute in der Alten Pinakothek in München, zeigt exotische, aber immer noch mit Symbolwert behaftete Pflanzen, z.B. den Drachenbaum – wegen des roten Saftes, Drachenblut, seit alters hoch geschätzt –, ferner Dattelpalme, Feige und Aloë und eine weitere Palme. Die Pflanzen sind aber viel mehr als nur Dekor, sie sind botanisch sorgfältig wiedergegeben.⁹

⁷ Entnommen aus J. PREST, *The Garden of Eden. The Botanic Garden and the Re-Creation of Paradise*. New Haven, London (Yale Univ. Press), 1981, S. 42: „As Cowley said, with the discovery of America, new forms of animals, new plants and new fruits had surprised men's sight. Now that God had revealed the hitherto withheld part of the creation, men could go a long way towards recreating the Garden of Eden by gathering the scattered pieces of the jigsaw together in one place into an epitome or encyclopaedia of creation, just like the first Garden of Eden had been.“

⁸ Ordinarius für Botanik und Direktor des Botanischen Gartens Freiburg von 1932–1958.

⁹ vgl. dazu L. BEHLING, *Die Pflanze in der mittelalterlichen Tafelmalerei*, Weimar (H. Böhlau Nachf.), 1957, S. 153f.

100 Jahre später hat sich die Darstellung der Blumen und Pflanzen ganz vom Symbolbild gelöst – als Beispiel: Die „Blumengarbe in einem Holzkübel“ von JAN BREUGHEL D.Ä., der sogenannte „Kaiserkronentrauß“, dessen größte Version in der Alten Pinakothek in München zu sehen ist, zeigt botanisch genau nicht nur Pflanzen des weitgehend aus dem Kulturkreis der Antike stammenden „mittelalterlichen Sortimentes“ wie Pfingstrose oder Lilie, sondern auch die erst in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts über die Türkei und Wien nach Mitteleuropa gelangten Tulpen und Kaiserkronen.¹⁰

Zurück zum Botanischen Garten Freiburg: Eine zweite Quelle war mir wichtig, denn das „... und füllet die Erde und machet sie euch untertan“¹¹ hielt ich schon immer für einen *grandiosen Irrtum*. Zu Beginn seines 1762 erschienenen „*Émile ou de l'éducation*“ schreibt JEAN-JACQUES ROUSSEAU, ich zitiere in der Sprache der Zeit:

„Tout est bien, sortant des mains de l'auteur des choses: tout dégénère entre les mains de l'homme. Il force une terre à nourrir les productions d'une autre, un arbre à porter les fruits d'un autre. Il mêle et confond les climats, les elemens, les saisons. Il mutile son chien, son cheval, son esclave. Il bouleverse tout, il défigure tout ... Il ne veut rien tel que l'a fait la nature, pas même l'homme ...“¹²

„Alles ist gut, wie es aus den Händen des Schöpfers kommt; alles entartet unter den Händen des Menschen. Der Mensch zwingt ein Land, die Erzeugnisse eines anderen hervorzubringen, einen Baum, die Früchte eines anderen zu tragen. Er vermengt und vertauscht das Wetter, die Elemente und die Jahreszeiten. Er verstümmelt seinen Hund, sein Pferd, seinen Sklaven. Alles dreht er um, alles entstellt er... Nichts will er haben, wie es die Natur gemacht hat, selbst den Menschen nicht...“¹³

Übrigens: „*Émile ou de l'éducation*“ wurde am 9. Juni 1762 vom Pariser Parlament für gottlos erklärt und im Hofe des Justizpalastes zerrissen und verbrannt.

Diese Quelle gab das entscheidende Motiv, im Botanischen Garten eine behutsame, naturnahe Gestaltung des nach wie vor geographisch gegliederten Arboretums – ich erinnere an die Mosaiksteine – Schritt für Schritt zu verwirklichen. Die Sammlung von Pflanzen der Gebirge – das traditionelle Alpinum – und der Pflanzen des Mittelmeergebietes wurden zu Landschaften mit großen Gruppen, in denen die einzelnen Arten in ihrem natürlichen Wuchs zu erkennen sind, viel deutlicher als vorher mit den vielen, oft nur in einem oder wenigen Exemplaren vorhandenen

¹⁰ vgl. dazu G. WINKELMANN-RHEIN, Blumen-Breughel, 3.A., Köln (DuMont), 1979, Titelbild.

¹¹ 1 Mose 1,28 in der Übersetzung von MARTIN LUTHER.

¹² JEAN-JACQUES ROUSSEAU, *Émile ou de l'éducation*, Livre 1, 1er paragraphe, zitiert aus J.-J. ROUSSEAU, *Oeuvres complètes*, T. IV, Paris (Gallimard), 1969, S. 245. Das vollständige Zitat lautet (in der Schreibweise der Zeit): „Tout est bien, sortant des mains de l'auteur des choses: tout dégénère entre les mains de l'homme. Il force une terre à nourrir les productions d'une autre, un arbre à porter les fruits d'un autre. Il mêle et confond les climats, les elemens, les saisons. Il mutile son chien, son cheval, son esclave. Il bouleverse tout, il défigure tout: il aime la difformité, les monstres. Il ne veut rien tel que l'a fait la nature, pas même l'homme; il le faut dresser pour lui comme un cheval de manège; il faut le contourner à sa mode comme un arbre de son jardin.“

¹³ Deutsches Zitat nach der Ausgabe von L. SCHMIDTS, *Emil oder über die Erziehung*, Paderborn u.a. (Schöningh), 1985, S. 9.

Species. Ein anderer Bereich, der Weinberg, ist als Rekonstruktion des Ausschnittes einer alten Kulturlandschaft zu verstehen mit den zugehörigen, an den Jahresrhythmus des Weinstocks angepaßten Begleitpflanzen (Abb. 22, Tafel 4), zugleich der Beitrag des Botanischen Gartens Freiburg zur Erhaltung von Arten der „Roten Liste“.

In einem der optisch abgeteilten Räume passen in das Gesamtkonzept das dynamische Stammbaum-System¹⁴, die Wasserpflanzen (Abb. 23, Tafel 4) und die Heilpflanzen, da die Kreisform der Beete und Becken eine nahe Verwandtschaft zur in der Pflanzenwelt häufigen Radiärsymmetrie zeigt. Unkonventionelles wie von Kollegen oft kritisierte Gehölze auch im System („Gehölze gehören ins Arboretum“) und andere sogenannte Sünden, z.B. die Einbeziehung von Cultivars, erwiesen sich als besondere Chance einer attraktiven Gestaltung der in so manchen Botanischen Gärten phantasiearmen systematischen Abteilung.

All das kann man selbstverständlich nicht alleine tun. Ideen bleiben Luftschlösser, wenn man kein engagiertes Team neben sich weiß. Ich nenne nur wenige Namen – stellvertretend –, die langjährigen Gartenmeister MARTIN EBERLE und OSKAR LEHMANN, beide längst im verdienten Ruhestand, und in den letzten Jahren Gartenmeister JÜRGEN ZACHARIAS, in dem ich erneut einen kongenialen Mitarbeiter gefunden habe. Mit vielen eigenen Ideen und unglaublichem Engagement hat er zusammen mit den Gärtnerinnen und Gärtnern das verwirklicht, was mir vorschwebte.

All die Widrigkeiten, wie das ständige Ringen um die Finanzierung, die mit garantierter Regelmäßigkeit erfolgten Stellenstreichungen – seit meinem Dienstbeginn 1965 hat der Botanische Garten deutlich über 50% der Wochenarbeitsstunden verloren – die immer wieder gebetsmühlenartig vorgetragenen Äußerungen, was ein Botanischer Garten eigentlich soll, haben uns zwar viel Nerven gekostet, aber *nicht nachhaltig beeindruckt*.

Was nun bleibt, ist Adieu zu sagen, vor allem anderen *dankbar*, denn: Wer bekommt schon die Chance, sich über mehr als 35 Jahre einen Traum zu erfüllen?

Die Fakultät hat sich verändert, und wohl auch die Universität. Ich möchte mich dazu nicht äußern, nur eine Frage stellen: Wo, halten zu Gnaden, wird an dieser Fakultät, vielleicht auch an dieser Universität, noch Platz sein für einen *Gelehrten – ohne Patent und ohne Firma?*

Da hört man da und dort schon einmal die ironische Formulierung „*lebendes Fossil*“ – und seit dem 1. Januar 2001 – „*aus dem letzten Jahrtausend*“. Doch gemacht, als gelerntem Paläontologen seien mir dazu ein paar Bemerkungen gestattet. CHARLES DARWIN hat 1859 in seiner „Entstehung der Arten“ mit „living fossils“¹⁵ *etwas ganz anderes gemeint*:

¹⁴ vgl. dazu D. VOGELLEHNER, Über das „System der Blütenpflanzen“ in Botanischen Gärten, Natur und Museum, 120, S. 183–192, Frankfurt (Senckenb. Naturf. Ges.), 1990.

¹⁵ CH. DARWIN, On the Origin of Species by means of Natural selection, London (J. Murray), 1859, S. 107: „These anomalous forms may almost be called living fossils; they have endured to the present day, from having inhabited a confined area, and from having thus been exposed to less severe competition“, zit. nach The work of Charles Darwin ed. by PAUL H. BARTLETT & R.B. FREEMAN, Vol. 15, New York (N.Y. Univ. Press), 1988, S. 78.

Die Lebensdauer einer biologischen Art beträgt je nach Selektionsbedingungen einige zehntausend oder einige hunderttausend Jahre – und einer Gattung, je nach taxonomischer Auffassung, vielleicht auch einmal ein paar Millionen Jahre.

Ganz anders schreitet eines der bekanntesten lebenden Fossilien, der Pfeilschwanzkrebs *Limulus*, *gut geschützt und hellwach* (Abb. 24, Tafel 4) seit der Untertrias, also seit rund 200 Millionen Jahren nahezu unverändert durch seinen Lebensraum. Und wenn die Arten der Gattung *Limulus* – die hartnäckigen Lebenskünstler der Evolution, wie sie einmal genannt wurden – ihre ökologische Nische gefunden haben, vermehren sich diese lebenden Fossilien *unbändig*, und viele kleine Limuli werden dafür sorgen, daß dies auch in den nächsten 100 Millionen Jahren so bleiben wird. Schließlich: Das klassische Beispiel eines lebenden Fossils aus der Botanik, der *Ginkgo biloba* (Abb. 25, Tafel 4), letzter Vertreter der im Erdmittelalter blühenden Sippe der Ginkgogewächse – die Gattung *Ginkgo* gibt es fast unverändert seit rund 80 Millionen Jahren – erweist sich, im Gegensatz zu vielen phylogenetisch wesentlich jüngeren Gewächsen, in unseren emissionsbeladenen Städten als besonders stabil und rauchfest. Und: Seit mehreren tausend Jahren in seiner Heimat China als wertvolle Heilpflanze geschätzt, wurde *Ginkgo biloba* nun auch in der westlichen Medizin besonders wichtig: das lebende Fossil als hochwirksames *Geriatrikum*.

Ich habe lange darüber nachgedacht, was nach 88 Semestern Universität, davon 16 in Tübingen und 72 in Freiburg, wohl zu sagen ist: etwas *Stolzes* oder eher *Bescheidenes*, etwas *Resignierendes* oder eher *Zukunftsweisendes*, etwas *Ironisches* oder eher *Aufrichtiges*, etwas *Aggressives* oder eher *Weises*? Ich gestehe, daß alles, was mir dazu einfiel, sich bei näherem Zusehen als ungeeignet erwiesen hat. Da legte mir meine Tochter ein Blatt aus ihrem Ringbuch auf den Schreibtisch – mit Zeilen, die sie irgendwo irgendwann von einem sonst unbekanntem Autor für sich aufgeschrieben hatte:

Bevor du abreist ...¹⁶

*“Bevor du abreist,
solltest du noch den Mond einpacken
und vergiß um Himmels Willen die Venus nicht.*

*Nimm auch den Ozean mit.
Schieb ihn einfach zwischen die Unterwäsche.*

*Und denk an die Sternschnuppe.
Steck sie in einen Gummistiefel, da kann sie nicht raus.*

*Du weißt doch. Die Schnuppe ist ein Gruß aus der Unendlichkeit.
Da hat einer von dir geträumt,
vor 10 000 Jahren hat er sein Licht losgeschickt.
Jetzt ist es hier.
Bei dir.*

*Ich bitte dich. Pack die Schnuppe ein.
Und reise endlich los.
Es ist höchste Zeit.*

*Und wenn du zurückkommst,
bring neue Gedanken mit,
und vielleicht eine Muschel,
irgendeine kleine Muschel,
an deren Kleid aus gefrorenem Porzellan die Zeit abtropft ...“*

Au revoir et bonne chance. Auf Wiedersehen und viel Glück.

¹⁶ Der Autor ist ERICH SCHLIEPHAKE. Trotz intensiver Recherchen ist es nicht gelungen, die Quelle dieser Verse zu ermitteln.

Abbildungsnachweise

- Abb. 1: *Asterophyllites equisetiformis* (Sternberg) Brongniart f. *equisetiformis*. – Stefan A/B, Hohengeroldseck bei Lahr. Ca. 0,9 x. – aus VOGELLEHNER, D., Die Flora des Stefans an der Hohengeroldseck bei Lahr (Mittlerer Schwarzwald). I. Sphenophyta (Sphenophyllales und Equisetales). Ber. Naturf. Ges. Freiburg, 57, 1967, S. 152, Abb. 9 (mit freundlicher Genehmigung der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg).
- Abb. 2: *Calamostachys* sp., möglicherweise zur Beblätterung von *Annularia sphenophylloides* (ebenfalls Equisetales) gehörig. – Stefan A/B, Hohengeroldseck bei Lahr. Ca. 1,2 x. – Original. (Foto: MANFRED HÄCKER)
- Abb. 3: *Sigillaria brardii* (Brongniart) Brongniart. – Stefan A/B, Hohengeroldseck bei Lahr. Ca. 1,1 x. – aus VOGELLEHNER, D., Die Flora des Stefans an der Hohengeroldseck bei Lahr (Mittlerer Schwarzwald). II. Lycophta (Lepidophytales). Ber. Naturf. Ges. Freiburg, 57, 1967, S. 253, Abb. 3 (mit freundlicher Genehmigung der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg).
- Abb. 4: *Sigillariostrobus cochlearis* Vogellehner. – Stefan A/B, Hohengeroldseck bei Lahr. Ca. 0,9 x – aus VOGELLEHNER, D., Die Flora des Stefans an der Hohengeroldseck bei Lahr (Mittlerer Schwarzwald). II. Lycophta (Lepidophytales). Ber. Naturf. Ges. Freiburg, 57, 1967, S. 258, Abb. 6 (mit freundlicher Genehmigung der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg).
- Abb. 5: *Acisheca (Pecopteris) polymorpha* (Brongniart) Schimper. – Stefan A/B, Hohengeroldseck bei Lahr. Ca. 2,1 x. – aus: MOSBRUGGER, V., Systematisch-taxonomische und phylogenetische Untersuchung der Pecopteriden-Taphoflora des Stefans an der Hohengeroldseck bei Lahr (Mittlerer Schwarzwald). Diss. Freiburg, 1983, Taf. 8, Fig. 2.
- Abb. 6: *Neuropteris* sp. – Stefan A/B, Hohengeroldseck bei Lahr. Ca. 1,2 x. – aus: MOSBRUGGER, V., Struktur, Evolution und Verbreitung der Pteridophylle (Neuropteriden, Callipteriden, Odontopteriden) im Stefanium des mittleren Schwarzwaldes (Hohengeroldseck). Wiss. Arbeit z. Wiss. Prüfung f.d. Lehramt an Gymnasien, Freiburg 1979, Taf. 2, Fig. 2.
- Abb. 7: *Larix decidua* Mill. (Foto: REINHARD-Tierfoto)
- Abb. 8: aus DALTON, F., Caught in motion, London (Weidenfeld and Nicholson), 1984, S. 80, Fig. 69.
- Abb. 9: *Rosa canina* L., aus REICHHOLF, J.G. u. STEINBACH, G., Die große Enzyklopädie der Bäume und Sträucher, München (Mosaik-Verlag), 1993, S. 30.
- Abb. 10: *Nelumbo nucifera* Gaertn., Botanischer Garten Freiburg. (Foto: SABINE BRANDT)
- Abb. 11: *Nepenthes* sp., aus ENCKE, F., Kalt- und Warmhauspflanzen, 2.A., Stuttgart (E. Ulmer), 1987, S. 284 (mit freundlicher Genehmigung des Verlages Eugen Ulmer).
- Abb. 12: *Magnolia x soulangeana* Soul.-Bod. (*M. denudata* x *M. liliiflora*), Botanischer Garten Freiburg. (Foto: DIETER ZISSLER)
- Abb. 13: *Davidia involuocrata* Baill., Botanischer Garten Freiburg.
- Abb. 14: *Stewartia pseudocamellia* Maxim., Botanischer Garten Freiburg.
- Abb. 15: *Orlaya grandiflora* (L.) Hoffm., Botanischer Garten Freiburg. (Foto: LUITGARD ROSENTHAL)
- Abb. 16: *Lithops* sp., aus ENCKE, F., Kalt- und Warmhauspflanzen, 2.A., Stuttgart (E. Ulmer), 1987, S. 61 (mit freundlicher Genehmigung des Verlages Eugen Ulmer).
- Abb. 17: *Gunnera manicata* Lind. ex André, Botanischer Garten Freiburg. (Foto: DIETER ZISSLER)
- Abb. 18: *Lapageria rosea* Ruiz et Pav., aus ENCKE, F., Kalt- und Warmhauspflanzen, 2.A., Stuttgart (E. Ulmer), 1987, S. 315 (mit freundlicher Genehmigung des Verlages Eugen Ulmer).
- Abb. 19: *Euphorbia fulgens* Karw. ex Klotzsch, aus ENCKE, F., Kalt- und Warmhauspflanzen, 2.A., Stuttgart (E. Ulmer), 1987, S. 239 (mit freundlicher Genehmigung des Verlages Eugen Ulmer).
- Abb. 20: *Helianthus debilis* Nutt., Botanischer Garten Freiburg. (Foto: VERENA MÜLLER)
- Abb. 21: *Romneya coulteri* Harv., Botanischer Garten Freiburg. (Foto: MONIKA und HANS JÜRGEN LEUZINGER)
- Abb. 22: *Tulipa sylvestris* L., *Ornithogalum umbellatum* L., Botanischer Garten Freiburg. (Foto: ROSWITHA und JÜRGEN ZACHARIAS)
- Abb. 23: Botanischer Garten Freiburg. (Foto: CLAUDIA PLACHY)
- Abb. 24: aus Brehms Neue Tierencyklopädie, Bd. 12, Freiburg, Basel, Wien (Herder), 1977, S. 107.
- Abb. 25: aus HOVA, B. (Hrsg.), Bäume der Welt, Stuttgart (DRW-Verlag), 1981, S. 61.

(Am 21. Juni 2001 bei der Schriftleitung eingegangen.)

ANHANG

A. Schriftenverzeichnis

I. Paläontologie/Paläobotanik, Evolutionsbiologie

1. Allgemeines

- VOGELLEHNER, D. (1970): Paläontologie. – In: Wissen im Überblick, Das Leben, S. 502-540, Freiburg, Basel, Wien (Herder).
- VOGELLEHNER, D. (1972): Gehölze im Lichte der pflanzlichen Evolution. – Mitt. Dt. Dendr. Ges. 65, 65-75.
- VOGELLEHNER, D. (1977): Die systematische Stellung der Koniferen. – In: H. SCHMIDT-VOGT (Hrsg.), Die Fichte, Band I, S. 1-8, Hamburg und Berlin (Paul Parey). 2. Aufl. 1987.
- VOGELLEHNER, D. (1978): Wege der Evolution bei Pflanzen. – In: R. STEWING (Hrsg.), Evolution, 201-220, UTB 748, Stuttgart, New York (G. Fischer). 2. Aufl. 1982, 3. Aufl. 1987.
- VOGELLEHNER, D. (1979): Rekonstruktion permokarbonischer Vegetationstypen auf der Nord- und Südhalbkugel. – In: R. TÜXEN & O. WILMANN (Red.), Werden und Vergehen von Pflanzengesellschaften. – Ber. Int. Symp. Int. Vereinig. Vegetationskde., 5-20.
- VOGELLEHNER, D. (1982): Beispiele für Rekapitulationsentwicklung und Abbreivationsentwicklung bei Höheren Pflanzen. – Verh. naturwiss. Ver. Hamburg (NF) 25, 51-69.
- VOGELLEHNER, D. (1983): Vegetationsgeschichte im Tertiär (Bericht über die Postersitzung). – Ber. Dt. Bot. Ges. 96/2-3, 164-166.
- VOGELLEHNER, D. (1983): Phylogenie des sekundären Wasserleitsystems. – Ber. Dt. Bot. Ges. 96/2-3, 365-374.
- STENZEL, E., HENI, J., RIMPLER, H. & VOGELLEHNER, D. (1988): Phenetic relationships in *Clerodendrum* (Verbenaceae) and some phylogenetic considerations. – Plant Systematic and Evolution 159, 257-271.

2. Anatomie und Merkmalsevolution fossiler Gymnospermenhölzer

- VOGELLEHNER, D. (1964): Zur Nomenklatur der fossilen Holzgattung *Dadoxylon* Endlicher 1847. – Taxon 13/7, 233-237.
- VOGELLEHNER, D. (1965): Untersuchungen zur Anatomie und Systematik der verkieselten Hölzer aus dem fränkischen und südthüringischen Keuper. – Erlanger geol. Abh. 59, 76 S.
- VOGELLEHNER, D. (1966): *Protopitys buchiana* Göppert bei KRAUS 1882 (Keuper von Neuwelt) ist *Paradoxoxylon* Kräusel. – Senckenbergiana leth. 47/3, 339-345.
- VOGELLEHNER, D. (1966): *Dadoxylon reticulatum* n. sp., ein phylogenetisch interessantes Holz aus dem Keuper von Franken. – Geol. Jb. 84, 299-306.
- VOGELLEHNER, D. (1966): Zwei neue Vertreter der fossilen Sekundärholzgattung *Protophyllocladoxylon* Kräusel aus dem deutschen Mesozoikum. – Geol. Jb. 84, 307-326.
- VOGELLEHNER, D. (1967): *Scaloroxylon multiradiatum* n. g. n. sp., ein Cycadophytina-Sekundärholz aus dem Keuper von Franken. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh. 128/2, 215-228.
- VOGELLEHNER, D. (1967): Prodrömus zu einer Monographie der Protopinaceae. I. Die protopinoiden Hölzer der Trias. – Palaeontographica B 121/1-3, 30-51.
- VOGELLEHNER, D. (1967): Holzanatomie triassischer Gymnospermen und ihre Bedeutung für die Phylogenie. – Ber. Dt. Bot. Ges. 80/5, 307-311.
- VOGELLEHNER, D. (1968): Prodrömus zu einer Monographie der Protopinaceae. II. Die protopinoiden Hölzer des Jura. – Palaeontographica B 124/4-6, 125-161.
- VOGELLEHNER, D. (1968): Holzbautypen der Gattung *Dadoxylon* Endlicher aus dem Oberen Burgsandstein von Franken. – Geol. Bl. NO-Bay. 18/1, 11-16.
- SELMEIER, A. & VOGELLEHNER, D. (1968): *Podocarpoxylon triassicum* n. sp., ein phylogenetisch bedeutungsvolles „modernes“ Holz aus dem Keuper von Franken. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh. 132/1, 70-86.
- VOGELLEHNER, D. (1982): Zur Anatomie und Systematik von „Treibhölzern“ aus dem Posidonien-schiefer von Holzmaden (Schwäb. Alb). – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg 56, 15-22.

3. Karbonfloren des Schwarzwaldes

- VOGELLEHNER, D. (1967): Möglichkeiten einer regelgemäßen Stabilisierung der Nomenklatur karbonischer Pflanzen I. – Taxon 16, 124-129.
- VOGELLEHNER, D. (1967): Die Flora des Stefans an der Hohengeroldseck bei Lahr (Mittlerer Schwarzwald). I. Sphenophyta (Sphenophyllales und Equisetales). – Ber. Naturf. Ges. Freiburg 57, 133-168.
- VOGELLEHNER, D. (1967): Die Flora des Stefans an der Hohengeroldseck bei Lahr (Mittlerer Schwarzwald). II. Lycophyta (Lepidophytales). – Ber. Naturf. Ges. Freiburg 57, 245-266.
- VOGELLEHNER, D. (1968): Möglichkeiten einer regelgemäßen Stabilisierung der Nomenklatur karbonischer Pflanzen II. – Taxon 17, 159-167.
- VOGELLEHNER, D. (1968): Möglichkeiten einer regelgemäßen Stabilisierung der Nomenklatur karbonischer Pflanzen III. – Taxon 17, 265-269.
- VOGELLEHNER, D. (1968): Ein neuer Fund von *Archaeocalamites radiatus* (Brongniart) Stur aus dem Unterkarbon des Südschwarzwaldes. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N.F. 9/4, 681-686.
- MOSBRUGGER, G. U. V. & VOGELLEHNER, D. (1981): Die Floren des Oberkarbons im Schwarzwald. Ein Beitrag zu ihrer Erforschungsgeschichte (1. Mitteilung). – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N.F. 12/3-4, 205-220.
- MOSBRUGGER, V. & VOGELLEHNER, D. (1981): Zur Pecopteridenflora des Stefaniums im Schwarzwald. Eine erste Analyse. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg 50, 23-34.
- MOSBRUGGER, V. & VOGELLEHNER, D. (1982): Zur Sippenabgrenzung in der Paläobotanik mit Hilfe mathematisch-statistischer Methoden am Beispiel der jungpaläozoischen Pteridophylle *Pecopteris arborescens-cyathæa*. – Palaeontographica B 184/4-6, 107-126.
- VOGELLEHNER, D. (1983): Steinkohlenwälder im Schwarzwald. Reihe Forschung in Freiburg. – Bad. Zeit. v. 28.11.1983.
- STEPANEK, I., MOSBRUGGER, V. & VOGELLEHNER, D. (1983): Die Flora des unteren Oberkarbons von Diersburg-Berghaupten bei Offenburg (Mittlerer Schwarzwald). I: Equisetatae (Calamitaceae und Sphenophyllaceae). – Ber. Naturf. Ges. Freiburg 73, 47-75.
- STEPANEK, I. & VOGELLEHNER, D. (1985): Die Flora des unteren Oberkarbons von Diersburg-Berghaupten bei Offenburg (Mittlerer Schwarzwald). II: Lycopodiatae (Sigillariaceae und Lepidodendraceae). – Ber. Naturf. Ges. Freiburg 75, 71-90.
- MOSBRUGGER, V. & VOGELLEHNER, D. (1986): Systematisch-taxonomische und phylogenetische Untersuchung der Pecopteriden-Taphoflora des Stefans an der Hohengeroldseck bei Lahr (Mittlerer Schwarzwald). – Palaeontographica B 199/4-6, 91-192.
- MOSBRUGGER, V. & VOGELLEHNER, D. (1986): Zur Klassifikation der Pecopteriden. Einige Ergebnisse der Anwendung der Clusteranalyse. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg 86, 45-55.

II. Biomechanik

- SPECK, T. & VOGELLEHNER, D. (1988): Biophysical examinations of the bending stability of various stele types and the upright axes of early „vascular“ land plants. – Botanica Acta 101/3, 262-268.
- SPECK, T. & VOGELLEHNER, D. (1988): Das Leit- und Festigungssystem früher „Gefäß“-Landpflanzen, Biomechanik und Evolution. – Natürliche Konstruktionen, Mitteilungen des SFB 230/Heft 2, 195-202.
- SPECK, T. & VOGELLEHNER, D. (1988): Biophysikalische Untersuchungen zur Mechanostabilität verschiedener Stelentypen und zur Art des Festigungssystems früher „Gefäß“-Landpflanzen. – Palaeontographica B 210/4-6, 91-126.
- SPECK, T. & VOGELLEHNER, D. (1989): Die Mechanostabilität verschiedener Stelentypen und ihre Bedeutung für das Festigungssystem früher Gefäßlandpflanzen. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg 109, 93-116.
- SPECK, T., SPATZ, H.-CH. & VOGELLEHNER, D. (1990): Contributions to the biomechanics of plants. I. Stabilities of plant stems with strengthening elements of different cross-sections against weight and wind forces. – Botanica Acta, 103/1 111-122.
- SPATZ, H.-CH., SPECK, T. & VOGELLEHNER, D. (1990): Contributions to the biomechanics of plants. II. Stability against local buckling in hollow plant stems. – Botanica Acta 103/1, 123-130.
- SPECK, T. & VOGELLEHNER, D. (1992): Fossile Bäume, Spreizklimmer und Lianen – Versuch einer biomechanischen Analyse der Stammstruktur. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg 147, 31-53.

- SPECK, T. & VOGELLEHNER, D. (1992): Biomechanics and maximum height of some Devonian land plants. – In: J. EDER (ed.), *Palaeovegetational development in Europe etc.*, *Proceed. PanEurop. Paleobotanical Conf. Vienna 1991*, 413-422, Vienna.
- SPECK, T., ROWE, N.P. & VOGELLEHNER, D. (1994): Growth habits in plants and their correlation with stem's functional anatomy and biomechanics. 2: Fossil plants with secondary growth. – *Archit., Struct., Méc. de l'arbre*, 5e Sémin. int., Paris 1992. *Lab. Méc. Genie Civil, Univ. Montpellier II*, 167-177.
- SPECK, T. & VOGELLEHNER, D. (1994): Devonische Landpflanzen mit und ohne hypodermale Sterom – eine biomechanische Analyse mit Überlegungen zur Frührevolution des Leit- und Festigungssystems. – *Palaeontographica B* 233/1-6, 157-227.

III. EDV in Botanischen Gärten

- VOGELLEHNER, D. (1987): Datenverarbeitung in Botanischen Gärten durch Einsatz von Personal Computern. – *Gärtn.-Bot. Brief* 89, 5-18.
- VOGELLEHNER, D. & SPECK, T. (1987): Die Datenverarbeitung im Botanischen Garten der Universität Freiburg i. Br. – *Gärtn.-Bot. Brief* 90, 7-30.
- VOGELLEHNER, D. & SPECK, T. (1987): Handbuch zur Benutzung von DIDEA-FR (Dialog-orientiertes Daten-Eingabe- und Ausgabesystem, Botanischer Garten Freiburg), XV + 199 S., Freiburg i. Br. (Botanischer Garten), Version 2: 1988, Version 2.1: 1989.
- VOGELLEHNER, D. & SPECK, T. (1988): DIDEA-FR, a Computer Program System in Dialogue Mode for Botanical Gardens. – *Taxon* 37/4, 876-884.
- VOGELLEHNER, D. & SPECK, T. (1989): Neuerungen und Verbesserungen bei DIDEA-FR, einem Programmsystem zur Datenverwaltung in Botanischen Gärten mit Personal Computern. – *Gärtn.-Bot. Brief* 97, 5-17.
- VOGELLEHNER, D. & SPECK, T. (1989): Working mode and data flow in DIDEA-FR, a programme for the management of plant and address data in botanic gardens. – *Botanic Gardens Conservation News* 1/5, 45-50.
- VOGELLEHNER, D. & SPECK, T. (1990): Handbuch zur Benutzung von DIDEA-FR. Dialog-orientiertes Daten-Eingabe- und Ausgabe-System, Botanischer Garten Freiburg, Version 3 für dBase IV, IX + 335 S., Freiburg i. Br. (Botanischer Garten).
- VOGELLEHNER, D. & SPECK, T. (1990): Dialogue-orientated Input and Output System for the Management of Plant Data and Address Data in Botanical Gardens. Manual of DIDEA-FR, Version 3 for dBase IV (Translation: D. HORN), VIII + 316 p., Freiburg i. Br. (Botanical Garden).
- VOGELLEHNER, D., FELDER, CH. & SPECK, T. (1991): Vollautomatische Verarbeitung von Samenbestellungen mit Druck von Aufklebeeriketten und statistischer Übersicht – Eine wesentliche Erweiterung von DIDEA-FR. – *Gärtn.-Bot. Brief* 102, 5-13.
- VOGELLEHNER, D. & SPECK, T. (unt. Mitarb. v. CH. FELDER) (1992): DIDEA-FR, Version 3.1 für dBase IV/IV.1. Erweiterungen und Ergänzungen zum Handbuch zur Benutzung von DIDEA-FR Version 3 für dBase IV, 223 S., Freiburg i. Br. (Botanischer Garten).
- SPECK, T. & VOGELLEHNER, D. (1994): DIDEA-FR, Version 3.1 für dBase IV/IV.1. Erweiterungen und Ergänzungen zum Handbuch zur Benutzung von DIDEA-FR, 2. Teil – Sonderdruck- und Informationsmaterialversand, 32 S., Freiburg i. Br. (Botanischer Garten).

IV. Botanischer Garten Freiburg

- VOGELLEHNER, D. (1974): Botanischer Garten heute – Zugeständnis an die Tradition? Aufgaben heutiger Botanischer Gärten. – *Gärtn.-Bot. Brief* 44, 1411-1419.
- VOGELLEHNER, D. (1975): Überlegungen zur Rolle des Botanischen Gartens an der Universität Freiburg. – *Freiburger Univ.-Blätter* 50, 31-33.
- VOGELLEHNER, D. (1976): Die Botanischen Gärten der Universität Freiburg, mit einem Beitrag von Landschaftsarchitekt K. KÖHLER. – *Freiburger Stadtheft* 23, 24 S.
- VOGELLEHNER, D. (1977): Pflanzen aus aller Herren Ländern. – *Freiburger Almanach* 28, 121-129.
- VOGELLEHNER, D. (1986): Der Botanische Garten der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br. – In: *Offizieller Führer Freiburg 1986: Landesgartenschau*, S. 250-251.
- VOGELLEHNER, D. (1986): Der Botanische Garten der Universität Freiburg. – *Freiburger Forum* 4, 22.
- VOGELLEHNER, D. (1986): Der Botanische Garten – geschichtliches Verständnis und heutiger Anspruch. – *Ulmer Universitätsreden* 14, 57-72.

- VOGELLEHNER, D. (1987): Botanischer Garten der Albert-Ludwigs-Universität zu Freiburg im Breisgau. – In: F. EBEL, F. KÜMMEL & C. BEIERLEIN, *Botanische Gärten Mitteleuropas* 1, 51-52. Wiss. Beiträge d. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg 1986/87, Halle (Saale).
- VOGELLEHNER, D. (1990): Über das „System der Blütenpflanzen“ in Botanischen Gärten. Erfahrungen mit dem Stammbaummodell im Botanischen Garten der Universität Freiburg. – *Natur und Museum* 120/6, 183-192.
- VOGELLEHNER, D., STAHRER, E.-M., HENEKA, B. & TRAUT, S. (1995): Botanischer Garten Freiburg 1620-1995. – Ausstellungsführer, 19 S., Freiburg i. Br. (Botanischer Garten).
- VOGELLEHNER, D. (1995): Eine grüne Insel feiert Geburtstag. Der Botanische Garten der Universität wird 375 Jahre alt. – *Freiburger Uni-Magazin* 1995/2, 10-11.
- VOGELLEHNER, D. (1996, Hrsg.): Botanischer Garten der Universität Freiburg 1620-1995. Entwicklungen, Zusammenhänge, Dokumente. – *Schriften der Univ.-Bibl. Freiburg i. Br.* 22, 164 S., Freiburg.
- TRAUT, S. & VOGELLEHNER, D. (1996): Synoptische Tabelle zur Geschichte des Botanischen Gartens. – In: D. VOGELLEHNER (Hrsg.), *Botanischer Garten der Universität Freiburg 1620-1995. Schriften der Univ.-Bibl. Freiburg i. Br.* 22, 65-71, Freiburg.
- VOGELLEHNER, D., HENEKA, B., STAHRER, E.-M. & TRAUT, S. (1996): Geschichte des Botanischen Gartens der Universität Freiburg. – In: D. VOGELLEHNER (Hrsg.), *Botanischer Garten der Universität Freiburg 1620-1995. Schriften der Univ.-Bibl. Freiburg i. Br.* 22, 73-130, Freiburg.

V. Pflanzen und Gärten

- VOGELLEHNER, D. (Hrsg.) (1972): *Blumen der Welt* von F. PERRY und L. GREENWOOD. – 314 S., Freiburg, Basel, Wien (Herder).
- VOGELLEHNER, D. (Hrsg.) (1978): *Das praktische Pflanzen- und Blumenbuch*. – 320 S., Freiburg, Basel, Wien (Herder).
- VOGELLEHNER, D. (1982): *Pflanzen Darstellungen in Wissenschaft und Kunst*. – Ausstellungsführer, 24 S., Freiburg (Botanischer Garten).
- VOGELLEHNER, D. (1983): *Pflanzen Darstellungen in Wissenschaft und Kunst*. – *Ber. Dt. Bot. Ges.* 95/3, 541-546.
- VOGELLEHNER, D. (1984): *Pflanzen Darstellungen in Wissenschaft und Kunst*. – Ausstellungskatalog. *Schriften der Univ.-Bibl. Freiburg i. Br.* 8, II + 75 S., Freiburg.
- VOGELLEHNER, D. (1984): *Pflanzen und Gärten – Gedanken zu einer Grundbeziehung des Menschen*. – *Gießener Universitätsblätter XVII/2*, 9-22.
- VOGELLEHNER, D. (1984): *Gärten und Pflanzen im Mittelalter*. – In: G. FRANZ (Hrsg.), *Geschichte des deutschen Gartenbaues (Deutsche Agrargeschichte VI)*, 69-98, Stuttgart (Ulmer).
- VOGELLEHNER, D. (1986): *Blumen als Symbol- und Heilpflanzen: Ausdruck einer harmonischen Welt*. – In: *Kreutter Kunst. Aus alten Kloostergärten zu neuem Pflanzenverständnis. Museumspädagogische Initiative. Museen der Stadt Freiburg*, 45-54, Freiburg.
- VOGELLEHNER, D. (1986): *Die Pflanze in der Kunst*. – *Freiburger Forum* 4, 19-21.
- VOGELLEHNER, D. (1988): „Garten“, agrar-, wirtschafts- und rechtsgeschichtliche Aspekte. – In: *Lexikon des Mittelalters Bd. IV*, 1122-1124, München (Artemis).
- VOGELLEHNER, D. (1988): *Der Garten von Eichstätt. Das große Herbarium des Basilius Besler von 1613, Vorwort*. – München (Schirmer/Mosel).
- VOGELLEHNER, D. (1989): *Les jardins du haut Moyen Age (VIIIe – XIIe siècles)*. – *Dans: Jardins et vergers en Europe occidentale (VIIe – XVIIIe siècles)*, *Flaran* 9, 11-40.
- VOGELLEHNER, D. (1996): *Blühende Gärten – Chiffren für Herkunft, Sehnsucht und Heimkehr des Menschen*. – In: D. VOGELLEHNER (Hrsg.), *Botanischer Garten der Universität Freiburg 1620-1995, Schriften der Univ.-Bibl. Freiburg i. Br.* 22, 11-35, Freiburg.

VI. Lehrbücher u.a.

- ANDRÉ, R. & VOGELLEHNER, D. (1971): *Wir entdecken die Vorzeit*. – 1. Aufl., 58 S., Freiburg, Basel, Wien (Herder), 2. Aufl. 1972, 3. Aufl. 1973, 4. Aufl. 1975, Finnische Ausgabe: *Kun maapallo oli nuori*, Helsinki (Weilin + Göös), 1973.
- VOGELLEHNER, D. (1972): *Botanische Terminologie und Nomenklatur. Eine Einführung*. – 1. Aufl., 84 S. *Gustav Fischer Taschenbücher*, Stuttgart (G. Fischer), 2. Aufl., 140 S., UTB 1266, Stuttgart (G. Fischer), 1983.

- VOGELLEHNER, D. (1972): Paläontologie. Grundlagen, Erkenntnisse, Geschichte der Organismen. – 1. Aufl., 110 S., Reihe studio visuell, Freiburg, Basel, Wien (Herder), 2. Aufl. 1973, 3. Aufl. 1975, 4. Aufl. 1977, 5. Aufl. 1978, 6. Aufl. 1981.
- VOGELLEHNER, D. (1981): Baupläne der Pflanzen. Eine funktionelle Morphologie. – 124 S., Reihe studio visuell, Freiburg, Basel, Wien (Herder).
- VOGELLEHNER, D. (1981, Hrsg.): Lexikon der Vorzeit (übers. u. bearb. v. V. MOSBRUGGER u. W. ELLEGAST). – 388 S., Freiburg, Basel, Wien (Herder).
- ZISSLER, D. & VOGELLEHNER, D. (1983): Telekolleg I. Biologie, Band 1. – 108 S., München (TR-Verlagsunion).
- VOGELLEHNER, D. & ZISSLER, D. (1984): Telekolleg I. Biologie, Band 2. – 232 S., München (TR-Verlagsunion).
- VOGELLEHNER, D. (1991): Einleitung, Morphologie. – In: BESL, H., FISCHER, M.A., HÖLL, W. & VOGELLEHNER, D., Strasburger Studienhilfe Botanik, 4. Aufl., 1-53, Stuttgart, Jena, New York (G. Fischer), 5. Aufl. 1998, 1-50.

VII. Floristik, Floren, Exkursionen

- VOGELLEHNER, D. (1957): Zur Pflanzenwelt der Höhlen- und Höhleneingänge des oberen Donautals. – Blätter d. Schwäb. Albvereins 63/3, 55-56.
- VOGELLEHNER, D. (1962): Tübinger Floristik in fünf Jahrhunderten. Ein Beitrag zur Erforschungsgeschichte der Flora von Tübingen. – Tübinger Blätter 49, 33-41. Auch in: Der Spitzberg bei Tübingen. Die Natur- u. Landschaftsschutzgeb. Bad.-Württ. 3, 156-173, Ludwigsburg 1966.
- VOGELLEHNER, D. (1963): Rieser Flora. Skizzen aus der Pflanzenwelt des Rieses. – 68 S., Oettingen i. Bay. (Fränk.-Schwäb. Heimatverlag).
- VOGELLEHNER, D. (1963): Elektrisch beleuchtete Schauhöhlen, ein neuer pflanzlicher Lebensraum. – Mitt. Verb. Dt. Höhlen- u. Karstforscher 9/2, 38-39.
- VOGELLEHNER, D. (1963): Zur Pflanzenwelt um die Lampen in einigen Schauhöhlen der Schwäbischen Alb. Ökologische Studien an einem interessanten Lebensraum I. – Jahreshefte f. Karst- u. Höhlenkde. 4, 229-234.
- VOGELLEHNER, D. (1963): Über immaterielle Autorschaft und die Bedeutung von „Taxon“. – Taxon 12/7, 253-257.
- VOGELLEHNER, D. (1972): Pyrolaceae, Ericaceae, Empetraceae, Primulaceae, Plumbaginaceae, Oleaceae, Gentianaceae, Menyanthaceae, Apocynaceae, Asclepiadaceae, Polemoniaceae, Convolvulaceae, Hydrophyllaceae, Boraginaceae, Verbenaceae, Callitrichaceae, Labiatae, Solanaceae, Scrophulariaceae, Compositae (Trib. Eupatorieae bis Anthemideae). – In: K. v. WEIHE (Hrsg.), A. GARCKE, Illustrierte Flora, Deutschland und angrenzende Gebiete, 23. Aufl., 1055-1126, 1144-1324, 1379-1454, Berlin u. Hamburg (Paul Parey).
- VOGELLEHNER, D. (1983): Führer zur Exkursion der Deutschen Botanischen Gesellschaft am 18. September 1982 zum Oberen Donautal. – Ber. Dt. Bot. Ges. 96/2-3, 315-322.

VIII. Sonstiges

- DITTRICH, G. & VOGELLEHNER, D. (1957): Der Karstsee in der Hönberghöhle bei Sigmaringen. – Der Aufschluß 8/2, 36-40.
- VOGELLEHNER, D. (1964): Der Begriff „Tuff“ und die Kalkinkrustation von Pflanzen in der antiken Literatur. Ein Beitrag zur Geschichte der allgemeinen und angewandten Geologie. – Sudh. Archiv Gesch. Med. Naturw. 48, 260-276.
- VOGELLEHNER, D. (1973-1979): Zahlreiche Beiträge zur Systematischen Botanik für MEYERS ENZYKLOPÄDISCHES LEXIKON, Mannheim, Wien, Zürich (Bibliographisches Institut, Lexikonverlag).
- VOGELLEHNER, D. (1977): Johann Simon von Kerner (1755-1830). – Neue Deutsche Biographie 11, 529, München.
- HANSEN, E., HACKER, M. & VOGELLEHNER, D. (1980): Genetische Aspekte der Zöliakiewirksamkeit und -unwirksamkeit von Gramineen. – Annal. d. Getreidetechnologie 1, Schriftenreihe a. d. Fachgeb. Getreidetechnologie, H. 2, 27-35.

B. Betreute wissenschaftliche Arbeiten

Habilitation

SPECK, THOMAS: Eine funktionell-biomechanische Analyse von Achsenstruktur und Wuchsform rezenter und fossiler Pflanzen, 1996.

Dissertationen

MOSBRUGGER, VOLKER: Systematisch-taxonomische und phylogenetische Untersuchung der Pecopteriden-Taphoflora des Stefans an der Hohengeroldseck bei Lahr (Mittl. Schwarzwald), 1983.

SPECK, THOMAS: Biomechanische Untersuchungen an aufrechten Pflanzenachsen unter besonderer Berücksichtigung der frühen „Gefäß“-Landpflanzen sowie selbsttragender und nicht selbsttragender Lebensformtypen, 1990.

WAGNER, EVA-MARIA: Untersuchungen zu Pflanzendarstellungen in der Buchmalerei des Mittelalters und der frühen Neuzeit.

Diplomarbeiten

STEPANEK, IVA: Morphologische und systematische Untersuchungen der Karbonflora bei Diersburg-Berghaupten, I. Teil: Equisetatae, 1982.

SPECK, THOMAS: Biomechanische Aspekte fossiler Leit- und Festigungsstrukturen unter besonderer Berücksichtigung der Frühevolution der Gefäßlandpflanzen, 1986.

GLEISSBERG, STEFAN: Abwandlungen der Ontogenese von Laubblättern am Beispiel verschiedener Papaveraceen, 1991.

Wissenschaftliche Arbeiten zur Wissenschaftl. Prüfung für das Lehramt an Gymnasien

I. Paläobotanik, Phylogenie, Vegetationsgeographie

1. Präkambrium

MCCALL, MARGRET: Fossile Organismen aus dem Präkambrium, 1977.

MEYER, DORIS: Neue Erkenntnisse zur Erstevolution im Präkambrium, 1979.

2. Paläozoikum

SCHERER, BARBARA: Die Pecopteriden der Hohengeroldseck bei Lahr, 1971.

JAEGER, KLAUS-PETER: Die Lykophyten des Devons, 1974.

GREBER, LUDWIG: Die Pteridospermen. Eine kritische Untersuchung ihrer phylogenetischen Stellung nach dem neuesten Kenntnisstand, 1975.

KATZER, ELISABETH: Die Rolle der Progymnospermen in der frühen Phylogenie der Pflanzen, 1975.

KRAISS, GABRIELE: Zur Geologie, Stratigraphie und Paläobiologie des mittleren und oberen Oberkarbons im Mittleren und Nördlichen Schwarzwald, 1979.

MOSBRUGGER, VOLKER: Struktur, Evolution und Verbreitung der Pteridophylle (Neuropteriden, Callipteriden, Odontopteriden) im Stefanium des mittleren Schwarzwaldes (Hohengeroldseck), 1979.

SONNTAG, ROLAND: Neueste Erkenntnisse über die Hemi-Kormophytenflora des Silurs und Devons, 1979.

GERTKEMPER, BARBARA: Die Progymnospermen und ihre Bedeutung für die frühe Phylogenie der Gymnospermen, 1982.

RICHTER, ANJA: Untersuchungen zur Karbonflora von Baden mit besonderer Berücksichtigung des Fundortes Hinterohlsbach, 1989.

3. Mesozoikum

- DITTRICH-ZEMMIN, HERTA: Zur Paläogeographie, Paläoklimatologie und Vegetationsgeschichte der Angiospermen in der Zeit ihrer ersten Radiation (Kreide, Tertiär), 1976.
- SCHLETT, ELKE: Theorien und Belege zur Entstehung der Angiospermen und ihrer phylogenetischen Herkunft, 1976.
- WURZ, ANDREAS: Phylogenetische Entwicklungstendenzen der Koniferen-Reproduktionsorgane im Mesophytikum, 1976.
- BECKMANN, MARIA: Untersuchungen zur Struktur von neun verkieselten Hölzern aus dem schwäbischen Jura und Versuch einer systematischen Einordnung, 1978.
- WICK, ULRIKE: Struktur und Vorkommen podocarpoide Gymnospermen im Mesozoikum, 1978.
- WEISS, ANNETTE: Neuere Untersuchungen zur Entstehung der Angiospermen. (Betreuung mit T. SPECK), 1995.

4. Känozoikum

- HESTERMANN, RAINER: Kontinentaldrift und Pflanzenverbreitung, 1975.
- KNAPP, HILDEGARD: Die Ursachen der heutigen Verbreitung der Koniferen, 1976.
- MOSBRUGGER, WILLI: Historische und aktuelle Pflanzengeographie der Gehölze Nordamerikas, 1977.
- BRAUN, FRIEDERICKE: Studien zur historischen und aktuellen Vegetationsgeographie Ostasiens, 1978.
- RÖTTGERS, NICOLA: Das Eindringen von Neophyten in die Flora West- und Nordeuropas am Beispiel von *Heracleum mantegazzianum*, 1995.
- SOHN, REINHARD: Neuere Arbeiten zur Fossilgeschichte der Evolution des Menschen, 1995.

II. Morphologie, Anatomie, Systematik, Evolution rezenter Pflanzen

1. Pteridophyten

- KALTENBACH, HERBERT: Rezente Pteridophyten (Filices) als Belege für Prozesse der Telomtheorie, 1972.
- HOLZAPFEL, JÜRGEN: Stadien phylogenetischer Prozesse an Hand einiger rezenter Selaginellen, 1973.
- MÜLLER, BRIGITTE: Untersuchungen zur Morphologie, Systematik und Phylogenie anhand des fertilen Bereiches einiger Filicatae, 1975.
- SCHAPALS, HEINZ-GÜNTHER: Sporangien- und Sorusstellung bei einigen rezenten Filicatae unter morphologischen und phylogenetischen Aspekten, 1977.
- STURM, MARITA: Morphologische, systematische und phylogenetische Untersuchungen bei Filicatae der gemäßigten Zonen, 1981.
- MATTES, ANNETTE: Morphologische und systematische Untersuchungen bei tropischen und subtropischen Filicatae, 1982.

2. Gymnospermen

- SCHREIBER, URSULA: Die Differenzierung von Gefäßen (Tracheen) im Bereich der Pteridophyten und Gymnospermen, 1976.
- KOLB, ANNEGRET: Phylogenetische und morphologische Betrachtungen des Schuppenkomplexes des „weiblichen“ Koniferenzapfens, 1977.
- NAGORNI, PAUL-GERHARD: Morphologie, Systematik, Verwandtschaftsverhältnisse und Phylogenie der fossilen und rezenten Cycadophytina, 1977.
- LUTHER, BARBARA: Untersuchungen zum Holzaufbau rezenter und fossiler Ginkgoaceen, 1995.

3. Angiospermen

a. Allgemeines

- LÖFFLER, BRIGITTE: Der systematisch-phylogenetische Zusammenhang zwischen den Monokotylen und den Dikotylen an der Basis der Angiospermenentwicklung, 1974.
- HAUX, MICHAELA: Veränderungen der Anatomie und der biomechanischen Eigenschaften im Laufe der Ontogenese bei Sproßachsen der Gattung *Rosa* L. (Betreuung mit T. SPECK), 1994.

b. Form- und Funktionsmodelle

- LINDEMEYER, ALBERT: Phylogenetische Modellreihen anhand der Blütenhülle, unter besonderer Berücksichtigung einiger Magnoliales des Botanischen Gartens Freiburg, 1973.
- KADZIORA, PETER: Progressionen im Infloreszenz- und Blütenbereich am Beispiel einiger tropischer Araceen des Botanischen Gartens Freiburg, 1974.
- POPPE, JULIA: Untersuchungen zur Phylogenie im Bereich der Blütenhülle einiger Ranunculaceae aus den Unterfamilien der Ranunculoideae und Helleboroideae, 1974.
- SCHERER, INGE: Vergleichend-morphologische Betrachtung der Berberidaceenblüte im Hinblick auf ihre Phylogenie, 1975.
- SCHWITALLA-OSTER, Gabriele: Die Tendenz zur anemogam strukturierten Blüte am Beispiel der Hamamelidaceae, 1975.
- STIEBALE, SUSANNE: Progressionen im Blütenbereich der Aceraceae, 1975.
- VÖLKER, DÖRTE: Progressionen im Blütenstandsbereich bei Zierpflanzen aus der Tribus Heliantheae (Compositae), 1975.
- KUNZE, GABRIELE: Die Bildung von Pseudanthien bei den Angiospermen in morphologischer, ökologischer und phylogenetischer Hinsicht, 1976.
- ORTH, MEIKE: Die blütenbiologische Evolution am Beispiel der Orchideen, 1976.
- SCHEU, GERHARD: Der phylogenetische Form- und Funktionswandel der Angiospermenblüte im Hinblick auf die Bestäubungsökologie erläutert an der Ordnung Fabales, 1976.
- BROSE-SESTER, BRIGITTE: Das Phänomen der variablen Differenzierung in der Laubblatt-, Hochblatt- und Blütenregion der Rose als Modell für die Entstehung der Blütenhülle, 1977.
- GRÄF, HUBERT: Vergleichende Betrachtung ursprünglicher und abgeleiteter Merkmale anhand von Beispielen aus der heimischen Flora, 1977.
- HAAG, IRMGARD: Das Phänomen der Anemophilie als Ergebnis konvergenter Entwicklung bei den Angiospermen, 1977.
- NEU, ELISABETH: Progressionen im Blütenbereich bei einigen Vertretern der Rosidae und Liliidae unter besonderer Berücksichtigung der Blütenökologie, 1977.
- BUGENHAGEN, ULRICH: Merkmalsprogressionen im Blütenbereich einiger Sippen der Magnoliatae: Zur Merkmalsphylogenie des extrafloralen Schauapparates, 1978.
- HOHENSCHWERT, ANNELORE: Blütenbiologische Spezialisierung bei verschiedenen Familien der Lamianae unter besonderer Berücksichtigung der Scrophulariales und Lamiales, 1978.
- RUDOLPH, BERND: Untersuchungen über einige merkmalsphylogenetische Entwicklungstendenzen im Blütenbereich innerhalb der Magnoliophytina, exemplarisch dargestellt am Beispiel der Unterklasse der Dilleniidae, 1978.
- MERKT, FRIEDERIKE: Strukturelle Differenzierung der Blütenstände bei einigen Gattungen der Compositae, 1980.
- STEPHAN, MICHAEL: Phylogenetische und morphologische Untersuchungen an Früchten der Ranunculales, 1980.
- DOMKE, CHRISTA: Morphologische, systematische und phylogenetische Untersuchungen an Früchten von Rosaceen, 1982.
- GEBELE, SYLVIA: Progressionen im Bereich des Gynoeceums der Rosaceen im Hinblick auf ihre Verbreitung, 1982.
- WURTH, THEO: Untersuchungen zur Umwandlung der radiärsymmetrischen Blüte in Richtung Dorsiventralsymmetrie am Beispiel einiger Scrophulariaceae, 1982.
- SCHUPPE, ULRIKE: Progressionen im Blütenbereich von Monokotylen (Liliatae), 1984.
- ROSENTHAL, LUITGARD: Entwicklungstendenzen der Pseudanthienbildung bei den Umbelliflorae (Familie Apiaceae), 1985.
- MÜLLER, VERENA: Untersuchungen zur Morphologie und Phylogenie der Pseudanthien bei einigen Gattungen der Asteraceae, 1988.

4. Sukkulenz, Abbreviationsentwicklung

- MÄDER, TRAUDEL: Zur Morphologie der Keimlinge der Cactaceae und ihrer phylogenetischen Bedeutung für Entstehung und Entwicklung der Sukkulenz, 1976.
- FALTER, BERNHILD: Untersuchungen zur Keimlingsmorphologie bei Mesembryanthemaceae, 1978.

- HAMANN, JENNY: Untersuchungen zur Verkürzung der vegetativen Phase bei Mesembryanthemaceae, 1978.
- BECKER, RALF: Die Morphologie der Cactaceen-Keimlinge. Rückschlüsse auf ihre Phylogenese, 1980.
- BURGER, RENATE: Die Entstehung der Sukkulenz im Keimlingsstadium am Beispiel tropisch-subtropischer Angiospermen, 1980.
- FÄHNLE, ULRICH: Primär- und Folgeblattentwicklung bei einigen Vertretern sukkulenter Familien, 1980.
- HEYN, ANGELIKA: Untersuchungen zur Keimlingsmorphologie bei sukkulenten Gattungen aus verschiedenen Angiospermenfamilien, 1980.
- PETRICK-HERING, CORNELIA: Untersuchungen zur Weiterentwicklung sukkulenter Strukturen bei Angiospermen, 1980.
- PIEL, SIBYLLA: Untersuchungen zur Morphologie der Keimlinge bei Mesembryanthemaceae, 1980.
- BRÜCKEL, SUSANNE: Untersuchungen zur Keimlingsentwicklung der Sukkulenten mit besonderer Berücksichtigung der Monokotylen, 1981.
- WIMMER, OLGA: Vergleichend-anatomische Untersuchungen zur Sukkulenz bei Kakteenkeimlingen, 1985.
- BUSSCHER, STELLA: Vergleichende anatomische Untersuchungen von sukkulenten Keimlingen in verschiedenen Familien, 1987.
- MAIER, HEIKE: Vergleichende anatomische Untersuchungen an Samen, Embryonen und Keimlingen der Familie Cactaceae, 1991.

5. Epiphyten

- GÜNTER, GUDRUN: Untersuchungen zur Anatomie, Ökologie und Evolution des Wasserhaushaltes der epiphytischen Orchideen mit besonderer Berücksichtigung der Wasseraufnahme, 1976.
- SCHNOCK, BRIGITTE: Untersuchungen zur Morphologie und Anatomie des Epiphytismus bei den Bromeliaceae sowie Überlegungen zur Ökologie und Phylogenie dieser Familie, 1976.

6. Anatomie von Speicherorganen

- MÜLLER, BARBARA: Anatomische Untersuchungen von Speicherorganen bei Cruciferen (unter besonderer Berücksichtigung der Gattung *Raphanus*), 1987.

7. Gehölze im gärtnerischen und forstlichen Bereich

- BLANK, ADELHEID: Ökologie, Verbreitung und forstliche Nutzung ausländischer Nadelgehölze im Freiburger Raum, 1978.
- RIEGGER, ANNETTE: Verwendung von Arten der Gattung *Acer* im gärtnerischen Bereich Südwestdeutschlands, 1978.
- SCHMID, ROSMARIE: Die Verwendung von ausländischen Nadelgehölzen im landschaftsgärtnerischen Bereich in Südwestdeutschland, 1978.
- RIEDEL, VIKTOR: Die Verwendung von Arten der Gattungen *Quercus*, *Fagus* und *Ulmus* im gärtnerischen Bereich Süd-West-Deutschlands, 1979.
- VENTH, ULRICH: Die Verwendung und Verbreitung von Bäumen im Stadtbereich von Freiburg, 1980.
- HENNIG, REGINE: Verbreitung und Verwendung der Salicaceen im gärtnerischen Bereich in Südwestdeutschland, 1981.
- JUNDT, CHRISTIANE: Gärtnerische Verwendung und Verbreitung einiger Laubgehölze (*Juglandaceae*, *Castanea*, *Corylus*) in Südwestdeutschland, 1982.

III. Geschichte der Botanik und der Gärten

1. Allgemeines

- KLASSEN, ANGELA: Geschichte der Biologie. Parallelität von geisteswissenschaftlichen und naturwissenschaftlichen Erscheinungsformen, 1977.
HABERMANN, SONJA: Pflanzen und Gestirne, 1999.
FISCHER, DAGMAR: *Ginkgo biloba* – Das lebende Fossil in der deutschen Literatur, 1999.
FLINKS, GABRIELE: Magie und Wissenschaft im 16. Jahrhundert, 1999.

2. Geschichte der Gärten

- ARMBRUSTER, KLARA: Die Gärten des Hoch- und Spätmittelalters und ihre Pflanzen, 1977.
MUCK, CHRISTINE: Studien zur Geschichte des Gartenbaus und seiner Pflanzen in der Antike und im frühen Mittelalter, 1977.
TETZNER, ULRIKE: Die Hofgärten zu Beginn der Neuzeit und ihre Pflanzen, 1977.
KOHLEBRENNER, HANS: Die Gartenkunst des Barockzeitalters, 1979.
LIEBHERR, SYLVIA: Die Wiederaufnahme der römischen Gartenkunst im Mittelalter unter besonderer Berücksichtigung des sozialen Aspektes, 1979.
GRIMMIG, ROSWITHA: Gärtnerische Neueinführungen im 16. und 17. Jahrhundert in Mitteleuropa, 1979.
LAUER, AYFER: Entwicklung des Gartenbaus und der Gartenkunst im Zeitalter des Rokoko, 1981.
DIETERLE, RENATE: Untersuchungen zur Gartengeschichte im „Frankreich“ des Mittelalters: Garten- und Pflanzendarstellungen in Stundenbüchern des Spätmittelalters, 1992.
SCHNELL, MONIKA: Untersuchungen zu Gärten in England vom späten 18. bis zum frühen 19. Jahrhundert, 1999.
BAMBERGER, JOCHEN: Der Garten und die Natur in der Literatur des 19. und 20. Jahrhunderts, 1999.

3. Geschichte der Kulturpflanzen

- ELSÄSSER, KONRAD: L'arbre à pain et l'arbre d'or. Die Kulturpflanzen im traditionellen Agrarökosystem der Cevennen, 1981.
UHLMANN, KARIN: Entstehung der Kulturpflanzen im vorderen Orient in ihrer Bedeutung für Mitteleuropa (unter besonderer Berücksichtigung der Getreide), 1983.
BRINKER, HANS: Die Darstellung von Kulturpflanzen und deren Bedeutung für die Kulturgeschichte im Alten Orient unter besonderer Berücksichtigung ausgewählter Beispiele altägyptischer Nutzpflanzen, 1984.
STEFFAN, SABINE: Geschichte und Wandel des Getreideanbaus – Untersuchungen zur Kulturgeschichte einiger ausgewählter Nutzpflanzen in Mitteleuropa, 1985.
GÖTHEL, ULRIKE: Kulturpflanzen und Kulturpflanzenarten in alten Kräuterbüchern des 15. und 16. Jahrhunderts in Beziehung zu der Botanik seit der Antike, 1986.
KOTHE, DIETER: Untersuchungen zur Kulturgeschichte einiger ausgewählter Nahrungspflanzen im Alten Orient, 1986.
SCHNETZ, URSULA: Lein: Anbau, Verwendung, Kulturgeschichte, 1986.
KAUFMANN, MICHAELA: Kulturpflanzen und ihre Beziehung zur Geschichte am Beispiel ausgewählter Sorten, 1987.
STOCKBURGER, THOMAS: Verwendung von Algen und Algenprodukten für die Ernährung des Menschen, 1993.
DOSENBACH, GUDRUN: Untersuchung zur Einführung von zwei Kulturpflanzen aus der Neuen Welt (Sonnenblume, Paprika), 1996.
AUER, PETRA: Geschichte und Verwendung wichtiger Kulturpflanzen aus der Neuen Welt, 1997.
KRESPACH-SCHINDLER, NOREEN: Kulturgeschichtliche Untersuchungen zu einigen Pflanzen der Bibel (Olive, Feige, Granatapfel), 1997.
MÖCKEL, BRITTA: Untersuchungen zur Geschichte und Nutzung der Hanfpflanze (*Cannabis sativa*), 1998.
OTT, JEANETTE: Einführung und Verwendung von Kulturpflanzen am Beispiel der Sojabohne, 1998.
SAMERSKI, HEIDE: Die Einführungs- und Züchtungsgeschichte der Tomate (*Lycopersicon esculentum*), 1998.

- GUTMANN, VOLKER: Untersuchung zu Geschichte und Verwendung des Lavendel, 1999.
KELLER, JULIANE: Die Olive. Kulturgeschichte und Verwendung einer seit Jahrtausenden sehr bedeutenden Kultur- und Heilpflanze, 2001.

4. Geschichte der Heilpflanzen

- HAUSER, REINHILDE: Die Bedeutung der Volksmedizin mit besonderer Berücksichtigung des botanischen Aspektes, 1980.
HENKE, ELISABETH: Verwendung und kulturhistorische Bedeutung der Nachtschattengewächse – insbesondere der sogenannten Zauberpflanzen, 1987.
HIEBER, SUSANNE: Heilpflanzen-Geschichte, medizinische Verwendung, Brauchtum und Aberglaube unter besonderer Berücksichtigung von Mistel, Kamille und Johanniskraut, 1990.
RAGER, UTA: Untersuchungen zur Verwendung und Wirkung von Heilpflanzen in der traditionellen und modernen Medizin, 1994.
REUTNER, CORNELIA: Heilwirkungen von Phytopharmaka: ein Vergleich zwischen traditioneller und moderner Anwendung, 1995.
WALTER, SUSANNE: Zur Geschichte und Verwendung ausgewählter Heilpflanzen im Mittelalter und in der Neuzeit, 1995.
WAGNER, DANIELA: Vergleichende Untersuchungen zur Anwendung einiger ausgewählter Heilpflanzen in der traditionellen und modernen Medizin, 1996.
HANFF, KATRIN: Untersuchungen zur Biologie, Verwendung und Geschichte des Chinarindenbaumes (*Cinchona*), 1997.
SCHWARZ, HENDRIK: Untersuchung zur Verwendung der Weide und des Chinarindenbaums als Heilpflanzen, 1999.
LUKAS, KARIN: Fenchel und Anis. Untersuchung zur Herkunft, Verwendung und Wirkung zweier seit der Antike bedeutender Gewürz- und Heilpflanzen, 2001.

5. Geschichte des Botanischen Gartens der Universität Freiburg

- SÜSS-STREIT, BARBARA: Untersuchungen zur Geschichte des Botanischen Gartens der Universität Freiburg im Breisgau im Zeitraum von 1620-1880, 1987.
BORKHART, DANIELA: Untersuchungen zur Geschichte des Botanischen Gartens Freiburg in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, 1995.

6. Pflanzendarstellungen in der Kunst

- HOLZER, IRENE: Pflanzendarstellungen in der Tafelmalerei des 16. Jhs. unter besonderer Berücksichtigung der botanischen Literatur des 16. Jhs., 1988.
STAHMER, EVA-MARIA: Untersuchungen zu Pflanzendarstellungen in der Buchmalerei des Mittelalters und der frühen Neuzeit, 1990.
TRAUT, SUSANNE: Untersuchungen zum Pflanzeninventar einiger ausgewählter Stundenbücher des Mittelalters, 1995.
KÖHRMANN, CLAUDIA: Pflanzendarstellungen in der Malerei der italienischen Renaissance, 1998.

IV. Botanischer Garten und Schule

- SCHULZ, ALMUT: Möglichkeiten der Nutzung des Botanischen Gartens durch Universität, Schule und Bevölkerung, 1978.
JUNGHANS, GISELA: Möglichkeiten systematischer und didaktischer Darstellung biologischer Probleme im Botanischen Garten Freiburg i. Br., 1979.
VETTER, REINHARD: Aktuelle ökologische Probleme am Beispiel des Botanischen Gartens der Universität Freiburg im Breisgau (Tropenhaus), 1979.
KESSLER, HELGA: Möglichkeiten der Verwendung des Botanischen Gartens im Biologieunterricht des Gymnasiums, 1981.
SCHUMACHER, URSULA: Verwendungsmöglichkeiten des Botanischen Gartens für den Unterricht in der Sekundarstufe 1, 1982.
KRAUTER, ULRIKE: Die Nutzung des Botanischen Gartens der Wilhelma für den gymnasialen Unterricht, 1999.

V. Didaktik der Biologie

- HÜBNER, BARBARA: Vergleich von Methoden und Materialien zur didaktischen Darstellung eines biologischen Problems, 1994.
- MEYER, MARTINA: Biologische Themen und Schwerpunkte in Schulbüchern im 19. und 20. Jahrhundert in Deutschland, 1995.
- DONNERMEYER, SILKE: Die Themen Rassenkunde, Eugenik und genetische Beratung im Biologieunterricht nach 1945, 1996.
- KORNMEIER, JÜRGEN: Vergleichende Biologie der Algen – Eine Verbindung von Lehrbuch und Nachschlagewerk, 1998.

VI. Algen (Betreuung mit R. Bergfeld)

- FRÖMMING, KARL-ULRICH: Algenökologische Untersuchung des Feldseemoores. I. Teil, 1979.
- VIEHMANN, KLAUS: Die saisonale Entwicklung von Algengesellschaften in zwei Teichen mit unterschiedlicher Wasserqualität, 1979.
- HOFFMANN, BIRGIT: Die Algenflora des Schlatterbaches, 1980.
- KINDLER, MICHAEL: Algenökologische Untersuchung des Feldseemoores. II. Teil, 1980.
- OHR, RAINER: Der Waldweiher bei Breisach – eine ökologische Studie unter besonderer Berücksichtigung der Algenflora, 1980.

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	4	745 – 792	2001	Freiburg im Breisgau 12. Juli 2001
--	---------	---	-----------	------	---------------------------------------

Schwarzwald und Vogesen – ein vegetationskundlicher Vergleich¹

von

ARNO BOGENRIEDER, Freiburg i. Br.*

Fotografie: HELGA & KURT RASBACH, Glottertal**

Zusammenfassung: Neben vielen Übereinstimmungen gibt es zwischen Schwarzwald und Vogesen auch deutliche Unterschiede bezüglich der Geologie, der Geomorphologie, der Besiedlungsgeschichte und des Klimas. Die Vogesen bilden einen langgestreckten Rücken mit einer durchgehenden Kammlinie, dem sich auf beiden Seiten ein steiler Abfall nach Westen und zur Rheinebene anschließt. Der Abfall zur Rheinebene findet im Schwarzwald seine Entsprechung in der von junger rhenanischer Erosion geprägten Westflanke, die jedoch nach Osten in der alten danubischen Hochfläche des Schwarzwaldes ihre Fortsetzung findet. Die regenbringenden Winde aus dem Westen treffen zuerst auf das Hindernis der Vogesen, die deshalb trotz der geringeren Höhe die höheren Niederschläge aufweisen. Klimatische Unterschiede bestehen auch an den beiden einander zugewandten Gebirgsflanken durch deren Lage im Stau (Schwarzwald-Westseite) oder im Windschatten des Gebirges (Colmarer Trockeninsel).

Neben klimatischen Faktoren spielen bei den Unterschieden in der Vegetation beider Gebirge auch das unterschiedliche Ausmaß menschlicher Einwirkung eine wichtige Rolle. Bergbau, Glasmacherei, Köhlerei und Holzhandel haben im Schwarzwald auf großen Flächen zu einer regelrechten Waldverwüstung geführt und, als Folge davon, zu einer starken Förderung der Fichte auf Kosten von Buche und Tanne. Diese Entwicklung ist in den Vogesen erst später und in wesentlich geringerem Umfang eingetreten, so dass hier die natürlichen Buchen-Tannenwälder noch großflächig erhalten sind. Dabei ist sicher auch die Tatsache von Bedeutung, dass die Vitalität und Wüchsigkeit der Fichte im Schwarzwald und in den Vogesen, vermutlich aus klimatischen Gründen, sehr unterschiedlich ist.

Die Weidfelder der Hochlagen beschränken sich im Schwarzwald im wesentlichen auf das Feldberg-Massiv, in den Vogesen erstrecken sie sich über weite Flächen entlang des Kammes. Über die Rodungsflächen hinaus muß es in beiden Gebirgen primär waldfreie Sonderstandorte gegeben haben, was durch zahlreiche Glazialrelikte belegt wird. Neben einem Grundstock gemeinsamer Arten gibt es viele Glazialrelikte, die im Schwestergebirge nicht vorkommen. Hier scheinen in einigen Fällen die Lage der eiszeitlichen Refugialräume und die späteren Zuwanderungs-

* Anschrift des Verfassers: Prof. DR. A. BOGENRIEDER, Institut für Biologie II (Geobotanik) der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Schänzlestr. 1, D-79104 Freiburg

** Anschrift der Bildautoren: HELGA und DR. KURT RASBACH, Dätscherstr. 23, D-79286 Glottertal

¹ Überarbeitete Fassung eines Vortrages innerhalb der vom BLNN 1998/99 veranstalteten Reihe: Die Vogesen.

möglichkeiten eine wichtige Rolle gespielt zu haben. In anderen Fällen sind solche florensgeschichtlichen Zusammenhänge nicht erkennbar, so dass hier weiterhin auch edaphische und klimatische Faktoren in Erwägung gezogen werden müssen.

Besonders reich entwickelt und ausgestattet mit zahlreichen Glazialrelikten präsentiert sich in den Vogesen die Subalpine Hochgrasflur (Sorbo-Calamagrostietum arundinaceae), die im Schwarzwald aus geomorphologischen Gründen nur kleinflächig und fragmentarisch ausgebildet ist. Dagegen spielen Quellfluren und Flachmoore in den Vogesen eine untergeordnete Rolle, während sie im Schwarzwald einen besonders wichtigen Typ primär waldfreier Standorte darstellen. Ähnlich ist in beiden Gebirgen die Vegetation der Hochmoore, mit Ausnahme des randlichen Spirkenwaldes (*Pinus rotundata*), der in den Vogesen nur in einem Moor (Beillard-Moor bei Gérardmer) vorkommt. Genetische Untersuchungen zeigen eine relativ enge Verwandtschaft dieses isolierten Bestandes zu einigen Populationen des Südschwarzwaldes.

Summary: The mountain ranges of the Black Forest and the Vosges share many features with respect to geology, geomorphology, climate, and population history. However, there are also marked differences. The Vosges form a long ridge with a continuous crest line, linked both to the west and to the Rhine Valley in the east by steep slopes. On the other side of the Upper Rhine Valley, the western slopes of the Black Forest are also steep, formed by the intense Rhenanian erosion. Towards the east, however, the Black Forest gradually inclines to the Danubian plateau. The first barrier for the western humid winds is formed by the Vosges Mountains which therefore, although lower in altitude than the Black Forest, receive higher amounts of precipitation. There are also climatic differences between the mountain sides, depending on their position being either lee or windward.

Differences in vegetation of the mountain ranges are not only related to the climate but also to the degree of human impact. In the Black Forest, mining, glass-making, charcoal production, and the timber trade led virtually to the devastation of the forests and subsequently, spruce was favoured by man against beech and fir. Similar processes affected the Vosges but later and only to a minor degree, which is why natural beech-fir woodland persisted in more extensive areas. When interpreting this, it should also be noted that spruce is much more vital in the Black Forest than in the Vosges, probably because of climatic reasons.

The high pastures in the Black Forest ('Weidfelder') are almost restricted to the Feldberg massif while in the Vosges, similar pastures extend along the mountain ridge. Most of these pastures stemmed from forest clearings but many glacial relicts in the local flora suggest native open vegetation in both mountain ranges. Several relict species occur in both the Black Forest and Vosges but others are unique. In some cases the exact locality of the glacial refugia and post-glacial distribution pathways seem to be crucial while in other cases, no such explanation can be found and soil and climatic parameters may be relevant distribution factors.

The subalpine native „tall-grass meadows“ (Sorbo-Calamagrostietum arundinaceae) are in the best condition in the Vosges and particularly rich in glacial relicts. Such vegetation also occurs in the Black Forest but for geomorphological reasons, the stands are fragmented and of small size. On the other hand the vegetation of springs and flat bogs is much poorer in the Vosges than in the Black Forest. In the latter, they represent important native unwooded habitats. The vegetation of the raised bogs is similar in both mountain ranges except for the *Pinus rotundata* stands of the Black Forest. The latter pine species is almost absent from the Vosges where it occurs only in the bog Beillard near Gérardmer. Genetic evidence suggests a close relationship between this isolated stand and certain populations in the southern Black Forest.

Einleitung

Es gibt in Europa wohl keine zwei anderen Mittelgebirge, die man mit so viel Recht Geschwister nennen möchte, wie eben Schwarzwald und Vogesen. Gemeinsam entstanden im Zuge der variszischen Gebirgsbildung als ein zunächst zusammenhängender Gebirgskörper, durchlebten die beiden erst viel später getrennten Geschwis-

ter im Erdmittelalter eine wechselvolle, aber doch immer noch gemeinsame Geschichte, die erst mit der Entstehung des Oberrheingrabens und der neuerlichen Heraushebung der beiden Gebirgsrumpfe im Tertiär ihr Ende findet. Verbunden durch eine lange gemeinsame Vergangenheit, räumlich aber getrennt seit der Entstehung der Oberrheinebene im Tertiär, zeigen die beiden Gebirge einerseits noch viele verwandte Züge, andererseits aber auch deutliche Unterschiede, die zumindest teilweise als Ausdruck der jetzt getrennt verlaufenden Entwicklung zu werten sind. Und genau so, wie wir uns bei leiblichen Geschwistern oft unwillkürlich zum Vergleich herausgefordert fühlen, verhält es sich auch im Fall der Schwesergebirge Schwarzwald und Vogesen.

Eine solche Gegenüberstellung müßte eigentlich viele Themenbereiche umfassen. Wenn sich dieser Beitrag auf den vegetationskundlichen Aspekt beschränkt, so hängt dies einerseits mit der notwendigen thematischen Beschränkung innerhalb einer Vortragsreihe zusammen, andererseits aber auch mit der Tatsache, dass viele geographische Gesichtspunkte bereits früher ausführlich behandelt wurden (EGGERS 1964) und die geologischen Grundlagen geeigneten Lehrbüchern entnommen werden können (GEYER & GWINNER 1991).

Neu ist die vergleichende Betrachtung der beiden Gebirge freilich auch in der Vegetationskunde nicht. Sie hat zumindest latent seit den Anfängen der wissenschaftlichen Durchforschung eine Rolle gespielt. Wir stehen hier in einer Tradition, die bis ins 19. Jahrhundert zurückreicht und im Wandel der Fragestellung die Entwicklung der Vegetationskunde von ihren Anfängen bis in die Gegenwart widerspiegelt.

Zu Beginn der wissenschaftlichen Durchforstung stand die Floristik an erster Stelle, also die Vervollständigung der Artenlisten und das Herausarbeiten des jeweiligen Eigengutes der beiden Gebirge. Später schoben sich dann pflanzensoziologische und standortsökologische Erwägungen in den Vordergrund. Diese Entwicklung ist für die Vogesen gut ablesbar in den Arbeiten ISSLERS, der den Zentralvogesen um die Jahrhundertwende eine erste Monographie gewidmet hat (ISSLER 1909). Sie ist noch rein floristisch orientiert und fußt auf wichtigen Vorarbeiten früherer Bearbeiter, zum Beispiel auf der ersten nach modernen Gesichtspunkten aufgebauten Flora der Vogesen, die KIRSCHLEGER Mitte des 19. Jahrhunderts publiziert hatte (KIRSCHLEGER 1852, 1857, 1862). In der Monographie von 1942 mit dem Titel „Vegetationskunde der Vogesen“ stehen dann schon ganz die Pflanzengesellschaften im Vordergrund (ISSLER 1942), ganz ähnlich wie die in der zwei Jahre früher erschienenen monographischen Bearbeitung der Schwarzwald-Vegetation, der „Vegetationskunde des Schwarzwaldes“ (J. & M. BARTSCH 1940). Auf pflanzensoziologischer Ebene findet der vergleichende Ansatz zunächst nur in wenigen Einzelveröffentlichungen seinen Niederschlag (OBERDORFER 1956, PHILIPPI 1963). Damit sind wir für die Vogesen bei den wichtigen Arbeiten CARBIENERS aus den Sechziger- und Siebzigerjahren angekommen, in denen ökophysiologische Fragestellungen bereits deutlich hervortreten (CARBIENER 1969, 1970) und auch der Vergleich mit dem Schwarzwald eine wichtige Rolle spielt.

Vergleicht man die insgesamt nicht sehr umfangreiche vegetationskundliche Literatur der Vogesen mit den zahlreichen Arbeiten aus dem Schwarzwald, so kommt man zur Einsicht, dass die Basis für einen Vergleich der beiden Gebirge recht unterschiedlich ist. Dies gilt nicht so sehr für die floristische Durchforschung, die in beiden Gebirgen wohl einen vergleichbaren Stand aufweist; es gilt dies vor allem für die großflächig verbreiteten „mittleren“ Gesellschaften, die in den Vogesen



Abb. 1: Feldsee und Seewand ca. 1840; nach einer Zeichnung von Höfle (aus POPPEL & HUHN 1850).

sehr viel weniger eingehend dokumentiert sind. Dieser wichtigen Einschränkung muß man sich beim Versuch des Vergleichs der beiden Gebirge bewußt bleiben.

Waldgeschichte

Je besser man den Schwarzwald kennt, desto deutlicher fällt einem die Andersartigkeit der Vogesen ins Auge: die weitgehend siedlungsleeren Hochlagen, ohne Dauersiedlungen und große Einzelhöfe (von den modernen Bauten des Tourismus einmal abgesehen). Dazu kommt ein ganz anderes Waldbild, in dem Buche, Tanne oder Berg-Ahorn dominieren und die Fichte, bis auf jüngere Anpflanzungen, fast gar nicht in Erscheinung tritt. (Tafeln 2/1; 5/1; 6/1 und 7/1). Solche Waldbilder gibt es auch im Schwarzwald, sie sind in der Regel aber nicht großflächig entwickelt und meist auf Sonderstandorte oder schwer zugängliche Steillagen beschränkt (Tafeln 2/1; 3/1).

Dieser Unterschied ist in erster Linie Ausdruck der unterschiedlichen Besiedlungsgeschichte und Waldnutzung in den beiden Gebirgen. Im Schwarzwald wurden die Wälder seit dem Mittelalter, verstärkt aber nach dem Dreißigjährigen Krieg, immer stärker genutzt und ausgebeutet. Vor allem die „holzverzehrenden Gewerbe“, also Bergbau, Köhlerei, Glasherstellung, aber auch der Holzhandel, meist in Form der Flößerei, hatten zur Folge, dass die unerschöpflich scheinenden Holzvorräte immer stärker dahinschmolzen und vermutlich um die Wende zum 19. Jahrhundert ihren Tiefstand erreichten. Damals war mit der Köhlerei die Waldzerstörung selbst in die Gipfellenen des Feldbergmassivs vorgedrungen, was zum



Abb. 2: Feldsee und Seewand 1978. Der Blickwinkel ist gegenüber Abb. 1 leicht verändert.

Beispiel einem nach dieser Zeit entstandenen Stahlstich nach einer Zeichnung von Höfle (aus POPPEL & HUHN 1850) zu entnehmen ist (Abb. 1). Der hier wiedergegebene Blick auf den Feldsee und die Seewand zeigt, dass die Hochfläche damals völlig entwaldet war und die dort heute anzutreffenden, so urtümlich anmutenden Fichtenbestände keineswegs Urwälder darstellen, sondern vermutlich durch Fichtenanflug entstanden sind (Abb. 2). Untersuchungen von Holzkohleresten an Meilerplätzen zeigen, dass der ursprüngliche Laubholzanteil auch in den Hochlagen des Schwarzwaldes fast überall deutlich höher gelegen haben muß als in den später spontan aufkommenden oder durch bewußte Pflanzung entstandenen Beständen. In diese Richtung deuten auch die wenigen Urwaldreste, die etwa im Zastler und am Seebuck-Absturz noch erhalten geblieben sind (Tafel 1/1, Bildmitte; Tafel 2/1). Mit ihrem hohen Anteil an Berg-Ahorn und ihrem Hochstaudenreichtum repräsentieren sie jedoch einen Sondertyp des hochmontanen Laubwaldes, der an steilen, grobblockigen Hängen wächst. In den Vogesen ist dieser hochmontane Bergahorn-Buchenwald noch mit sehr schönen Beständen vertreten. (Tafeln 5/1; 6/1 und 7/1).

Dort sind auch noch auf großer Fläche die sich standörtlich anschließenden Buchen-Tannenwälder auf den weniger steilen „Normalstandorten“ fast überall erhalten geblieben, im Schwarzwald sind sie vielfach durch Fichten-Forstes ersetzt. Dennoch gibt es auch hier noch schöne Bestände dieses einst zumindest auch für den Westabfall des Schwarzwaldes typischen Waldes, z.B. an den Steilhängen des Belchens, auf beiden Hangseiten des Höllentals und im Glottertal (Tafel 3/1). Insgesamt sind diese Überreste mit den großen Buchen-Tannenwäldern der Vogesen aber nicht zu vergleichen.

Geringere Bevölkerungsdichte und geringerer Erreichungsgrad sind wohl die Hauptursachen, warum die Entwicklung in den Vogesen nicht den gleichen Verlauf genommen hat wie im Schwarzwald. Hier haben die „holzverzehrenden Gewerbe“ und die mit ihnen verbundene Waldzerstörung nie eine so große Rolle gespielt wie im Schwarzwald, der bis heute noch gezeichnet ist von Bergbau und Verhüttung, Glasmacherei, Köhlerei und Holzhandel. Dazu kommt als weiterer Grund, dass die Fichte in den Vogesen, im Gegensatz zum Schwarzwald, ursprünglich als eine konkurrenzfähige Baumart gar nicht in Erscheinung trat, man hat eine Zeitlang sogar daran gezweifelt, dass sie von Natur aus in den Vogesen überhaupt vorgekommen ist. Wenn im Schwarzwald gelegentlich durch Brand, Windwurf und später dann durch großflächigen Kahlhieb Freiflächen entstanden, so stand die Fichte fast überall bereit, solche Flächen zumindest für die folgende Baumgeneration zu übernehmen. Die Fichte ist mit ihren gut flugfähigen Samen und ihrer schnellen Jugendentwicklung nämlich ein konkurrenzstarker Neu- und Wiederbesiedler, und es steht außer Zweifel, dass sie im Schwarzwald zumindest in montanen Waldgesellschaften in einem nicht zu vernachlässigenden Anteil bereits ursprünglich vorgekommen ist. An einigen kaltluftgeprägten Standorten des Hochschwarzwaldes gab es kleinflächig sogar reine Fichtenwälder. Diese natürlichen Peitschenmoos-Fichtenwälder (Bazzanio-Piceetum) lassen sich auch heute noch durch ihre abweichende Begleitvegetation von den Fichtenbeständen der Umgebung abgrenzen. Dagegen besaß die Fichte in den Vogesen ursprünglich vermutlich nur wenige lokale Vorkommen auf Sonderstandorten, die sie aus eigener Kraft bis zum Eingreifen des Menschen nicht auszudehnen vermochte. Auf diesen merkwürdigen Unterschied in Vitalität und Konkurrenzkraft dieser wichtigen Schlüsselart werden wir später noch einmal zu sprechen kommen.

Gebirgsmorphologie

Manche Unterschiede zwischen den beiden Gebirgen ergeben sich aus ihrer unterschiedlichen Gestalt. Gleicht der Schwarzwald eher einer schräg liegenden, leicht nach Osten einfallenden Platte mit einem steilen Westabfall, so bilden die Vogesen einen langgestreckten Rücken mit einer durchgehenden, von den wenigen Pässen kaum unterbrochenen Kammlinie. Die Symmetrie der beiden Gebirge wird durch die steile Westseite der Vogesen erheblich beeinträchtigt, wodurch sich eine ganz unterschiedliche Flächenentwicklung, vor allem im Bereich zwischen 600 und 1000 m ü.NN ergibt (Abb. 3).

Diese Tatsache zeigt sich deutlich bei der Fahrt über die beiden wichtigen Ost-Westverbindungen (das Höllental im Schwarzwald bzw. das Münstertal in den Vogesen, vgl. Abb. 4). Fährt man von Freiburg nach Osten, so führt die Straße zunächst durch das mit Glazialschottern verfüllte Zartener Becken und erreicht dann bei Himmelreich das tief eingeschnittene Höllental, dessen Steilhänge mit

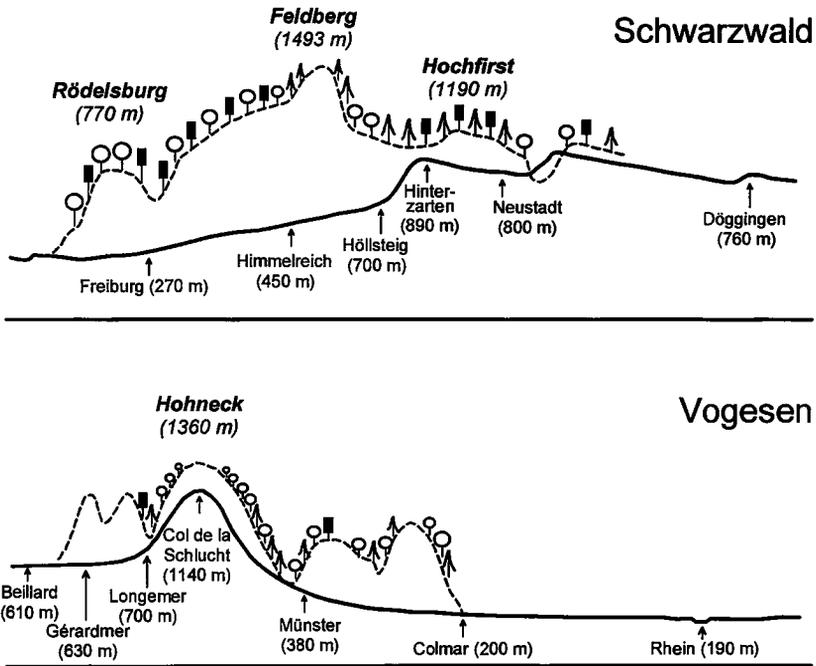


Abb. 4: Schematischer Schnitt durch Schwarzwald und Vogesen entlang der Hauptverkehrsachsen (durchgezogene Linie) und im Bereich der größten Masseerhebung (gestrichelte Linie).

Grauerlenwälder, das *Alnetum incanae*, gibt es in den Vogesen nicht, möglicherweise weil hochliegende, kaltluftgeprägte Täler in den Vogesen fehlen. Allerdings weist das Hochtal von La Bresse morphologisch und in seinen landwirtschaftlichen Strukturen so viele Ähnlichkeiten zum Menzenschwander Tal auf, dass man die Lebensmöglichkeit für die Grau-Erle nicht von vornherein ausschließen mag. Beide Talböden liegen im oberen Teil zwischen 800 m und 900 m und damit an der klimatischen Obergrenze des Ackerbaus. Hier wie dort hat sich deshalb eine reine Grünlandwirtschaft herausgebildet, wobei es in beiden Fällen zu einer ganz ähnlichen Trennung von privat parzellierten Mähwiesen auf dem Talboden („Zahmes Feld“) und gemeinsam genutzter Allmendweide an den Hängen („Wildes Feld“) gekommen ist (Tafel 4/2). In dieses doch sehr ähnliche Bild würde sich die Grau-Erle ohne weiteres einfügen. Vielleicht hat ihr Fehlen in den Vogesen ja lediglich florensgeschichtliche Gründe, gepflanzt entwickelt sie sich hier nicht schlechter als anderswo. Damit stehen wir zum ersten Mal vor jener Frage, die Erwägungen zum floristischen Unterschied zwischen den beiden Gebirgen immer begleitet: Sind die Ursachen auffälliger Abweichungen standörtlicher Art (Klima, Boden) oder haben sie florensgeschichtliche Gründe, zum Beispiel das Fehlen einer nacheiszeitlichen Einwanderungsmöglichkeit? Für beide Möglichkeiten werden wir Beispiele finden.

Durchquert man nun im Vergleich dazu die Vogesen in umgekehrter Richtung, beispielsweise durch das Müntertal über den Schluchtpass nach Gérardmer, dann

begleiten uns von Münster an ebenfalls Buchen-Tannenwälder, hier allerdings in ganz großflächiger Ausdehnung und nur selten von Fichten-Anpflanzungen unterbrochen. Derartige Fichtenpflanzungen sind meist jüngeren Datums, allerdings reichen die ältesten von ihnen doch ins 19. Jahrhundert zurück. Issler erwähnt in seiner Monographie von 1909 solche jungen Pflanzungen am Gaschney-Kopf; wahrscheinlich handelt es sich dabei um jene Bestände, die jetzt die Schlagreife erreichen (Tafel 3/2, linker Bildrand).

Auffällige Unterschiede im Waldbild sind dann am Hauptkamm, im Bereich der Baumgrenze, zu beobachten. Die Tanne tritt hier zurück und sie wird nicht wie im Schwarzwald durch die Fichte ersetzt, so dass in der Kampfzone des Waldes in der Regel ein reiner Buchen-Krüppelwald ausgebildet ist (Tafel 8/1; 8/2 und Tafel 16/1). Solche waldgrenznahen Buchenbestände sind im Schwarzwald nur höchst ausnahmsweise zu beobachten (z.B. am Scheidbach auf der Südseite des Feldbergs und auf der Belchen-Südseite), in der Regel findet man hier in der Kampfzone des Waldes nur die Fichte (Tafel 11/1 und 15/1). Das merkwürdige Phänomen einer Waldgrenze, die ausschließlich von Buchen gebildet wird, ist schon Kaiser Wilhelm II. bei seiner Fahrt zur damaligen Reichsgrenze am Schluchtpass im Jahre 1909 „so sehr aufgefallen, dass er nach seiner Rückkehr nach Colmar mit dem Oberforstmeister Dr. Kahl darüber Rücksprache nahm“ (ISSLER 1909). Man ist unwillkürlich versucht sich vorzustellen, wie die Weltgeschichte verlaufen wäre, hätte sich Wilhelm II. auch in späteren Jahren mehr um Naturbeobachtung gekümmert als um Flotten und Kolonien.

Mit dem Erreichen der ehemaligen Reichsgrenze auf der Passhöhe haben wir gleichzeitig auch die Kammlinie der Vogesen erreicht, der sich nun allerdings anders als im Falle des Schwarzwaldes keine ausgedehnte Hochfläche anschließt, sondern steil zu den Karseen um Gérardmer abfallende Hänge (Abb. 4). Man mag gegen diese Art eines Querprofils durch die beiden Gebirge einwenden, dass die Straßen die Gebirgshindernisse ja immer an den schwächsten Stellen überwinden und deshalb ein solches Profil keinen zutreffenden Eindruck von der Flächenentwicklung vermittelt. Deshalb sind in Abbildung 4 jeweils auch Schnitte durch die sich südlich anschließenden Bereiche größerer Masseerhebung mit den Kulminationspunkten Feldberg (1493 m ü.NN) und Hohneck (1363 m ü.NN) angedeutet. Es ergibt sich dadurch ein zwar nicht grundsätzlich abweichendes, aber doch modifiziertes Bild, das den Unterschied der Gebirgsform immer noch deutlich wiedergibt, andererseits aber besser mit den Verhältnissen der Abbildung 3 übereinstimmt.

Die Spiegelbildlichkeit beider Gebirge wird also zum einen durch die unterschiedliche Masseerhebung und die unterschiedliche Gebirgsform deutlich beeinträchtigt. Dazu kommt als weiterer Punkt, dass sich die Hauptwindrichtung (in beiden Fällen West) ebenfalls nicht verhält wie Bild- und Spiegelbild. So treffen die regenbringenden Winde aus dem Westen zuerst auf das querstehende Hindernis der Vogesen und erst danach auf den Schwarzwald, was merklich höhere Niederschläge in den Hochvogesen und einen deutlichen Regenschatten am Ostabfall zur Folge hat. So liegt Colmar am Gebirgsfuß der Vogesen mit einem Jahresniederschlag von etwa 600 mm in einem ausgesprochenen Trockengebiet, während Freiburg in vergleichbarer Lage, aber eben im Stau des Schwarzwaldes, 900 mm Jahresniederschlag erhält.

Mehr oder weniger ausgedehnte Restbestände zeigen, dass die ursprüngliche Vegetation des Gebirgsfußes beider Gebirge über weite Strecken ein Eichen-Hainbuchenwald gewesen ist. Vergleicht man die noch erhaltenen und in ihrer Baumarten-Zusammensetzung nicht allzusehr vom Menschen veränderten Bestände,

so erscheinen sie auf den ersten Blick sehr ähnlich. Allerdings enthalten die Eichen-Hainbuchenwälder der Vogesen einige Arten, die im Schwarzwald selten sind, zum Beispiel Traubige Graslilie (*Anthericum lilago*) und Schwarzer Streifenfarn (*Asplenium adiantum-nigrum*) oder überhaupt nicht vorkommen, wie etwa Forsters Hainsimse (*Luzula forsteri*) und Kleinblütiges Fingerkraut (*Potentilla micrantha*). Die beiden letztgenannten Arten fehlen aber auf der rechten Rheinseite nicht völlig, sie bleiben hier aber auf ganz wenige Lokalitäten beschränkt (*Luzula forsteri* an der „Schwärze“ bei Badenweiler, *Potentilla micrantha* am Hochrhein.). Einwanderungsbarrieren oder ähnliche florensgeschichtliche Gründe kann man in diesen Fällen also kaum ins Feld führen, denn die Arten sind im Gebiet ja prinzipiell vorhanden. Hier stehen wir zum ersten Mal vor einem Unterschied, bei dem wahrscheinlich klimatische Faktoren (Stau- bzw. Leelage des Gebirgsfußes) eine wichtige Rolle spielen.

Solche klimatischen Unterschiede mögen wohl auch die Hauptursache sein für die ehemals berühmte Weinbergvegetation in der Vorbergzone der Vogesen, vor allem für deren Reichtum an submediterranen Arten, wie Acker-Gelbstern (*Gagea villosa*), Dolden-Milchstern (*Ornithogalum umbellatum*), Traubenhyazinthe (*Muscari racemosum*), Wilde Tulpe (*Tulipa sylvestris*) und Acker-Ringelblume (*Calendula arvensis*), die zwar alle auch auf der anderen Seite des Oberrheins vorkommen, dort aber nie vergleichbare Populationsgrößen aufbauen konnten. Das abweichende Spektrum der Wildkräuter in den Reben (von „Unkräutern“ möchte man angesichts des wundervollen Frühjahrsaspekts dieser Arten kaum sprechen) ist zwar immer noch deutlich (WILMANN & BOGENRIEDER 1992), hat sich jedoch aufgrund der auch im Elsaß stark um sich greifenden Mulchwirtschaft bereits deutlich verändert und wird sich in Zukunft vermutlich auf dem Niveau trivialer Rasengesellschaften vollends angleichen.

Die Rolle der Fichte in den Vogesen

Lange war die Frage umstritten, ob es die Fichte ursprünglich in den Vogesen überhaupt gegeben hat. Die Pollenspektren der Vogesenmoore geben keine zuverlässige Auskunft. Die geringen Mengen von Fichtenpollen in den Torfprofilen sind ohne weiteres auch als Fernflug erklärbar. Wenn die Frage der Ursprünglichkeit der Fichte heute meist trotzdem positiv beantwortet wird, dann im wesentlichen aus folgenden Gründen: Die ältesten und größten Fichten finden (bzw. fanden) sich in kaltauftammelnden Karböden der Hochlagen. Ihr Alter reicht zurück in eine Zeit lange vor den ersten planmäßigen Fichtenanpflanzungen. Manche der mit ihnen vergesellschafteten Arten des Waldbodens, etwa das Herz-Zweiblatt (*Listera cordata*) erinnern deutlich an die bereits genannten Peitschenmoos-Fichtenwälder des Schwarzwaldes, deren Natürlichkeit nicht zu bezweifeln ist. Wenn die Fichte wirklich künstlich eingebracht sein sollte, dann hätte man für solche frühen Anbauversuche wahrscheinlich nicht derart abgelegene und schwer erreichbare Standorte gewählt.

Aber ganz gleich, ob ursprünglich vorhanden oder später vom Menschen eingebracht, in ihrer Vitalität ist die Fichte mit den Verhältnissen im Schwarzwald überhaupt nicht vergleichbar. Das gilt vor allem für die waldgrenznahen Bestände, wo sie zwar vereinzelt zu finden ist (wohl meist gepflanzt), in der Regel aber eher in Mitleid erregender Form. An der überlegenen Konkurrenzkraft der Buche kann es hier kaum liegen, denn diese sonst gewiß konkurrenzstarke Art ist in dieser von Schneeedruck, hohen Windgeschwindigkeiten und Spätfrösten geprägten Lage sicherlich ebenfalls an der Grenze ihrer Möglichkeiten (Tafel 8/1 und 8/2).

Folgende Gründe werden für die reduzierte Vitalität der Fichte in den Vogesen ins Feld geführt: Höhere Schneemengen und die damit verbundene länger anhaltende Schneebedeckung verschärfen die auch in den Hochlagen des Schwarzwaldes regelmäßig zu beobachtenden Schäden durch den Schneeschimmel (*Herpotrichia juniperi*), ein Pilz, der im Schutz der Schneedecke die Nadeln umspinnet und sie schließlich durch eindringende Hyphen zum Absterben bringt. Das milde, atlantisch getönte Klima der Vogesen mit seinen häufigen Föhneinbrüchen hat außerdem zur Folge, dass die Fichte nur eine unzuverlässige, von häufigen Temperaturanstiegen unterbrochenen Winterruhe erreicht und durch wiederholte Aktivierung des Stoffwechsels unter erheblichen Streß gerät. Und schließlich beobachtet man am Ostabfall mit seinen schnell nachlassenden Niederschlägen und den häufig aufreißenden Wolken eine deutliche Zunahme der Konkurrenzkraft von Buche und Tanne. MOOR (1962) nennt die Tanne in Bezug auf die Vogesen einen „Baum des blauen Himmels“, was die Föhn- und Lееffekte der dem Rheintal zugewandten Vogesenostseite sehr gut kennzeichnet. Dagegen ist die Fichte eher ein Baum des grauen Himmels, der hohen Niederschläge, der treibenden Nebel, aber auch der Winterkälte, die sie für Abhärtung und Winterruhe benötigt. Genau da scheinen die Schwierigkeiten dieser kontinentalen Baumart in den schon deutlich atlantisch getönten Vogesen zu liegen; sie steht hier ja auch in der Nähe der Westgrenze ihres Areals.

Der Bergahorn-Buchenwald

Steindurchsetzte bis grobblockige Hänge der Hochlagen sind in beiden Gebirgen Standort eines Bergahorn-Buchenwaldes, der auf bewegten Steilhalden in einen hochstaudenreichen, offenen Bergwald übergehen kann, in dem die Buche wegen ihrer Empfindlichkeit gegenüber rutschendem Untergrund völlig fehlt. Diese Bergahornwälder tragen in beiden Gebirgen durch viele floristische Besonderheiten mit ausgesprochenem Reliktcharakter vielfach noch den Stempel des Ursprünglichen (Tafeln 2/1; 6/1 und 7/1), so dass sich ein Vergleich dieser artenreichen Waldgesellschaft förmlich aufdrängt. Um von subjektiven Eindrücken unabhängig zu werden, soll dieser Vergleich anhand von Vegetationsaufnahmen erfolgen, wie sie bei OBERDORFER (1992) als Stetigkeitstabellen dargestellt sind. Eine Gegenüberstellung der auf einige besonders interessante Artengruppen verkürzten Tabelle aus OBERDORFER zeigt Abbildung 5.

In der ersten Gruppe (Gehölze) ist vor allem erkennbar, welch unterschiedliches Gewicht der Fichte in beiden Gebirgen zukommt. Die Unterschiede bei den anderen Arten dieser Gruppe sind zu gering, als dass sich daraus signifikante Unterschiede ableiten ließen. Gewisse Differenzen ergeben sich wohl auch dadurch, dass die Vegetationsaufnahmen von verschiedenen Bearbeitern stammen, deren Auffassung über die Abgrenzung des Bergahorn-Buchenwaldes gegen die standörtlich sich anschließenden Gesellschaften nicht unbedingt identisch gewesen sein mag. Der Unterschied bei der Schlucht-Weide (*Salix appendiculata*) ist allerdings real. Die in den Hochlagen des Schwarzwaldes in schneereichen Rinnen und an Lawinenbahnen in einer eigenen Gebüschgesellschaft, dem *Salicetum appendiculatae* (Tafel 1/2) anzutreffende, gelegentlich aber auch in den Bergahorn-Buchenwald hinübergreifende Schlucht-Weide gibt es in den Vogesen nicht, sie ist Eigengut des Schwarzwaldes. Dieser bei den später zu besprechenden Borstgrasrasen und Hochgrasfluren nicht seltene Fall des völligen Fehlens von Arten in einem der beiden Gebirge ist sonst bei den Bergahorn-Buchenwäldern, mit Ausnahme des nur

Die Bergahorn-Buchenwälder des Schwarzwaldes und der Vogesen [Präsenz in Prozent der Aufnahmefälle]

	Schw.(%)	Vog.(%)			
<i>Acer pseudoplatanus</i> (Berg-Ahorn)	80	84			
<i>Fagus sylvatica</i> (Rotbuche)	100	100			
<i>Picea abies</i> (Fichte)	95	16			
<i>Abies alba</i> (Tanne)	45	58			
<i>Sorbus aucuparia</i> (Vogelbeere)	45	68			
<i>Lonicera nigra</i> (Schwarze Heckenkirsche)	45	84			
<i>Rosa alpina</i> (Alpen-Heckenrose)	25	16			
<i>Salix appendiculata</i> (Schlucht-Weide)	15	-			
<i>Adenostyles alliariae</i> (Grauer Alpendost)	100	100			
<i>Cicerbita alpina</i> (Alpen-Milchlattich)	85	100			
<i>Rumex alpestris</i> (Berg-Sauerampfer)	80	95			
<i>Athyrium distentifolium</i> (Alpen-Frauenfarn)	90	53			
<i>Athyrium filix-femina</i> (Wald-Frauenfarn)	65	100			
<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (Eichenfarn)	85	68			
<i>Thelypteris phegopteris</i> (Buchenfarn)	70	-			
<i>Dryopteris filix-mas</i> (Wurmfarn)	55	74			
<i>Dryopteris dilatata</i> (Dornfarn)	82	79			
<i>Thelypteris limbosperma</i> (Berg-Lappenfarn)	35	-			
<i>Blechnum spicant</i> (Rippenfarn)	15	-			
			F	N	R
<i>Impatiens noli-tangere</i> (Rühr mich nicht an)	20	-	7	6	7
<i>Ranunculus serpens</i> (Waldhahnenfuß)	20	-	5	7	6
<i>Heracleum sphondylium</i> (Bärenklau)	35	-	6	8	x
<i>Streptopus amplexifolius</i> (Knotenfuß)	15	-	5	6	6
<i>Petasites albus</i> (Weiße Pestwurz)	35	-	6	5	x
<i>Phyteuma spicatum</i> (Ährige Teufelskralle)	20	-	5	5	6
<i>Melica nutans</i> (Nickendes Perlgras)	20	-	4	3	x
<i>Knautia dipsacifolia</i> (Wald-Knautie)	20	-	6	6	6
<i>Crepis paludosa</i> (Sumpf-Pippau)	30	-	8	6	8
	Mittelwerte		<u>5,8</u>	<u>5,8</u>	<u>6,5</u>
<i>Deschampsia flexuosa</i> (Schlängel-Schmiele)	-	20	x	3	2
<i>Maianthemum bifolium</i> (Schattenblümchen)	-	20	5	3	3
<i>Digitalis purpurea</i> (Roter Fingerhut)	-	20	5	6	3
<i>Luzula luzuloides</i> (Weiße Hainsimse)	25	74	5	4	3
<i>Milium effusum</i> (Flattergras)	25	89	5	5	5
<i>Solidago virgaurea</i> (Echte Goldrute)	36	68	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>x</u>
	Mittelwerte		<u>5,0</u>	<u>4,2</u>	<u>3,2</u>

Abb. 5: Auszug aus der Stetigkeitstabelle der Bergahorn-Buchenwälder aus OBERDORFER (1992). Ergänzt sind die Reaktionszahlen nach ELLENBERG et al. (1991) für die Feuchte (F), Stickstoff (N) und pH-Wert (R).

am Feldberg vorkommenden, standörtlich allerdings nicht eindeutig unserer Waldgesellschaft zuzuordnenden und in der Tabelle nicht vertretenen Alpen-Weidenröschens (*Epilobium alpestre*) nicht weiter zu konstatieren. Eher ist festzustellen, dass der grundsätzliche Florenbestand der Bergahorn-Buchenwälder weitgehend übereinstimmt, und zwar bis hin zu einigen in der Tabelle nicht auftauchenden Seltenheiten wie Alpen-Johannisbeere (*Ribes alpinum*), Felsen-Johannisbeere

(*Ribes petraeum*, Tafel 7/2) und Breitblättriger Glockenblume (*Campanula latifolia*, Tafel 7/3).

Für die sich im weiteren Verlauf der Tabelle, etwa in der zweiten Gruppe (Hochstauden und Farne) abzeichnenden, zum Teil recht gravierenden Unterschiede, zum Beispiel beim Buchenfarn (*Thelypteris phegopteris*), müssen also standörtliche Gründe verantwortlich gemacht werden. Was hier, ganz sicher neben anderen Faktoren, eine Rolle spielen mag, soll anhand der Gruppen 3 und 4 der Tabelle diskutiert werden. Hier sind die ausschließlich oder ganz überwiegend im Schwarzwald oder in den Vogesen im Bergahorn-Buchenwald vorkommenden, ansonsten aber viel weiter verbreiteten Arten zusammengestellt. Die beiden Artengruppen weisen bemerkenswerte Unterschiede hinsichtlich der Reaktionszahlen nach ELLENBERG auf (ELLENBERG et al. 1991). Trotz höherer Niederschläge in den Vogesen hat die Schwarzwald-Artengruppe die höhere Feuchtezahl aufzuweisen, gleichzeitig aber auch eine wesentlich höhere Stickstoff-Kennzahl, was als Hinweis auf frischere Böden mit lebhaftem Stoffumsatz zu werten ist.

Dieser Befund wird gestützt durch den überaus deutlichen Unterschied in den Reaktionszahlen, in dem das über weite Strecken unterschiedliche Ausgangssubstrat (Gneis bzw. Granit) seinen Ausdruck findet. Damit soll natürlich keineswegs behauptet werden, dass immer und überall in den Vogesen die edaphischen Verhältnisse schlechter seien als im Schwarzwald. Verläßt man den Bereich des Granits (der in den Vogesen allerdings vorherrscht), so können sich die Ausgangsbedingungen der Bodenbildung auch hier sehr viel günstiger darstellen. Dabei werden bei einigen besonderen Ausgangsgesteinen lokal sogar edaphische Verhältnisse erreicht, die eine regelrechte Kalkflora zur Folge haben, die in ihrer besten Ausbildung (z.B. am Rossberg) der mehrfach beschriebenen und gut bekannten Kalkvegetation des Schwarzwaldes durchaus ebenbürtig ist.

Die Hochweiden

Es besteht heute weitgehend Einigkeit darüber, dass die Weidfelder der Hochlagen, im Schwarzwald sind dies im wesentlichen die Freiflächen des Feldbergmassivs und in den Vogesen die des Hauptkammes und einiger Seitenkämme, nicht als Zeugnis primärer Waldfreiheit zu werten sind. Sie verdanken ihre Existenz einer frühen, in beiden Gebirgen annähernd gleichzeitig einsetzenden Rodungstätigkeit, die in den Vogesen von Anfang an auf die Schaffung von Hochweiden mit Molkereibetrieb und Käsebereitung abzielte, während die Weidfelder des Schwarzwaldes fast ausschließlich als Jungviehweiden genutzt wurden (EGGERS 1964).

Diese alten und seit Jahrhunderten mit wechselnder Intensität beweideten Rodungsflächen tragen in beiden Gebirgen Borstgrasgesellschaften, die im Schwarzwald bis etwa 1200 m Höhe als Flügelginsterweide (*Festuco-Genistetum sagittalis*) und in der abweichenden Hochlagenausbildung über etwa 1200 m als Pyrenäenlöwenzahn-Borstgrasrasen (*Leontodonto helvetica*-*Nardetum* Tafel 9/1) bezeichnet werden. Besonders die Hochlagengesellschaft ist reich an charakteristischen, nur in dieser Gesellschaft auftretenden „Kennarten“, wie Mutterwurz (*Ligusticum mutellina*, Tafel 9/2), Scheuchzers Glockenblume (*Campanula scheuchzeri*, Tafel 9/3) und Gold-Fingerkraut (*Potentilla aurea*; Tafel 13/3), von denen die meisten als Glazialrelikte zu werten sind (BOGENRIEDER 1982). Diese Reliktpflanzen müssen bereits vor der Rodung irgendwo vorhanden gewesen sein, weil ihre spätere Zuwanderung aus anderen Gebieten nicht sehr wahrscheinlich ist und ihre Überdauerung im dicht geschlossenen Wald ausgeschlossen werden kann.

Die Suche nach solchen Überdauerungsorten führt schließlich zur Postulierung einiger primär waldfreier Sonderstandorte, auf denen aus lokalklimatischen oder edaphischen Gründen auch vor der späteren Rodung kein Wald vorhanden war, obwohl die eigentliche, von der höhenbedingten Temperaturabnahme bestimmte, sog. allgemeinklimatische Waldgrenze weder im Schwarzwald noch in den Vogesen erreicht wird.

Ein Beispiel bereits ursprünglich waldfreier Standorte bietet die Kuppe des Baldenweger Bucks, auf dem extreme Windgeschwindigkeiten und die damit verbundene Frosttrocknisgefahr (BOGENRIEDER 1982) ein Aufkommen von Bäumen völlig verhindert. Diese Auffassung wird gestützt durch das Vorkommen von wanderungsschwachen und beschattungsempfindlichen Flechten arktisch-alpiner Windheiden, die sonst im Schwarzwald (fast) keine Rückzugs- und Überdauerungsorte vor dem nacheiszeitlich einwandernden Wald gefunden haben (Tafel 11/1; 11/2 und 11/3).

Solche primär waldfreien Standorte sind selbstverständlich auch die großen Felsmassive und Blockhalden, auf denen aus edaphischen (bodenbedingten) Gründen kein Wald gedeihen kann. Sie beherbergen ebenfalls zahlreiche Glazialrelikte, beispielsweise Einjährige Fetthenne (*Sedum annuum*, Tafel 5/2) und Felsen-Ehrenpreis (*Veronica fruticans*, Tafel 5/3), die jedoch als spezialisierte Arten der Konkurrenz der Rasenarten nicht gewachsen sind und deshalb in der Vegetation der Weidfelder keine Rolle spielen.

Das gleiche gilt im Prinzip für die Borstgrasrasen der Hochvogesen. Auch hier belegen zahlreiche lichtbedürftige, vom Arteninventar des Schwarzwaldes allerdings deutlich abweichende Glazialrelikte die Existenz primär waldfreier Sonderstandorte (Tafel 10/1; 10/2 und 10/3). Pollenanalytische und bodenkundliche Untersuchungen haben gezeigt, dass zu diesen Sonderstandorten, ganz ähnlich wie im Schwarzwald, einige sturmgefegte Kuppenlagen des Hauptkammes zu zählen sind. Dies gilt zum Beispiel für den Kastelberg, dessen leeseitiger, im Bereich der Wächten bei etwa 1300 m ausklingender Krüppelwald die ursprüngliche Waldgrenze vermutlich ziemlich getreu wiedergibt (Tafel 8/1). Obwohl rund 200 m tiefer gelegen als im Schwarzwald, ist hier das sog. Kammphänomen, also windgefegte Kuppen- bzw. Kammlage und Schneeanhäufung an der windabgewandten Seite, nicht weniger ausgeprägt als am Feldbergipfel oder am Baldenweger Buck (Tafel 14/1). Die höheren Schneemengen in den Vogesen haben sogar zur Folge, dass die letzten Schneereste am Schwalbennest durchschnittlich erst eine Woche später verschwinden als am Osterrain (CARBIENER 1970) und sich hier wie dort Anklänge einer Schneebodenvegetation finden lassen. Für den Feldberg sind hier in erster Linie das Zwerg-Ruhrkraut (*Gnaphalium supinum*, Tafel 15/2) und das Alpen-Mastkraut (*Sagina saginoides*, Tafel 15/3) zu nennen, die beide in den Vogesen fehlen, während umgekehrt der Gelbling (*Sibbaldia procumbens*, Tafel 16/2) aus dem Schwarzwald nicht bekannt ist. Die in den Vogesen entlang der Wächtenkante weit verbreitete Desvaux' Hainsimse (*Luzula desvauxii*, Tafel 16/3) kommt im Schwarzwald immerhin auf dem Belchen vor. Überhaupt weist der Schwarzwälder Belchen in Bezug auf Klima und Vegetation die größten Ähnlichkeiten mit den Vogesen auf.

Mit diesen Beispielen stellt sich nun erneut die Frage nach der Ursache der Unterschiede zwischen beiden Gebirgen, die im Fall der Borstgrasrasen ja sehr viel deutlicher ausfallen als bei den Wäldern und zu einer abweichenden Benennung der Gesellschaft in den Vogesen, nämlich Vogesenveilchen-Borstgrasrasen (*Viola-Nardetum*, Tafel 10/1), Anlaß gab. Dieser Name nimmt Bezug auf das charakteristische, in gelber und blauer Form auftretende Vogesen-Veilchen (*Viola lutea*, Tafel

Viola lutea

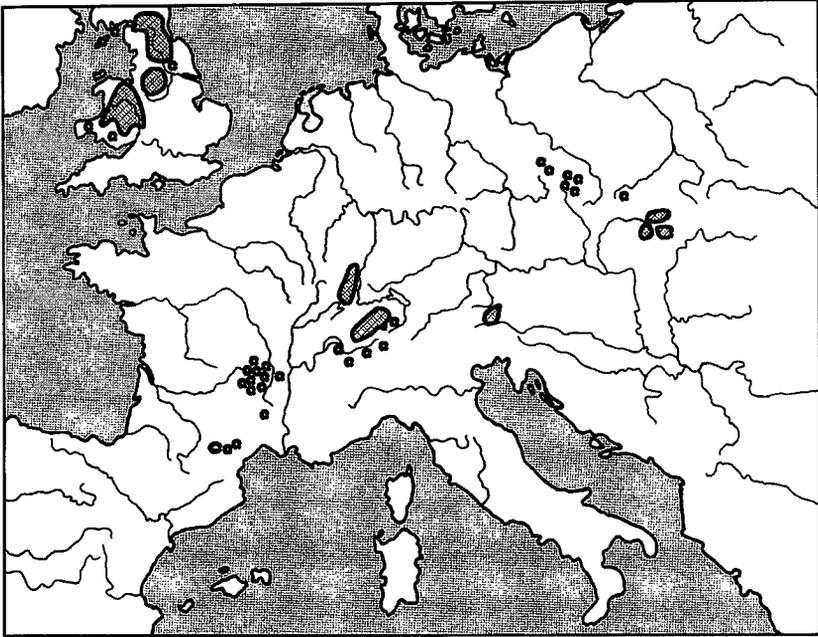


Abb. 6: Areal von *Viola lutea* (aus MEUSEL & JÄGER).

13/1), dem als weitere lokale Kennarten die Kleine Alpen-Küchenschelle (*Pulsatilla alba*, Tafel 10/2) und die standörtlich etwas weiter ausgreifende Pyrenäen-Silge (*Selinum pyrenaicum*, Tafel 10/3) anzufügen sind. Die weite, bis in die Tallagen reichende Verbreitung des Vogesen-Veilchens und sein ziemlich breites ökologisches Spektrum machen es wahrscheinlich, dass diese Art durchaus auch im Schwarzwald wachsen könnte. Allerdings werden die Samen der Veilchen-Arten von Ameisen ausgebreitet, bei größeren Distanzen sicher eine problematische Abhängigkeit. Für das Vogesen-Veilchen dürfte jedenfalls die Oberrheinebene ein unüberbrückbares Ausbreitungshindernis darstellen.

Die geringe Fernausbreitungsfähigkeit und das Fehlen im Schwarzwald legen nahe, dass das Vogesen-Veilchen von Westen her in das Gebirge eingewandert ist und irgendwo weiter im Westen auch das eiszeitliche Überdauerungsareal zu suchen ist. Diese Annahme ist zwar bei einem flüchtigen Blick auf die Karte der heutigen Verbreitung nicht gerade einleuchtend, weil in der Arealkarte ja auch östliche Teilareale auftauchen (Abb. 6). Bedenkt man jedoch, dass die westlichen Vorkommen, einschließlich der Vogesen, alle einer eigenen, von den östlichen Formen abweichenden Unterart angehören (*Viola lutea* ssp. *elegans*), dann erscheint eine Einwanderung von Westen her geradezu zwingend.

Noch klarer sind die Verhältnisse bei dem in Hochstaudenfluren der Vogesen anzutreffenden Französischen Milchlattich (*Cicerbita plumieri*, Tafel 20/3), der als

Homogyne alpina



Abb. 7: Areal von *Homogyne alpina* (aus MEUSEL & JÄGER).

ein Paradebeispiel einer „westlichen Art“ gelten kann. Bei ihm ist aufgrund der gut flugfähigen Früchte ein Sprung über den Oberrheingraben nicht völlig auszuschließen, dennoch ist für das lange bekannte Einzelvorkommen im Schwarzwald die Ursprünglichkeit eher zweifelhaft, so dass die Art getrost zum Eigengut der Vogesen gerechnet werden kann.

Diesen von Westen her in die Vogesen eingewanderten und dann vom Oberrheingraben aufgehaltenen „Westüberwinterern“ sind vom Schwarzwald ohne weiteres einige Parallelfälle von „Ostüberwinterern“ an die Seite zu stellen, zum Beispiel die Grün-Erle (*Alnus viridis*) und Scheuchzers Glockenblume (*Campanula scheuchzeri*, Tafel 9/3). Allerdings besitzen viele Glazialrelikte des Schwarzwaldes auch Splitterareale im Westen, so dass man durchaus sowohl mit östlichen als auch westlichen eiszeitlichen Refugialräumen rechnen muß. Entscheidend für die spätere Einwanderung ist offenbar die räumliche Entfernung dieser Refugialgebiete von den beiden Gebirgen und Existenz geeigneter Wandermöglichkeiten.

Für das Gold-Fingerkraut (*Potentilla aurea*, Tafel 13/3) ist ein solcher Refugialraum nachgewiesen. Man fand bestimmbare, auf die letzte Kaltzeit zu datierende Reste dieser Art in der Nähe der Schussenquelle (LANG 1962). Die nach-eiszeitliche Einwanderung aus dem vermutlich recht großen Überdauerungsareal in die umliegenden Gebirge hat sicher keine großen Probleme bereitet. Allerdings konnte der Oberrheingraben von der Pflanze nicht mehr überwunden werden, und

Pulsatilla alba

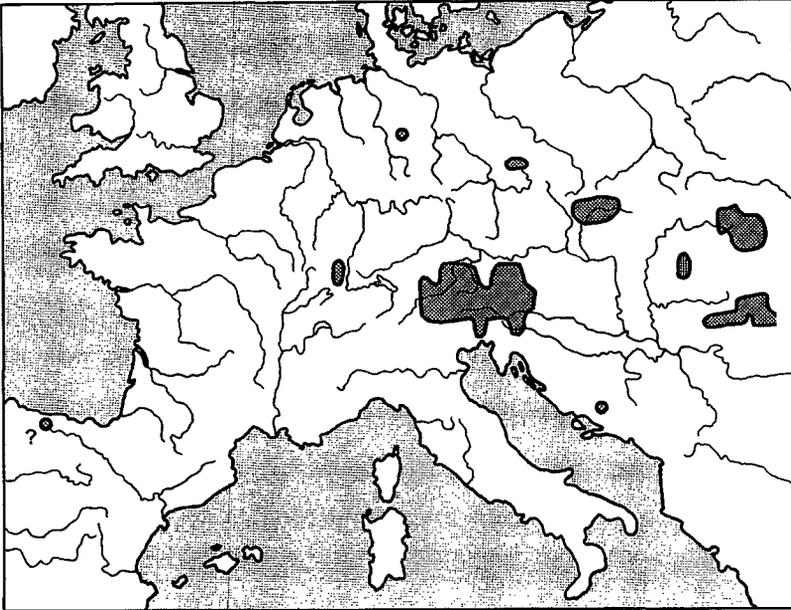


Abb. 8: Areal von *Pulsatilla alba* (aus MEUSEL & JÄGER).

Potentilla crantzii

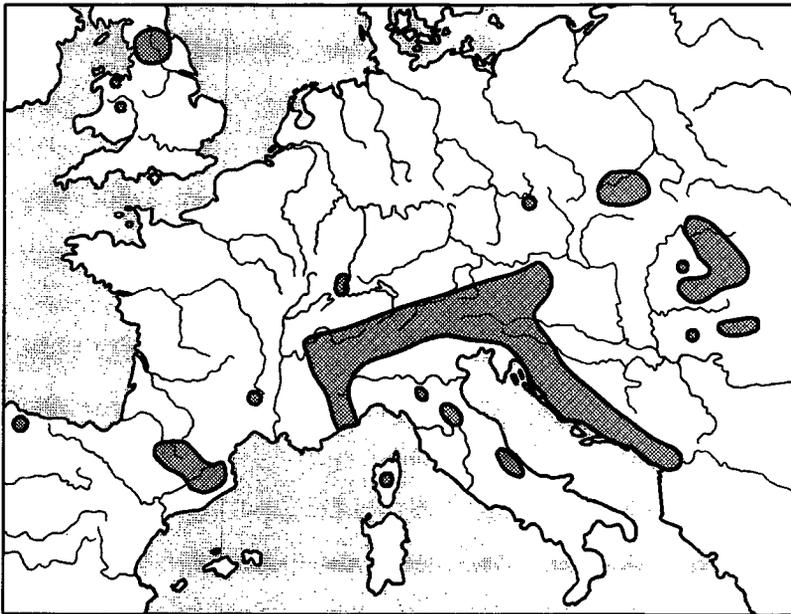


Abb. 9: Areal von *Potentilla crantzii* (aus MEUSEL & JÄGER).

da aus dem wahrscheinlich weniger günstig gelegenen westlichen Überdauerungsraum eine Zuwanderung nicht gelang, fehlt *Potentilla aurea* in den Vogesen (eine Einschleppung mit fremdem Saatgut ist inzwischen wieder verschwunden). Ähnlich ist nach dem heutigen Arealbild (Abb.7) zu urteilen, die Situation beim Grünen Alpenlattich (*Homogyne alpina*, Tafel 13/4), der aus seinen östlichen Refugialräumen den Schwarzwald und (über die Alpen) auch den Schweizer Jura erreicht hat; der Sprung in die Vogesen gelang jedoch nicht mehr.

Manchmal liefert das heutige Arealbild allerdings überhaupt keine Erklärung für die asymmetrische Verteilung bestimmter Arten. Beispiele dafür bieten die Kleine Alpen-Küchenschelle (*Pulsatilla alba*, Tafel 10/2) und das Crantzsche Fingerkraut (*Potentilla crantzii*, Tafel 12/3), deren heutige Verbreitung eher auf östliche Refugialräume hindeuten (Abb. 8 und 9), dem Schwarzwald aber heute trotzdem fehlen. *Potentilla crantzii* ist in den Vogesen recht selten und steht offenbar an der Grenze der standörtlichen Möglichkeiten. Dass es diese Art im Schwarzwald vielleicht aufgrund geringfügiger standörtlicher Unterschiede oder wegen unglücklicher Umstände nicht (oder nicht mehr) gibt, erscheint weniger überraschend als das Fehlen der in den Vogesen weit verbreiteten Küchenschelle, die doch sicher auch im Schwarzwald geeignete Wuchsbedingungen fände.

Es bleibt an dieser Stelle nur die Feststellung, dass nach dem heutigen Stand der Kenntnis nicht alle Unterschiede zwischen den Borstgrasrasen der Vogesen und des Schwarzwaldes durch vegetationsgeschichtliche Erwägungen plausibel gemacht werden können. Es sollen die Unterschiede auch nicht überbetont werden, denn strukturell und bezüglich eines weitgehend übereinstimmenden Grundstocks von Arten bestehen ja viele Ähnlichkeiten in der Weidfeldvegetation beider Gebirge. Dennoch sind die Differenzen deutlich, und sie werden gewöhnlich auch von jedem Vogesen-Wanderer wahrgenommen, sofern er für Eindrücke der Natur überhaupt empfänglich ist. Diese Unterschiede werden dadurch unterstrichen, dass beide Gebirge eigene Rinderrassen hervorgebracht haben, von denen zumindest das schwarz gesprenkelte Vogesenrind in den Hochlagen heute wieder regelmäßig zu sehen ist, während das hellbraun gescheckte „Hinterwälder“ des Schwarzwaldes (die kleinste Rinderrasse Mitteleuropas) trotz jüngster Wiederausbreitung immer noch zu den Seltenheiten zählt.

Die Subalpine Hochgrasflur

Wie bereits erwähnt, sind die Vogesen gekennzeichnet durch eine ausgeprägte, in Nord-Südrichtung verlaufende Kammlinie. Dies hat zur Folge, dass es auf der Ostseite an vielen Stellen zu starken Schneeverwehungen und ausgedehnten Wächtenbildungen kommt. Oft reihen sich die Wächten, vom Schwarzwald aus gesehen, im Frühjahr wie die Perlen einer Kette entlang der Kammlinie auf, und manche dieser Schneeflecken bestehen bis weit in den Sommer hinein (Tafel 6/2; 12/1 und 16/1). Die Situation einer quer zur Hauptwindrichtung stehenden Wächtenkante gibt es im Schwarzwald aufgrund des Fehlens einer durchgehenden Kammlinie nur an wenigen Stellen; deutlich ausgeprägt eigentlich nur am Osterrain, auf der Leeseite des eigentlichen Feldberggipfels (Tafeln 14/1 und 14/2). Im Kontakt mit den Schneebodengesellschaften im eigentlichen Wächtenbereich steht ein in der Regel miteinander verzahnter Komplex physiognomisch sehr unterschiedlicher Gesellschaften, die zusammenfassend als Subalpine Hochgrasflur (Sorbo-Calamagrostietum arundinaceae) bezeichnet werden, obwohl das namengebende Berg-Reitgras (*Calamagrostis arundinacea*) nur in bestimmten Ausbildungen

der Gesellschaft eine dominierende Rolle spielt (Tafeln 17/1; 18/1 und 18/2). In vielen Teilen wird der Gesellschaftskomplex geprägt von schneedruckresistenten Gehölzen, vor allem von Vogelbeer- (Tafeln 17/2 und 17/3) und Weiden-Arten, im Schwarzwald zum Beispiel von der Schlucht-Weide (Tafel 1/2), während die seltene, nur im Wormspel-Kar vorkommende Zweifarbige Weide (*Salix bicolor*, Tafel 12/2) auf die Vogesen beschränkt bleibt. Andere Ausbildungen der Hochgrasflur werden dominiert von Hochstauden (Tafel 2/2) oder sie beherbergen anspruchsvolle, ausgesprochen wärmebedürftige Arten, die man zum Teil aus Tieflagen kennt, zum Beispiel Echtes Labkraut (*Galium verum*, Tafel 19/2) oder Salomonssiegel (*Polygonatum officinale*). Oft handelt es sich bei diesen vermeintlichen Tieflagenpflanzen allerdings um eigene, morphologisch abweichende Unterarten, die auf bestimmte, wahrscheinlich als Urrasen zu betrachtende Gesellschaftsausbildungen innerhalb der Subalpinen Hochgrasflur beschränkt bleiben, zum Beispiel Heil-Ziest (*Betonica officinalis* var. *alpestre*, Tafeln 19/1 und 19/2); Pracht-Nelke (*Dianthus superbus* ssp. *alpestris*, Tafel 20/2) und Färber-Scharte (*Serratula tinctoria* ssp. *macrocephala*, Tafel 20/4). Neben seltenen, auch heute noch weitgehend auf den Primärstandort beschränkten Arten, wie Allermannsharnisch (*Allium victorialis*, Tafel 18/3), Durieus Weidenröschen (*Epilobium duriae*, Tafel 22/6) und Kugel-Orchis (*Traunsteinera globosa*,; Tafel 20/1) findet man hier auch solche Vertreter, die sich sekundär in die Weidfelder oder sogar bis in die Mähwiesen der Tieflagen ausgebreitet haben. Als allgemein bekanntes Beispiel wäre hier die Gelbe Narzisse (*Narcissus pseudonarcissus*, Tafel 13/2) zu nennen.

Das Sorbo-Calamagrostietum arundinaceae ist im Schwarzwald aus den oben skizzierten Gründen meist nur kleinflächig entwickelt und erinnert nur an wenigen Stellen an die Verhältnisse in den Vogesen. Am ehesten vergleichbar, wenn auch floristisch ungleich ärmer, ist der Bereich außerhalb der eigentlichen Wächtenzone am Osterrain. Hier ist vieles angedeutet, was in den Vogesen großflächig und artenreich und in wiederkehrender Gesetzmäßigkeit entfaltet ist. CARBIENER hat diese faszinierenden, auch im Massif Central in ähnlicher Form entwickelten „Hochgrasprärien“ der Vogesen detailliert dargestellt (CARBIENER, 1969); auf diese Arbeit sei für ein genaueres Studium verwiesen. Hier muß der Hinweis genügen, dass der floristische Reichtum, die strukturelle Vielfalt und die großflächige Entwicklung der Hochgrasfluren der Vogesen den eigenen, vom Schwarzwald abweichenden Charakter der Vogesenvegetation am eindrucklichsten belegen.

Quellfluren und Flachmoore

Umgekehrt sind die Verhältnisse bei den Quellfluren und bei den zu den Niedermooren zu stellenden Hang-Flachmooren (zur Definition von Hoch- und Niedermooren siehe den Beitrag von O. WILMANN in diesem Band). Der hohe Schwarzwald ist reich an kleinen Wasserläufen und Quellen. So ist zum Beispiel der Feldberggipfel umgeben von einem Kranz kleiner Quellen, von denen die ersten kaum 50 Höhenmeter unter dem Gipfel entspringen. Häufig fließt das austretende Wasser zuerst durch kleine Rieselfluren und sickert dann bergab durch Flachmoore, die dem Betrachter schon von weitem durch ihre abweichende Farbe und ihre unruhige, treppenartige Oberfläche auffallen (Tafel 21/1). Diese kleinen Wasseraustrittsstellen gibt es in den Vogesen trotz höherer Niederschläge längst nicht so häufig. Meist sind es hier wenige, stark schüttende Quellen, die ein bestimmtes Gebiet entwässern, was vielleicht mit dem weit verbreiteten Granit und seiner vom Gneis des Schwarzwaldes abweichenden Klüftung zusammenhängt. Tatsächlich zeigt die



Abb. 10: Das Gewässernetz von Schwarzwald und Vogesen (aus KELLER et al.).

Karte des Gewässernetzes beider Gebirge (KELLER et al. 1978) im Schwarzwald eine deutlich höhere „Maschendichte“ des Gewässernetzes als in den Vogesen (Abb. 10). Dieser Eindruck mag vielleicht zum Teil auf unterschiedliche kartographische Unterlagen bei der Erstellung dieser Karte zurückgehen, ganz von der Hand zu weisen ist ein solcher Unterschied aber keineswegs. Nur selten findet man in den Hochlagen der Vogesen das im Feldberggebiet so häufige System von Rieselfluren

und Flachmooren. Zwar gibt es auch hier einige kalt-stenotherme Quellen mit der aus dem Schwarzwald bekannten Kaltwasservegetation (BOGENRIEDER & ESCHENBACH 1996), sie ist hier jedoch seltener und artenärmer. So sind aus dem Schwarzwald für diese Gesellschaft als Besonderheiten zu nennen: Alpen-Weidenröschen (*Epilobium anagallidifolium*, Tafel 22/4), Mierenblättriges Weidenröschen (*Epilobium alsinifolium*, Tafel 22/5); *Bryum schleicheri*, (Tafel 22/7) Eis-Segge (*Carex frigida*, Tafel 22/3) und Stern-Steinbrech (*Saxifraga stellaris*, Tafel 22/8), wovon lediglich die beiden letztgenannten Arten in den Vogesen vertreten sind.

Großflächige Vernässungen mit ausgedehnten Flachmoorkomplexen, wie zum Beispiel unterhalb des Schwalbennestes, sind in den Vogesen ausgesprochen selten. Andererseits sind gerade diese Flachmoorkomplexe im Schwarzwald so reich an Glazialrelikten, dass wir hier einen dritten und besonders wichtigen Typ primär waldfreier Sonderstandorte konstatieren können. Ihre baumfeindlichen Naßböden haben von jeher ein Aufkommen von Wald verhindert und zumindest einige von ihnen waren gewiß groß genug, dass der seitliche Schattenwurf des angrenzenden Waldes das Wachstum der meist lichtbedürftigen Arten nicht mehr verhindern konnte. Als Beispiele wären hier neben den bereits genannten Arten der Kaltwasservegetation (s. oben) der Dornige Moosfarn (*Selaginella selaginoides*, Tafel 22/1), der Alpenhelm (*Bartsia alpina*, Tafel 22/2) und das „Wahrzeichen“ der Feldbergflora, die Alpen-Troddelblume (*Soldanella alpina*, Tafel 21/3) anzuführen. Dazu kommt als weitere schwarzwaldspezifische Besonderheit, dass manche Flachmoore offenbar im Einflußbereich besonders basenreicher Ausgangsgesteine liegen oder von Calcitadern im Gestein beeinflusst werden, denn sie beherbergen zusätzlich eine Reihe anspruchsvoller „Kalkarten“, die den Vogesen im feuchten standörtlichen Bereich fast völlig fehlen. Zu diesen, auch im Schwarzwald nur lokal in besonders basenreichen Flachmooren vorkommenden Arten gehören der Sumpfenzian (*Swertia perennis*, Tafel 21/2), das Alpen-Maßliebchen (*Aster bellidiastrum*, Tafel 22/9), Davalls Segge (*Carex davalliana*), Breitblättriges Wollgras (*Eriophorum latifolium*), Simsenlilie (*Tofieldia calyculata*) und Sumpf-Stendelwurz (*Epipactis palustris*). Sie unterstreichen den Unterschied zu den meist kleinflächigeren, artenärmeren und oft nur fragmentarisch entwickelten Flachmooren der Vogesen und machen die basenreichen Niedermoorkomplexe zu einem besonderen Charakteristikum des Schwarzwaldes.

Hochmoore

Zum typischen Bild der Hochfläche des Schwarzwaldes gehören die zahlreichen, weit verstreuten Hochmoore, deren Entstehung durch das hochgelegene danubische Flachrelief und die großflächige würmeiszeitliche Vereisung mit ihren zahlreichen Moränenwällen und Eisrandseen begünstigt wurde (zur Glazialmorphologie vgl. LIEHL 1982). Dieses hochgelegene Flachrelief fehlt den Vogesen und die Spuren der Vereisung beschränken sich deshalb im wesentlichen auf Karbildungen, Trogtäler und Zungenbecken. Trotzdem gibt es auch in den Vogesen einige große Hochmoore, die trotz erkennbarer menschlicher Eingriffe ihre Eigenart bis heute behalten haben und sich mit den Schwarzwaldmooren vergleichen lassen.

Dabei stößt man schnell auf einen auffälligen Unterschied: Die offenen Hochmoore des Schwarzwaldes sind in der Regel umgeben von einem mehr oder weniger breiten Gürtel der Moorkiefer (*Pinus mugo* ssp. *rotundata*; Tafel 23/1 und 23/2), die dann im weniger nassen Randbereich von Fichtenwäldern abgelöst wird (SCHMID & BOGENRIEDER 1998). Diese auch oft als „Spirkenfilz“ bezeichneten

Moorkiefernbestände fehlen von Natur aus wohl nur den höchstgelegenen Mooren des Schwarzwaldes. Sie sind am besten entwickelt in Höhenlagen um 1000 m, doch zeigen sich heute auch in diesem Optimalbereich vielfach Absterbe- oder Sukzessionsvorgänge hin zum Fichtenwald, was in den meisten Fällen auf lange zurückliegende Eingriffe in den Wasserhaushalt der Moore zurückzuführen sein dürfte.

Ein derartiger Spirkengürtel fehlt den Mooren der Vogesen offenbar seit jeher, sieht man von den gepflanzten Beständen in der Nähe des Tanneck-Moores einmal ab. Allerdings gibt es eine wichtige Ausnahme: Das westlich von Gérardmer gelegene Beillard-Moor beherbergt eine große Moorkiefern-Population, die man trotz der starken Eingriffe in dieses Moor (Torfstich, Entwässerung) aufgrund der Altersverteilung und anderer struktureller Merkmale als ursprünglich einschätzen kann (Tafel 24/1). Dieser Bestand ist von besonderem Interesse, weil er einerseits die grundsätzliche Anwesenheit der Spirke in den Vogesen belegt und damit Einwanderungshindernisse für das Fehlen in anderen Mooren kaum verantwortlich gemacht werden können. Andererseits fragt es sich, ob diese Einwanderung über die Rheinebene hinweg vom Schwarzwald her erfolgt ist und die heutige Verkehrsachse durch das Münstertal und über den Schluchtpass vielleicht genau die ehemalige Einwanderungsrouten nachzeichnet. Genetische Untersuchungen an dieser Moorkiefernpopulation des Beillard haben gezeigt, dass dies nicht ausgeschlossen ist: Die genetische Struktur dieser Kiefern unterscheidet sich zwar deutlich von den Beständen des Nordschwarzwaldes, die allerdings aufgrund ihres abweichenden, latschenartigen Wuchses (*Pinus rotundata* var. *pseudopumilio*) ohnehin kaum als Stammpopulation in Frage kommen. Recht geringe genetische Distanzen ergaben sich jedoch zu zwei der vier untersuchten Populationen des Südschwarzwaldes, zu denen sie nach Ökologie und Wuchsform große Ähnlichkeit aufweisen (SCHMID et al., in Vorbereitung). Da andererseits signifikante genetische Unterschiede zu den beiden untersuchten Beständen im Schweizer Jura (als nächstes westliches Vorkommen) bestehen, ist eine Zuwanderung aus westlichen Refugialräumen wohl weniger wahrscheinlich, womit sogleich die Frage beantwortet wäre, warum andere, ebenfalls nach Westen geöffnete Täler und Karböden nicht erreicht wurden (Tafel 24/2).

Es zeigt sich an diesem Beispiel, dass der Vergleich der beiden Gebirge seit dem Beginn dieser Fragestellung nichts von seinem Reiz verloren hat. Manches ist mit fortschreitender Kenntnis klarer geworden, aber es sind auch viele neue Probleme entstanden und manch alte Fragen sind nach wie vor ungeklärt. Sicher werden sich in Zukunft durch die verstärkte Anwendung neuer, zum Beispiel genetischer Methoden, neue Einsichten ergeben – und vielleicht auch die Beantwortung heute noch ungelöster Fragen.

Menschliche Einsicht beruht nicht zuletzt auf dem Vergleich. Möge dieser Artikel dazu beitragen, dass wir die Vegetation von Schwarzwald und Vogesen vor weiteren Verlusten bewahren und die Möglichkeit zu Forschung und Vergleich auch an die kommenden Generationen weitergeben.

Danksagung: Für klärende Diskussionen und interessante gemeinsame Exkursionen in den Vogesen danke ich Herrn PD Dr. GEROLD HÜGIN sehr herzlich.

Ich widme diesen Beitrag meinem lieben Kollegen Prof. Dr. DIETER VOGELLEHNER, mit dem mich (über die unausrottbaren Namensverwechslungen hinaus) viele gemeinsame Interessen und Anschauungen verbinden. Ich hoffe, daß er in diesem Artikel einen Teil jenes Dankes wiederfindet, dem ich ihm für sehr viele Anregungen, Auskünfte und freundschaftliche Gespräche schulde.

Literatur

- BARTSCH, J. & BARTSCH, M. (1940): Vegetationskunde des Schwarzwaldes. – Pflanzensoziologie 4, 229 S., Jena.
- BOGENRIEDER, A. (1982): Die Flora der Weidfelder, Moore, Felsen und Gewässer. – In: Der Feldberg im Schwarzwald. Subalpine Insel im Mittelgebirge. – Natur- und Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ. 12, 244-316, Karlsruhe.
- BOGENRIEDER, A. & ESCHENBACH, C. (1996): Ökologische Untersuchungen an Moosen aus Quelfluren kalt-stenothermer Quellen des Hochschwarzwaldes. – Crunoecia 5, 109-118.
- CARBIENER, R. (1969): Subalpine Hochgrasprärien im herzynischen Gebirgsraum Europas, mit besonderer Berücksichtigung der Vogesen und des Massif Central. – Mitt. Flor.-Soz. Arbeitsgemeinschaft, N.F. 14, 322-345.
- CARBIENER, R. (1970): Frostmusterböden, Solifluktion, Pflanzengesellschaftsmosaik und -struktur, erläutert am Beispiel der Hochvogesen. – In: TÜXEN, R. (Hrsg.): Gesellschaftsmorphologie (Strukturforschung), Ber. int. Sympos. Rinteln 1966, 187-217, Den Haag.
- EGGERS, H. (1964): Schwarzwald und Vogesen. – Westermann Taschenbücher, Reihe Geographie, Bd. 1, 144 S., Braunschweig.
- ELLENBERG, H. et al. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geobot. XVIII, 248 S., Göttingen.
- GEYER, O.F. & GWINNER, M.P. (1991): Geologie von Baden-Württemberg. – 482 S., Stuttgart.
- ISSLER, E. (1909): Führer durch die Flora der Zentralvogesen. – 64 S., Leipzig.
- ISSLER, E. (1942): Vegetationskunde der Vogesen. – Pflanzensoziologie 5, 192 S., Jena.
- KELLER, R. et al. (Hrsg.) (1978): Hydrologischer Atlas der Bundesrepublik Deutschland. – Karten und Erläuterungen, Boppard.
- KIRSCHLEGER, F. (1852, 1857, 1862): Flore d'Alsace. – Bd.1, 662 S.; Bd. 2, 612 S.; Bd. 3, 456 S., Strasbourg.
- LANG, G. (1962): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen der Magdalenienstation an der Schussenquelle. – Veröff. Geobot. Inst. Rübel 37, 129-154. Liehl, E. (1982): Landschaftsgeschichte des Feldberggebietes. In: Der Feldberg im Schwarzwald. Subalpine Insel im Mittelgebirge. – Natur- und Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ. 12, 13-147, Karlsruhe.
- MEUSEL, H. & JÄGER, E. (Hrsg.) (1965, 1978, 1978): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. – 6 Bde., Jena.
- MOOR, M. (1962): Einführung in die Vegetationskunde der Umgebung Basels. – 464 S., Basel.
- OBERDORFER, E. (1956): Die Vergesellschaftung der Eissegge (*Carex frigida* All.) in alpinen Rieselfluren des Schwarzwaldes, der Alpen und der Pyrenäen. – Veröff. Landesst. für Natursch. und Landschaftspflege Baden-Württ. 24, 452-465.
- OBERDORFER, E. (Hrsg.) (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil IV (Wälder und Gebüsche). – 282 S. (Text) und 580 S. (Tabellen), Jena.
- PHILIPPI, G. (1963): Zur Gliederung der Flachmoorgesellschaften des Südschwarzwaldes und der Hochvogesen. – Beitr. naturk. Forsch. Südwest. Dtl. 22, 113-135.
- POPPEL, J. & HUHN, E. (1850): Das Großherzogthum Baden in malerischen Original-Ansichten ... – 456 S., 154 Stahlstiche, Darmstadt.
- SCHMID J. & BOGENRIEDER, A. (1998): Spirken-Moorwälder im Schwarzwald. Das Steerenmoos bei Faulenfürst (Gemeinde Schluchsee). – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N.F. 17, 29-58.

(Am 22. Februar 2001 bei der Schriftleitung eingegangen.)



1: Blick in das Feldseekar mit Seebuck und Bismarckdenkmal. Der klare Karsee beherbergt eine seltene und gefährdete Unterwasservegetation.



2: *Salix appendiculata* (nur Schw.) in einer schneegeprägten Rinne am Seebuck-Steilabfall. Durch hohe Schneelasten werden die Sträucher im Winter zu Boden gedrückt.



1: Hochstaudenreicher Bergahornwald am Feldberg. Der Bestand gehört zu den wenigen Urwaldresten im Schwarzwald.



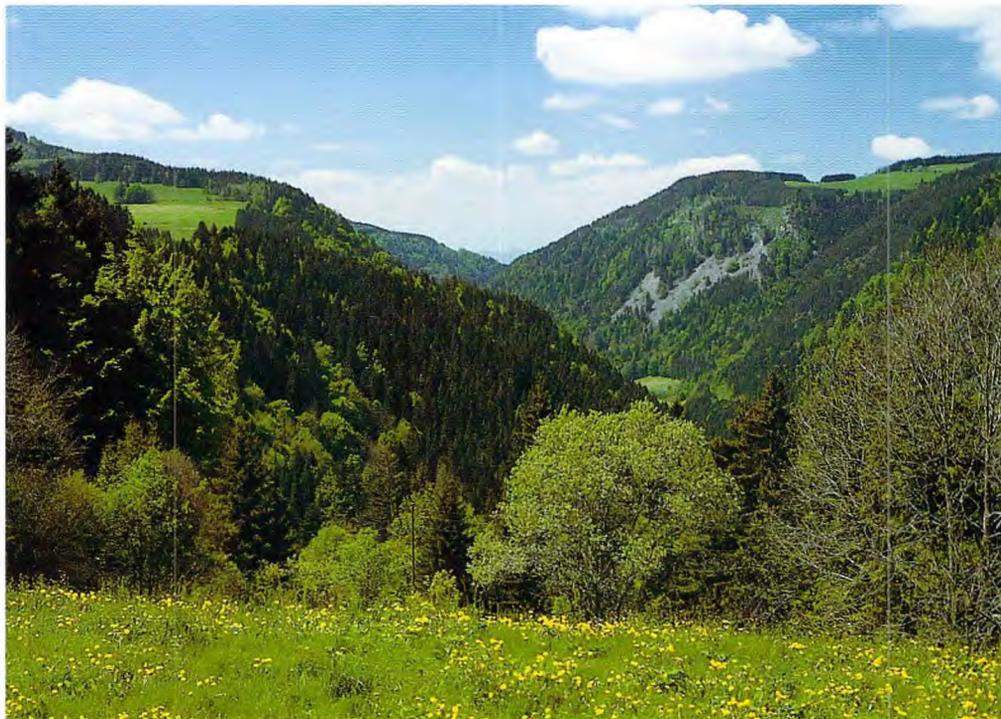
2: Hochstauden am Feldberg: *Adenostyles alliariae*, *Cicerbita alpina*, *Senecio bercynicus* und *Gentiana lutea*.



1: Tannen-Buchenwald in der montanen Stufe am Westabfall des Schwarzwaldes. Solche ursprünglichen Bestände sind heute vielfach durch Fichtenforste ersetzt.



2: Blick auf Col de la Schlucht (ganz rechts), Hohneck (Mitte) und Petit Hohneck (links). Die Fichtenforste am Gaschneykopf (linker Bildrand) entstanden zu Ende des 19. Jahrhunderts.



1: Steiles rhenanisches und flaches danubisches Relief am Westabfall des Schwarzwaldes. Die junge Erosion des Höllentales greift hinein in die ausgeglichenen Altflächen um Alpersbach und Breitnau.



2: Krunkelbachtal mit Herzogenhorn und Rabenfelsen (rechts). Links (im Schatten) das früher als Allmend-Weide genutzte "Wilde Feld".



1: Lac de Fischboedle mit Tannen-Buchenwald und Bergahornwald an den steilen Karwänden.



2: *Sedum annuum* (Schw. und Vog.) wächst auf Felsköpfen und auf Felschutt.



3: *Veronica fruticans* (Schw. und Vog.), ein Glazialrelikt der Felsmassive.



1: Blick vom Hohneck in das Frankenthal: steil aufragend die Martinswand, in der Tiefe der Talboden mit verlandendem Karsee. Auf der Hochfläche die Rodungsinsel der Melkerei "Les Trois Fours".



2: Blick vom Kastelberg nach Süden auf den Rainkopf (rechts, mit Embryonalkar), den Rothenbachkopf (Mitte) und den Batteriekopf (links). Vorne Borstgrasrasen mit *Pulsatilla alba*.



1: Südwestseite der Spitzköpfe (Gebiet Hohnneck) – Wechsel von steilen Felsen, Schutthalden und einem artenreichen Mischwald mit Buche, Tanne, Bergahorn und Esche.



2: *Ribes petraeum* (Schw. und Vog.), eine Pflanze felsiger Hänge und der Bergmischwälder.



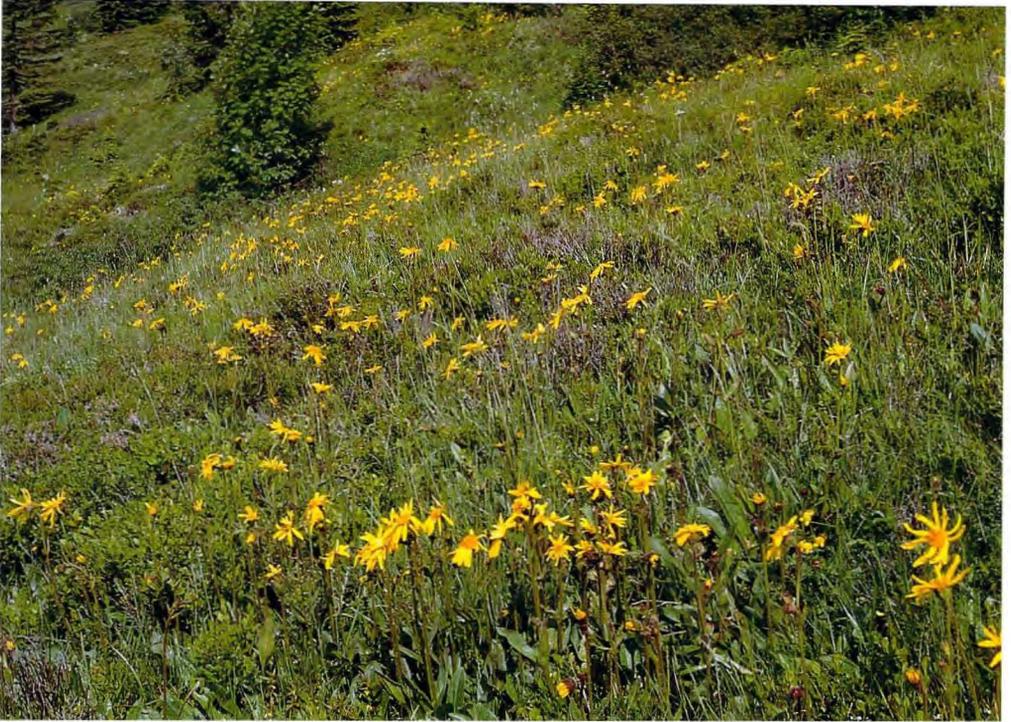
3: *Campanula latifolia* (Schw. und Vog.), selten in lichten Bergmischwäldern.



1: Waldgrenze am Kastelberg in der Nähe des Vogesenkamms. In dieser klimatischen Grenzlage bildet die Buche nur noch niederwüchsige, buschige Kampfformen.



2: Buchenwald in der Nähe der Waldgrenze am Kastelberg. Die talwärts gebogenen Stämme entstehen durch Schneedruck.



1: Borstgrasrasen (Leontodonto-Nardetum) des Schwarzwaldes mit *Arnica montana*. Nach Aufgabe der Beweidung kommt es zur Ausbreitung von Gehölzen und einer allmählichen Wiederbewaldung.



2: *Ligusticum mutellina* (nur Schw.) wächst an schneegeprägten Standorten des Feldbergmassivs.



3: *Campanula scheuchzeri* (nur Schw.) ist eine auf die Hochlagen des Feldbergs beschränkte Art.



1: Borstgrasrasen (*Violo-Nardetum*) der Vogesen mit Fruchtständen von *Pulsatilla alba* (nur Vog.); dazwischen *Leontodon helveticus* (Schw. und Vog.) und *Meum athamanticum* (Schw. und Vog.).



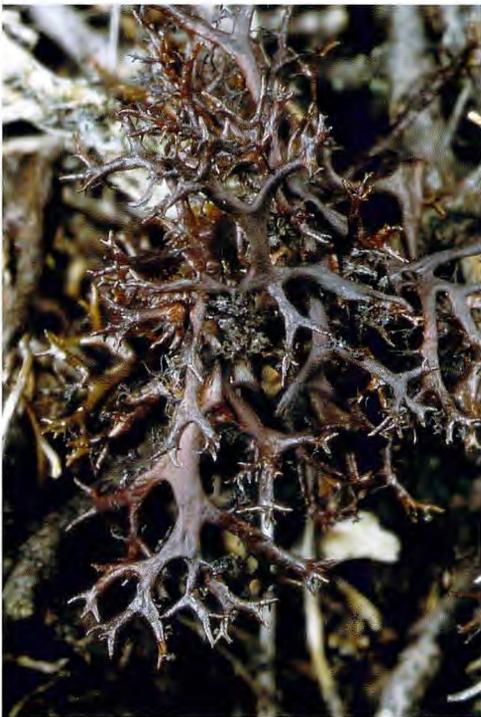
2: *Pulsatilla alba* (nur Vog.), ein im Schwarzwald fehlender Endemit europäischer Mittelgebirge.



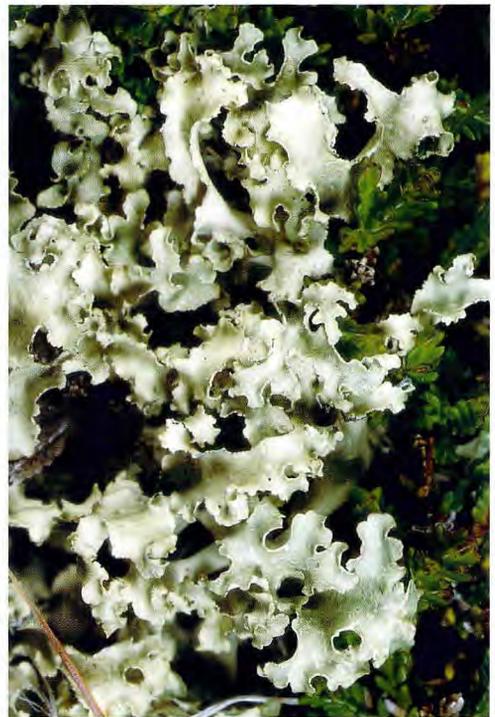
3: *Selinum pyrenaicum* (nur Vog.). Die Art steht in den Vogesen an der Ostgrenze ihres Areals.



1: Im Hintergrund der Baldenweger Buck (Feldberg): Hohe Windgeschwindigkeiten und fehlender Schneeschutz schaffen ein baumfeindliches Klima, dem auch die winterharte Fichte nicht mehr gewachsen ist.



2: *Cetraria muricata* (Schw. und Vog.): eine Flechte der Windheide am Baldenweger Buck.



3: *Cetraria cucullata* (Schw. und Vog.): in der Windheide des Baldenweger Bucks.



1: Blick in das Wormspelkar (Hohneck-Massiv). Die Hochstauden-, Rasen- und Gebüschgesellschaften der Steilhänge sind von großem floristischem Reichtum und beherbergen zahlreiche Glazialrelikte.



2: *Salix bicolor* (nur Vog.). Diese Weide hat im Wormspelkar ein sehr isoliertes Einzelvorkommen.



3: *Potentilla crantzii* (nur Vog.): eine seltene Art sonniger Steinrasen des Vogesenhauptkamms.



1: *Viola lutea* (nur Vog.), eine Charakterart der Borstgrasrasen in den Vogesen.



2: *Narcissus pseudonarcissus* (nur Vog.) hat ihre Heimat in den subalpinen Grasfluren.



3: *Potentilla aurea* (nur Schw.) bleibt auf die Borstgrasrasen des Feldbergmassivs beschränkt.



4: *Homogyne alpina* (nur Schw.), selten in montanen Nadelwaldgesellschaften und subalpinen Magerrasen.



1: Osterrain (Feldberg-Gipfel), 2.6.1982. Im Lee ausgedehnte Reste von Wächten mit Abbruchkanten, die Hochfläche ist längst schneefrei.



2: Osterrain (Feldberg-Gipfel), 2.7.1999. Die letzten Schneeflecken verschwinden hier erst im Hochsommer. Vorne Borstgrasrasen mit *Meum athamanticum* und *Leontodon helveticus*.



1: Osterrain und Feldberggipfel von Norden gesehen. Gut zu erkennen ist das System der Lawinengebiete, die Fichte bleibt auf die lawinensicheren Geländertuppen beschränkt.



2: *Gnaphalium supinum* (nur Schw.), ein Glazialrelikt lange schneebedeckter Standorte.



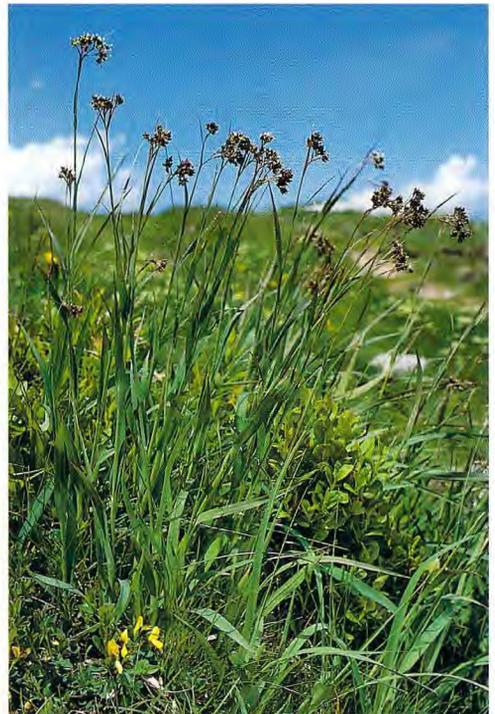
3: *Sagina saginoides* (nur Schw.), eine seltene Art des Feldbergs.



1: Blick vom Schwalbennest (mit Schneeresten) über das Ammelthal (im Schatten) zum Hohneck, 16.6.2000. Die Buche erreicht hier eine klimabedingte Waldgrenze.



2: *Sibbaldia procumbens* (nur Vog.) wächst in wenigen Schneemulden zwischen Hohneck und Kastelberg.



3: *Luzula desvauxii* (Schw. und Vog.), rasenbildend an sickerfeuchten, lange schneebedeckten Standorten.



1: Das Sorbo-Calamagrostietum (Subalpine Hochgrasflur) ist ein charakteristischer Komplex von Gebüschern, Grasfluren und Hochstaudengesellschaften, der in den Vogesen entlang der Wächtenkanten und in den Karnischen in wechselnder Zusammensetzung ausgebildet ist.



2: *Sorbus mougeotii* (nur Vog.) gehört zu den typischen Gehölzen der subalpinen Hochgrasflur.



3: *Sorbus chamaemespilus* (Schw. und Vog.), eine schneeresistente Art im Bereich der Wächten.



1: Die subalpine Hochgrasflur (Sorbo-Calamagrostietum) ist im Schwarzwald nur kleinflächig ausgebildet, erinnert aber an die Verhältnisse in den Vogesen.



2: *Calamagrostis arundinacea*, eine charakteristische Art der subalpinen Hochgrasfluren.



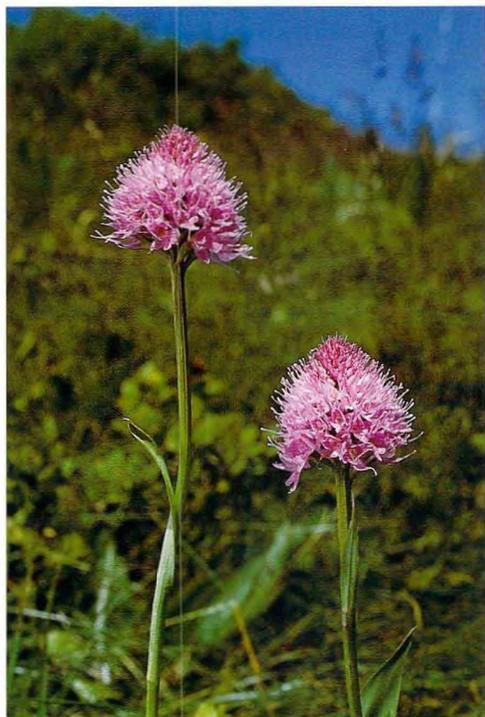
3: *Allium victorialis* (Schw. und Vog.) gehört im Schwarzwald zu den großen Seltenheiten.



1: Südhang des Grand Ballon. Blumenbunte, artenreiche Bergwiesen zwischen offenen Blockhalden und letzten Vorposten des Waldes.



2: Bergwiese mit *Betonica officinalis* var. *alpestris* (nur Vog.), *Leontodon helveticus* und *Galium verum*.



1: *Traunsteinera globosa* (Schw. und Vog.) in einer Bergwiese am Grand Ballon.



2: *Dianthus superbus* ssp. *alpestris* (nur Vog.) im Wormspelkar.



3: *Cicerbita plumieri* (nur Vog.) im Sorbo-Calamagrostietum der Vogesen.



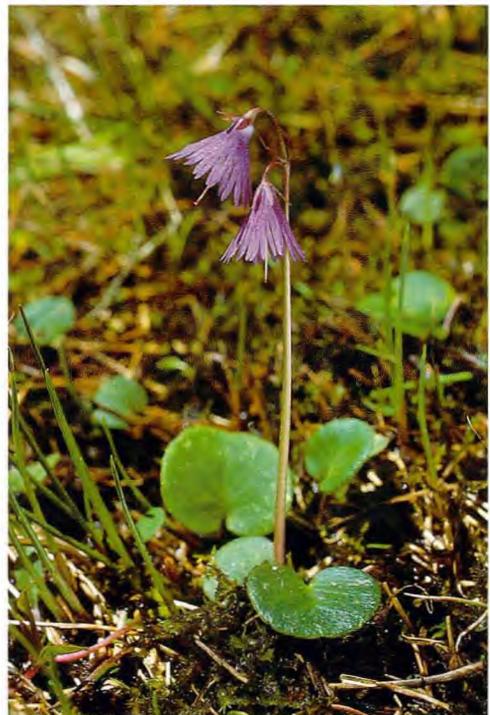
4: *Serratula tinctoria* ssp. *macrocephala* (nur Vog.) wächst in Hochgrasfluren und Weidfeldern.



1: Ostabdachung des Feldbergs (Mittelbuck) mit floristisch reichem Mosaik aus Flachmooren und Quellfluren. Unruhige Solifluktionsböden zeigen die Bereiche wasserdurchtränkter Torfe.



2: *Swertia perennis* (nur Schw.) in einem Flachmoor am Feldberg.



3: *Soldanella alpina* (nur Schw.) hat am Feldberg ihr einziges außeralpines Vorkommen.



1: *Selaginella selaginoides*
(nur Schw.)



2: *Bartsia alpina*
(Schw. und Vog.)



3: *Carex frigida*
(Schw. und Vog.)



4: *Epilobium angallidifolium*
(nur Schw.)



5: *Epilobium alsinifolium*
(nur Schw.)



6: *Epilobium duriaei*
(nur Vog.)



7: *Bryum schleicheri*
(nur Schw.)



8: *Saxifraga stellaris*
(Schw. und Vog.)



9: *Aster bellidiastrum*
(nur Schw.)



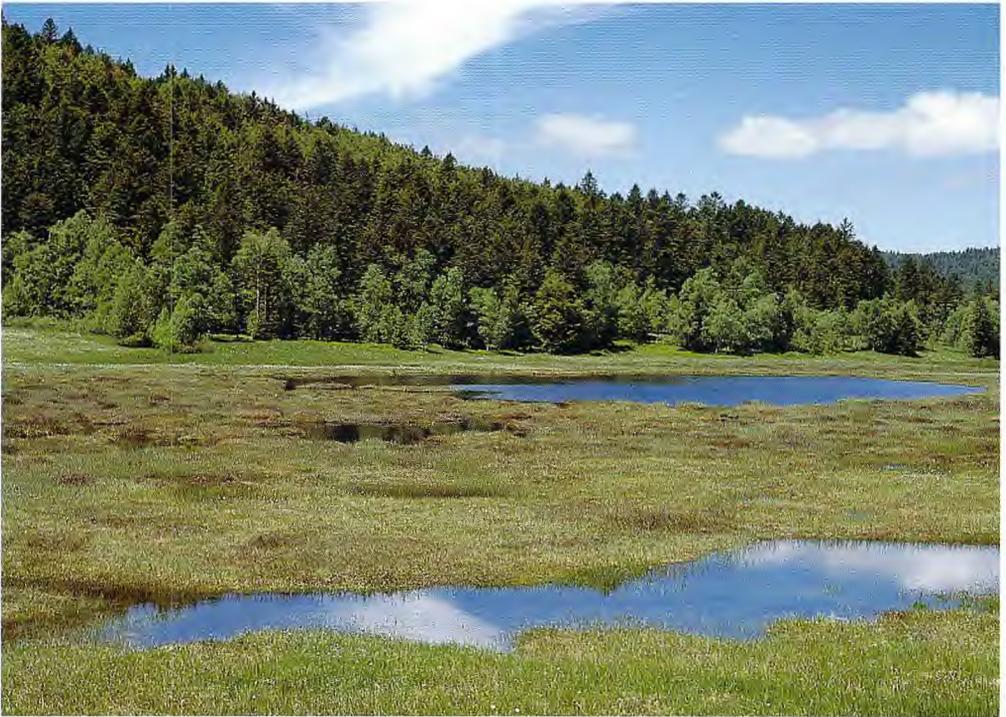
1: Ennersbacher Moor (Hotzenwald) mit *Pinus rotundata* und offenen Hochmoor-Komplexen. Auf den nassen Flächen des Moorinnern ist auch die Moorkiefer in ihrem Wachstum beeinträchtigt.



2: Rotmeer (bei Bärental): Offenes Hochmoor, umgeben von einem Spirkelfilz (*Pinus rotundata*).



1: Hochmoor "Beillard" westlich von Gérardmer. Das von früherem Torfstich stark beeinträchtigte Moor ist das einzige Spirken-Moor der Vogesen.



2: Etang de Machey, mit offenen Wasserflächen und Schwinggrasen; hier fehlt *Pinus rotundata*.

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	4	793 – 826	2001	Freiburg im Breisgau 12. Juli 2001
--	---------	---	-----------	------	---------------------------------------

Farbcharakteristika der Vegetation des Schwarzwaldes – mit einem vergleichenden Blick auf die Schwäbische Alb

von
OTTI WILMANNNS, Freiburg i. Br.*

Zusammenfassung: Das Thema wird unter zwei Aspekten behandelt: Es gilt erstens das pflanzenbedingte Farbinventar einer bestimmten Landschaft zu charakterisieren, um Vergleiche mit denen anderer Gebiete anschließen zu können. Zweitens soll der Versuch einer Landschaftsästhetik im weiteren Sinne, also von Wahrnehmung, Kenntnis und Gefühl, unternommen werden, dies vom Standpunkt der Geobotanik aus. Gegenstand der Betrachtung sind Komplexe von Pflanzengesellschaften mit ihrem Farbmuster (Wälder und Freilandgehölze, Hoch- und Niedermoore, Weidfelder und Kulturgrünland sowie einige Sonderlebensräume). Dies geschieht für einen Sichtbereich von etwa 10 bis 300 m Entfernung.

Auf eine knappe Einführung für den Nicht-Pflanzensociologen folgt die Beschreibung der Farbelemente, die oft auch Strukturelemente sind, sowie die Farbcharakteristik bestimmter Vegetationstypen. Dies wird verknüpft mit deren vegetationsökologischem Hintergrund: vor allem standörtlichen und wirtschaftlichen Voraussetzungen und damit Zeigerwert, auch historischer Dokumentation und biozönologischen Einflüssen. Die Farbmuster können dabei autogen (z.B. in Hochmooren) oder allogenen, speziell anthropogen (z.B. in Extensivgrünland) sein. Die Gesellschaften verhalten sich im Jahreslauf mehr oder weniger ausgeprägt gleich- oder wechselfarbig (homoio- oder poikilochrom).

Erste Vergleiche zwischen Schwarzwald und Schwäbischer Alb werden gezogen, z.B. Fehlen oder starkes Zurücktreten bestimmter Typen in einem der Gebirge, symptomologische Parallelen und hohe Ähnlichkeiten.

Summary: Characteristics of vegetation colours of the Black Forest – with a comparative look at the Swabian Alb. Two aspects on this subject are dealt with: Firstly the colours of the vegetation in the landscape are characterized in order to be able to compare them with others. Secondly an aesthetical approach is considered (aesthetics in terms of its original meaning of perception, knowledge, and feeling) from a geobotanical point of view. The subjects are vegetation complexes with a distinctive pattern of colours, observed from a distance of ca. 10 to 300 m.

A short introduction for non-phytosociologists is followed by the description of the colour elements and a characterization of vegetation types, in combination with the vegetation ecological background, especially habitat factors and agricultural management, history and biocoenology.

The pattern of colours may be autogenous (e.g. bogs) or allogenuous, especially anthropogenous (e.g. extensively used grassland). The communities may change their colour to a greater or lesser extent during the year; they may be homoio- or poikilochrome, respectively.

Colours found in the vegetation of the Black Forest are found to be lacking, similar or identical to those in the Swabian Alb and vice versa.

* Anschrift der Verfasserin: Prof. Dr. em. O. WILMANNNS, Mattenweg 9, D-79856 Hinterzarten

Dieser Beitrag, meinem lieben Kollegen DIETER VOGELLEHNER gewidmet, soll sich auf dessen zwei Heimatlandschaften beziehen: schwerpunktmäßig auf den Schwarzwald als Raum seiner beruflichen Tätigkeit, nur gelegentlich auf die Schwäbische Alb als den seiner Jugend- und seiner Studienzeit in Tübingen.

1. Einführung

Ich nähere mich dem Thema von zwei Seiten, der der Landschaftsindividualität und der des Landschaftserlebens.

Die Erfahrung lehrt rasch: Landschaften haben ihr eigenes „Gesicht“; sie sind unverwechselbar, wenn man sie als Ganzes, wie die Physiognomie eines Menschen, betrachtet. Für einzelne Ausschnitte gilt dies jedoch nicht. Je kleiner man die Elemente wählt, desto unspezifischer werden sie: Ein Wiesental mit einem mäandrierenden Bach und Uferweiden läßt sich nicht ohne weiteres einer bestimmten Landschaft zuordnen, noch weniger ein Buchenwald, von technischen Einrichtungen der jüngeren Zeit als solchen ganz zu schweigen. Nimmt man aber die erdgeschichtlich bedingte Geländegehalt als Ganzes und nimmt man die Pflanzendecke als Ausdruck von Meso- und Mikroklima, Gestein, Boden und naturnutzender menschlicher Tätigkeit, ferner die Ergebnisse der baulichen und rein technischen Zivilisation in ihrer Gesamtheit, so steigt die Individualität der Landschaften, wenn auch vielleicht nicht in jedem Falle bis zur Unverwechselbarkeit. Der Vegetation als dem „Hauptbestimmenden“ im „Totalcharakter der Erdgegenden“, wie es Alexander von Humboldt ausdrückte, kommt dabei besonderes Gewicht zu.

Der zweite Ansatz geht von der Beobachtung (auch Selbstbeobachtung) aus, daß jedermann, sofern er überhaupt in dieser Hinsicht empfänglich ist, Landschaft durchaus intensiv, oft begeistert erlebt, daß man Stimmungen, Wettererscheinungen, Fernblicke – jedenfalls knapp – schildern kann, daß aber der visuelle Hintergrund, eben vor allem das Muster oder einzelne der Pflanzengesellschaften mit bestimmter Farbe, Form und Flächengröße nur recht ungenau in ihrer Eigenart erkannt und erinnert werden. Was bewußt wahrgenommen wurde, spricht aus Schilderungen. Da sind es denn die blühenden Obstbäume, blühende Wiesen oder herbstbunte Wälder. Man kann sich fragen, worauf der Eindruck jeweils beruht, welche Elemente maßgebend sind, was das wahrgenommene Bild an Folgerungen zu ziehen erlaubt. Man kann also sowohl nach schärferer Beobachtung streben als auch nach vertiefender Analyse, die freilich fachliche Kenntnisse voraussetzt. Daß eine solche kombinierte und kombinierende Betrachtung das bloße Erlebnis nicht beeinträchtigt, sondern steigert, ist sicher und offenbar uraltes Wissen: Das griechische Wort „aisthesis“ (αἴσθησις) bedeutet sowohl Wahrnehmung, Gefühl, Sinn als auch Kenntnis, Erkenntnis, Verständnis, Bewußtsein.

2. Zur folgenden Präsentation der Daten

Es soll also um eine Darstellung von Farben der Vegetation in einer Landschaft gehen. Man könnte es – in Analogie zu den Teilgebieten der Pflanzensoziologie wie Synökologie und Syndynamik – eine Synchronmatologie, hier des Schwarzwaldes, nennen. Es werden jeweils Flächentypen ausgewählt, die sich im Gelände in einem Blickfeld von etwa 10 bis 300 m (gelegentlich auch mehr) Entfernung als Einheiten abheben. Es sind Komplexe von Gesellschaften, in denen im allgemeinen eine oder zwei bestimmte Formationen und auch Gesellschaftsklassen prägend auftreten, z. B. Waldstücke, Hochmoore, Weidfelder.

Eine streng exakte Bezeichnung der Farben ist nicht möglich, weder nach Deutscher Industrie-Norm (DIN), noch in Worten; dazu sind die Abstufungen gerade bei naturbetonten Systemen zu fein. Eben dadurch unterscheiden diese sich von technikkonten Systemen, ferner durch unregelmäßigen Grenzverlauf mit weichen farblichen Übergängen und durch die Feinheit ihrer farblichen „Bausteine“, etwa Grashorste in Viehweiden (WILMANN 1999). Ein treffender Ausdruck dafür wäre „interne Körnigkeit“; dieser könnte auch kleine strich- oder netzartige Strukturen bezeichnen, z.B. Astwerk in winterlichen Baumkronen. Der Ausdruck greift den von FORMAN & GODRON (1986) vorgeschlagenen Terminus „coarse-grained“ bzw. „fine-grained“ auf; er gehört in die Terminologie dieser Autoren für Luftbild-Analysen. Dabei unterscheiden sie eine „matrix“ als großflächigen Hintergrund, „corridors“ als streifenförmige Bildelemente und „patches“, Flecken, die eben grob- oder feinkörnig sein können, als Einsprengsel. Bei unserer differenzierteren Art der Analyse sind solche Zuordnungen nicht immer unstrittig; ein Fels als „patch“ kann z.B. durchaus in sich gegliedert sein, strukturell, standörtlich, nach Bewuchs und daher nach Farbe. Wir wollen daher hier von Feinelementen als kleinsten in unserem Maßstab erkennbaren farbigen Bausteinen oder auch von interner Feinkörnigkeit sprechen.

Zunächst kommt es darauf an, für den Schwarzwald typische Farben und Farbträger herauszufiltern, d.h. solche, die häufig sind (in der pflanzensoziologischen Fachsprache werden entsprechende Arten in bestimmten Gesellschaften „stet“ genannt), und solche, die (im Sinne von Kenn- und Trennarten) den Schwarzwald von anderen Landschaften unterscheiden. Dabei kann gelegentlich mit der Alb verglichen werden, doch ist mein Material noch nicht gleichwertig. Physiognomische Farbverwandtschaft etwa mit der Vorbergzone, der Oberreinebene oder – was sicherlich interessant wäre – mit dem „Schwestergebirge“ Vogesen müssen der Zukunft überlassen bleiben.

Gewiß wäre es schön gewesen, noch mehr Sachverhalte durch Farbbilder zu veranschaulichen, als hier möglich war. Doch werden die meisten Leser Schwarzwald und Alb kennen, sich an manchen Eindruck erinnern und vielleicht aus den dürren Worten Anregungen zu eigener „Ästhetik“ gewinnen. Das ist ein Ziel dieses Entwurfs, mit dem denn auch nicht nur Geobotaniker angesprochen werden sollen.

Die Nomenklatur von Arten und Gesellschaften folgt (mit ganz wenigen Ausnahmen) OBERDORFER (1994). Die Fotografien (s. Anhang) stammen alle von der Autorin.

3. Wälder und Freilandgehölze

Mit einer Fläche von rund 66 % (im Norden rund 73 %, im Süden rund 61 % laut Forststatistik 1965) ist der Wald auch heute noch oder – korrekt gesagt – nach dem Höhepunkt der Walddegradationen um 1800 wieder die beherrschende Formation. (Zum Vergleich: Im Wuchsgebiet Schwäbische Alb sind es rund 43 %.) Der Artenaufbau der Gesellschaften ist nach Höhenlage, im West-Ost-Gradienten und in Abhängigkeit von den lokalen Standortverhältnissen selbstverständlich äußerst variabel und eben deswegen nach Farben, Farbmuster und Verteilung in der Landschaft auch in unserem Zusammenhang interessant. Die Abnahme des im Westen vorherrschenden Laubholzes, vor allem der Buche, und die natürliche wie anthropogene Zunahme des Nadelholzes gegen Osten mit seinen gebietsweise, aber keineswegs überall eintönigen, von Fichte dominierten Altersklassenwäldern ist bekannt. (Eine Karte der natürlichen Vegetation im Maßstab 1:900 000 stammt von MÜLLER & OBERDORFER 1974; eine schematische Übersicht gibt WILMANN 2001.)

3.1 Der Blick von außen auf Nadelbaum-Bestände und Einzelbäume

Das Bild von geschlossenen Fichten-, Tannen- und/oder Douglasien-Beständen wirkt bekanntlich im ganzen düster und monoton. Bei den Lichtbaumarten Wald- und Moor-Berg-Kiefer ist das Kronendach lockerer, daher transparenter, und der Aspekt „freundlicher“. Bei genauer Betrachtung, selbst aus mehr als 100 m Entfernung, lassen sich jedoch farbliche und strukturelle Feinmuster erkennen, teils ganzjährig, teils phasenweise. Ältere Tannen (*Abies alba*), bei denen die Äste im Spitzenbereich dicht und schräg nach oben stehen, heben sich von Fichten (*Picea abies*) durch eine blaugraue „Kappe“ ab, weil die breiten Wachsstreifen der Unterseiten der Nadeln, die hier nicht gescheitelt stehen, wirksam werden (Abb. 1). Gelbgrüne Büsche der Tannen-Mistel (*Viscum album* ssp. *abietis*) springen als punktförmige Fremdkörper ins Auge. Im Stangenholzalter sind Tannen aus der Ferne nicht immer leicht von Douglasien (*Pseudotsuga menziesii*) mit schmaler pyramidenförmigen Kronen zu unterscheiden. An dem alten Spruch: „Jede Fichte hat ihr Gesicht“ ist etwas dran; wissenschaftlich ausgedrückt: Die große Zahl verschiedener Genotypen in naturnahen Fichtenpopulationen führt trotz aller Monotonie bei genauer Beobachtung zu einer Vielfalt an Formen und damit Farbmustern. Die räumliche Verteilung der je nach Lichteinfall verschieden dunkelgrünen Flecken wird bestimmt durch die Stellung der Seitenäste 1.Ordnung (horizontal, schräg, aufgebogen), weiter durch die Äste höherer Ordnung, die kürzer oder länger, hängend (so bei den sog. Kammfichten) oder schräg abstehend (bei den sog. Bürstenfichten) sein können. (Der Typ der sog. Plattenfichten mit durchgehend horizontaler Verzweigung ist mir im Schwarzwald nicht aufgefallen.) Auch bei der Fichte entsteht ein bläulicher Schimmer, dann nämlich, wenn man in buschige Zweigenden mit besonders kräftigen Wachsstreifen an den Nadeln schaut. Diese sind wohl eine Folge starker Einstrahlung. Ein Braunton im äußeren Kronenraum kommt bei reichem Zapfenbehang zustande, ebenso zur Zeit des Austriebs und der Blüte. Gelbgrüne Flecken weisen auf Magnesiummangel hin, graue „Nester“ toter Bäume auf Borkenkäfer-Fraß nach Vorschädigung durch Sturm oder Immissionen. Solche Baumgruppen pflegen nur in Bannwäldern, wo sie nicht geschlagen werden, dauerhaft zu sein und können da sogar (z.B. am Wildsee unterhalb der Hornisgrinde und am Ochsenkopf) großflächig auftreten. Graue Flechten (das Pseudevernetium furfuraceae bildend) wachsen häufig bei Tanne und Fichte arm- oder tatenähnlich auf nadelarmen Ästen (Abb. 2).

Eigene Elemente bilden Fichten, die durch ihre Wuchsform deutlich abweichen. Dazu gehört der berühmte extrem schmalkronige, autochthone Typ, der an schnee-reiche Lagen im Feldberg-Gebiet (z.B. im Wannekar und im Zastler Loch) angepaßt ist (Abb.2). Ferner gibt es die tief beasteten Bäume und Baumgruppen an Feldberg und Stübenwasen, bei denen die älteren Basaläste sich aufrichten und nach einigen Jahrzehnten engen Bodenkontaktes einwurzeln können. So entstehen auf vegetativem Wege Tochterbäume, vom Mutterbaum lange Zeit ernährt, vor Stürmen und z.T. auch vor starker Ein- und Ausstrahlung geschützt. Bei weitem nicht alle Gruppen stellen jedoch solche sog. Rotten dar, und nicht alle negativ geotropisch wachsenden Äste sind eingewurzelt (Abb. 26). Kümmerfichten, spärlich und gelbstichig benadelt, sind ein prägendes Element auf Hochmoor-Bulten (Abb. 17).

Die Wald-Kiefer, als Schwarzwälder Höhenkiefer entwickelt (*Pinus sylvestris* ssp. *hercynica*) gehört im Buntsandstein- und im östlichen Granit-Schwarzwald von Natur aus zu den Hauptbaumarten und heutzutage zu den eindrucksvollsten

Gestalten. Sie ist Charakterart des *Vaccinio-Abietetum* (Beerstrauch-Tannenwald) (Abb. 3). Oft ragen alte Individuen, die man beim Schlag ausgespart hat oder die den Stürmen besser als ihr Umfeld getrotzt haben, frei 30 bis 40 m hoch empor, mit geradem, schlankem, leuchtend rotbraunem Schaft, lockerem, feinem Astwerk und blaugrauer Benadelung der im Alter abgewölbten Krone. Wo sie an Südhängen forstlich gefördert worden ist – so vor allem im Enztal als Wertforche – wird das Landschaftsbild von ihren Wäldern sogar als Matrixbildner bestimmt, dies in scharfem Farbkontrast zu etwa angrenzendem Laubwald und Freiland (Abb. 3).

In Mooren handelt es sich im Schwarzwald in der Regel um *Pinus rotundata*, die Moor-Berg-Kiefer, (hier kurz Moor-Kiefer genannt), die im Süden als aufrechter Baum (var. *arborea*, Spirke), im Grindenschwarzwald niederliegend-aufsteigend, in Latschenform (var. *pseudopumilio*) wächst (Abb. 4, 30). Ihre Farbwirkung ist dank der tiefgrünen Nadeln im Kontrast zu den Moorfarben mit ihren vorherrschenden Braun-, Rot- und Grüntönen und dem Blau der Moorbeerblätter (im *Vaccinio-Pinetum rotundatae*) außerordentlich, fast exotisch, besonders zur Zeit des Austriebs, wenn die weißen Knospenschuppen glänzen. Die Kurzlebigkeit der Kiefernadeln hat zur Folge, daß nur ein kurzes Zweigstück an den Spitzen mit den meist drei Nadeljahrgängen bestückt ist; dies wiederum führt zu einer leicht „knotigen“ Silhouette und in horizontaler Ansicht (die man bei den oft niederwüchsigen Moor-Kiefern eher als bei den Höhenkiefern bekommt) zu einer solchen Feinstruktur der Krone, zu einer internen Feinkörnigkeit. Auf den mir bekannten Schwarzwaldgemälden sind solche Kiefern nicht dargestellt; wohl deshalb nicht, weil die Rolle des Pioniers auf Extensivweiden – im Gegensatz zur Schwäbischen Alb – von der Fichte besetzt wird, die denn auch häufig entsprechend abgebildet ist.

3.2 Das Farbspiel der Laubbäume

Es gehört zu den wesentlichen Impressionen im Jahreslauf. Der Beitrag einzelner Arten kann dabei nach Farbton, Zeitraum und in Abhängigkeit von Standort und Witterungsablauf durchaus verschieden sein. Hier sollen nur wenige Schlaglichter auf Farbdifferenzierungen geworfen werden.

Zur Buche als der Hauptbaumart des subatlantischen Westschwarzwaldes: An den Steilhängen sind Fagion-Wälder mit und ohne Tanne auf nährstoffreichen wie nährstoffarmen, ruhenden Böden mittleren Feuchtegrades landschaftsprägend. So läßt sich hier besonders gut verfolgen, wie das Ergrünen im Frühling allmählich hochsteigt und die Herbstfärbung umgekehrt bergab. Günstig ist dabei, daß die phänologischen Zustände gut mit denen von Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Esche (*Fraxinus excelsior*) verglichen werden können, weil diese im Kontakt auf frischen und bewegten Böden leben. Schmale Taleinschnitte heben sich als senkrechte Elemente durch das weit längere Zeit graue Geäst und das später blässere Grün von den winters dunkelmagentafarbenen (graustichig-dunkelroten) Buchenkronen ab.

Ein anderes Element, das sich ganzjährig von den Buchen-(Tannen-)Wäldern absetzt, sind die Eichenwälder. Sie kommen einerseits an natürlichen Felsstandorten (als *Betulo-Quercetum petraeae* oder *Luzulo-Quercetum p.*) vor, andererseits als heute durchgewachsene, ehemalige Niederwälder. Solche wurden ab Mitte des 19. Jahrhunderts zur Gewinnung von Borke als Lohe für die Gerberei angelegt. Da an xerothermen Standorten der Gehalt an Gerbstoffen besonders hoch ist, finden sich ihre letzten, bisher der Umforstung auf Douglasie oder Fichte entronnenen Vertreter im Kinzig-Elz-Gebiet an südexponierten Steilhängen. Dort heben sie sich

von den begleitenden Buchen-, Nadelbaum- und Weidfeld-Sukzessionsbeständen (s.u.) durch ihr stumpferes Grün und ihre graubraune Herbstfärbung, auch durch ihre leicht zerfurcht erscheinenden Kronen ab (Abb. 5).

Im Hohen Schwarzwald und im Hotzenwald liegt oft großflächig in Frühling und Sommer ein brauner Schimmer über den Buchenwäldern, den man für eine Folge von Spätfrost halten könnte. Es sind jedoch gebräunte Blattflecken, die durch den Minierfraß des Buchen-Springrüsslers (*Rhynchaenus fagi*) entstanden sind. Im Herbst kann eine ganz ähnliche Färbung durch die allmählich reifenden Fruchtbecher hervorgerufen werden, ehe dann die Blätter, außen beginnend, goldgelb und kupferbraun werden. Übrigens machen sich auch die blaß gelbgrünen Fruchtbecher der Eß-Kastanie (*Castanea sativa*) auf große Entfernung hin bemerkbar.

Der Berg-Ahorn zeigt vielfach nicht prächtig herbstlich-gelbe Kronen, sondern trägt stumpfgraue, eingerollte Blätter mit kreisrunden, oft fensterartig ausgebrochenen, gräulichen Flecken (sog. Fenstergallen) und Pilzüberzüge (Abb. 2). Dieses Bild entsteht vor allem in luftfeuchten Lagen; es geht auf Mischinfektionen zurück, bei denen Stichwunden von Gallmücken gute Einfallstore für parasitische Pilze boten (HARTMANN, NIENHAUS & BUTIN 1995).

3.3 Laubbäume im Freiland

In der landwirtschaftlichen Nutzfläche und im Hofbereich haben sich etliche „Bausteine“ der alten bäuerlichen Kulturlandschaft erhalten; als strukturelle und farbliche Elemente verleihen sie dieser heute identitätsstiftende Züge. Hierzu gehören:

– Hofbäume (Abb. 6). Es sind eindrucksvolle, großkronige Laubbäume, meist Esche oder Berg-Ahorn, gelegentlich Sommer-Linde (*Tilia platyphyllos*). Simulationsmessungen im Windkanal haben gezeigt, daß sie den Sog von Stürmen auf die mächtigen Walmdächer der Bauernhäuser erheblich mildern, vor allem im entlaubten Zustand (SCHNITZER et al. 1989).

– Schneitelbäume. Zusätzliches Viehfutter zu gewinnen, indem man Äste von Bäumen abschlug und ihr Laub trocknete, war in vielen (allen?) Gegenden Europas üblich. Selten sieht man im Mittleren Schwarzwald noch frei stehende, hofnahe „gestümmelte“ Eschen; gelegentlich bezeugen alte Bäume mit dünnen, geradwüchsigen Ästen an dicken Basen ihr früheres Schicksal (Abb. 7, 8) (dazu LUDEMANN 1992).

– Weidbuchen. Da ihre Geschichte ausführlich beschrieben und illustriert worden ist (SCHWABE & KRATOCHWIL 1987; WILMANN 2001), soll hier nur knapp auf ihren Beitrag zur „Schwarzwälder Palette“ aufmerksam gemacht werden (Abb. 9, 10).

Sie gehören in das funktionale Gefüge der Weidfelder vor allem des Südschwarzwaldes und sind infolge von mäßig starkem Besatz mit Wäldervieh entstanden. Nur selten lassen sich daher die Entwicklungsstadien hin zum 250 bis 300 Jahre alten „Recken“ heute noch beobachten. Wo dicht stehende Jungbuchen verbissen werden, ohne abzusterben, können sie unter minimalem jährlichem Zuwachs igelpolsterartige sog. Kuhbüsche bilden, bei denen die Stämmchen, Äste und Wurzeln verwachsen sind (Abb. 9). Deren austreibende Blätter sind kümmerlich:

klein und oft chlorophyllarm, so daß ein gelbgrüner Hauch mit etwas Anthocyanrot darüberliegt. Ist das „Kissen“ so groß geworden, daß das Rind, meist ein Hinterwälder (die kleinste deutsche Rasse), das Zentrum nicht mehr erreicht, so können dort die Triebe in die Höhe wachsen: Der Kuhbusch gewinnt eine sanduhrartige Gestalt. Die aus vielen, leicht zwei Dutzend Einzelstämmen verwachsenen Schäfte der Altbuchen sind heute silbergrau auf Grund ihrer Eigenfarbe und durch Flechtenbewuchs (Abb. 10). Vor Jahrzehnten waren sie darüberhinaus stärker braunfleckig, da reicher an dunklen, großlappigen Flechten und auch Moosrasen; deren Schwund läßt sich – mindestens zum Teil – auf Immissionen zurückführen. Auch auf der Alb gibt es Weidbuchen, besonders eindrucksvoll auf dem Truppenübungsplatz Heuberg, aber auch in den Naturschutzgebieten Gereuthau und Volkmarberg. Sie sind noch nicht gründlich untersucht worden. Sie scheinen aus einer geringeren Zahl von Einzelstämmen zu bestehen und diese weniger verwachsen zu sein; sie dürften ihre Entstehung dem weniger scharfen Schafverbiß verdanken.

– Feldgehölze und Auwaldstreifen. Ihre Bedeutung für die Landschaftscharakteristik läßt sich einschätzen, wenn man diese Elemente in Gedanken entfernt: Es wäre ein biologisch-ökologischer und ein ästhetischer Verlust. Feldgehölze und die ihnen gleichenden durchgewachsenen Hecken bilden verständlicherweise seltener horizontale Strukturen als auf der Alb, weil Böden auf Silikatgestein feinerdreicher zu sein pflegen als die auf Kalk gebildeten und es daher eher selten die typischen Steinriegel gibt. (Eine Ausnahme ist die Flur des heute noch klaren Waldhufendorfes Beinberg auf den seit langem ackerbaulich genutzten „Östlichen Randplatten“; dazu WILMANN 2001.) Im Schwarzwald sind solche Gehölzstreifen (mit Krautsaum) bezeichnend, welche die Triebwege begleiten oder Einschnitte im Gelände markieren. Seit die Gehölze nicht mehr regelmäßig auf den Stock gesetzt werden, nehmen hier wie dort Hasel (*Corylus avellana*), Esche und Berg-Ahorn zu. Die auf der Alb so reich entfalteten Prunetalia-Sträucher wie Schlehe (*Prunus spinosa*), Hartriegel (*Cornus sanguinea*), Weißdorn (*Crataegus* spp.), auch Mehlbeere (*Sorbus aria*) und Feld-Ahorn (*Acer campestre*) treten im Schwarzwald gegenüber Brombeeren (*Rubus fruticosus*-Gruppe), Besenginster (*Sarothamnus scoparius*), Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*), Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) und Sal-Weide (*Salix caprea*) zurück, damit auch die leuchtenden herbstlichen Rottöne. Einige ästhetisch bemerkenswerte Züge seien genannt. a) Sehr fein sind die artspezifischen Abstufungen der Grüntöne des Blattwerkes bei diesen „bunten Mischungen“ (vgl. Abb. 4 in WILMANN 1999). b) Der Einfluß des Windes läßt gerade bei freistehenden Gehölzen die mit Wachs oder Haaren überzogenen Blattunterseiten wirksam werden, z.B. bei *Sorbus aria*, *Salix caprea*, *Rubus idaeus* (Himbeere), auch bei *Acer pseudoplatanus* (Abb. 11). Es wäre wohl der Prüfung wert, ob diese anatomischen Eigenarten bei den Schlag- und Vorwald-Arten der Epilobietea stärker ausgeprägt sind als bei den Schlußwald-Arten der Querco-Fageteta. c) Die wintergrünen Subatlantiker der tieferen Lagen, Efeu (*Hedera helix*), Stechpalme (*Ilex aquifolium*) und Besenginster (*Sarothamnus scoparius*) heben sich im Winter in den schmalen, durchsichtigen Gehölzen besonders gut als differenzierende Klimazeiger ab. d) Umgekehrt sind für die danubischen, kaltluftreichen Talauen die dunkelgrün glänzenden, ja oft spiegelnden Kronen des Lorbeer-Bruchweiden-Bastards *Salix pentandra* x *fragilis* = *xtinctoria* bezeichnend (SCHWABE-KRATOCHWIL 1987) (Abb. 12).

3.4 Im Waldinneren

Unserer Fragestellung gemäß sollen hier solche Unterwuchstypen in Beispielen zusammengestellt werden, die man auch auf einige Zehner von Metern nach Farbe und Form als etwas physiognomisch Bezeichnendes erkennt. Eine Möglichkeit, hier eine gewisse Übersicht zu gewinnen, beruht auf den Wuchsformen, die ja schon in der Frühzeit der Pflanzensoziologie zu Namen wie Gras-Buchenwald und Moos-Kiefernwald führten. Unterwuchsfreie Bestände werden farblich durch ihre Streu geprägt; frisch gefallenes, feuchtes Buchenlaub leuchtet im Herbst kupferbraun, Eßkastanienlaub gelb. So entstehen im Kontrast zu den grauen Stämmen ungewöhnliche Farbspiele, weil das sonst allgegenwärtige Chlorophyll-Grün fehlt.

– Moose treten in zwei Situationen prägend auf: Zum einen können sie in Nadelwäldern mit geringer Streu-Produktion und karger Feldschicht Decken bilden, wobei die „goldenen Platten“ von *Plagiothecium undulatum* und Torfmoos-Polster auffallen. Zum anderen bilden sie aspektprägende Ringe um dicke Baumstämme, bei nachrutschender Streu an Hängen sind es einseitige „Schürzen“. Buckel innerhalb der Bestände können meterbreite Flecken und Streifen von olivfarbenem *Hypnum cupressiforme*, dunkelgrün-samtigem *Dicranum scoparium*, Kissen von *Leucobryum glaucum* agg. und anderes tragen. Ursache ist regelmäßige Streu-Verdriftung und damit Aushagerung des Bodens, wie es für felsige Betulo-Querceten und exponierte Luzulo-Fageten standortstypisch ist (dazu TÜXEN 1986, WILKE, BOGENRIEDER & WILMANN 1995).

– Gräser und Grasartige: Die sattgrünen Horste des Wald-Schwingels (*Festuca altissima*) können in derartigen Herden auftreten, daß ihre braunen Fruchtstände bei Quersicht ein zweites „Stockwerk“ bilden (so im Festuco-Fagetum = Galio-Fagetum mit Tanne; Abb. 13). Die Schwingelblätter sind zum Teil ganzjährig grün und können die Frühjahrssonne direkt nutzen, falls am Steilhang das Laub der Baumschicht auf den sehr glatten Blättern durch die Schwerkraft abgleitet oder falls es von mäßigem, nicht bis zur Aushagerung führendem Wind entfernt wird; in den Horsten selbst mit ihren Nadelkissen-artigen Jungtrieben fängt es sich dagegen. Im Sommeraspekt kann sich das Hordelymo-Fagetum der Schwäbischen Alb ähnlich darstellen, ökologisch ist es etwas völlig anderes. Die wohl am häufigsten dominierende Graminee ist *Deschampsia flexuosa* (Draht- oder Geschlängelte Schmiele). Ihr optimaler Lebensraum sind allerdings im Schwarzwald Schlagfluren und ähnliche lichtoffene Standorte ohne regelmäßige Eingriffe. Hier bildet sie rosa „Schleier“ dank des Anthocyan-Gehaltes der Halme und Ährchenstiele mit silbergrauen Spelzen und – in geringer Menge – der absterbenden Blätter (Abb. 14). Auch in lichten, bodensauren Wäldern ist dies möglich. In Fichten-Beständen ist es die am weitesten in den Schatten vordringende Art; sie bleibt dort steril und bildet grüne, nicht horstig gegliederte, sondern kriechende Überzüge. Daß sie nach Jahrzehnten der Waldentwicklung mit starker Beschattung in Dickung und Stangenholz als grüner Pionier auftreten kann, liegt nicht etwa an der Bildung einer Samenbank, sondern an ihrer Fähigkeit, mehrere Jahrzehnte überlebensfähige unterirdische Ausläufer zu bilden, so daß ihre auf dem vorherigen Schlag üppig aufgewachsenen Pflanzen nicht völlig absterben, sondern „sich nur zur Ruhe begeben“, wie es SCHRETZENMAYR (1969) ausdrückt.

– Krautige Dikotyle: Sie sind derart „selbstverständlich“ für Wälder, daß man sie nach meinem Eindruck allenfalls zur Blütezeit als nennenswertes Farbelement

wahrnimmt, etwa als Herden von Sauerklee (*Oxalis acetosella*) oder Waldmeister (*Galium odoratum*). Bei den Hochstauden liegt die Sache etwas anders; sie fallen auf. Wo sie von Natur aus aspektbestimmend aufkommen, befindet man sich nahe der subalpinen Waldgrenze und in einem andern Vegetationsmosaik, aus dem Arten wie *Adenostyles alliariae* (Grauer Alpen-Dost) und *Cicerbita alpina* (Alpen-Milchlattich) stammen und sich in Saumsituationen tieferer Lagen eingefügt haben. Als eine gewisse Parallele läßt sich *Chrysosplenium oppositifolium* (Goldmilzkraut) auffassen, das als Quellflur-Pflanze in lockeren Bacheschenwäldern (Carici-Fraxinetum) frischgrüne Teppiche bildet, die farblich von den eigentlichen Waldpflanzen abstechen.

– Zwergsträucher: Auf den rohumus- oder torffreien Böden der von Natur aus nadelholzreichen danubischen Lagen bestimmen *Vaccinium myrtillus* (Heidelbeere) und *Vaccinium uliginosum* (Moor- oder Rauschbeere) über Hektare hin den inneren Wald-Aspekt und damit für den Fußgänger die Farben der Landschaft. Das wintergrüne *Vaccinium vitis-idaea* (Preiselbeere) ist zwar eine Charakterart der Vaccinio-Abieteten, wird aber nicht dominant.

– Farnreichtum ist in der montanen Stufe des Schwarzwaldes sehr häufig und in abgestuften Grüntönen aspektbestimmend. Typische für schneereiche Verlichtungslöcher sind brusthohe Dominanztrupps von *Athyrium distentifolium* (Alpen-Frauenfarn), hell-, fast gelbgrüne, nach Frost kastanienbraune „patches“ bildend.

4. Hochmoore

(Zu diesem Kapitel s. Abb. 15 - 20.)

Moore, die in ihrem zentralen Teil ausschließlich von Regenwasser ernährt werden, sind Hochmoore im strengen Sinne. Randlich ist die Ionenzufuhr besser, denn hier hat das einsickernde Wasser zuvor Mineralböden passiert. Die Pflanzendecke beweist das durch das Vorkommen von Arten, die sich erfahrungsgemäß als sog. Mineralbodenwasserzeiger erwiesen haben. Diese kennzeichnen Niedermoore oder eben Niedermoorteile. Den rein ombrotrophen Moorteilen fehlen sie, ohne daß an ihre Stelle „Hochmoorzeiger“ träten. In den Regenwasser-Moorteilen haben jedoch viele Arten einen eindeutigen Schwerpunkt und bestimmen die physiognomische Eigenart der echten Hochmoor-Anteile ebenso wie der sehr schwach minerotropen Partien. In solchen halten sich aber noch z.B. Pfeifengras (*Molinia caerulea*) und Schnabel-Segge (*Carex rostrata*) in Einzelexemplaren, eben als Mineralbodenwasserzeiger. Dieser Übergangstyp, den man umgangssprachlich auch als Hochmoor zu bezeichnen pflegt, sei hier eingeschlossen; ein Beispiel ist das Scheibenlechtenmoos.

Hochmoore sind in der Regel als typische „patches“ von mindestens 5 ha Größe den Wäldern auf Mineralboden eingelagert. Das größte Moor mit ombrotrochem Anteil im Schwarzwald ist das Hinterzartener Moor, als Naturschutzgebiet 70 ha groß. Eine umfassende Bearbeitung der Schwarzwald-Moore verdanken wir B. & K. DIERSSEN (1984). Der innerhalb des einzelnen Moores unterschiedliche Wasser- und Ionenhaushalt hat auch jeweils ein hochdifferenziertes Gesellschaftsmosaik und sich wiederholende morphologische Einheiten zur Folge: Bulte, die von mehreren Typen des Sphagnetum magellanici bis in etwa 1000 m Meereshöhe gebildet werden; darüber ist die allgemein in den Hochmooren dominierende Gesellschaft das leicht horstige Rasen aufbauende Eriophoro-Trichophoretum, das Rasenbinsen- oder Haarsimsen-Moor. Die Schlenken sind pflanzensoziologisch allgemein etwas weni-

ger stark gegliedert; Scheuchzerietum und Rhynchosporium albi, die im Verband Rhynchosporion zusammengefaßt werden, bilden den Bewuchs. Am Randgehänge oder allgemein bei besserem Wasserzug kommen Bäume auf: Bis 1000 m lebt das Vaccinio uliginosi-Pinetum rotundatae, darüber eine Vaccinium-Picea-Gesellschaft. Der äußerste Ring, der in jedem Falle bereits minerotroph ist, kann aus einem Bazzanio-Piceetum bestehen. Oft ist eine Senke, ein Lagg, mit einem Großseggen-sumpf oder einem Bach vorhanden, in der man die Urheimat mancher Naßwiesenart zu sehen hat. So entstehen zahlreiche Feinelemente. Die interne farbliche Feinkörnigkeit von Hochmooren ist außerordentlich, wenn sie auch kaum in der wissenschaftlichen Literatur erwähnt und meines Wissens nie genau behandelt worden ist. Eine bloße Beschreibung muß zwar unzulänglich bleiben, doch soll die folgende auf einige (sicher nicht alle!) Farbeigenheiten aufmerksam machen.

Grundsätzlich treten nur wenige klare Spektralfarben auf; am ehesten ist dies noch in an Blasenbinse (*Scheuchzeria palustris*) reichen Schlenken der Fall. Auch Blumen spielen keine Rolle. Die der Ericaceen und Droseraceen sind wenig spektakulär; gelegentlich leuchten (und locken?) die der Moosbeere (*Oxycoccus oxycoccus*), wenn diese einzelne Bulte in dichtem Netz überspinnt. Die moorspezifischen Farben kommen im wesentlichen durch vegetative Pflanzenteile zustande. Dabei spielen eine Rolle a) die mooreigene morphologische Gliederung mit Bulten, Schlenken und Randzonen (Abb. 15, 16), b) die kleinsträumige Gliederung in Gesellschaften mit verschiedenen Dominanten, c) der Wandel in Abhängigkeit von Witterung und Jahreszeiten (Abb. 17 - 20).

1. Beispiele für Bultfarben und deren Kombinationen:

- Das Rubinrot von *Sphagnum magellanicum* (das durch den Wandfarbstoff Sphagnorubin entsteht) wird oft durchsetzt vom Silberweiß der Unterseite der behaarten Rollblätter von *Andromeda polifolia* – eine Wappen-Kombination.
- Das Rubinrot kann auch von *Sphagnum capillifolium* oder *S. rubellum* stammen. Sind die roten Polster von Individuen grünlicher Sphagnen durchsetzt, so kann es aus einiger Entfernung als Orangerot erscheinen.
- Bulte tragen oft eine graue und darüber dunkelgrüne „Kappe“; die Graufärbung ist bedingt durch Heidekraut-Trupps (*Calluna vulgaris*) mit abgestorbenen Basalästen und/oder Cladonien (Abb. 17, 20).
- Gelbgrün benadelte Krüppelfichten oder dunkelgrüne Moor-Berg-Kiefern mit grauen Achsen kommen oft auf Bultkuppen vor und bilden vertikale Feinelemente.
- Bulte mit geschlossenen, dunkelgrünen (spinatgrünen) „Kappen“ von *Polytrichum strictum* haben ihr Wachstum – mindestens auf Zeit – eingestellt (Abb. 16).

2. Farben des vom Rasenbinsenmoor gebildeten allenfalls schwach bultigen Rasenhorizontes:

– Im Frühling liegt ein leichter frischgrüner Hauch über den grau-strohigen letztjährigen Blättern von *Trichophorum cespitosum* ssp. *cespitosum*, dies zu einer Zeit, wo selbst die Buchen in dieser Meereshöhe schon ausgetrieben haben (Abb. 17).

– Im Sommer ist das jetzt grüne Moor getüpfelt durch die schlohweißen Fruchtschöpfe von *Eriophorum vaginatum* (Scheidiges Wollgras) (Abb.18). Schon im Sommer beginnt eine farbliche Zwei-Stockwerke-Bildung (Abb.19): Die fruchtenden Ährchen und die Spitzen der Blätter bräunen sich. Je größer die Entfernung, je flacher man daher über den Rasenhorizont schaut, desto mehr verdichten sich die Streifen zu einer geschlossen gelbbraun erscheinenden Fläche. Die herbstliche Rötung (Abb. 20) führt zu einem Farbspiel von Fuchsrot, Grau (*Calluna*-Basen) und verschiedenen dunklen Grüntönen. Der Farbwechsel im Jahreslauf ist also ausgeprägt; man kann von Wechselfarbigkeit oder Poikilochromie im Gegensatz zur (relativen) Gleichfarbigkeit oder Homoioidrie der Bultgesellschaften des Sphagnetum magellanici sprechen (WILMANN 1999).

3. Schlenkenfarben:

Ähnlich starken Wechsel im Jahreslauf zeigt das Rhynchosporion. Eigenartig ist auch die Kombination der Farben innerhalb der Schlenken mit ihrem reinen Grün (durch *Scheuchzeria*), Blaugrau (durch *Carex limosa*, Schlamm-Segge) und braunstickigem Bläßgrün (durch Sphagnen der Cuspidata-Gruppe); man erkennt dies nur aus der Nähe. Die ökophysiologische Bedeutung der bläulichen Wachsschicht bei dieser und anderen Sumpf- und Moorseggen (*Carex rostrata*, *C. nigra*, *C. panicea*) bedarf noch experimenteller Klärung. Im Herbst färben sich die Schlenken-Kormophyten über Goldgelb zu Hellrot (Abb. 14), ehe sie grau werden und sich rasch zersetzen. Dann wirkt der schwarze Torfschlamm, der auch zuweilen schon bei Sommertrockenheit sichtbar wird. Bekannt sind die häufigen violetten Jochalgen-Überzüge (das sog. *Zygonium ericetorum*). Ob diese Verfärbung (s. Abb. 14 bei WILMANN 1999) alljährlich oder nur unter bestimmten Strahlungsbedingungen, die etwa Kohlenhydratstau und Anthocyanbildung zur Folge haben, stattfindet, muß zur Zeit offenbleiben.

4. Farben in der Randzone:

Hier hat die merkwürdige Farbkombination vom Türkis der Blätter der Moorbeere mit dem dunklen Grün der Moor-Bergkiefer oder – oberhalb von deren Höhengrenze – der Fichte den Schwerpunkt (Abb. 4, 16). Zuweilen kommt das frische Grün der Heidelbeere hinzu. Hier sei einer der wenigen Sätze der Fachliteratur zitiert, in welchem sein Autor die – zweifellos oft vorhandene – Freude an der Schönheit des eigenen Forschungsobjektes zum Ausdruck bringt. SCHUHWERK schreibt in seiner Dissertation (1988, p.118): „Seinen farblichen Höhepunkt erreicht der Moorbeeren-Fichtenfilz im Herbst, wenn das dunkle Grün der Fichten und von Blaugrün zu Gelb und Rot verfärbenden Moorbeeren mit den orange-ockergelben Rasenbinsenbeständen und dem tiefblauen Herbsthimmel eine wunderbar abgestufte Harmonie bilden.“

5. Niedermoore

Minerotrophe Moore und schwach vertorfte sog. Anmoore sind immer wieder in Größen von einigen Ar bis wenigen Hektar ins Kulturgrünland und in Wälder als „patches“ eingesprengt. Ihre Artenverbindung weicht so sehr von ihrer Umgebung ab, besonders durch die Dominanz von Cyperaceen (Sauergräsern), daß sie sich zu allen Jahreszeiten farbestimmend von dieser abheben. Leicht entwässerbar, leicht durch Tritt, Fraß und vor allem Düngereintrag zu verändern und zu zerstören, sind die noch erhaltenen Flächen gesetzlich geschützte Biotope (in Baden-Württemberg nach § 24a). Als Beispiel für ihren eigenständigen Charakter dienen die Abbildungen 21 bis 23, welche nachmittägliche Aspekte des Jockelshof-Moores im Laufe der Vegetationsperiode, aber aus verschiedenen Jahren zeigen. Dieses liegt in einer glazial geformten Senke des danubischen Schwarzwaldes eben jenseits der ursprünglichen Wasserscheide nahe Hinterzarten. Es wird alljährlich im Herbst maschinell im Auftrag der Naturschutzverwaltung gemäht, soweit die Bodenverhältnisse es zulassen. Schlagend ist hier der scharfe Kontrast zwischen dem jedenfalls gegenwärtig ungenutzten Moorbereich, der sich nach hinten in einem Caricetum lasiocarpae und einem Moorwald fortsetzt, und dem bewirtschafteten Umfeld. Das zarte Graublaugrün vorne entsteht dank der Dominanz von *Carex panicea* (Brötchen-Segge) im Parnassio-Caricetum fuscae, hinten am Waldrand durch *Carex rostrata* (Schnabel-Segge). Der im Frühling weiß getüpfelte Streifen mit *Eriophorum angustifolium* (Schmalblättriges Wollgras) verfärbt sich im Laufe der Monate zu einem in der Sonne leuchtenden Rot, etwa Kirschrot (Abb. 23), denn der Anthocyangehalt der Blätter nimmt von der Spitze zur Basis allmählich zu. Die Moor-Birken (*Betula pubescens* ssp. *carpatica*) des Salicetum auritae verlieren ihr frisches Grün und „passen“ bald besser zu den gedämpften Moorfärbungen als bei ihrem Austrieb. Der hochwüchsige Randstreifen, von dem vorne das Juncetum acutiflori (mit prächtiger *Dactylorhiza majalis*, Breitblättrigem Knabenkraut) verändert sich besonders stark, wenn die Spitzblütige Binse fruchtet und damit kastanienbraune Spelzen und Kapseln trägt. So vermittelt diese Gesellschaft – wie auch syntaxonomisch – zwischen Moor- und Naßwiesengesellschaften. Das satte Grün der stickstoff- und phosphatreichen Fettwiesen und -weiden und auch das einer ins Moor ziehenden verästelten Quellstaudenflur (Chaerophyllo-Ranunculetum aconitifolii) wirkt in seinem scharfen Kontrast geradezu unharmonisch; es ist zugleich Charakteristikum einer ganz andersartigen Gesellschaftsverbindung. Benachbarte Vegetationskomplexe (vom Charakter der Sigmeten; kurze Einführung in diese Forschungsrichtung s. WILMANN 1998a) setzen sich hier offenbar durch ihre Farbkombinationen voneinander ab; diese spiegeln damit auch das Fliesengefüge der Landschaft wider (s. TÜXEN 1956). Inwieweit ist das die Regel?

6. Weidfelder

Weidfeld ist die Schwarzwälder Bezeichnung für Extensivweiden, die sich im Besitz von Genossenschaften oder Gemeinden befinden (so im Süden) oder die Teil eines Hofgutes sind (so im Mittelschwarzwald). Es sind strukturreiche Komplexe von Gesellschaften. SCHWABE-BRAUN (1982) konnte sie nach der jeweils flächengrößten Rasengesellschaft gebietsspezifisch charakterisieren. Im Südschwarzwald bis in Höhen von etwa 1200 m ist dies die Flügelginsterweide (Festuco-Genistetum sagittalis, Abb. 24, 25), darüber der Pyrenäenlöwenzahn-Borstgrasrasen (Leontodontonardetum, Abb. 26). Im Rahmen des Reutbergbetriebes (mit eingeschalteter

Brand- und Ackerphase) entwickelte sich der Besenginster-Borstgrasrasen (Sarothamo-Nardetum, Abb. 27 bis 29). Lose anzuschließen ist das von der „Missenbürste“ (*Trichophorum cespitosum* ssp. *germanicum*) und heutzutage von Pfeifengras (*Molinia caerulea*) bestimmte Rasenbinsen-Heidemoor (Sphagno compacti-Trichophoretum cespitosi, Abb. 30) der Nordschwarzwälder Grinden; BARTSCH & BARTSCH (1940) schildern lebendig, wie deren Vegetation bis in die 1930er Jahre unter der Einwirkung von Streumahd, Weide und Brand stand. Als Zeugnisse der früheren bäuerlichen Kulturlandschaft stehen wohl alle wichtigen Weidfelder unter Naturschutz (Orientierung an Hand des Sammelbandes vom Regierungspräsidium Freiburg 1998).

Meist kann man die Rasengesellschaften des Komplexes als Matrix ansprechen; allerdings ist zuweilen die Sukzession weit vorangeschritten, so dass etwa große Adlerfarn-Herden oder Hasel-Fichten-Birken-Wäldchen entstanden sind und eine solche Zuschreibung erzwungen wäre. Die Elemente zeigen in Weidfeldern nicht die gesetzmäßige Anordnung wie in Hochmooren, wo diese autogen ist. In den Weidfeldern ist es dagegen ein Mosaik ohne festes Muster, das von der Geomorphologie, von zufälligen spontanen Sukzessionslinien und von menschlichen Eingriffen bestimmt wird; es kann als allogenes bezeichnet werden: Es gibt Felsausbisse, Felsblöcke, kleine Schutthalden (Steinrasseln), quellig-anmoorige Streifen, alles mit entsprechendem Bewuchs; es gibt sukzessionsbedingtes Besenginster-Brombeer-Gestrüpp, Grünerlen-Gebüsch und Vorwald-Bäume; es gibt wirtschaftsbedingte, das ursprüngliche Weidfeld abbauende Elemente, z.B. ehemalige Eichen-Schälwäldchen, aufgedüngte Weideflächen und – heute im Kontakt stehend – recht öde Aufforstungen (Abb. 27). In den Hochlagen kommen unter gleichen geomorphologischen Voraussetzungen andere Gesellschaften vor (s. dazu WILMANN 1998 b), z.B. an lange schneebedeckten Schatthängen Heidelbeer-Facies des Borstgrasrasens, in durchsickerten Mulden an Glazialrelikten reiche Niedermoore, an weniger gut für das Vieh zugänglichen, z.B. felsigen Partien hochstaudenreiche Wald-Pionierstadien.

Auf einige Farbcharakteristika von Weidfeldern sei aufmerksam gemacht:

– Typisch ist, daß die Borstgrasrasen nie – auch nicht im Frühling – das frische Chlorophyll-Grün des eigentlichen Kulturgrünlandes zeigen, vielmehr sind stets Grautöne verschiedener Körnigkeit dabei; denn das Vieh läßt stets die strohigen Basalblätter stehen. Es ist eine farbliche Parallele zu den Mesobromion-Schafweiden der Schwäbischen Alb. Im Winter nimmt der Grauton zu, am ausgeprägtesten beim Borstgras (*Nardus stricta*) selbst (Abb. 26). Überwiegendes „Grasgrün“ weist auf deutlichen Düngereinfluß hin (Abb. 25).

– Zwar enthalten die drei Weiderasengesellschaften viele Arten, welche Insekten als Bestäuber nutzen und deren Blüten darauf „zugeschnitten“ sind; doch nur gelegentlich kommt es dadurch zu landschaftswirksamer Farbdominanz: Flügel-Ginster (*Genista sagittalis*) spielt mit den sich niederlegenden und einwurzelnden Trieben seine volle Konkurrenzkraft erst auf offenen Böden, z.B. an steilen Straßenböschungen aus (Abb. 24). Üppige Besenginster-Gestrüppe sind keine Weiderasen mehr (Abb. 25). Auch das Heidekraut (*Calluna vulgaris*) ist eine Pionierpflanze und braucht zur Verjüngung aus Samen und damit üppigem Blühen immer wieder Lücken.

– Nicht selten sind auch Gräser farbbestimmend: gelblichgraue Blattbüschel bei *Poa chaixii* (Wald-Rispengras), anthocyanrote Achsen und/oder Spelzen bei *Deschampsia flexuosa*, *Agrostis vulgaris* und *Festuca nigrescens* (Draht-Schmiele, Rotes Straußgras, Horst-Schwingel).

– Interessante Gesellschaftsglieder sind auch hier die Ericaceen. Heidekraut reichert sich an Kanten von Felsen und an andern schneefrei geblasenen Standorten, z.B. Böschungskanten, an und bildet dann dunkelkupferrote Flecken und Leisten, wobei offen bleibt, ob wegen hoher Einstrahlung, Ausstrahlung oder starken Temperaturkontrasten. Heidelbeeren verfärben sich nach den ersten Frösten leuchtend rot (s. Abb. 12 in WILMANN'S 1999). Dabei kann es bei offensichtlich gleicher mikroklimatischer Situation zu Flecken in unterschiedlichen Farbtönen kommen; wahrscheinlich entsprechen diese jeweils einzelnen Polykormonen (Trieben, die vegetativ aus einer einzigen Mutterpflanze entstanden sind). Wo Heidelbeeren Waldränder als „Zwergmäntel“ umrahmen, kann man beobachten, dass die im Strahlungsschutz wachsenden Pflanzen hellgrün bleiben. Die kupferroten „patches“ der Abb. 26 stammen von Pflanzen, welche Fichtenstümpfe überwachsen haben, sicherlich vegetative Abkömmlinge alter „Zwergmäntel“.

– Adlerfarn wird vom Vieh verschmäht; einmal angesiedelt, kann er hektargroße, sommers hellgrüne, im Herbst sich über goldgelb zu braun verfärbende Herden (Abb. 27) aufbauen, sofern er nicht zur Erweiterung der Weidefläche gemäht wird. Seine Konkurrenzkraft ist enorm, obwohl er für mitteleuropäische Verhältnisse erst spät, im Mai, austreibt und seine Wedel schon in den ersten Frostnächten absterben – ein Hinweis auf seine tropische Herkunft. Sie knicken ab und decken den Boden derart dicht zu, dass allenfalls *Holcus mollis* (Weiches Honiggras) mit oberirdischen Ausläufern und langer Vegetationsperiode sich hält (Abb.29). Dadurch kommt auch hier jene merkwürdige Farbkombination von graublau und frischgrün zustande, die sich in Hochmooren bei *Vaccinium uliginosum* und *V. myrtillus* und bei *Carex limosa* und *Scheuchzeria palustris* zeigte (Kap. 4).

– Die orangebraune Herbstfarbe der „Missenbürste“ der Grinden (Abb. 30) und das düstere Grün der dortigen Legforchen entspricht dem Bild des Wollgras-Rasenbinsen-Hochmoores (Abb.19, 20), doch ist es hier eben großräumiger entwickelt. In jüngster Zeit wird es jedoch beeinträchtigt, ja ist es bedroht, weil sich Pfeifengras ohne die frühere Mahd und Beweidung mit seinen strohfarbenen Horsten über die niederwüchsigen und entsprechend leicht ausmerzbaeren Arten schiebt. Heidschnucken und Hinterwälder Rinder verbeißen *Molinia* so kräftig, dass sie seit einigen Jahren als „Landschaftspfleger“ eingesetzt werden, offenbar mit Erfolg.

7. Wirtschaftsgrünland

Wiesen und Weiden nehmen nach den Wäldern den größten Flächenanteil ein; vor allem im monoton-fichtenbetonten danubischen Osten sind sie daher landschaftsbestimmend. So manche Postkarte führt die dottergelb getupften Löwenzahn-Wiesen im Gebirgsfrühling vor oder erweckt den Eindruck von sommerlichem Einheitsgrasgrün. Die Wirklichkeit ist weit differenzierter und interessanter, auch wenn man die beweideten Niedermoore und Weidfelder außer acht läßt und nur die Palette der Gesellschaften der *Molinio-Arrhenatheretea* betrachtet, also Bergglatthafer-, Goldhafer- und Sumpfdotterblumenwiesen, Mädestüßhochstaudenflu-

ren und gut gedüngte Weiden (s. auch Kap. 5). Gerade hierbei spielt die Lichtsituation eine besondere Rolle. Da solche Gesellschaften ausgesprochen von der Wirtschaftsweise abhängen, diese sich aber im letzten halben Jahrhundert sehr geändert hat, stellt sich auch die Frage nach Änderungen der Landschaftsfarben. Aussagen dazu können sich auf pflanzensoziologische Vergleiche bestimmter Flächen stützen (so FREUNDT 1987), weiter auf Schlüsse aus gegenwärtig verschiedenen bewirtschafteten Beständen und damit aus dem Nebeneinander auf das Nacheinander („space for time substitution“) (so KRETZSCHMAR 1992) und – mehr Hin- als Beweise liefernd – auf Berichte und Bilder (z.B. des Schwarzwaldmalers Hans Thoma, 1839 - 1924).

Bei der heutigen Grünlandbewirtschaftung sind mehrere Faktoren im Vergleich zu früher von ökologischer Bedeutung: 1. der Einsatz von Gülle unter Zusatz von Phosphat mit wenig Festmaterial (Schwemmmist) an Stelle von Festmist, wodurch Ätz- und Abdeckschäden der Narbe entstehen können, 2. die durch starke Düngung ermöglichte frühzeitigere Mahd zur Gewinnung von Silofutter, 3. geringere Heuwerbung und stärkerer Einsatz von zugekauftem Futter, 4. dafür stärkere Weidenutzung (Mähweiden, Nachbeweidung) mit entsprechender Selektion durch das Vieh, 5. Einsaat ehemaliger Äcker.

Einige Zusammenhänge von Farben heute und früher mit biologischen und wirtschaftlichen Faktoren:

– Drei Arten treten vor allen andern zur Zeit in eindrucksvoller Dominanz auf und können eine in Abb. 32 wiedergegebene harmonische Schichtung erzeugen: *Taraxacum officinale* (Wiesen-Löwenzahn), *Rumex acetosa* (Wiesen-Sauer-Ampfer) und *Ranunculus acris* (Scharfer Hahnenfuß). Alle haben (nach verschiedenen Quellen) zugenommen, *Taraxacum* so sehr, daß man ihn vereinzelt mit Herbizid bekämpft. Die beiden Erstgenannten keimen schon wenige Wochen nach der Blüte (ob alle Samen?), für *Ranunculus* gilt dies wahrscheinlich auch. Dafür sind lückige Narben, wie sie durch Tritt und Gülle entstehen können, besonders geeignet. Außerdem werden die Pflanzen von *Ranunculus* und (zum Teil) von Vieh verschmäht, wodurch die Wahrscheinlichkeit der Samenreife steigt. Die Pfahlwurzel-Speicherung von *Taraxacum* und damit dessen Austriebsstärke ist klar, ebenso seine zeitige Fruchtreife.

– Grundsätzlich anders ist das blühphänologische Verhalten von verhältnismäßig mageren Wiesen, wie KRETZSCHMAR zeigte. In einem ungedüngten, spät gemähten Geranio-Trisetetum (in einem ehemaligen Reutberg) kamen 37 Arten zwischen 26. April und 15. Oktober zur Vollblüte; die Artenzahl der betreffenden Untereinheit betrug 42 (8 Bestände); wegen aufnahmetechnischer Erschwernisse konnten in den vorgesehen Intensivwiesen keine streng vergleichbaren Zahlen erhoben werden, aber die Tatsache, dass in der entsprechenden Einheit (7 Bestände) die durchschnittliche Artenzahl überhaupt nur 25 betrug, zeigt die Tendenz: In mageren, artenreichen Wiesen gibt es über lange Zeit hin ein vielseitiges Blumenangebot. Zwar kann punktuell auch hier Blühdominanz auftreten, z.B. von *Polygonum bistorta* (Schlangen-Knöterich), *Geranium sylvaticum* (Wald-Storchschnabel), *Meum athamanticum* (Bärwurz); es ist aber nicht die Regel, Abb. 33). Zur Blütezeit von *Meum*-Facies liegt im Gegensatz zu den weißblühenden, düngerzeigenden Apiaceen ein leicht grünlich-weißer Hauch über den Flächen, der erstaunlicherweise nicht auf einer Tönung der Kronblätter beruht, sondern auf der des winzigen Diskus.

- Weitere Blühaspekte bewirken die silbrigen Spelzen von *Alopecurus pratensis* (Wiesen-Fuchsschwanz), sowie die Perigonblätter und Kapseln von *Juncus acutiflorus* (Spitzblütige Binse) und *Juncus effusus* (Flutter-Binse).
- Wie sehr auch vegetative Organe farbgebend wirken, läßt sich besonders gut in schwach reliefierten Tallagen beobachten, wenn diese mit Grundmoräne ausgekleidet, als Wasserschutzgebiete Düngungseinschränkungen unterliegen und kleinparzelliert sind, z.B. bei Menzenschwand. Leichte Blautönung erzeugen *Holcus lanatus* (Wolliges Honiggras), *Dactylis glomerata* (Knautgras), auch Einsatz von *Trifolium pratense* (Roter Wiesen-Klee). Hellgrün und spiegelnd hebt sich das Scirpetum sylvatici (Waldbinsenwiese) ab. Nach Spätfrostnächten verfärben sich die Blattspitzen von *Juncus filiformis* (Faden-Binse) (wohl durch Anthocyan-Anreicherung); sie fallen nicht ab und erzeugen bei diesem Polykormonbildner langfristig kastanienbraune Kreisflächen.
- Rascher Nachtrieb nach Mahd führt zu kräftiggrüner Punktierung etwa durch *Rumex alpinus* (Alpen-Ampfer), *Meum athamanticum* und *Geranium sylvaticum*. Auch Geilstellen, an denen das Vieh nicht frißt, weil es wahrnimmt, dass dort Spuren eigener Exkremente vorhanden sind, führen zu einer Tüpfelung, die allmählich durch alternde Blätter jenes Graugelb annimmt, das charakteristisch ist für Weiden, die nicht – wie früher – aufwändig gepflegt werden.
- Schließlich bestimmen die Bewirtschaftungstermine wesentlich das gesamte Landschaftsbild; es entsteht ein „geometrisiertes“ Mosaik (FORMAN & GODRON 1986), wie es für anthropogene Elemente typisch ist, ein „Getäfel“ von verschiedenen getönten Parzellen. Dabei sind frisch gemähte Wiesen aus der Ferne gelbgrün, aus der Nähe betrachtet aber farblich sehr feinkörnig strukturiert, denn Flecken von brauner Erdfarbe an zuvor stark beschatteten Stellen wechseln ab mit blaßgelben, weil etiolierten Stengelbasen, graugrünen Heuwischen und frischgrünen Kriechtrieben. Oft ist bei entsprechendem Sonnenstand die Fahrtrichtung der Mähmaschine zu erkennen, weil die Basalorgane in den Bahnen nach entgegengesetzten Seiten gekippt sind und daher verschieden reflektieren. Ausgebrachte Gülle zeichnet über mehrere Tage hin braune Mäander in die Landschaft – auch dies eine Art spontaner Landschaftsgestaltung.

8. Einige vergleichende Bemerkungen zu Spezialistengesellschaften und Sonderfällen

8.1 Die Gewässervegetation des Schwarzwaldes wie der Alb ist flächenmäßig nicht sehr reich entfaltet und nicht oft bildbestimmend. Doch gibt es im Nordschwarzwald zwei Typen, die apart und nennenswert sind: Zum einen sind es Schwingrasen-Inseln in Hochmoorfarben in einigen Karseen, umgeben von *Nuphar lutea* (Teichrosen)- und *Carex rostrata* (Schnabel-Seggen)-Ringen (Abb. 34). Zum andern sind es Floßweiherr, die zum Transport des Holzes aufgestaut wurden und heute von *Juncus bulbosus* (Zwiebel-Binse) erfüllt sind. Wo diese feinblättrigen, reich verzweigten Pflanzen an der Oberfläche schwimmen, verleihen sie dem dunklen Wasser der Schwallung einen hellgrün-goldenen Glanz (Abb. 35). Man kann diesen Beispielen die „Spezialität“ der Karst-Quelltöpfe mit dem Farbspiel der hellgrünen Brunnenkresse im dunkel-blau-grünen Wasser zur Seite stellen und bei dieser wieder an die – freilich nicht im Landschaftsbild wirksame – vom Aussterben bedrohte Brachsenkraut-Reliktgesellschaft im Feldsee denken (mit *Isoetes echinospora* und *I. lacustris*).



Abb. 1: Nadelbaumreicher bäuerlicher Mischwald mit den charakteristischen Tannen- und Fichten-Farben am Hang des Wildgutachtals. 13.10.1996.



Abb. 2: Flechtenbesatz und Zapfenbehang tragen zum Farbton bei, hier am schlankwalzenförmigen und am Normal-Ökotyp der Fichte. Im Mittelgrund leicht eingerollte, unterseits graue Blätter des Berg-Ahorns mit Schädlingsbefall. Wannekar an der Feldbergstraße, 1100 m ü.NN. 7.9.1997.



Abb. 3: Bestand der Schwarzwälder Höhenkiefer, als Enztaler Wertforche herangezogen, an einem Buntsandstein-Südhang bei Enzklosterle. 21.9. 1998.

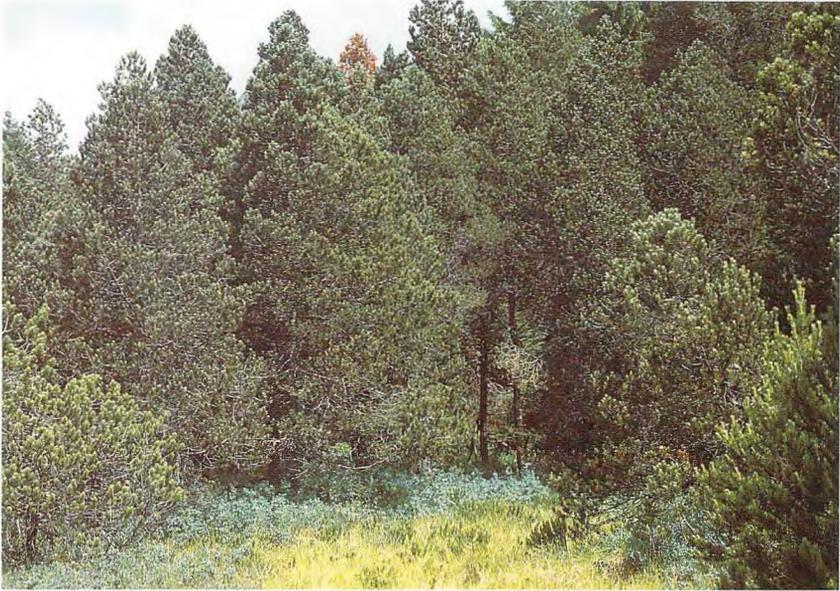


Abb. 4: Türkisfarbene Moorbeeren im Unterwuchs und als „Zwergmantel“ des feinstrukturierten Spirkenwaldes (*Vaccinio-Pinetum rotundatae*) im Naturschutzgebiet Ennersbacher Moor (Hotzenwald). 11.7.1997.



Abb. 5: Zu Beginn der Herbstfärbung hebt sich im Waldmosaik der Reutberg-Landschaft an der steilen südexponierten Hangnase der durchgewachsene braune, ehemalige Eichen-Schälwald ab; der rechts anschließende Buchenwald ist gelbbraun überlaufen und hat ein geschlosseneres Kronendach. Bei Simonswald. 3.10.1996.

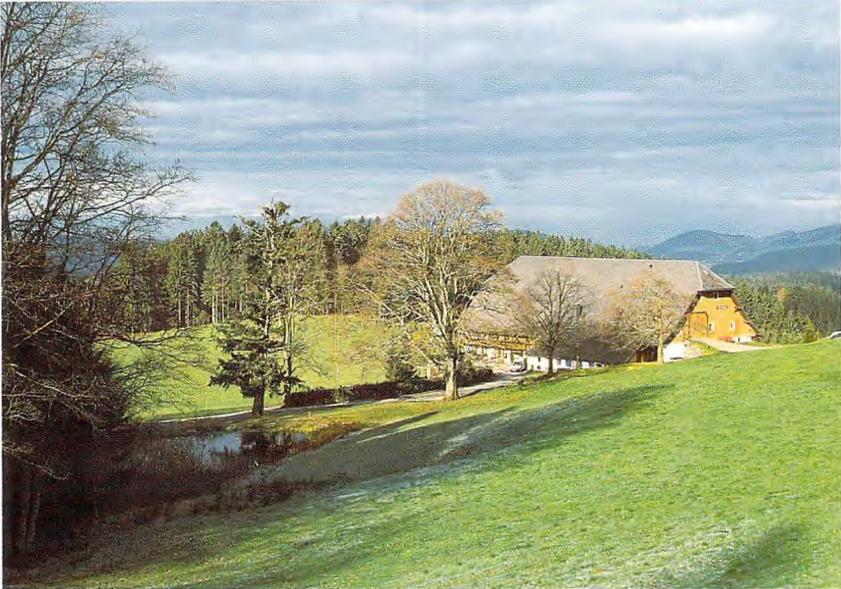


Abb. 6: Der Christenmartinshof zwischen Thurner und St. Märgen mit einem mächtigen, windbremsenden Berg-Ahorn und kleineren, hausnäheren Bäumen. Die freistehende Tanne ist durch Immissionen stark geschädigt. 6.11.1998.



Abb. 7: Ein Schneitelbaum: Zwei Jahre zuvor „gestümmelte“ Esche am Hirschmattenhäusle im Zweribach-Kessel. 14.11.1993.

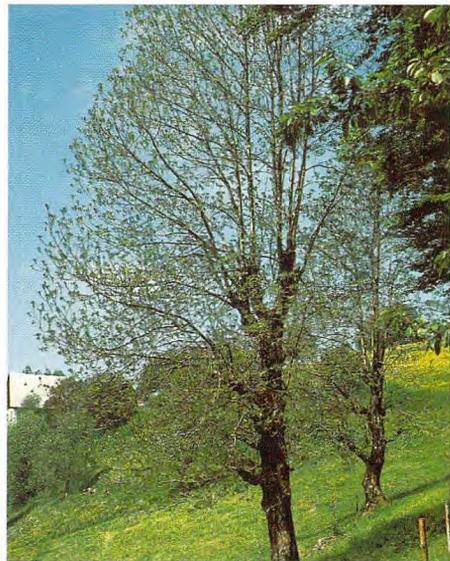


Abb. 8: Die unten kräftigen, oben plötzlich schlanken Äste dieser Esche dokumentieren, daß der Baum vor einigen Jahren geschneitelt worden ist. Glashütte bei St. Märgen. 1.6.1997.



Abb. 9: Buchen-Verjüngung im Weidfeld bei Ungendwieden. Durch den Verbiß des Hinterwälder Viehs sind charakteristische Kuhbüsche entstanden. 7.10.1999.

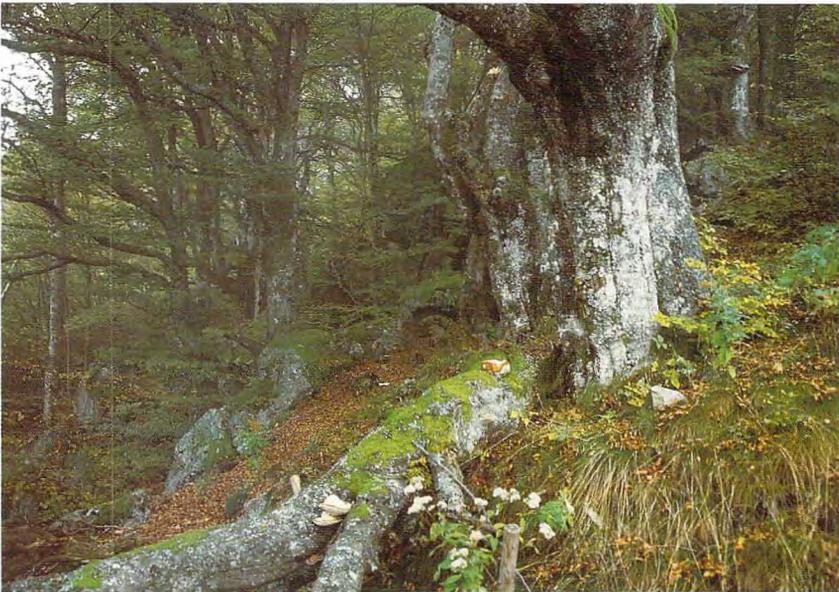


Abb. 10: Am Südhang des Schauinsland haben die Weidbuchen ihr Altersstadium erreicht und beginnen zusammenzubrechen. 13.10.1999.

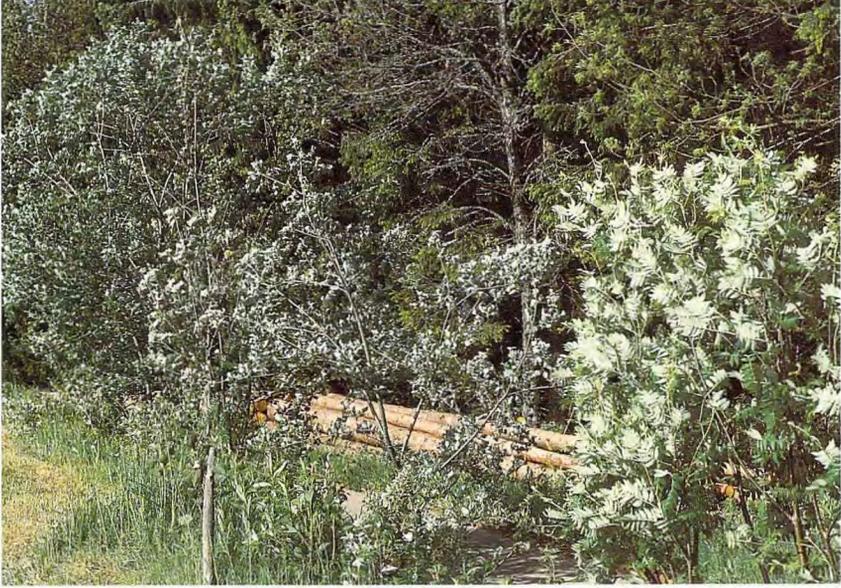


Abb. 11: Pionierpflanzen im Wind: Vogelbeere, Sal-Weide und Zitter-Pappel als Vorwaldbäume, vorne Himbeere und Fuchs' Greiskraut als Schlagarten. Bei St. Märgen. 1.6.1997.

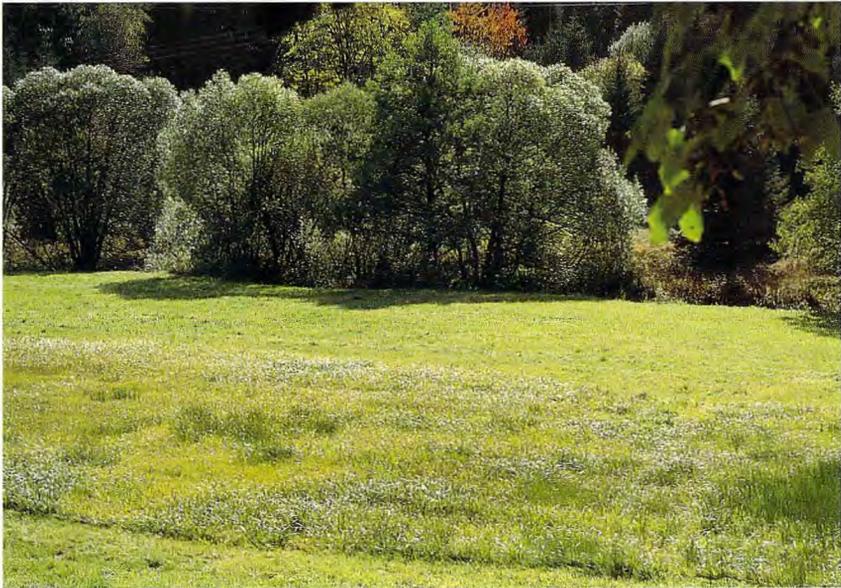


Abb. 12: Auwald im danubischen Kirnachtal mit den glänzenden Kronen von *Salix x tinctoria*; vorne eine Naßwiese mit glänzender Wald-Simse und dunkelgrüner Spitzblütiger Binse. 7.10.1997.



Abb. 13: Herden des Wald-Schwingels sind für montane Buchen-Tannen-Wälder (*Festuco-Fagetum*) bezeichnend und häufig. Bei Lautenbach im Nordschwarzwald. 29.7.1997.



Abb. 14: Blick vom Hohloh-Turm bei Kaltenbronn über Sturmwurf-Flächen mit jungen Fichten und hellroten Drahtschmielen-Herden und die von Fichten beherrschten Wälder des Nordschwarzwaldes in Richtung Gäuflächen. 29.7.1997.



Abb. 15: Im westlichen Hinterzartener Moor sind die Bulte verschieden hoch, die Schlenken verschieden tief; die Farben ihrer Pflanzendecke lassen es auch auf die Entfernung erkennen. 16.10.1998.



Abb. 16: Verästelte *Scheuchzeria*-Schlenken im Scheibenlechtenmoos; ein leichter Blaustich durch *Molinia* verrät einen gewissen Wasserzustrom vom Mineralboden her. 26.6.1998.



Abb. 17: Das Kohlhüttenmoos in 1050 m Meereshöhe zeigt am 10.5.1998 noch seinen Nachwinter-Aspekt.



Abb. 18: Scheidiges Wollgras hat im Frühling geblüht, im Frühsommer wird die Samenreife vorbereitet. 20.6.1983.



Abb. 19: Im Hochsommer bestimmt die fruchtende Rasenbinse mit hellbraunen Spitzen das Bild, hier im Hirschbädermoor (1250 m ü.NN). 5.8.1997.



Abb. 20: Im herbstlichen Kohlhüttenmoos mit fuchsroter Rasenbinse und wenig vitalem, grauästigem Heidekraut. 13.10.1998.

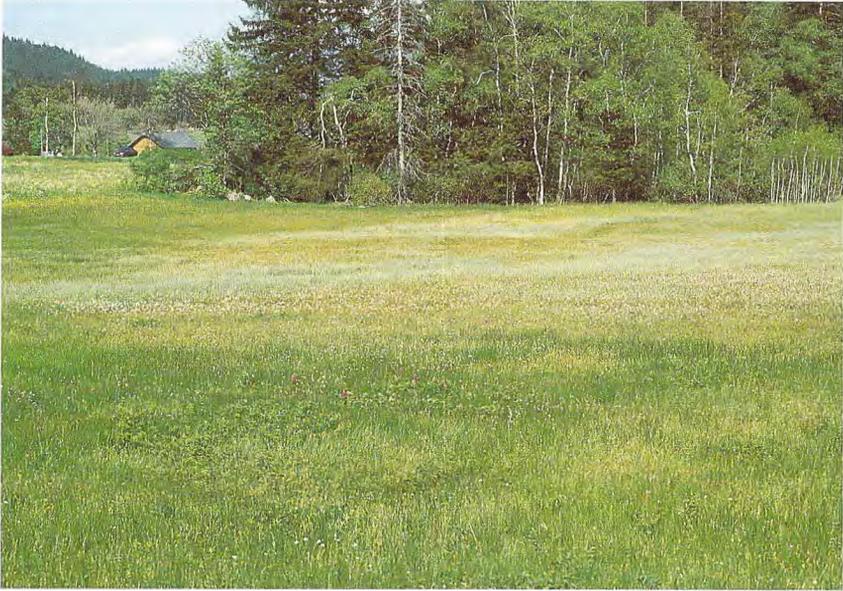


Abb. 21: Das Moor am Jockelishof im Frühling: Schmalblättriges Wollgras blüht bereits im graublau-grünen Parnassio-Caricetum fuscae, das von dunkelgrünen Herden der Spitzblütigen Binse umrahmt wird. 22.5.1998.

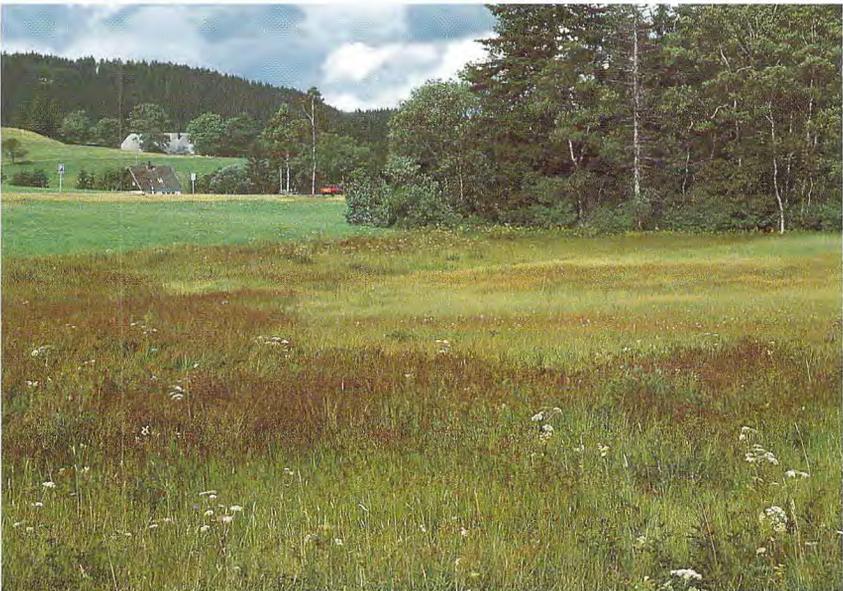


Abb. 22: Das Juncetum acutiflori hat aufgeholt, die Spitzblütige Binse beginnt zu fruchten. Die „fette“, grüne Bergwiese sticht von der Moorvegetation ab. 12.8.1996.



Abb. 23: Der Herbst beginnt; randlich ist gemäht worden; das Schmalblättrige Wollgras leuchtet kirschrot. 4.10.1999.



Abb. 24: Das zwergstrauchreiche Flügelginster-Weidfeld bei Ibach im Hotzenwald mit Fichtenverjüngung, Fichtenschachen und einigen Weidbuchen. 13.10.1998.



Abb. 25: Stück um Stück gehen Flügelginsterweiden durch Düngung verloren. Ihre typischen Arten können oft noch an Böschungen überleben. Östl. von Menzenschwand. 24.6.1998.



Abb. 26: Pyrenäenlöwenzahn-Borstgrasrasen auf dem Stübenwasen mit Heidelbeer-Polykormonen an Stellen ehemaliger Fichten. 29.9.1997.



Abb. 27: Blick auf das winterliche Weidfeld „Pfauen“ am Gegenhang mit starkem Gehölzaufwuchs und brauner Streu von Adlerfarn-Herden. Die feinen dunklen Linien auf der freien Fläche sind Streifen, auf denen abgeschlagener Besenginster verbrannt worden ist. 23.2.1997.



Abb. 28: Entwicklung eines Weidfeldes im Elztal bei Oberprechtal: Der offene Teil ist gedüngt worden, der Rest ist wegen des dichten Besenginster-Gestrüpps nicht mehr beweidbar. 20.5.1993.



Abb. 29: Erst im Spätfrühling treibt der Adlerfarn aus; das Weiche Honiggras kann unter seinem später schulterhohen Wedeldach leben, weil es mehrere Monate Vorlauf zur Assimilation gehabt hat. Bei Utzenfeld. 2.6.2000.



Abb. 30: Die Hornisgrinde (1163 m) mit dem herbstlich fuchsbraunen Rasenbinsen-Anmoor und der Moor-Berg-Kiefer in Latschenform. 8.9.1997.



Abb. 31: Über weite Grünlandgebiete hat blühender Löwenzahn einen goldgelben Schimmer gelegt. Schwarzenbachtal. 24.5.1999.



Abb. 32: Blühender Sauerampfer als oberstes Stockwerk legt einen roten Schimmer über viele Wiesen des Mittleren Schwarzwaldes; darunter blüht Scharfer Hahnenfuß, der Löwenzahn fruchtet bereits. 13.6.1999.



Abb. 33: Artenreiche Goldhaferwiese (Geranio-Trisetetum) mit Schwarzer Teufelskralle und Wald-Storchschnabel. Bei Schönwald. 13.6.1999.



Abb. 34: Farbspiel im Huzenbacher See im Nordschwarzwald. Die schwimmende Insel mit roter Schlenkenvegetation, umgeben von einem Schnabelseggen-Streifen und einem Halbring von spiegelnden Teichrosen-Blättern. 23.9.1998.



Abb. 35: Der Poppelsee war einst ein aufgestauter Weiher für die Flößerei. Heute leben in dem nur schwach bewegten Wasser hellgrün bis goldgelb schimmernde Herden der amphibischen Zwiebel-Binse. 21.9.1998

Fließgewässer verlangten den Gefäßpflanzen so wesentliche Evolutionsschritte als Anpassungen ab, dass in Silikat- und in Kalkgebirgen morphologisch ähnliche Gesellschaften zustande gekommen sind. Ein schönes Beispiel für diese Konvergenz sind die flutend-schwingenden „Fahnen“ des *Ranunculo trichophylli-Sietum erecto submersi* mit Haarförmigem Hahnenfuß und Aufrechtem Merk in Karstbächen einerseits und das *Callitrichetum hamulatae* mit dem Haken-Wasserstern andererseits.

8.2 Felsnasen, Felswände und ihre Schutthalden aus Granit, Gneis und Migmatit pflegen im Schwarzwald in verschiedenen Grautönen zu erscheinen, gelegentlich auch rötlich oder dunkelrot. Niemals aber leuchten sie in jenem Weiß, Elfenbein oder leicht rostgelb wie – ganz oder teilweise – die Alb-felsen des Traufs, des Donau-durchbruchs und der Täler der ehemaligen und der heutigen Donaunebenflüsse. Im Silikatgebirge unterstützen Flechten von verschiedener Farbe, aber meist in ebenfalls grau wirkenden Überzügen den Aspekt. Bei den Alb-Kalken dagegen spielen dort, wo Karstwasser aus Höhlungen und Spalten herausickert, dünne, schwarz-blaue Krusten von Blaualgen (Cyanobakterien) eine Rolle. Wo die freien Schwammkalkfelsen beregnet werden, sind sie hellblau („bleu“) gefärbt. Diese Erscheinung ist großflächig und – einmal wahrgenommen – durchaus auffällig, sie ist aber meines Wissens noch nie untersucht worden. Wahrscheinlich geht sie auf Flechten der Sammelgattung *Aspicilia* zurück.

Die Felsspalten- und die Felsband-Vegetation der beiden Gebirge ist artenmäßig sehr verschieden, woran auch die berühmten Schwarzwälder „Kalkpflanzen“ bestimmter Gneisspalten nichts Entscheidendes ändern. Die räumliche Verteilung am Fels entspricht sich jedoch. Die eindrucksvolle Steppenheide der Alb mit ihren hochwüchsigen Umbelliferen fehlt dem Schwarzwald bis auf ein kleines Vorkommen einer parallelisierbaren „Silikat-Steppenheide“, die KERSTING (1986) im Schwarza-Schlücht-Gebiet erkannte (s. dazu WILMANN'S 2001). Man kann den weißblühenden Staudensäumen allenfalls hochwüchsige, gelb blühende Habichtskräuter (*Hieracium sabaudum*, *umbellatum*, *laevigatum*) gegenüberstellen.

8.3 Anders steht es mit Schlagfluren und Vorwäldern (Epilobietea), wo viele Vertreter nicht auf hohe oder niedrige Boden-pH-Werte spezialisiert sind. In beiden Landschaften können Herden von *Epilobium angustifolium* (Schmalblättriges Weidenröschen) einen rosa Aspekt durch die Blüten und anschließend einen weißen durch Millionen von Samenhaaren bilden; *Senecio ovatus* (Fuchs' Greiskraut) kann Windwürfe gelb und später weiß leuchten lassen. Allerdings fehlt das Schmielen-Rosa (s. Abb. 14) der Alb ebenso wie die Trupps von *Digitalis purpurea* (Rotem Fingerhut), der weder die Kalkböden noch das subkontinentale Klima zusagen.

8.4 Ackerbau spielt heutzutage im Schwarzwald nur eine geringe Rolle, am ehesten noch in tieferen Lagen und auf den nordöstlichen Randplatten. So fallen höchstens gelegentlich braune Schleier von Windhalm-Rispen (von *Apera spica-venti*) auf, die über dem Getreide liegen. Am tiefgelegenen Westrand gibt es das Farbmosaik der Rebflur. Hierin liegt ein wesentlicher Unterschied zur Alb, wo Getreidefarben auch heute noch, wenn auch abnehmend und in breiteren Ackerstreifen als früher, bestimmend sind. Besonders das dunkle, bei Regen gar kastanienähnliche Braun des reifen Dinkels (*Triticum spelta*) ist ein charakteristisches Element dieses Kalkgebirges.

Literatur

- BARTSCH, J. & M. (1940): Vegetationskunde des Schwarzwaldes. – Reihe Pflanzensoziologie 4, 229 S., Jena.
- DIERSSEN, B. & K. (1984): Vegetation und Flora der Schwarzwaldmoore. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 39, 512 S.
- FREUNDT, C. (1987): Die Gebirgswiesen (Polygono-Trisetion) des Südschwarzwaldes. – Diplomarb. Fak. f. Biologie d. Univ. Freiburg, 168 S.+ Anh. (unveröff.)
- HARTMANN, G., NIENHAUS, F. & BUTIN, H. (1995): Farbatlas Waldschäden. Diagnose von Baumkrankheiten. – 2. Aufl., 288 S., Stuttgart.
- KERSTING, G. (1986): Die Pflanzengesellschaften des unteren Schwarza- und Schlüchtales im Südos Schwarzwald. – Diplomarb. Fak. f. Biologie d. Univ. Freiburg, 160 S. + Anh. (unveröff.)
- KRETZSCHMAR, F. (1992): Die Wiesengesellschaften des Mittleren Schwarzwaldes: Standorte – Nutzung – Naturschutz. – Dissertationes Botanicae 189, 146 S.+ Anh., Berlin, Stuttgart.
- LUDEMANN, T. (1992): Im Zweribach – vom nacheiszeitlichen Urwald zum „Urwald von morgen“. Untersuchungen zur Geschichte und Vegetation des Zweribachgebietes im Mittleren Schwarzwald. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 63, 268 S.
- MÜLLER, T. & OBERDORFER, E., u. Mitw. v. PHILIPPI, G. (1974): Die potentielle natürliche Vegetation von Baden-Württemberg. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 6, 45 S.+ Karte.
- OBERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – 7. Aufl., 1050 S., Stuttgart.
- Regierungspräsidium Freiburg (Hrsg.) (1998): Die Naturschutzgebiete im Regierungsbezirk Freiburg. – 636 S., Stuttgart.
- SCHNITZER, U., unter Mitarbeit von MECKES, F. et al. (1989): Schwarzwaldhäuser von gestern für die Landwirtschaft von morgen. – Landesdenkmalamt Arbeitsheft 2, 181 S., Stuttgart.
- SCHRETZENMAYR, M. (1969): Beobachtungen zum Auftreten von *Deschampsia flexuosa* im Altbestand und auf der Kahlfäche. – Arch. Forstwes. 18, 555-560.
- SCHUHWERK, F. (1988): Naturnahe Vegetation im Hotzenwald (Südöstlicher Schwarzwald). – Diss. Naturwiss. Fak.III d. Univ. Regensburg, 526 S.+ Anh.
- SCHWABE-BRAUN, A. (1980): Eine pflanzensoziologische Modelluntersuchung als Grundlage für Naturschutz und Planung: Weidfeld-Vegetation. – Urbs et Regio 18, 212 S.+ Anh., Kassel.Schwabe-
- KRATOCHWIL, A. (1987): Fluß- und bachbegleitende Pflanzengesellschaften und Vegetationskomplexe im Schwarzwald. – Dissertationes Botanicae 102, 368 S.+ Anh., Berlin, Stuttgart.
- SCHWABE, A. & KRATOCHWIL, A. (1987): Weidbuchen im Schwarzwald und ihre Entstehung durch Verbiß des Wälderviehs. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 49, 120 S.
- TÜXEN, R. (1956): Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. – Angew. Pflanzensoziologie 13, 41 S., Stolzenau/Weser.
- TÜXEN, R. (1986): Unser Buchenwald im Jahreslauf. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 47, 125 S.
- WILKE, B., BOGENRIEDER, A. & WILMANN, O. (1993): Differenzierte Streuerverteilung im Walde, ihre Ursachen und Folgen. – Phytocoenologia 23, 129 – 155.
- WILMANN, O. (1998a): Ökologische Pflanzensoziologie. – 6. Aufl., 405 S., Wiesbaden.
- WILMANN, O. (1998b): Landschaftsspezifische Habitat-Archipel in Südwestdeutschland – Methodik und Ergebnisse eines Kartierungsversuchs. – Braunschweiger Geobotan. Arbeiten 5, 157-170.
- WILMANN, O. (1999): Vegetationsfarben. – Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 11, 367 - 384.
- WILMANN, O. (2001): Exkursionsführer Schwarzwald – eine Einführung in Landschaft und Vegetation. 304 S. Stuttgart.

(Am 9. Februar 2001 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	4	827 – 842	2001	Freiburg im Breisgau 12. Juli 2001
--	---------	---	-----------	------	---------------------------------------

Landschaftspflege und Botanischer Artenschutz¹

von

HANS MATTERN, Schorndorf*

„Überall, wo Hügel aus tertiärem Süßwasserkalk oder Weißem Jura den Riesrand bilden und ins Ries hineinragen, bringen ‚stimmungsvolle Heiden‘ das Anklingen an die Schwäbische und Fränkische Alb in besonderer Weise zum Ausdruck.... Die Schafweiden sind sehr kurzrasig und gerade am Riesrand fast frei von Holzgewächsen.“

DIETER VOGELLEHNER („Rieser Flora“)

An gesetzlichen Regelungen zum Schutz der Lebensstätten unserer heimischen Pflanzen- und Tierwelt mangelt es nicht. Paragraph 24a des Landesnaturschutzgesetzes berücksichtigt einen sehr großen Teil der Standorte gefährdeter Arten. Noch wichtiger bleiben freilich die „klassischen“ Schutzformen, nämlich die Naturschutzgebiete, deren Zahl in den letzten Jahrzehnten um ein Vielfaches gesteigert wurde, die flächenhaften Naturdenkmale, die nirgendwo sonst in der Bundesrepublik (in vergleichbaren Gebieten) in solcher Menge geschützt sind wie im Regierungsbezirk Stuttgart, und – da Nationalparks und Biosphärenreservate in unserem Land fehlen – als Drittes die Landschaftsschutzgebiete. Diese werden zwar, zumal aus der Sicht des Artenschützers, seit einiger Zeit sehr niedrig bewertet, doch zu Unrecht, wobei es freilich an den jeweiligen Naturschutzbehörden und Naturschutzbeauftragten liegt, welches Gewicht sie besitzen. Mit der Festlegung von Gebieten nach der Flora-Habitat-Richtlinie der Europäischen Union wird noch ein Übriges getan. Wenn die Erhaltung der Artenmannigfaltigkeit trotzdem Sorgen bereitet, dann kaum wegen fehlender rechtlicher Handhaben, vorausgesetzt freilich, die Behörden schrecken nicht vor Einzel- und Verbandsinteressen sowie vor den örtlichen politischen Kräften zurück, sondern verschaffen ihnen ohne Einschränkung Geltung.

Verwachsung vieler Standorte wegen ausbleibender Nutzung; Lichtmangel

Die tatsächlichen Probleme der Erhaltung von Tier- und Pflanzenarten in unserem Land liegen woanders. *Ein* Gesichtspunkt sei im Folgenden etwas näher beleuchtet.

* Anschrift des Verfassers: Landeskonservator i. R. Dr. H. MATTERN, Konnenbergstr. 35, D-73614 Schorndorf

¹ Die folgenden Ausführungen gehen von den Erfahrungen 35-jähriger Tätigkeit im Regierungsbezirk Stuttgart (Nordwürttemberg) aus.

Sieht man die Listen gefährdeter Pflanzen durch, so muss auffallen, dass ein großer Teil von ihnen an mehr oder weniger lichtreichen Standorten lebt. Ohne menschliches Wirken fänden sich solche in Württemberg aber nur auf wenig ausgedehnten, größtenteils recht isolierten Flächen: Felsen und ihre Umgebung, Schotterhänge, Geröll- und Sandbänke in Flüssen, Säume an Fluß- und Seeufern, Rutschhänge, hohe Anrisse an Fluß- und Bachufern, Hochmoore u.a.m. Lichtliebende Pflanzen wären also auf vergleichsweise wenige Stellen beschränkt und viele fehlten in unserer Flora ganz oder kämen nur sehr vereinzelt vor, würde nicht der Mensch seit Jahrtausenden offene Flächen schaffen und erhalten. Das hat sich in neuer Zeit gewandelt. Der Bauer konzentriert sein Wirtschaften immer mehr auf günstiges Gelände und zieht sich von weniger ergiebigem oder schwerer zu bearbeitendem, d.h. in erster Linie von hängigem, zurück. Gerade dort aber befindet sich ein großer Teil wertvoller Standorte, und deshalb bereitet der Rückgang der Landwirtschaft – das mag viele überraschen – dem Naturschutz gegenwärtig meines Erachtens noch größere Sorgen als ihre Intensivierung auf der anderen Seite.

Dass wir in einer Kulturlandschaft leben, ist eine Binsenweisheit, und doch zeigen das Studium der Literatur, Unterlagen der Naturschutzfachbehörden und zahlreiche Gespräche, dass man sich dessen keineswegs in voller Tragweite bewußt war und oft genug bis zum heutigen Tag nicht ist. Es gilt dies in ganz besonderem Maße für spezielle Kenner bestimmter Pflanzen- und Tiergruppen, für wissenschaftlich Ausgebildete kaum weniger als für Liebhaber. Und selbst wenn man sich der nutzungsbedingten Existenz lichtreicher Standorte bewußt ist, so wird doch die ungemain mächtige Dynamik, die der Entwicklung nach dem Ende der Bewirtschaftung in den meisten Fällen innewohnt, verkannt. Dabei darf man sich nicht täuschen lassen, wenn (in einem kleinen Teil der Fälle) der bisherige Zustand längere Zeit ohne sichtbare große Veränderung verharret. „Verfilzung“ und Verbuschung werden schließlich doch einsetzen, oft sogar ganz plötzlich, „explosionsartig“.

Über das Ausmaß früherer Nutzung herrschen ebenfalls sehr häufig keine richtigen Vorstellungen. Sie hat vor kaum einer Fläche Halt gemacht. So zeigen z.B. Stockausschlag-Wälder an steilen, steinigten Hängen, die kaum zugänglich erscheinen, dass man auch dort früher Holz schlug, dass also immer wieder Licht geschaffen wurde, mithin – auf ein größeres Areal verteilt – gewisse Bereiche stets voll besonnt waren. Nach Berichten alter Einwohner, die unmittelbar bis ins ausgehende 19. Jahrhundert, indirekt bis in dessen Mitte zurückreichen, wurden in Trockenjahren auf der Alb und in Muschelkalktälern selbst sehr steil geneigte Flächen gemäht oder beweidet, Gelände, das man ohne weiteres als „Steppenheide“ im Sinne Robert Gradmanns anspricht, also schon von Natur aus arm an beschattenden Holzgewächsen sein müßte. Offenkundig hat der Mensch doch sogar bei der Schaffung oder Erhaltung eines Teiles solcher Standorte wenigstens gelegentlich nachgeholfen. Die Heiden waren weit kahler und zum guten Teil gar keine „Wacholderheiden“. Um die Jungpflanzen vor der Schippe des Schäfers zu bewahren, stand der Wacholder zeitweilig unter Schutz! Es herrschte ein Kampf um jeden Grashalm! Auch Böschungen von Straßen und Bahndämme waren wertvolle Futterquellen, sei es für durchziehende Schafe, sei es für angepflöckte Ziegen und Schafe und (oder) „Stallhasen“. Im Keuperbergland des mittleren und östlichen Württemberg beispielsweise wuchs auf solchen Flächen bei sandigem Untergrund häufig die Heidenelke (*Dianthus deltoides*), selten auch das Berg-Sandglöckchen (*Jasione montana*). Ist die Heidenelke stark zurückgegangen, so verschwand das niederwüchsige, sehr konkurrenzschwache Sandglöckchen weithin ganz. Üppiger Graswuchs und, in einem weiter fortgeschrittenen Stadium der Entwicklung, dich-

ter Gehölzschatten haben beide zurückgedrängt. Wer denkt schon daran, dass „sogar“ Böschungen aus Gründen des Artenschutzes gepflegt werden müssen?²

Verkahlte, „ausgeräumte“ Flur, ein harter Kritikpunkt der Naturschützer an der modernen Landwirtschaft und an der Flurbereinigung – einerseits sicher zu Recht, andererseits ist die Entwicklung aber differenzierter zu betrachten. Wohl gibt es auch heute noch „ausgeräumte Fluren“, doch haben vielerorts Bäume, Sträucher und Hecken an Wegen und Bächen wieder zugenommen, teils angepflanzt, teils „von selbst“. Es gibt kaum noch einen Bedarf an Brennholz, die Zahl der in der Landschaft tätigen Personen hat sich gewaltig vermindert, das Bestreben, sie „sauber“ zu halten, dem in den Wintermonaten viele Flurgehölze zum Opfer gefallen waren, ebenso. Betrachtet man alte Abbildungen, so verblüfft oft die „Leere“ der Landschaften, zum einen wegen der ungleich geringeren Bebauung, zum anderen aber auch wegen ihrer Armut an Gehölzen. Wir wollen einer solchen gewiß nicht das Wort reden, aber nochmals festhalten, dass das Licht an vielen früher voll besonnten oder nur teilweise beschatteten Standorten zum Mangelfaktor geworden ist: Die Pflanzen der Heiden³ auf der Alb und ihren Randbergen, auf Muschelkalk in den Heckengäulandschaften sowie in den Randzonen des Keuperberglandes, an den Steinriegelhängen der Muschelkalktäler von Neckar, Kocher, Jagst und Tauber, in und an Weinbergen sowie an Waldsäumen – die es nicht gäbe, wäre das Gelände davor nicht genutzt – sind sonnenhungrig. Auch ganz „gewöhnliche“ Grashänge und Heckensäume bergen kostbare, lichtliebende Pflanzen.

Hat sich schon jetzt die Landwirtschaft vielerorts von den Hängen zurückgezogen, so schreitet dieser Prozeß mit erschreckender Geschwindigkeit weiter. Erkundigt man sich beispielsweise nach den Verhältnissen in den Dörfern, Weilern und Gehöften der Keuperwaldberge, so ist zu erfahren, dass in einem beträchtlichen Teil dieser überwiegend kleinbäuerlich geprägten Gebiete nur noch ältere Leute die Grundstücke bearbeiten und sich ein baldiges Ende fast jeglicher Tätigkeit auf den Fluren absehen läßt.

Trockene Standorte

Sehen wir uns nun einige Beispiele an! Den Saum der nordöstlichen Alb und des Rieses bei Bopfingen beherrschen eine ganze Reihe markanter, z.T. geradezu bizarrer Heideberge und -hügel: ortsfremde Trümmernmassen aus dem Ries („Weißjuragries“), Zeugenberge des Weißen Juras und Hügel aus dem Kalk des Sees, der sich nach dem Einschlag eines Himmelskörpers vor 15 Millionen Jahren im Ries-Krater gesammelt hatte. Noch heute erscheinen die Bopfinger Heiden im Gegensatz zu vielen anderen der Alb und ihrer Randberge gut beweidet und wohl erhalten, wenn auch nicht mehr „sehr kurzrasig“ wie sie DIETER VOGELLEHNER und der Verfasser in den beginnenden sechziger Jahren noch erlebt hatten. Der Außenstehende ahnt freilich nicht, welchen Pflegeaufwand sie erfordert haben und weiterhin erfordern!

² Dass auch falsch verstandene Landschaftspflege, nämlich Humisierung und Bepflanzung solcher und anderer Standorte, ihren Wert zerstören kann, steht auf einem anderen Blatt.

³ „Heide“ wird hier und im Folgenden im volkstümlichen Sinn als baum- und straucharmes (oder -freies), lichtreiches, mehr oder weniger trockenes, karges, in der Regel von Schafen beweidetes Gelände verstanden. Es handelt sich in unseren Fällen meistens um mehr oder weniger kalkreiche, teilweise auch oberflächlich entkalkte Magerrasen mit Weißjurakalk, Muschelkalk oder auch Keupermergeln im Untergrund. Ausgeprägt bodensaure Heiden spielen im nördlichen Württemberg nur kleinfächig eine (bescheidene) Rolle.

Gegen Ende der sechziger Jahre machten sich die Schafe auf dem Ipf, dem bekanntesten und eindrucksvollsten der Bopfinger Berge und Hügel, rar. Ein paar Jahre blieben sie sogar ganz aus. Die Folgen ließen sich nicht übersehen. Von den Heckensäumen am Rand ausgehend, hatten sich Schlehen weit auf die bislang offene Heide vorgeschoben. Sämlinge von Schwarzkiefern kurz unterhalb des Gipfelplateaus⁴ waren mächtig herangewachsen, vor allem aber zeigten Wacholderbüsche auf weiten Teilen der Heide in kürzester Zeit eine geradezu unglaubliche Ausbreitung. Große Bereiche der zuvor fast völlig kahlen Heide waren schon so weit verwachsen, dass der wiedergewonnene Schäfer Bedenken trug, seine Tiere auf sie zu treiben, weil er befürchtete, die Übersicht zu verlieren. Ganz ähnlich verhielt es sich an den Nachbarhügeln Sandberg, Breitwang und Tonnenberg.

Inbegriff eines felsigen Heidehügels mit kargem, lückigem Pflanzenkleid ist der Karkstein im Westen des Ipfs. Vor dreißig Jahren war er noch völlig kahl. „Wenigstens der wird nie ein ‚Pflegefall‘ werden“, dachte ich, als ich ihn zum ersten Mal sah. Doch seit jüngster Zeit bietet er eine böse Überraschung: In benähtigender Dichte sind Wacholderbüsche erschienen⁵.

Alljährlich treten auf den Bopfinger Heiden „reihum“ Beil und Säge, Freischneidegerät und „Ratrac“ in Tätigkeit, neben den Heiden, die ich schon genannt habe, auf dem Käsbühl, dem Vohbühl, dem Riegelberg, dem Schnittbühl, dem Kapf, dem Schloßberg, dem Blasenberg und einer Reihe kleinerer Flächen. Ohne diese Arbeiten und ohne die Schafbeweidung stünde es schlecht um die Bopfinger Heiden! Viele wären bereits verbuscht und ihre lichtliebenden Pflanzen untergegangen: Küchenschellen – auf manchen Bopfinger Heiden in wahren Massen wachsend – Frühlingsenzian, Gefranster und Deutscher Enzian, Silber- und Golddistel, Stengellose Kratzdistel, Blaugras (*Sesleria albicans*) und Niedere Segge (Erdsegge, *Carex humilis*), Mondraute (*Botrychium lunaria*), Katzenpfötchen (*Antennaria dioica*) (beide sehr wenig konkurrenzkräftig gegen höheren Graswuchs), Kugelblume, Edel-, Trauben- und Berggamander, Behaarte Gänsekresse, Steinquendel, Ästige Graslilie usw.; an einigen Stellen Schotendotter (beide schwer zu trennende Arten *Erysimum odoratum* und *E. hieracifolium*), an Böschungen Elsässer Haarstrang (*Peucedanum alsaticum*), an vergleichsweise nährstoffreichen Standorten am Fuß von Felsen Katzenminze (*Nepeta cataria*) und Stechender Igelsame (*Lappula squarrosa*), da und dort auch Orchideen, die in ihrer überwiegenden Mehrzahl keine typischen Pflanzen der Heiden (Schafweiden) sind (z.B. Kleines Knabenkraut, *Orchis morio*, und bei oberflächlicher Versauerung Herbstdrehwurz, *Spiranthes spiralis*; ganz vereinzelt oder auf wenige Heiden beschränkt u.a. Helmknabenkraut, *Orchis militaris*, Brandknabenkraut, *Orchis ustulata* und an Säumen Stattliches Knabenkraut, *Orchis mascula*). Noch weitere lichtliebende Pflanzen andersartiger Standorte können sich auf die Heiden oder an ihre Ränder verirren, wie z.B. Leindotter (*Camelina sativa* agg.) und Österreichischer Lein (*Linum austriacum*).

⁴ Die Absicht, diese zu fällen, stieß auf solch massive Ablehnung breiter Kreise der Bevölkerung – dem Naturschutz verpflichtete Vereine eingeschlossen – dass sie aufgegeben werden mußte.

⁵ Seltsam, dieses plötzliche Massenaufreten des Wacholders hier wie gleichzeitig auch wieder am Ipf. Dabei stehen am Karkstein nur ganz vereinzelt ältere, fruchtende Büsche. Die Beweidung durch Schafe (und einige Ziegen) ist zwar offenkundig weniger intensiv als in früheren Zeiten, für heutige Verhältnisse aber vergleichsweise durchaus gründlich. Die Beseitigung der jungen Büsche verlangt im steilen Gelände mühsame Handarbeit und große Sorgfalt; denn wenn auch der Wacholder keine Stockausschläge treibt, so vermag er sich doch aus kleinsten, oft im Gras verborgenen Seitenzweigen wieder aufzubauen.

Sie alle und viele andere Arten fänden in diesem Raum ohne menschliches Wirtschaften keine Lebensmöglichkeiten. Das gilt selbst für Felspflanzen. Die meisten Felsen jener Gegend sind trotz ihrer starken Wirkung im Landschaftsbild so niedrig, dass auf sie voller Schatten oder zumindest Halbschatten fielen, wäre das angrenzende sonnenseitige Gelände nicht offen. Eine „Besonderheit“ birgt der Rieglberg an der Landesgrenze im Südosten von Bopfingen. Dort wächst auf Weißjura-Felsklötzen, die reich an Kieselknollen sind („Kiesel-Delta“) der Nordische Streifenfarn (*Asplenium septentrionale*). Und nicht zu vergessen die Flechten- und Moosflora auf Gestein; nicht zu vergessen selbstverständlich auch die kaum überschaubare Tierwelt der Heiden, von der „Berghexe“ bis zum Steinschmätzer!

Ehe wir den Rand der Ostalb bei Bopfingen verlassen, noch ein Blick auf Pflanzen im Bereich des Waldes. In einer verbuschenden Schneise sowie auf einem halbverwachsenen Grasweg und an seinen Rändern im Naturschutzgebiet Kapf bei Trochtelfingen wächst der Diptam (*Dictamnus albus*), abgesehen von einem Standort im Stromberg und mehreren größeren im Tauberland (s. u.) der einzige Fundplatz im Regierungsbezirk Stuttgart, bereichert noch durch weitere Kostbarkeiten, wie Berg-Haarstrang (*Peucedanum oreoselinum*), Berg-Kronwicke (*Coronilla coronata*) und Echten Steinsamen (*Lithospermum officinale*). Alle lassen sich nur bei gelegentlichem Auslichten halten.

Was ich vom Saum der Ostalb und des Rieses berichtet habe, gilt für andere Teile der Alb und ihres Randes entsprechend, freilich mit der betrüblichen Einschränkung, dass viele wesentlich schlechteren Zustand zeigen als die Bopfinger. Nach Erhebungen der Stuttgarter Bezirksstelle für Naturschutz sind auf dem Gebiet der heutigen Kreise Eßlingen, Göppingen, Heidenheim und Ostalb etwa zwischen 1900 und 1980 rund die Hälfte aller Heiden verschwunden, davon die Hälfte durch Verwachsung, stark ein Viertel durch (Nadelholz-) Aufforstung. Seit etwa 1980 hat sich das Heidesterben deutlich verlangsamt und der Zustand vieler Heiden verbessert. Das Bemühen⁶ um ihre Pflege macht sich bemerkbar, muss aber nicht nur weitergehen, sondern noch verstärkt werden.

Wer weiß, dass es auch außerhalb der Alb im nördlichen Württemberg Heiden gibt? Im Heckengäu auf Muschelkalk um Heimsheim, Weil der Stadt, Aidlingen, Dachtel usw., sowie „sogar“ in den Randzonen des Keuperhügellandes, vor allem auf Mergeln des Gipskeupers, besonders schön in der Umgebung von Crailsheim. Deren Pflanzenkleid zeigt bei geringerer Artenzahl – es fehlen u.a. die Vertreter steiniger Standorte – überraschend viel Ähnlichkeit mit den Albheiden. Voll und ganz ist es auf Pflege und Beweidung angewiesen!

Pflegepläne, die mit dem Ziel eines optimalen Artenschutzes ein sehr differenziertes Vorgehen bei Beweidung und Arbeiten verlangen, sind in den meisten Fällen völlig wertlos. Derlei läßt sich nicht praktizieren. Wer die Beweidung erhalten will, muss den Wünschen des Schäfers entgegenkommen. Die Zeiten sind vorbei, da er noch für jede karge Fläche dankbar war. Es bieten sich ihm heute oft viel ergiebiger Weiden als die dürrtigen Heiden: Grashänge, die vor kurzem noch gemäht wurden, sogar ebene Wiesen – für die Erhaltung der Heiden eine immer gefährlicher werdende Entwicklung.

⁶ Als besonders erfolgreich und zukunftsfrüchtig zur langfristigen Sicherung der Beweidung erwies sich im Regierungsbezirk Stuttgart die finanzielle Unterstützung des Baues von Schafställen aus Mitteln des Naturschutzes, von der wir in vielen Fällen Gebrauch gemacht haben.

Seit gut einem Jahrzehnt laufen unter der fachlichen Regie der Stuttgarter Bezirksstelle für Naturschutz umfangreiche Pflegearbeiten an den Hängen von Jagst- und Taubertal mit ihren Seitentälern, in beschränkterem Maße auch im Kochertal. Welchem Freund kostbarer Flora geht nicht das Herz auf, wenn er Namen wie Federgras, Diptam (gern im Halbschatten), Goldaster, Kreuzenzian, Behaarter Alant, Blauer Lattich, Zartblättriger Lein, Kleine Wiesenraute hört! Dazu viele andere wie Kalkaster, Färberkamille, Ragwurzarten, Blaugras, Wimperperlgras usw.! Die Niederschläge sind in der Umgebung von Tauberbischofsheim so spärlich und der anstehende Untere Muschelkalk liefert so humusarmen, scherbigen Boden, dass an extremen Standorten mit natürlicher Gehölzarmut gerechnet werden kann. Aber die Tätigkeit des Menschen hat auch hier in ganz wesentlichem Maße den Lichtreichtum der Hänge geschaffen und darüber hinaus die so charakteristischen Steinriegel: langegezogene, die Hänge herabziehende Lesesteinhaufen, vor allem in ehemaligen Weinbergen. Es ist wie bei den Heiden der Alb: Verwachsung bedroht viele wertvolle Pflanzen, die sich nach dem Ende des Weinbaus, wohl von Säumen, ungenutzten felsigen Leisten u.ä. Stellen ausgehend, verbreitet haben. Nun gilt es, wenigstens einen Teil der Standorte durch Pflege und, wo immer möglich, anschließender Nutzung zu erhalten.

Orchideen-Paradiese waren nicht die Heiden sondern die – nicht nur auf der Alb – einst weitverbreiteten einmahdigen, ungedüngten Wiesen (Mäher). Nur ganz wenige haben sich im nordwürttembergischen Teil der Alb in unsere Zeit hinübergerettet. Bei Gruibingen im Gebiet des oberen Filstales beispielsweise entfalten sich auf einer Hochwiese im Juli die prächtigen karminroten Blüten der Pyramidenwurz (*Anacamptis pyramidalis*) zu vielen Hunderten, in der Nachbarschaft, bei Wiesensteig, zusammen mit der Einknolle (*Herminium monorchis*) lebend. Ohne Mahd und Abräumen (durch die Bezirksstelle) wären beide Arten samt ihren Begleitern längst im hohen Gras und schließlich im Gehölzschatten untergegangen.

Nach harten, langwierigen Auseinandersetzungen gelang es vor allem in der späten Phase der Rebflurbereinigungen neben Beispielen von Mauerweinbergen ungenutztes Gelände an den Säumen und manchmal „sogar“ innerhalb der Weinberge zu erhalten – auch dieses pflegebedürftig sofern es nicht, lichtliebenden Organismen zum Nachteil, völlig verbuschen soll, worüber auch die Weingärtner wenig erbaut wären. Und daran, dass ja nach einigen Jahrzehnten die Mauern „geflickt“ und eingefallene neu aufgerichtet werden müssen, wagt man kaum zu denken.

Wer führt die Arbeiten durch? Es klang schon an: Der Pflgetrupp der Bezirksstelle, Forstämter (im Rahmen von Amtshilfe), Mitglieder von Naturschutz- und Wandervereinen, Gemeindearbeiter und, nicht zuletzt, Landwirte. In den letzten Jahren hat deren Anteil erfreulicherweise stark zugenommen, häufig im Rahmen von Pflegeverträgen; im Tauberland übernehmen „Maschinenringe“ der Landwirtschaft die umfangreichen Maßnahmen. Politisch wird dem Einsatz von Landwirten⁷ entschieden der Vorrang gewährt. Er hat aber durchaus Grenzen. Es gibt in unserem hochindustrialisierten Gebiet schon heute nicht wenige (ehemalige) Dörfer ohne Landwirte! Sofern die Landwirtschaft nicht mehr recht lebendig ist

⁷ Von den Waldarbeitern sind viele im Haupt- oder Nebenberuf Landwirte.

und nur noch „Relikte“ vorhanden sind, fehlen oft spezielle Geräte, deren Anschaffung sich nicht lohnt. Schwieriges Gelände wird gemieden; der Pfliegertrupp muss es trotz des Einsatzes von Landwirten übernehmen. Auch psychologisch ist es, zumal bei jüngeren Bauern, nicht immer einfach, sie zu solchen Tätigkeiten zu bewegen. „Was ich nicht vom Sattel des Schleppers aus erledigen kann, bleibt liegen“. Oder: „Wir wollen uns doch nicht mehr so schinden wie früher unsere Väter und auf den dünnen Buckeln hantieren, die diese schließlich nicht grundlos aufgegeben haben!“ Mit Landwirten allein lässt sich in beträchtlichen Teilen des Landes die Pflege nicht bewältigen und der Anteil der Vereine, so aufopferungsvoll naturschutzbegeisterte Mitglieder auch „schaffen“, hält sich gemessen an der Gesamtleistung doch in recht engen Grenzen. Der Landkreis Rems-Murr verfügt über einen eigenen Pfliegertrupp, im Landkreis Schwäbisch Hall hat die Pflege mit Erfolg ein Landschaftserhaltungsverband übernommen. Vor kurzem wurde ein weiterer im Main-Tauberkreis gegründet.

Wichtigster Landschaftspfleger von Trockenflächen bleibt der Schäfer. Als günstig erwies es sich, wenn er den Schafen Ziegen zugesellt, die das Gebüsch nachhaltiger „abäsen“ und vor dornigem Gesträuch nicht zurückschrecken. Auch Pferde- und Rinderbeweidung trägt nicht nur zur Offenhaltung der Landschaft bei, sondern kann sogar schutzwürdigen Arten dienen, und wäre es auch nur an den Randsäumen.

Noch provozierender: Das gilt auch für die Koppelhaltung von Schafen, sofern sich deren Zahl in engem Rahmen hält! Wir haben damit in einigen Fällen gute Erfahrungen gemacht. Angesichts der Übermacht des Verwachsungsproblems gilt es, das sei betont, von Idealvorstellungen Abschied zu nehmen!

Akzeptanz der Maßnahmen. Um die Akzeptanz der Maßnahmen zur Erhaltung mehr oder weniger trockener Biotope gilt es ständig zu ringen⁸. Im Hohenlohischen und im Tauberland ist sie bei älteren Einheimischen meistens groß („jetzt sieht unsere Heimat doch wieder aus wie in der Jugend“), cum grano salis dagegen am geringsten bei Orchideenliebhabern. Trotz allen Mühens um Aufklärung bereitet das Unverständnis vieler Naturliebhaber, Privat-Naturschützer und auch hervorragender Kenner bestimmter Organismengruppen sowie nicht selten von Jägern immer wieder viel Zeitaufwand und Ärger.

Nehmen wir als Beispiel wieder den Ipf, den mächtigsten Heideberg am Rand der Alb im nördlichen Württemberg. Um seiner (zeitweilig starken) Verwachsung (s.o.) Herr zu werden, hatten wir den Bopfinger Stadtförster um Hilfe gebeten, die er anfangs gerne gewährte. Aber dann hagelte es so massive Proteste von Vogelschützern, dass er sich für außer Stande erklärte, die Arbeiten fortzusetzen.

Ein paar Jahre danach – die Verwachsung war rasch fortgeschritten und der Aufwand für die Pflege entsprechend gestiegen – ließen wir die Arbeiten wieder aufnehmen. Doch dann kam eines Tages ein großer Eklat. Das angefallene Gehölz wurde verbrannt; am Hang des Berges entstanden Brandplatten. Es wäre überaus mühsam, zeitraubend und kostspielig gewesen, das Reisig den steilen Hang hinabzu-

⁸ Erschwert wird sie in nicht geringem Maße dadurch, dass sich nach Ende der bisherigen Nutzung sehr oft ökologisch wertvolle Übergangsstadien einstellen. Orchideen können sich auf den Heiden ausbreiten; das Insektenleben wird reicher, unter Umständen erscheinen auch mehr Vogelarten. Dass es sich nur um eine Episode handelt, dass sich dieser Zustand allenfalls auf sehr kleinen Flächen dauernd halten lässt, ist vielen nur schwer oder überhaupt nicht begreifbar zu machen.

schleppen⁹. Die Brandplatten erschienen im Fernsehen als „Ärgernis der Woche“ ... Um ein wenig aus dem Nähkästchen zu plaudern: Glücklicherweise sah kein für Naturschutz zuständiger Ministerialbeamter diese Sendung. Wir hätten sonst vermutlich uns sehr viel Zeit raubende, wortreiche, entschuldigende Darlegungen verfassen müssen. Schon in der nächsten Vegetationsperiode waren die Brandplatten „optisch“ verschwunden, nach zwei oder drei Jahren (mit Beweidung) zeigte ihre Vegetation keine nennenswerten Unterschiede mehr zum benachbarten Gelände.

Ein anderes Beispiel! Am Breitenstein bei Bissingen nahe der Teck liegt das rund 80 ha umfassende Naturschutzgebiet Eichhalde, wertvoll u.a. wegen seines Orchideenbestandes. Der Zwist mit Orchideenliebhabern ist damit vorprogrammiert. Kaum ein Jahr verging, ohne dass wir böse Briefe erhielten. Wir sollten die Beweidung verhindern oder wenigstens auf „orchideenfreie“ Zeit beschränken – und waren doch so glücklich, einen Schäfer gefunden zu haben! Achtzig Hektar hängiges, sehr unruhiges, von Einzelbäumen, Baumgruppen und viel Gebüsch durchsetztes Gelände mit stark wüchsiger Vegetation nur durch Säge, Sense, Gabel und Rechen (Abräumen!) zu erhalten, ist eine Illusion, und zu glauben, der Schäfer hätte im Spätsommer Interesse an abgestandenem Gras, ebenso¹⁰. An quelligen Stellen wachsen hier Quellbinse (*Blysmus compressus*) und Fettkraut. Sie sind nicht weniger auf gute Belichtung angewiesen als die auf trockenen Standorten – abgerutschte Weißjuraschollen über Braunjura-Untergrund – in großer Zahl erscheinenden Küchenschellen.

Es ist manchmal schon enttäuschend: Wenn bei meiner Dienststelle Klagen über Vorgänge auf Heiden eingingen, dann wegen Manöverschäden, wegen Reifenspuren, die beim Einsatz von Maschinen zur Pflege entstanden waren¹¹, wegen „orchideen-fressenden“ (oder zertrampelnden) Schafen, wegen Pflanzen, die durch Pflegearbeiten verschwunden sein sollen u.a.m. Aber höchst selten erreicht uns der Hilferuf, die Heide verwachse – und doch sind jene Eingriffe, mögen sie lokal ärgerlich sein, Bagatellen im Vergleich zu „der Übel größtem“, nämlich der Verwachsung.

Wir würden „einfach drauflospflügen“, ohne wissenschaftlichen Hintergrund, so lautet ein gelegentlich zu hörender Vorwurf. Doch zu warten, bis mehr Untersuchungen vorliegen, wäre für viele kostbare Standorte verhängnisvoll gewesen. Im übrigen hat sich die Zahl der Veröffentlichungen über Schutzgebiete, oft angeregt und beraten, manchmal auch finanziell gefördert durch die Bezirksstelle, in den letzten ein bis zwei Jahrzehnten ganz erheblich gesteigert.

⁹ Nicht nur an (dornenlosem) Reisig, auch an dickem Astholz und sogar an Stammholz besteht heute kaum noch Interesse. Ob es an Ort und Stelle verbrannt oder abgeführt und gehäckselt wird, ist für mich keine Grundsatzfrage. Verbrennen von Holz gehört zu den ursprünglichsten Tätigkeiten des Menschen! Gewiß macht es sich gut, wenn es ohne Feuer und Rauch als Häckselgut Verwendung finden kann und es sind dann wenigstens keine Anzeigen wegen Luftverschmutzung zu befürchten. (Auch mit derlei hatten wir uns schon auseinanderzusetzen!) Doch verbrauchen Transport und Betrieb der Maschine Energie und verursachen erhebliche Mehrkosten, die bei der knappen finanziellen Ausstattung des Naturschutzes zu Lasten anderer Pflegemaßnahmen gehen.

¹⁰ Mancherorts läßt sich der Konflikt Schafe-Orchideen durch Einzäunen besonders wertvoller, räumlich begrenzter Fundplätze während der Zeit des Blühens und Fruchtens entschärfen.

¹¹ Die Arbeiten auf Trockenperioden oder Zeiten mit gefrorenem Boden zu beschränken – wie oft gefordert – ist den Naturschützern aus personellen Gründen ebenso wenig möglich wie Forstleuten und Landwirten. Nennenswerte Erosionsschäden sind unter den heutigen Verhältnissen keineswegs zu erwarten; offene Stellen können floristisch wie faunistisch durchaus von Interesse sein.

Offenhaltung der Kulturlandschaft und Erhaltung des Landschaftsbildes seien mit verhältnismäßig geringem Aufwand möglich. Diese in einem Bericht des Ministeriums Ländlicher Raum Baden-Württemberg („Methoden der Landschaftspflege – eine Bilanz der Bracheversuche in Baden-Württemberg“) aus dem Jahre 2000 dargelegte Einschätzung kann ich nicht teilen. Die sehr positiv beurteilte Methode des Mulchens läßt sich an den hier im Vordergrund stehenden, größtenteils stark geneigten Pflegeflächen nur ausnahmsweise praktizieren, in größerem Umfang auch dann nicht, wenn der Artenschutz keine Rolle spielen würde.

Es bleibt die Leitlinie: Wo immer möglich, soll Pflege als Stütze der Nutzung dienen. Läßt sich diese trotz allen Mühens nicht aufrecht halten, so muss sie doch weiterhin Orientierung für die Pflege sein. Dabei können und müssen kostbare Arten besondere Berücksichtigung finden, der allerdings neben finanziellen und personellen Gründen auch die Wahrung des überkommenen kulturlandschaftlichen Charakters Grenzen zieht. Zum einen ist es weit schwerer Pflegepersonal zu finden als Wissenschaftler, zum anderen dürfen die Schutzgebiete keine botanisch-zoologischen Gärten werden.

Die Eutrophierung der Heiden über die Luft sei so groß, daß alle Bemühungen um deren Erhaltung zum Mißerfolg verdammt wären. So verlautet es nicht selten von Wissenschaftlern und sogar Naturschützern. Bei aller Sorge teile ich diese pessimistische Auffassung nicht. Statt zu kapitulieren, müssen Pflege und Beweidung intensiviert werden!

Feuchte Standorte

Die Niederschläge sind in Teilen des nördlichen Württemberg verhältnismäßig niedrig; den geologischen Untergrund bilden oft Kalke (Weißer Jura, Muschelkalk) oder auch Mergel. So überwiegt unter den Schutzgebieten wie bei den Pflegearbeiten mehr oder weniger trockenes Gelände. Das heißt nicht, dass andersartige Standorte vernachlässigt werden würden. Vom Hochsommer bis in den Herbst hinein mäht der Pflegetrupp der Bezirksstelle Streuwiesen und „mooriges“ Gelände, teils alljährlich, teils in zwei- oder mehrjährigem Turnus. Andernfalls „verfilzen“ sie rasch. „Allerweltspflanzen“ verdrängen die schutzwürdigen, und schließlich verbuschen auch diese Standorte, wenngleich oft erst nach längerer Zeit als die trockenen. Hatte bis vor 20 Jahren in wuchsarmeren Zeiten wenigstens der eine oder andere Bauer das Mähgut dann noch abgenommen, wenn er es vors Stalltor geführt bekam, so ist nunmehr jegliches Interesse daran verschwunden. Daher bereitet seine Entsorgung große Schwierigkeiten und verlangt hohen Zeitaufwand. Von perfektionistischen Vorstellungen gilt es auch hier Abstand zu halten! Der Mähtermin kann keine heilige Zahl sein. Er muss den personellen Möglichkeiten und der Witterung Rechnung tragen. Wie betagte Bauern einhellig berichten, haben sie einst die Streuwiesen im Zeitraum zwischen der Heuernte und dem Einzug des Winters gemäht, die Wochen der Getreide- und auch der Öhmdernnte ausgenommen. Wann immer andere, wichtigere Verrichtungen ein wenig Raum ließen oder unmittelbarer Bedarf bestand, waren sie an der Reihe, also durchaus nicht ausschließlich im Spätherbst sondern zum Teil sogar schon im Juli, von Jahr zu Jahr wechselnd. Den Naturschützern geht es nicht anders als einst den Landwirten. Auch sie vermögen nicht in einer möglicherweise optimalen, sehr begrenzten Zeit eine umfangreiche Zahl von Streuwiesen zu „bewältigen“. Anlehnung an die seitherige Nutzung lautet hier wie im trockenen Gelände das „Leitmotiv“. Wo die Erhaltung empfindlicher Pflanzen nicht im Vordergrund steht, dürfte es genügen, den Bestand alle zwei oder drei Jahre abzumähen.

So manches Schutzgebiet belohnt die Pflege mit schönen Geschenken. Ein kleines, nährstoffarmes Hangmoor im Welzheimer Wald war etwa ein halbes Dutzend Jahre hindurch sich selber überlassen geblieben. Es zeigte, jedenfalls ohne gründliche Untersuchung, nur noch Hochstauden und Großseggen. Fast alle niederer wachsenden Pflanzen ließen sich nicht mehr auffinden. Nach drei Jahren Pflege durch die Bezirksstelle kehrten u.a. Rundblättriger Sonnentau, Waldläusekraut und am trockeneren Saum Arnika wieder. Ähnlich reagierten in anderen Gebieten Lungenenzian und Mehlprimel. Beide kämen ebenso wie die Bleichzunge (Weißzunge; *Pseudorchis albida* = *Leucorchis albida*) und möglicherweise auch der Wassernabel (*Hydrocotyle vulgaris*) sowie die Moosbeere (*Oxycoccus palustris* = *Vaccinium oxycoccus*)¹² ohne gezielte Pflege im Regierungsbezirk Stuttgart nicht mehr vor, während viele andere einen beträchtlichen Teil ihrer Standorte verloren hätten: Scheidiges Wollgras (eingeschränkter auch Schmalblättriges Wollgras), Sumpfstendelwurz, Breitblättriges und Fleischfarbendes Knabenkraut, Fettkraut, Arnika, Trollblume, Sumpferzblatt, Sumpfbloodtauge, Kriechende Weide, Zypergrassegge (*Carex bohemica* = *C. cyperoides*) samt einer ganzen Reihe anderer mehr oder weniger niederwüchsiger Seggen usw. Angeschlossen seien hier ein paar Arten trockenerer bodensaurer Standorte wie Borstgras (*Nardus stricta*), Heidenelke (*Dianthus deltoides*), Pechnelke (*Lychnis viscaria*), Quendelblättrige Kreuzblume (*Polygala serpyllifolia*), Behaarter Ginster (*Genista pilosa*) sowie Berg-Sandglöckchen (*Jasione montana*), das allerdings trotz allen Mühe weitgehend verschwunden ist (s.o.). Auch für speziell auf einzelne seltene Arten unterschiedlicher Standortansprüche ausgerichtete Pflege seien noch einige Beispiele hervorgehoben (wobei sich Mehlprimel und Lungenenzian auch hier nennen ließen): Sumpfbärlapp (*Lycopodiella inundata*), Schwarzstieliger Streifenfarn (*Asplenium adiantum-nigrum*), Schachblume (*Fritillaria meleagris*), Wilde Tulpe (*Tulipa sylvestris*), Traubenhyazinthe (*Muscari racemosum*) (beides alte Weinbergpflanzen), Gelber Lein (*Linum flavum*), Ungarische Platterbse (*Lathyrus pannonicus*), Gelber Zahntrost (*Odontites luteus*) und Sprossende Felsennelke (*Petrorhagia prolifera*).

Es würde langweilen, die Pflegearbeiten in ihrer ganzen Mannigfaltigkeit noch weiter ausführlich vorzuführen. Zu nennen wäre z.B. die Wiederherstellung einer großen Zahl verlandeter Hülben, jener meist von Menschenhand angelegten, nicht nur kulturgeschichtlich sondern zum nicht geringen Teil auch als Lebensräume wertvollen Wasserstellen auf der verkarsteten Schwäbischen Alb. Oder Entlandungsarbeiten an größeren Weihern, teils in eigener Regie, teils unter Auflagen zur Schonung von Pflanzenbeständen finanziell gefördert.

Psychologische Sperren galt es hier ebenfalls oft zu überwinden. Jede Entlandung ist nun einmal ein Eingriff; die Dynamik der natürlichen Entwicklung wird wie bei den Heiden verkannt und auch die Notwendigkeit, die althergebrachte Weiherwirtschaft zu erhalten und zu fördern, begreift man nur schwer. Dies führte sogar zu einem Disziplinarstrafantrag gegen die Bezirksstelle und, folgeschwerer, zum zumindest vorläufigen Verzicht auf die dringend notwendige Entschlammung eines der größten und wertvollsten Weiher im Virngrund bei Ellwangen.

¹² Im Naturschutzgebiet Kupfermoor am Fuß der Waldenburger Berge bei Schwäbisch Hall hatte sich die Moosbeere lange „von selbst“ gehalten. Dann kamen unvermutet rasch wachsende Schwarzerlen auf, die alle paar Jahre abgesägt werden müssen.

„Mut zur Wildnis“, so lautet seit einigen Jahren ein viel zu hörendes Schlagwort. „Laßt doch die Natur walten“. Muss das nicht gut klingen in den Ohren von Naturschützern? Aber es mischen sich Sirenenklänge dazwischen, Wohllaute in den Ohren derer, die das Geld für Pflegearbeiten bewilligen! Kann man sich also die Ausgaben sparen?

Natürliche Verwachsung ist kein Ereignis der neuesten Zeit. In den Muschelkalktälern Hohenlohes steht an vielen Stellen hoher, recht urwüchsig anmutender Wald an Steinriegelhängen, deren frühere, intensive Nutzung schon lange ruht. Seitdem bleiben sie weitgehend sich selber überlassen. Im unteren Remstal wächst Hochwald auf alten Weinbergterrassen mit teilweise noch recht gut erhaltenen Mauern. Es sei aber wiederholt: Der Rückzug der Landwirtschaft aus schwer zu bewirtschaftenden und wenig ergiebigen Lagen setzt sich mit rasch wachsender Geschwindigkeit fort. Sehr große Teile der Hänge werden nicht mehr genutzt und befinden sich in Sukzession¹³. Sie greift mehr und mehr auch auf Talauen über. Kein Naturschützer ist so unrealistisch zu glauben, diese geradezu stürmische Entwicklung ließe sich durch Pflege grundsätzlich aufhalten oder hielte dies auch nur für erstrebenswert. Aber wer die Mannigfaltigkeit unserer Kulturlandschaften mit ihrem Reichtum an Pflanzen- und Tierarten bewahren will, muss sich für die Fortführung und Ausweitung landschaftspflegerischer Arbeiten einsetzen.

Der Verfasser war 35 Jahre beruflich im Naturschutz tätig, davon 25 an leitender Stelle. Er hat sich mit Bauvorhaben aller Art, vom Hochhaus bis zur Geschirrhütte, beschäftigt, mit Flächennutzungs- und Bebauungsplänen, mit Vorhaben des Wasser- und Straßenbaus, mit Feld- und Reblurbereinigungen, mit elektrischen Leitungen und Steinbrüchen, mit der „Ausweisung“ von Natur- und Landschaftsschutzgebieten sowie Naturdenkmälern, mit speziellen Fragen des Artenschutzes usw. In der Rückschau hält er trotz Problemen und Enttäuschungen keine seiner vielfältigen Tätigkeiten für so erfolgreich und wertvoll wie sein Bemühen um die Landschaftspflege.

(Am 15. Januar 2001 bei der Schriftleitung eingegangen.)

¹³ Bei der heutigen wirtschaftlichen Lage ist die Wahrscheinlichkeit einer Wiederaufnahme der Nutzung in denkbarer Zeit äußerst gering, größer allerdings die Gefahr von Aufforstungen und Einbringen von Nadelholz, zumal bei der Verlockung durch Zuschüsse. Daher sollten solche Sukzessionsflächen rechtliche Absicherung erhalten.



Abb. 1: Der Ipf (Naturschutzgebiet) bei Bopfingen. Mächtigster Heideberg am Rand der östlichen Schwäbischen Alb. (Die Nadelholzaufforstung im unteren Teil des Nordhanges stammt aus dem späten 19. Jahrhundert. Die Fichten sollen allmählich durch Laubbäume ersetzt werden.)
(Foto: Bildarchiv der Bezirksstelle für Naturschutz Stuttgart)



Abb. 2: Der Wacholderberg bei Westgartshausen/ Crailsheim (Naturschutzgebiet).
(Foto: W. Voss)



Abb. 3: Ein „Dschungelwolf“ drängt den vorwachsenden Waldrand am Saum einer Heide zurück.
(Foto: H. MATTERN)



Abb. 4: Heidelandschaft im Speltachtal mit Eichengruppen und mächtigen Einzelichen im Südwesten von Crailsheim (Keuperhügelland). (Foto: W. Voss)



Abb. 5: Mit Obstbäumen bestandener alter Schaftrieb bei Möckmühl (auf der Hochfläche oberhalb des Jagsttales; Naturdenkmal). Seit einigen Jahren nicht mehr „benützt“. Üppig wuchernde Gras- und Krautvegetation unterdrückt schwächer wüchsige typische Arten der Magerrasen. (Foto: W. Voss)



Abb. 6: Im Hergstbachtal (Seitenttal der unteren Jagst, Muschelkalk; Landschaftsschutzgebiet). Auf den ersten Blick wird man diese Landschaft als reizvoll und ökologisch „gesund“ ansprechen. Doch die baldige völlige Verwachsung kündigt sich überdeutlich an. (Foto: W. Voss)



Abb. 7: Später der Streugewinnung dienende ehemalige Waldweide auf den Waldenburger Bergen (Naturschutzgebiet Michelbacher Viehweide). Mahd muß die einstige Nutzung ersetzen. (Foto: W. Voss)



Abb. 8: Streuwiese beim Neuweiher im Virngrund östlich von Ellwangen (Naturdenkmal; wird von der Forstverwaltung gemäht). (Foto: W. Voss)



Abb. 9: Die 1973 durch die Bezirksstelle (A. NOTHDURFT) wiederhergestellte Kolmannshölbe war zuvor fast völlig verlandet. (Auf der Rauhen Wiese bei Bartholomä; östl. Schwäbische Alb; Naturdenkmal.)



Abb. 10: Der Untere Straßenweiher bei Ellenberg (Landschaftsschutzgebiet). Wertvolle, reiche Verlandungsvegetation. Es läßt sich aber absehen, dass sie in nicht allzu ferner Zukunft den Weiher so weit erobert haben wird, dass Entlandungsmaßnahmen unvermeidlich werden. (Foto: W. Voss)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	4	843 – 851	2001	Freiburg im Breisgau 12. Juli 2001
--	---------	---	-----------	------	---------------------------------------

Vergleichende morphologisch-anatomische Untersuchungen zur Sukkulenz bei ausgewählten Kakteenkeimlingen

von
OLGA SPECK, Freiburg i. Br. *

Zusammenfassung: Die Verbindung der morphologisch-anatomisch verschiedenartigen primären Leitsysteme von Wurzel und Sproß ist bei Angiospermen sowohl aus ontogenetischer als auch aus phylogenetischer Sicht von besonderem Interesse. Als mögliche Erklärung für die Sukkulenz im Keimlingsstadium von Kakteen und die fortschreitende Kotyledonarreduktion kann der Begriffskomplex ontogenetische Abbreviation bzw. Neotenie diskutiert werden.

Summary: The connection of the primary vascular tissues between root and shoot, which are morphologically and anatomically different, is of special interest not only from the phylogenetic but also from the ontogenetic point of view. Ontogenetic abbreviation or neotenie may be a possible explanation for the existence of succulence in seedlings of cactaceae and the progressive reduction of cotyledons.

1. Einleitung

Bereits GOETHE beobachtete auf seiner Italienreise am Ende des 18. Jahrhunderts die Keimung von Opuntien und stellte mit Erstaunen fest, daß diese zwei normale, wenn auch etwas fleischig verdickte Kotyledonen besitzen und schrieb hierzu: „Der Cactus ist würcklich Dicotyledon, wie man aus vorstehender Zeichnung sieht. Gleich nach den Cotyledonen entwickelt sich ein ovaler Körper, der die künftige Gestalt der Pflanzen Theile schon zeigt.“ (nach RAUH 1979) (vgl. Abb. 1).

Die Bedeutung der Abwandlungen der Ontogenese für die Phylogenie spielte in der Botanik erst seit ARMEN TAKHTAJAN (1959) eine wichtige Rolle. Die klassischen Untersuchungen wurden u.a. von ERNST HAECKEL (1868) fast ausschließlich an zoologischen Objekten durchgeführt. In der Zoologie wurde der Begriff der Neotenie ursprünglich für das Persistieren von Juvenilmerkmalen im geschlechtsreifen Zustand bei Urodelen verwendet. Dieser zoologische Begriff „Neotenie“ kann nicht ohne Einschränkungen auf das Pflanzenreich übertragen werden. Die höheren Pflanzen haben – im Gegensatz zu Tieren – eine „offene“ Gestalt, d.h. die Ontogenie dauert bis zum Tode des Organismus an, indem die äußere Gestalt durch Anfügung immer neuer Organe ständig verändert wird (vgl. IHLENFELDT 1971). Auf Grund der Unterschiede im Ontogenieverlauf von Tier und Pflanze nennt man eine Ontogenie, die verglichen mit dem normalen Ablauf der Ontogenie im Laufe der Phylogenie eine Verkürzung erfahren hat, im Pflanzenreich nicht Neotenie, sondern ontogenetische Abbreviation (VOGELLEHNER 1982).

* Anschrift der Verfasserin: O. SPECK, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Institut für Biologie III, Schänzlestr. 1, D-79104 Freiburg

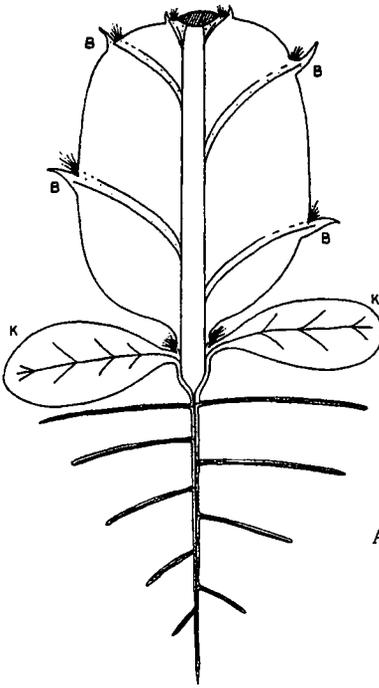


Abb. 1: Schema einer jungen Pflanze der Gattung *Opuntia*, (B: Reduzierte Laubblätter, K: Keimblätter) nach TROLL 1973, vgl. VOGELLEHNER 1982).

2. Vergleichend morphologisch-anatomische Grundlagen der Sukkulenz bei Kakteenkeimlingen

2.1 Vorbemerkungen

Bei Kakteenkeimlingen fällt vor allem ihre Sukkulenz auf, die mehr oder weniger stark ausgebildet sein kann. Dabei kann aus morphologischer Sicht zunächst zwischen Sukkulenz der Kotyledonen und/oder Sukkulenz des Hypokotyls unterschieden werden. Am Beispiel verschiedener Arten der Unterfamilie Cereoideae (Abb. 2) und Opuntioideae (Abb. 3) werden Reihen aufgestellt, innerhalb derer es zu einer morphologisch sichtbaren Zunahme der Sukkulenz der einzelnen Organe kommt. Ausgehend von diesen morphologischen Daten, stellt sich die Frage nach dem inneren Aufbau dieser Kakteenkeimlinge, d.h. der anatomischen Grundlage der unterschiedlich ausgeprägten Sukkulenz. Das Leitgewebe in Wurzel und Sproß zeigt im Längs- und Querschnitt eine deutlich unterschiedliche anatomische Anordnung. Das Hypokotyl ist eine Übergangszone, in der die räumliche Angleichung dieser Leitgewebe stattfindet.

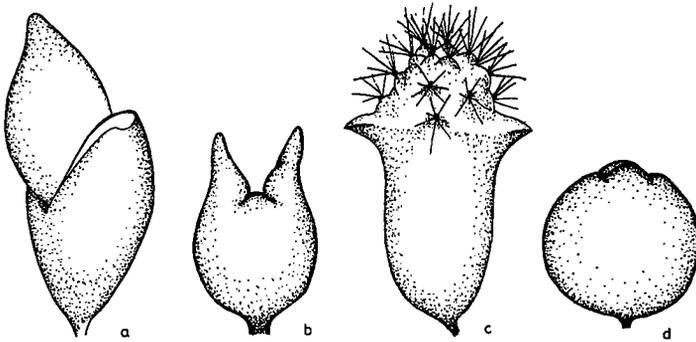


Abb. 2: Keimlinge verschiedener Cactaceae aus der Unterfamilie Cereoideae. a) *Stenocereus thurberi* (Engelm.) Buxb., b) *Neoporteria paucicostata* (Ritt.) Don. & Rowl., c) *Eriocereus martinii* (Lab.) Ricc. mit jungem Epikotyl, d) *Lophophora williamsii* (Lem.) J.M.Coult. (aus VOGELLEHNER 1982).

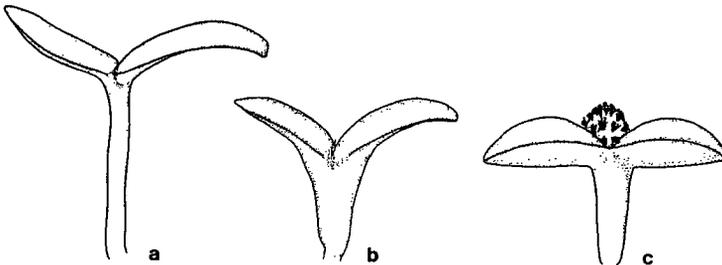


Abb. 3: Keimlinge verschiedener Arten der Gattung *Opuntia* (Unterfamilie Opuntioideae, Familie Cactaceae). a) *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., b) *Opuntia orbiculata* SD. ex Pfeiff., c) *Opuntia rufida* Engelm. mit jungem Epikotyl (aus VOGELLEHNER 1982).

2.2 Material und Methode

Für die anatomischen Untersuchungen wurden Kakteenarten ausgewählt, die sich in den morphologischen Voruntersuchungen als typische Vertreter der oben erwähnten Sukkulenztypen (s. Abb. 2 und 3) erwiesen hatten. Von jeder untersuchten Art (siehe Tabelle 1) wurden Längs- und Querschnitte von Individuen in einem ontogenetisch frühen Stadium und einem älteren Stadium (mit Epikotyl) hergestellt. Untersucht wurden die Anordnung der Leitbündel und die Ausbildung der Sukkulenz im Hypokotyl und in den Koryledonen.

2.3 Ergebnisse

Leitbündelverlauf im Hypokotyl

Neben Unterscheidungsmerkmalen im äußeren Aufbau, wie z.B. kleine oder große Kotyledonen bzw. kugeliges oder längliches Hypokotyl, zeigten sich besonders in den medianen Längsschnitten anatomische Unterschiede in Hinsicht auf die Anordnung der Leitbündel. Aufgrund dieser anatomischen Unterschiede des Leitbündelverlaufs kann man, ungeachtet der Morphologie, eine Einteilung in drei Großgruppen vornehmen (SPECK 1985):

1. Keimlinge, deren Leitbündel so eng aneinander liegen, daß sich kein parenchymatisches Gewebe zwischen ihnen befindet. Diese Form bildet kein Markgewebe zwischen den Leitbündeln aus. Die Zellen des Rindenparenchyms zeigen eine graduelle Veränderung der Sukkulenz entlang der Längsachse. (s. Abb. 4 – Typ 1).
2. Keimlinge, deren Leitbündel im medianen Längsschnitt ein Markparenchym einschließt. Das Mark kann entweder nur im apikalen Bereich des Keimlings ausgebildet sein (Abb. 5 – Typ 2) oder mehr oder weniger deutlich entlang der gesamten Längsachse des Keimlings vorhanden sein. In longitudinaler Richtung findet man eine graduelle Veränderung der Sukkulenz der Rindenzellen (s. Abb. 6 – Typ 3 und Abb. 7 – Typ 4).
3. Opuntienkeimlinge zeigen im Querschnitt einen deutlich vom Rindenparenchym abgesetzten Zentralzylinder (s. Abb. 8 – Opuntia-Typ).

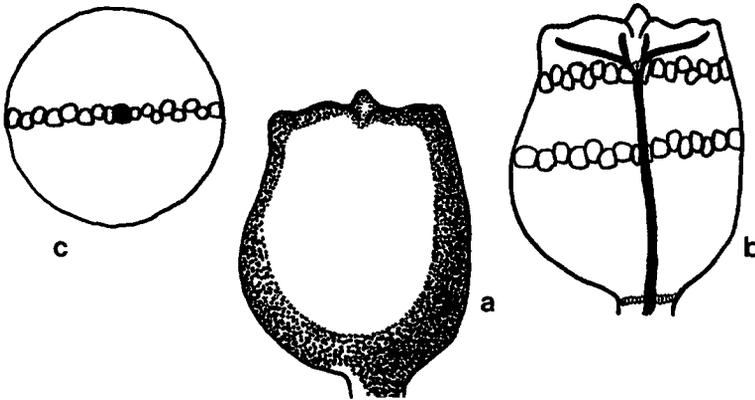


Abb. 4: Schema von Kakteenkeimlingen, die kein Markgewebe zwischen den Leitbündeln ausbilden und eine graduelle Veränderung der Sukkulenz der Rindenzellen in longitudinaler Richtung zeigen (Typ 1). a) Habitus, b) medianer Längsschnitt, c) Querschnitt an der breitesten Stelle des Hypokotyls (aus SPECK 1985).

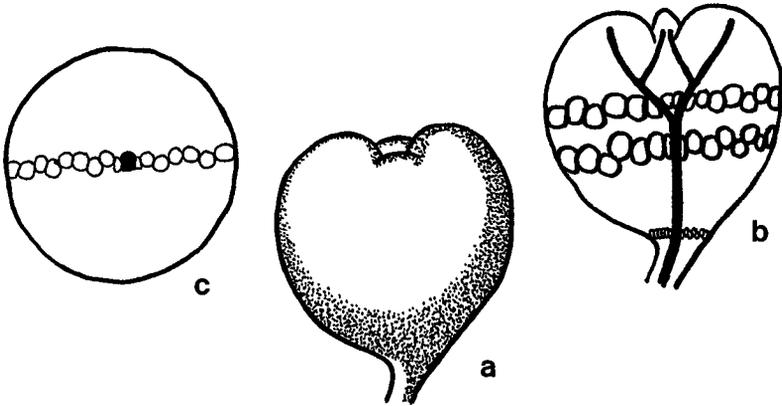


Abb. 5: Schema von Kakteenkeimlingen mit nur im apikalen Bereich ausgebildetem Markgewebe. Die Rindenzellen zeigen in longitudinaler Richtung eine graduelle Veränderung der Sukkulenz (Typ 2). a) Habitus, b) medianer Längsschnitt, c) Querschnitt an der breitesten Stelle des Hypokotyls (aus SPECK 1985).

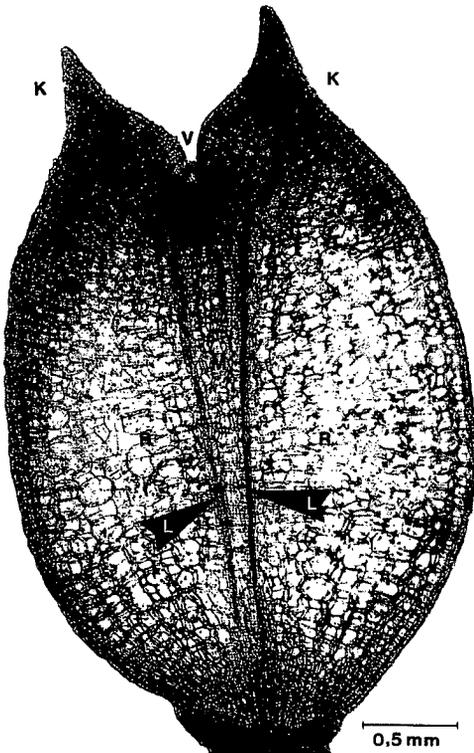


Abb. 6: *Ferocactus latispinus* (Haw.) Br. & R. – Im medianen Längsschnitt ist deutlich das Markgewebe zwischen den Leitbündeln zu erkennen, das vom basalen bis zum apikalen Bereich ausgebildet ist. Die Rindenzellen zeigen in longitudinaler Richtung eine graduelle Veränderung der Sukkulenz (Typ 3). K Koryledonen, L Leitbündel, M Mark, R Rinde, V Vegetationspunkt (aus SPECK 1985).

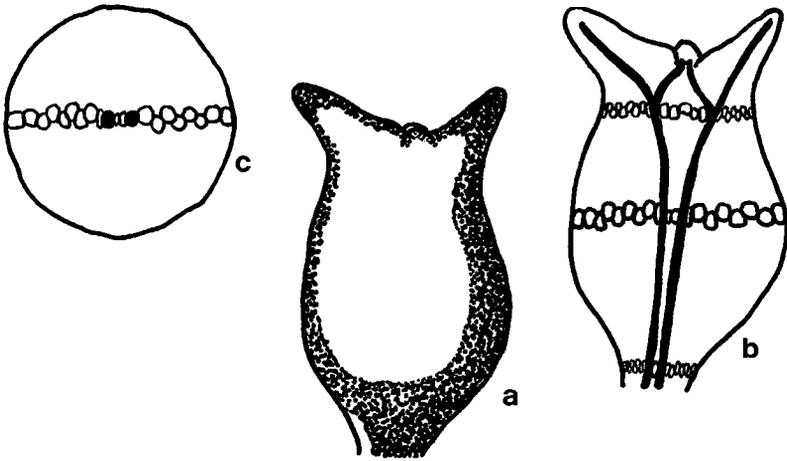


Abb. 7: Schema von Kakteenkeimlingen mit im basalen Bereich kaum ausgebildetem Markgewebe, das bis zum apikalen Bereich des Hypokotyls ausgeprägt ist. Die Rindenzellen zeigen in longitudinaler Richtung eine graduelle Veränderung der Sukkulenz (Typ 4). a) Habitus, b) medianer Längsschnitt, c) Querschnitt an der breitesten Stelle des Hypokotyls (aus SPECK 1985).

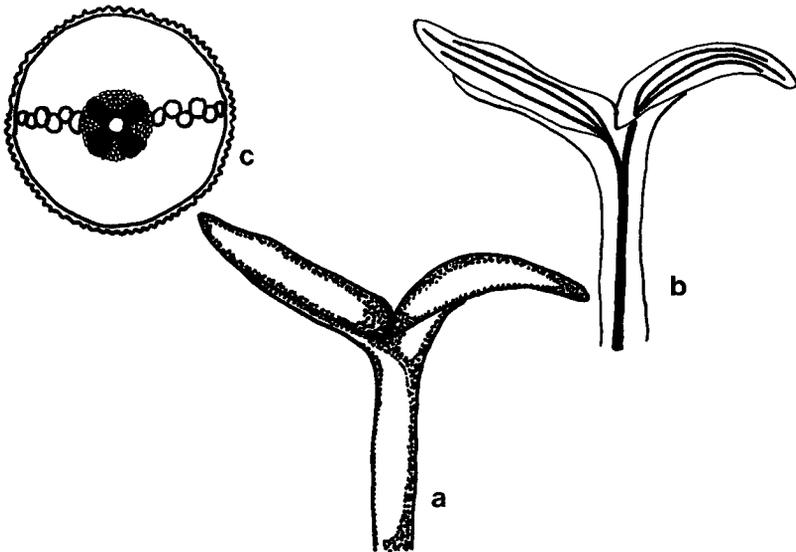


Abb. 8: Schema des Opuntia-Typs. a) Habitus, b) medianer Längsschnitt, c) Querschnitt an der breitesten Stelle des Hypokotyls. Der zentrale Leitbündelstrang besitzt auch im Hypokotyl Wurzelcharakter. Die Rindenzellen übernehmen Wasserspeicherfunktion (aus SPECK 1985).

Tab. 1: Morphotypus und Leitbündelverlauf der untersuchten Kakteenkeimlinge
(Taxonomie nach ZANDER 2000, Index Kewensis 1993 und BACKEBERG 1979).

Art	Form		Leitbündelverlauf				
	Rund, Koty- le- donen redu- ziert	Läng- lich, Koty- ledo- nen vor- handen	Kein Mark	Mark			
			Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Opun- tia-Typ
<i>Astrophytum asterias</i> (Zucc.) Lem.	X				X		
<i>Astrophytum myriostigma</i> Lem.	X				X		
<i>Cylindropuntia densiaculeata</i> Backbg.		X				X	
<i>Echinocereus reichenbachii</i> (Walp.)Haage	X		X				
<i>Echinocereus reichenbachii</i> (Walp.)Haage var. <i>baileyi</i> (Rose) N.P. Taylor	X		X				
<i>Echinocereus pectinatus</i> (Scheidw.) Engelm. var. <i>dasyacanthus</i> (Engelm.) N.P. Taylor	X		X				
<i>Echinocereus salm-dyckianus</i> Scheer		X	X				
<i>Echinopsis eyriesii</i> (Turp.) Zucc. (T.) var. <i>grandiflora</i> R. Mey. non Lke.	X				X		
<i>Eriocereus martinii</i> (Lab.) Ricc.		X			X		
<i>Ferocactus gracilis</i> H.E. Gates		X			X		
<i>Ferocactus latispinus</i> (Haw.) Br. & R.	X				X		
<i>Ferocactus echidne</i> (DC.) Br. & R.		X			X		
<i>Frailea castanea</i> Backbg.	X				X		
<i>Frailea uhligiana</i> Backbg.	X					X	
<i>Frailea ybatense</i> Buin. & Moser	X				X		
<i>Lobivia backebergii</i> (Werd.) Backbg.		X				X	
<i>Lobivia kuehnrichii</i> Fric.		X			X		
<i>Lobivia pentlandii</i> (Hook.) Br. & R.		X			X		
<i>Lobivia schieliana</i> Backbg.		X			X		
<i>Lophophora williamsii</i> (Lem. ex SD.) J.M. Coult.	X				X		
<i>Mamillaria kunzeana</i> Bod. & Quehl	X			X			
<i>Mamillaria longicoma</i> (Br. & R.) Berg.	X			X			
<i>Mamillaria martinii</i> Backbg.	X		X				
<i>Mamillaria pringlei</i> (Coult.) Brand.	X			X			
<i>Neoporteria crispa</i> (Ritt.) Don. & Rowl.		X				X	
<i>Pachycereus pringlei</i> (S. Wats.) Br. & R.		X			X		
<i>Rebutia senilis</i> Backbg. var. <i>kesselringiana</i> Bewg.	X			X			
<i>Rebutia senilis</i> Backbg. var. <i>sieperdaiana</i> (Buin.) Backbg.	X		X				
<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.							X
<i>Opuntia orbiculata</i> SD. ex Pfeiff.							X
<i>Opuntia rufida</i> Engelm.							X

Ausbildung der Sukkulenz im Hypokotyl und in den Kotyledonen

Für die Eroberung extrem trockener Standorte ist bereits bei den Keimlingen von Kakteen der Unterfamilie Cereoideae eine Optimierung des Oberflächen-Volumen-Verhältnisses bzw. die Ausbildung eines kugeligen Morphotypus und die Ausbildung von Sukkulenz verwirklicht (Typ 1 – 4):

1. Die Auszählung der Zellzahlen sowohl in Längs- als auch in Querschnitten ergab, daß die „Kugelform“ allein durch die unterschiedliche Sukkulenz der Rindenzellen bei gleicher Zellzahl im wurzelnahen, vegetationspunktnahen und mittleren Bereich des Hypokotyls gebildet wird. Im mittleren Hypokotylbereich findet man eine maximale Sukkulenz der Rindenzellen jedoch keine vermehrte Anzahl von Zellen (Abb. 4 – 7). Deutlich sichtbar wird vor allem beim Typ 1 (Abb. 4), daß die äußere Form des Hypokotyls nur durch die Zellen der Rinde bestimmt wird, während die Zellen des Markparenchyms nicht an der Sukkulenzausbildung beteiligt sind.
2. Im Laufe der Ontogenie wird bei verschiedenen Arten eine Reduktion der Keimblätter beobachtet. Durch die Verschmelzung des Hypokotyls mit den Kotyledonen entsteht eine „Kugelform“ (Abb. 9) (SPECK 1985).

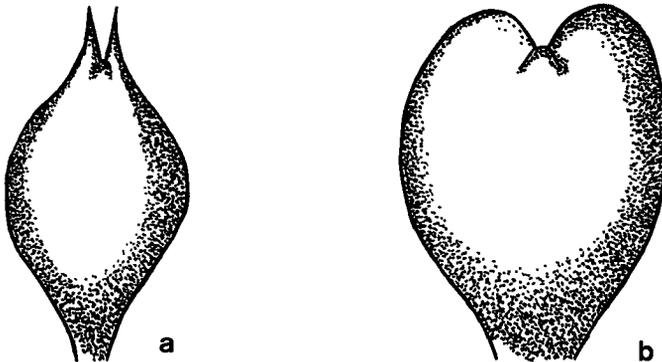


Abb. 9: Zwei unterschiedlich alte Ontogeniestadien von *Astrophytum asterias* (Zucc.) Lem. a) Der jüngere Keimling zeigt nach Entfernung der Samenschale noch deutlich abgrenzbare Kotyledonen. b) Beim älteren Keimling sind die Keimblätter mit dem Hypokotyl zu einer Kugelform verschmolzen (aus SPECK 1985).

Bei den Kakteenkeimlingen der Unterfamilie Opuntioideae finden sich ebenfalls Anpassungen an extrem trockene Standorte (Opuntia-Typ):

1. Die sukkulenten Rindenparenchymzellen sind schon beim Keimling als Wasserspeichergewebe ausgebildet (Abb. 8).
2. Bei Keimlingen verschiedener *Opuntia*-Arten (Abb. 3) läßt sich eine zunehmende Reduktion und Sukkulenz der Keimblätter sowie ein verkürztes und verdicktes Hypokotyl nachweisen. Bei *Opuntia rufida* (Abb. 3c) führt dies zu einer deutlichen Oberflächenverkleinerung (vgl. VOGELLEHNER 1982).

3. Diskussion

Das auffallendste Merkmal der Kakteenkeimlinge ist ihre Sukkulenz. Im Zusammenhang mit der Besiedlung extrem trockener Standorte, scheint ein hoher Selektionsdruck auf der Ausbildung von Sukkulenz bereits im Keimlingsstadium und einer Optimierung des Oberflächen-Volumen-Verhältnisses bis hin zur Kugelform zu liegen. Bei der Vorverlegung der Sukkulenz in die Keimlingsphase und der fortschreitenden Kotyledonarreduktion scheint es sich um eine Abbreviationsentwicklung zu handeln, wobei der Prozeß der Sukkulenzausbildung in seinem Ablauf beschleunigt wurde (VOGELLEHNER 1982).

Der mehr oder weniger kugelförmige Morphotypus von Kakteenkeimlingen aus der Unterklasse Cereoideae entsteht einerseits durch die starke Kotyledonarreduktion und andererseits durch eine graduelle Veränderung der Sukkulenz der Rindenzellen des Hypokotyls in longitudinaler Richtung. Unabhängig vom Morphotypus zeigt der Leitbündelverlauf im Hypokotyl bei verschiedenen Arten deutliche Unterschiede. Bei einigen Arten war im medianen Längsschnitt des Hypokotyls in unterschiedlicher Ausprägung ein Markparenchym zwischen den beiden Leitbündelsträngen vorhanden (Typ 2, 3, 4). Bei anderen Arten vereinen sich die Leitbündelstränge zu einem zentralen Strang ohne dazwischenliegendem Markparenchym und zweigen sich erst apikal in Richtung der Keimblätter auf (Typ 1). Auch in der Unterfamilie Opuntioideae erfaßt die Sukkulenz in zunehmendem Maß die Keimlinge. Die Kotyledonen werden kürzer und zunehmend sukkulenter und es bildet sich ein verkürztes und verdicktes Hypokotyl (VOGELLEHNER 1982). Der Leitbündelverlauf beim Opuntia-Typ behält auch im Hypokotyl weitgehenden Wurzelcharakter.

Danksagung: Ich danke Prof. D. Vogellehner, der mir bei der Bearbeitung dieses Themas mit vielen anregenden Diskussionen Einblick in die Ontogenieforschung gegeben hat. Ohne seine wissenschaftliche Beratung wäre diese Arbeit über Abbreviationen bei Kakteen nicht in dieser Form möglich gewesen. Er hat mich in meinem wissenschaftlichen Arbeiten geprägt. Herrn Dr. A. Ritterbusch danke ich für die Unterstützung bei der Herstellung der Mikrotomschnitte.

Literatur

- BACKEBERG, C. (1979): Das Kakteenlexikon. – 5. Aufl., Stuttgart (Fischer).
HAECKEL, E. (1868): Natürliche Schöpfungsgeschichte. – Berlin (Reimer).
IHLENFELDT, H.D. (1971): Über ontogenetische Abbreviationen und Zeitkorrelationsänderungen und ihre Bedeutung für Morphologie und Systematik. – Ber. dtsh. bot. Ges. 84, 91–107, Berlin-Steglitz.
Index Kewensis (1993): Elektronische Form.
RAUH, W. (1979): Kakteen an ihren Standorten. – 1. Aufl., Berlin–Hamburg (P. Parey).
TAKHTAJAN, A. (1953): Evolution und Ausbreitung der Blütenpflanzen. – Stuttgart (G. Fischer).
SPECK, O. (1985): Vergleichend-anatomische Untersuchungen zur Sukkulenz bei Kakteenkeimlingen. – Staatsexamensarbeit, Fakultät für Biologie, Univ. Freiburg (unveröffentl.).
TROLL, W. & HÖHN, K. (1973): Allgemeine Botanik. – 4. Aufl., Stuttgart (G. Fischer).
VOGELLEHNER, D. (1982): Beispiele für Rekapitulationsentwicklung und Abbreviationsentwicklung der Höheren Pflanzen. – Verh. Naturwiss. Ver. Hamburg N.F. 25, 51–69, Hamburg.
ZANDER (2000): Handwörterbuch der Pflanzennamen. – ERHARDT, W., GÖTZ, E., BÖDECKER, N. & SEYBOLD, S. (eds.). 16. Aufl., Stuttgart (E. Ulmer).

(Am 18. Juni 2001 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	4	853 – 873	2001	Freiburg im Breisgau 12. Juli 2001
--	---------	---	-----------	------	---------------------------------------

Die Kreide/Tertiär Wende – neue Erkenntnisse zur Ursache von Florenveränderungen

von

David K. Ferguson, Wien*

Summary: The proposal that a bolide impacted the Earth at the Cretaceous/Tertiary (K/T) boundary has seriously undermined the concept of uniformitarianism and radically altered our perception of evolution and extinction in the organic world. In the present article the bolide scenario is presented and a number of arguments, which have been mustered in its support, expounded. This evidence is then subjected to a critical appraisal. Some of the testimony for a world-wide catastrophe is found to be either poorly founded or open to alternative explanations. As the palaeobotanical record is often cited in support of the bolide scenario, the changes in the terrestrial vegetation across the K/T boundary in various parts of the world are scrutinized. It is shown that, with the exception of the western United States, the changes which occurred were by no means catastrophic and more consistent with a climatic explanation. Even in North America many Cretaceous plants persisted into the Tertiary. The fact that the continent was soon recolonized by vegetation argues against a world-wide catastrophe.

Einleitung

Wenn man den größten Teil der Literatur über die Kreide/Tertiär (K/T) Wende der letzten Jahre liest, kann man den Eindruck bekommen, dass die Entwicklung, welche die Angiospermen im Laufe der Kreide durchgemacht haben, umsonst war. Nach Meinung vieler Wissenschaftler wurde die Erde vor ca. 65 Millionen Jahren von einem großen Boliden (Asteroid bzw. Komet) von 10 ± 4 km Durchmesser getroffen. Glaubt man diesem Szenario, so hat die bei dem Einschlag entstandene riesige Partikelwolke zusammen mit der Asche der weltweiten Brände (VENKATESAN & DAHL 1989), die durch die Hitze niederfallender Gesteinsschmelze ausgelöst worden waren, die Erde für einige Monate verdunkelt (POPE et al. 1994, ALVAREZ 1997). Als Folge der Dunkelheit fand ein Temperatursturz und ein starkes Absinken der Photosyntheseleistung statt; es herrschte ein Szenario, wie es auch für einen Nuklearwinter angenommen wird. Ohne Pflanzen jedoch gab es keine Überlebenschancen für Herbivoren, und auch die Karnivoren wären, nach einer Übergangsperiode als Aasfresser, verhungert (ALVAREZ 1997).

* Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. D. K. FERGUSON, Institut für Paläontologie/Geozentrum, Universität Wien, Althanstr. 14, A-1090 Wien

Lediglich Detritusfresser (z.B. Insekten, Schnecken oder Würmer) und Insektivoren (z.B. Säugetiere) konnten unter diesen Umständen überleben. Danach ist die Temperatur – als Folge der hohen Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre, hervorgerufen durch Sublimation der Kalksteine im Krater, Brände und mikrobiellen Abbau der toten Organismen – wieder angestiegen. Dieser Treibhauseffekt dauerte wahrscheinlich 1.000 bis 100.000 Jahre (HOLLANDER et al. 1993, ALVAREZ 1997).

Der Beweis für einen Boliden

In Gubbio, N-Italien, sind Kreide- und Tertiärschichten durch einen 1 cm dicken Grenzton getrennt. Da die Faunen auf beiden Seiten dieser Grenzschicht sehr unterschiedlich sind, war der erste Gedanke, dass dieser Grenzton eine kondensierte Sedimentation repräsentiert. Aber, wie lange hat seine Ablagerung gedauert? Um diese Frage zu beantworten, wollten LUIS ALVAREZ, sein Sohn und einige Kollegen eine „außerirdische Uhr“ in der Form von Iridium verwenden. Iridium ist ein Element der Platin-Gruppe, das z.B. im kosmischen Staub vorkommt. Dadurch, dass sie die in der Grenzschicht gemessene Menge an Iridium durch die Iridiumkonzentration im kosmischen Staub dividierten, wollten sie die absolute Sedimentationsdauer berechnen. Sie fanden aber eine Ir-Anreicherung, die 30 mal höher war als der Nulleffekt. Das bedeutete, dass die Ablagerung des Grenztones fast 0,5 Millionen Jahre benötigte hätte (ALVAREZ et al. 1990). Da die Ablagerung der 5-6 m mächtigen Kalksteinschicht, die in dieser Zone gefunden wird, ebenso lange brauchte (OFFICER 1992), war die Möglichkeit einer Bildung der Grenzschicht durch „normale Ablagerungsprozesse“ ausgeschlossen. Eine Erklärung dieser Befunde schien der Einschlag von einem oder mehreren Boliden, d.h. Meteoriten bzw. Kometen, zu sein. Aber wenn ein solcher Einschlag wirklich stattgefunden hat, müssten die Folgen auch in anderen Teilen der Erde nachweisbar sein. Dies bestätigte sich, da Proben des Grenztones aus Neuseeland und Dänemark auch einen Ir-Peak an der K/T Grenze von 20 bzw. 160 mal dem Nulleffekt zeigen (ALVAREZ et al. 1980). Seitdem hat man Ir-Anreicherungen um das 30 bis 300fache (ALVAREZ et al. 1990) in mehr als 100 terrestrischen und marinen Lokalitäten von der Seymour-Insel (62°S) bis zur Police-Insel, N.W.T., Kanada (ca. 65° N) entdeckt, was die Boliden-Hypothese zu bestätigen scheint.

Das Vorkommen einer – auf der Erde zwar seltenen aber von Steinmeteoriten bekannten – Aminosäure in den Sedimenten direkt an der K/T Grenze, spricht auch für einen außerirdischen Ursprung. Da Aminosäuren in Kometen fehlen, und das Vorhandensein von Iridium fraglich ist (OFFICER & PAGE 1996), macht dieser Befund eher den Einschlag eines Asteroiden bzw. Meteoriten wahrscheinlich.

Der 10 km große Asteroid, der vermutlich auf der Erde mit einer Geschwindigkeit von 20-30 km/s einschlug, löste eine riesige Schockwelle aus, was ein Erdbeben von vermutlich 10,1-12,4 auf der Richterskala zur Folge hatte. Nach der Druckentlastung wurde sehr viel Wärme freigesetzt. Da Gesteine nur schlechte Wärmeleiter sind, hat sich diese Hitze in der Umgebung des Einschlagkreises konzentriert. Bei Temperaturen von bis zu 10.000°C wurden sowohl der Asteroid als auch das Umgebungsgestein aufgeschmolzen und z. T. sublimiert. Kleine geschmolzene Glaskügelchen, sogenannte Mikrotektite (0,01-1 mm) bzw. Tektite (1-10 mm) (BOHOR 1990, LEROUX et al. 1995), wurden aus dem Krater hinausgeschleudert. Durch Hydrolyse ist das Glas der Mikrotektite im Laufe der Zeit größtenteils zu Tonmineralien (Goyazit, Palagonit, Smektit etc.) umgewandelt worden. Manchmal

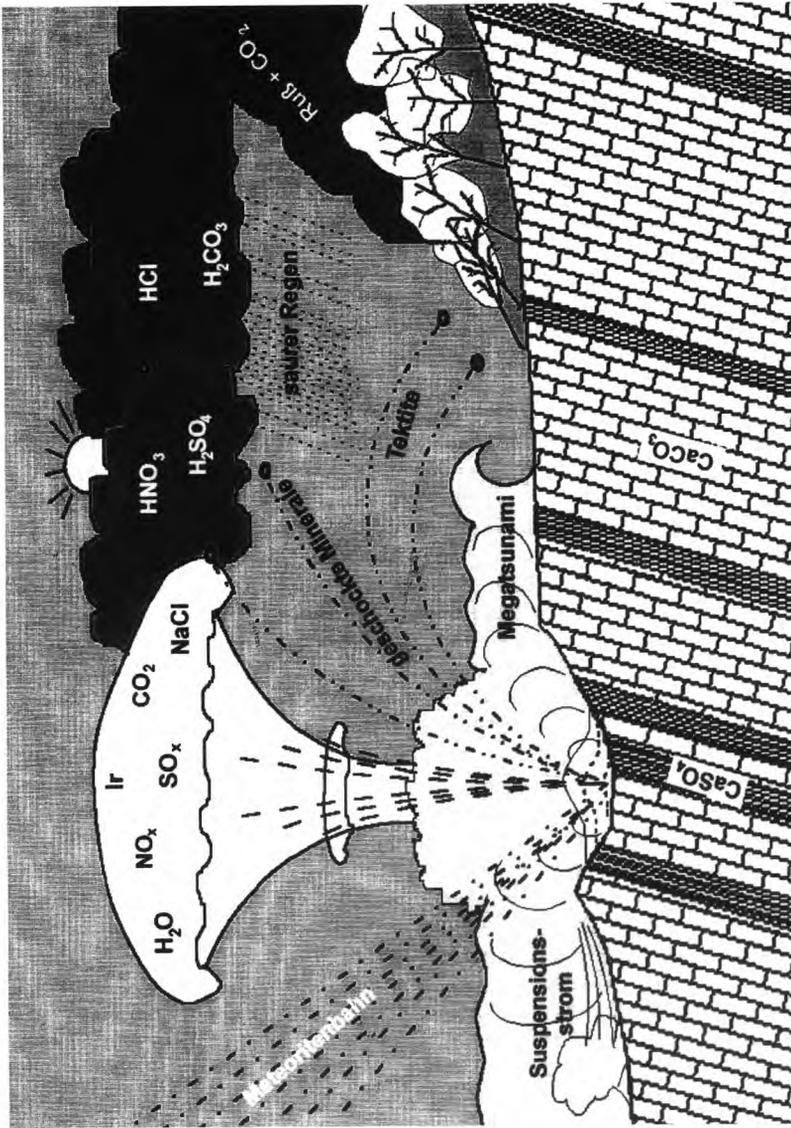


Abb. 1: Das Bolidszenario als mögliche Erklärung für die K/T Ereignisse.

bleibt aber ein Glaskern übrig, an dem die chemische Zusammensetzung untersucht werden kann. Die weltweite Verbreitung dieser Mikrosphären wird als Beleg für die Wucht des Einschlages angesehen.

Der Druck, mit dem der Asteroid auf die Erdkruste aufprallte, erschütterte das Umgebungsgestein sehr stark. Die Kristallstruktur der individuellen Minerale wurde dabei grundlegend verändert. So zeigen die Quarzkristalle bis zu fünfzehn verschiedene Bruchflächen, einen abnormal niedrigen Brechungsindex, der durch das

Vorhandensein von diaplektischem Glas verursacht wird, sowie Asterismus, bei dem das Beugungsgitter bei der Röntgenanalyse gestreift erscheint (BOHOR 1990). Solche stark „geschockten Minerale“ sind nur von Meteoritenkratern und Atombombenversuchsgeländen bekannt (BOHOR 1990). Die Tatsache, dass „geschockte Minerale“ (meistens Quarz, aber auch Feldspat, Chromit und Zirkon) an der K/T Grenze in vielen Ländern (Dänemark, Österreich, Spanien, Italien, Turkmenien, Neuseeland, Kanada und USA) gefunden worden sind (BOHOR 1990), weist auf die enorme Kraft des Einschlages oder mehrerer Einschläge hin. Im N-Pazifik, in W-Nordamerika und auf Haiti sind „geschockte Minerale“ besonders häufig (25-47-70) % der Quarzkörner, dagegen weniger als 0,2 % in Europa und Neuseeland) und auch größer als in anderen Gebieten der Welt (OFFICER & DRAKE 1985, BOHOR 1990). Ihre maximale Größe nimmt in N-Amerika in nördlicher Richtung ab, was auf eine Herkunft aus dem Süden deutet.

Obwohl diese Ergebnisse einen deutlichen Hinweis auf einen Einschlag geben, konnte man lange Zeit keinen Krater der entsprechenden Größe und des richtigen Alters finden. Für das Fehlen eines solchen Kraters sind allerhand Erklärungen gefunden worden, wie z.B. dass der Krater unter der Binneneisdecke der Antarktis verborgen liegen würde, dass der Bolide im wenig erforschten Südpazifik eingeschlagen sei, oder dass der Krater durch tektonische Bewegungen subduziert worden sei. Erst vor einigen Jahren entdeckte man bei Chicxulub auf der Halbinsel Yucatán in Mexiko eine kreisförmige Struktur, die man als Krater interpretieren konnte. Dieser Krater, der eine mehrfache Ringstruktur besitzt, hat abhängig von den gewählten Begrenzungen, einen Durchmesser von 170-300 km (HILDEBRAND et al. 1995, POPE et al. 1991, ALVAREZ 1997, POPE 1997). Da der Kraterboden unter 1000-1200 m mächtigen Sedimenten begraben liegt, konnte er fast nur mit Hilfe von geophysikalischen Vermessungen erkannt werden. Bei Bohrungen stieß man auf eine 500-800 m dicke Schicht aus Brekzien mit „geschockten Mineralen“ und geschmolzenen Gesteinen. Vier $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -Datierungen an Glas, das aus fast 500 m Tiefe in den Brekzien stammte, lieferte eine Altersbestimmung von $64,94 \pm 0,11 - 65,2 \pm 0,4$ Millionen Jahren (SHARPTON et al. 1992). Da der Asteroid vermutlich in seichtem Wasser von weniger als 50 m Tiefe aufprallte, in dem sich Kalksteine (CaCO_3) und Anhydrit (CaSO_4) während der Kreidezeit abgelagert hatten, wurden beim Aufprall grosse Mengen an Wasserdampf, Kohlendioxid (CO_2) und Schwefeldioxid (SO_2) freigesetzt.

Kohlendioxid ist teilweise für den Treibhauseffekt und für die verstärkte Verwitterung verantwortlich. Das Schwefeldioxid reagierte mit Sauerstoff und Wasserdampf zu Schwefelsäure (H_2SO_4) (POPE et al. 1994, KRING et al. 1996). Durch die Rückstrahlung der Sonnenenergie verursachte die Schwefelsäure trotz des erhöhten Kohlendioxidgehalts der Atmosphäre einen Temperaturrückgang von einigen Grad Celsius. Diese Phase dauerte vermutlich zwei bis drei Jahre. Da der Wasserdampf salzhaltig war, bildete sich in der Stratosphäre auch Salzsäure.

Durch Reaktion der Schwefelsäure mit Natriumchlorid entsteht Natriumsulfat, welches die Ozonschicht zerstört. Hierdurch wurden die Organismen einer erhöhten UV-Strahlung ausgesetzt. Als dann schließlich die Säuren abregneten, begann eine Periode mit saurem Regen, und ein Waldsterben begann. Die Säuren verstärkten ihrerseits die chemische Verwitterung und lösten z.B. Kalkstein auf, wodurch noch mehr Kohlendioxid in die Atmosphäre gelangte.

Der saure Regen brachte außerdem schwer lösliche Metalle ins Grundwasser. Ein Teil dieser Elemente, wie Al, Be, Hg, Tl, sind höchst giftig für Pflanzen und Tiere. Durch die dauerhafte hohe Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre folgte auf

den „Nuklearwinter“ eine Erwärmungsphase um 2 bis 10°C. Wie um den Kreis des Untergangs zu schließen, konnten Kohlendioxid und Wasserdampf miteinander zu Kohlensäure reagieren und so den Effekt des sauren Regens noch verstärken.

Neben diesen „Langzeiteffekten“ hatte der Einschlag eines solch großen Asteroiden selbstverständlich auch unmittelbare Auswirkungen. Wie bei einem gewaltigen Seebeben, musste der Aufprall des Boliden Rutschungen von unverfestigten Sedimenten (Suspensionsströme) und eine Megatsunami im Golf von Mexiko ausgelöst haben (ALVAREZ 1997). Die Kraft dieser Flutwelle hatte enorme Felsblöcke losreißen können und die gesamten Biozöosen im Gezeitensaum zerstört. Beim Rückfluss wurden grobe Klastika aus dem Küstenbereich in die Tiefe abtransportiert. Falls dieses Szenario stimmt, sollte man erwarten, dass die feinkörnigen Sedimente gerade an der K/T Grenze durch eine grobkörnige Schicht unterbrochen sind. Eine solche 0,02-11 m dicke Schicht gibt es aber tatsächlich im Gebiet rund um den Golf von Mexiko und entlang der Atlantikküste bis nach New York (SMIT et al. 1992, OLSSON et al. 1997). Ganz unten in der Schichtenfolge befindet sich meistens ein Horizont mit Mikrotektoniten und geschockten Quarzen, der als ein durch einen Suspensionsstrom umgelagerter Auswurf interpretiert wird. Darauf folgt eine Sandsteinlage, die teilweise eine gradierte Schichtung aufweist. Möglicherweise repräsentiert diese Schicht den Rückfluß, der durch die Megatsunami ausgelöst wurde. Im obersten Kalksandstein bzw. Siltstein schließlich wurden unter eher ruhigen Bedingungen Oszillationsrippeln und kletternde Rippen ausgebildet. Direkt daran anschließend findet sich in einer Tonschicht die erwähnte Ir-Anreicherung. Das Vorhandensein der Ir-Anreicherung oberhalb der Grobklastika wird dadurch erklärt, dass die feinen Ir-Partikel unmöglich in turbulentem Wasser absinken konnten, sondern erst nach Beruhigung des Wassers langsam sedimentierten.

Die Attraktivität des Boliden-Szenario beruht auf der einfachen Weise, mit der verschiedene Ereignisse durch eine und dieselbe Ursache erklärt werden können. Es bleibt jedoch eine Hypothese, da es mit den heutigen Methoden der Altersbestimmung nicht möglich ist, die Gleichzeitigkeit dieser Ereignisse definitiv zu belegen. Es gibt auch andere, alternative Interpretationen, die einen großen Teil der oben erwähnten Fakten plausibel erklären können.

Einige Einwände

Nach dem man zehn Jahre lang ohne Erfolg nach einem Krater gesucht hatte, waren viele Geologen erleichtert, als sie den Chicxulub-Krater entdeckten. Die wissenschaftliche Diskussion drehte sich sofort um die Größe des Einschlagkraters und die Folgen auf die Umgebung. Nur wenige Fragen wurden über den eigentlichen Ursprung des Kraters gestellt. Lediglich bei einigen Wissenschaftlern blieb ein Gefühl des Zweifels: War Chicxulub wirklich ein Asteroidenkrater, und ist die Altersbestimmung richtig?

Neben den vier radiometrischen Datierungen aus der gleichen Schicht, die auf ein K/T Alter hindeuten, gibt es neun Messungen zwischen $65,6 \pm 0,7$ und $58,2 \pm 0,6$ Millionen Jahren (SHARPTON et al. 1992). Diese abweichenden Resultate werden häufig der Erhitzung zugeschrieben, bei der die „radioaktive Uhr“ neu eingestellt wurde. Dieses Argument kann aber nicht die Altersbestimmungen erklären, die zu einem Alter von mehr als 65 Millionen Jahren führen. Falls diese Datierungen richtig sind, muss man annehmen, dass Chicxulub über eine Zeitspanne von einigen Millionen Jahre gebildet wurde, d.h. ein Bolide könnte nicht für den Krater verantwortlich sein.

Was konnte den Krater ansonsten verursacht haben? ARTHUR MEYERHOFF und Mitarbeiter veröffentlichten 1994 einen Artikel, in dem sie erklärten, dass nach ihrer Ansicht die 500-800 m dicke Schichtenfolge vulkanischen Ursprungs sei. Diese Hypothese erklärt die Wechsellagerung von Andesit, bentonitischen Brekzien, Kalkstein und Anhydrit. Außerdem sind nach ihrer Interpretation die geschockten Quarze aus den Brekzien vom vulkanisch-tektonischen Typ, d.h. die Bruchflächen sind gebogen und manchmal gespalten. Auch die unregelmäßige Verteilung von Iridium in Chicxulub (SHARPTON et al. 1992, SCHURAYTZ et al. 1996) spricht eher für einen vulkanischen Ursprung; dass Reste eines Asteroiden nach solch einem gewaltigen Aufprall noch erhalten geblieben sind, ist wenig wahrscheinlich (OFFICER 1992).

Aufgrund der ähnlichen chemischen Zusammensetzung werden die Mikrotektite von Haiti und NE-Mexiko in Zusammenhang mit dem Ausbruch von Chicxulub gebracht. Auch die sogenannten Tsunamite wurden erneut untersucht, und mit Hilfe von Spurenfossilien konnte man zeigen, dass die Sedimentation der Grobklastika mehrmals zum Stillstand gekommen ist und die Ablagerungen durch Infaunen besiedelt wurden (KELLER et al. 1997). Dies bedeutet aber, dass die Schichtenfolge nicht innerhalb von Tagen abgelagert wurde. Infolgedessen scheint es gesichert, dass die Ir-Schicht oberhalb dieser Schichtenfolge jüngerem Datums sein muß (LEROUX et al. 1995). Die Entdeckung von Foraminiferen aus dem späten Maastricht, in einer 5-10 cm dicken Mergelschicht oberhalb der Rippelhorizontes in drei Lokalitäten NE-Mexikos scheint dies zu bestätigen (KELLER et al. 1997).

In Zentralamerika scheinen demnach innerhalb kurzer Zeit zwei Ereignisse stattgefunden zu haben: eines im Spät-Maastricht ca. 150.000 Jahre vor der K/T Grenze und ein anderes an der K/T Grenze selbst (KELLER et al. 1997). Sind beide durch Boliden ausgelöst worden? – und wenn ja, wo befindet sich der zweite Krater? Falls zwei Boliden im Spiel sind, warum gibt es nur ein Massenaussterben unter dem Zooplankton?

Ebenfalls gegen einen Bolideneinschlag spricht, dass die Mikrosphären an der Basis der klastischen Schichtenfolge, die oft als Mikrotektite interpretiert werden, keine Tektite im eigentlichen Sinne sind (SIGURDSSON et al. 1991). Sie haben z.B. keine Lechatelierit-Einschlüsse (fast reines Glas, das durch Aufschmelzung von Quarzkristallen unter hohem Druck von 35 und mehr Gigapascal entsteht). Während Tektite einen SiO₂-Gehalt von 65-85 % aufweisen und resistent gegen Entglasung sind (OFFICER 1992), haben die Mikrosphären nur 44-67 % SiO₂ und wandeln sich leicht in Tonmineralien um. Außerdem weist der im Ca-reichen gelben Glas gefundene Schwefel auf eine maximale Bildungstemperatur von 1300°C hin (SIGURDSSON et al. 1991, OFFICER 1992), was nicht den hohen Temperaturen entspricht, die bei einem Bolideneinschlag zu erwarten sind. Ein vulkanischer Ursprung ist nicht auszuschließen, da die Mikrosphären im Gegensatz zu Mikrotektiten oft hohl sind, was für einen vulkanischen Ursprung spricht. Zusätzlich sind Goyazit, Palagonit und Smektit charakteristische Umwandlungsprodukte von Vulkanglas (OFFICER 1992, OFFICER & PAGE 1996). Laut der Boliden-Hypothese repräsentiert die Tonschicht, die manchmal an der K/T Grenze vorkommt, die Ablagerung der Staubwolke, die durch den Aufschlag entstand. Diese Meinung stimmt nicht mit den folgenden Tatsachen überein (RAMPINO & REYNOLDS 1983, HALLAM 1987, ELLIOTT 1993):

1. K/Ar-Datierungen von bis zu 329 Millionen Jahren zeigen, dass der größte Teil der Tonmineralien klastischen Ursprungs ist.
2. Die Zusammenstellung der Tonmineralien an der K/T Grenze unterscheidet sich kaum von der Zusammensetzung unterhalb und oberhalb der K/T Grenze. Es gibt auch Übergangszonen sowohl mit den liegenden wie mit den hangenden Schichten.
3. Regionale Unterschiede in der Beschaffenheit der Tone stimmen nicht mit einer homogenen Zusammensetzung überein, die von einer weltumkreisenden Staubwolke zu erwarten wäre.
4. Die Tonschichten repräsentieren mehrere Ablagerungsphasen.

Außerdem gibt es im Fischton von Dänemark (Dan, unterstes Tertiär) eine Anreicherung verschiedener Elemente (Ag, As, Cd, Mo, Re, Sb, Se, Zn), die nicht von einem Asteroid stammen können (SCHMITZ et al. 1988). Eine starke Schwefelfraktionierung lässt hierbei vermuten, dass Mikroorganismen dafür verantwortlich waren. Durch Experimente konnte gezeigt werden, dass Cyanobakterien und Eisenbakterien imstande sind Iridium zu konzentrieren. Das Vorhandensein von Lebewesen könnte also die mehrfachen Ir-Peaks und die unterschiedlichen Anreicherungs-niveaus in den K/T Grenztonen erklären. Im Fischton und Caracaton (Spanien) ist zudem ca. 50 % des Iridiums in Kerogen, welches wahrscheinlich von Phytoplankton stammt, vorhanden (SCHMITZ et al. 1988). Andererseits könnte auch eine kondensierte Sedimentation eine gewisse Rolle bei den Anreicherungsprozessen gespielt haben.

Da Iridium in Meteoriten vorkommt, wird häufig angenommen, dass die Ir-Anreicherung(en) an der K/T Grenze einen außerirdischen Ursprung haben. Elemente der Platin-Gruppe wie z.B. Iridium werden aber auch in tieferen Schichten der Erde konzentriert. Tief in der Asthenosphäre begründeter Vulkanismus (sog. „hot spots“) könnte folglich auch für eine gewisse Ir-Anreicherung in der Atmosphäre verantwortlich sein. So wurden Iridiumpartikel auch in den Eruptionswolken des Kilauea (Hawaii) gemessen, der ein „hot spot“-Vulkan ist. Außerdem wurden ähnliche Iridiumwerte wie an der K/T Grenze auch in den Sublimaten aus vulkanischen Gasen von einem anderen „hot spot“, auf der Insel La Réunion, entdeckt. Da Vulkanismus durch Entgasung z.B. auch einen Treibhauseffekt bzw. sauren Regen verursachen kann, sind die Folgen nur schwer von denjenigen eines Meteoriteneinschlages zu unterscheiden. Allerdings kann mit Vulkanismus nur das „Plateau“, aber nicht der kurze Ir-Peak an der K/T Grenze erklärt werden. Andererseits ist Vulkanismus dafür nicht unbedingt notwendig, da eine solche ausgedehnte Anreicherung möglicherweise durch Bioturbation, Umlagerung, oder Diffusion zu erklären ist (ALVAREZ et al. 1990). Der deutlichste Beleg dafür, dass Vulkanismus nicht für den Ir-Peak an der K/T Grenze verantwortlich war, sind die Ir-Anreicherungen in Sedimenten zwischen zwei Trappbasaltdecken (HALLAM & WIGNALL 1973). Insgesamt gab es drei deutlich getrennte Peaks, die laut BHANDARI et al. (1996) auf mehrfache Einschläge hinweisen.

Ob einer dieser Einschläge allerdings für einen „Weltenbrand“ verantwortlich war, ist fragwürdig. Obwohl Holzkohle ein großes Fossilisationspotential hat, ist davon nur wenig in den K/T Grenzschichten vorhanden (SPICER 1989a). Von einem dutzend Fundorten (WOLBACH et al. 1988) stammt nur einer aus dem terrestrischen Bereich. Aber, auch wenn der Kohlenstoff in den marinen Ablagerungen tatsächlich von Bränden stammt, bedeutet das noch lange nicht, dass alle Brände durch Boliden ausgelöst wurden. Blitzschlag als Ursache ist wahrscheinlicher, was sich daran zeigt, dass Gewitter heutzutage in den USA jährlich 10.000 Waldbrände verursachen.

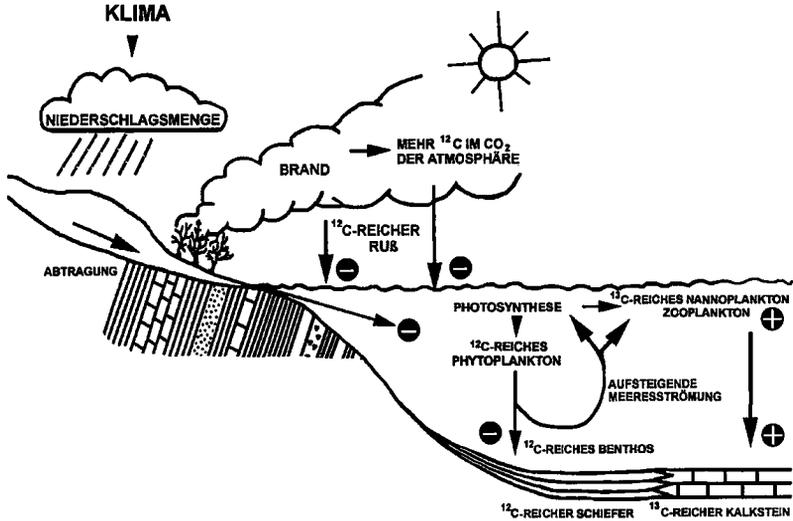


Abb. 2: Einige Umweltfaktoren, welche die $\delta^{13}\text{C}$ -Werte positiv (+) bzw. negativ (-) beeinflussen können.

Box 1: Die Interpretation von $\delta^{13}\text{C}$ an der K/T Grenze

Es gibt mehrere Faktoren, die zur Abnahme bei $\delta^{13}\text{C}$ -Werten führen können:

1. Eine starke Rückbildung des Phytoplanktons. Während der Photosynthese entzieht das Phytoplankton dem Oberflächenwasser mehr ¹²CO₂ als ¹³CO₂, dadurch zeigt der Kohlenstoff, der für die Bildung der Kalkschalen des Nannoplanktons und des Zooplanktons verwendet wird, eine ¹³C-Anreicherung. Diese Isotopenfraktionierung ist bei niedrigen Temperaturen am stärksten. Beim Absterben des Phytoplanktons, sinkt dieses zum Meeresboden, wo es durch die Bodenfauna aufgenommen wird. Deshalb hat das Benthos normalerweise einen niedrigeren ¹³C-Inhalt als das Zooplankton. Im Falle einer starken Dezimierung des Phytoplanktons findet keine ¹³C-Anreicherung beim Nannoplankton und Zooplankton statt, und damit kommt es zu einer $\delta^{13}\text{C}$ -Abnahme. Diese Überlegung wird von den meisten Wissenschaftler für die Änderung der $\delta^{13}\text{C}$ -Werte an der K/T Grenze akzeptiert.
2. Ein Floren- bzw. Faunen-Wechsel. Da die ¹²C-Anreicherung artspezifisch ist, könnte eine Änderung in der Zusammenstellung der Phytoplanktongemeinschaften, wie sie an der K/T Grenze nachweisbar ist, für eine Verschiebung der $\delta^{13}\text{C}$ -Werte gesorgt haben. Auf ähnliche Weise können benthontische Foraminiferen Kalzit einbauen, das 0,5-2,0 ‰ leichter ist als das Bodenwasser. In extremen Fällen könnten solche lokalen Unterschiede die globalen Tendenzen überprägen.
3. Die Atmung des Planktons in der Finsternis (Nuklearwinter-Szenario). Da eine solche Phase nur von kurzer Dauer sein kann, konnte es vermutlich nicht für diese eher langfristige Änderung verantwortlich sein.
4. Ein größerer terrestrischer Einfluß. Da das Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre und im Süßwasser meist ca. 7 ‰ leichter ist als das Bikarbonat im Ozean, sind Landpflanzen folglich isotopenmäßig leichter ($\delta^{13}\text{C} = -28$ bis -26 ‰) als Meeresalgen ($\delta^{13}\text{C} = -22$ bis -20 ‰). Eine verstärkte Zufuhr von Süßwasser durch große Flußsysteme, in denen viel Detritus von isotopisch leichten Landpflanzen mittransportiert wurde, könnte eine Abnahme der $\delta^{13}\text{C}$ -Werte verursacht haben. Dieser Prozeß kann während einer Meeresspiegelabsenkung, oder durch erhöhte Erosion, als Folge von saurem Regen oder durch wärmeres und feuchteres Klima verursacht werden.

Laut IVANY & SALAWITCH (1993) war die Abnahme von $\delta^{13}\text{C}$ im Dan die Folge eines gewaltigen Waldbrands, der 25 % der globalen terrestrischen Biomasse verschlungen hat. Auf diese Weise wurde in einem Zug eine große Menge leichten Kohlstoffs (^{12}C) aus der terrestrischen Vegetation den Ozeanen zugeführt (Abb. 2). Da die Interpretation von Kohlenstoff-Isotopen recht kompliziert ist, gibt es mehrere Erklärungsmöglichkeiten für diese Erscheinung (siehe Box 1). Ob ein Großbrand oder eine andere Folge eines Asteroideneinschlages eine langfristige Änderung von 0,1 bis 2,0 Millionen Jahren (SCHMITZ et al. 1992) im $\delta^{13}\text{C} = ^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -Verhältnis auslösen konnte, ist eher unwahrscheinlich. Außerdem ist diese Abnahme in hohen Paläobreiten (ca. 60°S) nicht zu beobachten, was gegen ein globales Ereignis spricht.

Wie diese Ausführungen zeigen, sind unsere Kenntnisse über die K/T Grenze noch lange nicht vollständig. Obwohl die Boliden-Hypothese eine gewisse Klarheit gebracht hat, zeigt sich, dass die Wirklichkeit doch viel komplexer ist. Da Information über die Änderungen in der Pflanzenwelt bei der Rekonstruktion eines Szenarios helfen kann, soll im Folgenden ein Überblick über die floristische Veränderung, in den verschiedensten Regionen der Welt versucht werden.

Was Pflanzenreste uns erzählen – eine kurze Reise um die Welt

Nach Bekanntwerden einer möglichen globalen Katastrophe an der K/T Grenze durch SMIT & HERTOGEN (1980) und ALVAREZ et al. (1980) wurden umgehend Hinweise auf Auswirkungen auf die Vegetation untersucht. Die ersten detaillierten Untersuchungen stammten aus dem südwestlichen N-Amerika. Im Raton-Becken im nördlichen New Mexico fanden CHARLES ORTH und Mitarbeiter (1981) eine Ir-Anreicherung an der Basis einer Kohle. Auf dem gleichen Niveau verschwanden Pollenkörner wie z.B. *Proteacidites*† und „*Tilia*“ *wodehousei*† (Malvaceae s.l.). Obwohl die Mehrheit der Angiospermen dieses Ereignis überlebten, wurde ihre dominante Rolle bei den Sporomorphen durch Farne eingenommen. Da das Farnmaximum nur von kurzer Dauer war (einige Tausende von Jahren), redet man von einem Farnpeak. Dieser Farnpeak wird durch Anhänger der Boliden-Hypothese als die erste Pioniervegetation, welche die verwüstete Erde kolonisierte, interpretiert. Dieses Phänomen ist auch in regenreichen Gebieten bekannt, in denen die Vegetation durch einen Vulkanausbruch ausgelöscht wurde (SPICER 1989b). Anhand der im Raton-Becken gefundenen Wedel und ihrer Kutikulen hat man die K/T Farne mittlerweile als *Stenochlaena* (Polypodiaceae s.l.) bestimmt, eine Pionierpflanze, die heute in Afrika und S-Asien vorkommt (WOLFE & UPCHURCH 1987, SPICER 1989a).

Nach dem Farnpeak haben die Angiospermen nach und nach ihre dominierende Stellung wieder eingenommen. Diese relativ schnelle Wiederbesiedelung spricht gegen eine totale Vernichtung der Vegetation. Es gab möglicherweise Refugien, die als Zentren für die Neubesiedlung fungierten.

Um kontrollieren zu können, ob dieses Phänomenen von überregionaler Bedeutung war, führte BOB TSCHUDY weitere palynologischen Untersuchungen durch (TSCHUDY & TSCHUDY 1986). In der Nähe von Trinidad (Colorado), Lance Creek (Wyoming) und Hell Creek (Montana) haben sie bei dem Ir-Horizont das Verschwinden von *Proteacidites*-Arten festgestellt und den darauffolgenden Farnpeak (65-100 % der Vergesellschaftung) bestätigen können (Abb. 3).

Weitere palynologischen Untersuchungen in N-Dakota und W-Kanada haben diese Muster von lokalem Erlöschen, insbesondere unter den Angiospermen,

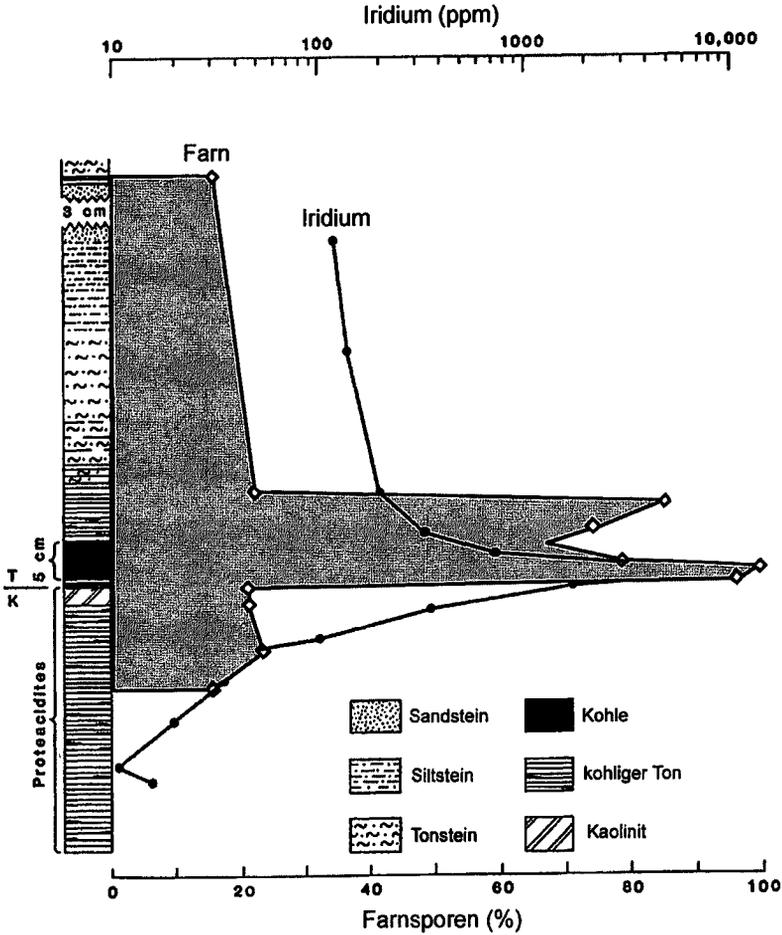


Abb. 3: Die Ir-Anreicherung und der Farnpeak an der K/T Grenze bei Starkville North, Colorado (nach TSCHUDY et al. 1984, Science 225).

bestätigt. Insgesamt scheint es sich jedoch eher um eine Reihe von kleinen „Ereignissen“ gehandelt zu haben, nicht aber um eine globale Katastrophe, da das Ausmaß des Erlöschens und die betroffenen Angiospermenarten sich lokal stark unterschieden. Wenn man bedenkt, dass die K/T Wende den zweitgrößten Arten Tod in der Erdgeschichte repräsentieren soll, sind die Einschnitte im nördlichen Teil Nordamerikas nicht sehr ausgeprägt. In jedem Fundort erlöschen nur 15-30 % (max. 46 %) der Pollentaxa (TSCHUDY & TSCHUDY 1986, JOHNSON et al. 1989, ARCHIBALD 1996), d.h. (54 %) 70-85 % der Taxa haben das K/T Ereignis überlebt. Es ist möglich, dass die besser entwickelten Überdauerungsmechanismen der Pflanzen aus den höheren Breiten sie im Falle eines „Nuklearwinters“ gut geschützt hatten. Somit könnte ein Persistieren der Angiospermen erklären, warum die Farnpeaks in Kanada oft nicht vorhanden sind (NICHOLS 1990).

Im Zusammenhang mit der Ausrottung an der K/T Grenze werden oftmals völlig andere Prozentsätze zitiert. Laut WOLFE und UPCHURCH (1986) sollten im Raton-Becken nur 25 % der Taxa die K/T Ereignisse überlebt haben. Tausend Kilometer nördlicher, in der Nähe von Marmarth (N-Dakota) waren es mit 21 % noch weniger (JOHNSON et al. 1989). Diese Ziffern basieren auf den Analysen der Blattvergesellschaftungen. Welchen von diesen sich scheinbar widersprechenden Aussagen soll man glauben, und wie kann man diese großen Unterschiede erklären? Es gibt verschiedene Erklärungsmöglichkeiten für diese scheinbaren Widersprüche (siehe Box 2).

Box 2: Einige Erklärungen für die scheinbar widersprechenden Auslöschungsraten von Blätter und Sporomorphen an der K/T Grenze

1. Schichten mit Großfossilien sind relativ selten, d.h. ihr Vorkommen ist eher lückenhaft, wodurch die Änderungen in der Vegetation scheinbar sprunghaft stattgefunden haben. Weil manche Megafossilien nur von einer bzw. einigen Fundstellen bekannt sind, ist es leicht, eine Liste von Arten, die die K/T Grenze nicht überschreiten, aufzustellen. Wenn, wie bei Marmarth (N-Dakota; JOHNSON et al. 1989), die Blattreste einer ganzen K/T Schichtenfolge durch das gleiche Team bearbeitet werden, ist diese Möglichkeit eher auszuschließen.
2. Manchmal wird kritisiert, dass Pollenkörner nicht so genau bestimmbar sind wie Megafossilien. D.h. die Einförmigkeit der Pollenkörner innerhalb bestimmter Familien bzw. Gattungen, die Konvergenz bei unterschiedlichen Familien oder das Fehlen von charakteristischen Bauplänen – so diese Kritik – lassen Unterschiede diverser Arten nicht erkennen, wodurch der wahre Umfang der Aussterberate von Pflanzenarten unterschätzt wird (TSCHUDY & TSCHUDY 1986, WOLFE & UPCHURCH 1986, ARCHIBALD 1996). Da die gleichen Argumente aber auch für Blätter gelten, besonders wenn diese nur anhand der Nervatur bestimmt werden, ist diese Erklärung eher unwahrscheinlich.
3. Der Windtransport abfallender Blätter ist nur über kurze Strecken möglich. Deswegen repräsentieren fossile Blattvergesellschaftungen meist nur die Vegetation der fluviolakustrischen Lebensräume (FERGUSON et al. 1996). Änderungen im Grundwasserspiegel als Folge von Regressionen oder Transgressionen können die Vegetation der Schwemmlandebene stark beeinflussen, ohne die Hangvegetation, von wo ein Teil der Pollenvergesellschaftungen stammen, zu ändern.
4. Das Klima der Kreide ist im allgemeinen als warm zu bezeichnen, weshalb ein Großteil der Angiospermen der Tiefebene vermutlich insektenblütig war. Einige dieser Pflanzen befinden sich in den Blattvergesellschaftungen. Da die Pollenkörner nicht nur aus der Tiefebene stammten, war der Prozentsatz der insektenblütigen Arten unterrepräsentiert. Dahingegen sind in den Pollenvergesellschaftungen die Windblüher überrepräsentiert, d.h. die Blätter und Pollen stammen z.T. von unterschiedlichen Pflanzensippen. Bei einem Temperatursturz würde die Veränderung der Vegetation eher bei den Blättern auftreten (WOLFE & UPCHURCH 1986). Laut NORMAN FREDERIKSON (1994) starben tatsächlich mehr Tierblütige als Windblütige an der K/T Grenze aus.
5. Da Pollenkörner im allgemeinen besser erhaltungsfähig sind als Blätter, überstehen sie auch Umlagerungen besser (ARCHIBALD 1996). Ein katastrophales Ereignis, welches durch Blattreste dokumentiert ist, wird anhand von Sporomorphen schwieriger festzustellen sein. Da mehrere autochthone Kohleflöze gerade um die K/T Grenze gebildet wurden, ist es aber eher unwahrscheinlich, dass viele der Pollenkörner umgelagert worden sind.

Wie schon bei den Sporomorphen gezeigt, waren auch die Veränderungen in den kanadischen Blattvergesellschaftungen weniger ausgeprägt als diejenigen von Fundorten aus den USA. In S-Alberta liegt der Prozentsatz von Blatt-Taxa, die über die K/T Grenze hinausgehen bei 76 % (WOLFE & UPCHURCH 1986). Wiederum war ein Teil der verschwundenen Taxa nur von lokaler Bedeutung. Während „*Arctocarpus lessigniana*“ und „*Cinnamomum linifolium*“ im Raton-Becken an der K/T Grenze verschwanden, waren sie noch im Frühpaläozän von South Table

Mountain bei Golden (Colorado) vorhanden (KAUFFMAN et al. 1990). Da Blattreste nicht umgelagert werden können (FERGUSON 1985), würde dieses bedeuten, dass das K/T Ereignis im südwestlichen N-Amerika noch weniger katastrophal war als man bisher angenommen hatte. Die Unterschiede der Blattphysiognomie in den liegenden und hangenden Schichten geben einige Anhaltspunkte darüber, was an der K/T Grenze passiert ist. Während die Dicotyledonenblätter aus dem Maastricht klein, ledrig und oft behaart waren, sind die Blätter oberhalb der K/T größer, besitzen Trüfelspitzen und fast keine Haare (WOLFE & UPCHURCH 1986). Diese Bauplanänderung deutet auf eine Zunahme in der Niederschlagsmenge und/oder auf einen Rückgang in der Evapotranspiration, als Folge einer Temperaturverminderung hin. Diese zunehmende Kälte sorgte für ein größeres Sterben unter den immergrünen Arten. Während 67 % der sommergrünen Dicotyledonen aus dem Maastricht des Raton-Beckens auch im Paläozän zu finden sind, waren 84 % der immergrünen Dicotyledonen für immer verschwunden. Zeichen von Frost in Form von unregelmäßig gefalteten Kutikulen sind bei den Seerosenblättern von Teapot Dome (Wyoming) zu finden. Ob diese Ereignisse die Folgen von einem Kälteeinbruch („Nuklearwinter“) sind oder von einer langfristigen Klimaänderung herrühren, kann mit den heutigen Datierungstechniken noch nicht geklärt werden.

Südamerika: Da die nördlichen Teile S-Amerikas in der Nähe des vermutlichen Kraters lagen, wäre zu erwarten, dass sich auch hier die K/T Grenze am Fossilmaterial nachweisen lässt. Derzeit liegen aber nur einige, teilweise veraltete Ergebnisse vor.

In der unmittelbaren Nähe von Georgetown (Guyana), etwa 3000 km von Chicxulub entfernt, ist es anhand der Sporomorphen kaum möglich, das Maastricht vom Dan zu unterscheiden. Die Mehrzahl der Maastricht-Taxa überschreitet die K/T Grenze (HAMMEN & WYMSTRA 1964). Lediglich *Retimonoporites cf. tequendamae* war auf das Maastricht beschränkt. Auch in Kolumbien war es THOMAS VAN DER HAMMEN nicht gelungen, das Dan vom Maastricht palynologisch zu unterscheiden. Allerdings konnte er einen Rückgang in der Mannigfaltigkeit der Sporomorphen im Laufe des Maastrichts nachweisen. Wie in Guyana war die K/T Wende durch eine regressive Phase und die Bildung von paralischen Kohlenflözen gekennzeichnet. Eine detaillierte Analyse der K/T Ereignisse in Kolumbien und Guyana wird erst möglich sein, wenn die Ir-Schicht gefunden wird.

In der Nähe von Recife (NE-Brasilien) ist die Ir-Schicht zwar nachgewiesen, es ließen sich aber kaum paläobotanische Änderungen erkennen. Interessant ist, dass nach der Meinung einiger Autoren (STINNESBECK & KELLER 1996) der Ir-Horizont tatsächlich die K/T Grenze darstellt, während andere die K/T Grenze in einer 70-75 cm tiefer gelegenen Kalksteinbrekzie (ohne Ir-Anreicherung) vermuten, die sie als Tsunamitschicht interpretieren. Es konnte jedoch keine Änderungen in der Zusammensetzung der Sporomorphen oberhalb und unterhalb der Kalksteinbrekzie festgestellt werden. Eines machen die bisherigen Ergebnisse deutlich: Weder an der Kalksteinbrekzie noch an der Ir-Schicht fand ein Zusammenbruch der Landvegetation statt. Es ließ sich lediglich zeigen, dass im Liegenden der Kalksteinbrekzie fünf Vertreter der überwiegend subtropisch/tropischen Schizaeaceae vorhanden waren, während oberhalb der Ir-Schicht nur zwei *Cyathidites*-Arten, einige Angiospermen und *Pinuspollenites*† vorkommen. Die wahrscheinlichste Erklärung hierfür ist ein Temperaturrückgang.

Nordafrika: Obwohl die Kontinente schon auseinandergedriftet waren, lag in der Zeit um die K/T Wende Afrika noch nicht sehr weit von S-Amerika entfernt. Damals befand sich der Fundort bei Recife wahrscheinlich nur 1400-1600 km von den heutigen Staaten Nigeria und Kamerun entfernt. Es ist deshalb nicht überraschend, dass die Vegetationsentwicklung an beiden Ufern des Protoatlantik eine gewisse Ähnlichkeit aufwies. Da die meisten Untersuchungen vor der Veröffentlichung der Bolidhypothese durchgeführt wurden, ist die Biostratigraphie leider nicht sehr detailliert analysiert worden. Aber sowohl bei der qualitativen wie bei der semiquantitativen Auswertung (SALAMI 1984) zeigen sich an der K/T Grenze nur geringe Unterschiede. Von den 38 Taxa (12 Farnpflanzen, 2 Gymnospermen, 24 Angiospermen), die von SALAMI (1984) beschrieben wurden, verschwindet keine einzige an der K/T Grenze. Acht der Taxa (zwei Farnpflanzen, die beiden *Ephedrepites*†, sowie vier Angiospermen) werden im Laufe des Maastrichts allmählich seltener. Die Mehrzahl (74 %) der Arten überschreiten jedoch die K/T Grenze. Etwas mehr als ein Drittel dieser „Durchläufer“ fehlen vom Mittel-Maastricht bis zum Mittel-Paläozän bzw. Eozän. Inwieweit es sich hierbei um Lazarusarten handelt, oder um ein vorgetäushtes Fehlen, welches durch die geringe Anzahl (248-288) von Palynomorphen, die BABAJIDE SALAMI untersucht hat, verursacht wurde, bleibt unklar. Auffallend ist, dass zwar Arten im Maastricht verschwunden sind, sich aber fast keine neuen Arten entwickelt haben. Die beide Taxa, die SALAMI als charakteristisch für das Paläozän angegeben hat (*Ariadnaesporites* sp., *Zlavisporis blanensis*), sind inzwischen auch aus dem Maastricht am Niger nachgewiesen (DIKOUMA et al. 1994).

Während der K/T Wende lag das Nigerdelta auf eine Breite von ca. 8°S. Eine N-S orientierte Meerenge hat den Südatlantik mit der Tethys am Nordrand von Afrika verbunden (DIKOUMA et al. 1994). Hier befand sich El Kef (NW-Tunesien) auf einer Paläobreite von ca. 22°N. Die vollmarinen (Schelf bis Schelfrand) Sedimente werden als die vollständigste K/T Schichtenfolge der ganzen Welt akzeptiert und sind dadurch als Stratotypus anerkannt. HENRIETTE MÉON (1991) hat die Sporomorphen von El Kef monographisch bearbeitet (s. Abb. 4). Im Zeitabschnitt vom Maastricht bis zum Paläozän konnte sie insgesamt 214 Taxa (157 Spermatophyten und 57 Cryptogamen) nachweisen. Allerdings sind einige Arten nur von einem einzigen Horizont bzw. nur durch ein einzigen Pollen- bzw. Sporenkorn bekannt. Während des Maastricht nahm die Mannigfaltigkeit der Sporomorphen von 14 Arten (4 Cryptogamen und 10 Spermatophyten) bis auf 75-85 Taxa zu, wovon 20-27 Cryptogamen (meist Farne) waren. Direkt nach der K/T Grenze ist die Anzahl der Cryptogamen stark zurückgegangen und schwankte bis zum Ende des Dan zwischen 2 und 5 Arten. Da Sporen von Cryptogamen in der Atmosphäre im allgemeinen leichter verbreitet werden als Pollenkörner, und der Ablagerungsraum damals nicht weit von der Küste entfernt war, scheint diese Abnahme eine Veränderung in der terrestrischen Vegetation widerzuspiegeln. Bei den Spermatophyten (es sind fast ausschließlich Angiospermen vorhanden) ist der Rückgang im Dan viel langsamer erfolgt. Dieses Phänomen spricht gegen ein katastrophales Ereignis an der K/T Grenze. Viele Arten aus dem Maastricht haben sich bis ins Mittel-Dan erhalten. Durch neue Arten im Mittel-Dan und an der Dan/Thanet Grenze ist die Anzahl der Spermatophyten im Paläozän mit 26 bis 35 ziemlich konstant geblieben. Die Abnahme in der Mannigfaltigkeit während des Dans wurde von HENRIETTE MÉON (1991) durch einen geringeren „Sporeimport“ aus Südamerika erklärt, als Afrika und S-Amerika weiter auseinandergedrifteten. Außerdem driftete Afrika immer mehr nach Norden in den Bereich der kühleren *Normapolles*-Provinz.

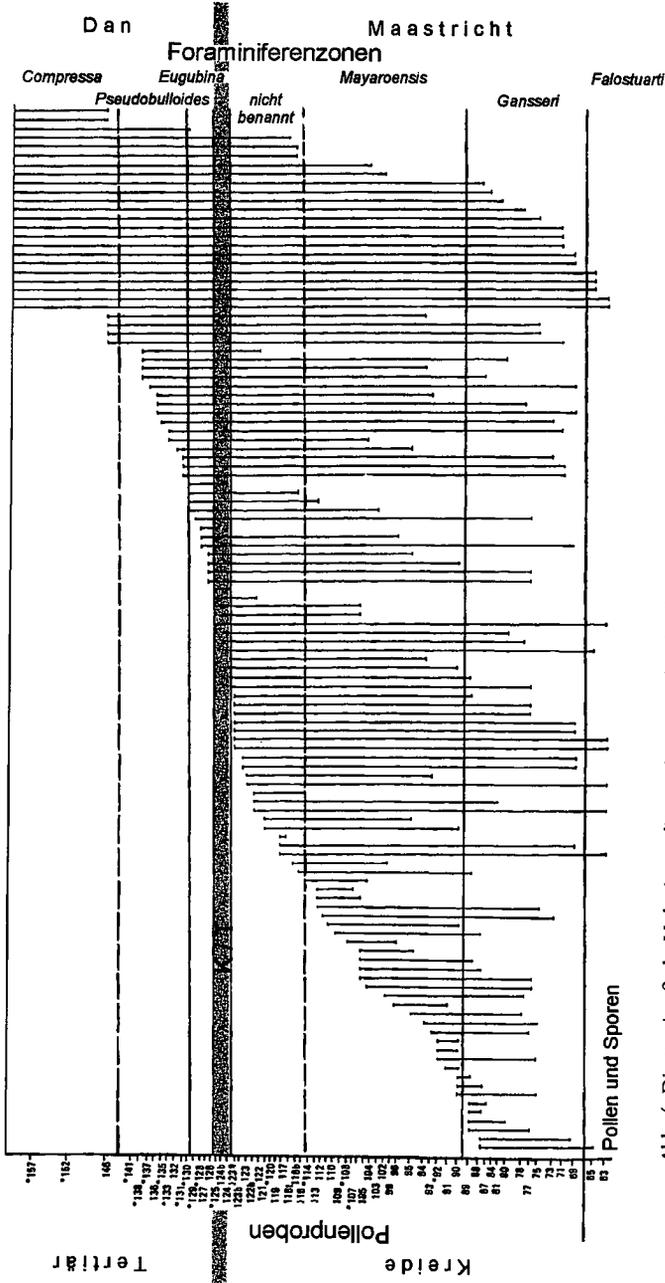


Abb. 4: Die stratigraphische Verbreitung diverser Sporomorphen im Sratotypus von EI Kef, die für eine sanfte Revolution an der K/T-Wende spricht (nach Méon 1990, Rev. Pal. 65).

Europa: Eine Ir-Anreicherung hat man in den kontinentalen Sedimenten Europas bis jetzt ohne Erfolg gesucht (COLOMBO 1996). Die Grenze muß demnach anhand der Biostratigraphie bzw. durch Magnetostratigraphie identifiziert werden, und sie konnte bis heute noch nicht genau festgelegt werden. Darüberhinaus war man der Meinung, dass die obere Grenze des Maastrichts in der Typuslokalität durch eine Schichtlücke repräsentiert ist. Neuuntersuchungen durch ein multidisziplinäres Team haben – anhand von Dinoflagellaten, Foraminiferen und Sporomorphen – den Berg en Terblijt-Horizont als K/T Grenze definiert. Bereits vor der Grenze ist ein Rückgang in der Mannigfaltigkeit der Sporomorphen im besonderen bei den Cheirolepidiaceae† und *Normapolles*-Gruppe nachweisbar. Insgesamt sind 11 *Normapolles*-Gattungen nur auf das Maastricht beschränkt. Andererseits finden sich 25 der 60 *Normapolles*-Arten, die im obersten Maastricht vorkommen, auch im Dan. Da die Maastricht-Formation kalkhaltig ist, sind Sporomorphen nur sporadisch vorhanden und es ließen sich lediglich zwischen 26 und 265 Sporomorphen pro Horizont nachweisen. Die Arten, die im Maastricht häufig vertreten waren, überschreiten die K/T Grenze, wobei einige Arten (z.B. *Minorpollis hojstrupensis*) im untersten Dan weniger häufig sind, während andere Arten (*Labraferoidaepollenites bituitus*, *Minorpollis gallicus*, *Pinuspollenites spherisaccus*) in ihrer Häufigkeit zunahmen. Eine Folge der geringen Sporomorphenhäufigkeit in den Sedimenten sind Probleme beim Nachweis seltener Arten. Einen Teil der neuen Taxa, wie z.B. *Pompeckioidaepollenites subhercynicus* und *Jarzenipollenites trinus*, die am Anfang des Dan mit 5 % bzw. 2-4 % relativ häufig vertreten waren, aber im Laufe der Zeit wieder abnehmen, kann man als Pionierpflanzen interpretieren. Welche Umweltveränderungen haben nun aber diese Ereignisse verursacht? Ganz bestimmt keine Katastrophe, vielleicht aber ein geringfügiger Temperaturrückgang. Ein Hinweis darauf ist das Verschwinden von Palmenpollen (*Monocolpopollenites tranquillus*) an der K/T Grenze, der im obersten Maastricht immer vorhanden war. Es dauerte einige Zeit bis diese Art im Dan erneut auftrat. Auch in anderen Teile Europas scheinen die Palmen an der K/T Grenze zu erlöschen.

Asien: Bis jetzt ist die K/T Grenze innerhalb großer Teile Asiens noch nicht genau festgelegt, da der Ir-Inhalt der Sedimente noch nicht untersucht ist bzw. keine Ir-Anreicherung gefunden wurde (GOLOVNEVA 1995). Dies hat zur Folge, dass eine detaillierte Analyse der Ereignisse, die vor 65 Ma stattgefunden haben, noch nicht möglich ist.

Wie SWEET & BRAMAN (1992) schon für Kanada festgestellt hatten, gab es die größte floristische Veränderung in NO-Russlands, z.B. im Koryak-Hochland, das damals auf einer Breite von ca. 73-77°N lag, innerhalb des Maastrichts und nicht an der K/T Grenze (GOLOVNEVA 1995, MARKEVICH 1996). Laut VALENTINE MARKEVICH, der die Sporomorphen untersucht hat, war es die größte Veränderung seit Anfang der Kreide. Auch bei den Megafossilien ließen sich Änderungen nachweisen: ca. 60 % der Arten aus dem Untermaastricht, u.a. Cycadophyten und immergrüne Koniferen, verschwanden und wurden durch sommergrüne Koniferen und Angiospermen ersetzt, welche einen arktotertiären Charakter hatten. In südlicheren Gebieten, wie z.B. bei Sachalin und in der Amur-Region, werden solche großblättrigen Arten erst im Dan gefunden. Das bedeutet nun aber, dass die floristische Änderung heterochron war und nicht durch ein katastrophales Ereignis verursacht worden sein kann. Eine klimatische Ursache, z.B. eine Abkühlung, die zuerst im Norden Auswirkungen hatte, scheint eine plausiblere Erklärung darzustellen.

Viele chinesische Paläontologen sind der Überzeugung, dass die K/T Grenze einen Übergang und keine Katastrophe repräsentiert (WANG et al. 1990, SONG & HUANG 1997), wofür auch die Präsenz unveränderter Megafloren in der Maastricht-Dan Stufe spricht. Im Nanxiong-Becken in Südchina konnten STETS et al. (1996) allerdings eine floristische Wende innerhalb der über 2500m mächtigen Flußablagerungen nachweisen. Neben einem Kieferngewächs (*Pinuspollenites ruginosa*) und eher sporadisch auftretenden Angiospermen (*Compositoipollenites*†, *Pterocaryapollenites*†) gab es in den untersten Schichten 11-15 Farnpflanzen (Cyatheaceae, Lycopodiaceae, Marsileaceae, Osmundaceae, Schizaeaceae, Selaginellaceae). Ab einer bestimmten Schicht ist die Anzahl der Farne leicht erhöht, und im Anschluss daran fand eine starke Zunahme der Koniferen (bis zu 5 Arten der Pinaceae, 1 Podocarpaceae und 1 Taxodiaceae) statt. Danach sind die Baumfarne (3-5 Cyatheaceen-Arten) verschwunden und auch die übrigen Farnpflanzen wurden stark zurückgedrängt, um schließlich zusammen mit den Torfmoosen (*Sphagnum*) endgültig zu verschwinden. Das Erlöschen von 11 der 15 Arten innerhalb von 21 m wurde von STETS et al. (1996) als Hinweis auf eine Katastrophe gedeutet, obwohl es offensichtlich ist, dass nicht alle Lebewesen gleichzeitig verschwanden. Die floristische Zusammenstellung der hangenden Schichten zeigt, dass nach dieser Florenänderung Koniferen zusammen mit Angiospermen auftraten, die auf ein eher temperates Klima hinweisen (Betulaceae, Myricaceae und Malvaceae s.l.). Hauptsächlich aufgrund der oben beschriebenen Ergebnisse hat man in China die K/T Grenze mit der floristischen Wende gleichgesetzt, was allerdings sehr zweifelhaft ist, da beispielsweise in den nach oben anschließenden 83m der Schichtenfolge Dinosauriereier vorhanden sind. Eine andere mögliche Interpretation ist, dass in China, ähnlich wie in NO-Russland, die floristische Wende vor der K/T Grenze stattgefunden hat. Um diese Hypothese zu überprüfen, fehlen jedoch absolute Datierungen von diesem Teil des Beckens.

In Japan gibt es einige Anzeichen von einem möglicherweise katastrophalen Ereignis an der K/T Grenze (SAITO et al. 1986). Eine eisenreiche Tonsteinschicht mit Holzresten in vollmarinem Siltstein in Ost-Hokkaido zeigt eine Abnahme der Sporomorphen, wobei allerdings eine kleine Zunahme (+35 %) der Farnsporen zu beobachten ist, die schon vor der Ablagerung des Tonsteins schon begonnen hat. Eine Verdreifachung der Kieferpollen in den hangenden Dan-Schichten könnte dahingehend interpretiert werden, dass die Vegetation einen offeneren Charakter als im Spät-Maastricht bekommen hatte, wodurch sich die sonnenliebende Kiefer ansiedeln konnte (SAITO et al. 1986) bzw. der Pollenferntransport erleichtert wurde (SPICER 1989a). Andererseits könnte dieses Phänomen aber auch nur eine Änderung in der Sedimentation andeuten, da Kiefernpollen bevorzugt in Gewässern mit geringer Strömung abgelagert werden. Für die Interpretation der japanischen Daten ist auch von Interesse, dass sich die floristischen Änderungen sowohl der Mega- als auch der Mikrofossilien auf den benachbarten Kurilen anscheinend in Erappen vollzogen haben (KRASSILOV 1995).

Südhemisphäre: Die Südhemisphäre war lange Zeit durch den Superkontinent Gondwanaland geprägt. Während der Kreide ist Gondwanaland zerfallen und auseinandergedriftet. Zur gleichen Zeit wurde durch die Öffnung des Südatlantiks eine Phase der Gebirgsbildung und des Vulkanismus auf der pazifischen Seite Amerikas eingeleitet, wobei sich die vulkanische Aktivität bis in die West-Antarktis fortgesetzt hat. Im Schatten dieses Vulkanbogens (Grahamland) liegt die winzige Seymour-Insel, die eine Schlüsselrolle für unsere Kenntnis über die K/T Grenze in der Südhemisphäre spielt. Die K/T Grenze, die durch eine Ir-Anreicherung und eine Dino-

flagellatenzonierung genau definiert ist, befindet sich in glauconithaltigen Schelfsedimenten (ASKIN & JACOBSON 1996), die gut erhaltene Sporomorphen liefern.

Während des späten Maastrichts war die Artenzusammensetzung besonders bei den Angiospermen sehr variabel. Zwei Vertreter der frostempfindlichen Bombacaceen (*Bombacacidites*†) kommen zum letzten Mal 59 m bzw. 43 m vor der K/T Grenze vor, während *Anacolsa*, eine Olacacee, die heute im tropischen und südlichen Afrika heimisch ist, ca. 27 m vor der Grenze erlischt. Auch die beiden *Beauprea*-Arten, eine Proteaceen-Gattung, die heutzutage in Neukaledonien vorkommt, überschreiten auf der Seymour-Insel die K/T Grenze nicht. Insbesondere in den obersten 5 m des Maastrichts findet eine starke Änderung der Artenzusammensetzung statt. Die Mannigfaltigkeit der Farne nahm hingegen geringfügig zu. In den letzten 35 m vor der K/T Grenze erscheinen nacheinander drei neue Farnarten (*Polyodiisporites speciosus*, *Dictyophyllidites concavus* und *Clavifera triplex*). Alle Farnpflanzen, die kurz vor der K/T Grenze vorhanden waren, finden sich auch im Dan, was auch für die Mehrzahl der Angiospermen gilt und gegen eine Katastrophe an der K/T Grenze spricht. Im Dan ist dieser Prozeß der Florenänderung ohne Unterbrechung weitergegangen.

Obwohl diese Ergebnisse einen Bolideinschlag nicht bestätigen, läßt sich aber ein Bolidszenario mit begrenztem Einfluß nicht ausschließen. Falls der Anprall während des nordhemisphärischen Sommers stattfand, wie JACK WOLFE (1991) meint, befanden sich die Pflanzen auf der Südhemisphäre in Folge der Finsternis gerade in ihrer Ruheperiode, und konnten so den „Nuklearwinter“ überleben. WOLFE (1991), der selbst ein Befürworter der Bolidentheorie ist, gibt aber zu, dass keine eindeutigen Anzeichen eines katastrophalen K/T Ereignisses auf der Südhemisphäre vorhanden sind.

In Australien sind alle spätkretazischen Gymnospermen bis ins Paläozän nachweisbar (MARTIN 1994). Es ist lediglich ein Rückgang in der Mannigfaltigkeit der Angiospermen im Dan feststellbar. Während ein Teil der Maastricht-Arten endgültig erlosch, verschwanden andere Arten nur für kürzere oder längere Zeit und erscheinen im Spät-Paläozän bzw. Eozän wieder. Im Laufe des Paläozäns nahm die Mannigfaltigkeit der Angiospermen wieder zu, ein Phänomen, das schon 1965 von WAYNE HARRIS beschrieben wurde. Über die Ursache dieses kurzfristigen Rückgangs kann nur spekuliert werden. In jedem Fall aber ist der floristische Umschwung nicht von katastrophalem Ausmaß, da er weniger ausgeprägt ist als die Veränderungen, die an den Apt/Alb- und Alb/Cenoman Grenzen stattgefunden haben (DOUGLAS 1994). Auch in Neuseeland sind die Florenänderungen an der K/T Grenze weniger ausgeprägt als in der Mittelkreide und an der Paläozän/Eozän Grenze. Es sind nur wenige Pflanzen ausgestorben und nur wenige Pflanzen (sämtlich Angiospermen) hinzugekommen.

Die Bedeutung der Veränderungen in der Vegetation

Wie man die oben skizzierten Veränderungen in der Vegetation interpretiert, ist in hohem Maße subjektiv. Befürworter der Bolidhypothese können auf den schnellen Umschwung der Vegetation in den Gebiete hinweisen, in denen die K/T Grenze deutlich definiert ist (Ir-Anreicherung, geschockter Quarz usw.). Die scheinbar allmählichen Veränderungen in der Pflanzenwelt in Regionen, in denen die Grenze nicht so genau lokalisiert ist, kann man auf verschiedene Weise erklären. Durch ihre unterschiedlichen Überlebensstrategien (Ruheperiode, Rhizome, Adventivsprosse, Samenbanken) sind Pflanzen möglicherweise nicht sehr gut geeignet, um katastrophale

Ereignisse von kurzer Dauer zu dokumentieren. Die Interpretation kann aber auch von der Art der Probennahme beeinflusst werden. Wenn die untersuchten Ablagerungen zeitlich weit auseinanderliegen, was manchmal bei Megafloren der Fall ist, hat man fast keine Chance ein kurzfristiges Ereignis nachzuweisen. Andererseits kann das Fehlen sprunghafter Veränderungen auch eine Folge von Bioturbation bzw. Umlagerung von den klastischen Sedimenten sein, wodurch die stratigraphische Verbreitung der Fossilien über eine längere Zeitzone vorgetäuscht wird. Wenn allerdings Kohlenproben verwendet werden (SPICER 1989a) oder Blattvergesellschaftungen untersucht werden, sind Umlagerung und Bioturbation fast zu vernachlässigen.

Für viele Paläontologen sind die dramatischen Ereignisse in SW-Nordamerika nur von lokaler Bedeutung. In anderen Gebieten hat angeblich eine eher „sanfte Revolution“ an der K/T Grenze stattgefunden. Die meist graduelle Veränderung der Floren und der Mangel an zuverlässigen Leitfossilien (die meisten sind nur lokal verwendbar) scheinen dies zu bestätigen. Die wenigen Ausnahmen, wie z.B. der schnelle floristische Wechsel im südchinesischen Nanxiong-Becken, können durch eine Schichtlücke erklärt werden. Falls diese Interpretation durch sedimentologische Untersuchungen ausgeschlossen werden sollte, müsste man annehmen, dass nicht nur ein sondern zwei katastrophale Ereignisse stattfanden: zunächst eine Veränderung in der Vegetation und dann ca. 207.500 Jahre später ein Aussterben der Dinosaurier. Man ist demnach gezwungen, den Einschlag von zwei Boliden zu fordern (WOLFE 1991). Dies ist selbstverständlich möglich, aber hierdurch verliert die alles umfassende „Ein-Bolidhypothese“ einen Teil ihres Reizes.

Wie oben erwähnt, ist das heterochrone Auftreten der arktotertiären Sippen in NO-Russland ebenfalls nicht mit der Bolidhypothese in Einklang zu bringen. Dieses Ereignis lässt sich viel einfacher durch eine Temperaturverringerung erklären. Dafür sprechen auch Hinweise, dass insbesondere in den Polgebieten das Klima um die K/T Wende etwas kühler wurde. Im Koryak-Hochland beispielsweise, wurden im späten Maastricht die immergrünen Koniferen (*Cryptomerites*†, *Elatocladus*†, *Sequoia*, *Taxites*†) und Cycadophyten (*Encephalartopsis*†, *Nilsonia*†) durch sommergrüne, arktotertiäre Elemente ersetzt. Auf ähnliche Weise hat ein allmähliches Aussterben frostepfindlicher Arten, z.B. Bombacaceen, Olacaceen und Proteaceen, kurz vor der K/T Grenze auf der Seymour-Insel stattgefunden. Die Jahresringe in den Hölzern aus dem Obermaastricht bis ins Unterdan von der Seymour-Insel sind zudem viel schmaler als in den Perioden vor und danach. Obwohl die Jahresringe schmaler sind, zeigen sie eine große Einförmigkeit, und falsche Jahresringe fehlen fast völlig, was nahelegt, dass die schmalen Jahrringe nicht durch Trockenheit sondern durch Kälte verursacht wurden (FRANCIS 1991). Die Abkühlung und eine Hebung der Kontinente am Ende der Kreide hatte zur Folge, dass die epikontinentalen Meere kleiner wurden. Es wird heute angenommen, dass der Meeresspiegel im Maastricht um 100 bis 250 m gesunken war (OFFICER & PAGE 1996). Dies hatte nicht nur katastrophale Folgen für die direkt betroffenen Schelfmeerbewohner, sondern infolge des Wegfallens der Tiefseeströmung, die durch das absinkende Salzwasser aus den warmen Schelfmeeren hervorgerufen wird, auch einen negativen Einfluß auf das Plankton, das von den aufsteigenden Nährstoffen abhängig ist (HALLAM & WIGNALL 1997). Allerdings sind als Folge der Meeresregression große Landflächen trocken gefallen, wodurch eine Kolonisierung durch terrestrische Vegetation möglich wurde. Dies ist eine Erklärungsmöglichkeit für den Aufschwung von Pionierpflanzen und die dicken Kohlenflöze, die um die K/T Grenze auftreten. Durch die Meeresregression nahm die Anzahl von Landbrücken zu, wodurch die Wanderung von Pflanzen und Landtieren erleichtert wurde. Eine Folge hiervon ist die Entstehung einer deutlich „kosmopolitischeren“ Vegetation um die K/T Wende.

Danksagung: Die Abbildungen sind mit Hilfe von Kai Uwe HOCHHAUSER und KHUM PAUDAYAL zustande gekommen. PD Dr. CH.-CH. HOFMANN und PD Dr. TH. SPECK danke ich für die Mühe, die sie sich mit meinem ursprünglichen Text gemacht haben.

Literatur

- ALVAREZ, L.W., ALVAREZ W., ASARO, F. & MICHEL, H.V. (1980): Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction. - *Science* 208, 1095-1108.
- ALVAREZ, W. (1997): *T. rex* and the crater of doom. – Princeton University Press (Princeton).
- ALVAREZ, W., ASARO, F. & MONTANARI, A. (1990): Iridium profile for 10 million years across the Cretaceous-Tertiary boundary at Gubbio (Italy). – *Science* 250, 1700-1702.
- ARCHIBALD, J.D. (1996): Dinosaur extinction and the end of an era. What the fossils say. – Columbia University Press (New York).
- ASKIN, R.A. & JACOBSON, S.R. (1996): Palynological change across the Cretaceous-Tertiary boundary on Seymour Island, Antarctica: environmental and depositional factors. – In: N.MACLEOD & G.KELLER (eds.), *Cretaceous-Tertiary mass extinctions: biotic and environmental changes*, 7-25. W.W. Norton & Company (New York-London).
- BHANDARI, N., SHUKLA, P.N., SHUKLA, A.D. & GHEVARIYA, Z.G. (1996): Multiple Ir-rich layers in the Anjar K/T section. – *Meteoritics* 31, A13.
- BOHOR, B.F. (1990): Shock-induced microdeformations in quartz and other mineralogical indications of an impact event at the Cretaceous-Tertiary boundary. – *Tectonophysics* 171, 359-372.
- COLOMBO, F. (1996): Stratigraphic and sedimentologic characteristics of the Cretaceous-Tertiary boundary in the Ager Basin, Lleida Province, northeastern Spain. – In: N.MACLEOD & G.KELLER (eds.), *Cretaceous-Tertiary mass extinctions: biotic and environmental changes*, 399-413. W.W. Norton & Company (New York-London).
- DIKOUMA, M., LANG, J., LAURIN, B., PASCAL, A. & SALARD-CHEBOLDAEFF, M. (1994): Biostratigraphy of some Maastrichtian and Paleocene formations in the Iullemedden Basin (southern Niger). – *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* 193, 55-79.
- DOUGLAS, J.G. (1994): Cretaceous vegetation: the macrofossil record. – In: R.S. HILL (ed.), *History of the Australian vegetation: Cretaceous to Recent*, 171-188. Cambridge University Press (Cambridge).
- ELLIOTT, W.C. (1993): Origin of the Mg-smectite at the Cretaceous/Tertiary (K/T) boundary at Stevns Klint, Denmark. – *Clays and Clay Minerals* 41, 442-452.
- FERGUSON, D.K. (1985): The origin of leaf-assemblages – new light on an old problem. – *Review of Palaeobotany and Palynology* 46, 117-188.
- FERGUSON, D.K., BURGH, J. v.D., CLAUSING, A., COLLINSON, M.E., FIELD, M.H., GEE, C.T., GOSSMANN, R., HOFMANN, C.C., JONES, T.P., KERP, H., SANDER, M. & TAYLOR, T.N. (1996): *Actuopalaeobotany – a taphonomic peep-show ?* – Summary of workshop discussions. – *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* 202, 149-158.
- FRANCIS, J.E. (1991): Palaeoclimatic significance of Cretaceous-early Tertiary fossil forests of the Antarctic Peninsula. – In: M.R.A. THOMSON, J.A. CRAME & J.W. THOMSON (eds.), *Geological evolution of Antarctica*, 623-627. Cambridge University Press (Cambridge).
- FREDERIKSEN, N.O. (1994): Paleocene floral diversities and turnover events in eastern North America and their relation to diversity models. – *Review of Palaeobotany and Palynology* 82, 225-238.
- GOLOVNEVA, L.B. (1995): Environmental changes and patterns of floral evolution during the Cretaceous-Tertiary transition in northeastern Asia. – *Paleontological Journal* 29, 36-49.
- HALLAM, A. (1987): End-Cretaceous mass extinction event: argument for terrestrial causation. – *Science* 238, 1237-1242.
- HALLAM, A. & WIGNALL, P.B. (1997): *Mass extinctions and their aftermath*. Oxford University Press (Oxford).
- HAMMEN, T. v.D. & WYMSTRA, T.A. (1964): A palynological study on the Tertiary and Upper Cretaceous of British Guiana. – *Leidse Geologische Mededelingen* 30, 183-241.
- HARRIS, W.K. (1965): Basal Tertiary microfloras from the Princetown area, Victoria, Australia. – *Palaeontographica Abt. B*, 115, 75-106.
- HILDEBRAND, A.R., PILKINGTON, M., CONNORS, M., ORTIZ-ALEMAN, C. & CHAVEZ, R.E. (1995): Size and structure of the Chicxulub crater revealed by horizontal gravity gradients and cenotes. – *Nature* 376, 415-417.

- HOLLANDER, D.J., MCKENZIE, J.A. & HSÜ, K.J. (1993): Carbon isotope evidence for unusual plankton blooms and fluctuations of surface water CO₂ in „Strangelove Ocean“ after terminal Cretaceous event. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 104, 229-237.
- IVANY, L.C. & SALAWITCH, R.J. (1993): Carbon isotopic evidence for biomass burning at the K-T boundary. – *Geology* 21, 487-490.
- JOHNSON, K.R., NICHOLS, D.J., ATTREP, M. & ORTH, C.J. (1989): High-resolution leaf-fossil record spanning the Cretaceous/Tertiary boundary. – *Nature* 340, 708-711.
- KAUFFMAN, E.G., UPCHURCH, G.R. & NICHOLS, D.J. (1990): The Cretaceous-Tertiary boundary interval at South Table Mountain, near Golden, Colorado. – In: E.G. KAUFFMAN & O.H. WALLISER (eds.), *Extinction events in Earth history*, 365-392. Springer-Verlag (Berlin).
- KELLER, G., LOPEZ-OLIVA, J.G., STINNESBECK, W. & ADATTE, T. (1997): Age, stratigraphy, and deposition of near-K/T siliciclastic deposits in Mexico: relation to bolide impact? – *Geological Society of America Bulletin* 109, 410-428.
- KRASSILOV, V.A. (1995): Models of plant and plant community evolution: Cretaceous-Paleocene transition examples. – *Paleontological Journal* 29, 1-21.
- KRING, D.A., MELOSH, H.J. & HUNTER, D.M. (1996): Impact-induced perturbations of atmospheric sulphur. – *Earth and Planetary Science Letters* 140, 201-212.
- LEROUX, H., ROCCHIA, R., FROGET, L., ORUE-ETXEBARRIA, X., DOUKHAN, J.-C. & ROBIN, E. (1995): The K/T boundary at Beloc (Haiti): compared stratigraphic distributions of the boundary markers. – *Earth and Planetary Science Letters* 131, 255-268.
- MARKEVICH, V.S. (1996): Evolution rates and palynological boundary. – *Acta Palaeontologica Sinica* 35, 248-258.
- MARTIN, H.A. (1994): Australian Tertiary phytogeography: evidence from palynology. – In: R.S. HILL (ed.), *History of the Australian vegetation: Cretaceous to Recent*, 104-142. Cambridge University Press (Cambridge).
- MÉON, H. (1991): Études sporopolliniques à la limite Crétacé-Tertiaire: la coupe du Kef (Tunisie nord-occidentale); Étude systématique, stratigraphie, paléogéographie et évolution climatique. – *Palaeontographica Abt. B*, 223, 107-168.
- MEYERHOFF, A.A., LYONS, J.B. & OFFICER, C.B. (1994): Chicxulub structure: a volcanic sequence of Late Cretaceous age. – *Geology* 22, 3-4.
- NICHOLS, D.J. (1990): Geologic and biostratigraphic framework of the non-marine Cretaceous-Tertiary boundary interval in western North America. – *Review of Palaeobotany and Palynology* 65, 75-84.
- OFFICER, C.B. (1992): The relevance of iridium and microscopic dynamic deformation features toward understanding the Cretaceous/Tertiary transition. – *Terra Nova* 4, 394-404.
- OFFICER, C.B. & DRAKE, C.L. (1985): Terminal Cretaceous environmental events. – *Science* 227, 1161-1167.
- OFFICER, C. & PAGE, J. (1996): *The great dinosaur extinction controversy*. – Addison-Wesley Publishing Company, Inc. (Reading, Mass.).
- OLSSON, R.K., MILLER, K.G., BROWNING, J.V., HABIB, D. & SUGARMAN, P.J. (1997): Ejecta layer at the Cretaceous-Tertiary boundary, Bass River, New Jersey (Ocean Drilling Program Leg 174AX). – *Geology* 25, 759-762.
- ORTH, C.J., GILMORE, J.S., KNIGHT, J.D., PILLMORE, C.L., TSCHUDY, R.H. & FASSETT, J.E. (1981): An iridium abundance anomaly at the palynological Cretaceous-Tertiary boundary in northern New Mexico. – *Science* 214, 1341-1343.
- POPE, K.O. (1997): Surface expression of the Chicxulub crater: reply. – *Geology* 25, 568.
- POPE, K.O., BAINES, K.H., OCAMPO, A.C. & IVANOV, B.A. (1994): Impact winter and the Cretaceous/Tertiary extinctions: results of a Chicxulub asteroid impact model. – *Earth and Planetary Science Letters* 128, 719-725.
- POPE, K. O., OCAMPO, A. C. & DULLER, C. E. (1991): Mexican site for K/T impact crater? – *Nature* 351, 105.
- RAMPINO, M.R. & REYNOLDS, R.C. (1983): Clay mineralogy of the Cretaceous-Tertiary boundary clay. – *Science* 219, 495-498.
- SAITO, T., YAMANOI, T. & KAIHO, K. (1986): End-Cretaceous devastation of terrestrial flora in the boreal Far East. – *Nature* 323, 253-255.
- SALAMI, M.B. (1984): Late Cretaceous and Early Tertiary palynofacies of southwestern Nigeria. – *Revista Española de Micropaleontología* 16, 415-423.
- SCHMITZ, B., ANDERSSON, P. & DAHL, J. (1988): Iridium, sulfur isotopes and rare earth elements in the Cretaceous-Tertiary boundary clay at Stevns Klint, Denmark. – *Geochimica et Cosmochimica Acta* 52, 229-236.

- SCHMITZ, B., KELLER, G. & STENVALL, O. (1992): Stable isotope and foraminiferal changes across the Cretaceous-Tertiary boundary at Stevns Klint, Denmark: arguments for long-term oceanic instability before and after bolide-impact event. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 96, 233-260.
- SCHURAYTZ, B.C., LINDSTROM, D.J., MARIN, L.E., MARTINEZ, R.R., MITTFELDELDT, D.W., SHARPTON, V.L. & WENTWORTH, S.J. (1996): Iridium metal in Chicxulub impact melt: forensic chemistry on the K-T smoking gun. – *Science* 271, 1573-1576.
- SHARPTON, V.L., DALRYMPLE, G.B., MARIN, L.E., RYDER, G., SCHURAYTZ, B.C. & URRUTIA-FUCUGAUCHI, J. (1992): New links between the Chicxulub impact structure and the Cretaceous/Tertiary boundary. – *Nature* 359, 819-821.
- SIGURDSSON, H., BONTÉ, P., TURPIN, L., CHAUSSIDON, M., METRICH, N., STEINBERG, M., PRADEL, P. & D'HONDT, S. (1991): Geochemical constraints on source region of Cretaceous/Tertiary impact glasses. – *Nature* 353, 839-842.
- SMIT, J. & HERTOGEN, J. (1980): An extraterrestrial event at the Cretaceous-Tertiary boundary. – *Nature* 285, 198-200.
- SMIT, J., MONTANARI, A., SWINBURNE, N.H.M., ALVAREZ, W., HILDEBRAND, A.R., MARGOLIS, S.V., CLAEYS, P., LOWRIE, W. & ASARO, F. (1992): Tektite-bearing, deep-water clastic unit at the Cretaceous-Tertiary boundary in northeastern Mexico. – *Geology* 20, 99-103.
- SONG, Z.-C. & HUANG, F. (1997): The boundaries between the southern Laurasian and northern Gondwana Provinces and the Aquilapollenites and Normapolles palynofloras in East Asia. – *Cretaceous Research* 18, 1-15.
- SPICER, R.A. (1989a): Plants at the Cretaceous-Tertiary boundary. – *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 325, 291-305.
- SPICER, R.A. (1989b): The formation and interpretation of plant fossil assemblages. – *Advances in Botanical Research* 16, 95-191.
- STETS, J., ASHRAF, A.R., ERBEN, H.K., HAHN, G., HAMBACH, U., KRUMSIEK, K., THEIN, J. & WURSTER, P. (1996): The Cretaceous-Tertiary boundary in the Nanxiong Basin (continental facies, southeast China). – In: N. MACLEOD & G. KELLER (eds.), *Cretaceous-Tertiary mass extinctions: biotic and environmental changes*, 349-371. W.W.Norton & Company (New York-London).
- STINNESBECK, W. & KELLER, G. (1996): Environmental changes across the Cretaceous-Tertiary boundary in northeastern Brazil. – In: N. MACLEOD & G. KELLER (eds.), *Cretaceous-Tertiary mass extinctions: biotic and environmental changes*, 451-469. W.W.Norton & Company (New York-London).
- SWEET, A.R. & BRAMAN, D.R. (1992): The K-T boundary and contiguous strata in western Canada: interactions between paleoenvironments and palynological assemblages. – *Cretaceous Research* 13, 31-80.
- TSCHUDY, R.H. & TSCHUDY, B.D. (1986): Extinction and survival of plant life following the Cretaceous/Tertiary boundary event, Western Interior, North America. – *Geology* 14, 667-670.
- VENKATESAN, M.I. & DAHL, J. (1989): Organic geochemical evidence for global fires at the Cretaceous/Tertiary boundary. – *Nature* 338, 57-60.
- WANG, D.-N., SUN, X.-Y. & ZHAO, Y.-N. (1990): Late Cretaceous to Tertiary palynofloras in Xinjiang and Qinghai, China. – *Review of Palaeobotany and Palynology* 65, 95-104.
- WOLBACH, W.S., GILMORE, I., ANDERS, E., ORTH, C.J. & BROOKS, R.R. (1988): Global fire at the Cretaceous-Tertiary boundary. – *Nature* 334, 665-669.
- WOLFE, J.A. (1991): Palaeobotanical evidence for a June 'impact winter' at the Cretaceous/Tertiary boundary. – *Nature* 352, 420-423.
- WOLFE, J.A. & UPCHURCH, G.R. (1986): Vegetation, climatic and floral changes at the Cretaceous-Tertiary boundary. – *Nature* 324, 148-152.
- WOLFE, J. A. & UPCHURCH, G. R. (1987): Leaf assemblages across the Cretaceous-Tertiary boundary in the Raton Basin, New Mexico and Colorado. – *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 84, 5096-5100.

(Ein ausführliches Literaturverzeichnis ist beim Autor erhältlich.)

(Am 15. Dezember 2000 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	4	875 – 893	2001	Freiburg im Breisgau 12. Juli 2001
--	---------	---	-----------	------	---------------------------------------

Die Wuchsform „Liane“ – strukturelle Voraussetzungen für eine erfolgreiche Einnischung als Kletterpflanze

von

THOMAS SPECK, Freiburg & NICHOLAS P. ROWE, Montpellier*

Zusammenfassung: Morphologische und anatomische Charakteristika rezenter nicht-selbsttragender Wuchsformtypen (Lianen, Wurzelkletterer, Hemiepiphyten, Würgefeigen) und Spreizklimmer werden vorgestellt und im Zusammenhang mit ihrer funktionellen Bedeutung für die mechanischen und hydraulischen Eigenschaften dieser Pflanzen diskutiert. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf den Merkmalen, die auch bei fossilem Pflanzenmaterial leicht überprüft werden können und somit eine Vorauswahl vielversprechender Pflanzen für die komplexe und zeitaufwendige biomechanische Analyse erlauben.

Summary: Morphological and anatomical characteristics of extant non-self-supporting growth forms (lianas, root-climbers, hemiepiphytes, strangling figs) and semi-self-supporters are presented and discussed in relation to their importance for mechanical and hydraulic functioning. Special emphasis is placed on features that can be easily verified in fossil plant material thereby allowing a pre-selection of promising plants for more complex and time-consuming biomechanical analyses.

Einführung

In der heutigen Vegetation finden sich Lianen von wenigen Ausnahmen abgesehen nur unter den Angiospermen. Die einzigen Nicht-Angiospermen, die heute als kletternde, holzige Lianen angesprochen werden können, sind einige Arten der Gattung *Gnetum*. Beispiele sind *Gnetum urens*, eine Art, die in den Tieflandregenwäldern des nördlichen Südamerikas mächtige Lianen bildet und die beiden kleiner bleibenden afrikanischen Arten *Gnetum africanum* und *Gnetum bucholtzianum*. Andererseits ist der Wuchsformtyp Liane innerhalb der Angiospermen in vielen Entwicklungslinien unabhängig voneinander im Laufe der Evolution entstanden; hat sich also in konvergenter Weise in einer Vielzahl von nicht näher verwandten Angiospermengruppen evoluiert (GENTRY 1991, SPECK & ROWE 1999a). Betrachtet man die nicht vollständig selbsttragende kletternde Wuchsform in ihrer weitesten Definition, d.h. inklusive wurzelkletternden Pflanzen, Hemiepiphyten und Spreizklimmer, zeigt sich nach Untersuchungen von GENTRY (1991), daß nicht-selbsttragende Pflanzen in mindestens 133 Familien der Angiospermen auftreten. Geht man von ca. 390 Angiospermenfamilien aus, so finden sich in mehr als einem Drittel der Familien

* Anschriften der Verfasser: PD Dr. TH. SPECK, Botanischer Garten der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Schänzlestr. 1, D-79104 Freiburg;
DR. N.P. ROWE, Laboratoire de Paléobotanique, Institute des Sciences de l'Evolution, Université de Montpellier 2, Place Eugène Bataillon, F-34095 Montpellier, Cedex 5

nicht-selbsttragende Wuchsformen. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß es auch innerhalb einzelner Familien mehrfach unabhängig zur Evolution nicht-selbsttragender Wuchsformen gekommen sein kann. Die hierbei verwendete Zusammenfassung aller nicht vollständig selbsttragender Wuchsformen erscheint jedoch sowohl funktionell als auch ökologisch wenig sinnvoll. Bereits im Jahre 1912 hat H. SCHENCK in seinem im Handbuch der Naturwissenschaften erschienenen Artikel über nicht-selbsttragende Kletterpflanzen zwischen Spreizklimmern, Rankenpflanzen, Windepflanzen und Wurzelkletterern unterschieden. Diese Einteilung erweist sich auch nach unseren Untersuchungen der Biomechanik und der Anatomie als funktionell und ökologisch sinnvoll (SPECK 1994a; SPECK & ROWE 1999a). Sowohl Spreizklimmer und Wurzelkletterer, als auch – die von SCHENCK nicht getrennt aufgeführten – Hemiepiphyten lassen sich bezüglich ihrer Wuchsform und der mechanischen Eigenschaften ihrer Achsen eindeutig von echten Lianen, d.h. Ranke- und Windepflanzen, unterscheiden.

Spreizklimmer

Spreizklimmer, wie einige südamerikanische *Strychnos*-Arten (Abb. 1, Tafel 1), sind dadurch gekennzeichnet, daß sie während einer mehr oder weniger langen Jugendphase annähernd selbsttragend wachsen, aber nur sehr geringe Sicherheitsfaktoren gegen mechanisches Versagen besitzen. In älteren Ontogeniestadien sind Spreizklimmer nicht mehr vollständig selbsttragend. Sie können ihre aufrechte Wuchsform nur beibehalten, indem sie sich – häufig ohne spezielle Verankerungsstrukturen – auf andere Pflanzen auflehnen. Mechanische Untersuchungen zeigen, daß Spreizklimmer während der gesamten Ontogenie eine annähernd konstante mechanische Effektivität besitzen, d.h. das Biegeelastizitätsmodul und das Torsionsmodul ihrer Achsen nimmt im Verlauf der Ontogenie weder eindeutig zu noch ab (Abb. 2) (SPECK & ROWE 1999a, 1999b, ROWE & SPECK 1998). Die anatomische Ursache für dieses „mechanisch neutrale Verhalten“ sind die in allen Ontogeniestadien nahezu konstanten Anteile aller Achsengewebe.

Spreizklimmer gibt es außer bei Angiospermen auch bei Farnen. Beispiele sind *Gleichenia linearis*, die in den Tropen dichte „Verhaue“ an gestörten Standorten bilden kann (Abb. 3, Tafel 1), und der Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*). Auch unter den rezenten Bärlappgewächsen mit *Lycopodiella cernua* (ROWE & SPECK 1997, 1998) und den rezenten Schachtelhalmen finden sich spreizklimmende Arten (SPECK et al. 1996, 1998). Ein besonders eindrucksvolles Beispiel ist der Brasilianische Riesenschachtelhalm (*Equisetum giganteum*), der eine Höhe von bis zu 5 m erreichen kann (SPATZ et al. 1998).

Wurzelkletterer

Wurzelkletterer, wie der Efeu oder einige tropische Araceen- und *Piper*-Arten, sind fast während der gesamten Ontogenie eng mit ihrem Trägerbaum verbunden, da bereits die jungen Triebe mit Adventivwurzeln an der Trägerstruktur verankert sind (Abb. 4a, Tafel 1). Auch sie unterscheiden sich hinsichtlich der im Verlaufe der Ontogenie zu beobachtenden Veränderungen der Achsenmechanik und Anatomie eindeutig von echten Lianen. So zeigen Achsen von Efeu (*Hedera helix*) in allen mit Wurzeln an der Trägerstruktur verankerten Bereichen eine hohe und entlang der Achsen annähernd konstante Biege- und Torsionsflexibilität (GARTNER & ROWE 2000). Lediglich die unbewurzelten Suchertriebe und die im Kronenbereich von

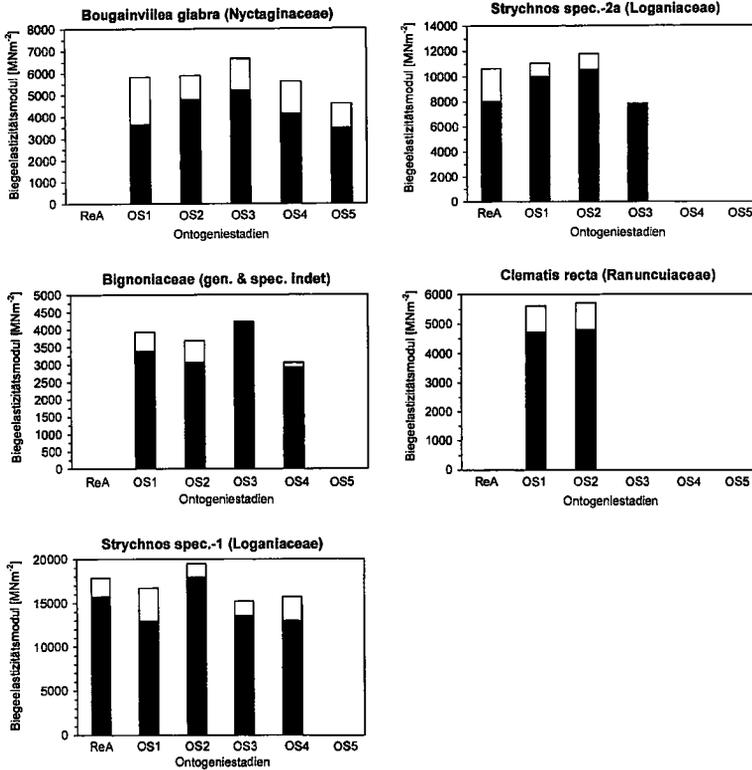


Abb. 2: Ontogenetische Veränderung des Biegeelastizitätsmoduls der Achsen von 4 verholzenden und einer staudigen Spreizklimmerart (*Clematis recta*). Die Ontogeniestadien OS1 bis OS5 repräsentieren zunehmend ältere Ontogeniestadien. Als reiterative Achsen (ReA) werden an alten, basalen Stammbereichen gebildete Neutriebe bezeichnet. Bezeichnend für die spreizklimmende Wuchsform ist, daß die Biege- und die Torsionselastizitätsmoduli der Achsen im Verlaufe der Ontogenie annähernd konstant bleiben.

Efeu gebildeten orthotropen, selbsttragenden Äste besitzen deutlich höhere Elastizitätsmoduli. Dies läßt sich dadurch erklären, daß Wurzelkletterer in allen bewurzelten Ontogeniestadien eng mit der Trägerpflanze verankert sind und somit weder ihr Eigengewicht tragen müssen, noch mechanischen Beanspruchungen durch Wind ausgesetzt sind. Lediglich die jüngsten apikalen Bereiche von kletternden Achsen besitzen etwas höhere Elastizitätsmoduli als die bereits mit Wurzeln an der Trägerstruktur verankerten älteren Achsenabschnitte. Durch die so erhöhte Biegesteifigkeit bleiben auch die jüngsten Achsenbereiche nahe an der Oberfläche vertikaler Trägerstrukturen, an denen sie sich später mit Wurzeln verankern (GARTNER & ROWE 2000). Ebenfalls zu den Wurzelkletterern lassen sich solche Farnarten stellen, die mit ihren bewurzelten Rhizomen klettern. Beispiele sind die Gattungen *Davallia*, *Phlebodium* und sogar einige der zu den Hautfarnen zählenden *Trichomanes*-Arten (Abb. 4b, Tafel 1).

Hemiepiphyten und „Würgefeigen“

Die dritte Gruppe nicht-selbsttragender Pflanzen sind die Hemiepiphyten. Sie beginnen ihr Wachstum als Epiphyten, wenn ihre meist durch Vögel transportierten Samen in den Astgabeln hoher Urwaldbäume keimen (PUTZ & HOLBROOK 1986, RICHARDS 1996). Diese Pflanzen, zu denen viele Araceen sowie einige *Ficus*- und *Clusia*-Arten zählen, bilden positiv geotrope Luftwurzeln aus, wie sie in Abbildung 5 am Beispiel eines Vertreters der Gattung *Clusia* zu sehen sind (Abb. 5a, Tafel 3). Diese Wurzeln sind extrem flexibel sowohl bezüglich Biegung als auch hinsichtlich Torsion, wodurch den durch die Bewegung des Trägerbaums im Wind ausgelösten Belastungen nachgegeben werden kann. Andererseits ist die strauchförmige Krone der Hemiepiphyten oft relativ biegesteif, wodurch es den Pflanzen möglich ist, ihre Äste durch die Krone des Trägerbaums ans Licht zu recken. Einen Spezialfall der Hemiepiphyten stellen die sogenannten Würgefeigen dar, die meist zu den Gattungen *Ficus*, *Clusia* oder *Schefflera* gehören. Bei ihnen verläuft die anfängliche Entwicklung in gleicher Weise wie bei normalen Hemiepiphyten. Wenn die Wurzeln den Boden erreicht haben, verzweigen sie sich, anastomosieren und schließen den Stamm des Trägerbaums in ein dichtes Netzwerk ein (Abb. 5b, Tafel 3). In dieser Entwicklungsphase werden die Wurzeln zunehmend steifer und bilden schließlich ein extrem stabiles Netzwerk um den Stamm des Trägerbaums. Schließlich stirbt der Trägerbaum ab und die Würgefeige übernimmt als unabhängiger Baum mit hohlem Stamm den Platz des Trägerbaums (SCHIMPER 1888, RICHARDS 1996, KILIAN, FOURNIER & SPECK unveröff. Daten). Parallel zur Versteifung der Wurzeln, bilden sich in der immer größer werdenden Krone der Würgefeige – wie für Bäume charakteristisch – flexible Endverzweigungen aus, die sich bei Wind abbiegen und so die Segelfläche der Krone reduzieren.

Auch bei den Hemiepiphyten und Würgefeigen sind die strukturellen und mechanischen Veränderungen deutlich von denen der anderen nicht vollständig selbsttragenden Pflanzen verschieden, was eine Abgrenzung als eigenen Lebensformtyp rechtfertigt.

„Echte“ Lianen

Echte nicht-selbsttragende Lianen (Abb. 6, Tafel 2), die im Zentrum der folgenden Ausführungen stehen, sind ebenfalls durch spezifische Veränderungen der Achsenstruktur und Achsenmechanik im Verlauf der Ontogenie charakterisiert. Untersuchungen an rezenten Lianenarten aus verschiedenen Verwandtschaftskreisen der Angiospermen und der Gattung *Gnetum* wurden verwendet, um eine Liste von Struktureigenschaften zusammenzustellen, die die Voraussetzung für ein Wachstum als nicht-selbsttragende Liane darstellen und – sozusagen als „Checkliste“ – für eine Prüfung herangezogen werden können, ob es sich bei einer fossilen Pflanze um eine echte Liane gehandelt haben kann.

Solche charakteristischen Eigenschaften betreffen vor allem Verankerungsstrukturen, Achsenmorphologie und Achsenstruktur, deren Veränderung in der Ontogenie, sowie die damit gekoppelten mechanischen Eigenschaften, und die Ausgestaltung und Größe der Wasserleitelemente.

Betrachtet man zunächst die für nicht-selbsttragende Lianen entscheidende Frage der Verankerung an der Trägerpflanze, so zeigt sich, daß bereits H. SCHENCK (1912) zwischen zwei großen Gruppen von Lianen, den Windepflanzen und den Rankenpflanzen unterscheidet.

Verankerungsstrukturen – windende Lianen

Windenden Lianen stellen in der heutigen Vegetation die bei weitem wichtigste Gruppe nicht-selbsttragender Pflanzen dar (Abb. 7a, Tafel 3). Zum Winden kommt es, wenn die eine kreisende Circumnutationsbewegung ausführenden apikalen Triebenden Kontakt mit eine Stützstruktur bekommen, die sie umwinden können. Morphologisch lassen sich windende Achsen häufig daran erkennen, daß sie auf der dem Trägerbaum zugewandten Seite abgeflacht sind (Abb. 7b, Tafel 3). Diese Abflachung findet sich jedoch nicht bei den Achsen aller windenden Lianen und kann außerdem auch bei am Boden kriechenden Achsen beobachtet werden, so daß sie kein sicheres Merkmal für eine lianenartig-windende Wuchsform darstellt. Außer unter den Angiospermen finden sich windende Pflanzen in der heutigen Vegetation auch bei der Gattung *Gnetum* und bei einigen Farnen, die mit ihrer windenden Blattrhachis klettern. Beispiele für windende Farnpflanzen sind *Blechnum volubile* und *Lygodium japonicum* (Abb. 8), dessen windende Wedelblätter bis zu 30 m lang werden können.



Abb. 8: *Lygodium japonicum*, ein mit seinen Wedelblättern kletternder Farn (Botanischer Garten Freiburg).



Abb. 1: Achsengewirr einer spreizklimmenden *Strychnos*-Art und anderer Pflanzenarten (Französisch Guyana, Camp Piste St. Elie).



Abb. 3: Dichter, mehr als 6 m hoher Bestand des als Spreizklimmer wachsenden Farns *Gleichenia linearis* am Rand der Piste St. Elie (Französisch Guyana).



Abb. 4: (a) Efeu (*Hedera helix*), ein verholzender Wurzelkletterer der gemäßigten Klimazonen (Freiburg).



Abb. 4: (b) *Trichomanes* sp., ein Wurzelkletterer aus der Familie der Hautfarngewächse (Hymenophyllaceae) (Französisch Guyana, Camp Piste St. Elie).



Abb. 6: Lianenreicher Tieflandregenwald in Französisch Guyana (nahe Camp Piste St. Elie).



Abb. 5: (a) Extrem flexible Luftpfeuern einer hemiepiphytischen *Clusia*-Art.



Abb. 5: (b) Netzwerk der Wurzeln einer Würgefeige um den Stamm eines Trägerbaums (Französisch Guyana, Camp Paracou).



Abb. 7: *Condylocarpon guianense* (Camp Piste St. Elie, Französisch Guyana), (a) vom Trägerbaum „abgerutscher“ winder Stammabschnitt.



Abb. 7: (b) Stammquerschnitte eines frei hängenden Stammabschnitts (rund) und eines um den Trägerbaum gewundenen Stammbereichs (in Richtung Trägerbaum abgeflacht).



Abb. 11: (a) Steife Suchertriebe bei der ostasiatischen Liane *Fallopia aubertii*, die Distanzen bis zu mehreren Metern überbrücken können (Botanischer Garten Freiburg).



Abb. 11: (b) extrem flexible, basale Stammbereiche bei *Bauhinia guianensis* agg. (Aufnahme, F. Gallenmüller; Camp Piste St. Elie, Französisch Guyana).

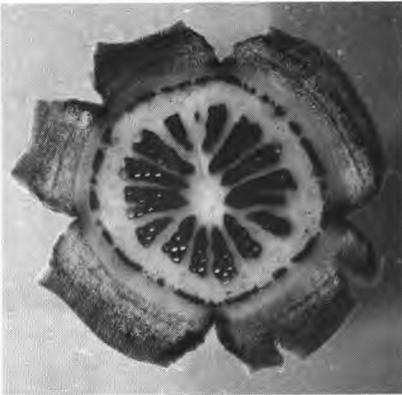


Abb. 14: (a) Querschnitt durch eine alte, biege- und torsionsflexible Achse von *Aristolochia brasiliensis*. Charakteristisch für Lianen ist der stark fragmentierte zentrale Holzkörper, dessen Holzsegmente durch breite parenchymatische Markstrahlen getrennt sind und viele großlumigen Tracheen besitzen. Ein weiteres, bei manchen Lianenarten auftretendes Merkmal ist die Ausbildung eines mächtigen, korkartigen Periderms in der Achsenperipherie.

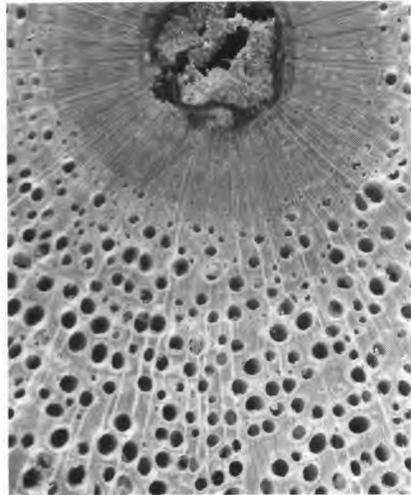


Abb. 14: (b) Querschnitt durch einen flexiblen Stammbereich von *Condylocarpon guianense*. Auffällig sind die nur im äußeren flexiblen Holztyp auftretenden extrem großlumigen Tracheen, die im inneren steifen Holztyp, der in der selbsttragenden Wuchsphase gebildet wurde, fehlen.

Verankerungsstrukturen – rankende Lianen

Rankende Lianen verankern sich an ihren Trägerpflanzen indem sich die jungen Rankenorgane ausgelöst durch einen Berührungsreiz krümmen und die Trägerstruktur schraubig umwachsen. Je nach Pflanzenart und Rankenstruktur können hierbei thigmonastische und thigmotropische Krümmungen unterschieden werden (ZIEGLER 1998, WEILER 2000). Die Spitzen der jungen Ranken führen vor dem Kontakt mit einer Verankerungsstruktur vielfach ebenfalls kreisende, autonome „Suchbewegungen“ (Circumnutationen) aus. Nach dem morphologischen Charakter der Rankenorgane unterscheidet man Blatt- und Sproßranker, wobei diese beiden Gruppen entsprechend der genauen morphologischen Wertigkeit der Rankenorgane weiter unterteilt werden können. Manche Ranken zeigen ein uhrfederartiges Aussehen (Abb. 9a), wobei häufig mechanisch günstige Umkehrungen der Schraubenrichtung auftreten (vgl. СРЕСК, KRINGS & КЕРП 2000). Andere Lianenranken ähneln hingegen eher Hakenstrukturen (Abb. 9b). Solche Haken entstehen vor allem aus umgewandelten Sproßorganen. Aber auch gekrümmte Stachel- und Hakenstrukturen sind keine eindeutigen Hinweise auf eine „echt lianenartige Wuchsform“, da auch bei Spreizklimmern an den Blättern und Achsen Stacheln und Häkchen sowie an den Triebenden Haken gefunden werden können, die die Verankerung an der Trägerpflanze verbessern. Typische Beispiele hierfür sind die von vielen spreizklimmenden Rotangpalmen gebildeten Haken, oder die Verankerungshaken einer spreizklimmenden südamerikanischen *Strychnos*-Art.



Abb. 9: Verankerungsstrukturen kletternder Lianen, (a) Uhrfederranken.



Abb. 9: (b) Hakenstrukturen.

Achsenmorphologie

Verglichen mit selbsttragenden Pflanzen sind die Stämme von Lianen oft sehr dünn und zeigen über einen langen Stammbereich nur eine geringe Verjüngung. Dies ist exemplarisch in Abbildung 10 zu sehen, welche den Stamm eines Parakautschukbaums (*Hevea brasiliensis*) und einer gleich alten *Aristolochia grandiflora* zeigt. Aber auch hier muß gesagt werden, daß im Verhältnis zur Stammlänge geringe Achsendurchmesser und Stämme mit geringen Verjüngungen auch bei spreizklimmenden Arten häufig auftreten. Und auch bei selbsttragenden Formen ohne sekundäres Dickenwachstum, wie Palmen oder Bambus finden sich häufig sehr schlanke, dünne Stämme.

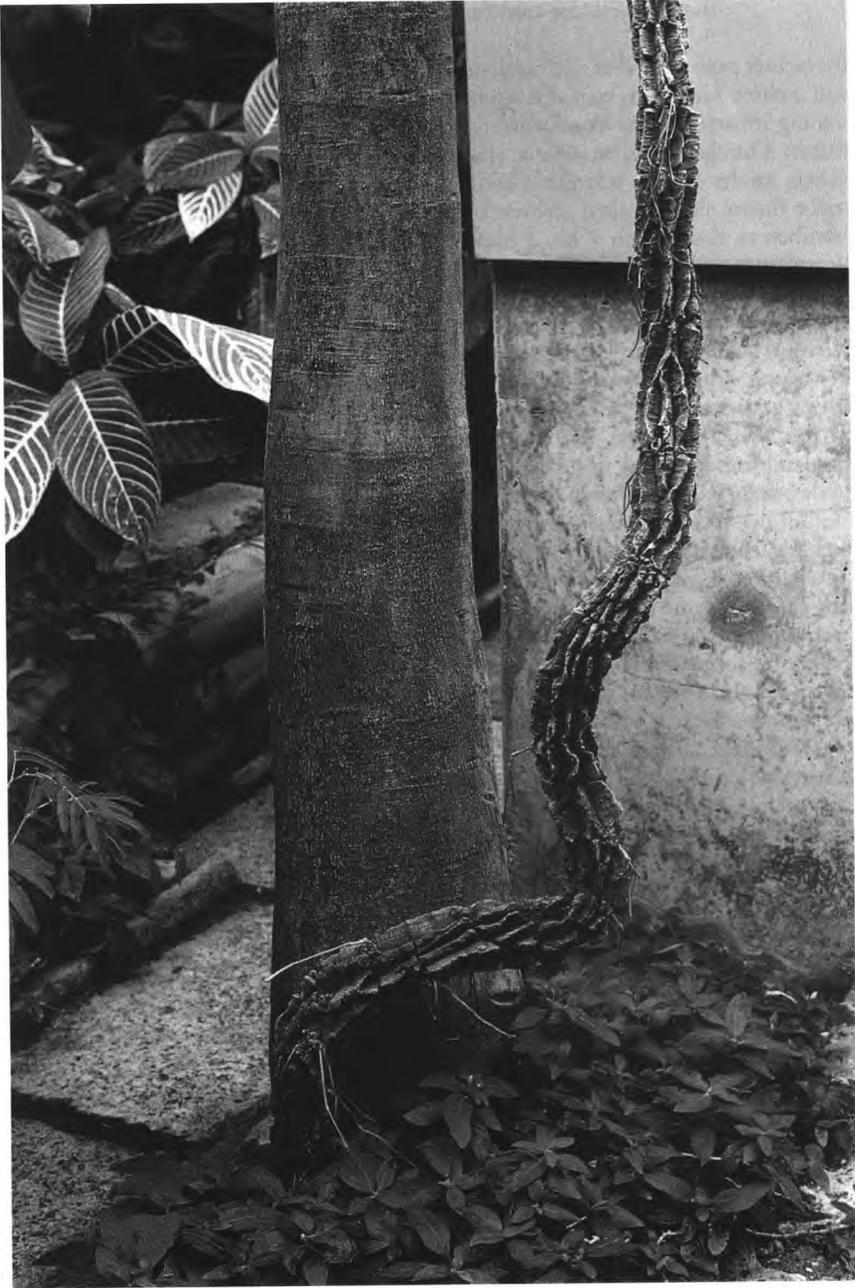


Abb. 10: Unterschiede in Stammdurchmesser und Stammverjüngung zwischen einer Liane (*Aristolochia grandiflora*) und einem Parakautschukbaum (*Hevea brasiliensis*), die annähernd gleich alt sind (Botanischer Garten Freiburg).

Biomechanische und funktionelle Anatomie der Achsen

Betrachtet man nun aber die mechanischen Eigenschaften und die Achsenstruktur von „echten Lianen“ zeigen sich eindeutige Unterschiede zu den anderen nicht vollständig selbsttragenden Wuchsformtypen. Für Lianen ist es von Selektionsvorteil, in frühen Ontogeniestadien relativ steif zu sein, bis sie eine Stützstruktur erreicht haben, an der sie sich verankern können. Solche biege- und torsionssteifen Suchertriebe finden sich bei allen „echten Lianen“ (Abb. 11a, Tafel 4). Diese Suchertriebe erlauben es den Lianen 1 bis 2 Meter weite Distanzen zu überbrücken und neue Verankerungsstrukturen zu finden. In späteren Ontogeniestadien, wenn sie bereits an einer Trägerpflanze verankert sind, ist es für Lianen von Selektionsvorteil, wenn ihre Achsen eine gewisse Biege- und Torsionsflexibilität besitzen (Abb. 11b, Tafel 4). Hierdurch können sie den durch direkt wirkende Windkräfte oder indirekt über Bewegung ihrer Trägerbäume hervorgerufenen Biege- und Torsionskräften bis zu einem gewissen Grad flexibel ausweichen.

Bei Lianen können im Verlauf der Ontogenie Verringerungen des Biegeelastizitätsmoduls und des Torsionsmoduls bis auf 5 % der bei jungen Achsen gemessenen Werte auftreten (Abb. 12). Trägt man die Mittelwerte der Elastizitätsmoduli der verschiedenen Ontogeniestadien auf, zeigt sich, daß es bei allen untersuchten Lianenarten – ausgehend von relativ steifen jungen Achsen – zu einer drastischen Verringerung des Biegeelastizitätsmoduls und des Torsionsmoduls im Verlauf der Ontogenie kommt, d.h. die Lianenachsen werden mit zunehmendem Alter immer flexibler.

Für paläobotanische Untersuchungen ist vor allem interessant, welche anatomischen Veränderungen der beobachteten drastischen Abnahme des Biege- und Torsionselastizitätsmoduls bei Lianen aus verschiedenen systematischen Gruppen zugrunde liegen. Bei allen untersuchten rezenten Lianen nimmt der Beitrag der biegesteifen Gewebe, d.h. des Sklerenchyms und Kollenchyms oder des biegesteifen Holzes im Verlaufe der Ontogenie signifikant ab. Bei einigen Lianen, wie z.B. allen einheimischen Arten, wird die hohe Biege- und Torsionssteifigkeit junger Ontogeniestadien durch geschlossene periphere Ringe aus Sklerenchym und/oder Kollenchym hervorgerufen (Abb. 13a-d). Die Abnahme des Biege- und Torsionselastizitätsmoduls der Gesamtachse im Verlauf der Ontogenie ist korreliert mit einer zunehmenden Fragmentierung dieser Kollenchym- und Sklerenchymringe und einer starken Abnahme des Anteils dieser beiden biegesteifen Gewebe. Andere Lianenarten, wie z.B. alle untersuchten großwüchsigen Regenwaldlianen, bilden in jungen Ontogeniestadien einen dichten, mechanisch sehr stabilen Holztyp aus, welcher die hohe Biegesteifigkeit der jungen Achsen bedingt (Abb. 13e-h). Der Anteil dieses biegesteifen Holztyps verringert sich im Verlauf der Ontogenie drastisch. Der in späteren Ontogeniestadien nach der Verankerung an einer Trägerpflanze gebildete flexible Holztyp besitzt bei allen Arten viele, sehr großlumige Gefäße und mächtige Markstrahlen.

Darüber hinaus sind alte Lianenstämme oft tief eingebuchtet und häufig auch segmentiert, wie man in Abbildung 13 am Beispiel von *Passiflora glandulifera* sieht. Diese auf „anomales sekundäres Dickenwachstum“ zurückzuführende Segmentierung des Holzkörpers findet sich in vielen alten Stämmen holziger Lianen-Arten (CABALLÉ 1993, SPECK, ROWE & SPATZ 1996). Durch die Aufgliederung der Holzkörpers in isolierte „Kabel“, zwischen denen sich breite Holzstrahlen aus nicht-lignifiziertem Parenchym befinden, wird die Biege- und Torsionsflexibilität drastisch erhöht, da die Holzstränge bis zu einem gewissen Grad gegeneinander gleiten können.

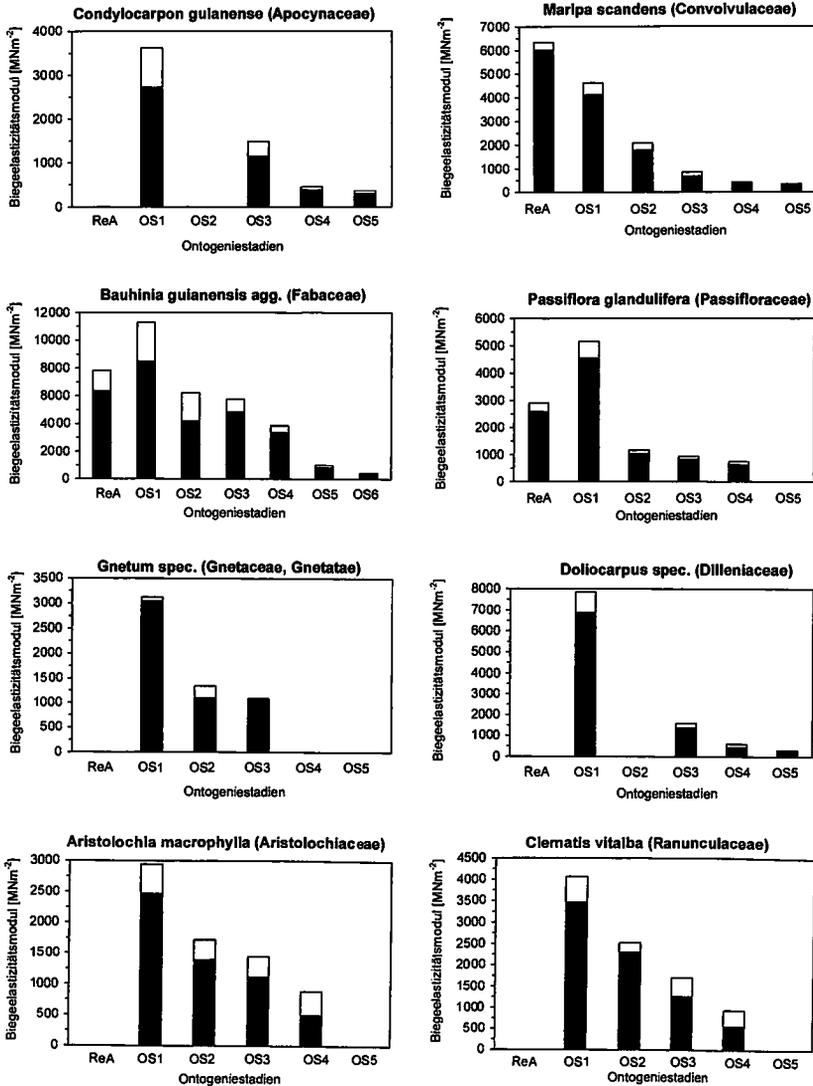


Abb. 12: Ontogenetische Veränderung des Biegeelastizitätsmoduls der Achsen von 8 Lianenarten. Die Ontogeniestadien OS1 bis OS6 repräsentieren zunehmend ältere Ontogeniestadien. Als reiterative Achsen (ReA) werden an alten, basalen Stammbereichen gebildete Neutriebe bezeichnet. Typisch für die nicht-selbsttragende lianenartige Wuchsform ist, daß die Biege- und die Torsionselastizitätsmoduli der Achsen im Verlaufe der Ontogenie drastisch abnehmen.

Ein weiteres bei vielen Lianen in alten Ontogeniestadien auftretendes Charakteristikum ist die Bildung eines mächtigen, flexiblen Periderms, wie man es unter anderem bei *Aristolochia brasiliensis* findet (Abb. 14a, Tafel 4). Die Funktion dieses korkartigen Abschlußgewebes ist noch nicht eindeutig geklärt. Es wird aber diskutiert, daß es als eine Art Stoßdämpfer Verletzungen der Lianenachse verhindert,

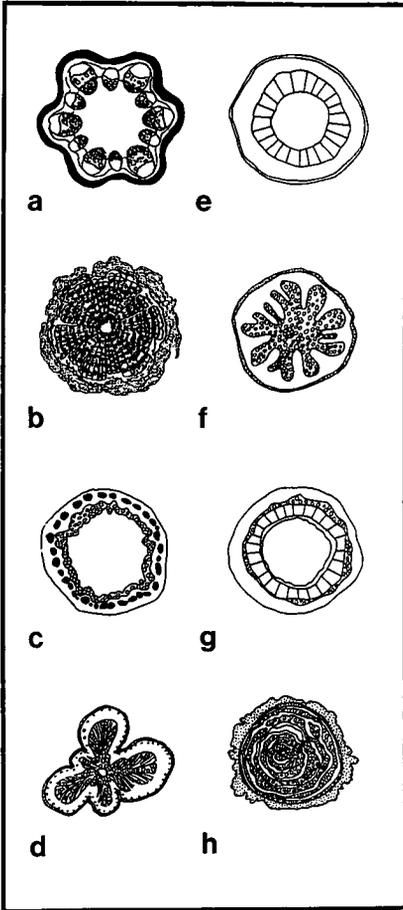


Abb. 13: Ontogenetische Veränderung der Achsenanatomie bei Lianen; Gewebeanordnung von innen nach außen, Mark (zentrale weiße Fläche), dichtes, biegesteifes Holz (schraffiert), lockeres, biegeflexibles Holz (mit kleinen Kreisen markierte Fläche), parenchymatische innere Rinde inklusive Phloem (äußere weiße Flächenbereiche), sklerenchymatische Rindenbereiche (schwarz), äußere Rinde und Borke (gepunktet). Alle Querschnitte sind zur besseren Vergleichbarkeit in gleicher Größe dargestellt, der reale Durchmesser ist in Klammer angegeben. (a-d) Lianen, die in jungen Ontogeniestadien hauptsächlich durch sklerenchymatische Rindengewebe stabilisiert sind. (a, b) Waldrebe (*Clematis vitalba*), (a) einjährige Achse (mittlerer Durchmesser, 4,4 mm), (b) siebenjährige Achse (24,6 mm); (c, d) Passionsblume (*Passiflora glandulifera*), (c) junge Achse (3,9 mm), (d) alte Achse (mittlerer Durchmesser, 20,1 mm); (e-h) Lianen, die in jungen Ontogeniestadien hauptsächlich durch dichtes, biegesteifes Holz stabilisiert sind, (e, f) *Condylocarpon guianense*, (e) junge Achse (3,8 mm), (f) alte Achse (37,0 mm); (g, h) *Maripa scandens*, (g) junge Achse (4,8 mm), (h) alte Achse (22,5 mm) (verändert nach SPECK, ROWE & SPATZ 1996).

wenn diese durch Bewegungen des Trägerbaums gegen diesen schlägt bzw. an diesem scheuert. Möglicherweise trägt dieses Gewebe aber auch zu der bei Lianen sehr ausgeprägten Energiedissipation („Stoßdämpferwirkung“) bei (SPECK, ROWE & SPATZ 1996, SPECK & SPATZ 2001).

Ebenfalls typisch – vor allem für das in älteren Ontogeniestadien von Lianen gebildete Holz – sind die sehr großen Gefäße (Abb. 14b, Tafel 4). Die Gefäße von Lianen können einen Durchmesser von bis zu 700 µm erreichen und über eine Länge von mehr als 5m keine Querwände besitzen. Lianen müssen mit einem sehr kleinen Stammdurchmesser und häufig über sehr lange Strecken eine oft recht große belaubte Kronenregion mit Wasser versorgen, was durch einige Zahlen deutlich wird:

- Die Stämme mancher tropischer Lianen können mehrere hundert Meter lang werden.
- Der Stammdurchmesser von Lianen ist verglichen mit der zu versorgenden Krone oft sehr gering. So wurde bei einem von uns vermessenen Individuum der windenden Lianenart *Condylocarpon guianense* eine reich verzweigte und beblätterte Krone mit ca. 10 m Kronendurchmesser von einem 35m langen Stamm mit einem Basisdurchmesser von 3,8 cm versorgt (ROWE & SPECK 1996, SPECK & ROWE 1999a).

Wie wichtig für eine ausreichende Wasserversorgung die Größe der Gefäße ist, zeigt eine einfache Abschätzung: Da der Volumentransport in Röhren von deren Durchmesser mit der 4. Potenz abhängt (ZIEGLER 1982) ist der Durchmesser der Gefäße von größter Bedeutung. Setzt man gleiche treibende Kräfte, d.h. einen gleichen Transpirationssog, voraus und vergleicht die Menge transportierten Wassers pro Zeiteinheit zwischen einer typischen Nadelholztracheide mit 20 µm Durchmesser und einem mittelgroßen Lianengefäß mit 200 µm Durchmesser, so zeigt sich, daß in der Lianenleitbahn 10.000 Mal mehr Wasser pro Zeiteinheit transportiert wird als in der Nadelholztracheide.

Diskussion – Interpretation von Fossilmaterial

Auf den ersten Blick scheinen die bei alten Lianenachsen auftretenden Achsenstrukturen eindeutige Charakteristika für diesen Wuchsformtyp darzustellen. Aber auch hier muß zu Vorsicht bei der Interpretation fossiler Achsen geraten werden. Nicht bei allen Lianen kommt es zu einer Segmentierung des Holzzyinders in alten Ontogeniestadien und außerdem sind nicht verholzende, mächtige Markstrahlen und dicke Korkabschlußgewebe beileibe nicht auf Lianen beschränkt.

Lediglich der extrem große Durchmesser der Gefäße von typischerweise 200 µm bis 700 µm scheint für Lianen typisch zu sein. Aber auch hier gibt es Überlappungen zum Holz ringporiger Bäume, in dem in Ausnahmefällen Gefäße mit bis zu 400 µm Durchmesser gefunden werden können. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß keines der besprochenen strukturellen, auch am Fossilmaterial nachweisbaren Merkmale für sich allein eine eindeutige Zuordnung einer Pflanze zum lianenartig kletternden Wuchsformtyp erlaubt. Treten jedoch bei einer fossilen Pflanze mehrere dieser Merkmale gemeinsam auf, liegt die Vermutung nahe, daß es sich um eine echte Liane gehandelt hat. Ein eindeutiger Nachweis ist aber nur dann möglich, wenn echte Versteinerungen von Achsen verschiedener Ontogeniestadien vorliegen, die eine Rückrechnung der Veränderung der mechanischen Eigenschaften erlauben, und eine drastische Abnahme von Biege- und Torsionselastizitätsmodul im Verlaufe der Ontogenie nachgewiesen werden kann. Eine kritische Überprüfung der strukturellen Parameter erlaubt jedoch die Zahl der „Kandidaten“ für eine lianenartige Wuchsform stark einzuschränken, und somit die recht zeitaufwendige biomechanische Analyse auf „vielversprechende“ fossile Pflanzen zu beschränken.

Bevor zum Abschluß einige potentielle fossile Lianen kurz vorgestellt werden, ist noch die Frage zu diskutieren, weshalb in der rezenten Vegetation echte Lianen fast nur bei Angiospermen und in der Gattung *Gnetum* auftreten. Betrachtet man die oben aufgeführten Strukturmerkmale wie:

- extrem großlumige Wasserleitgefäße
- mächtige unlignifizierte Markstrahlen und
- segmentierte Holzzyinder,

Verwandtschaftliche Zusammenhänge und Wuchsformtypen der Lignophyten

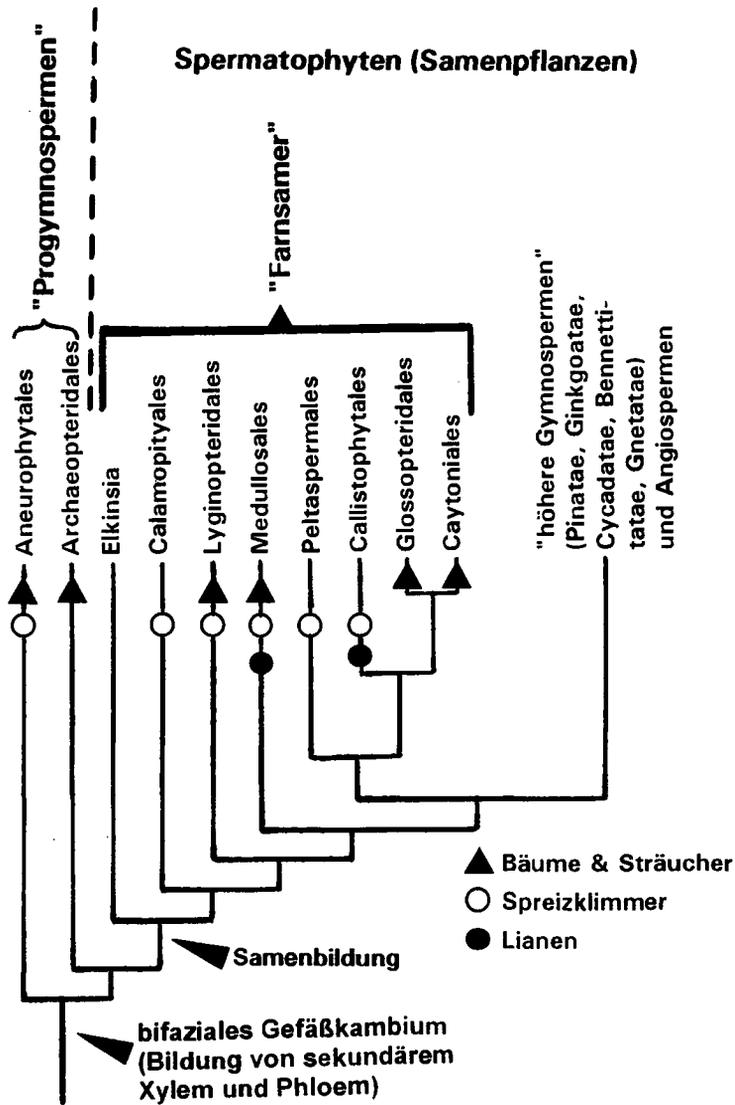


Abb. 15: Verwandtschaftliche Zusammenhänge und Wuchsformtypen innerhalb der „basalen“ Lignophyten (verändert und vereinfacht nach ROTHWELL & SERBET 1994). Die drei Wuchsformgrundtypen sind durch verschiedene Symbole gekennzeichnet. Selbsttragende Bäume und Sträucher: Dreiecke; halb-selbsttragende Spreizklimmer: offene Kreise; und nicht-selbsttragende Lianen: geschlossene Ellipsen.

so zeigt sich, daß die strukturellen Voraussetzungen für eine lianenartige, holzige Wuchsform heute nur bei Angiospermen und der Gattung *Gnetum* gegeben sind. Dies ist jedoch eine strukturelle und keine systematische Einschränkung. Das heißt, die Aussage, daß echte Lianen nur bei Angiospermen und in der Gattung *Gnetum* zu finden sind, beschreibt eigentlich ein Epiphänomen. Falls vergleichbare Strukturen fossil bei anderen Pflanzengruppen aufgetreten sind, gibt es keinen Grund, weshalb diese keine lianenartige Wuchsform besessen haben sollten. Neben verschiedenen Farnen, die in ihrer Mehrzahl aber vermutlich mit ihren Rhizomen kletternde Wurzelkletterer waren, und den als Spreizklimmer wachsenden Sphenophyllen sind vor allem die verschiedenen Entwicklungslinien der paraphyletischen Gruppe der Farnsamer interessante Kandidaten für das Auftreten nicht-selbsttragender Wuchsformen. Die Existenz von echten mit Ranken und Haken kletternden Lianen neben spreizklimmenden Arten wird durch neuere Arbeiten von MICHAEL KRINGS und HANS KERP tatsächlich auch für einige Vertreter der oberkarbonischen und permischen Farnsamer nahegelegt (KRINGS & KERP 1999, KERP & KRINGS 1998, KERP, KRINGS & TAYLOR 2000, KRINGS et al. 2001).

Die von uns in den letzten Jahren durchgeführten Untersuchungen und Berechnungen legen nahe, daß in vielen Entwicklungslinien der „Farnsamer“ nicht Lianen und Bäume bzw. Sträucher sondern Spreizklimmer der vorherrschende Wuchsformtyp waren. Dies ist in Abbildung 15, die auf einer kladistischen Verwandtschaftsanalyse von ROTHWELL und SERBET (1994) beruht, dargestellt. Es zeigt sich, daß in vielen Entwicklungslinien spreizklimmende Taxa auftreten und zumindest im Unterkarbon zu dominieren scheinen. Möglicherweise hat diese Wuchsform, die einerseits eine opportunistische Nutzung vorhandener Stützstrukturen ermöglicht, andererseits aber auch die Bildung dichter monotypischer Bestände erlaubt (vgl. SPECK 1994b, ROWE & SPECK 1998, SPECK & ROWE 1999a), wesentlich zur erfolgreichen Radiation der unterkarbonischen „Farnsamer“ beigetragen. Vermutlich war eine spreizklimmende Wuchsform vor allem deshalb von Vorteil, weil die Radiation der „Farnsamer“ in Lebensräumen begann, in denen die Nischen für selbsttragende Wuchsformen bereits von baumförmigen Bärlapp- und Schachtelhalmgewächsen sowie eusporangiaten Farnen besetzt waren, und die Nischen für Wurzelkletterer zumindest teilweise von Farnen.

Als echte nicht-selbsttragende Lianen kommen aufgrund ihrer strukturellen Merkmale unter den karbonischen Pteridospermen neben den von KRINGS und KERP anhand von Abdruckfossilien beschriebenen Arten vor allem einige Vertreter der Medullosaceen, wie *Medullosa endocentrica*, und die Callistophytaceen in Frage. Weitere interessante Kandidaten für eine im engeren Sinne lianenartige Wuchsform sind permische Vertreter der Gattung *Gigantopteris*, bei denen Tracheen nachgewiesen werden konnten (LI, TAYLOR & TAYLOR 1996) und die jurassischen Pentoxylales, deren Stammstruktur mit isolierten Holzsegmenten der von rezenten Lianen ähnelt (SAHNI 1948).

Danksagung: Diese Arbeit ist DIETER VOGELLEHNER gewidmet, der während der seit mehr als 13 Jahren laufenden quantitativen Analysen der Wuchsform rezenter und fossiler Pflanzen stets als kompetenter und kenntnisreicher Ansprechpartner Zeit für Diskussionen hatte. Er gab außerdem einem der Autoren (TS) während dessen Diplom- und Promotionszeit die Freiheit, die man sich als junger Wissenschaftler wünscht, um neuartige Fragestellungen mit teilweise sehr unkonventionellen Ansätzen bearbeiten zu können.

Literatur

- CABALLÉ, G. (1993): Liana structure, function and selection: a comparative study of xylem cylinders of tropical rainforest species in Africa and America. – *Botanical Journal of the Linnean Society* 113, 41-60.
- GARTNER, B.L. & ROWE, N.P. (2000): Mechanics and Hydraulics of the Woody Root-Climber Ivy (*Hedera helix*). In: H.-CH. SPATZ & T. SPECK (eds.), *Plant Biomechanics 2000 – Proceedings of the 3rd International Plant Biomechanics Conference, Badenweiler, 83-84*. Thieme-Verlag (Stuttgart/New York).
- GENTRY, A.B. (1991): The distribution and evolution of climbing plants. – In: F.E. PUTZ & H.A. MOONEY (eds.), *The Biology of Vines*, 181-204. Cambridge University Press (Cambridge).
- KERP, H. & KRINGS, M. (1998): Climbing and scrambling growth habits: common life strategies among Late Carboniferous seed ferns. – *Comptes Rendus Academie des Sciences Paris, Sér. Ila, Earth Planet. Sci.* 326, 583-588.
- KERP, H., KRINGS, M. & TAYLOR, T.N. (2000): Morphological and biomechanical diversity among late Palaeozoic seed ferns – scrambling and climbing growth habits. In: H.-CH. SPATZ & T. SPECK (eds.), *Plant Biomechanics 2000 – Proceedings of the 3rd International Plant Biomechanics Conference, Badenweiler, 117-122*. Thieme-Verlag (Stuttgart/New York).
- KRINGS, M. & KERP, H. (1999): Morphology, growth habit and ecology of *Blanziopteris praedentata* (Gothan) nov. comb., a climbing neuropteroid seed fern from the Stephanian of Central France. – *International Journal of Plant Sciences* 160, 603-619.
- KRINGS, M., KERP, H., TAYLOR, E.L. & TAYLOR, T.N. (2001): Reconstruction of *Pseudomariopteris busquetii*, a vine-like Late Carboniferous – Early Permian pteridosperm. – *American Journal of Botany* 88, 767-776.
- LI, H., TAYLOR, E.L. & TAYLOR, T.N. (1996): Permian vessel elements. – *Science* 271, 188-189.
- PUTZ, F.E. & HOLBROOK, N.M. (1986): Notes on the natural history of hemiepiphytes. – *Selbyana* 9, 61-69.
- RICHARDS, P.W. (1996): *The tropical rain forest*. – 2nd ed., Cambridge University Press (Cambridge).
- ROTHWELL, G.W. & SERBET, R. (1994): Lignophyte phylogeny and the evolution of spermatophytes: a numerical cladistic analysis. – *Systematic Botany* 19, 443-482.
- ROWE, N.P. & SPECK, T. (1996): Biomechanical characteristics of the ontogeny and growth habit of the tropical liana *Condyllocarpon guianense* (Apocynaceae). – *International Journal of Plant Science* 157, 406-417.
- ROWE, N.P. & SPECK, T. (1997): Biomechanics of *Lycopodiella cernua* and *Huperzia squarrosa*: Implications for inferring growth habits of fossil small-bodied lycopsids. – *Mededelingen Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO* 58, 293-302.
- ROWE, N.P. & SPECK, T. (1998): Biomechanics of plant growth forms: the trouble with fossil plants. – *Revue of Palaeobotany and Palynology* 102, 43-62.
- SAHNI, B. (1948): The Pentoxyleae: a new group of Jurassic gymnosperms from the Rajmahal Hills of India. – *Botanical Gazette* 110, 47-80.
- SCHENCK, H. (1912): Lianen. – In: *Handbuch der Naturwissenschaften*, Bd. 6, 176-185. Fischer Verlag (Jena).
- SCHIMPER, A.F.W. (1888): Die epiphytische Vegetation Amerikas. – *Botanische Mitteilungen aus den Tropen*, 2.
- SPATZ, H.-CH., KÖHLER, L. & SPECK, T. (1998): Biomechanics and functional anatomy of hollow stemmed Sphenopsids: I. *Equisetum giganteum*. – *American Journal of Botany* 85, 305-314.
- SPECK, T. (1994a): Bending stability of plant stems: ontogenetical, ecological, and phylogenetical aspects. – *Biomimetics* 2, 109-128.
- SPECK, T. (1994b): A biomechanical method to distinguish between self-supporting and non self-supporting fossil plants. – *Review of Palaeobotany and Palynology* 81, 65-82.
- SPECK, T., KRINGS, M. & KERP, H. (2000): A climbing late palaeozoic seed fern with adhesive tendrils – an early finding of shock absorbing anchoring structures in fossil climbing plants. In: H.-CH. SPATZ & T. SPECK (eds.), *Plant Biomechanics 2000 – Proceedings of the 3rd International Plant Biomechanics Conference, Badenweiler, 287-294*. Thieme-Verlag (Stuttgart/New York).
- SPECK, T., ROWE, N.P. & SPATZ, H.-CH. (1996): Pflanzliche Achsen, hochkomplexe Verbundmaterialien mit erstaunlichen mechanischen Eigenschaften. – In: W. NACHTIGALL & A. WISSER (eds.), *BIONA-report 10 – Technische Biologie und Bionik* 3, Akad. Wiss. u. Lit. Mainz, 101-131, G. Fischer Verlag (Stuttgart/Jena/Lübeck/Ulm).

- SPECK, T. & ROWE, N.P. (1999a): A quantitative approach for analytically defining size, form and habit in living and fossil plants. – In: M.H. KURMANN & A.R. HEMSLEY (eds.), *The Evolution of Plant Architecture*, 447-479, Royal Botanic Gardens Kew (Kew).
- SPECK, T. & ROWE, N.P. (1999b): Biomechanical analysis. – In: T.P. JONES & N.P. ROWE (eds.), *Fossil Plants and Spores: Modern Techniques*, 105-109, Geological Society (London).
- SPECK, T. & SPATZ, H.-CH. (2001, in press): Transkription oder Translation, Pflanzen als Ideengeber für neue Materialien und technische Leichtbaustrukturen. – In: A. VON GLEICH (ed.), *Bionik*, 229-245, 2. Aufl., B.G. Teubner Verlag (Stuttgart).
- SPECK, T., SPECK, O., EMANNS, A. & SPATZ, H.-CH. (1998): Biomechanics and functional anatomy of hollow stemmed sphenopsids, III. *Equisetum hyemale*. – *Botanica Acta* 111, 366-376.
- WEILER, E.W. (2000): Wie Pflanzen fühlen. – *Spektrum der Wissenschaft* 3/2000, 60-66.
- ZIEGLER, F. (1982): Flüssigkeitsströme in Pflanzen. – In: W. HOPPE, W. LOHMANN, H. MARKL & H. ZIEGLER (eds.): *Biophysik*, 652-663, Springer-Verlag (Berlin/Heidelberg/New York).
- ZIEGLER, F. (1998): Physiologie. – In: P. SITTE, H. ZIEGLER, F. EHRENDORFER & A. BRESINSKY (eds.): *Strasburger – Lehrbuch der Botanik*, 217-456, G. Fischer Verlag (Stuttgart/Jena/Lübeck/Ulm).

(Am 23. Mai 2001 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	4	895 – 902	2001	Freiburg im Breisgau 12. Juli 2001
--	---------	---	-----------	------	---------------------------------------

Botanische Gärten und ihre Rolle im Naturschutz

von

MARLIES VON DEN DRIESCH & WOLFRAM LOBIN, Bonn*

Aufgaben Botanischer Gärten im Wandel

Seit ihrer Gründung im Mittelalter haben sich die Aufgaben von Botanischen Gärten stark verändert. Vorläufer der von den Universitäten als „Hortus medicus“ angelegten Gärten waren meist klösterliche Kräutergärten oder private Gartenanlagen. Sie belieferten die umliegenden Hospitäler mit Heilpflanzen und dienten den Studenten der Medizin als Anschauungsorte für die medizinisch wirksamen Pflanzen. Mit der Entdeckung der neuen Kontinente wurden Botanische Gärten zu Zentren der Einführung und Nutzbarmachung neuer Pflanzen in Europa. Seit der Etablierung der Botanik als eigenständiger Wissenschaftszweig bildeten die Sammlungen eine wesentliche Grundlage für die Forschung und Lehre. Daran hat sich auch bis heute nichts verändert. Darüber hinaus übernehmen sie heutzutage verstärkt auch Aufgaben in Natur- und Artenschutz sowie in der Öffentlichkeitsarbeit.

Repräsentation der Artenvielfalt in Botanischen Gärten

Weltweit gibt es mehr als 1700 Botanische Gärten, die fast ein Drittel der 270.000 bisher beschriebenen höheren Pflanzen kultivieren. Während sich die Zentren der Biologischen Vielfalt vor allem in den Tropen und Subtropen befinden, läßt sich hingegen bei der Verteilung der Botanischen Gärten ein klarer Schwerpunkt in den hochentwickelten Industrieländern erkennen (Abb.1). Allein in Deutschland konzentrieren sich 100 Botanische Gärten und vergleichbare Sammlungen, in denen vermutlich mehr als 50.000 Pflanzenarten in Kultur sind (BARTHLOTT et al. 1999, RAUER et al. 2000).

Betrachtet man jedoch die Bestände der Botanischen Gärten etwas genauer, so läßt sich feststellen, daß die Repräsentation der pflanzlichen Diversität in den Sammlungen unausgewogen ist. So sind attraktive Pflanzengruppen wie Orchideen, Bromelien oder Kakteen besser repräsentiert als unscheinbarere Familien wie z.B. die Asteraceae. Auch praktische Gesichtspunkte spielen beim Aufbau von Sammlungen eine wichtige Rolle. So sind z.B. Bäume aus temperaten Gebieten zu mehr als 90 % in den nordhemisphärischen Gärten vertreten, tropische Bäume dagegen zu weniger als 10 % (BARTHLOTT et al. 1999).

* Anschrift der Verfasser: Dr. W. LOBIN & M. VON DEN DRIESCH, Botanisches Institut & Botanischer Garten der Universität Bonn, Meckenheimer Allee 171, D-53115 Bonn

Globale Biodiversität - Eine Herausforderung für Entwicklung, Forschung und Politik
 Artenzahlen von Gefäßpflanzen versus Botanische Gärten

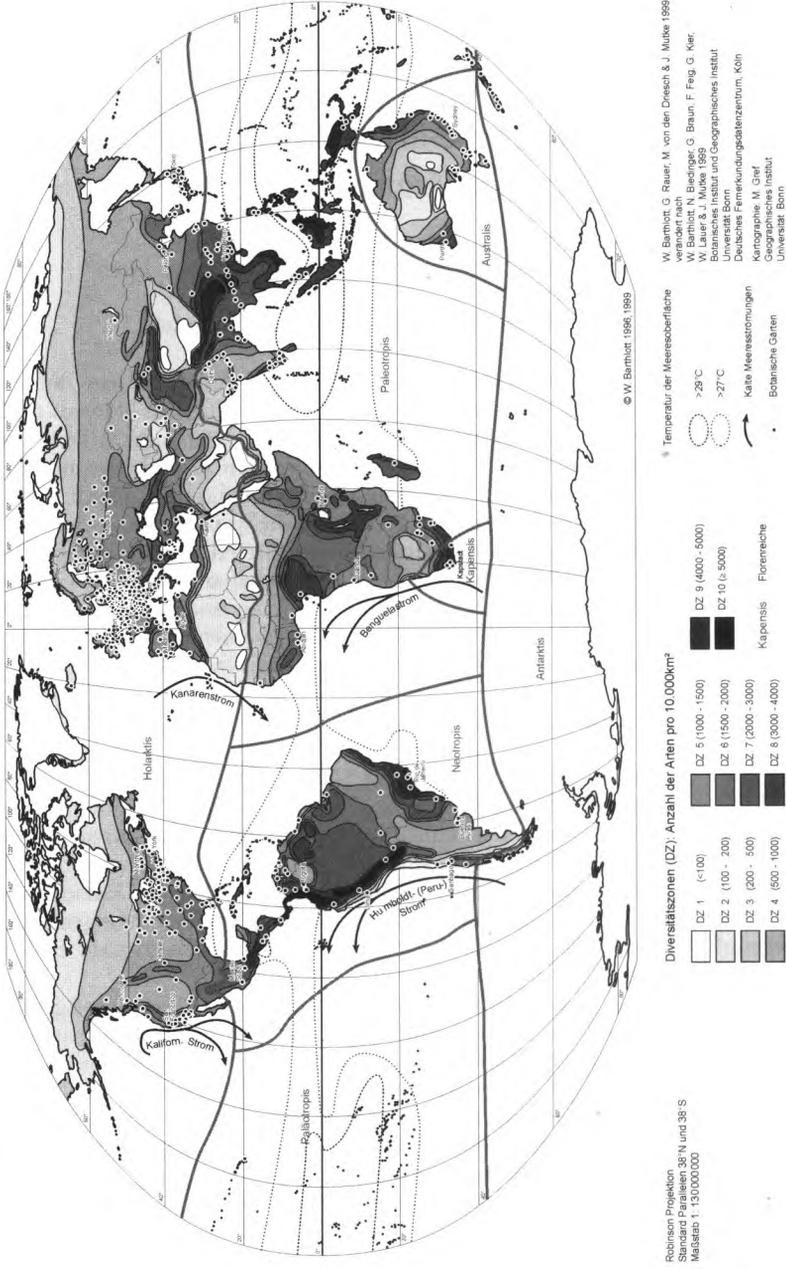


Abb. 1: Anzahl der Gefäßpflanzenarten pro 10.000 km² in den verschiedenen Diversitätszonen und globale Verteilung Botanischer Gärten.

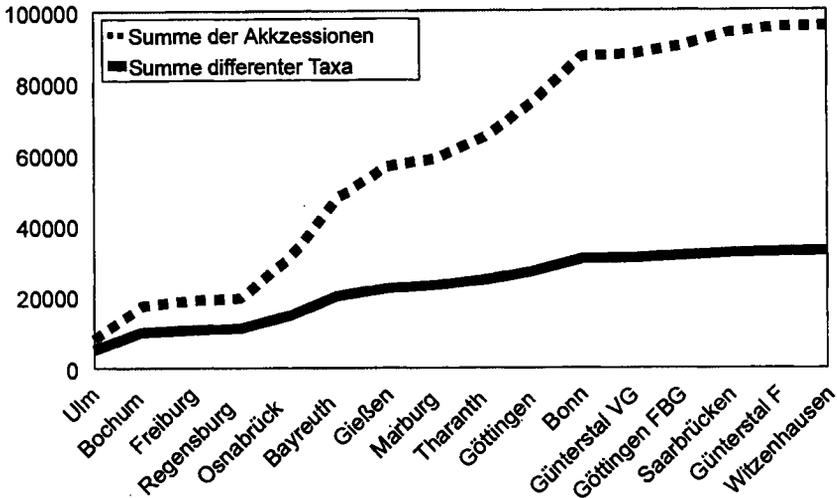


Abb. 2: Das „ β -Diversitätsdilemma“ der Botanischen Gärten: Die Pflanzendiversität jedes einzelnen Gartens (die Alpha-Diversität), hier Summe der Akzessionen, ist relativ hoch. Trägt man hingegen nur die distinkten Artenbestände der Gärten auf, so stellt man fest, daß die Bestände der Gärten eine hohe Ähnlichkeit aufweisen: Die Beta-Diversität ist extrem niedrig (vgl. RAUER et al. 2000).

Die relativ hohe Übereinstimmung der Pflanzeninventare Botanischer Gärten läßt sich auch aus der Datenbank des Verbandes Botanischer Gärten e.V. ableiten (Abb. 2). Seit einigen Jahren wird an der Universität Ulm eine gemeinsame Datenbank unter dem Namen „SysTax“ aufgebaut. Mehr als 20 Botanische Gärten aus Deutschland und 8 aus den Nachbarländern beteiligen sich bislang an dem System, indem sie die Computerdaten über ihre Sammlungen nach Ulm weiterleiten. Die Datenbank umfaßt derzeit rund 100.000 Akzessionen; eine beeindruckende Zahl bei nur 30 Gärten. In Abbildung 2 wird jedoch das Dilemma deutlich: während die Zahl der Akzessionen mit jedem neuen Garten stark ansteigt, flacht die Kurve der unterschiedlichen Taxa deutlich ab. Das bedeutet, jeder einzelne Garten weist zwar für sich alleine betrachtet eine hohe Artenzahl auf (hohe Alpha-Diversität), die Arteninventare der unterschiedlichen Gärten sind sich jedoch zu einem hohen Prozentsatz ähnlich (geringe Beta-Diversität).

Eine Betrachtung der Repräsentation auf genetischer Ebene läßt eine noch weitergehende Gleichförmigkeit der Bestände erkennen. Vielfach werden nicht nur die gleichen Arten in den Botanischen Gärten kultiviert, sondern auch das gleiche genetische Material. So finden sich zum Beispiel in vielen deutschen Gärten Drachenzypressen (*Dracaena draco*), die vermutlich alle von dem bekannten Baum von La Orotava (Abb. 3) abstammen.

Für eine langfristige Erhaltung und eine Verbesserung der Qualität der Sammlungen sind gemeinsame Strategien und Absprachen zwischen den Botanischen Gärten notwendig. Aus diesem Grund wurde 1997 auf Initiative des Botanischen Gartens Bonn eine Arbeitsgruppe des Verbandes Botanischer Gärten ins Leben gerufen, die für den deutschsprachigen Raum ein Konzept zur Erhaltung Botanischer Lebenssammlungen von besonderer Bedeutung erarbeitet. Das



Abb. 3: Drachenbaum (*Dracaena draco*) in La Orotava auf Teneriffa (Foto: W. LOBIN).

Konzept „Schutzsammlungen“ lehnt sich an bereits bestehende Systeme „Nationaler Sammlungen“ in Großbritannien, den Niederlanden und anderen Ländern an. Derzeit werden als erster Schritt umfassende Informationen über die vorhandenen Spezialsammlungen Botanischer Gärten und vergleichbarer Sammlungen des deutschsprachigen Raumes zusammengetragen und verfügbar gemacht.

Beiträge Botanischer Gärten zur Erhaltung der Biologischen Vielfalt

Botanische Gärten haben eine lange Tradition und einen immensen Erfahrungsschatz in der Erhaltung und Bewahrung von Pflanzen aus allen Regionen der Erde. Angesichts der fortschreitenden Zerstörung von natürlichen Lebensräumen und dem damit verbundenen Artensterben gewinnen Erhaltungs- und Naturschutzprojekte zunehmend an Bedeutung.

Mit der Erhaltung von Pflanzen in Botanischen Gärten wird häufig die Ex-situ-Erhaltung assoziiert. Das folgende Beispiel soll jedoch zeigen, daß der Ex-Situ-Erhaltung von Pflanzen in Botanischen Gärten Grenzen gesetzt sind.

Die auf der Osterinsel endemische Baumart *Sophora toromiro*, eine Fabaceae, galt in der Roten Liste der International Union for Conservation of Nature (IUCN) von 1978 bereits als ausgestorben. 1998 wurde im Botanischen Garten Bonn ein Exemplar dieser Art wiederentdeckt und es stellte sich heraus, daß sie auch in einigen anderen Botanischen Gärten in Kultur war. Es wurde ein internationales Vermehrungs- und Wiedereinbürgerungsprojekt gestartet. 1996 wurden die ersten 180 Jungpflanzen aus den Botanischen Gärten Göteborg und Bonn wieder auf die Insel zurückgeführt. Die Erfolgsquote des ersten Wiedereinbürgerungsversuches war allerdings relativ gering, über 80 % der Pflanzen haben nicht überlebt. Inzwischen konnte durch genetische Studien bewiesen werden, daß alle im Vermehrungsprogramm herangezogenen Pflanzen nur ein identisches Genom aufwiesen (vgl. MAUNDER et al. 2000).

Die Erfahrungen aus diesem und anderen vergleichbaren Projekten zeigen, daß die Ex-Situ-Erhaltung von Pflanzenarten weit mehr ist als das Kultivieren einiger weniger Exemplare der jeweiligen Art in Botanischen Gärten. Weltweit werden etwa 34.000 Pflanzenarten als gefährdet oder vom Aussterben bedroht eingestuft. Eine Ex-Situ-Erhaltung all dieser Arten können selbst die 1700 Botanischen Gärten nicht gewährleisten, zumal die Erhaltung von Pflanzen in den seltensten Fällen zu den Hauptaufgaben eines Botanischen Gartens zählt.

Abgesehen von den begrenzten Kapazitäten der Botanischen Gärten ist es ohnehin fraglich, wie sinnvoll die reine Ex-situ-Erhaltung von Arten für den Naturschutz ist. Die Leistungen Botanischer Gärten beschränken sich daher auch nicht nur auf die Ex-situ-Erhaltung von Pflanzen. So ist z. B. das Expertenwissen aus den Botanischen Gärten bei der Ausweisung und Betreuung von Schutzgebieten

Tab. 1: Gefährdete Arten des Rhein-Sieg-Kreises, in Fettdruck sind die z.Zt. kultivierten Arten gekennzeichnet.

<i>Allium angulosum</i>	<i>Carex pulicaris</i>	<i>Muscari botryoides</i>
<i>Andromeda polifolia</i>	<i>Centaurea montana</i>	<i>Muscari neglectum</i>
<i>Artemisia campestris</i>	<i>Chondrilla juncea</i>	<i>Rhinanthus serotinus</i>
<i>Bunium bulbocastanum</i>	<i>Digitalis grandiflora</i>	<i>Senecio sarraceniis</i>
<i>Campanula glomerata</i>	<i>Eriophorum latifolium</i>	<i>Thalictrum minus</i>
<i>Campanula latifolium</i>	<i>Genista germanica</i>	<i>Trifolium ochroleucon</i>
<i>Carex praecox</i>	<i>Genista tinctoria</i>	<i>Trifolium striatum</i>

ebenso gefragt wie die Zusammenarbeit mit Naturschutzbehörden und –organisationen in der In-situ-Erhaltung. Mit der Vielzahl an Pflanzenarten, die Botanische Gärten kultivieren und zur Verfügung stellen, bieten sie eine wichtige Grundlage für die Ausbildung von Botanikern und Ökologen sowie für Biodiversitätsforschung. Botanische Gärten sind für viele Menschen der Ausgangspunkt für ein vertieftes Naturverständnis und spielen daher für die Bewußtseinsbildung in der Bevölkerung eine wichtige Rolle. Das Potential für eine wirksame Öffentlichkeitsarbeit ist riesig groß: allein die ca. 100 Botanischen Gärten in Deutschland zählen jedes Jahr etwa 14 Millionen Besucher. Sowohl in Führungen durch die Botanischen Gärten als auch in Ausstellungen und Sonderveranstaltungen, durch Informationsmaterialien und vieles mehr wird den Besuchern aller Altersstufen die Biologische Vielfalt und deren Schutzwürdigkeit näher gebracht.

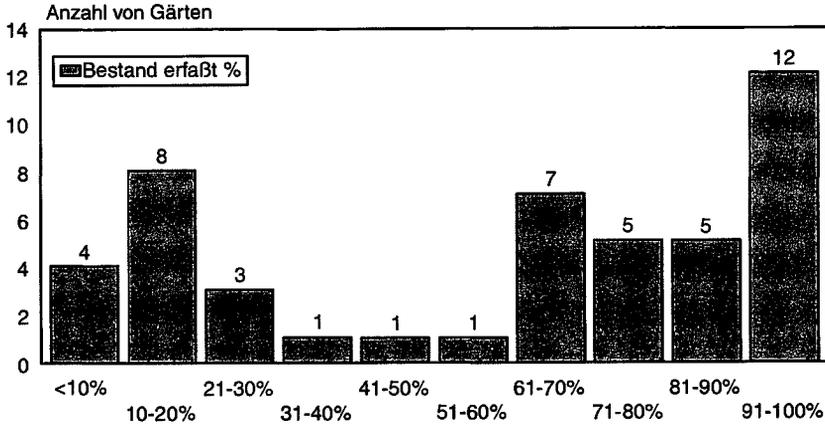
Die meisten Botanischen Gärten nutzen bereits ihre Potentiale, zum Arten- und Naturschutz beizutragen. So nimmt zum Beispiel der Botanische Garten Bonn auf Anfrage der Unteren Landschaftsbehörde gefährdete Pflanzenarten des angrenzenden Rhein-Sieg-Kreises in Erhaltungskultur. Zunächst wurden 21 Arten für dieses Projekt ausgewählt (vgl. Tabelle1), die alle im Rhein-Sieg-Kreis stark gefährdet und teilweise vom Aussterben bedroht sind. *Trifolium ochroleucon* galt sogar im gesamten Rheinland als ausgestorben, bevor eine Population mit wenigen Individuen im Rhein-Sieg-Kreis wiederentdeckt wurde. Nach erfolgreicher Vermehrung konnten im Oktober 2000 bereits 30 Exemplare dieser Art wieder ausgepflanzt werden.

Ähnliche Erhaltungsprojekte mit regionalem Bezug gibt es auch in anderen Botanischen Gärten. Der Botanische Garten Mainz übernimmt beispielsweise die Betreuung des nahe gelegenen Naturschutzgebietes Mainzer Sand. Gefährdete Arten des Gebietes sind im Garten in Erhaltungskultur. Eine Nachbildung des Mainzer Sandes im Garten, mit einer Informationstafel versehen, informiert die Gartenbesucher über das Projekt. Auch der Forstbotanische Garten Eberswalde betreut das direkt angrenzende Naturschutzgebiet Schwärze. Anfallende Pflegemaßnahmen werden dort von Gartenmitarbeitern durchgeführt und der Garten sorgt für Hinweisschilder, die die Besucher über das Gebiet und seine besondere Pflanzen- und Tierwelt informieren. Langjährige Erfahrungen in Naturschutzprojekten besitzen die Mitarbeiter des Botanischen Gartens Halle. In Zusammenarbeit mit den zuständigen Naturschutzbehörden wurden bereits zahlreiche Naturschutzobjekte im Saalkreis ausgewiesen und Pflege- und Entwicklungspläne für die Gebiete erarbeitet.

Im Botanischen Garten Freiburg gibt es seit einigen Jahren eine Erhaltungskultur für Weinbergs“un“kräuter. Zusammen mit den wichtigsten Rebsorten werden diese durch Rebumlegung und Veränderung der Bearbeitungsmethoden in den Weinbergen Südwestdeutschlands und des Elsaß zunehmend gefährdeten Pflanzen gepflegt und vermehrt. Die Besucher werden durch eine Informationsschrift über die gepflanzten Weinsorten und die Besonderheiten der Weinbergs“un“kräuter informiert.

Botanische Gärten und die Dokumentation ihrer Bestände

Über einen langen Zeitraum in ihrer Geschichte war es für Botanische Gärten in der Regel nicht so wichtig, ihre Bestände klar zu dokumentieren. Dies lag vielfach daran, daß die Hauptaufgabe von Botanischen Gärten in der Anzucht von Pflanzenmaterial für Praktika, Vorlesungen und Forschungsarbeiten und in der Präsentation für Schauzwecke lag. Oftmals genügte es für diese Zwecke, nur über



Daten von 47 Gärten mit Akzessionierungsdatenbank

Abb. 4: Stand der Computerdokumentation der Pflanzenbestände in deutschen Botanischen Gärten.

eine Liste von Arten zu verfügen. Ein weiterer Grund war, daß ein geeignetes Medium für die Dokumentation fehlte, mit dem man einfach und effizient die Bestände erfassen konnte.

Mit der steigenden Bedeutung der Botanischen Gärten für Erhaltungskulturen, aber auch im Zuge einer zunehmenden wissenschaftlichen Bedeutung der Sammlungen, wurde es immer wichtiger, bei Forschungsarbeiten z.B. die genaue Herkunft des untersuchten Materials zu kennen. Dies galt bald für alle Bestände in Botanischen Gärten, so daß immer größere Anstrengungen unternommen wurden, nur noch solche Pflanzen zu kultivieren, die von bekannten Wildstandorten stammen. Dieser Wandel zeigt sich am deutlichsten in den Samentauschlisten (Index Seminum). Vor 20 Jahren etwa boten nur wenige Botanische Gärten Diasporen an, die an Wildstandorten gesammelt wurden, heute ist dies für die Mehrheit der Gärten selbstverständlich, und diese Samen werden auch meistens getrennt von denen, die in den jeweiligen Gärten gesammelt wurden, angeboten.

Eine große Hilfe bei der Dokumentation stellen die Computer dar, die in den letzten 15 Jahren auch in Botanischen Gärten zunehmend in Gebrauch kamen. Daß dies aber immer noch nicht überall der Fall ist, zeigt Abbildung 4, die RAUER et al. (2000) entnommen wurde. Etwa ein Viertel der Botanischen Gärten arbeitete demnach 1998 noch ohne Computer, etwa 30 Gärten hatten mehr als 60 % ihrer Bestände im Computer erfaßt.

In der Anfangsphase der Computerisierung der Bestände fehlten geeignete Gartenverwaltungsprogramme. In Deutschland begann man daher in drei Botanischen Gärten unabhängig voneinander, sich darüber Gedanken zu machen. So wurde zum Beispiel im Botanischen Garten Osnabrück ein Datenbanksystem entwickelt, das allerdings nur dort verwandt wurde.

Dem Programm SYNTAX, das in Ulm als Hilfsprogramm für systematische Arbeiten entstand, wurde eine Komponente für die Gartenverwaltung beigelegt. Seitdem ist dieses Programm in einer Reihe von Gärten in Benutzung. SYNTAX wird

in Ulm zentral verwaltet, und alle Benutzer greifen auf die dortige Datenbank zurück. Die Bedeutung von SYSTAX liegt vor allem darin, daß der Verband Botanischer Gärten eine zentrale Datenbank geschaffen hat, in denen hoffentlich einmal alle Bestände der deutschen Botanischen Gärten gespeichert sind und dort für Nutzer zentral abgefragt werden können. Zur Zeit haben ca. 20 Gärten ihre Bestände an die zentrale Datenbank gemeldet. Die Abbildung 2 geht auf die Daten von SYSTAX zurück.

Das dritte System, DIDEA-FR, wurde von T. Speck und D. VOGELLEHNER am Botanischen Garten Freiburg geschrieben. Es ist das Programmpaket, das die weiteste Verbreitung erfahren hat. Es wird zur Zeit von über 25 Gärten genutzt. Sein Vorteil liegt vor allem darin, daß es unabhängig von einer zentral geführten Datenbank läuft und sehr individuell auf die Bedürfnisse des jeweiligen Gartens zugeschnitten wurde, wie z.B. am Botanischen Garten Bonn, einem der ersten Nutzer. Viele Erfahrungen und Wünsche, die sich bei der Arbeit mit diesem Programm in Bonn ergaben, wurden von den Autoren gerne aufgegriffen und umgesetzt und sind teilweise heute Bestandteil des Programmes, wie z.B. das Erstellen variabler Listen. Das Problem von DIDEA-FR ist die Datenbank dBase, die es heute nicht mehr käuflich zu erwerben gibt und die deutliche Nachteile gegenüber moderneren Produkten, wie z.B. MS-Access, hat.

Nach wie vor besteht bei vielen Botanischen Gärten ein großes Interesse an praktikablen Datenerfassungssystemen, die die Dokumentation der Bestände möglichst effizient machen. Daher hat sich im Verband Botanischer Gärten e.V. eine Arbeitsgruppe gebildet, die derzeit in verschiedenen Gärten unternommenen Ansätze zur Entwicklung neuer Datenbanksysteme zu koordinieren.

Literatur

- BARTHLOTT, W., RAUER, G., IBISCH, P.L., VON DEN DRIESCH, M. & LOBIN, W. (1999): Biodiversität und Botanische Gärten. – In: Anonymus: Botanische Gärten und Biodiversität, 1-24 (Bundesamt für Naturschutz).
- MAUNDER, M., CULHAM, A., ALDÉN, B., ZIZKA, G., ORLIAC, C., LOBIN, W., BORDEU, A., RAMIREZ, J.M. & GLISSMANN-GOUGH, S. (2000): Conservation of the Toromiro Tree: Case study in the Management of a Plant Extinct in the Wild. – *Conservation biology* 14, 1341-1350.
- RAUER, G., VON DEN DRIESCH, M., IBISCH, P.L., LOBIN, W. & BARTHLOTT, W. (2000): Beitrag der deutschen Botanischen Gärten zur Erhaltung der Biologischen Vielfalt und Genetischen Ressourcen. – Bestandsaufnahme und Entwicklungskonzept, 1-246 (Bundesamt für Naturschutz).

(Am 15. Januar 2001 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	4	903 – 918	2001	Freiburg im Breisgau 12. Juli 2001
--	---------	---	-----------	------	---------------------------------------

Oberforstmeister Joseph Freiherr von Laßberg (1770-1855)

von
UTE OBHOF, Karlsruhe*

Seit Oktober 1999 wurden die Druckwerke¹ der Fürstlich Fürstenbergischen Hofbibliothek in Donaueschingen in verschiedenen Auktionshäusern versteigert oder anderweitig auf dem Antiquariatsmarkt angeboten². Die Donaueschinger Bibliothek beherbergte seit 1855 auch die umfangreiche Büchersammlung des Gelehrten Joseph Maria Christoph Freiherrn von Laßberg. Das Land Baden-

*Seinem höchst verehrten Freunde, Dem
Bismarck-Land-Oberforstmeister Freiherrn
v. Laßberg widmet Durer Buch zum Beweise
Seiner innigsten Verehrung
Der Mit-Berausgeber, und
Verfasser S.M.*

Abb. 1: Carl Cäsar Leonhard & Carl Josef Selb, Mineralogische Studien, Erster Theil, Nürnberg 1812, Widmung Selbs an Laßberg.

* Anschrift der Verfasserin: Dr. U. OBHOF, Badische Landesbibliothek, Erbprinzenstr. 15, D-76133 Karlsruhe

¹ Ausgenommen die Inkunabeln, die bereits früher versteigert wurden, vgl. den Auktionskatalog Sotheby's (1994): Incunabula from the Court Library at Donaueschingen. Auction 1st July 1994, London.

² Im einzelnen informieren darüber folgende Verkaufskataloge: Reiss und Sohn (1999; 2000, 70; 2000, 73): Aus einer süddeutschen Fürstenbibliothek, Königstein im Taunus, I. Auktion 68, 20. Oktober 1999; II. Auktion 70, 3.-4. Mai 2000; III. Auktion 73, 24. Oktober 2000. Peter Kiefer (2000, 40-43): Bücher und Graphik. Fürstenbibliothek aus Süddeutschland, Pforzheim, Auktion 40, 3.-5. Februar 2000; Auktion 41, 18.-20. Mai 2000; Auktion 42, 5.-7. Oktober 2000. Bernard J. Shapero, Rare Books, London (2000, I-IV): A Collection of Books from the Fürstenberg Library at Donaueschingen 16th-19th Century (I); A Collection of Continental Literature 16th-19th Centuries from the Fürstenberg Library at Donaueschingen (II); Travel from Antiquity to Modern Times, Books from the Fürstenberg Library (III); Education (IV). Weitere Bände wurden von den Antiquariaten Dr. Jörn Günther, Hamburg; U. Kolb & M. Weiers, Altstadt Antiquariat, Freiburg i. Br.; Heritage Book Shop, Los Angeles, veräußert.

Württemberg hat große Anstrengungen unternommen, die wichtigsten Teile dieser Bibliothek zu erwerben und für die Öffentlichkeit zu bewahren. Diese Bücher haben nun in der Badischen Landesbibliothek in Karlsruhe eine neue Heimat gefunden, wo sich bereits ein großer Teil seines Nachlasses, seine Handschriften, vor allem die deutschsprachigen Schätze des Mittelalters und deren Abschriften, und auch viele seiner Inkunabeln befinden³.

In der Festschrift zu Ehren DIETER VOGELLEHNERS seien die Seiten Josephs von Laßberg beleuchtet, die den eher als Historiker und Handschriftensammler bekannten Mann am engsten mit Natur und Pflanzenwelt in Berührung brachten, nämlich sein Forstberuf und sein Besitz von Burgen und Schloßgütern rund um den Bodensee, wo er sich als Garten- und Weinbauer betätigte. Allerdings war Joseph von Laßberg immer ein vielseitig interessierter und bücherliebender Forstmann und Gutsbesitzer. Seinen Beruf wußte er stets mit der Literatur zu verbinden, wie seine Wohnsitze Orte reicher Schriftensammlungen und Anziehungspunkte für Gelehrte verschiedenster Fachrichtungen waren. Daher sollen auch zu diesem Thema Bände aus der Bibliothek Laßbergs sprechen⁴.

Joseph von Laßberg kam am 10. April 1770 als Sohn eines Fürstlich Fürstenbergischen Geheimen Rats und Oberjägermeisters in Donaueschingen zur Welt⁵. Die zunächst vorgesehene militärische Karriere, die ihn 1785 als Kadett ins 4. Straßburger Husarenregiment brachte, gab er rasch zugunsten eines Studiums der Jura, Nationalökonomie, Philosophie und Forstwissenschaft an den Universitäten Straßburg und Freiburg i. Br. (1786/1787) auf. Schon als Freiburger Student wurde er Jagdjunker in der Fürstenbergischen Forstverwaltung mit der Aussicht, eines Tages die frei werdende Forstmeisterstelle seines Vaters übernehmen zu können. 1789 brachten ihn seine „Lehrjahre“ als Forstpraktikant nach Hohenzollern-Hechingen. 1792 trat er als 22-jähriger die Stelle als Oberforstmeister auf Heiligenberg an. 1804 schließlich konnte er die Stelle des Vaters übernehmen. Er wurde Landesoberforstmeister bei der Fürstlich Fürstenbergischen Zentralverwaltung in Donaueschingen, 1813 schließlich noch zum Oberjägermeister ernannt.

1805 entstand in Donaueschingen der älteste Geschichtsverein Süddeutschlands, die „Gesellschaft der Freunde vaterländischer Geschichte an den Quellen der Donau“⁶. Laßberg, der zu den Gründern gehörte, war für das Gebiet der Naturgeschichte im Allgemeinen und die Forstwissenschaft im Besonderen verantwortlich. Im Rahmen der Vereinsarbeit übergab er dem Gesellschaftsarchiv verschiedene Schriften, so zum Beispiel 1809 einen Aufsatz über die Möglichkeit des Hopfenbaus im Fürstenbergischen.

So ist es nicht erstaunlich, daß Laßbergs Bibliothek, die in Eppishausen im Thurgau mit der Unterstützung der Fürstin Elisabeth von Fürstenberg (1767-1822) erheblich anwuchs, nicht nur handschriftliche, literarische und im engeren Sinne

³ Eine Ausstellung in der BLB vom 17.2.-12.4.2001 zeigt eine Auswahl der schönsten und bedeutendsten Neuankäufe.

⁴ Alle ausführlich zitierten und abgebildeten Beispiele befinden sich heute in der Badischen Landesbibliothek. Andere Bände der Provenienz Laßberg: s. die in Anmerkung 2 verzeichneten Verkaufskataloge und das Projekt „Donaueschingen Digital“ von K. Graf (<http://www.uni-koblenz.de/~graf/dondig.htm>).

⁵ WOHLFARTH, E. (1983): Geschichte der Fürstlich Fürstenbergischen Forstwirtschaft, 45-47.

⁶ BADER, K.S. (1955): Der Reichsfreiherr ... In: BADER, K.S. (Hrsg.) (1955), Joseph von Lassberg, Mittler und Sammler, 11-50, hier 26.

historische Werke enthielt, sondern auch die Botanik und andere Naturwissenschaften berücksichtigte.

Im Kreis der Freunde konnte Laßberg sich besonders mit Josef Albert von Ittner (1754-1825) über Themen aus den Gebieten der Botanik, Zoologie und Geologie austauschen⁷. Beide hatten genaue Kenntnisse von Fauna und Flora der Baar und des Bodenseeraumes. Ittner und Laßberg legten den zweieinhalbstündigen Weg von Konstanz nach Eppishausen oft durch die Landschaft des Thurgaus zu Fuß zurück. Gegenüber Levin Schücking (1814-1883), den Laßberg in späterer Zeit durch die Vermittlung seiner Schwägerin Annette von Droste-Hülshoff (1797-1848) als Bibliothekar angestellt hatte, äußerte sich Laßberg einmal dahingehend, daß die Fortbewegung zu Fuß die einzige Art zu reisen sei, bei der man unterwegs noch etwas lernen könne.

Von dem Wolfacher Oberbergmeister und Fürstlich Fürstenbergischen Bergrat Carl Josef Selb (gest. 1827) erhielt Laßberg ein Exemplar der 'Mineralogischen Studien' mit persönlicher Widmung⁸ und handschriftlich ergänzter Errataliste geschenkt⁹.

Mit dem Landschaftsmaler Georg Wilhelm Issel (1785-1870) aus Darmstadt verband Joseph von Laßberg nicht nur die Liebe zur Natur, sondern auch die Leidenschaft für literarische Denkmäler und solche der bildenden Kunst. Archivalische Studien und die Beschäftigung mit Heraldik gehörten ebenfalls zum gemeinsamen Interessengebiet der beiden Männer¹⁰. Issel, der unter den Bodenseemalern der Romantik eine bedeutende Stellung einnimmt, hat das „Schwäbische Meer“ an einem stürmischen Abend gemalt¹¹, wie es Annette von Droste-Hülshoff¹² beschrieb: „... einen Sturm habe ich erlebt, o, einen Gropapa aller Stürme!“

1834 hatte Laßberg in zweiter Ehe Anna Maria („Jenny“) Freiin von Droste-Hülshoff (1795-1859) geheiratet. Nach der Geburt der Zwillinge Hildegard und Hildegunde siedelte Laßberg mit seiner Familie in die alte Meersburg über, die er 1837 von der badischen Domänenverwaltung erwerben konnte und sie dadurch vor der Zerstörung rettete. Teil des Umzugsgutes von Eppishausen nach Meersburg waren an die 150 Bücherkisten. Freudig über den Erwerb der Meersburg schrieb Laßberg zum bevorstehenden Umzug an Ludwig Uhland (1787-1826): „Jetzt gehet es ans Einpacken, das ist mühesam und langweilig; aber das Auspacken und Aufstellen ist hinwieder lustig, und dann will ich auch wieder mit erneutem Mut und Lust arbeiten; denn dort wird mir ein Wunsch gewärt, den ich bisher stets vergeblich

⁷ SCHENKENDORF, W. (1955): Lassberg und Ittner. In: BADER, K.S. (Hrsg.) (1955), Joseph von Lassberg, Mittler und Sammler, 119-138, hier 126f.

⁸ s. Abbildung 1. „Seinem höchst verehrten Freunde, dem Herrn Land-Ober-Forstmeister, Freiherrn v. Lasberg widmet dieses Buch zum Beweise seiner innigsten Verehrung der Mit-Herausgeber und Verfasser Selb.“

⁹ Weiterhin besaß Laßberg: C.J. SELB (1822): Andeutungen von Beweisen für die Vulkanität der Basaltberge in Schwaben hergeleitet aus ihren Lagerungs-Verhältnissen und ihrer Stellung gegen die übrigen Gebirgs-Formationen, Hanau (Carnesche Waisenhaus-Buchdruckerei).

¹⁰ SCHENKENDORF, W. (1955): Lassberg und Ittner. In: BADER, K.S. (Hrsg.) (1955), Joseph von Lassberg, Mittler und Sammler, 119-138, hier 133f.

¹¹ s. Abbildung 3.

¹² Annette von Droste-Hülshoff (1992): Historisch-kritische Ausgabe, Bd. X, 1, Nr. 319 (An Elise Rüdiger), S. 106-108.

närte, ich kann alle meine Bücher und Handschriften etc. in einem schönen, hellen, gewölbten (ehemaligen Archiv-) Saale beisammen aufstellen und durch die Glastüre eines anstoßenden geräumigen Arbeitszimmers alles übersehen“¹³.

Für die neuen Bibliotheksräumlichkeiten im alten Schloß von Meersburg hatte Laßberg neue Bücherkästen anschaffen lassen¹⁴. Bände, die die „Naturgeschichte“¹⁵ betrafen, wurden in einem der angrenzenden Turmzimmer aufgestellt¹⁶. Sie wurden in zwei Kästen (oder Regalen) untergebracht. Die „Naturgeschichte“ war in der Laßbergschen Bibliothekssystematik grob unterteilt. Bücherkasten XLVII trug die Aufschrift „Ökonomie“ und „Botanik“. Ein Beispiel aus dieser Gruppe ist der 'Unterricht über die Pflanzung der Wasserweiden, Errichtung der Weidenzäune und Verdämmung ...' aus dem Jahre 1796¹⁷. Bücherkasten XLVIII war der „Forstw[issenschaft]“ vorbehalten, wo beispielsweise der 'Forst- und Jagdkalender' Auskunft gab über die im Laufe des Jahres notwendigen Arbeiten des Försters und Jägers¹⁸. Außerdem standen in diesem Turm zwei Bücherkästen mit „Reisebeschreibungen“ und drei Kästen „Schöne Litteratur“.

Werke zur Botanik fanden sich aber auch an anderen Stellen der Systematik¹⁹. So gab es beispielsweise drei Kästen, die laut Bibliotheksplan nach rein formaler Kennzeichnung „Monographien“ enthielten (XXIX-XXX). Hier war etwa die erste von Georg Pictorius aus Villingen edierte Ausgabe des 'Macer Floridus' eingereiht²⁰ oder Vanières Gedicht über Landwirtschaft, Weinbau, Tierzucht und Jagd²¹.

Laßberg hat von Berufes wegen die Jägerei betreffende Literatur gesammelt. Im Bibliographienkasten (XXXVIII) stoßen wir auf ein Werk²², woraus er sich auf dem Vorderspiegel die 1750 in Altenburg erschienene 'Bibliotheca scriptorum venatorum' von Georg Christoph Kresig (Kreysig) notierte.

Die Themen Botanik und Jagd haben den Liebhaber aller Altertümer natürlich auch literaturgeschichtlich interessiert. So besaß er den 'Hortulus' des Walahfrid Strabo in einer Ausgabe, die ihm vom Herausgeber Friedrich Anton Leopold Reuss²³ (1810-1868) geschenkt worden war. Bei der lateinischen Literatur stand in Kasten XIII zum Beispiel Grattius' Lehrgedicht über die Jagd²⁴. Zur Sammlung der altdeutschen Literatur (XXI) gehörte ein Almanach mit parodierten Volksliedern²⁵.

¹³ PFEIFFER, F. (Hrsg.) (1870): Briefwechsel zwischen Joseph Freiherrn von Laßberg und Ludwig Umland, 238.

¹⁴ KASTNER, A. (1955): Lassberg auf der alten Meersburg. In: BADER, K.S. (Hrsg.) (1955), Joseph von Lassberg, Mittler und Sammler. Aufsätze zu seinem 100. Todestag, Stuttgart (Friedrich Vorwerk Verlag), 299-377, hier 304f.

¹⁵ Zur zeitgenössischen Auffassung des Gebietes der „Naturgeschichte“ vgl. z.B. Allgemeine deutsche Real-Encyclopädie für die gebildeten Stände, Bd. VII (1830), 722-727

¹⁶ s. Abbildung 4.

¹⁷ s. Abbildung 5.

¹⁸ s. Abbildung 6-8.

¹⁹ s. Abbildung 9.

²⁰ s. Abbildung 10.

²¹ Vanière, J. (1782), *Prædium rusticum*. Editio novissima, Basel.

²² DELANDINE, A.F. (1816): *Mémoires bibliographiques et littéraires* Paris, Lyon (Imprimerie de Fr. Mistral), 445, Nr. 131.

²³ vgl. auch HARRIS, M. (1991): Joseph Maria Christoph Freiherr von Lassberg 1770-1855.- Beihefte zum *Euphorion* 25, 353.

²⁴ PERLET, F.C.G. (Hrsg.) (1826): *Grattius Faliscus: Cynegeticon oder Jagdgesang lateinisch und deutsch*, Leipzig (Hahnsche Verlagsbuchhandlung).

²⁵ s. Abbildung 11-12.

Laßbergs Notizen auf dem Vorderspiegel über Bemerkenswertes in dem Buch heben Jägerlieder hervor. Ebenfalls zu den lateinischen Klassikern (XII) zählte Johann Gottlob Schneiders Bearbeitung der Sammlung älterer Abhandlungen zur Landökonomie, die *‘Scriptores rei rusticae’*²⁶. Die vierbändige Ausgabe hatte ihm sein Studienfreund Johann Leonhard Hug (1765-1846), nun als Professor der Universität Freiburg, im Jahre 1800 geschenkt. Zu dieser Zeit lebte die junge Familie von Laßberg auf dem Rittergut Helmsdorf bei Immenstaad. Hug spricht in der Widmung²⁷ an den Freund und „Landmann“ auch dessen erste Ehefrau Maria Anna geb. Ebinger von der Burg (1774-1814) und die bereits geborenen Söhne Karl (1796-1866) und Friedrich (1798-1838) an.

Die Fülle der Texte in Laßbergs Bibliothek, in welchen der Begriff Jagd im übertragenen Sinne verwendet wird, böten Stoff für eine Reihe literaturwissenschaftlicher Untersuchungen. Dennoch sei in diesem Kontext zumindest ein Beispiel erwähnt: die *‘Jagd’* Hadamars von Laber²⁸. Von dieser verbreitetsten und einflußreichsten deutschen Minneallegorie besaß Laßberg eine Handschrift²⁹ aus dem Jahre 1493. Das Jagen nach einem edlen Wild ist hier allegorisches Modell, um das Werben eines Mannes um eine Frau darzustellen. Auf dem ersten Blatt³⁰ hat Laßberg wie in vielen anderen Manuskripten in kunstvoller Art sein Wappen als Exlibris angebracht. 1820 erwähnt Laßberg den in seinem Besitz befindlichen Kodex in einem Brief³¹ im Zusammenhang mit dem *‘Liedersaal’*. Der *‘Liedersaal’* ist eine von Laßberg herausgegebene vierbändige Ausgabe mittelhochdeutscher Texte, die zwischen 1820 und 1825 erschien. Geplante weitere Teile, zum Beispiel auf Grund der Hadamar-von-Laber-Handschrift, sind nicht mehr zustande gekommen. Vielleicht hat Laßberg diesen Codex mit der Unterstützung Elisabeths von Fürstenberg erworben, deren Lebensweg er bis zu ihrem Tode 1822 begleitete. Bekanntlich hat die Fürstin Laßberg den Kauf des Nibelungenkodex C im Jahre 1815 in Wien ermöglicht. So ist der vierte Band des Liedersaals mit dem Nibelungenlied nach eben dieser Handschrift *„Der Fürstin teutscher Frauen“* gewidmet.

²⁶ s. Abbildung 13-14.

²⁷ Widmung: „Josepho Baronij a Lasperg Domino in Helmsdorf, Jo. Leonardus Hug Professor Friburgensis S. p. d. Libros hos, cum repente factus sis rusticus, amicorum dulcissime! tibj munusculum mitto pro re tua domestica, ut eam non tantum solerter, sed et[iam] docte administres. Bene et feliciter se habeat placens uxor; puerulos tuos, utrumque, meo nomine exosculare. vale. Friburgi 4ta Februarij 1800“.

²⁸ Laßberg hat sich besonders interessiert für die Biographie der Autoren mittelhochdeutscher Dichtungen. Allerdings ist sein Arbeitsprojekt *„Dichterbuch“* unvollendet geblieben, vgl. aus seinem Nachlaß in der BLB: K 2913 (IIB1). Beim Studium historischer Literatur hat er sich Lesefrüchte meist auf dem vorderen Spiegel notiert. In dieser Weise hielt er eine Passage zum Geschlecht derer von Laber in einem Band fest, den er von Johann Heinrich Daniel Zschokke (1771-1848) in Aarau 1821 erhielt: LANG, K.H.v. (1821): *Geschichte des Bairischen Herzogs Ludwig des Bärtigen zu Ingolstadt, Nürnberg (Riegel und Wießner)*, 99.

²⁹ Hs. Don. 92; BARACK, K.A. (1865): *Die Handschriften der Fürstlich-Fürstenbergischen Hofbibliothek zu Donaueschingen*, S. 81f.

³⁰ s. Abbildung 15.

³¹ vgl. HARRIS, M. (1986): *Joseph von Laßberg im Briefwechsel mit norddeutschen Germanisten.-Euphorion* 80, 71.

Gegen Ende seines Lebens scheint Laßberg das Hegen von Pflanzen eher seiner zweiten Frau Jenny überlassen zu haben. Annette schreibt von ihrer Schwester, der „Blumennärrin“ und ihrem Schwager: „Jenny steckt bis über den Ohren in ihrer Gärtnerey, hat ihre Aurikeln aus dem Samen grade alle in Blüthe, und Laßberg tauft die neuen Sorten mit einem Nibelungen- und Liedersaal-Namen nach dem andern“³².

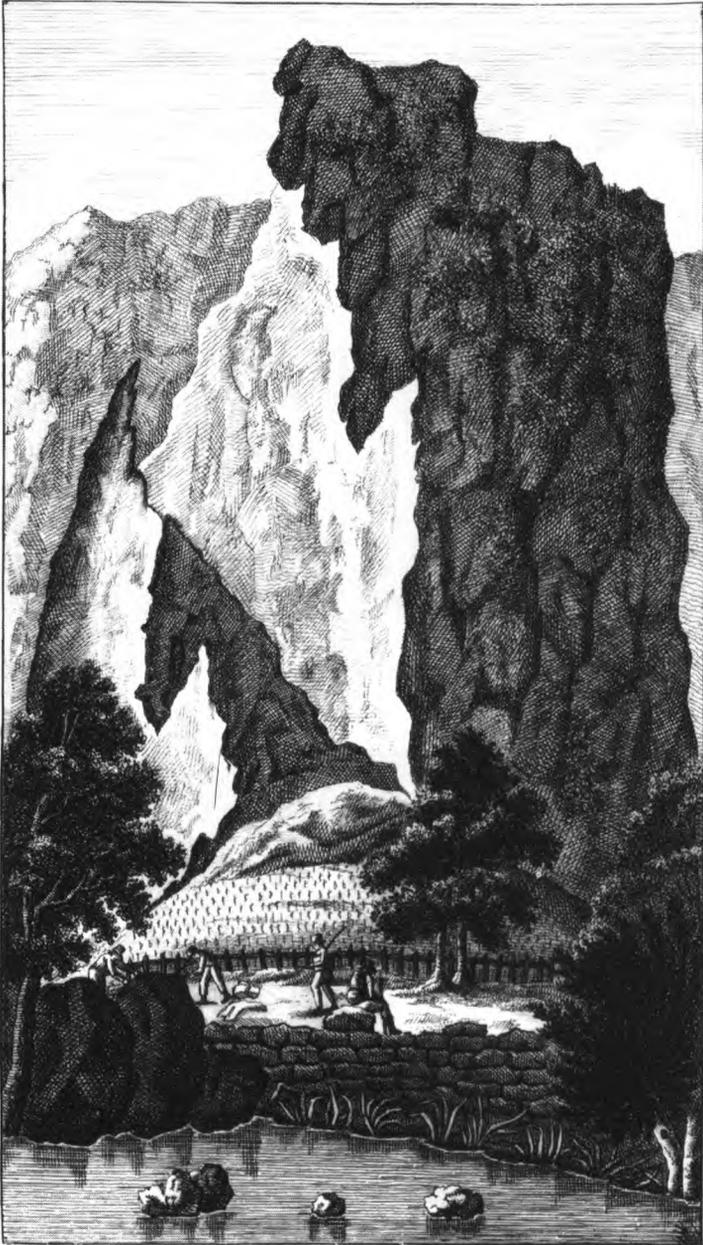
Literatur

- Allgemeine deutsche Real-Encyclopädie für die gebildeten Stände, Bd. VII (1830). – 7. Originalauflage, zweiter durchgesehener Abdruck Leipzig (Brockhaus).
- ANNETTE VON DROSTE-HÜLSHOFF (1992-1993): Historisch-kritische Ausgabe, Bd. IX-X. Briefe. – Hrsg.: WINFRIED WOESLER, Tübingen.
- BADER, K.S. (1955): Der Reichsfreiherr Joseph von Lassberg. – In: BADER, K.S. (Hrsg.) (1955), Joseph von Lassberg, Mittler und Sammler. Aufsätze zu seinem 100. Todestag, Stuttgart (Friedrich Vorwerk Verlag), 11-50.
- BARACK, K.A. (1865): Die Handschriften der Fürstlich-Fürstenbergischen Hofbibliothek zu Donaueschingen. – Neudruck, Hildesheim, New York (Georg Olms Verlag) 1974.
- GAIER, U. & WEIDHASE, H. (1998): Joseph Freiherr von Laßberg (1770-1855). Imaginierte Lebensformen des Mittelalters. – Marbacher Magazin 82, Sonderheft zu dem Symposium Joseph Freiherr von Lassberg in Meersburg im Oktober 1998, Marbach a. N. (Deutsche Schillergesellschaft).
- HARRIS, M. (1986): Joseph von Laßberg im Briefwechsel mit norddeutschen Germanisten. Neu aufgefundene Briefe zur Geschichte der germanischen Philologie. – Euphorion 80.
- HARRIS, M. (1991): Joseph Maria Christoph Freiherr von Lassberg 1770-1855, Briefinventar und Prosopographie. Mit einer Abhandlung zu Lassbergs Entwicklung zum Altertumsforscher. – Beihefte zum Euphorion 25, Heidelberg (Carl Winter-Universitätsverlag).
- KASTNER, A. (1955): Lassberg auf der alten Meersburg. – In: BADER, K.S. (Hrsg.) (1955), Joseph von Lassberg, Mittler und Sammler. Aufsätze zu seinem 100. Todestag, Stuttgart (Friedrich Vorwerk Verlag), 299-377.
- PFEIFFER, F. (Hrsg.) (1870): Briefwechsel zwischen Joseph Freiherrn von Laßberg und Ludwig Uhland. – Mit einer Biographie Franz Pfeiffers von K. Bartsch und den Bildnissen von Pfeiffer, v. Lassberg und Uhland, Wien (Wilhelm Braumüller).
- SCHENKENDORF, W. (1955): Lassberg und Itner. – In: BADER, K.S. (Hrsg.) (1955), Joseph von Lassberg, Mittler und Sammler. Aufsätze zu seinem 100. Todestag, Stuttgart (Friedrich Vorwerk Verlag), 119-138.
- WOHLFARTH, E. (1983): Geschichte der Fürstlich Fürstenbergischen Forstwirtschaft, Stuttgart (Landesforstverwaltung Baden-Württemberg).

Fotos: K. STÜRMLINGER und B. EHLIG, BLB Karlsruhe.

(Am 1. Dezember 2000 bei der Schriftleitung eingegangen.)

³². ANNETTE VON DROSTE-HÜLSHOFF (1993): Historisch-kritische Ausgabe, Bd. IX, 1, Nr. 270 (An ihre Mutter), S. 301.



Der gefallene Felsen

Abb. 2: Carl Cäsar Leonhard & Carl Josef Selb, Mineralogische Studien,
Erster Theil, Nürnberg 1812.



Abb. 3: Georg Wilhelm Iselt, Stürmischer Abend am Bodensee, Staatliche Kunsthalle Karlsruhe.

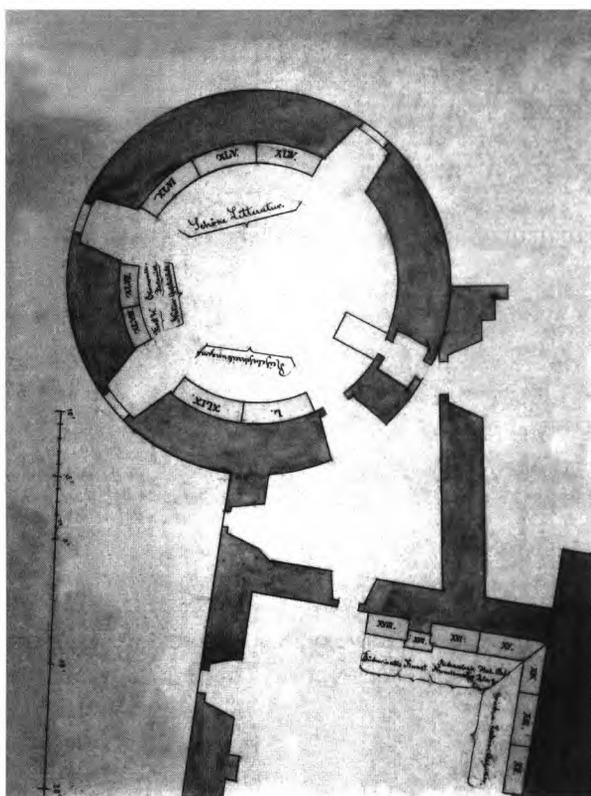


Abb. 4: Übersichtsplan der „Bibliotheca Laszbergiana“ in der alten Meersburg, Ausschnitt.

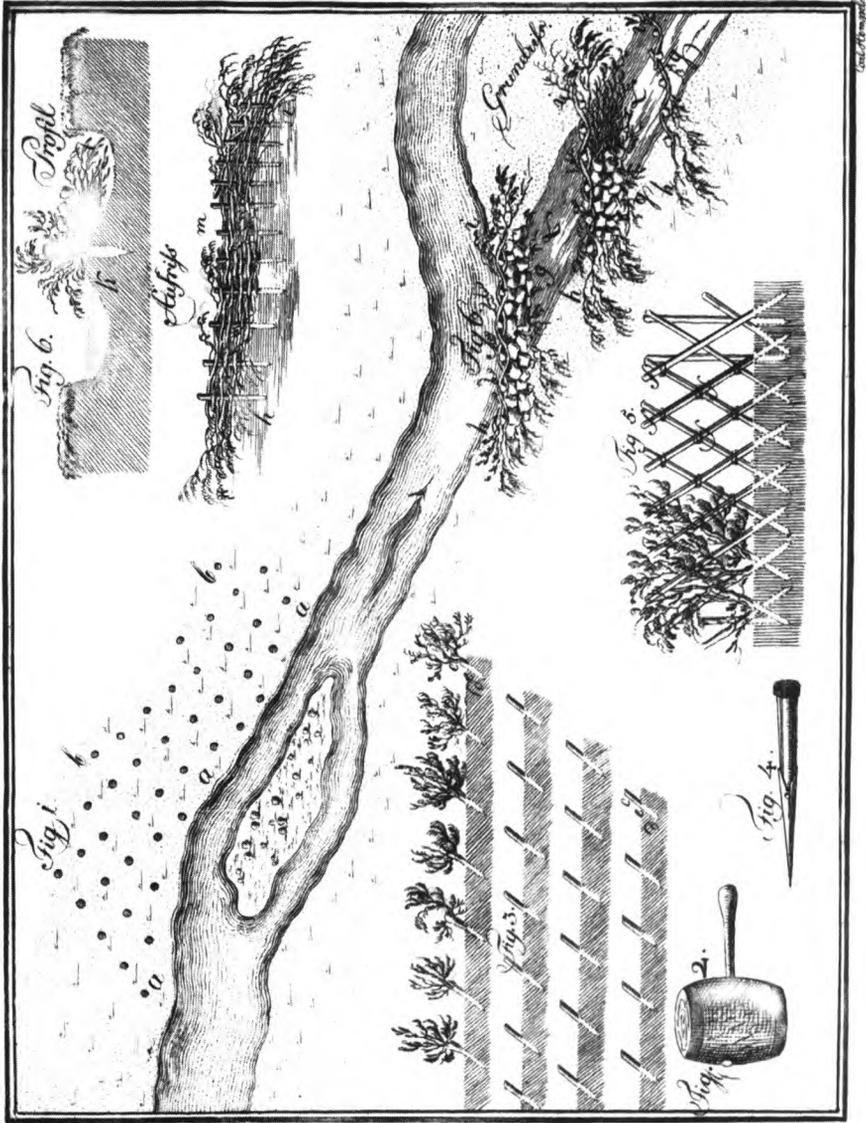


Abb. 5: Unterricht über die Pflanzung der Wasserweiden, Errichtung der Weidenzäune und Verdämmung eines aus seinem Bette zu treten drohenden Baches, Salzburg (gedruckt mit Duyleschen Schriften) 1796.

Forst- und Jagd- Kalender

über
die im ganzen Jahre vorkommenden monatlichen Verrichtungen
der Forst- und Jagd-Geschäfte

für
Förster und Jäger
auch
Forst- und Jagdliebhaber.

Nebst einem Anhange:

Der holzgerechte Förster

über
die technisch-ökonomisch- und zum Theil medizinische
Benutzung
der in Deutschland wild wachsenden
Holzarten.

Von
Wilhelm Hohenadel,
Königlich Baierschem Revierförster zu Ursberg.

Ulm, 1808
im Verlag der Stettinischen Buchhandlung.

Abb. 6-8: Wilhelm Hohenadel, Forst- und Jagd-Kalender über die im ganzen Jahre vorkommenden monatlichen Verrichtungen der Forst- und Jagd-Geschäfte ..., Ulm (Verlag der Stettinischen Buchhandlung) 1808.

Jorff - Kalender

Im Monat August

Blühen	Rosen
<p>Campanula. (<i>Erica tetralix</i>)</p> <p>Ornithogalum. (<i>Solanum dulcamara</i>)</p> <p>Prunella. (<i>Rubus saxatilis</i>)</p> <p>Geißlerkraut. (<i>Cytisus nigricans</i>)</p>	<p>Weiße Rosenkornen. (<i>Sonchus oleraceus</i>)</p> <p>Blauer Rosenkornen. (<i>Sonchus oleraceus</i>)</p> <p>Weiße Rosenkornen. (<i>Sonchus oleraceus</i>)</p> <p>Blauer Rosenkornen. (<i>Sonchus oleraceus</i>)</p> <p>Weiße Rosenkornen. (<i>Sonchus oleraceus</i>)</p> <p>Blauer Rosenkornen. (<i>Sonchus oleraceus</i>)</p>

Monatliche Veränderungen

Jorff - Anbau	Jorff - Ernte
<p>Man überläßt den Jorff den Winter über stehen, und erst im Frühjahr, wenn die Erde sich erwärmt hat, wird er gepflanzt. Die Jorff sind sehr frosthoch, und können daher im Winter überlassen werden. Die Jorff sind sehr frosthoch, und können daher im Winter überlassen werden.</p>	<p>Die Jorff sind im August reif, und können geerntet werden. Die Jorff sind im August reif, und können geerntet werden.</p>

Jorff - Einwirkungen

Die Wirkungen der Jorff sind sehr verschieden. Sie sind im Allgemeinen sehr gesundheitsfördernd, und können bei verschiedenen Krankheiten angewendet werden. Die Jorff sind im Allgemeinen sehr gesundheitsfördernd, und können bei verschiedenen Krankheiten angewendet werden.

Jagd - Kalender

Im Monat August

Waldvögel	Wasser, Meeres, Aehren	Säuger
<p>Die Jagd auf Waldvögel ist im August sehr beliebt. Die Jagd auf Waldvögel ist im August sehr beliebt.</p>	<p>Die Jagd auf Wasser, Meeres, Aehren ist im August sehr beliebt. Die Jagd auf Wasser, Meeres, Aehren ist im August sehr beliebt.</p>	<p>Die Jagd auf Säuger ist im August sehr beliebt. Die Jagd auf Säuger ist im August sehr beliebt.</p>

Die Jagd auf Waldvögel ist im August sehr beliebt. Die Jagd auf Waldvögel ist im August sehr beliebt. Die Jagd auf Waldvögel ist im August sehr beliebt.

Monatliche Veränderungen

Jagd - Hatzzeiten	Jagd - Einwirkungen
<p>Die Hatzzeiten der Jagd sind im August sehr verschieden. Die Hatzzeiten der Jagd sind im August sehr verschieden.</p>	<p>Die Einwirkungen der Jagd sind im August sehr verschieden. Die Einwirkungen der Jagd sind im August sehr verschieden.</p>

Jagd - Einwirkungen

Die Einwirkungen der Jagd sind im August sehr verschieden. Die Einwirkungen der Jagd sind im August sehr verschieden. Die Einwirkungen der Jagd sind im August sehr verschieden.

* Einzel-Quartiere für die Jagd. Quartiere, 1. u. 2. u. 3.

Abb. 7

Abb. 8

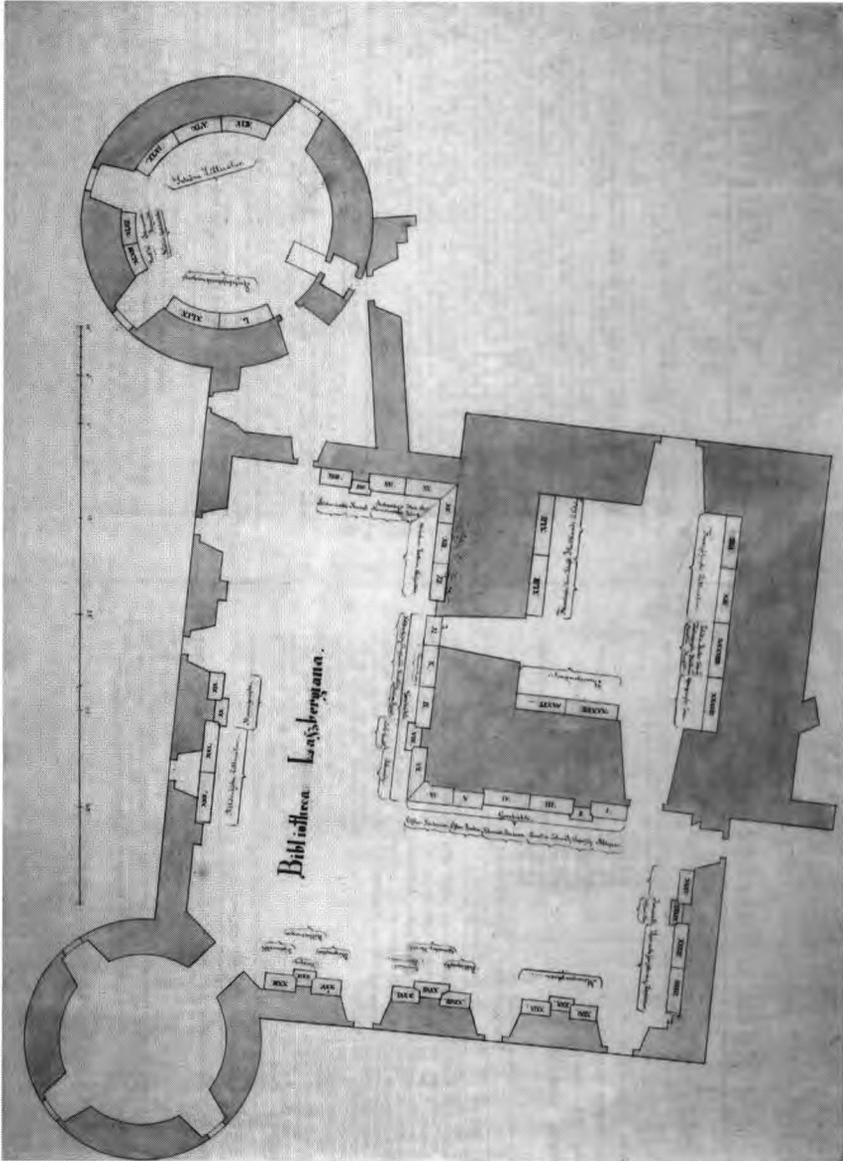


Abb. 9: Übersichtsplan der „Bibliotheca Laszbergiana“ in der alten Meersburg.

AEMILIVS MACER



Erbarum uarias diciturus carmine ui
res.

Herbarum matrem (dedit artemisia
nomen,

Cui graecus sermo) iustum puto po-
nere primo,

Huius opem fertur prior inuenisse Diana,
Artemis graecè, quæ dicitur: indeq; nomen

Herba tener, quia sic inuētrix dicitur eius,
Præcipuè morbis mulieribus ipsa medetur,

Menstrua deducit eius decoctio sumpta,
Hocq; facit matrix si sæpe fouetur eadem,

Vel si cruda mero sociata terendo bibatur,
Aut si trita uirens super alium nocte ligetur,

Pellit abortiuum potu, uel subdita tantum
Duritias soluit stericas, pellitq; tumores,

Vrinam potata ciet, lapidesq; repellit,
Stericosq; iuuat cum uino sæpius hausta.

Hanc ad ipsi iunctā strumis opponere laudat
Plinius lib. 19. cap. 10. Plinius lib. 19. cap. 10.

Plinius, atq; iubet cum uino sumere tritam.
Hæc opium nimium si quemq; læserit haustum

Subuenit eximie, si uino iuncta bibatur,
Affirmant etiam quisquis gestauerit illam,

Quod nullo ualeat nocuo medicamine lædi,
Et quod eum morsu non appetat ulla ferarum,

Radix illius collo suspensa rubetis
Dicitur, et cunctis nouis obistere ramis,

Succus ad hoc eius cum uino proderit haustus,
Si musto contrita recens seruabitur herba.

Vimnm

a. Rectius, herbam ma-
trix, propter
uicium quon-
iam ab his pra-
stat. Vel her-
barum mater
dicitur propter
optius proci-
tandum effi-
caciã.
b. Dedit Ar-
temisia nomen,
Cui graecus
sermo; hæc
Parentes in-
cludi debent;
i. e. Graeci Ar-
temisiam
uocauerunt.
c. Sic etiam
Gellius refert
bit uicem;
prior, ad plu-
res lib. 19. ubi
ait: Qui coram
prior aliis sy-
met, et patris:
Et Plinius li-
brum
Tena. bro-22
fuit
con- cap. 30.
Tulendi ius
fuisse. Atroc

Abb. 10: [Odo von Meung, De viribus herbarum]. Macer Floridus. Hg. v. Georg Pictorius, Basel (Henricpetri) 1559.

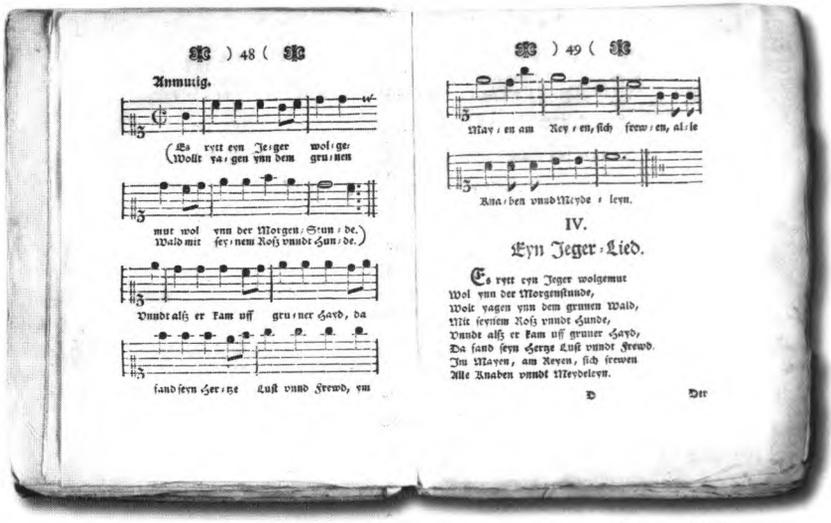


Abb. 11-12: Eyn feyner kleyner Almanach vol schöner echter liblicher Volckslieder ... gesungen von Gabriel Wunderlich weyl. Benkelsengern zu Dessaw, herausgegeben von Daniel Seuberlich, Schustern tzu Ritzmück ann der Elbe 1/2 (1777/1778), Berlynn vnnr Strettynn (Friedrich Nicolai).

Giuseppe Baroni à Casperg
 Domino in Helmsdorf,
 Jo. Leonardus Hugs Professor Friburgensis
 J. p. d.

Libros hos, cum repente factus es rusticus,
 amicorum vulgissime; tibi munusculum
 mitto pro re tua domestica, ut eadem non
 tantum solerter, sed et docte administres.
 Bene et feliciter se habeat, placeat tuis;
 puerulos tuos, utrumque, meo nomine
 exoptulare vale.
 Friburgi 4^{to} februarii 1700.

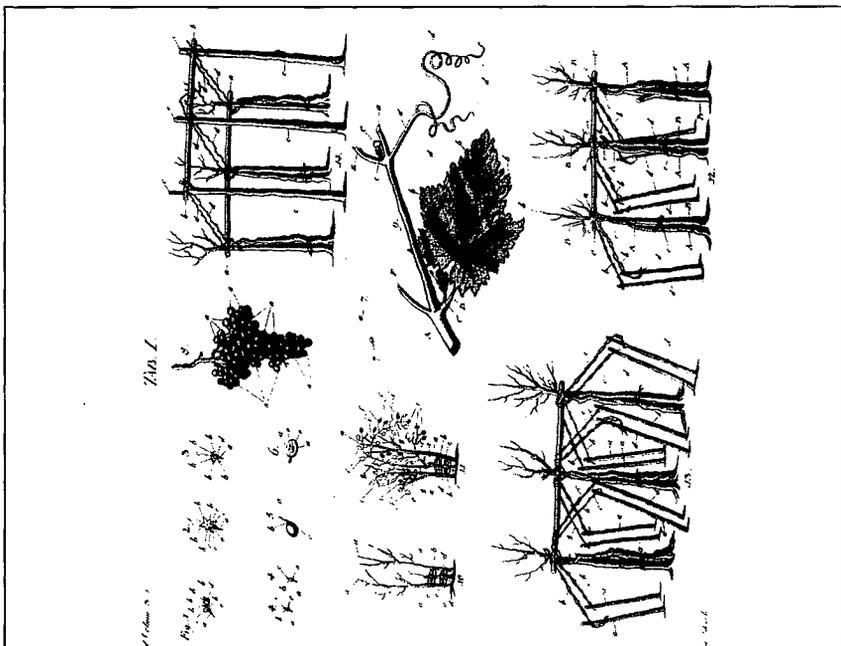


Abb. 13: Scriporum rei rusticae veterum Latinorum tomus I-IV ... correxit ...
 ... illustravit Johann Gottlob Schneider, Lipsiae (sumtibus Casp.
 Fritsch) 1794-1797, Widmung Hugs an Labberg.

Abb. 14: Scriporum rei rusticae veterum Latinorum tomus II ... correxit ...
 illustravit Johann Gottlob Schneider, Lipsiae (sumtibus Casp.
 Fritsch) 1794.

Der allweg din ge
 selle und byß offit stad
 gewarnet. Es wolle
 vor es wolle vil manig
 lieb mit lant man ewal
 net die halze dich offhal.
 dett fide veygigen sprach
 Ich zu mine heetzer do ich es an die
 stony wolt sagen.

Dauit mine statt vremen am stloß der
 mine treuach die magt erbinden nie
 man in lieb in laid in feden noch in
 viron. Es ist gesunden und wirt
 nicht erbinden. Vm heetz das soll
 mytät ze vnderenillichen werden sind.

Heutlich erigist zu mine gerechtlich
 gegen erwidert fode natwe Unbet
 ligs bet. Ein sitz selbex entwexen.
 Sie ist am anfang aller mine fei
 den. Nun wirt end gilt gefellen
 das von dem end fruchtig wred
 zu giden.



Abb. 15: Hadamar von Laber, 'Jagd', Hs. Don. 92

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	4	919 – 950	2001	Freiburg im Breisgau 12. Juli 2001
--	---------	---	-----------	------	---------------------------------------

„Viticella wilder zytwan“ – Betrachtungen zu *Bryonia* L. und *Tamus communis* L. in Texten und Bildern des Mittelalters und der frühen Neuzeit

VON
EVA-MARIA WAGNER, Freiburg i. Br.*

Zusammenfassung: Zentrale Quelle mittelalterlicher Pflanzenkunde ist die im 1. Jahrhundert n. Chr. entstandene Arzneimittellehre „De materia medica“ des griechischen Arztes DIOSKURIDES. Viele der bei DIOSKURIDES genannten Pflanzen und die Beschreibung ihrer Heilwirkungen lassen sich durch die gesamte pharmakologische Literatur des Mittelalters hindurch verfolgen. Drei Pflanzen, die bei DIOSKURIDES aufgrund habitueller Ähnlichkeiten und Übereinstimmungen in der Heilwirkung zu einer Gruppe zusammengestellt und mit einem gemeinsamen Namen – „Ampelos“ („Rebe“) – bezeichnet worden sind, werden in der modernen Literatur als *Bryonia alba* L., *Bryonia cretica* L. ssp. *dioica* (Jacq.) Tutin und *Tamus communis* L. identifiziert. Auf der nach qualitativen Eigenschaften der Heilpflanzen vorgenommenen Ordnung des DIOSKURIDES basierend, wird zwischen den beiden Pflanzengattungen *Bryonia* L. und *Tamus* L. in der mittelalterlichen pharmakologischen Literatur nicht immer klar unterschieden. Oft werden sie zu einer „verwandtschaftlichen“ Gruppe oder sogar zu einer einzigen Pflanzenform zusammengefasst. Erst die Autoren der frühneuzeitlichen Kräuterbuchdrucke (16. Jahrhundert) beginnen, die Identität und die verwandtschaftliche Zugehörigkeit der bei DIOSKURIDES beschriebenen Pflanzen zu hinterfragen und zu diskutieren.

Einführung

Die Pflanzenkunde des Mittelalters beruht hauptsächlich auf den Überlieferungen der griechischen und römischen Antike. Zentrale Quelle mittelalterlicher Kenntnisse über Heil- und Nutzpflanzen ist die Arzneimittellehre περί ὕλης ἰατρικῆς (peri hyles iatrikés „De materia medica“) des griechischen Arztes DIOSKURIDES (lat. DIOSCORIDES) aus Anazarbos in Kleinasien. In der um 60 n. Chr. entstandenen „Materia medica“ fasste DIOSKURIDES das gesamte Wissen der damaligen Zeit über Heilmittel aus dem Mineral-, Tier- und Pflanzenreich zusammen, wobei die einfachen, also nicht miteinander kombinierten Heilmittel (Simplicia) aus dem Pflanzenreich den größten Raum einnahmen.¹

* Anschrift der Verfasserin: E.-M. WAGNER, Husserlstr. 14, D-79110 Freiburg i. Br.

¹ Der Text der „Materia medica“ wurde ediert von Wellmann (1906-1914). Deutsche Übersetzung und Bearbeitung von BERENDES (1902).

Die „Materia medica“ des DIOSKURIDES war von kaum zu überschätzender Bedeutung für die Pflanzen- und Drogenkunde des Mittelalters. Über einen Zeitraum von mehr als 1500 Jahren hinweg besaß sie uneingeschränkte autoritative Geltung. Aufbau und Inhalt der „Materia medica“ blieben bis in die Neuzeit hinein Vorbild für die Anlage pharmazeutischer Bücher.

Das Wissen aus dem Buch und die Treue zum überlieferten Wort waren kennzeichnend für die Gelehrsamkeit des Mittelalters. Das zähe Festhalten an der als wahr und gültig anerkannten Autorität führte dazu, dass in einem Großteil der bis heute erhaltenen schriftlichen Zeugnisse über Pharmakobotanik und Pflanzenkunde Spuren der „Materia medica“ zu finden sind. Viele der bereits bei DIOSKURIDES beschriebenen Heilpflanzen lassen sich durch die gesamte pharmakologische Literatur des Mittelalters hindurch verfolgen.

Drei dieser Heilpflanzen aus der „Materia medica“, die sich in einer Vielzahl nachfolgender medikobotanischer Schriften nachweisen lassen, sind der sogenannte „wilde Ampelos“, sowie der „weiße“ und der „schwarze Ampelos“ des DIOSKURIDES.

Aufgrund der von DIOSKURIDES für die drei Pflanzen genannten Synonyme und der recht ausführlichen Beschreibung der Pflanzen und ihrer Heilwirkungen konnten die drei „Ampelos“-Arten des DIOSKURIDES mit relativ großer Sicherheit bestimmt werden. Die als „wilde Rebe“ ἄμπελος ἀγρία („Ampelos agria“) bezeichnete Pflanze wird als *Tamus communis* L. identifiziert. Die „weiße Rebe“ ἄμπελος λευκή („Ampelos leuke“) ist als rotfrüchtige Zaunrübe *Bryonia cretica* L. ssp. *dioica* (Jacq.) Tutin anzusprechen, während unter der „schwarzen Rebe“ ἄμπελος μέλαινα („Ampelos melaina“) die schwarzfrüchtige Zaunrübe *Bryonia alba* L. verstanden wird.²

Der griechische Name ἄμπελος („Ampelos“) bedeutet Rebe, im engeren Sinne Weinrebe. DIOSKURIDES beschreibt im 5. Buch der „Materia medica“ (Kap. 1 und 2) den Weinstock *Vitis vinifera* L. Die Kulturrebe wird als ἄμπελος οἰνόφορος („Ampelos oinophoros“) bezeichnet, während der wilde Weinstock, wie schon die oben genannte „wilde Rebe“, den Namen ἄμπελος ἀγρία („Ampelos agria“) trägt.

Offensichtlich liegt der Grund für die gemeinsame Bezeichnung von *Bryonia* L., *Tamus communis* L. und dem Weinstock in einer gewissen Ähnlichkeit der Tracht begründet. *Vitis vinifera*, *Bryonia* und *Tamus communis* sind Kletterpflanzen ohne einen selbsttragenden Stamm, und bei allen drei Pflanzengattungen werden Beerenfrüchte ausgebildet, die in traubiger – bei *Bryonia* zumindest in traubenähnlicher – Anordnung stehen. Daneben sind aber auch die habituellen Unterschiede zwischen den drei Pflanzengattungen unverkennbar.

Die Zaunrübe *Bryonia* gehört zur Familie der Kürbisgewächse (Cucurbitaceae). Die fünf-lappigen Laubblätter, die unverzweigten, den Laubblättern gegenüberstehenden Ranken, mit denen sich die Pflanze am Träger hochbindet, und die roten (*Bryonia cretica* ssp. *dioica*) beziehungsweise schwarzen (*Bryonia alba*) Beeren in kurzgestielten, doldenförmigen Fruchtständen erinnern optisch in der Tat etwas an den Weinstock. Wesentlich entfernter ist dagegen die habituelle Ähnlichkeit zwi-

² Pflanzenidentifizierungen nach BERENDES (1902). Die Identifizierungsvorschläge in der neueren Literatur (u.a. BERENDES 1902, GERSTINGER 1970) basieren vor allem auf den Bemühungen von J. SIBTHORP („*Florae graecae prodromos*“, London 1806) und C. FRAAS („*Synopsis plantarum florae classicae*“, München 1845) um die Identifizierung der von DIOSKURIDES beschriebenen und in den illustrierten Handschriften der „Materia medica“ abgebildeten Pflanzen. BUBERL (1937), S. 36.

schen *Vitis vinifera* und *Tamus communis*. Die Schmerwurz, eine Vertreterin der Yamswurzelgewächse (Dioscoreaceae), ist ebenfalls keine selbsttragende Pflanze, sondern ein Schlinger, der Spross windet sich ohne Hilfe von Ranken am Träger empor. Das Laubblatt ist breit-spitz-eiförmig, gestielt, die Blattbasis ist tief herzförmig ausgerandet. Die Frucht ist eine rote Beere in traubigem Stand.³ Offensichtlich genügte aber schon diese sehr entfernte Ähnlichkeit – Kletterpflanze, rote Beerenfrucht – um die Pflanze als eine der Weinrebe vergleichbare Art zu bezeichnen.

Der gemeinsame Name „Ampelos“ scheint sich aber lediglich auf die rein äußerlichen Übereinstimmungen der Tracht, einen gemeinsamen „rebenartigen“ Charakter zu beziehen.

DIOSKURIDES, der die Arzneimittel seiner „Materia medica“ primär nicht nach ihrer habituellen, sondern nach ihrer qualitativen Verwandtschaft ordnet, stellt *Vitis vinifera* („Ampelos oinophoros“ und „Ampelos agria“) an den Beginn des 5. Buches, das von den Weinen und den Metallen handelt. Die drei anderen „Ampelos-Arten“ *Tamus communis*, *Bryonia cretica* ssp. *dioica* und *Bryonia alba* erscheinen dagegen an anderer Stelle. Sie werden in drei aufeinanderfolgenden Kapiteln des 4. Buches beschrieben, das die Wirkungsweise der Kräuter und Wurzeln zum Thema hat.⁴ Nicht nur die Tracht, sondern auch die Heilwirkungen und Anwendungsmöglichkeiten von „Ampelos agria“, „Ampelos leuké“ und „Ampelos melaina“ stimmen in den Ausführungen des DIOSKURIDES in hohem Maße überein. Aus diesem Grund wurden die drei Pflanzenarten zu einer verwandtschaftlichen Gruppe im Sinne der Arzneimittellehre des DIOSKURIDES zusammengefasst.

In der nachfolgenden Literatur erscheinen *Bryonia* und *Tamus communis*, soweit sie sicher identifiziert werden können, weiterhin meist als zusammengehörige Gruppe, oft unter dem gemeinsamen Namen „Vitis“ oder „Bryonia“, wobei „Vitis alba“ beziehungsweise „Bryonia alba“ in der Regel für *Bryonia* verwendet wird, während „Vitis nigra“ oder „Bryonia nigra“ meist *Tamus communis* bezeichnet. Zum Teil kann sogar die eine durch die andere Pflanzenart ersetzt werden. Erst die Kräuterbuchautoren des 16. Jahrhunderts suchten die Identität der bei DIOSKURIDES genannten Pflanzen genauer zu hinterfragen. Ihre Versuche, die „Ampelos-Arten“ des DIOSKURIDES den ihnen bekannten Species zuzuordnen, führte zu unterschiedlichen Ergebnissen und bot Anlass zu zahlreichen Diskussionen. Dabei blieb die „Materia medica“ des DIOSKURIDES weiterhin Grundlage ihrer Überlegungen. Erst im 18. Jahrhundert brachten die Arbeiten LINNÉs zur Systematik der Pflanzen und Tiere die von den Botanikern des 16. Jahrhunderts aufgenommenen Überlegungen zu Fragen der verwandtschaftlichen Zugehörigkeit und Identität im Pflanzenreich zu einem – vorläufigen – Abschluss.

Terminologische Probleme mittelalterlicher Pharmakobotanik

Im 18. Jahrhundert ermöglichte die Einführung der zweigliedrigen, aus Gattungs- und Artnamen bestehenden Pflanzen- (und Tier-) Namen durch CARL VON LINNÉ

³ HEGI Bd. VI, 2 (2. Aufl. 1979), Bd. II, 2 (2. Aufl. 1939). – Alle modernen Pflanzennamen nach ZANDER (2000).

⁴ WELLMANN, Vol. II (1906), Buch IV: Cap. 181: ἄμπελος ἀγρία, Cap. 182: ἄμπελος λευκή, Cap. 183: ἄμπελος μέλαινα, S. 328-331, Vol. III (1914), Buch V: Cap. 1: ἀμπέλου οἰνοφόρου, Cap. 2: ἄμπελος ἀγρία, S. 1-2. – BERENDES (1902): Buch IV, Cap. 180 (183): Wilde Rebe, Cap. 181 (184): Weisse Rebe, Cap. 182 (185): Schwarze Rebe. S. 469-471. Buch V, Cap. 1: Weinstock, Cap. 2: Wilder Weinstock. S. 477-478.

(1707-1778) erstmals eine sinnvolle Systematisierung der natürlich vorkommenden Organismen. Zuvor hatte es keine einheitliche Basis zur Unterscheidung der einzelnen Pflanzen- und Tierarten voneinander gegeben.

Das Fehlen einer übereinstimmenden nomenklatorischen Grundlage wurde bereits in frühester Zeit als Problem erkannt. Lange Synonymenlisten finden sich zu Beginn jedes Pflanzenkapitels bereits im „Juliana-Anicia-Codex“, einer illustrierten DIOSKURIDES-Handschrift aus dem frühen 6. Jahrhundert⁵. Sie nennen den Namen der fraglichen Pflanze in diversen Sprachen (griechisch, lateinisch, arabisch, dakisch, syrisch), sowie die von älteren Autoren und von sagenhaften Persönlichkeiten (angeblich) verwendeten Bezeichnungen. Synonymenlisten dieser Art fehlen in keinem nachfolgenden Kräuterbuch. Bis hin zu den frühen Kräuterbuchdrucken des 15. und 16. Jahrhunderts und in den prachtvoll ausgestatteten Florilegien des Barock wurden zu Beginn jedes Pflanzenkapitels die unterschiedlichen Bezeichnungen der fraglichen Pflanze aufgelistet. Die „Clavis sanationis“, ein griechisch-arabisch-lateinisches Wörterbuch zur „Materia medica“, wurde Ende des 13. Jahrhunderts von dem italienischen Arzt SIMON VON GENUA (SIMON JANUENSIS) verfasst. Das Werk blieb bis in die Neuzeit Grundlage der medizinisch-pharmakologischen Synonymik. Von ähnlicher Wirkmächtigkeit waren die um 1309 entstandenen „Pandekten“ („Liber pandectarum medicinae“) des spätsalernitaner Arztes MATTHAEUS SILVATICUS. Daneben sind auch selbständige, nicht an eine Pharmakopoe gebundene Synonymenlisten erhalten, was von dem Bemühen zeugt, über die jeweils behandelte Pflanze möglichst große Übereinstimmung zu gewinnen. Dies war besonders wichtig, um sich bestimmter Heilwirkungen sicher sein zu können.

Die starke Auffächerung der Synonymik, die bereits im Hochmittelalter einsetzt und in den Kräuterbuchdrucken des 16. Jahrhunderts besonders deutlich wird, macht es zum Teil schwierig, in einigen Fällen sogar unmöglich, anhand der modernen botanischen Systematik eine sichere Identifikation bestimmter Pflanzen zu treffen.⁶

Ungeachtet der genannten Schwierigkeiten, bemühten sich spätere Bearbeiter antiker und mittelalterlicher pharmakologischer Literatur stets auch um die Identifizierung der aufgeführten Simplicia. (u.a. CAMUS 1886, FISCHER-BENZON 1894, SCHUSTER 1926, FISCHER 1929, WOYDT 1942, THODE 1942, BESSLER 1959, BLOME 1978, OPSOMER 1984, DIETRICH 1988 (Identifikation arabischer Pflanzennamen), DAEMS 1993.)

Dabei wurden zur Identifikation der Simplicia eine Reihe von Kompilationen antiker und mittelalterlicher Verfasser herangezogen, die unter den Namen von DIOSKURIDES, PLINIUS, PSEUDO-APULEIUS (APULEIUS PLATONICUS), PLATEARIUS („Circa instans“), MATTHAEUS SILVATICUS, AVICENNA, SERAPION und anderen mehr überliefert sind, wobei die in den jeweiligen Pflanzenkapiteln angegebenen Synonyme miteinander verglichen wurden. Neben der vergleichenden Synonymik eignen sich manchmal die – meist allerdings recht dürftigen – morphologischen bzw. ökologischen Angaben im Text für eine Identifizierung.⁷ Die Heilangaben sind

⁵ Codex Vindobonensis Medicus Graecus 1 der Österreichischen Nationalbibliothek. Codices Selecti, Faksimile, Vol. XII. Mit einem Kommentar von H. GERSTINGER. Graz 1970.

⁶ PALMER (1990) verdeutlicht das Problem anhand von 4 Apium-Kapiteln in einer illustrierten Kräuterbuchhandschrift, die eine gekürzte Fassung des „Circa instans“-Textes tradiert. S. 96, Kap. 2.D.4: Apium commune.

⁷ BLOME (1978), S. IX.

in der Regel zu unspezifisch, um als Identifizierungshilfe dienen zu können. Sind die bearbeiteten Handschriften illustriert, so können die Pflanzenabbildungen oft mit Gewinn zur Identifizierung herangezogen werden, obwohl die Illustrationen besonders im Mittelalter nur selten Realitätsnähe erreichen. Vielmehr können sie durch Reduktion, Schematisierung und fortgesetztes Kopieren einen Grad der Naturferne erreichen, der sie für eine Pflanzenidentifizierung unbrauchbar macht. Meist lassen sich Illustrationen aber zumindest so weit zur Pflanzenidentifizierung heranziehen, dass sie eine über die vergleichende Synonymik getroffene Entscheidung entweder bestätigen oder verwerfen.

**Darstellungen von „Ampelos leuke“, „Ampelos melaina“
und „Ampelos agria“ in spätantiken illustrierten
DIOSKURIDES-Handschriften und in frühneuzeitlichen Drucken**

Die Pflanzendarstellungen der ältesten erhaltenen illustrierten Fassung der „Materia Medica“ des DIOSKURIDES, des Cod. vind. med. gr. 1 aus dem frühen 6. Jahrhundert (sog. „Wiener Dioskurides“ oder „Juliana-Anicia-Codex“), sind zum Teil von großer Naturnähe, in vielen Fällen geben sie den Habitus der fraglichen Pflanzen klar und gut erkennbar wieder. Die Darstellungen für βρυωνία λευκή, ἄμπελος λευκή („Brionia leuke“, „Ampelos leuke“, fol. 79r) und βρυωνία μέλαινα, ἄμπελος μέλαινα („Brionia melaina“, „Ampelos melaina“, fol. 82r) lassen sich eindeutig als *Bryonia* identifizieren. Nach fol. 68 fehlt im „Juliana-Anicia-Codex“ ein Blatt mit der Figur von ἄμπελος ἀγρία „Ampelos agria“.⁸ Die Darstellung ist jedoch in einer Schwesterhandschrift des „Juliana-Anicia-Codex“, dem „Codex Neapolitanus“⁹, dessen Entstehungszeit auf das späte 6. oder den Beginn des 7. Jahrhunderts zu datieren ist¹⁰, erhalten (fol. 26r). Die Abbildung zeigt eine krautige Pflanze mit kräftiger Rübe, drei leicht geschwungenen Trieben und zusammengesetzten Laubblättern, deren drei bis fünf Fiederblättchen einen unregelmäßig gesägten bis tief eingeschnittenen Rand haben. Ranken und kompakte Fruchtstände aus roten Beeren vervollständigen das Bild, das den Darstellungen von „Brionia leuke“ (fol. 30r) und „Brionia melaina“ (fol. 31r) stark ähnelt. Mit Sicherheit ist hier unter der Bezeichnung „Ampelos agria“ nicht *Tamus communis* abgebildet, sondern möglicherweise die wilde Weinrebe, *Vitis vinifera* ssp. *sylvestris* (Gmel.) Beg. Die große, kräftige Rübe lässt allerdings vermuten, das *Bryonia* hier ein weiteres Mal abgebildet worden ist.

Damit unterstützen die Pflanzendarstellungen im „Juliana-Anicia-Codex“ und im „Codex Neapolitanus“ die in modernen Bearbeitungen getroffenen Identifikationen nur teilweise. Ein sehr viel jüngerer deutschsprachiger DIOSKURIDES-Druck von 1546¹¹ zeigt für das Kapitel „Waldtreben, Ampelos agria, Sylvestris vitis“ keine

⁸ GERSTINGER (1970), S. 13.

⁹ Dioskurides Codex Neapolitanus. Napoli, Biblioteca Nazionale Ms. Ex Vindob. Gr. 1. Vollständige Faksimile-Ausgabe. Codices Mirabiles, Vol. 2. Codices Selecti, Vol. 88. Rom, Graz 1988.

¹⁰ CAVALLO (1992), S. 12.

¹¹ Kräuter Buch. Des Hochberühmten Pedanij Dioscoridis Anazarbei. ... Jetzt erstmals auß der Griechischen unnd Lateinischen sprachen gründlich verteutsch. Durch Johan Dantzen von der Ast. ... Getruckt zu Franckfurt am Mayn, bei Ciriaco Jacobi zum Bart, im Jar 1546. Kap. 176-178, fol. 148v-149v. – Die Figuren stammen vom „Zeichner des Jacobi“. Als Vorlagen dienten WEIDITZ, BOCK, FUCHS, RÖSSLIN und CUBA (Gart der gesuntheit). NISSEN (1951), Bd. 2, S. 497.

Abbildung. „Weisse Stickwurtz, Bryonia, Vitis alba“ bietet eine Abbildung von *Bryonia*, das nachfolgende Kapitel „Schwartz Stickwurtz, Bryonia nigra, Vitis nigra“ zeigt genau die gleiche Abbildung ein zweites Mal. Ein differenzierteres Bild vermitteln die Darstellungen in einer Bearbeitung des DIOSKURIDES-Textes durch den Frankfurter Arzt PETER UFFENBACH.¹² Der Druck von 1610 zeigt für „Waldtreben, Ampelos agria, Vitis sylvestris“ (Abb. 1.1) eine Abbildung von *Tamus communis*. „Weisse Stickwurtz, Bryonia, Vitis alba“ (Abb. 1.2) und „Schwarze Stickwurtz, Bryonia nigra, Vitis nigra“ (Abb. 1.3) sind mit zwei unterschiedlichen Abbildungen von *Bryonia* illustriert, wobei die Darstellung von „Bryonia alba“ als die rotfrüchtige Zaunrübe *Bryonia cretica* ssp. *dioica* und die der „Bryonia nigra“ als schwarzfrüchtige Zaunrübe *Bryonia alba* anzusprechen ist.

Diese Abbildungen sagen allerdings wenig darüber aus, welche Pflanzen den Beschreibungen des DIOSKURIDES ursprünglich zugrunde gelegen haben. Sie verraten nur, welche Pflanze der spätere Bearbeiter unter dem jeweiligen Namen verstand.

Die Heilwirkungen von *Bryonia* und *Tamus communis* bei DIOSKURIDES und PLINIUS

Die „weiße Rebe“ („Ampelos leuke“), für die DIOSKURIDES u.a. die Synonyme „Bryonia“ und „Melothron“ nennt, wird als harntreibendes und stark abführendes Mittel eingesetzt. DIOSKURIDES beschreibt die Pflanze folgendermaßen: „Stengel, Blätter und Ranken sind denen der gebauten Rebe ähnlich, alles aber ist rauher. Er [der weiße Ampelos] schlingt sich auch um die in der Nähe stehenden Sträucher, sie mit den Ranken ergreifend. Er trägt eine beerenartige gelbe Frucht, mit der die Häute enthaart werden.“ Zu den zahlreichen Heilwirkungen der Droge schreibt DIOSKURIDES: „Die beim ersten Sprossen austretenden Triebe werden gekocht und gegessen; sie treiben den Harn und bewirken Abführen. Die Blätter, Früchte und Wurzeln haben eine scharfe Kraft, deshalb sind sie bei bösartigen Geschwüren, Gangrän, bei Krebs- und fauligen Schienbeingeschwüren mit Salz als Umschlag von guter Wirkung. Die Wurzel säubert und glättet die Haut; auch vertreibt sie mit Erbsenmehl, Erde von Chios und Fönungräcum Sommersprossen, Finnen, Leberflecken und schwarze Narben. ... Sie entfernt Geschwülste unter den Augen und treibt übergewachsene Nägel in den Finger zurück. Als Umschlag mit Wein zertheilt sie Entzündungen (Anschwellungen) und reisst Abscesse auf. Fein gestossen aufgelegt zieht sie die Knochen heraus. ... Ferner wird sie ... gegen Epilepsie getrunken. In derselben Weise genommen hilft sie bei Schlaganfällen und Schwindel. [Sie] hilft ... bei Schlangenbiss, tödtet auch den Embryo. Sie greift aber

¹² Kräuterbuch deß uralten und in aller Welt berühmtesten Griechischen Scribenten Pedacii Dioscoridis Anazarbæi, Von allerley wolriechenden Kräutern, gewürtzen, Köstlichen Oelen und Salben, Bäumen ... Erstlich durch Ioannem Danzium von Ast ... verteutschet, nun mehr aber von Petro Uffenbach auff's neue vbersehen... Gedruckt zu Franckfurt am Mayn/ durch Johann Bringern/ in Verlegung Conrad Corthoys. Anno 1610. - Die Abbildungen stammen aus der Offizin des Antwerpener Druckers und Verlegers CHRISTOPH PLANTIN. - Vgl.: Plantarum seu stirpium icones. Ex officina Christophori Plantini. Antverpiae 1581, Abb. S. 624 („Vitis alba, Bryonia“) und S. 625 („Vitis, vel Bryonia sylvestris“). Bei den „Plantarum seu stirpium icones“ handelt es sich um eine separate (textlose) Ausgabe der von MATTHIAS DE L'OBEL (LOBELIUS) in seinem „Kruydtboeck“ (1581) verwendeten Holzschnitte, die zum damaligen Zeitpunkt vermutlich den Gesamtbestand der PLANTINSCHEN Offizin an Pflanzenbildern ausmachten. NISSEN (1951), Bd. 1, S. 62.



Abb. 1.1 (o.): Waldtreben/ Ampelos agria, vitis Sylvestris. Dioscoridis, Kräuterbuch 1610 (PETER UFFENBACH), S. 351.

Abb. 1.2 (li.): Weisse Stickwurtz/ Bryonia, Vitis alba. Dioscoridis, Kräuterbuch 1610 (PETER UFFENBACH), S. 352.

Abb. 1.3 (re.): Schwartze Stickwurtz/ Bryonia nigra, Vitis nigra. Dioscoridis, Kräuterbuch 1610 (PETER UFFENBACH), S. 353.

oft den Verstand an. Ferner auch treibt sie getrunken den Harn. An die Gebärmutter gelegt zieht sie die Leibesfrucht und die Nachgeburt heraus. ... Weiter wird sie zum Sitzbad gekocht behufe Reinigung der Gebärmutter und als Abtreibungsmittel. ... Als Leckmittel mit Honig wird sie bei Erstickungen, Athemnoth, Husten, Seitenschmerzen, inneren Rupturen und Krämpfen gegeben. ... Mit Essig dreissig Tage getrunken erweicht sie die Milz¹³. ... Der Saft [aus der Wurzel gepresst] wird mit Honigmeth ... getrunken, er führt auch Schleim ab. Die Frucht ist ein wirksames Mittel gegen Krätze und Aussatz ... Der Stengel zu Saft verarbeitet ... befördert die Milchabsonderung.“¹⁴

Die schwarzen Rebe „*Ampelos melaina*“ heißt bei DIOSKURIDES auch „schwarze Bryonia“ und „cheironische Rebe“. Er beschreibt die Blätter als efeuähnlich, erwähnt die Kletterranken und die traubige Frucht, die anfangs grün ist und mit der Reife schwarz wird. „Die Wurzel“, so heißt es, „ist aussen schwarz, innen buxbaumfarbig.“ Die Heilwirkungen sind ähnlich wie bei der weißen Rebe: „Auch die Stengel von diesem werden beim ersten Hervorbrechen als Gemüse gegessen. Sie treiben den Harn, befördern die Menstruation und erweichen die Milz und sind ein gutes Mittel bei Epilepsie, Schwindel und Paralyse. Die Wurzel hat eine ähnliche Kraft wie die des weissen [*Ampelos*], wirkt auch gegen dieselben Leiden, nur weniger kräftig. Die Blätter werden mit Wein als Kataplasma auf den Nacken der Zugthiere gelegt, wenn er geschwürig ist; auch bei Verdrehungen werden sie in gleicher Weise angewandt.“

Von der wilden Rebe „*Ampelos agria*“ heißt es: „Die Wurzel in Wasser gekocht und mit Wein ... getrunken, führt das Wässrige ab. Sie wird den Wassersüchtigen gegeben. Die Trauben vertreiben Sommersprossen und jedes Mal. Die jungen Zweige werden zur Speise eingemacht.“

CAIUS PLINIUS Secundus (23-79 n. Chr.) benutzte für seine 37-bändige Naturgeschichte (über die Pflanzen: Bd. 12-27) die gleichen Quellen wie DIOSKURIDES, wodurch sich viele auffällige Übereinstimmungen ergeben. Aussehen und Heilwirkungen der drei „*Ampelos*“-Arten sind mit den annähernd gleichen Worten wie bei DIOSKURIDES beschrieben (Bd. 23, 19-28). Den „*Ampelos leuke*“ oder „*Melothron*“ der Griechen nennt PLINIUS „*Vitis alba*“, seine „*Vitis nigra*“ ist die „*Bryonia*“ oder „*Cheironaia*“. Wie DIOSKURIDES beschreibt PLINIUS die Wurzel, die „außen schwarz und innen buchsbaumfarben“¹⁵ ist. Auch die Eigenschaft der Pflanze, den Nacken der Zugtiere zu heilen, wird von PLINIUS erwähnt. Den „*Ampelos agria*“ der Griechen nennt PLINIUS auch „*Uva taminia*“ (PLINIUS 23,20), eine Bezeichnung, die von den Kräuterbuchautoren des 16. Jahrhunderts für *Tamus communis* bzw. für die Früchte des *Tamus* verwendet wird.

DIOSKURIDES und PLINIUS, deren Werke bis weit in die Neuzeit hinein immer wieder kopiert, übersetzt und kommentiert worden sind, haben ihrerseits auf ältere Quellen zurückgegriffen. Eine Hauptquelle für die Arbeiten von DIOSKURIDES und PLINIUS sind die Schriften des griechischen Philosophen und Naturforschers

¹³ Die Milz galt als ein besonders unheilträchtiges Organ, die Schwellung der Milz wurde für eine Vielzahl von Krankheiten verantwortlich gemacht. Man suchte daher die Milz nach Möglichkeit zu verkleinern, wenn nicht ganz und gar zu beseitigen. ZOTTER (1980), S. XVII.

¹⁴ Deutsche Übersetzung nach BERENDES (1902), S. 469-471. Die Rechtschreibung folgt BERENDES. Zusätze der Verfasserin in eckigen Klammern.

¹⁵ Deutsche Übersetzung nach KÖNIG (1993).

THEOPHRASTOS VON ERESOS (371- 285 v.Chr.) Für das Kapitel über die „weiße Rebe“ beziehungsweise die „Vitis alba“ beziehen sich die beiden Autoren ganz offensichtlich auf eine schon bei THEOPHRASTOS genannte Pflanze. Im 9. Buch seiner „Geschichte der Pflanzen“ (περὶ φυτῶν ἱστορίας, *perì phytṓn historías*), in dem THEOPHRASTOS über die Arzneikräfte der Pflanzen berichtet,¹⁶ erwähnt er eine Pflanze mit Namen „Melothron“. Dieser Name ist bei DIOSKURIDES als Synonym für die „weiße Rebe“ angegeben. THEOPHRASTOS beschreibt die Wirkkraft der Pflanze „Melothron“ wie folgt: „Scharf und erwärmend ist auch die Wurzel des wilden Weins. Darum ist sie ein Bestandteil der Mittel, womit man die Haut glatt macht und die Sommersprossen vertreibt. Mit der Frucht macht man die Häute glatt.“ (THEOPHRASTOS 9, 20, 3)¹⁷ Die beschriebene Wirkungsweise findet sich beinahe wortwörtlich bei DIOSKURIDES und bei PLINIUS wieder.

Bryonia und *Tamus communis* als Heil- und Giftpflanzen in der Volksmedizin

Die bei DIOSKURIDES und PLINIUS genannten medizinischen Anwendungsmöglichkeiten der Zaunrübe und der Schmerzwurzel sind in der Volksmedizin zum Teil bis in die heutige Zeit aktuell. Besonders *Bryonia* galt lange Zeit als außerordentlich vielseitiges Heilmittel.¹⁸ Der Wurzelsaft der Bryonie wirkt stark abführend und scharf reizend auf den Darmkanal. Er wurde daher vor allem als starkes Abführ- und Brechmittel verwendet, außerdem wurde die Zaunrübe bei Gicht und Wassersucht, gegen Epilepsie, als Diuretikum, bei Erkrankungen des Verdauungstraktes und der Atemwege, sowie gegen Rheuma eingesetzt. Die Pflanze gilt als stark giftig, aufgrund ihrer toxischen Risiken wird die Droge Radix Brioniae in der modernen Schulmedizin nicht mehr angewendet,¹⁹ sie spielt aber in der Homöopathie nach wie vor eine bedeutende Rolle.²⁰ Verantwortlich für die Giftwirkung sind Cucurbitacine, die bei Kürbisgewächsen (Cucurbitaceae), zu denen die Zaunrübe gehört, weit verbreitet sind. Die fast durchweg bitteren Cucurbitacine haben eine starke Reizwirkung und wirken cytotoxisch.²¹ Der Gehalt an Cucurbitacinen ist verantwortlich für die stark abführende Wirkung der Droge und begründet ihre Verwendung als drastisches Purgans.

¹⁶ MÄGDEFRAU (1992), S. 7.

¹⁷ Deutsche Übersetzung nach SPRENGEL (1822/1971), Bd. 1, S. 356.

¹⁸ MARZELL (1967), S. 259. – HILLER & MELZIG (1999), S. 123. - Die vielfache Verwendung der Zaunrübe spiegelt sich wider in den unterschiedlichen volkssprachlichen Bezeichnungen: Namen wie Gichtrübe, Speiwurzel, Scheißrübe, Stickwurzel nehmen auf diverse Anwendungsmöglichkeiten Bezug, beziehungsweise auf die erfolgte Wirkung. Aber auch die Giftigkeit von *Bryonia* drückt sich in den Volksnamen aus: Hundskürbis, Teufelskürbis, Totenwurzel oder Dollkiesche („Tollkirsche“) nehmen auf die unerwünschten Nebenwirkungen von *Bryonia* Bezug. MARZELL Bd. 1 (1943), Sp.683ff.

¹⁹ HILLER & MELZIG (1999), S. 123: „Die Droge Radix Brioniae gilt als stark giftig, aufgrund ihrer toxischen Risiken ist ihre Anwendung nicht empfehlenswert. Die wässrigen Extrakte der Droge besitzen antitumorale Aktivität in vitro, die aber wegen der starken toxischen Wirkungen therapeutisch nicht genutzt wird.“ Vgl. die Anwendung der Droge gegen bösartige Geschwüre und Krebs bei Dioskurides. – BERENDES (1902), S. 470.

²⁰ S. PSYCHREMBEL Wörterbuch Naturkunde (2000), Stichwort Zaunrübe. – CHARETTE (1991), S. 115-122 (*Bryonia alba*).

²¹ Die verwendeten Teile kultivierter Kürbisgewächse (Gartenkürbis, Wassermelone, Honigmelone, Gurke und Zucchini) sind als Ergebnis züchterischer Maßnahmen frei von Cucurbitacinen. TEUSCHER (1997), S. 127.

Werden die giftigen Pflanzenteile, besonders die Wurzel, der Wurzelsaft oder die Beeren, in höheren Dosen verabreicht, so kommt es zu Übelkeit, Erbrechen und starkem Durchfall. Als weitere Vergiftungsmerkmale können Erregungszustände, rascher Puls, tetanusähnliche Krämpfe, Abort und Nierenschädigung auftreten. Atemlähmung kann schließlich zum Tod führen.²² Hierzu sollte man sich nochmals die Wirkungen der Droge „Ampelos leuke“ ins Gedächtnis rufen, wie sie DIOSKURIDES beschreibt: Die „weiße Rebe“ sei abführend und harntreibend, heißt es, sie „tödtet auch den Embryo“, wirkt „gegen Epilepsie“, „sie greift aber auch den Verstand an“. Der Gefahr, die der Einsatz der Droge mit sich brachte, war man sich in der Spätantike ganz offensichtlich bewusst.

Auch für die hautreizende Wirkung sind Cucurbitacine verantwortlich. Der Saft frischer Wurzeln erzeugt auf der Haut nach anfänglicher Rötung schmerzhaftes Entzündungen mit Blasenbildung. Die von DIOSKURIDES und anderen Autoren genannte Eigenschaft der Droge, die Haut zu reinigen und zu glätten, Sommersprossen und Leberflecken zu entfernen, geht offensichtlich auf die hautreizende Wirkung zurück.

Tamus communis wird als weniger gefährlich eingestuft als *Bryonia*. Bis heute sollen die frisch gegrabenen Wurzelstöcke in der Volkshelkunde bei rheumatischen Erkrankungen ihre Anwendung finden. Reibt man mit der frischen, schleimigen Schnittfläche der Wurzel über die Haut des Patienten, so wirkt dies durchblutungsfördernd. Je nach Intensität der Anwendung kommt es zu Rötungen, heftigem Brennen, schmerzhafter Quaddelbildung und unter Umständen zu allergischen Reaktionen. Für die hautreizende Wirkung verantwortlich ist ein histamin-ähnlicher Inhaltsstoff, der im Rhizom der Pflanze nachgewiesen wurde. Im Wurzelstock zahlreich vorhandene Calciumoxalatrathiden (=Nadeln) erleichtern durch Verletzung der intakten Haut das Eindringen des Reizstoffes.²³ Junge Sprossachsen, die keine Oxalatnadeln enthalten, sind ganz offensichtlich nicht giftig. Sie werden in Dalmatien als Gemüse gegessen.²⁴ Auch hier scheint die Empfehlung des DIOSKURIDES, die Pflanze als Mittel gegen Sommersprossen anzuwenden, auf der hautreizenden Eigenschaft der Inhaltstoffe zu beruhen. Die Gewohnheit, junge Sprosse von *Tamus communis* als Speise zu verwenden, findet sich ebenfalls bei DIOSKURIDES beschrieben.

„Brionia“, „Stichwurtz“ und „Viticella“ bei HILDEGARD VON BINGEN und ALBERTUS MAGNUS

Die Heilkunde der Äbtissin HILDEGARD VON BINGEN (1098-1179) stellt in der medizinischen Literatur des Mittelalters eine Ausnahme dar. Im Gegensatz zu den Gepflogenheiten der damaligen Zeit, die alten, als Autoritäten anerkannten Autoren wie DIOSKURIDES und PLINIUS zu kopieren und zu erläutern, bespricht HILDEGARD nur diejenigen Pflanzen, die ihr aus eigener Anschauung bekannt sind, und gründet ihre Darstellungen auf ihre eigenen Erfahrungen.²⁵

²² FROHNE & PFÄNDER (1997), S. 150ff.

²³ ROTH, DAUNDERER & KORMANN (1994), S. 691.

²⁴ FROHNE & PFÄNDER (1997), S. 160. – MARZELL Bd. 4 (1979), Sp. 573.

²⁵ MÄGDEFRAU (1992), S. 17.

In ihrem „Buch der einfachen Heilmittel nach dem Schöpfungsbericht geordnet“ („Liber simplicis medicinae secundum creationem“ oder „Physica“) nennt HILDEGARD die Zaunrübe zweimal (Libr. 1, Kap. 43 „De Stichwurtz“ und Kap. 204 „De Brionia“), die Kapitel sind gleichlautend. Sie erwähnt vor allem die Gefährlichkeit der Zaunrübe, die zwar Kröten und Schlangen töten, aber auch dem Menschen schaden könne. Allerdings nennt sie Bryonia auch ein Mittel, mit dem sich Gift neutralisieren lasse: „Die Zaunrübe ist warm und unnützlich zum Gebrauch des Menschen ... und ihre Wärme ist gefährlich außer an jenem Ort, wo Gift bereitet wird. Denn wenn sie dort im Feuer entzündet wird, so daß die Wärme und ihr Geruch dieses Gift berührt, dann mindert sie dessen Kräfte, wie auch der Wein seine Kräfte verliert, wenn man ihn über Nacht in einem Becher läßt. Und wenn sie ins Feuer gelegt und wie eine Rübe gebraten wird, strömt sie einen Geruch aus. Und wenn jener Geruch eine Schlange oder eine Kröte berührt, schadet er ihnen so, daß die Schlange speit und daß die Kröte davon solche Schmerzen bekommt, daß sie von ihrem Platz flieht. Aber wenn der Geruch (der Zaunrübe) einen Menschen berührt, bereitet sie ihm Schmerzen ..., weil (die Zaunrübe) so unwerte und unangenehme Säfte in sich hat, daß sie sowohl den Menschen als auch die schlimmen Würmer tötet.“ HILDEGARD nennt nur eine einzige Heilwirkung der Zaunrübe: „Wenn die Füße eines Menschen durch Geschwüre wund, das heißt aufgebrochen sind, koche er Zaunrübe in Wasser. Und nach Weggießen des Wassers lege er die Zaunrübe so warm auf seine Füße, wo sie aufgebrochen sind, und pflege sie damit. Dann wird sie ihre Fäulnis wegnehmen, und (der Kranke) wird geheilt werden.“²⁶

Bemerkenswert ist die Vorstellung, dass das Gift der Zaunrübe offensichtlich in der Lage sein soll, „bereitetes“ Gift zu neutralisieren oder zumindest in seiner Wirkung abzuschwächen. Analog dazu ist der Einsatz der Bryonia gegen in der Medizin des Mittelalters als giftig geltende, die Gesundheit des Menschen bedrohende Tiere wie Schlangen, Kröten und Würmer zu verstehen. HILDEGARD nennt keine der von DIOSKURIDES genannten und in der Volksheilkunde bis in die Gegenwart hinein praktizierten Anwendungen der Zaunrübe als Purgativum und als Diureticum, bei Schwindel und Epilepsie, gegen Husten, Verschleimung und Atemnot. Als „unnützlich zum Gebrauch des Menschen“ bezeichnet Hildegard die Pflanze, deren Gebrauch heute aufgrund ihrer toxischen Wirkung in der Schulmedizin obsolet ist. HILDEGARD wendet die Zaunrübe nur äußerlich bei der Behandlung aufgebrochener Füße an – tatsächlich wird die Heilung von Geschwüren schon bei DIOSKURIDES genannt. Innerlich verwendet sie die von ihr zu Recht als höchst gefährlich erkannte Droge nicht. Über den von HILDEGARD verwendeten deutschen Namen „Stichwurtz“ ist gerätselt worden, ob es sich um eine Verschreibung des Begriffes „Stickwurz“ (als Mittel gegen Verschleimung der Atemwege) oder für „Schitwurz“ (als drastisches Abführmittel) handeln könne.²⁷ Gegen eine Verschreibung der Namen „Stickwurz“ oder „Schitwurz“ spricht das oben genannte Argument, dass HILDEGARD selbst die Droge nicht innerlich, also weder als Purgativum noch gegen Verschleimung der Atemwege, einsetzt. Allerdings findet auch der Name „Stichwurtz“ und die von MARZELL vorgeschlagene

²⁶ Deutsche Übersetzung nach PORTMANN (1991), S. 74.

²⁷ MARZELL (1967), S. 258: „In der ‚Physica‘ (1,43) der hl. Hildegard heißt die Zaunrübe ‚Stichwurtz‘, vielleicht wurde sie als Mittel gegen Seitenstechen oder zur Heilung ‚gestochener‘ Wunden verwendet, doch kann auch ein Schreibfehler für ‚Schitwurtz‘ oder ‚Stickwurtz‘ vorliegen.“

Etymologie „gegen Seitenstechen oder zur Heilung gestochener Wunden“ in HILDEGARDS Ausführungen keine überzeugende Begründung.²⁸ Die Bezeichnung „Stichwurtz“ lässt sich, im Gegensatz zu „Stickwurtz“ und „Schitwurtz“, in der deutschsprachigen botanischen Literatur des 15. und 16. Jahrhunderts nicht nachweisen.²⁹

Das umfassende Werk des Dominikaners, Universitätslehrers, Ordensprovinzials und Bischofs ALBERTUS MAGNUS (1193-1280) befasst sich überwiegend mit theologischen und philosophischen Themen. Im vorliegenden Zusammenhang interessieren aber lediglich die 7 Bücher der Botanik des ALBERTUS. Neben Einbeziehung spätantiker Autoren, vor allem des „Liber de plantis“ des NICOLAOS VON DAMASKUS (1. Jh. v. Chr.), den Schriften des AVICENNA und des zeitgenössischen Kräuterbuches „De simplicibus medicinis“ („Circa instans“) aus Salerno verzeichnet ALBERTUS zahlreiche eigene Naturbeobachtungen.

In seiner Schrift über die Pflanzen „De Vegetabilibus et Plantis lib. 7“ behandelt ALBERTUS unter anderem auch den Weinstock und seine „Verwandten“.³⁰ Ausführlich beschreibt ALBERTUS Aussehen und Eigenschaften des Weinstocks, wobei er interessante eigene Beobachtungen einfließen lässt: Beim Weinstock, so schreibt er, steht immer eine Traube einem Blatt gegenüber, und manchmal erscheint eine Ranke an Stelle einer Traube, weil eine Ranke sozusagen nur eine unentwickelte Traube ist.³¹

Neben dem Weinstock werden weitere als „Vitis“ bezeichnete Pflanzen nur kurz erwähnt. Die als *Bryonia* angesprochene Pflanze³² heißt bei ALBERTUS „Viticella“, er schreibt nichts über die Eigenschaften dieser Pflanze, sondern sagt lediglich, dass sich der Weinstock (*Vitis*) von „Viticella“ (*Bryonia*?) nach Farbe und Größe der Trauben unterscheidet: „Vitis ... differt autem a viticella secundum colorem et quantitatem uvarum viticellae, quae valde sunt ignae et calidae.“ Etwas ausführlicher ist die Beschreibung der als *Tamus communis* identifizierten Pflanze,³³ die ALBERTUS „Vitis silvestris et montana“ nennt. Hier beruft er sich auf DIOSKURIDES und schreibt: „Est autem vitis calida et sicca, et valet medicinis cauterizantibus

²⁸ PLINIUS, *Naturalis Historiae*, Bd. 23, 26, setzt die weiße Zauberrübe, „Vitis alba“ oder gr. „Ampelos leuce“, als Fruchtms bereiter „contra lateris doloris“, d.h. gegen Schmerzen der Seite ein, was von KÖNIG (1993) als „Seitenstechen“ übersetzt wird. – DIOSKURIDES empfiehlt die „weiße Rebe“ als Leckmittel mit Honig gegen „Seitenschmerzen“. BERENDES (1902), S. 470.

²⁹ Das „Teutsch-lateinische Wörter-Buch“ des JOHANN LEONHARD FRISCH von 1741 nennt das Lemma „Stich-Würtz, vitis nigra, weil es die Stiche heilt, oder was gestochen hat, und darinnen steckt, heraus zieht, sonst Stickwurtz, bryonia, vitis alba.“ LEHRNBECHER (1995), S. 192. – Hier ist dem ansonsten nur bei HILDEGARD nachgewiesenen Begriff „Stichwurtz“ sozusagen die passende etymologische Erklärung beigegeben worden. Da der Begriff „Stichwurtz“ in der botanischen Literatur des 15. und 16. Jahrhunderts fehlt und auch unter den von LEHRNBECHER (1995) untersuchten Wörterbüchern des 16. bis 18. Jahrhunderts nur der Eintrag im „Teutsch-Lateinischen Wörter-Buch“ des FRISCH den fraglichen Begriff nebst passender Heilanzeigen „gegen Stichwunden“ nennt, liegt die Vermutung nahe, dass der Eintrag des FRISCH mittel- oder unmittelbar auf HILDEGARD zurückgeht. Vgl. auch MARZELL, Bd. 1 (1943), Sp. 688.

³⁰ Alberti Magni Opera Omnia, ed. AUGUSTI BORGNET, Vol. 10, Paris 1891. Darin: De Vegetabilibus et Plantis lib. 7. Liber sextus, Tract. I: De Arboribus. Caput XXXV: De vite et ulmo et proprietatibus eius, S. 210ff.

³¹ MÄGDEFRAU (1992), S. 20. Die Stelle im Original lautet: „Est autem vitis proprium, quod botrum semper ex opposito pampini emittit, et aliquando loco botri facit ancham: eo quod ancha est sicut botrus incompletus.“ Ed. BORGNET (1891), S. 211.

³² FISCHER-BENZON (1894), S. 56.

³³ TSCHIRCH Bd. 1,2 (1910), S. 675, nach CARL JESSEN (1867).

secundum Dioscoridem, praecipue autem vitis silvestris et montana. ... Vitis silvestris et montana habet ramos valde longos similes ramis vitis domesticae, sed folia habet sicut ova lupina quae nos solatrum vocamus: sed sunt latiora, et flos ejus pilosus, et granum ejus est rotundum, et folia ejus comeduntur statim cum nascuntur.“ Diese Beschreibung erinnert stark an das Kapitel IV, 180 (183) ἄμπελος ἀγρία des DIOSKURIDES, der das Aussehen des „wilden Ampelos“ folgendermaßen beschreibt: „Der wilde Ampelos entwickelt wie der Weinstock grosse, holzige, rauhe Stengel mit sich ablösender Rinde, denen des Nachtschattens ähnliche Blätter, aber breiter und kleiner. Die Blüte ist wie mooshaarig³⁴, die Frucht kleinen Trauben ähnlich, bei der Reife roth, sie ist aber rund nach Form der knidischen Körner.“³⁵ Eine weitere, von ALBERTUS „Vitis alba“ genannte Art, wird von FISCHER-BENZON (1894) aufgrund ihrer Beschreibung als *Clematis vitalba* L. identifiziert.

Bryonia und *Tamus communis* in illustrierten Kräuterbuchhandschriften des Mittelalters und im „Gart der gesuntheit“

Der „Herbarius“ des PSEUDO-APULEIUS, eine lateinische Schrift, die wahrscheinlich auf eine griechische Quelle zurückgeht, entstand im späten 4. Jahrhundert und war möglicherweise schon in ihrer Urfassung illustriert. Die älteste erhaltene und mit Pflanzen-, Tier- und figürlichen Darstellungen ausgestattete Handschrift (UB Leiden, Ms. Voss. lat. Q. 9) stammt aus dem 6. Jahrhundert. Der „Herbarius“ war in romanischer Zeit das am weitesten verbreitete Arzneibuch in lateinischer Sprache, was die noch heute zahlreich erhaltenen Manuskripte belegen.³⁶ Der zum Teil mystisch-irrationale Inhalt dieser Schrift unterscheidet sich grundlegend von dem eher nüchternen, aufs Praktische ausgerichteten Duktus des DIOSKURIDES, wie auch von den nachfolgenden Schriften der „Circa instans“-Tradition (vgl. unten). Die Bedeutung des „Pseudo-Apuleius-Herbars“ ist auch anhand der Tatsache zu ermessen, dass es als erstes Pflanzen- und Medizinbuch gedruckt wurde.³⁷ Der Text zur „Herba Brionia“ bietet nur wenig Information, es wird gesagt, dass die Pflanze, mit der Nahrung verabreicht, die Milz durch den Harn vertreibt.³⁸ Weiter heißt es: „Diese Pflanze ist so lobenswert, daß sie auch in Theriaktränken verwendet wird. Auch wenn Du sie auf dem Kopfe oder umgürtet mit dir trägst, berühren dich keine Übel. Diese Pflanze ist wunderbar.“³⁹ Interessant um hier gegebenen Zusammenhang ist die Tatsache, dass offensichtlich sowohl *Bryonia* als auch *Tamus communis* die Stelle der „Herba Brionia“ einnehmen konnten, wie die Abbildungen in verschiedenen Handschriften der PSEUDO-APULEIUS-Tradition belegen. So zeigt die Abbildung einer Handschrift aus dem frühen 13. Jahrhundert (Cod. vind. 93)⁴⁰

³⁴ Dieser schwer verständliche Begriff hat sich bei der Tradierung des DIOSKURIDES-Textes erhalten. So heißt es in einer deutschsprachigen DIOSKURIDES-Ausgabe von 1546 (vgl. Anm. 11): „Seine blümen sind wie mosechtig har.“

³⁵ Deutsche Übersetzung nach BERENDES (1902), S. 469.

³⁶ GRAPE-ALBERS (1977), Textedition von HOWALD & STEGER (1927), deutsche Übersetzung des Cod.vind.93 von ZOTTER (1980).

³⁷ The Herbal of Pseudo-Apuleius from the ninth-century manuscript in the abbey of Monte Cassino [Codex Casinensis 97] together with the first printed edition of Joh. Phil. de Lignamine [Editio princeps Romae 1481] both in Facsimile, described and annotated by F.W.T. HUNGER. Leyden 1935.

³⁸ Vgl. Anm. 13.

³⁹ Deutsche Übersetzung nach ZOTTER (1980), S. 137.

⁴⁰ Medicina antiqua. Codex Vindobonensis 93 der Österreichischen Nationalbibliothek. Faksimile und Kommentar. Graz (Akad. Druck- u. Verlagsanstalt) 1972. (Codices selecti XXVII. XXVII*).

unmissverständlich die Zaunrübe mit stark geschwungenem Spross, tief handförmig geteilten Blättern und Ranken, während ein älteres Manuskript, das ins frühe 12. Jahrhundert datiert wird (Oxford, Ms. Bodl. 130)⁴¹, unter der Bezeichnung „Brionia“ die ebenso eindeutig zu identifizierende Darstellung von *Tamus communis* abbildet. Auch die Synonyme deuten darauf hin, dass unter der Bezeichnung „Herba Brionia“ sowohl *Bryonia* als auch *Tamus communis* verstanden werden konnten. Es sind unter anderem die Synonyme „brionia“, „ampelos leuce“ und „vitis alba“ angegeben, die meist für *Bryonia* verwendet werden. Das ebenfalls genannte Synonym „oua taminia“ lässt sich dagegen öfter als Bezeichnung für *Tamus communis* nachweisen (vgl. PLINIUS 23, 20).⁴²

Anders als die Manuskripte des „PSEUDO-APULEIUS-Herbars“ zeigen die illustrierten Handschriften einer um 1150 aus der Medizinschule von Salerno hervorgegangenen pharmakologischen Schrift zwei deutlich voneinander unterscheidbare Pflanzenschemata zur Darstellung von *Bryonia* und *Tamus communis*. Der „Liber de simplicibus medicinis“, meist nach seinen Anfangsworten „Circa instans“ zitiert, war im Spätmittelalter bis in die Zeit der Frühdrucke hinein das am weitesten verbreitete Arzneibuch. Seit dem 13. Jahrhundert wird das „Circa instans“ dem Mitglied einer Salerner Ärztesfamilie namens PLATEARIUS (Matthäus oder Johannes) zugeschrieben. In der neueren Literatur wird diese Zuordnung meist angezweifelt, in der botanischen Literatur des 15. und 16. Jahrhunderts wird die Schrift aber oft unter dem Namen des PLATEARIUS zitiert. Eine stark erweiterte Version des „Circa instans“, die neben anderen Übernahmen aus DIOSKURIDES und PSEUDO-APULEIUS aufweist, ist illustriert worden. Bis heute sind zahlreiche Exemplare dieser Version erhalten, die in der neueren Literatur den Namen „Tractatus de herbis“ oder „Secreta salernitana“ trägt, um diese Fassung von den übrigen „Circa instans“-Versionen zu unterscheiden.⁴³ Die illustrierten „Tractatus de herbis“-Handschriften unterscheiden klar zwischen *Bryonia*, die den Namen „Brionia“ trägt, und *Tamus communis*, der unter der Bezeichnung „Viticella“ abgebildet wird. Das Manuskript Clm 28531 der Bayerischen Staatsbibliothek, eine „Tractatus de herbis“-Handschrift aus der 2. Hälfte des 15. Jahrhunderts,⁴⁴ zeigt die beiden Pflanzen deutlich voneinander unterscheidbar.

Die Darstellung von „Brionia“ (Abb. 2.1) füllt die Bildseite fast vollständig aus. Die gewaltige, im unteren Abschnitt dreiteilige Wurzel ist ganz an den rechten Rand der Seite gerückt, von hier aus steigt ein relativ kurzer Spross in leichten Zick-Zack-Bewegungen parallel zum Seitenrand auf. Der zweite Spross füllt mit großzügigen Schwüngen den gesamten verbliebenen Bildraum aus. Die Laubblätter sind herzeiförmig und haben einen gezähnten Rand. Deutlich dargestellt ist die Netznervatur des Blattes, Beerenfrüchte fehlen. Die unverzweigten Ranken lassen, im Verein mit der riesigen Wurzel, dem therapeutisch wichtigsten Teil der Pflanze, eine Identifizierung als *Bryonia* ohne Zweifel zu.

Die Abbildung von „Viticella“ (Abb. 2.2) zeigt eine annähernd quergelegte, mehrfach geteilte Wurzel, aus der ein geschwungener Spross herauswächst. Die

⁴¹ GUNTHER, R.T. (1925): The herbal of Apuleius Barbarus, from the early 12th century ms formerly in the abbey of Bury St. Edmunds (Oxford, Ms. Bodl. 130).

⁴² Synonyme s. HOWALD & SIGERIST (1927), S. 124.

⁴³ BAUMANN (1974), S. 99f und S. 101, Anm. 12. Eine repräsentative Auswahl von Handschriften, die sich der Illustrations-Tradition des „Tractatus de herbis“ zuordnen lassen, bietet BAUMANN, S. 102-115, im Katalog der illustrierten Handschriften.

gestielten, ganzrandigen Laubblätter sind herzförmig und deutlich bogennervig, die Beeren sitzen ungestielt und zu je vier Beeren zusammengefasst direkt den Blattachseln auf.

Wesentlich stärker stilisiert als im vorangegangenen Beispiel sind die Darstellungen im Manuskript K.II.11 der Basler Universitätsbibliothek.⁴⁵ Die Darstellung von „Brionia“ (Abb. 3.1) ist hier nur noch vage mit der Abbildung des Clm 28531 in Verbindung zu bringen: Die mächtige Rübe ist zu einem zarten Gebilde geschrumpft, das fünfeckig- bis handförmig geteilte Blatt ist herzförmig geworden und hat einen annähernd gebuchteten Rand. Die Beerenfrüchte fehlen, und der Kletterpflanzencharakter ist bei den Trieben rechts und links kaum merklich angedeutet, die beiden Triebe in der Mitte sind offensichtlich selbsttragend. Dagegen steht die Abbildung von „Viticella“ (Abb. 3.2) noch deutlich erkennbar in der von der vorhergehenden Illustration repräsentierten Abbildungstradition. Die große, an den Enden verzweigte Wurzel ist quergelegt, der Sproß beschreibt eine Zick-Zack-Linie, die Blätter sind herzförmig und deutlich bogennervig. Auch die roten Beeren fehlen nicht. Trotz der Unmissverständlichkeit der Darstellung weist die der Abbildung beigegebene Randglosse „vitisella hoppfe“ auf eine weitere Pflanze hin: den Hopfen (*Humulus lupulus* L.), der mit der Schmerwurz die rankende Wuchsform gemeinsam hat.⁴⁶ Auf fol. 19r dieser Handschrift ist der Hopfen unter dem Namen „Lupulus“ erkennbar abgebildet.

Ein früher deutschsprachiger Kräuterbuchdruck, der „Gart der Gesuntheit“ von 1485,⁴⁷ lässt in mehrfacher Hinsicht seine Abhängigkeit von älteren Werken erkennen. Der Text ist eine Kompilation aus zahlreichen Schriften anerkannter Autoren der Antike und des Mittelalters, die Abbildungen gehen vielfach auf den illustrierten „Tractatus de herbis“ zurück.⁴⁸ Besonders augenfällig ist dies bei der Abbildung von *Tamus communis* (Abb. 4.2), die deutliche Übereinstimmungen mit der Darstellung in der Basler Handschrift K. II. 11 aufweist. Auch der Name „Viticella“ wurde beibehalten. Doch trotz der Übereinstimmung von Abbildung und Namen wird im zugehörigen Text schnell deutlich, dass nicht etwa *Tamus communis*, sondern *Bryonia* in diesem Kapitel beschrieben wird. Darauf deuten bereits die deutschen Pflanzennamen hin: „Viticella wilder zytwan oder stick wortz“ ist das Kapitel 425 überschrieben. Die beiden deutschen Namen sind vor allem für die Bryonia-Arten belegt. Die Bezeichnung „Stickwurz“ wird bei den Kräuterbuchautoren des 16. Jahrhunderts durchgängig für *Bryonia* verwendet. Aber auch der Name „wilder zytwan“ oder „zitwan“ für die Zaunrübe ist nicht selten, da die Pflanze ähnlich wie der Zitwer, *Curcuma zedoaria* (Christm.) Roscoe, verwendet wurde.⁴⁹ Die Beschreibung der Pflanze erinnert ebenfalls eher an *Bryonia alba* als an *Tamus communis*, es heißt: „Viticella vel vitis alba latine. grece ampelos arabice fesera ... hat bletter glich den wynreben. und hait drübelin die sint mit dem ersten roit. und so

⁴⁴ KUDORFER (1991), S. 118.

⁴⁵ De simplici medicina. Kräuterbuch-Handschrift aus dem 14. Jahrhundert im Besitz der Basler Universitäts-Bibliothek. Faksimile-Ausgabe der Handschrift K. II. 11. Ed. A. PFISTER. Basel 1961.

⁴⁶ Auf den Hopfen wird von den Autoren des 16. Jahrhunderts mehrfach verwiesen, wenn die Wuchsform von *Tamus communis* und *Bryonia* beschrieben wird. Vgl. FUCHS (1543), Kap. 32: Von Stickwurz.

⁴⁷ Gart der gesuntheit. (Ortus sanitatis teutsch). Mainz 1485 (Peter Schöffer).

⁴⁸ SCHUSTER (1926), S. 208 ff.

⁴⁹ BOCK (1546), Kap. 95: Von Hunds kürbs/Bryonia. - FUCHS (1543), Kap. 32: Von Stickwurz. BOCK und FUCHS nennen beide das Synonym „wilder zitwan“. - MARZELL Bd. 1 (1943), Sp. 690.

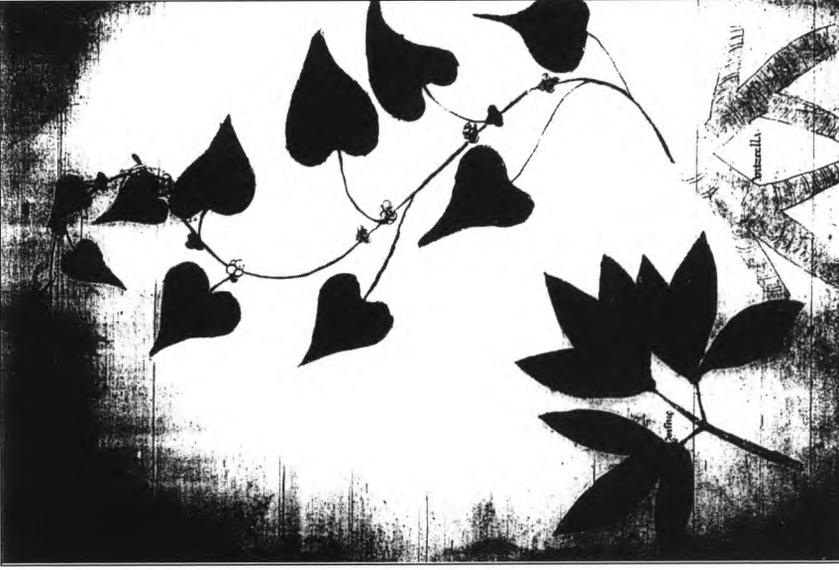


Abb. 2.2: Viricella. Clm 28531, Bayerische Staatsbibliothek München, fol. 145v.

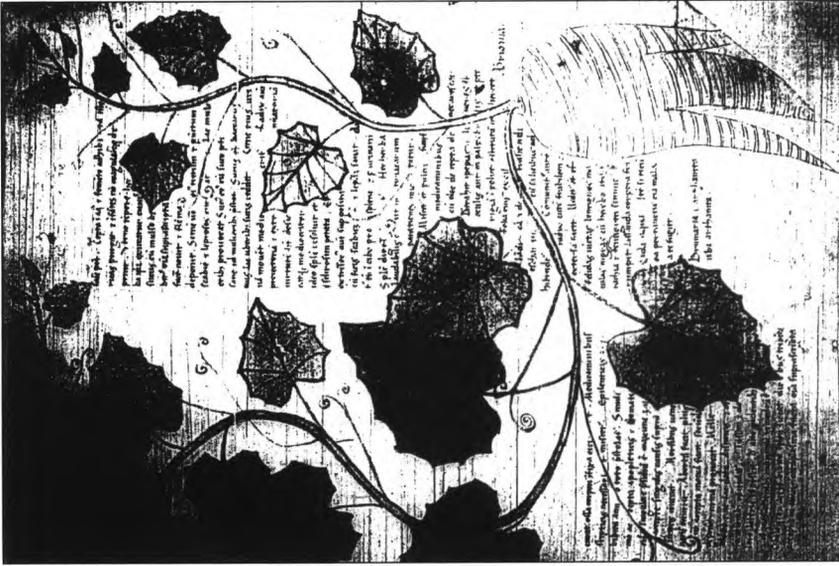


Abb. 2.1: Brionia. Clm 28531, Bayerische Staatsbibliothek München, fol. 17r.

sie gezyttigen sint sie gantz swartz. Sin wortzel ist fast groß und dick in dem ertrich.“⁵⁰ Die Heilanzeigen verraten deutlich ihre Herkunft: „Welcher disse wortzel by ym dreyt von dem flüßet alles böse dar von eyner schaden hette“ erinnert deutlich an die im „Herbarius“ des PSEUDO-APULEIUS genannte magische Wirkung der Pflanze. „Ein plaster gemacht von disser wortzel zücht an sich beyn dorn oder nagel“ wird bei DIOSKURIDES als Heilwirkung des „Ampelos leuké“ genannt („Fein gestossen aufgelegt zieht sie Knochen heraus.“)⁵¹

Im folgenden sagt der Text klar aus, von welcher Pflanze er spricht: „Von dissem gewechs ist geschrieben in dissem büch de B. in dem Lxviii capitel das sich anhebet Brionia“. Der Verweis ist korrekt, er bezieht sich auf das Kapitel 68, „Brionia, stickwortz oder raselwortz“ das mit einer einfachen, aber durchaus überzeugenden Darstellung von *Bryonia* illustriert ist (Abb. 4.1). Die Heilanzeige folgt im ersten Teil fast wortgetreu den Angaben bei HILDEGARD VON BINGEN, ohne dass die Äbtissin namentlich genannt wird, es heißt: „Die meister sprechen daz diß krut sy von natuer heiß und nit nutz zü essen.“ Es folgt die Beschreibung der Vertreibung von Schlangen und Kröten durch den giftigen Rauch der verbrannten Rübe, die Heilung offener Wunden an den Füßen, und die Neutralisation von Gift. Der zweite Teil des Textes wird dem „meister Platearius“ zugeschrieben.

Die „wilde Rebe“, die „weiße Rebe“ und die „schwarze Rebe“ des DIOSKURIDES bei den Kräuterbuchautoren des 16. Jahrhunderts

Im Spätmittelalter begann sich ein neuer Umgang mit der Natur abzuzeichnen. Die kritische und prüfende, auf eigenen Erfahrungen und Beobachtungen basierende Naturbeobachtung tritt neben die Rezeption der antiken und mittelalterlichen Quellen. Die neue Hinwendung zur Natur, die die Buchgelehrsamkeit des Mittelalters zwar nicht schlagartig verdrängte, aber ergänzte und nach und nach zu ersetzen begann, lässt sich in den Kräuterbuchdrucken des 16. Jahrhunderts deutlich erkennen.

HIERONYMUS BOCK (1498-1554), der sich lateinisch TRAGUS nannte, war zunächst Lehrer, dann Theologe und Arzt. Sein „New Kreütter Buch von underscheydt, würkung und namen der Kreütter so in Teütschen lande wachsen“ erschien in erster, nicht illustrierter Auflage 1539. Spätere Ausgaben (1546, 1551 u.a.) enthielten Holzschnitte nach Pflanzenzeichnungen des Malers David Kandel.

BOCK (1546)⁵² nennt sein Kapitel über die *Bryonia* „Von Hundskürbs/ Bryonia“. Im Abschnitt „Von den namen“ setzt er sich ausführlich mit dem Problem der exakten Identifizierung der bei DIOSKURIDES genannten Pflanzen auseinander. BOCK bezieht sich mit seiner „Bryonia“ auf die bei DIOSKURIDES beschriebene „Vitis alba“ oder „Ampelos leuké“. Er kennt jedoch auch andere Meinungen: „Alle scribententen (sic) halten Bryoniam für das weiß Vitis alba/ außgenommen Otho Braunfe. der sagt in seinem Onomastico Vitis nigra sei das warhafftig

⁵⁰ Zur Zitierweise: Abbrüviaturen wurden aufgelöst. Zusätze der Verfasserin stehen in eckigen Klammern. Für die Umlaute und sz wurde die heute gebräuchliche Schreibweise ä, ö, ü und ß gewählt. Die Buchstaben u und v werden ihrer Lautung entsprechend eingesetzt.

⁵¹ BERENDES (1902), S. 470.

⁵² BOCK, H. (1546): Kreüter Büch. Darin Underscheid/ Würckung und Namen der Kreüter so in Deutschen Landen wachsen. Von newen fleissig überschen/ gebessert und gemehret/ Dazü mit hübschen artigen Figuren allenthalben gezieret. Straßburg (Wendel Rihel). Teil II, Kap. 95: „Von Hundskürbs/ Bryonia“.

Bryonia. Auff dise weiß redt Simon Januensis auch und sagt Fesiresin sei Vitis nigra unnd nit Alba. Mesue aber unnd Avicenna sampt dem Jacobo Manlio halten das gegen theil/ unnd sagen Fesire oder Phesire sei Vitis alba.“⁵³

Die von DIOSKURIDES beschriebene „Vitis nigra“ glaubt BOCK nicht zu kennen, er schreibt: „Das schwartz Vitis nigra genant/ mit der geelen wurtzel und Eppich bletter sampt den schwartzten beerlin/ nent er [DIOSKURIDES] auch Bryoniam/ setzt aber darzü nigram/ darumb es warlich ein andere wurtzel sein muß weder das Vitis alba/ ist mir zür zeit nit zü sehen worden.“ Den ἄμπελος ἄγρια „Ampelos agria“ des DIOSKURIDES identifiziert Bock mit der Waldrebe *Clematis vitalba* L., die er „Waltreben oder Lynen“ (Kap. 94) nennt.

LEONHART FUCHS (1501-1566), Professor der Medizin in Tübingen, nennt in seinem „New Kreüterbüch“ von 1543 die Zaurrübe „Stickwurtz“, weitere Namen sind „Schießwurtz/ Raswurtz/ Hundskürbs/ wild oder Römisch rüb/ Wilder zitwen/ und Teuffelskirß/ umb der roten beerlin willen. Auff Griechisch Bryonia/ zü Latein Vitis alba.“⁵⁴

Sehr anschaulich beschreibt FUCHS die äußere Erscheinung von *Bryonia cretica* ssp. *dioica*: „Der Stickwurtz stengeln wachsen bald hoch/ hencken und hefften sich mit iren zincken oder fäden an die zeün/ hecken/ mauren/ stauden/ und was sie erreychen mögen/ wie der hopffen. Ire zweig/ bletter/ und zincken/ seind den Weinreben gleich/ doch etwas häriger und rauher. Bringt kleine schöne weisse blümlin/ auß welchen werden runde beerlin/ die seind erstlich grün/ darnach so sie zeitigen gantz rot. Die wurtzel ist weiß/ dick und groß.“ Die zugehörige Abbildung entspricht allen Ansprüchen an ein „modernes“, d.h. realitätsnahes, dabei übersichtlich und didaktisch aufbereitetes Pflanzenbild (Abb. 5.1). Die Angaben der Anwendung und Heilwirkung dagegen zitieren ausschließlich ältere Autoren, allen voran DIOSKURIDES (Abb. 5.2).

Auch FUCHS bildet *Clematis vitalba* ab, nennt wie BOCK die deutschen Bezeichnungen „Waldreb“ und „Lynen“ (Kap. 33), ordnet sie aber dem „schwarzen Ampelos“ des DIOSKURIDES zu: „In Griechischer spraach würt es Ampelos melenä/ in Lateinisch aber Vitis nigra geheysen.“

⁵³ In seinem Kräuterbuch trägt BOCK eine Vielzahl von Meinungen zusammen, die einen umfassenden Überblick über die ihm zur Verfügung stehende Literatur verrät. – OTTO BRUNFELS (deutscher Theologe und Arzt, 1488-1534): ONOMASTIKON medicinae. Straßburg [Johann Schott] 1534. BOCK und BRUNFELS verband ein reger wissenschaftlicher Briefwechsel und große gegenseitige Hochachtung (MÄGDEFRAU 1992). – SIMON JANUENSIS (SIMON VON GENUA): Italienischer Lexikograph, Botaniker und Arzt. BOCK bezieht sich auf die Ende des 13. Jahrhunderts entstandenen „Clavis sanationes“, ein griechisch-arabisch-lateinisches Wörterbuch zur Materia medica. – MESUE (junior): Hinter dem Pseudonym verbirgt sich der – wohl lombardische – Kompilator des „Grabadin“, eines nach 1200 zusammengestellten, sehr erfolgreichen Arzneibuches. – AVICENNA (973/980-1037) gilt als einflussreichster Gelehrter, Philosoph und Arzt des islamischen Ostens im Mittelalter. Von seinen zahlreichen medizinischen Schriften war besonders der „Kanon der Medizin“ in der von GERHARD VON CREMONA gegen Ende des 12. Jahrhunderts in Toledo übersetzten lateinischen Fassung als „Canon medicinae“ von großem Einfluss auf die abendländische Medizin des Mittelalters. – Der italienische Arzt JOHANNES JACOBUS MANLIUS DE BOSCO lebte im 15. Jahrhundert in Padua. Er verfasste einen Kommentar zum „Grabadin“ des MESUE junior (Erstdruck Pavia 1494.) HOPPE (1969), S. 71 ff.

⁵⁴ FUCHS, L. (1543): New Kreüterbüch. Basel (Michael Isingrin). Kap. 32: „Von Stickwurtz“. – Über die deutschen Volksnamen der *Bryonia* s. MARZELL Bd. 1 (1943), Sp. 683-692, vgl. Anm. 18.

BOCK trennt die Heilanzeigen der Bryonia in „innerlich“ und „eüsserlich“, ansonsten folgen sie wie schon bei Fuchs den älteren Autoren. Allerdings findet sich neben der ausführlichen Diskussion der Pflanzennamen eine weitere Besonderheit in Bocks Kapitel über die Bryonia. Er prangert den betrügerischen Handel mit der Bryonien-Wurzel an, die anstelle der Alraune, der magischen, menschenähnlichen Wurzel von *Mandragora officinarum* L., verkauft wird. BOCK schreibt: „Etlich landstreicher machen und schneiden Monstra auß diser wurzel/ begraben sie in ein düren sand etlich tag/ unnd verkauffen sie dann für Alraun.“ Auch im Kapitel 126 „Alraun/ Mandragora“ geht BOCK nochmals ausführlich auf die Machenschaften der Quacksalber ein.⁵⁵

Im Volksglauben spielte die Zaurübe von jeher eine bedeutende Rolle. So ist bereits bei PLINIUS (23, 27) die Volksmeinung erwähnt, derzufolge ein Landgut, das mit der Zaurübe umpflanzt ist, von Habichten verschont bliebe und somit das Hausgeflügel sicher sei, und der römische Ackerbauschriftsteller COLUMELLA (1. Jh. n. Chr.) schreibt, dass die um das Haus gepflanzte „Vitis alba“ den Blitz abhalte.⁵⁶ Besonderes volkskundliches und kulturhistorisches Interesse ist der Zaurübe aber vor allem wegen ihrer Verwendung als Alraun entgegengebracht worden.⁵⁷

Die Zaurübe scheint dabei keineswegs nur als Ersatz der eigentlichen, von *Mandragora officinarum* L. oder *Mandragora autumnalis* Bertol. stammenden Alraune betrachtet worden zu sein. Viele der der echten *Mandragora* zugeschriebenen Zauberkräfte und Eigenschaften sind offensichtlich auf die *Bryonia* übergegangen. Die Wurzel der Zaurübe soll vor Hexenzauber und vor Unwetter schützen. Auch im Liebeszauber spielt die *Bryonia* eine Rolle, das heißt in Analogie zu den Kräften der *Mandragora* wird ihr eine aphrodisierende Wirkung zugesprochen. Im südrussischen Volksglauben scheint die *Bryonia* ganz und gar die Rolle der *Mandragora* übernommen zu haben. Beim Ausgraben der Wurzel müssen besondere Rituale beachtet werden. Wenn die Bryonienwurzel nach dem Ausgraben gut gepflegt wird, kann aus ihr ein menschenartiges, lebendiges Wesen entstehen, das seinem Besitzer Glück und Reichtum bringt. Auch in Böhmen und Armenien wurden ähnliche Bräuche beobachtet, die Berichte darüber stammen aus der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts.⁵⁸

Die Darstellung der *Bryonia* in einer Kräuterbuchhandschrift aus dem späten 15. Jahrhundert (Cod. icon. (bot.) 26 der Bayerischen Staatsbibliothek, München) nimmt auf die Verwendung der *Bryonia* als Alraun ausdrücklich Bezug: Fol. 46v zeigt „Prionia, Vitis alba, Viticella. Stickwurtz, Willder Zitwan“ (Abb. 6). Die Wurzel hat die Gestalt eines liegenden Menschen. Der aufrechte Spross trägt unregelmässig gelappte, drei- bis fünfteilige Laubblätter mit gezähntem Rand. Der Ansatz der Beerenfrüchte ist unklar, sie sind ungestielt, ihr Ansatz befindet sich augenscheinlich auf der Höhe der Blattachseln. Leicht und skizzenhaft zugefügte Ranken vervollständigen diese fantasievolle Darstellung einer Zaurübe.⁵⁹ Der

⁵⁵ Auch MATTHIOLUS (1563), Kap. 125: „Vom Alraun“ beschreibt detailliert, wie aus einer Bryonienwurzel durch Menschenhand eine Alraune entsteht.

⁵⁶ COLUMELLA (Ed. RICHTER, 1981-1983), 10, 346f.

⁵⁷ Ausführliches zum Alraun: MARZELL (1964), S. 10-22. – SELIGMANN (1996), S. 182-210.

⁵⁸ MARZELL (1967), S. 260.

⁵⁹ BAUMANN (1974), S. 42, Kap. vigna bianca (*Bryonia*), Anm. 2 erwähnt eine von ihm nicht weiter herangezogene Handschrift (Ms. var. 129 der Biblioteca Reale in Turin), in der ein Bauer dargestellt ist, der die Wurzel der *Bryonia* ausgräbt. Vgl. die Beschreibung besonderer Ausgrabungsrituale bei Darstellungen der *Mandragora*.



Abb. 5.1: Stickwurtz. Fuchs, New Kreüterbüch 1543, Abb. LI.

Die krafft vnd würckung.

Die jungen dolden gefotten vnd gessen/wreiben den harn/vnnd lindern den stülgang. Die bletter/frucht vnd wurzel seind scharpff/derhalben seind sie güt zu allerley vnreynen wunden vnd geschweren/dañ sie solche faule schäden reynigen/seubern/vnd austrücken. Die wurzel seübert den leib / vn̄ vertribt die runzel. Darumb mit Eruen vnnd Fecnograeco Hockfhoen genant/vermengt vnd angestrichen/macht sie ein hüpsch angesicht/vertribt vnnd verzert die flecken/vnd rosmucken / vnd andere schwarze mälker. Gleiche würckung hat sie so manß in öl seüdt bis sie weych würdt. Sie verzert auch das vndergerunnen blüt/vnd das überig fleisch so die negel der finger vnnd süß bedeckt. So manß mit wein überlegt/zerbrucht sie geschwer. Dif wurzel zerstoßen vn̄ übergelegt/zeücht auß die zerbrochenen beyen. Sie ist auch güt denen so mit der fallenden suchz/demschlag / schwindel/ vnnd dergleichen krauckheyten beladen seind/so man zum oßter mal im jar eins quintlins schwarz darvon einnimbt. So ye mannts von schlangen geflochen würdt/der mag dife wurzel der gleichen auch jnnemen. Die schwangern frauen söllen sich vor diser wurzel hüten/dann sie södter die frucht im mäter leib. So man ein dünne latwerge mit honig auß diser wurzel macht/ist sie güt denen so er sticken wöllen/hüsten/vnnd im leib zerbrochen seind/Dreißig tag von diser wurzel mit essig getruncken /macht das D milz klein. Mit feigen zerstoßen vnd übergelegt/hat sie gleiche krafft vnd würckung. Man braucht auch dife wurzel zu den lenden baden / dann sie reymiget die mäter. Der saßtim Lenzgen auß der wurzel getruckt /vnnd mit Meth getruncken/treibt auß die zähe früchtigkeit/phlegma genent. Sein frucht zerstoßen vnnd angestrichen ist güt zu allerley grind vnnd rauden. Der saßti von disen beeren /mit Weytzen gekocht vnd gessen/mehret die milch.

Abb. 5.2: Die krafft und würckung. Aus: FUCHS, New Kreüterbüch 1543, Cap. XXXII.

Name „Viticella“ wird hier auch für die Zaunrube verwendet, während *Tamus communis* in der selben Handschrift unter der Bezeichnung „Vitis nigra“ (fol. 44v) abgebildet ist.

Mit der Zuordnung von „Vitis alba“ und „Vitis nigra“ setzte sich auch der italienische Arzt PIER ANDREA MATTHIOLI (lat. MATTHIOLUS, 1500-1577) eingehend auseinander. In der deutschen Übersetzung eines DIOSKURIDES-Kommentars⁶⁰ zitiert er unter dem Titel „Bryonia, vulgò Vitis alba“, zu deutsch „Stickwurtz/ Hundstkuerbß“ das „Ampelos leuke“-Kapitel des DIOSKURIDES. Die zugehörige Abbildung belegt, dass MATTHIOLUS unter der „Vitis alba“ wie FUCHS und BOCK die *Bryonia cretica* ssp. *dioica* versteht. MATTHIOLUS beschreibt, wie die zunächst grünen Beeren bei Reife rot werden. Bei der Darstellung der schwarzen Stickwurtz, „Vitis nigra“ folgt er der Beschreibung, den Anwendungen und Heilanzeigen des DIOSKURIDES für den „Ampelos melaina“. Die zugehörige Abbildung zeigt wohl *Tamus communis* (Abb. 7), allerdings hat die abgebildete Pflanze Ranken.⁶¹ In seinem Kommentar bemerkt MATTHIOLUS, dass die Pflanze, die er für „Vitis nigra“ hält, anders als bei DIOSKURIDES angegeben bei Reife rote anstelle von schwarzen Beeren trägt. Er versucht, eine Erklärung für diese Diskrepanz zu finden, und macht verschiedene klimatische und standortliche Bedingungen der Pflanzen für die abweichende Farbe der reifen Beeren verantwortlich. Die Beschreibung der Pflanze, so schreibt Matthiolus, „reimpt sich allerding fein zu der beschreibung Dioscoridis, aufgenommen das Dioscorides von schwartzen beeren meldet/ aber das irret mich nichts/ dann die natur verendert bißweilen die farb in ettlichen gewechsen/ wie man an dem Nachtschatten sihet/ der hat nicht allein schwartze beere/ sondern auch zuzeiten gelbe oder rote. Dergleichen geschicht auch in den Weintrauben/ Kirschen// Maulbeeren/ Feigen/ Pflaumen/ Opfflen/ und in anderen vilen fruchten/ oft an einer stellen und ort/ wie sollte es dann nicht geschehen in weitten fremden landen/ da ander lufft und erdrich ist. Derhalben ist es kein wunder/ das diese Stickwurtz im Welschlandt rote beere tregt/ im Griechenlandt aber schwartze/ dann Griechenlandt ist wärmer und truckner gelegen/ dann Welschlandt.“

Eine Bearbeitung des Kräuterbuches von MATTHIOLUS durch den Nürnberger Arzt und Botaniker JOACHIM CAMERARIUS (1534-1598) erschien 1586.⁶² CAMERARIUS ersetzte einen Teil der Abbildungen durch die von ihm angekauften Figuren aus dem Nachlass CONRAD GESNERS.⁶³ Die qualitativ weit über den Abbildungen der früheren MATTHIOLUS-Ausgaben stehenden Holzschnitte sind eindeutig identifizierbar (Abb. 8). Das Kapitel 142 „Von Stickwurtz“ ist aufgeteilt in die Abschnitte „Stickwurtz/ Hundstkuerbs. Vitis alba, Bryonia“, zu dem die

⁶⁰ MATTHIOLUS, P. A. (1563): New Kreütterbuch, mit den allerschönsten und artlichsten Figuren aller Geweichß, dergleichen vormals in keiner Sprache nie an den Tag kommen ... durch Georgium Handsch verdeutscht. – Prag (Georg Melantrich von Aventin). Kap. 142: „Bryonia, vulgò Vitis alba“.

⁶¹ Dazu NISSEN (1951), Bd. 1, S. 53: MATTHIOLUS nahm offenbar wenig Anteil an der Bildausstattung seiner Pflanzenbücher und kontrollierte den Künstler kaum. – Chimären wie die „Vitis nigra“ des MATTHIOLUS begegnen vereinzelt in den spätmittelalterlichen Kräuterbüchern, ein Beispiel ist die Abbildung von „rund Aristolochia“ (*Aristolochia rotunda* L.) in BOCK (1551), Teil 2, Kap. 73,3: fälschlicherweise ist die Pflanze mit Ranken dargestellt worden. HOPPE (1969), S. XIV, Abb. 22.

⁶² MATTHIOLUS, P. A. (1586): Kreüterbuch. ... gemehrt und gefertigt durch Ioachim Camerarium. – Frankfurt a. M. (Feyerabend).

⁶³ CONRAD GESNER (1516-1565), Schweizer Humanist und Arzt. Seine umfassenden Studien über die Pflanzenwelt („Historia plantarum“) blieb zu seinen Lebzeiten unveröffentlicht. – MÄGDEFRAU (1992), S. 37ff.



Prionia
vitis alba
Viticella
Stickwürtz
Milderzitrwan

Abb. 6: Prionia vitis alba Viticella. Stickwürtz Willder Zitwan. Cod. icon (bot.) 26, Bayerische Staatsbibliothek München, fol. 46v.



Abb. 7: Schwartze Stöckwurtz. *Vitis nigra*. MATTHIOLUS 1563 (HANDSCH), Cap. CXLII.

Stickwurz/Hundstürbs. Vitis alba, Bryonia. Schwarze Stickwurz. Vitis nigra.



Abb. 8 links: Stickwurz / Hundstürbs. *Vitis alba*, *Bryonia*. rechts: Schwarze Stickwurz. *Vitis nigra*. MATTHIOLUS 1586 (CAMERARIUS), Cap. CXLII. Die Abbildung für die „Schwarze Stickwurz“ geht vermutlich auf eine Vorlage von CONRAD GESNER zurück.

Abbildung der Zaunrübe *Bryonia* gehört, und „Schwarze Stickwurz. *Vitis nigra*“, dessen Abbildung zweifelsfrei *Tamus communis* wiedergibt, Ranken sind korrekterweise nicht vorhanden, dafür die Detailzeichnung eines Fruchtstandes. Den Text zur „*Vitis nigra*“ übernimmt CAMERARIUS aus der früheren deutschen Übersetzung von 1563, das heißt auch er beschreibt Aussehen und Heilwirkungen des „*Ampelos melaina*“ nach DIOSKURIDES. Allerdings fügt CAMERARIUS den Überlegungen des MATTHIOLUS zu den nicht übereinstimmenden Farben der Früchte noch einen eigenen Kommentar an: „Unsers Autoris schwarze Stickwurz will H. Dodonaeus, und andere viel mehr/ es sey *Vitis sylvestris*, oder *Tamus*, dann es hat keine *Capreoles*, welches *Bryonia nigra* hat.“ Das Problem der bei *Tamus communis* nicht vorhandenen Ranken, der „*Capreoles*“, hatte sich bei MATTHIOLUS nicht gestellt, tatsächlich war ja in den von MATTHIOLUS selbst besorgten Ausgaben seines Kräuterbuches die Abbildung der „*Vitis nigra*“ mit den von DIOSKURIDES geforderten Ranken ausgestattet gewesen.

Der von CAMERARIUS genannte flämische Arzt und Botaniker REMBERT DODOENS (lat. DODONAEUS, 1518-1585) stimmt in seinem „*Cruydeboeck*“ von 1563⁶⁴ mit BOCK, FUCHS und MATTHIOLUS über die Identität der „weißen Bryonie“ überein. Als „*Bryonia alba*, Witte Bryonie“ (Kap. 46) bildet DODONAEUS *Bryonia* ab. Eingehend diskutiert er dagegen die Identität von „*Bryonia nigra*, swerte Bryonie“. Er bildet das Christophskraut, *Actaea spicata* L., ab, das er „Christo-

⁶⁴ DODONAEUS, R. (1563): *Cruydeboeck*. – Antwerpen (Jan van der Loë).

phoriana. *Bryonia nigra forte*“ nennt. Dieses Kraut, so schreibt er, wird von vielen für eine Art der „schwarze Brionie“ des DIOSKURIDES gehalten, allerdings gibt er zu bedenken, dass die Beschreibung des DIOSKURIDES in mehrfacher Hinsicht nicht auf das Kraut „Christophoriana“ passe, da es nicht klettere und keine Ranken ausbilde.

Den „*Ampelos agria*“ des DIOSKURIDES nennt Dodonaeus „wilde Bryonie“ (Kap. 47). Die das Kapitel illustrierende Pflanzendarstellung zeigt *Tamus communis*. DODONAEUS nennt den von COLUMELLA⁶⁵ für die Pflanze verwendeten Namen „Tamus“, die italienische Bezeichnung „Tamaro“, und sagt, dass die Frucht von PLINIUS „*Uva Taminia*“ genannt wird (vgl. PLINIUS 23, 20).

Zusammenfassung

Die vorliegende Untersuchung zeigt deutlich, wie Tradition und Neuerung in den Kräuterbüchern des 16. Jahrhunderts gleichermaßen wirksam sind. Einerseits ist der Einfluss der „*Materia medica*“ des Dioskurides auch in der Literatur des 16. Jahrhunderts noch ungebrochen. Jeder der zitierten Autoren setzt sich mit den von DIOSKURIDES vorgegebenen Informationen über Namen, Aussehen und Anwendungsmöglichkeiten der fraglichen Pflanzen auseinander und versucht, die bei DIOSKURIDES genannten Pflanzen mit bekannten *Species* zu identifizieren. Anders als der Kompilator des „Gart der gesuntheit“, der 1485 noch einzelne Versatzstücke aus der spätantiken und mittelalterlichen Literatur unkommentiert nebeneinander gestellt hatte, übernehmen die Autoren des 16. Jahrhunderts keineswegs nur die bei DIOSKURIDES und anderen älteren Autoren genannten Namen und Heilwirkungen der Pflanzen. Sie diskutieren ausführlich die Zuordnungsmöglichkeiten und die damit zusammenhängenden Probleme. Nicht zufällig bezeichnen viele Autoren jener Zeit ihre Pflanzenbücher als „Kommentar“ zur „*Materia medica*“ des DIOSKURIDES.⁶⁶ Dies bedeutet, dass zwar von den bei DIOSKURIDES genannten Pflanzen ausgegangen wird. Dann jedoch werden die Meinungen anderer – älterer und zeitgenössischer – Autoren gegeneinander abgewogen. Hier fließen schließlich auch eigene Überlegungen und Beobachtungen der Autoren ein. In dieser kritischen und hinterfragenden Auseinandersetzung mit den Aussagen der älteren Literatur wird die Loslösung von der vorwiegend auf die Medizin bezogenen Botanik spätantiker und mittelalterlicher Tradition allmählich vorbereitet.

Die Zuordnung der drei „*Ampelos*“-Arten des DIOSKURIDES bot den Autoren des 16. Jahrhunderts, wie oben gesehen, Anlass zu ausführlichen Diskussionen. Einig sind sich die Autoren nur in Hinblick auf die Identität des „*Ampelos leuke*“ oder „*Vitis alba*“. Wie die Abbildungen in den Kräuterbuchdrucken belegen, wird hier von allen genannten Autoren *Bryonia* herangezogen. Oft werden die roten Beeren erwähnt, so dass die Bestimmung als *Bryonia cretica* ssp. *dioica* als gesichert gelten kann. Große Schwierigkeiten machte jedoch die Identifizierung des „schwarzen *Ampelos*“ des DIOSKURIDES. Zwischen den verschiedenen Arten der Gattung *Bryonia* wurde offensichtlich nicht unterschieden. Es besteht daher die Möglichkeit, dass *Bryonia alba* zusammen mit *Bryonia cretica* ssp. *dioica* beschrie-

⁶⁵ COLUMELLA (ED. RICHTER, 1981-1983), 12,7,1-2 und 10, 373.

⁶⁶ MATTHIOLUS, P. A. (1565): *Commentarii in sex libros Pedacii Dioscoridis Anazarbei de Medica materia*. Venetiis, Ex Officina Valgrisiana.

ben worden ist. Da allerdings bei allen Autoren in Hinblick auf „Bryonia“ stets von roten Beeren die Rede ist, liegt auch die Vermutung nahe, dass die in Südosteuropa beheimatete schwarzfrüchtige Zaurübe *Bryonia alba* den Autoren nicht bekannt gewesen ist.

Bei allen genannten Autoren sind die Schwierigkeiten spürbar, den Platz der „schwarzen Bryonie“ des DIOSKURIDES auszufüllen.

Sehr behutsam geht BOCK mit dem Problem um. Nachdem er die Meinungen älterer und zeitgenössischer Autoren dargelegt hat, lässt er die Frage nach der Identität der „schwarzen Bryonie“ offen mit dem Hinweis, sie müsse sich wohl von der „weißen Bryonie“ unterscheiden, ihm sei diese Pflanze aber unbekannt.

MATTHIOLUS, der *Tamus communis* als „Bryonia nigra“ heranzieht, stört sich zu recht an der nicht zur Beschreibung des DIOSKURIDES passenden Farbe der Beeren. Sein späterer Herausgeber CAMERARIUS findet einen weiteren Widerspruch darin, dass *Tamus communis*, anders als die bei DIOSKURIDES beschriebene „schwarze Bryonie“, keine Ranken hat. DODONÆUS stellt *Actaea spicata* L., die er „Bryonia nigra forte“ nennt, an die Stelle der „schwarzen Bryonie“, mit großen Vorbehalten wegen der Widersprüche zur Beschreibung der Pflanze bei DIOSKURIDES und eigentlich mehr aus dem Grund, weil er die wahre Identität der „schwarzen Bryonie“ nicht kennt.

Ebenso vage wie die Zuordnung der „schwarzen Bryonie“ ist die Identifizierung des „Ampelos agria“ oder „Vitis sylvestris“ des DIOSKURIDES. BOCK stellt *Clematis vitalba* hierher, DODONÆUS und UFFENBACH *Tamus communis*. MATTHIOLUS identifiziert in einem lateinischen DIOSKURIDES-Kommentar (s. Anm. 66) die „Vitis sylvestris“ des DIOSKURIDES mit *Solanum dulcamara* L. Seine deutschsprachigen Übersetzer und Herausgeber HANDSCH (1563) und CAMERARIUS (1586) übernehmen diese Zuordnung jedoch nicht.

Die Tabelle (S. 946) fasst die Identifizierungsversuche des „Ampelos agria“, „Ampelos leuke“ und „Ampelos melaina“ des DIOSKURIDES bei den frühneuzeitlichen Kräuterbuchautoren zusammen.

Schlussbetrachtung

Die Probleme, die die Kräuterbuchautoren des 16. Jahrhunderts mit der Identifikation und der verwandtschaftlichen Zuordnung der in der älteren Literatur beschriebenen Pflanzen hatten, verdeutlichen klar das Dilemma, das sich aus dem Fehlen einer einheitlichen nomenklatorischen Basis zur Unterscheidung der einzelnen Pflanzenarten voneinander ergab. Solange sich die Anzahl der aus Antike und Mittelalter bekannten Pflanzenformen nicht wesentlich vermehrte, hatte eine einfache, oft alphabetische Aufzählung der Einzelformen zur Orientierung und Identifizierung genügt. In den Kräuterbüchern des 16. Jahrhunderts wurde die Grenze der auf diese Weise erfassbaren Formenfülle erreicht. Neuentdeckte Pflanzen aus Vorderasien, Südeuropa und dem „neuen“ Erdteil Amerika vermehrten die Anzahl der bekannten Pflanzenformen um ein Vielfaches. Dazu kam ein verstärktes Interesse der Gelehrten an der einheimischen Pflanzenwelt. Der Basler Arzt CASPAR BAUHIN (1560-1624) listete in seinem „Verzeichnis des Botanischen Theaters“ („Pinax theatri botanici“, 1623) bereits 6000 Pflanzenarten auf. Nur 80 Jahre zuvor hatte LEONHART FUCHS in seinem „New Kreuterbuch“ die vergleichsweise bescheidene Anzahl von 500 Pflanzen behandelt.⁶⁷

⁶⁷ MÄGDEFRAU (1992), S. 47ff.

DIOSKURIDES De Materia medica (Pflanzennamen u. Pflanzenident. nach BERENDES 1902, griech. Pflanzenbez. nach WELLMANN, 1906.) ἄμπελος, βρύαια, Wilde Rebe, Wilder Ampelos. <i>Tamus communis</i> L. (Buch IV, Kap. 183f)	BOCK Kreütter Buch 1546, 1551 und spätere Auflagen (Teil II, Kap. 94, 95.) Waldreben, Lymen. ἄμπελος, βρύαια und Sylvestris vitis des DIOSKURIDES Abb. zeigt <i>Clematis vital-</i> <i>ba</i> L.	FUCHS New Kreütterbüch 1543 (Kap. 32, 33, Abb. 51, 52.) fehlt	MATTHIOLUS Kreütterbuch. Deutsche Übersetzung GEORG HANDSCH 1563 (4. Buch, Kap. 142.) In der lat. Ausg. seines Diosk.-Kom. (1565) bildet MATTH. u. d. Titel „Vitis sylvestris“ <i>Solanum</i> <i>dulcamara</i> L. ab. In der deut. Übers. von HANDSCH (1563) illustriert die gleiche Abb. das Kapitel „Von Hinschraut, amara dulce“. Die Bez. „Vitis sylvestris“ übernimmt HANDSCH nicht.	MATTHIOLUS Kreütterbuch. Deutsche Übersetzung und Bearbeitung JOACHIM CAMERARIUS 1586 (4. Buch, Kap. 142.) Zum Kapitel 4, 135: „Von Hinschraut, Amara dulcis“ (Solanum dulca- mara L.) bemerkt CAMERARIUS: „Der Autor [MATTH.] nennt es in seinem lateinischen Her- bario, Vitis sylvestris, welchen namen andere viel mehr zu der Bryonia nigra referiren ... In ge- mein Dulcamara.“	DONONAËUS Cruydeboeck 1563 (S. 326-329.) Wilde Bryonie. Griech. ἄμπελος, βρύαια. Lat. Vitis sylvestris. Co- lumella: Tamus. Plinius: Uva Tarnina (Frucht). Apotheker: Sigillum beatae Mariae. Ital. Tama- ro. Franz. Couleuree sauvage. Abb. zeigt <i>Tamus com-</i> <i>munis</i> L.	DIOSKURIDES Kräuterbuch. Deutsche Übersetzung und Bearbeitung PETER UFFENBACH 1610 (S. 351-353.) Waldreben, Wildereben. Griech. Ampelos agria. Lat. Vitis Sylvestris. Abb. zeigt <i>Tamus com-</i> <i>munis</i> L.
ἄμπελος, ἀνοκτή, Weiße Rebe, Weißer Ampelos, Bryonia, Melothron, u.a. Namen. <i>Bryonia cretica</i> L. ssp. <i>alioica</i> (JACO.) TURIN (Buch IV, Kap. 181 [184])	Hunds kürbis, Bryonia, Wild rüben, Wilder kürbis, wilder Zitwen, Teuffels kirschen. Vitis alba, Ampelodeuce, Bryonia, Melothron (u.a.) des DIOSKURIDES. Abb. zeigt <i>Bryonia</i> L. Beeren rot	Stickwurtz, Schießwurtz, Raswurtz, Hundskürbis, wild oder römisch rüb, Wilder zitwen, Teuffels- kirschen. Griech. Bryonia. Lat. Vitis alba. Abb. zeigt <i>Bryonia</i> L. Beeren rot.	Stickwurtz, Hundskürbis, Schießwurtz, Raswurtz, Römische Rüben, Zaun- rüben, wilder Zitwar, Teuffelskirschen. Vitis alba, Bryonia. Arab. Fesir. Weisch Vite bianca. Span. Anorca. Franz. Coleoure. Böh- misch Possel. Abb. zeigt <i>Bryonia</i> L. Beeren rot.	Stickwurtz, Hundskürbis, Schießwurtz, Raswurtz, Römische Rüben, Zaun- rüben, wilder Zitwar, Teuffelskirschen. Vitis alba, Bryonia. Arab. Fesir. Weisch Vite bianca. Span. Anorca. Franz. Coleoure. Böh- misch Possel. Abb. zeigt <i>Bryonia</i> L. Beeren rot.	Witte Bryonie. Griech. ἄμπελος, ἀνοκτή. Lat. Vitis alba. Arab. Alphesera. Math. Sylva- ticus: Viticella. Apothe- ker: Bryonia. Hoch- deutsch Stickwurtz, Hundskürbis. Franz. Cou- leuree. Abb. zeigt <i>Bryonia</i> L. Beeren rot.	Weisse Stickwurtz, wei- sser Hundskürbis. Griech. Bryonia. Lat. Vitis alba. Abb. zeigt <i>Bryonia cretica</i> L. sp. <i>alioica</i> (JACO.) TURIN. Beeren rot.
ἄμπελος, μέλαινα Schwarze Rebe, Schwarzer Ampelos, Schwarze Bryonia, Chretonische Rebe, Bulcranion, <i>Bryonia alba</i> L. (Buch IV, Kap. 182 [185])	Abb. zeigt <i>Clematis vital-</i> <i>ba</i> L. BOCK kennt diese Pflanze nicht.	Abb. zeigt <i>Clematis vital-</i> <i>ba</i> L. Lymen, Waldreb. Griech. Ampelos melana. Lat. Vitis nigra. Abb. zeigt <i>Bryonia</i> L. Beeren rot.	Abb. zeigt <i>Tamus com-</i> <i>munis</i> L. (mit Ranken) Widerspruch zu DIOSKURIDES: Beeren rot.	Bryonia nigra, Vitis nigra des DIOSKURIDES. Abb. zeigt <i>Tamus com-</i> <i>munis</i> L. (mit Ranken) Widerspruch zu DIOSKURIDES: Beeren rot, Ranken fehlen.	Witte Bryonie. Griech. ἄμπελος, μέλαινα, Chiro- nia vitis. Lat. Vitis nigra, Bryonia nigra. Hochdt. Schwarz stickwurtz. Franz. Couleuree noire. L. (Christophorania Bryonia nigra forte.) Widerspr. zu Diosk.: Klettert nicht, keine Ran- ken.	Schwarte Stickwurtz, schwarzer Hundskürbis. Griech. Ampelos melana. Bryonia nigra. Lat. Vitis nigra. Abb. zeigt <i>Bryonia alba</i> L. Beeren schwarz.

Die „wilde Rebe“, die „weiße Rebe“ und die „schwarze Rebe“ des DIOSKURIDES bei den Kräuterbuchautoren des 16. Jahrhundert.

In den nachfolgenden Jahrzehnten bestand ein Hauptanliegen der Wissenschaft darin, die Mannigfaltigkeit der Pflanzen- und Tiergestalten in ein Ordnungssystem zu bringen und dadurch überschaubar zu machen. Schon BRUNFELS, BOCK und FUCHS hatten versucht, unter morphologischen Gesichtspunkten einander ähnliche Arten zu Gruppen zusammenzufassen. Dabei traten auffällige Gruppen wie Kreuzblütler, Doldengewächse, Hülsenfrüchtler, Lippenblütler, Korbblütler oder Gräser bereits deutlich hervor. Aber erst Mitte des 18. Jahrhunderts schufen die Arbeiten CARL VON LINNÉs zur Systematik der Pflanzen und Tiere die Voraussetzungen zu einer einheitlichen Benennung der einzelnen Species und zur eindeutigen Unterscheidung der Formen untereinander.

In LINNÉs „Species plantarum“ (1753) wird die seit der Spätantike tradierte, auf Ähnlichkeiten der Tracht und der Heilwirkungen beruhende „Verwandtschaft“ zwischen *Tamus communis* und *Bryonia* endgültig aufgehoben. Noch BAUHIN (1623) hatte *Tamus communis*, den er als „*Bryonia lævis sive nigra racemosa*“⁶⁸ bezeichnet, zu den *Bryonia*-Arten gestellt. LINNÉ dagegen trennt *Tamus communis* von *Bryonia*. Er stellt ihn, zusammen mit *Tamus cretica* L., in eine separate Gattung „*Tamus*“ („*Dioecia*, *Hexandria*“),⁶⁹ wobei er sich auf die „*Bryonia lævis sive nigra racemosa*“ beziehungsweise „*Bryonia lævis sive nigra baccifera*“ des BAUHIN, wie auch auf die „*Vitis sylvestris sive Tamus*“ des DODONÆUS bezieht. Damit war zumindest in der wissenschaftlichen Botanik die Trennung zwischen den Gattungen *Tamus* und *Bryonia* vollzogen.⁷⁰ In der Volkskunde dagegen haben sich die beiden Pflanzenarten eine gewisse „Verwandtschaft“ erhalten, die wie in der Spätantike auf Ähnlichkeiten der Tracht und der Heilwirkungen beruht, und die sich durch die Überschneidung der Namen ausdrückt. *Tamus communis* und *Bryonia* teilen sich diverse volkstümliche Namen wie „Schmerwurz“, „Stickwurz“ und „Zaunrebe.“⁷¹ Im Englischen wird *Tamus communis* bis heute „Black Bryony“ genannt.

Danksagung: Herrn Prof. Dr. DIETER VOGELLEHNER danke ich herzlich für sein stetes Interesse an meiner Arbeit und für seine Diskussionsbereitschaft zu allen Fragen der mittelalterlichen Botanik. – Für die kritische Durchsicht des Manuskripts sage ich Frau Dr. FRANKA BRÜCHERT und Frau Dr. YVONNE ELSAMAN meinen herzlichen Dank.

⁶⁸ BAUHIN, C. (1623): *Pinax Theatri Botanici. Sive Index in Theophrasti, Dioscoridis, Plinii et Botanicorum*. Basel (Joannis Regis), S. 297.

⁶⁹ LINNÉ, C. (1753): *Species plantarum*. S. 1028.

⁷⁰ Der zur Zeit gültigen Systematik zufolge gehören die Gattungen *Bryonia* und *Tamus* verschiedenen Klassen an. Während die Familie der Cucurbitaceae mit der Gattung *Bryonia* zur Klasse der Zweikeimblättrigen (Magnoliatae) zählt, wird die Familie der Dioscoreaceae mit der Gattung *Tamus* zur Klasse der Einkeimblättrigen (Liliatae) gerechnet. – *Pflanzensystematik nach WEBERLING & SCHWANTES* (2000).

⁷¹ MARZELL Bd. 1 (1943), Sp. 690f. – Bd. 4 (1979), Sp. 573.

Literatur

- ALBERTUS MAGNUS: s. BORGNET (1891).
- BAUHIN, C. (1671): *Pinax Theatri Botanici. Sive Index in Theophrasti, Dioscoridis, Plinii et Botanicorum*. Basel (Joannis Regis). [1. Auflage Basel 1623.]
- BAUMANN, F.A. (1974): *Das Erbario Carrarese und die Bildtradition des Tractatus de herbis. Ein Beitrag zur Geschichte der Pflanzendarstellung im Übergang von Spätmittelalter zu Frührenaissance.* – Bern (Benteli).
- BERENDES, J. (1902): *Des Pedanios Dioskurides aus Anazarbos Arzneimittellehre in fünf Büchern.* Übersetzt und mit Erklärungen versehen. – Stuttgart (Enke).
- BESSLER, O. (1959): *Prinzipien der Drogenkunde im Mittelalter. Aussage und Inhalt des Circa instans und Mainzer Gart.* – Habil.schr. Halle-Wittenberg.
- BLOME, J. (1978): *Transkription, Übersetzung und systematisch-botanische Bearbeitung der in der Basler Universitätsbibliothek aufbewahrten Kräuterbuch-Handschrift „Circa instans“ aus dem letzten Viertel des 14. Jahrhunderts.* – Diss., Basel.
- BLOME, J. (1982): *Fachnomenklatorische Untersuchungen zu einem der ältesten bebilderten Kräuterbücher Mitteleuropas.* – In: KEIL, G. (Hrsg.): *Gelérter der arzenie, ouch apotéker. Beiträge zur Wissenschaftsgeschichte. Festschrift W.F. Daems.* (Würzburger medizinhistorische Forschungen, Bd. 24), S. 551-588. Pattensen/ Han.
- BOCK, H. (1546): *Kreüter Büch. Darin Unterscheyd/ Würckung und Namen der Kreüter so in Deutschen Landen wachsen.* – Straßburg (Wendel Rihel).
- BORGNET, A. (Hrsg.) (1891): *Alberti Magni Opera Omnia*, Vol. 10, Paris.
- BUBERL, P. (1937): *Die Byzantinischen Handschriften. 1. Der Wiener Dioskurides und die Wiener Genesis.* [Beschreibendes Verzeichnis der illuminierten Handschriften in Österreich, VIII. Band, IV. Teil.] – Leipzig (Hirseman).
- CAMUS, G. (1886): *L'Opera salernitana „Circa instans“ ed il testo primitivo del „Grant herbier en francoys“ secondo due codici del secolo XV conservati nella R. Biblioteca Estense (Memorie della Regia Accademia in scienze, lettere ed arti in Modena, series 2, vol. 4, Modena (Memorie della sezione di lettere), S. 49-199.*
- CAVALLO, G. (1992): *Introduzione/ Introduction.* In: *Dioscurides Neapolitanus. Biblioteca Nazionale di Napoli, Codex Ex Vindobonensis Graecus 1. Commentarium.* S. 3-7, 9-13 – Rom, Graz (Akad. Druck- und Verlagsanstalt).
- CHARETTE, G. (1991): *Homöopathische Arzneimittellehre für die Praxis.* – 6. Aufl., Stuttgart (Hippokrates).
- COLUMELLA: s. RICHTER (1981-1983).
- DAEMS, W.F. (1993): *Nomina simplicium medicinarum ex synonymariis Medii Aevi collecta. Semantische Untersuchungen zum Fachwortschatz hoch- und spätmittelalterlicher Drogenkunde.* (Studies in ancient medicine, Vol. 6). – Leiden, New York, Köln (Brill).
- DIETRICH, A. (Hrsg.) (1988): *Dioscurides Triumphans. Ein anonymer arabischer Kommentar (Ende 12. Jh. n.Chr.) zur Materia medica. Arabischer Text nebst kommentierter deutscher Übersetzung.* Göttingen 1988.
- DIOSKURIDES (1546): *Kreutter Buch. Des Hochberümpften.Pedanij Dioscoridis Anazarbei, gründliche und gewisse beschreibung ... Jetzt erstmals auß der Griechischen unnd Lateinischen sprachen gründlich verteutsch.* Durch Johan Dantzen von der Ast. – Frankfurt a. M. (Ciriacus Jacobi).
- DIOSKURIDES (1610): *Kräuterbuch deß uralten und in aller Welt berühmtesten Griechischen Scribenten Pedacii Dioscoridis Anazarbæi, Von allerley wolriechenden Kräutern, gewürtzen, Köstlichen Oelen und Salben, Bäumen ... Erstlich durch Ioannem Danzium von Ast ... verteutsch, nun mehr aber von Petro Uffenbach auffß neue vbersehen.* – Frankfurt a. M. (Conrad Corthoys). [Reprint 1964 by Verlag Konrad Kölbl, Grünwald b. München.]
- DIOSKURIDES: s. BERENDES (1902), CAVALLO (1992), DIETRICH (1988), GERSTINGER (1970), WELLMANN (1906-1914).
- DODONAEUS, R. (1563): *Cruydeboeck.* – Antwerpen (Jan van der Loë).
- FISCHER, H. (1929): *Mittelalterliche Pflanzenkunde. (Geschichte der Wissenschaften, Geschichte der Botanik, Bd. 2).* – München [Nachdruck Hildesheim 1967.]
- FISCHER-BENZON, R. (1894): *Altdeutsche Gartenflora.* – Kiel und Leipzig (Lipsius und Tischer).
- FROHNE, D. & PFÄNDER, H.J. (1997): *Giftpflanzen. Ein Handbuch für Apotheker, Ärzte, Toxikologen und Biologen.* – 4. Aufl. Stuttgart (Wiss. Verlags-GmbH).

- FUCHS, L. (1543): *New Kräuterbüch.* – Basel (Michael Isingrin). [Reprint 1975 by Verlag Konrad Kölbl, Grünwald b. München.]
- Gart der gesundheit (Ortus sanitatis deutsch) (1485): Mainz (Peter Schöffer). [Reprint 1966 by Verlag Konrad Kölbl, Grünwald b. München.]
- GERSTINGER, H. (1970): Dioskurides. Codex Vind. Med. Gr. 1 der Österreichischen Nationalbibliothek. Kommentarband zur Faksimileausgabe. (Codices selecti XII, XII*) – Graz (Akad. Druck- und Verlagsanstalt).
- GRAPE-ALBERS, H. (1977): Spätantike Bilder aus der Welt des Arztes. Medizinische Bilderhandschriften der Spätantike und ihre mittelalterliche Überlieferung. – Wiesbaden (Guido Pressler).
- GUNTHER, R.T. (1925): *The herbal of Apuleius Barbarus, from the early 12th century ms formerly in the abbey of Bury St. Edmunds* (Oxford, Ms. Bodl. 130). – Oxford (The Oxford University Press).
- HEGI, G. (1906): *Illustrierte Flora von Mitteleuropa.* 7 Bde., 1. Aufl. 1906-1931, 2. Aufl. seit 1935, 3. Aufl. seit 1966.
- HILDEGARD von Bingen: s. PORTMANN (1991).
- HILLER, K. & MELZIG, M.F. (1999): *Lexikon der Arzneipflanzen in zwei Bänden.* – Heidelberg, Berlin (Spektrum).
- HOPPE, B. (1969): *Das Kräuterbuch des Hieronymus Bock. Mit einem Verzeichnis sämtlicher Pflanzen des Werkes, der literarischen Quellen, der Heilanzeigen und der Anwendung der Pflanzen.* Stuttgart (Hiersemann).
- HOWALD, E. & STGERIST, H.E. (1927): *Antonii Musae De Herba Vettonica liber. Pseudo-Apulei Herbarius. Anonymi De Taxone liber. Sexti Placiti Liber medicinae ex animalibus etc.* (Corpus Medicorum latinorum IV), Leipzig.
- HUNGER, F.W.T. (1935): *The herbal of Pseudo-Apulei. From the ninth-century manuscript in the abbey of Monte Cassino (Codex Casinensis 97) together with the first printed edition of Joh. Phil. de Lignamine (Editio princeps Romae 1481) both in facsimile.* Leyden.
- KÖNIG, R. (Hrsg.) (1993): *C. Plinius Secundus d. Ä. Naturkunde. Lateinisch – deutsch. Buch XXIII. Medizin und Pharmakologie: Heilmittel aus Kulturpflanzen.* Darmstadt, München.
- KUDORFER, D. (1991): *Katalog der lateinischen Handschriften der Bayerischen Staatsbibliothek München.* Wiesbaden.
- LEHRNBECHER, P. (1995): *Engelwurz und Teufelsdreck. Zur Lexikographie der Heilpflanzen in Wörterbüchern des 16.-18. Jahrhunderts (Germanistische Arbeiten zu Sprache und Kulturgeschichte, Bd. 29).* – Frankfurt a.M. etc. (Peter Lang).
- LINNÉ, C. (1753): *Species plantarum.* [Faksimile der ersten Auflage. London (Ray Society) 1957-1959.]
- MARZELL, H. (1929): *Die Zaunrübe (Bryonia) im Wandel der Zeiten.* – In: *Der Naturforscher* 6, S. 324-329.
- MARZELL, H. (1943-1979): *Wörterbuch der deutschen Pflanzennamen, 5 Bände, Bd. 1 Leipzig 1943, Bd. 2 Leipzig 1951 [Reprint 1972], Bd. 3 Wiesbaden 1977, Bd. 4 Wiesbaden 1979, Bd. 5 (Register) Leipzig 1958. Bd. 3 und 4 aus dem Nachlass herausgegeben von H. Paul.*
- MARZELL, H. (1964): *Zauberpflanzen – Hexentränke. Brauchtum und Aberglaube.* – Stuttgart (Kosmos-Bibliothek Bd. 241).
- MARZELL, H. (1967): *Geschichte und Volkskunde der deutschen Heilpflanzen. [2. und vermehrte Aufl. von: Unsere Heilpflanzen. Ihre Geschichte und ihre Stellung in der Volkskunde, Stuttgart 1938], Darmstadt.*
- MATTHIOLUS, P. A. (1563): *New Kreutterbuch, mit den allerschönsten und artlichsten Figuren aller Gewechß, dergleichen vormal in keiner Sprache nie an den Tag kommen ... durch Georgium Handsch verdeutscht.* – Prag (Georg Melantrich von Aventin).
- MATTHIOLUS, P. A. (1586): *Kreuterbuch. ... gemehrt und gefertigt durch Ioachim Camerarium.* – Frankfurt a. M. (Feyerabend).
- NISSEN, C. (1951/ 1966): *Die botanische Buchillustration. Ihre Geschichte und Bibliographie. Bd. 1: Geschichte, Band 2: Bibliographie, Suppl. (1966).* – Stuttgart (Hiersemann).
- OPSOMER, C. (1984): *Livres des Simples medecines. Codex Bruxellensis IV. 1024. A 15th-century French Herbal.* [Faksimile]. (Ergänzte u. revidierte engl. Ausgabe). – 2 Bände, Antwerpen (De Schutter).
- PALMER, N.F. & SPECKENBACH, K. (1990): *Träume und Kräuter. Studien zur Petroneller Circa instans-Handschrift und zu den deutschen Traumbüchern des Mittelalters.* Köln und Wien.
- PLINIUS: s. KÖNIG (1993).

- PORTMANN, M.-L. (Hrsg.) (1991): Hildegard von Bingen. Heilkraft der Natur (Physica). Das Buch von dem inneren Wesen der verschiedenen Naturen der Geschöpfe. Erste vollständige, wortgetreue und textkritische Übersetzung, bei der alle Handschriften berücksichtigt sind. Basel, Augsburg.
- PRITZEL, G.A. (1872): Thesaurus Literaturae Botanicae. Lipsia (Leipzig). PSCHYREMBEL Wörterbuch Naturkunde (2000). – 2. Aufl, Berlin, New York (de Gruyter).
- RICHTER, W. (Hrsg.) (1981-1983): Lucius Iunius Moderatus Columella: Zwölf Bücher über Landwirtschaft [De re rustica.] Lateinisch-deutsch. – 3 Bde., München (Artemis, Sammlung Tusculum).
- ROTH, L. (Hrsg.), DAUNDERER, M. & KORMANN, K. (1994): Giftpflanzen – Pflanzengifte: Vorkommen, Wirkung, Therapie; allergische und phototoxische Reaktionen. – 4., überarbeitete u. wesentl. erweiterte Aufl., Landsberg/ Lech (ecomed).
- SCHUSTER, J. (1926): Secreta salernitana. – In: Mittelalterliche Handschriften. Paläographische, kunsthistorische, literarische und bibliotheksgeschichtliche Untersuchungen. Festgabe für Hermann Degering, S. 203-237. – Leipzig (Hiersemann).
- SELIGMANN, S. (1996): Die magischen Heil- und Schutzmittel aus der belebten Natur. Bd. 1: Das Pflanzenreich. Aus dem Nachlass bearb. und hrsg. von J. Zwernemann. – Berlin (Reimer).
- SINGER, Ch. (1927): The herbal in antiquity and its transmission to later ages. – In: The Journal of Hellenic Studies, Vol. 47, Part I, S. 1-52.
- SPRENGEL, K. (Hrsg.) (1822): Theophrast's Naturgeschichte der Gewächse. 1. Bd.: Übersetzung, 2. Bd.: Erläuterungen. Altona (Hammerich). – [Reprografischer Nachdruck der Originalausgabe: Darmstadt 1971 (Wissenschaftl. Buchgesellschaft.)]
- TEUSCHER, E. (1997): Biogene Arzneimittel. – 5. Aufl., Stuttgart (Wiss. Verlags-GmbH).
- THEOPHRASTOS VON ERESOS: s. SPRENGEL (1822).
- THODE, W. (Hrsg.) (1942): Das Lexikon plantarum. Ein Vorläufer der deutschen Kräuterbuch-Inkunabeln (Handschrift 604 der Münchener Universitätsbibliothek), Teil 3. (Teil 1: MAUS, R. (Hrsg.), Diss. math.-nat. Berlin 1941. Teil 2: BAHN, G. (Hrsg.), Diss. math.-nat. Berlin 1940), (Texte und Untersuchungen zur Geschichte der Naturwissenschaften 2-4), Würzburg-Aumühle.
- TsCHIRCH, A. (1910): Handbuch der Pharmakognosie. 1. Bd., 2. Abt. – Leipzig (Tauchnitz).
- WEBERLING, F. & SCHWANTES, H. O. (2000): Pflanzensystematik. Einführung in die Systematische Botanik. Grundzüge des Pflanzensystems. 7. neubearbeitete Auflage, Stuttgart (Ulmer).
- WELLMANN, M. (1906 bis 1914): Pedanii Dioscuridis Anazarbi de materia medica libri quinque, Bd. I-III, Berlin. – [Neudruck Berlin 1958.]
- WOIDT, M. (1942): Das Salerner Buch des Bedarfs an einfachen Drogen. Diss., Berlin.
- ZANDER (ERHARDT, W.; GÖTZ, E.; BÖDEKER, N.; SEYBOLD, S.) (2000): Handwörterbuch der Pflanzennamen. – 16. Aufl. Stuttgart (Ulmer).
- ZOTTER, H. (1980): Antike Medizin. Die medizinische Sammelhandschrift Cod. Vindobonensis 93 in lateinischer und deutscher Sprache. – Graz (Akad. Druck- und Verlagsanstalt).

(Am 21. Dezember 2000 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	4	951 – 966	2001	Freiburg im Breisgau 12. Juli 2001
--	---------	---	-----------	------	---------------------------------------

Dem Freunde Dieter Vogellehner,
einem Meister des akademischen Unterrichts,
zum Abschluss seiner Lehrtätigkeit

Die Entdeckungsgeschichte des Generationswechsels der Tiere

VON
DIETER ZISSLER, Freiburg i. Br.*

„Am 13. Oktober und den folgenden Tagen hatten wir in 39° 27' n.B. fast fünf Tage lang vollkommene Windstille ... Hier beschäftigten mich und Eschscholtz besonders die Salpen, und hier war es, wo wir an diesen durchsichtigen Weichtieren des hohen Meeres die uns wichtig dünkende Entdeckung machten, dass bei denselben eine und dieselbe Art sich in abwechselnden Generationen unter zwei sehr wesentlich verschiedenen Formen darstellt; dass nämlich eine einzeln freischwimmende Salpa anders gestaltete, fast polypenartig an einander gekettete Jungen lebendig gebiert, deren jedes in der zusammen aufgewachsenen Republik wiederum einzeln freischwimmende Tiere zur Welt setzt, in denen die Form der vorvorigen Generation wiederkehrt. Es ist, als gebäre die Raupe den Schmetterling und der Schmetterling hinwiederum die Raupe.“¹

So skizziert Louis Charles Adelaide de Chamisso de Boncourt (1781–1838), im Deutschen als Adelbert oder Adalbert von Chamisso bekannt (Abb. 1), diese 1815, gleich zu Beginn seiner dreijährigen „Reise um die Welt“ (1815–1818) gemachte Entdeckung im später, 1836, herausgebrachten Tagebuch. In der seiner Zeit verbindlichen Gelehrtensprache Latein veröffentlichte er sie 1819 als Monographie im Verlag F. Dümler in Berlin unter dem Titel: „De animalibus quibusdam e classe vermium Linneana ... De Salpa“ (Abb. 2).

Damit hatte der auf die Expedition der russischen Brigg „Rurik“ unter Kapitän Otto von Kotzebue als Naturforscher mitgenommene vierunddreißigjährige Dichter der wundersamen Geschichte des Peter Schlemihl zusammen mit dem zweiundzwanzigjährigen Schiffsarzt Johann Friedrich Eschscholtz eines der – wie man es heute bezeichnen sollte – bedeutendsten Phänomene der organismischen Biologie entdeckt.

Seitdem weiß man vom Generationswechsel, vom Wechsel der Art und Weise der Fortpflanzung von Generation zu Generation, der – wie sich bald zeigen sollte – von den Einzellern bis zu den deuterostomen Metazoa verbreitet ist (SIEWING 1980). Und bald begriff man auch, daß bereits die Entwicklung der Pflanzen einem regelmäßigen Wechsel von geschlechtlicher Generation, dem Gametophyt, und ungeschlechtlicher Generation, dem Sporophyt, unterliegt, was der Leipziger Musikalienhändler und naturwissenschaftliche Autodidakt Wilhelm Hofmeister (1824–1877) in geradezu bestechendem Vergleich der Lebenszyklen der Moose, Farne und Gymnospermen mit den Angiospermen 1851 dokumentierte.

* Anschrift des Verfassers: Dr. D. ZISSLER, Institut für Biologie I (Zoologie) der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Hauptstr. 1, D-79104 Freiburg

¹ CHAMISSO, A. VON: Reise um die Welt mit der Romanzoffischen Entdeckungs-Expedition in den Jahren 1815–18 auf der Brigg Rurik, Kapitän Otto von Kotzebue. Erster Teil Tagebuch. In: CHAMISSO (1982): Werke in zwei Bänden. Zweiter Band, S. 114/115.



Abb. 1: Adelbert von Chamisso. Zeichnung E.T.A. Hoffmann, 1805. Aus: SCHNEBELI-GRAF (1983), S. 230. Mit freundlicher Genehmigung des Verlags Dietrich Reimer, Berlin.

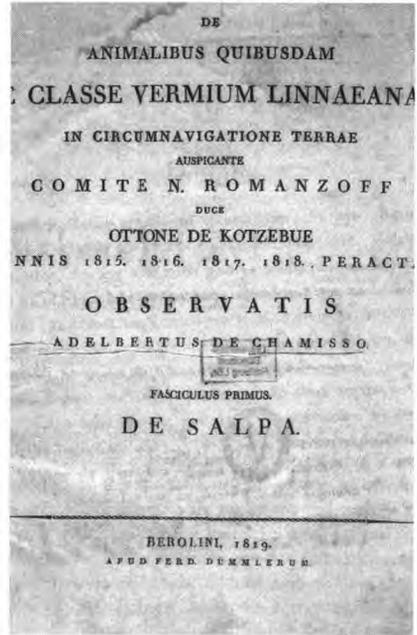


Abb. 2: „De Salpa“ (Über die Gattung *Salpa*). Erste vollständige wissenschaftliche Veröffentlichung des Generationswechsels der Salpen (Thaliacea, Tunicata) von A. VON CHAMISSO im Verlag F. Dümler, Berlin 1819.



Abb. 3: Einbanddeckel der kurzen Darstellung der Fortpflanzung der Tiere (1909) von RICHARD GOLDSCHMIDT (1878–1958).

In einer genau 90 Jahre nach der Beschreibung des Generationswechsels der Salpen, 1909, erschienenen kurzen, doch umfassenden Darstellung der Fortpflanzungsbiologie der Tiere (Abb. 3) heißt es: „Wie mehrmals in der Geschichte der Naturwissenschaft – man denke nur an Goethes Nachweis des Zwischenkiefers beim Menschen – so ist auch hier die Entdeckung jener Gesetzmäßigkeit an den Namen eines Dichters geknüpft. Adalbert von Chamisso wies auf der berühmten Weltumsegelung Kotzebues nach, dass zwischen den sogenannten Kettensalpen und solitären Salpen ein solches Wechselverhältnis besteht. (...) Chamisso zeigte, dass die Einzelsalpen die ungeschlechtlich sich vermehrende Generation darstellen, während die Kettensalpen die geschlechtliche sind“.

Was der geistvolle Richard Goldschmidt (1878–1958) im Sinne hatte, als er dies formulierte, wissen wir nicht. Es liegt aber auf der Hand, anzunehmen, daß er an Phantasie und Synoptik als wesentliche Voraussetzungen für ebenso die Dichtkunst wie die Wissenschaft dachte.

Und Chamisso brachte von Herkunft und erster kindlich-jugendlicher Lebenserfahrung viel mit, was der Phantasie und Fähigkeit, Zusammenhänge zu sehen, zuträglich sein kann, beide anregt, beide schult. Aber wie 50 Jahre nach seinem Tod in einer Sitzung der Berliner Akademie, am 28. Juni 1888, EMIL DU BOIS-REYMOND (1888) bekunden wird, hat er „mit der strengsten Zurückhaltung“ vermieden, „aesthetische Träumereien mit naturwissenschaftlichen Anschauungen zu vermischen“.

Aus lothringischem Uradel stammend, ist er auf Schloß Boncourt in der nördlichen Champagne geboren und aufgewachsen. Das Geburtsdatum ist nicht bekannt, lediglich der Tag der Taufe, der 31. Januar 1782, verbrieft. Die einzige Schwester unter den sechs Geschwistern Chamissos nennt den Buben, der „gern im ausgedehnten Schlossgarten seinen eigenen Gedanken nachging“, „wortkarg“, „einzelgängerisch“². Offensichtlich ist er aber keineswegs einsam, hat sich vielmehr mit Bäumen, Sträuchern, Blumen und Insekten andere Gefährten gesucht, als man es üblicherweise von Jugendlichen dieses Alters gewöhnt ist. Chamisso erinnert sich dessen später, als er dem Freund Louis de la Foye (1780–1847), der, wie er, aus einer französischen Emigrantenfamilie kam und, wie er, Botaniker und preußischer Offizier wurde, schreibt: „Kinder auf dem Land werden gewöhnlich mächtig von der Natur angezogen, Blumen, Insekten, alles was da ist, blühet, sich reget, und die größeren Massen, die geheimnisvollen Berge, die Gewässer, die Erscheinungen der Luft haben einen unsäglichen Reiz für ihre Seele. So war wenigstens ich, und ich weiß noch, wie ich die Insekten erspähte, neue Pflanzen fand, die Gewitternächte anschauend und sinnend an meinem Fenster durchwachte...“³.

1792 – Chamisso ist 10 Jahre alt – verlässt die gräfliche Familie als Folge der französischen Revolution ihre Heimat. Chamisso kommt über mehrere Zwischenstationen, Lüttich, Den Haag, Düsseldorf, Würzburg, Bayreuth nach Berlin, lernt, wie seine älteren Brüder Hippolyte und Charles, die Miniaturmalerei und bekommt einen Platz in der Königlichen Porzellanmanufaktur, wird Page der Königin Friederike Luise (LAHNSTEIN 1984, SCHLEUCHER 1988). Zudem aber wird er, der auf Schloß Boncourt durch Hauslehrer und vor allem die Mutter erzogen worden war, Schüler des Französischen Gymnasiums, dessen Bildungsniveau und

² „Porträt-Skizze des Naturforschers“. In: SCHNEBELI-GRAF (1983), S. 231.

³ LAHNSTEIN (1984), S. 14.

die tolerante Atmosphäre an der Schule hugenottischer Herkunft der Wissbegier und Weltoffenheit des katholisch aufgewachsenen Chamisso sehr entgegenkommen.

Als 17-jähriger tritt er in das Infanterieregiment Götze ein, wird Fähnrich, auch Leutnant und nutzt die freie Zeit zu allseitiger Lektüre. Er nimmt sich der Schriften der französischen Aufklärung an, liest Diderot, Voltaire, Rousseau und findet Zugang zur schöngeistigen Literatur in deutscher Sprache. Der „Messias“, der ihn begeistert, öffnet ihm den Weg zur Poesie des Friedrich Gottlieb Klopstock, er greift zu Goethe und wird von Schiller angezogen.

Letztlich aber sieht er sich zwischen allen Stühlen und bekennt: „Ich bin Franzose in Deutschland und Deutscher in Frankreich, Katholik bei den Protestanten, Protestant bei den Katholiken, Philosoph bei den Gläubigen und Frömmler bei den Freidenkern, Weltmann bei den Gelehrten, Pedant bei Leuten von Welt, Jakobiner bei Aristokraten, und bei den Demokraten ein Adliger, ein Mann des anciens régime etc., etc.. Ich gehöre nirgends hin, ich bin überall ein Fremdling – ich wollte alles umfassen, alles entgleitet mir, ich bin unglücklich.“⁴

Da Napoleon den Emigranten die Rückkehr ermöglicht, lebt die Familie seit 1801 wieder in Frankreich. Chamisso besucht Eltern und Geschwister, bleibt aber nur vorübergehend. Er kehrt nach Berlin zurück und macht weiterhin Dienst als preußischer Offizier. In Karl August Varnhagen von Ense (1785–1858), dem Juristen Julius Eduard Hitzig (1780–1849), dem Orientalisten und Sprachforscher Heinrich Julius Klapproth (1783–1835) und dem Kanzelredner Ludwig Friedrich Franz Theremin (1780–1846), der aus einer hugenottischen Predigerfamilie stammt und 1814 zum preußischen Hof- und Domprediger ernannt wird, findet er Freunde, die sich zu einer Art poetischem Zirkel bei ihm auf der Wache am Brandenburger oder Potsdamer Tor versammeln⁵, mit denen er den Musenalmanach auf die Jahre 1804, 1805, 1806 herausgibt und mit ihnen den literarischen „Nordsternbund“ gründet. 1808 scheidet er im Range eines Premierleutnants aus der Armee aus. Er reist erneut nach Paris, begegnet hier Alexander von Humboldt (1769–1859) und besucht Germaine de Stael (1766–1817) auf Schloß Chaumont an der Loire und folgt ihr nach Coppet an den Genfer See, als sie nach dem Erscheinen ihres Buches „De L'Allemagne“ emigrieren muß. Ein Jahr später ist er wieder in Berlin. Heimat- und Ruhelosigkeit treiben ihn weiterhin um.

Aus solcher Not und den Tiefpunkt der Bedrängnis dabei offensichtlich überwindend, beschäftigt ihn 1813, in jenem Jahre, da Mitte Oktober die Völkerschlacht bei Leipzig für Europa eine politische Wende herbeiführt und just in diesen Tagen, am 17. Oktober, Georg Büchner⁶ geboren wird: „Peter Schlemihls wundersame Geschichte“. Anregung und Denkbild verdankt er Friedrich de la Motte-

⁴ Aus einem schriftlichen Gespräch mit Germaine de Stael. Zitiert in „Porträt-Skizze des Naturforschers“. In: SCHNEBELI-GRAF (1983), S. 238.

⁵ LAHNSTEIN (1984), S. 28.

⁶ Georg Büchner (1813–1837), meist nur als Autor von „Dantons Tod“ bekannt, jedoch als Dramatiker ebenso Dichter wie Naturforscher und durch seine Untersuchungen des Nervensystems der Barben, seine Methode und sein Denken geradezu ein Vorläufer der realistischen Morphologie, stellt dem zweiten Akt seines Lustspiels „Leonce und Lena“ den Vers

„Wie ist mir eine Stimme doch erklungen
Im tiefsten Innern,
Und hat mit einem Male mir verschlungen
All mein Erinnern.“



Abb. 4: Einbanddeckel einer 1907 im Kurt Wolff Verlag, Berlin, erschienenen Ausgabe des „Peter Schlemihl“. Die Vollbilder, Vignetten und die Einbandzeichnung stammen von dem damals 24-jährigen Emil Preetorius, der sich mit ihnen in den Kreis der Buchkünstler und Bibliophilen einführte.

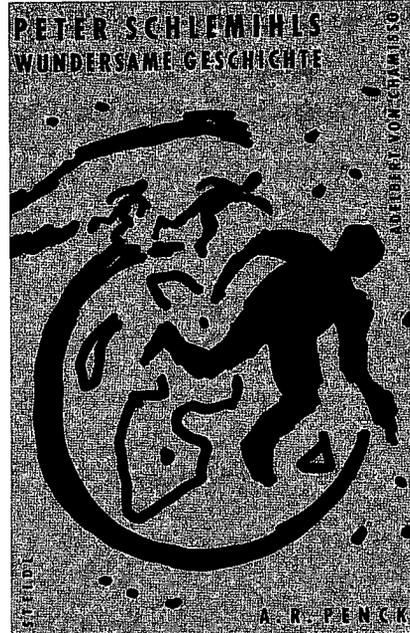


Abb. 5: Einbanddeckel einer 1993 im Steidl Verlag, Göttingen, erschienenen Ausgabe mit Aquatinten und Ätzungen von R. A. Penck (d. i. Ralf Winkler).

Fouqué (1777–1843), der ihn, der „auf einer Reise all sein bewegliches Gut, Mantelsack, Hut, Handschuhe, Schnupftuch verloren hatte, fragte, ob er nicht auch seinen Schatten eingebüßt“ (DU BOIS-REYMOND 1888). Obgleich Chamisso den Schlemihl nur für die Kinder seines Freundes Eduard Hitzig aufgeschrieben hat, entscheidet de la Motte-Fouqué Ende 1814: „Ich lasse die ganze Geschichte drucken“⁷. Die Geschichte ist ein „Bekennnisbuch im Gewand einer Märchen-

aus Chamissos „Die Blinde“ voran, der in unterschiedlichen Fassungen überliefert ist. In Chamissos Werken in zwei Bänden der Bibliothek deutscher Klassiker Band 30, S. 22, Sonderausgabe Harenberg Kommunikation, heißt es:

„Wie hat mir einer Stimme Klang geklungen
Im tiefsten Innern,
Und zaubermächtig alsobald verschlungen
All mein Erinnern.“

⁷ Aus dem Brief von Fouqué an Hitzig, der „Peter Schlemihls wundersame Geschichte“ vorangestellt ist.

erzählung“⁸. Bis zu Beginn des 1. Weltkrieges werden nahezu 80 Auflagen oder Neuerscheinungen und mehr als 100 Übersetzungen gezählt (FEUDEL 1982). Es gibt zudem immer wieder Liebhaber unter den Verlegern, die besonders schöne, bibliophile Ausgaben herausbringen (Abb. 4 u. 5) und, wie WOLFGANG KOEPPEN (1975) anmerkt, „hat kaum eine andere Dichtung so viele Bearbeiter und Nachahmer gefunden“.

Schlemihl steht für einen Menschen, der viel Missgeschick, Misserfolg hat, ein Pech-, ein Unglücksvogel ist. Das Wort kommt aus dem Jiddischen, leitet sich von Schlimasl oder Schlemasl ab, und wurde früher als aus dem deutschen Schlimm und dem hebräischen masal = Glück entstanden gedacht. Nach neueren Anschauungen ist das Wort rein hebräischen Ursprungs, kommt von schelo-masal = was nicht Glück ist (LANDMANN 1970). Das wesentliche Attribut des Schlemihl ist die im Volksmund verbreitete Ansicht, daß man seinen Schatten verlieren und der Teufel ihn an sich nehmen könne, wenn er über den Menschen selbst nicht Gewalt bekomme. Chamisso's Schlemihl verkauft gegen gutes Geld seinen Schatten. Als ihm bewusst wird, daß er nur „ein reicher, aber unendlich elender Mann“ ist, und er merkt, mit wem und auf was er sich eingelassen hat, schleudert er den Glückssäckel mit den Goldstücken in den Abgrund und gesteht sich ein: „Durch frühe Schuld von der menschlichen Gesellschaft ausgeschlossen, ward ich zum Ersatz an die Natur gewiesen“. Für sein letztes Geld legt er sich ein Paar Siebenmeilenstiefel zu, mit denen er die ganze Welt durchstreift und in der Erforschung der Natur Ruhe und Zufriedenheit findet. Gelassen kann er schließlich von sich sagen: „Ich habe, soweit meine Stiefel gereicht, die Erde, ihre Gestaltung, ihre Höhen, ihre Atmosphäre in ihrem Wechsel, die Erscheinungen ihrer magnetischen Kraft, das Leben auf ihr, besonders im Pflanzenreiche, gründlicher kennengelernt, als vor mir irgendein Mensch“.

Dazu Thomas Mann⁹: „Schlemihl stiefelt ohne Schatten, ein «seiner Selbst lebender» Naturforscher, grotesk und stolz über Berg und Tal. Aber Chamisso, nachdem er aus seinen Leiden ein Buch gemacht hat, beeilt sich dem problematischen Puppenstand zu entwachsen, wird sesshaft, Familienvater, Akademiker, wird als Meister verehrt. Nur ewige Bohemiens finden das langweilig. Man kann nicht immer interessant bleiben. Man geht an seiner Interessantheit zugrunde oder man wird ein Meister.“

Doch so geschwind, wie es Thomas Mann sehen mochte, war Chamisso nicht Familienvater geworden, wohl aber Meister; denn wovon Schlemihl am Ende seiner Geschichte schon einiges in die Tat umgesetzt sieht, wenn er sagt: „Meine *Historia stirpium utrisque orbis* steht da als ein großes Fragment der *Flora universalis terrae* und als ein Glied meines *Systema naturae*. Ich glaube darin nicht bloß die Zahl der bekannten Arten mäßig um mehr als ein Drittel vermehrt zu haben, sondern auch etwas für das natürliche System und für die Geographie der Pflanzen getan zu haben...“, denn einem solch anspruchsvollen Programm hatte er, Chamisso, sich selbst wenig zuvor auf den Höhen des Jura ebenso wie am Genfer See und in den Savoyer Alpen unter Anleitung der Botaniker Auguste de Stael (1790–1827)¹⁰, dem

⁸ Nachwort (Anonym) zu „Peter Schlemihl“, 44. Heft des Hamburger Leseheft-Verlags Husum/Nordsee, S. 57.

⁹ THOMAS MANN (1911): Einleitung zu „Peter Schlemihls wundersame Geschichte mitgeteilt von Adelbert von Chamisso“. S. Fischer Verlag, Berlin, S. XLIII.

¹⁰ Chamisso wird später eine Gattung der Rubiaceae, (Krappgewächse) nach ihm *Staelia* benennen.

Sohn der Gräfin, und Nicolas Theodore de Saussure (1767–1845), dem epochemachenden Pflanzenphysiologen an der Akademie in Genf und Sohn des bedeutenden Alpenforschers Horace Benedicte de Saussure (1740–1799), unterzogen und ist schon hier zu einem derer geworden, die man später einmal „Pflanzenjäger“ (Biller 1971) nennen wird. Da er nun von Frühjahr bis Herbst 1813 in Kunersdorf bei Writzen als Hauslehrer die Söhne der Familie Itzenplitz unterrichtet und am „Schlemihl“ schreibt, lernt er die Pflanzen des Oderbruchs kennen und nimmt sich besonders der Gattung *Potamogeton* (Laichkraut) an, die ihn auch ferner derart interessieren wird, daß er ihr bei der Aufzählung der Pflanzen von seiner Weltreise (De plantis in expeditione speculatoria romanzoffia observatis, Linnea II, 157–231, 1827), eine besondere Beachtung zukommen läßt, um sie letztlich systematisch durcharbeiten, entsprechend seiner Bescheidenheit aber von sich weist, eine Monographie geschaffen, lediglich zugibt, eine solche vorbereitet zu haben¹¹.

Seit 17. Oktober 1812 ist Chamisso an der wenig zuvor gegründeten Berliner Universität als Student der Medizin eingeschrieben. An seinen Freund de la Foye, der ihn sehr zum Studium ermuntert hatte, schreibt er: „Ich will alle Naturwissenschaften mehr oder weniger umfassen...“¹², und das setzt er in die Tat um. Er hört Experimentalphysik, Physiologie, Vergleichende Anatomie, Osteologie, Mineralogie und bei Hinrich Martin Lichtenstein (1780–1857) Naturgeschichte. Lichtenstein, o.Professor für Zoologie und Direktor des von ihm mitgeschaffenen Zoologischen Museums in Berlin, der 1840–44, unterstützt von Alexander von Humboldt und Hofgardendirektor Peter Joseph Lenné (1789–1866), auch den Berliner Zoo gründen wird, ist ein universal gebildeter und interessierter Gelehrter, Vorstandsmitglied der Singakademie und Freund von Carl Maria von Weber und Zelter. Er hat Chamisso nach Kunersdorf empfohlen, weil er ebenso dessen Liebe zu den Pflanzen kannte wie vom botanischen Interesse der Frau von Itzenplitz wußte (SENGLAUB 1988) und außerdem dachte, Chamisso könne die Flora Berolinensis des Carl Sigismund Kunth (1788–1850) bearbeiten (SCHLEUCHER 1988). So geschah es und führte zu Chamissos erster botanischer Veröffentlichung (CHAMISSO 1815).

Was Chamisso als Zielsetzung seinem erdachten „Schlemihl“ zuordnet, ist ja sein ureigener, Chamissos, sehnlichster Wunsch: als Naturforscher die Welt zu bereisen. Und da die politischen Ereignisse in Europa, die Befreiungskriege, einem zwischen Frankreich und Preußen hin- und hergerissenen Menschen¹³, der „von Geburt Franzose, von Neigung Botaniker und durch Talent deutscher Lyriker“ (BILLER 1971), Konflikte bereiten, hält er den Zeitpunkt für günstig, gerade jetzt seinem Wunsche nachzugehen.

Lichtenstein setzt sich erneut für Chamisso ein. Der Versuch Chamissos, den Prinzen Maximilian zu Wied-Neuwied nach Brasilien zu begleiten, aber scheitert. Doch mit Hilfe von Freund Hitzig, der seine russischen Kontakte, insonderheit zu

¹¹ „Zur Gattung *Potamogeton* (Laichkraut)“ mit Zeichnungen des Autors. Aus dem Lateinischen übersetzt und besprochen von FRIEDRICH MARKGRAF. In: SCHNEBELI-GRAF (1983), S. 69–81.

¹² LAHNSTEIN (1984), S. 81.

¹³ Anlässlich der Besprechung einer neuen Gesamtausgabe von Chamissos Werken (CHAMISSO 1975) befindet PETER WAPNEWSKI (1975): „Ein zerissener... Sein Leben lang vom französischen Wesen seiner Ahnen und Geburt geprägt, und doch nach Schicksal und Wahl ein Deutscher (...) Mit einem Bein in der Botanik, mit dem anderen in der Poesie, das ist keine bequeme Position. Aber das Standbein bleibt doch immer die Naturwissenschaft...“

dem in Königsberg wirkenden russischen Staatsrat und Theatermann August von Kotzebue, dem Vater des Expeditionsleiters der vom Grafen Romanzoff ausgerüsteten Weltumsegelung, zu nutzen weiß, erhält Chamisso einen Platz als Naturforscher auf der „Rurik“.

Nur wenige Wochen an Bord, gelingt ihm die eingangs geschilderte Entdeckung dieses biologischen Phänomens, von dem die Wissenschaft bislang nichts ahnt, weil sie solches nicht einmal denkend, weder Hypothesen oder gar Theorien entwickelt hat. Zweifellos sind die Witterungs- und Strömungsverhältnisse günstig, daß er aber zu verstehen, zu deuten weiß, was er beobachtet, ist seiner naturwissenschaftlichen, auf dem Wege der Erfahrung geschulten Intuition zuzuschreiben.

Chamisso legt über seine Weltreise einen „Ersten Bericht“ vor, der als offener Brief an den Grafen Romanzoff im Journal des Voyages – Découvertes et Navigations, Januar 1819, veröffentlicht wird (CHAMISSO 1819a). Er berichtet u.a. über die Koralleninseln der Südsee, denkt, daß die Daten über seine gesammelten und beobachteten Pflanzenarten „zur Vertiefung der pflanzengeographischen Kenntnisse nützlich sein werden“ und erwähnt bei der Entdeckung des Generationswechsels der Salpen, dass Cuvier (1769–1832), den er in London getroffen hat, ihn bat, diese, seine Beobachtungen „sofort und ohne Aufschub zu veröffentlichen und mit Zeichnungen zu versehen, da er diesem Phänomen große Bedeutung beimißt“.

Die Veröffentlichung erfolgt noch im gleichen Jahr als o.g. Einzelschrift (CHAMISSO 1819b). Sie liegt in Übersetzungen von FRIEDRICH KLENGEL (1918) und FRIEDRICH MARKGRAF (1983)¹⁴ auch in deutscher Sprache vor. In der Übersetzung von F. MARKGRAF lauten die wesentlichen Beobachtungen wie folgt:

„Die Salpenarten erscheinen unter doppelter Gestalt, indem ein Abkömmling während seines ganzen Lebenslaufs seinem Elter unähnlich ist, aber einen ihnen ähnlichen Nachkommen hervorbringt. Daher ist jede Salpe ihrer Mutter ebenso wie ihren Töchtern unähnlich, gleicht aber ihrer Großmutter, ihren Enkelinnen und ihren Schwestern. Beide sind nach der Art der kopflosen Mollusken zwitterig oder nur weiblich, beide lebendgebärend, aber die eine ist ein Einzeltier und vielgebärend, die andere bildet einen zusammengesetzten Stock aus einzelgebärenden Tieren, die durch die nötige Verbindung vereinigt sind.

Diese abwechselnden Gestalten einer stabilen Art werden Generationen genannt, und zwar Einzelgeneration oder Gruppengeneration.

Viele Tiere aus derselben Klasse legen Ketteneier, und ein dem Elter durchaus ähnliches Tier geht einzeln aus jedem Ei hervor. Aber die Einzelgeneration der Salpen gebiert anstelle von Eiern verkettete Lebewesen, und eine dem ersten Elter ähnliche Einzelsalpe wird erst wie aus einem Ei einzeln aus jeder von ihnen abgegeben. Daher könnte man eigentlich sagen, die Einzelsalpe sei das Tier, und die Kettensalpe stelle nur verkettet lebende Eier dar.

Aber in einer Auffassung, die vielleicht der Sache näher kommt, könnte man annehmen, dass eine Ähnlichkeit mit der Metamorphose der Insekten und der Frösche ableitbar ist. Bewundernswert, wenn sie nicht so gewohnt wäre, bietet uns diese Metamorphose unveränderlicher Arten, unabhängig von dem Lebenslauf jedes einzelnen Individuums, die verschiedensten Gestalten von Larve und Imago, die sich bei demselben Individuum nacheinander entwickeln. Solche Metamorphose einer

¹⁴ „Über die Gattung *Salpa*“ mit kolorierten Zeichnungen des Autors. Aus dem Lateinischen übersetzt von FRIEDRICH MARKGRAF. In: SCHNEBELI-GRAF (1983), S. 47-62. Der Wissenschaftsjournalist Reinhard Wandtner nennt diese aus dem Lateinischen übersetzte Abhandlung anlässlich der Rezension von „SCHNEBELI-GRAF (Hrsg.) (1983) ... und lasse gelten, was ich beobachtet habe“ (WANDTNER 1984) „eines der Schmuckstücke in dem vorliegenden Buch“.

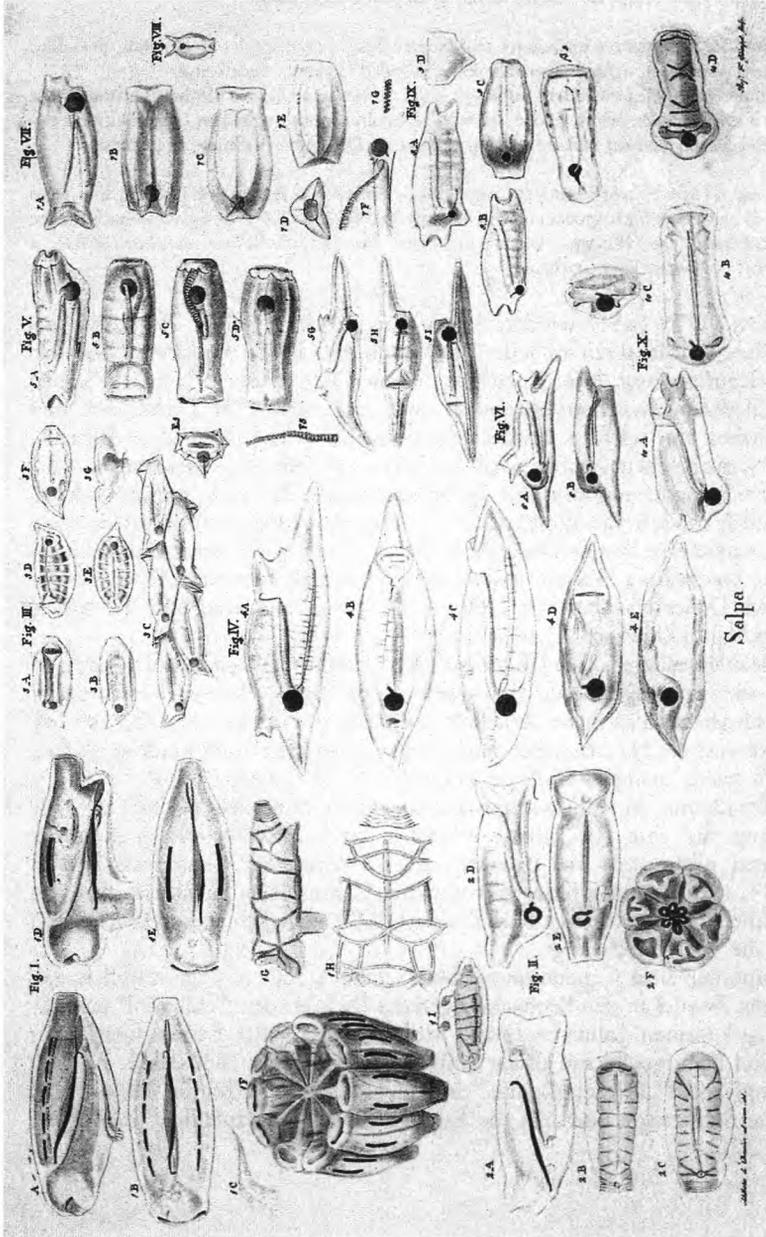


Abb. 6: Chamisso's Originalzeichnungen von 10 Arten der Salpen (stark verkleinert)
(Fig. 1 - Fig. 10. Fig. 1: *Salpa pinnata*, Fig. 2: *S. affinis*, Fig. 3: *S. zornaria*, Fig. 4: *S. aspersa*, Fig. 5: *S. runcinata*, Fig. 6: *S. dubia*, Fig. 7: *S. vaginata*, Fig. 8: *S. bicornis*, Fig. 9: *S. coerulescens*, Fig. 10: *S. ferruginea*) Aus: SCHNEBEL-GRAF (1983), S. 57. Mit freundlicher Genehmigung des Verlags Dietrich Reimer, Berlin.

Art wird bei den Salpen in zwei aufeinanderfolgenden Generationen verwirklicht, indem die Gestalt sich generationsweise ändert (und nicht innerhalb der Generation oder des Individuums). Aber freilich, nach welchem Gesetz die Generationen der Salpen sich voneinander unterscheiden, wie das Tier von dem Ei, die Imago von der Larve, das ist zu wenig augenfällig.

Sehr wesentliche Unterschiede im äußeren und inneren Bau, in der Lage der Eingeweide, im Gefüge der Muskeln usw. zeigen sich zwischen den abwechselnden Gestalten derselben Art.

Bei der Einzel-(oder vielegebärenden) Salpe gibt es am Körper keine Auswüchse oder Anhängsel. Die Öffnungen stehen an den beiden Enden, die vordere zweilippig mit ungleichen Lippen, deren untere groß, eingebogen, von der kürzeren oberen bedeckt ist. Die hintere Öffnung ist gestutzt.

Bei der Ketten-(oder einzelgebärenden) Salpe gibt es Auswüchse, Anhängsel, Dornen, mit deren Hilfe die Tiere in eine feste Anordnung zusammengefügt werden. Diese ist bei den verschiedenen Arten verschieden. Die Öffnungen liegen verschieden, oft oben, die hintere manchmal schräg, je nach der Art und Weise ihrer Einfügung“.

Lorenz Oken (1779-1851) referiert Chamisso's Arbeit in seiner Zeitschrift *Isis* (1819): „Diese Schrift ist ein löblicher Beweis von dem Fleiße des Herrn Chamisso auf der Weltumseglung unter Kotzebue. Auf der Tafel (Abb. 6) sind 10 Salpen nach verschiedenen Ansichten abgebildet und ausgemalt... Dr. Eschscholtz und Chamisso haben eine wichtige Entdeckung gemacht, welche nicht ohne Aufsehen unter den Naturforschern bleiben wird. Sie haben nämlich eine Metamorphose bei diesen Tieren bemerkt und zwar mit der Sonderbarkeit, daß nicht ein Individuum sich verwandelt sondern die Sippe“. Doch dann kommt Kritik auf: „... nicht selten hat uns die nachlässige Beschreibung verdrießlich gemacht. Wir müssen deshalb auf eine weitere Darstellung Verzicht leisten, da wir von den wenigsten Teilen wissen, was sie sind. Daher ersuchen wir Herrn v. Chamisso, uns eine und die andere Handzeichnung in Umrissen ... zu schicken“.

Die Tafelerläuterungen läßt Chamisso Oken zukommen, hinsichtlich der herben Kritik am Text entgegnet er: „Ich werde meine Beschreibungen nicht verteidigen, der Gegenstand ist nicht ohne Schwierigkeit, und ich bin ungeübt, aber ich darf den Vorwurf der Nachlässigkeit zurückweisen: Ich habe nicht flüchtig gearbeitet, sondern was in meinen Händen stand, geleistet“ (CHAMISSO 1820).¹⁵

Diese Erwiderung ist wohl weniger die eines fast schon alten Mannes, dem die Anerkennung für eine vor Jahren erbrachte eindrucksvolle wissenschaftliche Leistung jetzt nicht mehr viel bedeutet. Eher kommt hier Chamisso's „in sich gekehrtes Naturell“, „sein spröder gravitatischer Charm“ zum Ausdruck, den ihm sein neuzeitlicher Dichterkollege Karl Krolow (1970) anlässlich einer Rezension der „Reise um die Welt“ bescheinigt.

Das Phänomen eines Generationswechsels scheint jedoch so ungewöhnlich, daß auch anderen Zweifel an den Beobachtungen des Dichters des „Schlemihl“ und seiner Deutung kommen. Julius Ferdinand Meyen (1804-1840), Extraordinarius für Zoologie und Naturgeschichte an der Universität Berlin, der 1830-1832, auf dem Seehandlungs-Schiff „Prinzess Louise“ die Hochsee befährt, (Meyen 1834-1843) findet keine Solitärsalpe und hält die Salpenkette für eine zufällige Vereinigung (MEYEN 1832).

¹⁵ CHAMISSO (1820), Spalte 273-276.

Der Däne Daniel Frederik Eschricht (1798-1863) bestätigt 1841 zwar Chamisso's Beobachtungen, gibt ihnen aber eine andere Erklärung: „Die Salpen erzeugen in jungem Alter einfache Föten, in fortgeschrittenem Fötusketten“ (ESCHRICHT 1841).

Inzwischen jedoch sind Meerestiere beliebte Studienobjekte und besonders hinsichtlich ihrer Fortpflanzung und Entwicklung. So bringen die Studien von Michael Sars (1805–1869) in Norwegen, Sven Lovén (1804–1895) in Schweden und Carl Theodor Ernst von Siebolds (1804-1885) Danziger Untersuchungen an der Ohrenqualle (*Aurelia aurita*) wichtige Beiträge. SIEBOLD (1839) stellt fest, daß die Embryonen der *Aurelia*-Meduse sich nicht wieder in eine Meduse sondern in einen festsitzenden Polypen verwandeln (Abb. 7). Doch dann erscheint 1842 des Dänen Johann Japetus Smith Steenstrups (1813–1897) fundamentales Werk (Abb. 8) und bestätigt anhand von Untersuchungen an Hohltieren, Salpen und Saugwürmern die volle Richtigkeit der von Chamisso 20 Jahre zuvor beschriebenen Vorgänge.

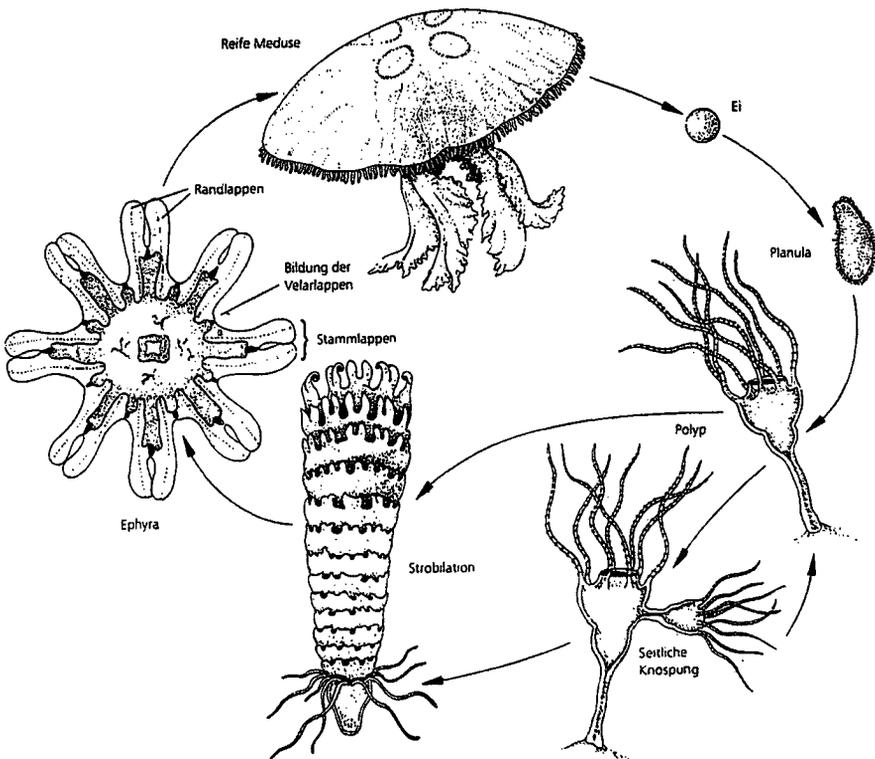


Abb. 7: Neuzeitliche Darstellung des von C.T.E. von Siebold als erstem erkannten Generationswechsels (Metagenese) der Ohrenqualle *Aurelia aurita* (Scyphozoa). Durchmesser der reifen Meduse bis 40 cm, Höhe des Polypen ca. 2 mm. Aus: WESTHEIDE & RIEGER 1996, S. 169. Mit freundlicher Genehmigung von Spektrum, Akademischer Verlag, Heidelberg.

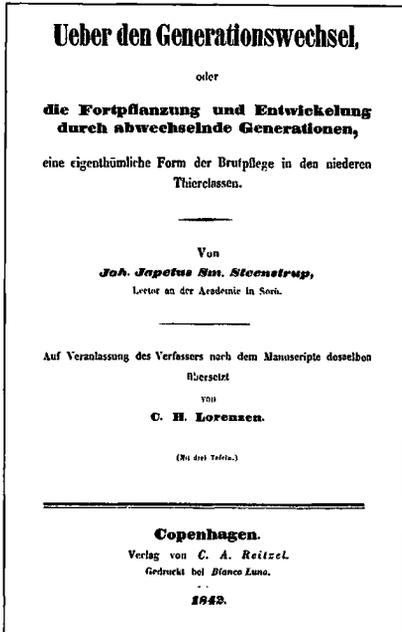


Abb. 8: Titelseite der fundamentalen Untersuchungen des Generationswechsels von JOH. JAP. SMITH STEENSTRUP 1842.

Heute werden die Salpen (Thaliacea, Tunicata), wie folgt, gekennzeichnet: Sie sind pelagische Hochseeformen warmer Meere. Zu Doppelreihen oder Kränzen vereint, bilden diese bis etwa 10 cm großen Strudler und Filtrierer meist riesige Schwärme. Auch wenn sie als echte Holoplankter sich vor allem im Oberflächenwasser aufhalten, sind sie doch zu Vertikalwanderungen fähig. Carl Chun (1852–1914), der Leiter der ersten deutschen Tiefsee-Expedition mit dem Dampfer „Valdivia“ (1898–1899) berichtet (CHUN 1900), daß zwischen Kapstadt und der Insel Bouvet aus einer Tiefe von 1600–1100 m ein Vertikalhol in einem Schließnetz *Salpa fusiformis*, eine typische Oberflächenform, an Deck brachte.

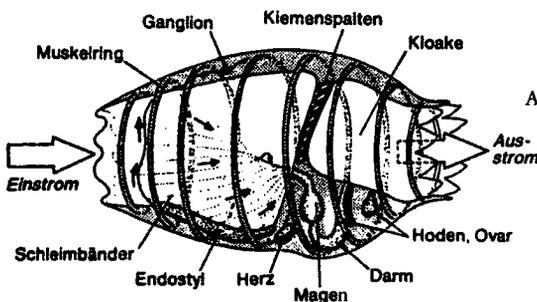


Abb. 9: *Salpa* (Blastozoid, Gonozoid, Geschlechtstier). Ein- und Ausstrom durch große Pfeile gekennzeichnet. Kleine Pfeile beschreiben den Weg der die Nahrungspartikel transportierenden Schleimbänder. Aus Lexikon der Biologie, Band 7, S. 229, Herder, Freiburg/Basel/Wien 1986. Mit freundlicher Genehmigung von Spektrum, Akademischer Verlag, Heidelberg.

Der walzen- oder tonnenförmige Körper der Salpen (Abb. 9) mit Einstrom- (Ingestions-) und Ausstrom-(Egestions-)öffnung an den Polen wird von Muskel-Ringen oder -Bändern wie Fußreifen vollständig oder nur zum Teil umgürtet und ist in einen durchsichtigen Mantel (Tunica) gehüllt, eine von der Epidermis abgeschiedene Cuticula aus 75–90% Wasser, Proteinen und einem zelluloseartigen Kohlenhydrat („Tunicin“) (Abb. 10 A-C).

Den Hauptteil des Innenkörpers der Salpen nimmt ein großer Hohlraum ein, der dem Kiemendarm der Ascidien (Seescheiden) entspricht, dessen Wand aber bei den Salpen weitgehend reduziert ist. Erhalten geblieben ist lediglich das ventral liegende Endostyl und der schräg den Körper durchziehende Kiemenbalken. Das Endostyl scheidet den Schleim ab, der zu Bändern geformt, die mit dem Atemwasser eingestrudelten Nahrungspartikel abfängt und der trichterförmigen Öffnung des Oesophagus zuführt, weshalb der Hohlraum obendrein als Pharynx bezeichnet wird. Das in ihn eingetretene Wasser wird durch die Kiemenspalten des Kiemenbalkens in das Ausstrom-Atrium entlassen, das auch Kloake genannt wird, weil es zudem die Ausmündungen von Ovar und Hoden, sowie den After aufnimmt. Der Wasserstrom, der ebenso der Lokomotion des Tieres dient (Rückstoßprinzip), wird durch die rhythmischen Kontraktionen der Muskelbänder erzeugt. Exkretionsorgane fehlen. Dem Gehirn ist meist ein Ocellus aufgelagert. Einem Flimmerorgan (Abb. 10 A-C) wird vielfach olfaktorische Funktion zugeordnet. Das Herz ist ein kurzer Zylinder, der im Bereich der Darmschlinge liegt. Wie bei den Seescheiden wechselt die Kontraktionsrichtung des Herzens und damit die Richtung des Kreislaufs rhythmisch.

Salpen gelten als die Metazoen mit den schnellsten Wachstumsraten. In einer Stunde kann der Körper um 10% an Länge zunehmen, das Gewicht in 24 Stunden sich verdoppeln.

Die Metagenese besteht aus zwei Generationen. Solitäre Oozoiden („Ammen“, Abb. 10C) als ungeschlechtliche Generation wechseln mit kettenbildenden Blastozoiden als Geschlechtstieren (Abb. 10A u. B) ab. Nur diese kettenbildenden Blastozoiden entwickeln Gonaden. Sie sind protogyne Zwitter. Im Ovar reift nur eine einzige Eizelle, die auch hier besamt und befruchtet wird. Ebenso wie die „Ammen“ selbst wächst der in ihr befindliche Embryo stark heran und füllt schließlich den gesamten Innenraum des Ammenkörpers aus (Abb. 10B). Am Embryo wird sehr früh der sog. Stolo prolifer sichtbar, ein zapfen- bis strangförmiges Organ, von dem durch terminale Knospung und nachfolgende Einschnürung Ketten von Jungtieren (Geschlechtstiere, Blastozoiden, Abb. 10D) geradlinig oder in Windungen (Abb. 10C) abgegeben werden. Der Stolo wächst in Schüben heran, so daß Ketten mit Abschnitten von Knospen annähernd gleichen Alters entstehen (Abb. 10D, I-III). Blastozoidketten von mehreren hundert Tieren sind offensichtlich keine Seltenheit. Es heißt, ihre Kolonien könnten die Wasseroberfläche als gallertigen Brei erscheinen lassen.

Die ungeschlechtliche Vermehrung durch Knospung mit Kettenbildung der Geschlechtstiere wird als Anpassung an die für warme Meere typische Fleckenverteilung („Parchiness“) des Phytoplanktons gedeutet. Direkte Entwicklung (ohne besondere Larve), Generationswechsel und Knospung ermöglichen eine rasche Nutzung des meist nur kurze Zeit zur Verfügung stehenden Nahrungsangebotes im Oberflächenwasser tropischer Meere.

Auch wenn Chamisso vielleicht eine geringe Genugtuung darin zu finden vermag, daß die Philosophische Fakultät der Berliner Universität ihm den Ehrendoktor verleiht, er zudem eine feste Anstellung als Adjunkt am Botanischen Garten erhält, schließlich Kustos für das Herbar wird, im Auftrag des dem Freiherrn von Stein unterstellten preußischen Unterrichtsministeriums eine „Übersicht der nutzbarsten und schädlichsten Gewächse, die wild oder angebaut in Norddeutschland vorkommen. Nebst Ansichten von der Pflanzenkunde und dem Pflanzenreiche“ erstellen kann (SCHNEBELI-GRAF 1984), die volle Bestätigung seiner einzigartigen Entdeckung kommt für ihn vier Jahre zu spät, 1838 ist er gestorben. Die britischen Zoologen E. Forbes und S. Henley scheinen sich beinahe vor ihm zu verneigen, wenn sie 1853 erwähnen: „Da er vor der Zeit arbeitete, wurde er missverstanden“ (zit. n. SENGLAUB 1988).

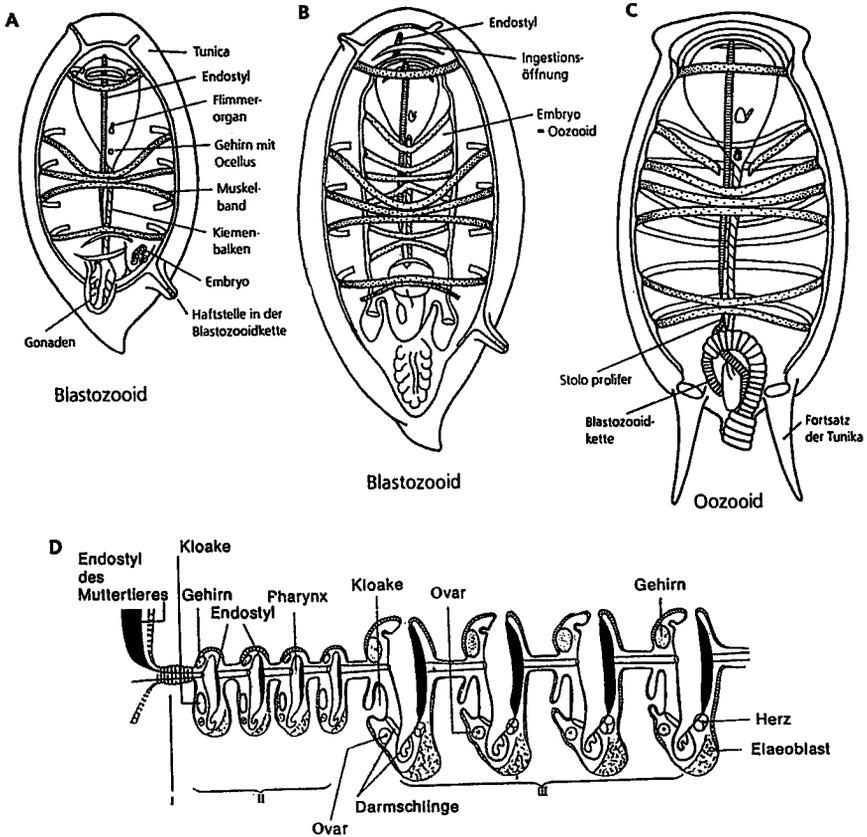


Abb. 10: Die unterschiedlichen Formen (Morphen) des Generationswechsels (Metagenese) der Salpen. Aus dem Ei geht das große, solitäre Oozoid („Ammie“) hervor (C), das ungeschlechtlich, durch Knospung an einem Stolo prolifer, schubweise die miteinander verbunden bleibenden, also kolonialen, kleinen Kettensalpen (Blastozoiden, Gonozoiden, Geschlechtstiere) (A, B) entwickelt. D Gonozoiden – (Blastozoiden) Kette im Längsschnitt mit drei Knospengenerationen (I – III) am Stolo prolifer. In den Kettensalpen ist vorübergehend ein Gewebekomplex, Elaeoblast genannt, ausgebildet. Er entspricht möglicherweise einem Rest der Chorda dorsalis. A – C aus WESTHEIDE & RIEGER (1996), S. 852, D aus REMANE et al. (1976), S. 412. Mit freundlicher Genehmigung von Spektrum, Akademischer Verlag, Heidelberg.

Der von Chamisso entdeckte Generationswechsel ist ein Wechsel zwischen einer geschlechtlich und einer ungeschlechtlich sich fortpflanzenden Generation. Später wird noch ein Wechsel zwischen ausschließlich geschlechtlich sich fortpflanzenden Generationen nachgewiesen, z.B. zwischen bisexueller, zweigeschlechtlicher (Amphigonie), und monosexueller, eingeschlechtlicher Generation (Parthenogenese).

Heute bezeichnen wir den von Chamisso entdeckten Generationswechsel mit E. HAECKEL (1866, Bd. 2, S. 88) als Metagenese und sehen in der Kombination der beiden Fortpflanzungsweisen eine wirkungsvolle Form, indem die geschlechtliche Phase für genetische Vielfalt sorgt, und die asexuelle Periode den best-angepassten Phänotypen die Möglichkeit schafft, sich in genetisch unveränderter Form und rasch zu vermehren und auszubreiten. Den Generationswechsel zwischen amphigonen und parthenogenetischer Fortpflanzung nennen wir mit R. Hertwig (1893, S. 112) Heterogonie. Die Bedeutung, daß die ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Parthenogenese ersetzt ist, liegt wohl darin, daß durch die meiotischen Vorgänge bei der Entstehung der Eizelle genetische Vielfalt möglich ist und gleichzeitig günstige ökologische Bedingungen durch beschleunigte Fortpflanzung ohne Partnersuche und ohne Männchen als Nahrungskonkurrenten genutzt werden können.

Steenstrups Untersuchungen an den parasitischen Saugwürmern werden vor allem von Carl Theodor Ernst von Siebold (1804–1885) und Rudolf Leuckart (1822–1898) und in deren Folge von vielen anderen fortgesetzt und führen, da der Generationswechsel bei Parasiten meist mit einem Wirtswechsel verbunden ist, zu einer nahezu unüberschaubaren Vielfalt, die nicht wenige Überraschungen bereithält (GEUS 1972).

So liegt es auf der Hand, daß um die Aufklärung der großen Zusammenhänge der Stammesgeschichte bemühte Denker, die die theoretische Biologie des 19. Jahrhunderts prägten und die des 20. Jahrhunderts vorbereiteten, wie August Weismann (1834–1914) und Ernst Haeckel (1834–1919), dem Generationswechsel eine besondere Bedeutung in ihren, wenn auch sehr unterschiedlichen Gedankengebäuden, zukommen lassen; WEISMANN in „Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung“ (1893) und HAECKEL in „Generelle Morphologie der Organismen“ (1866).

Dies aber ist nicht mehr Entdeckungsgeschichte. Es ist vielmehr Folgererscheinung dessen, was Chamisso als erster richtig zu sehen wußte.

Damit, lieber Herr Vogellehner, habe ich die Entdeckungsgeschichte des Generationswechsels der Tiere zu Ende erzählt. Ich habe sie, wenn auch eingeschränkt, so doch vollständig dargestellt. Denn vor wenigen Jahren, als Sie die Vorlesung zur Systematik der Pflanzen übernahmen, und wir, in vielen Gesprächen, zumeist beim Mittagstisch, das umfangreiche Material des Generationswechsels bei Pflanzen und Tieren sichteten, um die Erkenntnis nachzuvollziehen, daß die Ausbildung eines Generationswechsels die phylogenetische Entstehung der Kormophyten ermöglichte (v. WETTSTEIN 1914), mußte diese spannende Geschichte zurückstehen, wurde immer nur angedeutet. Da Sie, Herr Vogellehner, die Erarbeitung dieser Vorlesung sehr ähnlich bis fast gleich vorgenommen haben, wie Sie vor mehr als 30 Jahren den Botanischen Garten in Freiburg gestalteten, möchte ich zum Schluß Ihrem schwäbischen Landsmann, Hermann Hesse, das Wort geben: „Es ist etwas von Schöpferlust und Schöpferübermut beim Gartenbau. Man kann ein Stückchen Erde nach seinem Kopf und Willen gestalten.“

Literatur

- BILLER, J.H. (1971) : Exkurs. Über den deutschen Pflanzenjäger. – In: WHITTLE, T.: Pflanzenjäger. Die abenteuerliche Suche nach dem Grünen Gold, S. 325–846. Prestel, München.
- CHAMISSO, A. DE (1815): Adnotationes quaedam ad Floram Berolinensem C.S. Kunthii. – Berlin.
- CHAMISSO, A. DE (1819a): Voyage de Kotzebue – Lettre écrite á M. le comte de Romansoff, par M. de Chamisso, naturaliste français, qui a fait le voyage autour du monde sur le bric le Rurick. – J. d. Voyages – Découvertes et Navigations 1/3, Paris.
- CHAMISSO, A. DE (1819b): De animalibus quibusdam e classe vermium Linnaeana: De Salpa. – F. Dümmler, Berlin.
- CHAMISSO, A. de (1820): De Salpa. – Isis, Sp. 273 – 276, Litt. Anz. z. J. 1820.

- CHAMISSO, A. DE (1975): Sämtliche Werke in zwei Bänden. Nach dem Text der Ausgaben letzter Hand und den Handschriften. Textredaktion JOST PERFAHL. Anmerkungen, Glossar, Register, Zeitafel und Nachwort von VOLKER HOFFMAN. – Winkler, München.
- CHAMISSO, A. VON (1982): Werke in zwei Bänden. – Die Bibliothek deutscher Klassiker, Carl Hanser, München/Wien, Sonderausgabe Harenberg Kommunikation 1982.
- CHUN, C. (1900): Aus den Tiefen des Weltmeeres, Schilderungen von der Deutschen Tiefsee-Expedition. – Gustav Fischer, Jena.
- DU BOIS-REYMOND, E. (1888): Adelbert von Chamisso als Naturforscher. – Sitzg.-Ber. Akad. Wiss. Berlin, 28. Juni 1888, 329–349.
- ESCHRICHT, D.F. (1841): Anatomisk-physiologische Undersogelser over Salperne. – Schrif. D. Königl. Dän. Ges. d. Wiss., math.-naturwiss. Abhandlg., 297–392.
- FEUDEL, W. (1982): Nachwort. Adelbert von Chamisso. Werke in zwei Bänden. Erster Band. – Die Bibliothek deutscher Klassiker Band 30, 781–809, Carl Hanser, München/Wien, Sonderausgabe, Harenberg Kommunikation.
- GEUS, A. (1972): Der Generationswechsel. Die Geschichte eines biologischen Problems. – Med. histor. J.7, 159–173.
- HAECKEL, E. (1866): Generelle Morphologie der Organismen. – 2 Bände, Georg Reimer, Berlin.
- HERTWIG, R. (1893): Lehrbuch der Zoologie. – 2. Aufl., Gustav Fischer, Jena.
- HOFMEISTER, W. (1851): Vergleichende Untersuchungen der Keimung, Entfaltung und Furchenbildung höherer Kryptogamen (Moose, Farne, Equisetaceen, Rhizocarpeen und Lycopodiaceen) und der Samenbildung der Coniferen. – Engelmann, Leipzig.
- KLENGEL, F. (1918): Die Entdeckung des Generationswechsels in der Tierwelt. – Voigtländers Quellenbücher, Band 45, R. Voigtländer, Leipzig.
- KOEPPEN, W. (1975): Peter Schlemihl, Weltumsegler. Das fremde Leben des Adelbert von Chamisso. – Frankfurter Allgemeine Zeitung, 14.6.1975.
- KROLOW, K. (1970): Chamisso auf Weltreise. Aufzeichnungen von einer Expedition. – Frankfurter Allgemeine Zeitung, Büchertagebuch, 13.3.1970.
- LAHNSTEIN, P. (1984): Adelbert von Chamisso. Der Preuße aus Frankreich. – Paul List, München.
- LANDMANN, S. (1970): Jiddisch. Das Abenteuer einer Sprache. – 2. Aufl., Walter, Olten/Freiburg i. Br.
- MEYEN, F.J.F. (1832): Beiträge zur Zoologie, gesammelt auf einer Reise um die Erde. Erste Abhandlung: Über die Salpe. – Verh. Kais. Leop. Carolin. Akad. D. Naturf. 16, 362–422.
- MEYEN, F.J.F. (1834–1843): Reise um die Erde, ausgeführt auf dem Seehandlungs-Schiff Prinzess Louise, commandiert vom Capitain W. Wendt, in den Jahren 1830, 1831 und 1832 (4 Teile). – Berlin.
- OKEN, L. (1819): A.d.Chamisso, de animalibus quibusdam e classe vermium Linnaeana etc. De Salpa. – c. tab.1. – Isis, Sp. 652–653. (Referat)
- REMANE, A., STORCH, V., WELSCH, U. (1976): Systematische Zoologie. Stämme des Tierreichs. – Gustav Fischer, Stuttgart.
- SCHLEUCHER, K. (1988): Adelbert von Chamisso. – Wolfgang Stapp, Berlin.
- SCHNEBELI-GRAF, R. (Hrsg.) (1983): Adelbert von Chamisso ... und lassen gelten, was ich beobachtet habe. – Naturwissenschaftliche Schriften mit Zeichnungen des Autors. – Dietrich Reimer, Berlin.
- SCHNEBELI-GRAF, R. (1984): Chamisso – ein vernachlässigter Naturforscher. – Frankfurter Allgemeine Zeitung, 9.5.1984.
- SENGLAUB, K. (1988): Kunersdorf und die russische „Brigg“. Zwei Stationen im Leben des Naturforschers Adelbert von Chamisso. – wissenschaft und forschung 38, 199–201.
- SIEBOLD, C.T. von (1839): Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere. Ueber Medusa, Cyclops, Loligo, Gregarina und Xenos. – F.S. Gerhard, Danzig.
- STEWING, R. (Hrsg.) (1980): Lehrbuch der Zoologie, Bd. 1 Allgemeine Zoologie. – 3. Aufl., Gustav Fischer, Stuttgart/New York.
- WANDTNER, R. (1984): Über Salpen und Sphagnen. Naturwissenschaftliche Schriften von Adelbert von Chamisso. – Frankfurter Allgemeine Zeitung, 12.4.1984.
- WAPNEWSKI, P. (1975): Naturforscher, Soldat – und Poet dazu. Zur neuen Ausgabe der Werke von Adelbert von Chamisso. – Süddeutsche Zeitg., 8.10.1975.
- WEISMANN, A. (1892): Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung. – Gustav Fischer, Jena.
- WESTHEIDE, W., RIEGER, R. (Hrsg.) (1996): Spezielle Zoologie. Erster Teil: Einzeller und Wirbellose Tiere. – Gustav Fischer, Stuttgart/Jena/New York.
- WETTSTEIN, R. VON (1914): Phylogenie der Pflanzen. – In P. HINNEBERG (Hrsg.): Die Kultur der Gegenwart. Dritter Teil Mathematik, Naturwissenschaften, Medizin, Abstammungslehre, Systematik, Paläontologie, Biogeographie, S. 445–450. – B.G. Teubner, Leipzig/Berlin.

(Am 21. März 2001 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	4	1967 – 1980	2001	Freiburg im Breisgau 12. Juli 2001
--	---------	---	-------------	------	---------------------------------------

Bücher- und Zeitschriftenschau

Lagerstättenkundliches Wörterbuch der deutschen Sprache. Mit Übersetzungen der Hauptstichwörter in Englisch, Französisch, Italienisch, Russisch und Spanisch / Bearb. von einer Arbeitsgruppe der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und des Lagerstättenausschusses der GDMB Gesellschaft für Bergbau, Metallurgie, Rohstoff- und Umwelttechnik unter Leitung von H.W.WALTHER & K.V.GEHLEN u. Mitarb. v. J.G.HADITSCH & H. MAUS. Hrsg. v. d. GDMB. – 688 S., 63 Abb.; GDMB, Clausthal-Zellerfeld 1999, DM 123,50 (für GDMB-Mitglieder DM 98,80)

„Während in früheren Zeiten Prospektoren bei der Lagerstättenuche auf Weiserpflanzen achteten, werden heute bei der geochemischen Prospektion Pfadfinderelemente benutzt, die im Nebengestein einer Lagerstätte einen Dispersionshof erzeugen und so als Lagerstättenindikatoren Hinweise auf eine Anomalie und den Erztyp geben“ oder „Ob eine Lagerstätte, sei es nun ein Gangnetz, ein Erzstock, ein Kieserzlager, eine Porphyry-Lagerstätte oder ein Salar bauwürdig ist, hängt vom Inhalt, vom Erzgehalt, der Art der Vererzung und anderen Faktoren ab, die in der Break-even-Analyse zu einer Lagerstättenbewertung führen“.

Diese zwei Sätze könnten durchaus in einem Lehrbuch der Lagerstättenkunde stehen, und ein fachlich interessierter Leser hätte wohl kaum ein Problem mit dem Verständnis der verwendeten Begriffe, doch bei genauerem Nachfragen würden dann wohl doch auch bei einem 'Profi' hier und da Erklärungsschwierigkeiten auftauchen. Diesem Notstand verschafft das nunmehr nach über 30 Jahren Bearbeitungszeit vorliegende „Lagerstättenkundliche Wörterbuch“ Abhilfe. Auf 553 Seiten sind insgesamt 556 Haupt- und 863 Nebenstichwörter aus dem Bereich der Lagerstättenkunde und der angrenzenden Wissenschaften behandelt, wobei sowohl historische und veraltete Begriffe wie z.B. Abendgang, Fahle, pyrohydatogen und Vitriolerz ebenso berücksichtigt werden wie neue Begriffe aus der jüngeren Vergangenheit, z.B. Anthropogeologie, Belousow-Zhabotinsky-Reaktion und Synergetik.

Das Schema der Präsentation ist recht aufwendig und für alle Stichwörter gleich: Auf das deutsche Stichwort folgen die Übersetzungen in die fünf offiziellen Sprachen des Internationalen Geologen-Kongresses, was besonders für die Bearbeitung fremdsprachiger Texte und für nicht deutsch-sprachige Leser von großem Vorteil ist. Daran schließen sich Angaben zur Etymologie, zur Erstdefinition und zum heutigen Gebrauch an. Der Abschnitt Bemerkungen enthält nähere Erläuterungen, Beispiele und u.U. Angaben zum Bedeutungswandel. Unter den Stichwothinweisen finden sich Begriffe, die weitere Informationen zum behandelten Stichwort beitragen, den Abschluß bilden Kurzzitate der angeführten Literatur. 63 informative Abbildungen erläutern komplexe Zusammenhänge, wobei sowohl berühmte Typlagerstätten wie auch Diagramme und Tabellen von historischer Bedeutung ausgewählt wurden. Das Literaturverzeichnis enthält mit über 1500 Zitaten die wichtigsten Arbeiten der letzten 200 Jahre auf dem Gebiet der Lagerstättenkunde, wobei der Schwerpunkt auf den letzten 50 Jahren liegt. Der Registerteil enthält alle deutschen Haupt- und Nebenstichwörter sowie fremdsprachige Hauptstichwörter.

Auch wenn die Lagerstättenkunde heute in Studium und Praxis nicht mehr den Stellenwert besitzt, den sie noch vor 50 Jahren hatte, ist das vorliegende Lexikon nicht weniger aktuell, enthält es doch nicht nur Begriffe und Erläuterungen, die für die Lektüre historischer Literatur wichtig sind, sondern ebenso Stichwörter, die bei der zunehmenden Internationalisierung der lagerstättenkundlichen Schriften zum Verständnis des Inhalts auch fremdsprachiger Veröffentlichungen immer wichtiger werden.

Das Lexikon kann ohne Einschränkung allen Lagerstättenkundlern und solchen, die es werden wollen, empfohlen werden, es ist aber auch in der Hand von interessierten Laien nicht fehl am Platz, insbesondere bei der Lektüre des älteren lagerstättenkundlichen Schrifttums.

H. MAUS

EMEIS, S.: *Meteorologie in Stichworten*. – Hirts Stichwortbücher; Schweizerbarth u. Gebr. Bornträger, 200 S., 8 Farbab., 14 Tab., Stuttgart 2000, DM 38.–

Hirts Stichwortbücher sind bekannt sowohl für ihre fachlich qualifizierte als auch für ihre konzentrierte Form der Darstellung. Neu in das bewährte Verlagsprogramm geistes- und naturwissenschaftlicher Themen wurde nun die „Meteorologie in Stichworten“ aufgenommen, verfasst von einem Experten, der seit über 15 Jahren in der angewandten meteorologischen Forschung tätig ist.

Das 200 Seiten starke Kompendium ist in 11 Kapitel untergliedert. Diese beginnen mit dem Aufbau der Erdatmosphäre und reichen über die meteorologischen Elemente (Temperatur, Luftdruck, Feuchte etc.), Energiehaushalt, Klima, Messmethoden, bis zur Beeinflussung der Atmosphäre durch den Menschen (hochaktuell: Smog, Ozonloch, Treibhauseffekt) und Verbindungen zu Nachbardisziplinen (Physik, Chemie, Biologie). Die Information ist leicht abzurufen dank eines ausführlichen Registers und Hervorhebung der Stichworte im Text durch Fettdruck. Für das bessere Verstehen der Zusammenhänge sind physikalische und chemische Grundkenntnisse durchaus von Nutzen. Für denjenigen, der sich weiter informieren möchte, gibt es ein Literaturverzeichnis sowie (zeitgemäß) auch eine Internetadresse.

H. KÖRNER

STEGMUND, A.: *Das Klima der Baar. Regionalklimatische Studien einer Hochmulde zwischen Schwarzwald und Schwäbischer Alb*. – Mannheimer Geographische Arbeiten, Heft 51, 294 S., 140 Abb., 21 Tab., Mannheim 1999, DM 54.–

Der Autor legt in seiner Dissertation eine regionalklimatologische Studie vor, die sich sowohl auf klimatologische Messungen, als auch auf statistische, regionbezogene Modellierung stützt. ALEXANDER STEGMUND begreift dies als quantitative „geosystematische Analyse“ im Rahmen des Aufbaus eines Geographischen Informationssystems als Element des Umwelt- und Klimaforschungsprojektes Baar.

Die Arbeit selbst gliedert sich in neun Abschnitte, inklusive Einleitung und Fazit mit Ausblick. Zunächst wird der Naturraum der Baar eingegrenzt und beschrieben sowie die bisherige regionalklimatische Erforschung dargestellt. Der zweite Abschnitt beschreibt das zur Verfügung stehende Datenmaterial, seine Gewinnung und Aufbereitung. Daran schließt sich die Einschätzung des Klimas im Untersuchungszeitraum im Vergleich zu den langjährigen klimatologischen Mittelwerten, gefolgt von der Diskussion der zeitlichen Variation der untersuchten Klimaelemente während des Untersuchungszeitraumes. Im sechsten Abschnitt wird den Ursachen und der Ausprägung von thermischer und hygrischer Kontinentalität nachgegangen, wobei der folgende, eigenständige Abschnitt der klimatologischen Entwicklung der sich in Lufttemperatur und Niederschlägen widerspiegelnden Meerferne dieses Festlandsgebietes seit Beginn kontinuierlicher Aufzeichnungen gewidmet ist. Abschnitt acht präsentiert die Darstellung räumlicher Verteilungen von Klimaelementen während des Untersuchungszeitraumes. Hierbei wird zunächst die Verwendung von Satellitendaten zum Entwurf von Karten der äquivalenten Schwarzkörpertemperatur der Baaroberfläche beschrieben, von denen Eine im Anhang farbig dargestellt ist. Weiterhin wird auf den Aufbau regionaler Klimamodelle eingegangen, deren Anwendung zur flächenhaften Darstellung und Analyse von Lufttemperaturen, relativer Feuchte und Niederschlägen führt.

Zunächst einmal bestätigt die Arbeit bisherige Erkenntnisse über die klimatische Besonderheit der Hochmulde Baar zwischen Ostabdachung des Schwarzwaldes mit seiner Regenschattenwirkung im Westen und dem Anstieg des Albraufes im Osten. Bei der Darstellung der Klimaentwicklung werden bereits getroffene Aussagen nachvollzogen und untermauert, wenn auch mit statistischen Unsicherheiten: Die Winterniederschläge auf der Baar nehmen zu, bei gleichzeitigem mittleren, winterlichen Temperaturanstieg.

Die Studie beschränkt sich in ihrer Bearbeitung auf die konservativen Klimaelemente Lufttemperatur, Luftfeuchte und Niederschlag, deren Analyse in die Modellierung und ihre flächenhafte Ergebnisdarstellung mündet sowie auf Sonnenscheindauer, Nebel, Luftdruck und Wind an ausgewählten Stationen. Den physikalischen Grundlagen des Klimas wird keine Beachtung geschenkt.

Im Anschluss an das umfassend ausgestattete Literaturverzeichnis findet der Leser zwanzig farbige Karten, die die Modellergebnisse grafisch darstellen. Für den Anwender und als Eingang für einen KlimaAtlas wären grossmassstäbigere Darstellungen, die mehr Details über den Naturraum Baar verraten würden, anzustreben.

L. JAEGER

SCHÖN, G.: **Bakterien. Die Welt der kleinsten Lebewesen.** – Taschenbuch, 128 S., 18 Abb., 7 Tab., 7 Farbtafeln; Verlag C.H.Beck, München 1999, DM 14,80

Prof. GEORG SCHÖN, Mikrobiologe an der Universität Freiburg, hat hier ein handliches, übersichtliches und auch für den Nichtfachmann verständliches Taschenbuch geschrieben, das uns die Bakterien von ihrer biologischen Seite, d.h. „unvoreingenommen“, als die kleinsten uns bekannten Lebewesen näherbringt, denn nur ein geringer Teil unter ihnen belästigt uns als sog. Krankheitserreger. Viele Bakterien sind wirkliche Lebenskünstler in extremen Umweltbedingungen, manche gehen sogar gutartige, z.T. essentielle Wechselwirkungen mit anderen Organismen ein, und nicht wenige unter ihnen dienen seit Urzeiten dem Menschen zur Herstellung wichtiger und alltäglicher Nahrungsmittel und sind heute wesentliche Grundlage eines angewandten Wissenschaftszweiges: der Biotechnologie.

H. KÖRNER

KRIEGLSTEINER, G.J. (Hrsg.): **Die Großpilze Baden-Württembergs.**

Band 1: Allgemeiner Teil. Ständerpilze; Gallert-, Rinden-, Stachel- und Porenpilze. – 629 S., 213 Farbfotos, 3 Farbkarten, 422 Verbreitungskarten, 58 Mikrozeichn.; Verlag E. Ulmer, Stuttgart 2000, DM 98,-

Band 2: Ständerpilze: Leisten-, Keulen-, Korallen- und Stoppelpilze; Bauchpilze, Röhrlings- und Täublingsartige. – 620 S., 325 Farbfotos, 354 Verbreitungskarten, 33 Mikrozeichn.; Verlag E. Ulmer, Stuttgart 2000, DM 98,-

Nun liegen in der Reihe der im Rahmen des Artenschutzprogramms Baden-Württemberg herausgegebenen Werke auch die beiden ersten Bände „Die Großpilze Baden-Württembergs“ vor. In der Konzeption ist das Werk angelegt wie die bereits vor Jahren erschienenen „Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs“ oder „Die Flechten Baden-Württembergs“. Das Gesamtwerk wurde von GERMAN J. KRIEGLSTEINER herausgegeben, der auch Autor des 1. Bandes unter Mitarbeit von ARMIN KAISER ist. Als Autoren des Bandes zeichnen ANDREAS GMINDER, G.J. KRIEGLSTEINER und WULFARD WINTERHOFF unter Mitarbeit von ARMIN KAISER. Darüber hinaus haben zahlreiche Kartierer zur Entstehung des Werkes beigetragen ebenso wie eine Reihe Fotografen.

Der 1. Band umfaßt einen allgemeinen Teil mit der Beschreibung des Vorhabens, den aufgenommenen Arten, auch eine Einleitung zu den naturräumlichen Gegebenheiten, soweit diese für die Pilze relevant sind. Zudem werden Angaben zur Morphologie, Taxonomie und Ökologie gemacht. Abgeschlossen wird der erste Teil mit Hinweisen zur Methodik, die zu diesem Werk führte.

Im „Speziellen Teil“ werden dann die einzelnen Arten beschrieben, wobei der erste Band die Heterobasidiomycetidae (darunter als bekannte Gruppe die Gallertpilze) sowie einige Sippen der Homobasidiomycetidae (darunter Schichtpilze und Porlinge) behandelt. Der zweite Band umfaßt zunächst weitere „Nichtblätterpilze“ wie die Pfifferlingsverwandten, die Keulen-, Korallen und Stoppelpilze. Einen wesentlichen Umfang von Band 2 nimmt dann die Behandlung der Bauchpilze, der Röhrlinge (Boletales) und (als Vertreter der „Blätterpilze“) der Milchlinge und Täublinge (Russulales) ein.

Soweit die erste Inhaltsangabe wie sie für die oben erwähnten Bände in der Baden-Württembergischen Artenschutzreihe auch gelten kann. Trotzdem gibt es Unterschiede zu diesen, die hervorzuheben sind. So existiert bisher keine Gebietsmonographie für Großpilze, in der so umfassende Angaben zu Morphologie, Taxonomie, Ökologie und Verbreitung, Erstnachweisen, Bestand und Bedrohung zu einzelnen Arten gemacht werden. Und dabei handelt es sich nicht nur um eine Zusammenfassung bereits bekannter Fakten sondern die Beschreibungen etwa zur Ökologie vieler Arten sind „Originalliteratur“ im besten Sinne.

Wegen der ganz unterschiedlichen Lebensweise der Pilze fällt diese Beschreibung denn auch teilweise „mehrschichtig“ aus. So werden etwa bei Mykorrhiza-Pilzen (Röhrlinge, Milchlinge, Täublinge) nicht nur jeweils die (bevorzugten) Partner angegeben, sondern auch die Pflanzengesellschaften charakterisiert, in denen die Arten ihren Verbreitungsschwerpunkt haben. Zudem werden in „Standorts-Kurzbeschreibungen“, wie sie E. OBERDORFER in seiner Exkursionsflora für die höheren Pflanzen eingeführt hat, Angaben zu Bodeneigenschaften, Wasserhaushalt etc. gemacht. Damit wird erstmals in dieser Form auch dokumentiert, daß Pilze teilweise sehr spezifische Zeigerorganismen sind. Eingeleitet werden die jeweiligen Taxa mit ausführlichen Bestimmungsschlüsseln.

Was Nichtfachleute überraschen mag: Selbst die lignicolen (holzbewohnenden) Arten bevorzugen nicht nur bestimmte Holzarten, an die sie mehr oder weniger streng gebunden sind, sondern besiedeln „ihre Unterlagen“ teilweise in ganz bestimmten Pflanzengesellschaften, also unter jeweils speziellen Umweltbedingungen.

Die beiden ersten des auf vier Bände angelegten Gesamtwerkes belegen die immense Kleinarbeit, die hinter diesem Unternehmen steckt. Sie sind eine Fundgrube für alle Pilzkenner, nicht nur in Baden-Württemberg sondern weit darüber hinaus. Man darf davon ausgehen, daß dieses Werk den Anstoß dazu geben wird, weitere Daten zu sammeln und damit die Kenntnisse über diese Organismengruppe zu vertiefen. Im übrigen dienen die Fotografien nicht nur dazu, die jeweiligen Arten besser identifizieren zu können, sie sind ganz überwiegend von so hoher Qualität, daß sie dem Werk auch eine ästhetische Note geben. Durch die Unterstützung der „Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg“ ist dieses Werk sehr preiswert geworden. Es gehört in die Bibliothek eines jeden Pilzliebhabers.

A. WINSKI

JACOMET, S. & KREUZ, A.: Archäobotanik. Aufgaben, Methoden und Ergebnisse vegetations- und agrargeschichtlicher Forschung. Mit Beiträgen von M. RÖSCH. – 368 S., 178 Schwarzweißabb., 39 Farbfotos auf Tafeln; Verlag E. Ulmer, Stuttgart 1999, DM 118,–

„In den letzten Jahrtausenden wurde das Landschaftsbild nicht allein durch natürliche Bedingungen, sondern in zunehmendem Maße durch den Menschen geprägt ... Unabhängig von jeglicher geographischen Lage oder Zeitstellung sind Pflanzen für den Menschen stets von wesentlicher Bedeutung gewesen. Sie waren Nahrungsmittel für Mensch und Tier, Rohstofflieferanten für unterschiedliche Lebensbereiche und spielten eine Rolle bei religiösen Riten und in der Heilkunde.“ Diese Sätze aus dem Vorwort motivieren einen der wichtigen naturwissenschaftlichen Teilbereiche der Archäologie, die Archäobotanik, die in den letzten Jahrzehnten zunehmend für das Verständnis der Menschheitsgeschichte der letzten Jahrtausende Bedeutung erlangte.

Nach einem kurzen historischen Abriss zu „Ursprung und Geschichte der Archäobotanik“ werden in sehr übersichtlichen und mit aufschlußreichen Abbildungen versehenen Kapiteln das Pflanzenmaterial vorgestellt, insbesondere die für die Fragestellungen wichtigen Samen und Früchte, Pollen und Sporen, Holzbestandteile u.a., sowie die Möglichkeiten ihrer Erhaltung, die ja dann die jeweils zu verwendenden Methoden des Aufschließens und Determinierens bestimmen. Sehr anschaulich sind auch die Typen pflanzenrestführender Ablagerungen und deren Entstehung geschildert. Feldmethoden und Labormethoden der botanischen Großrestanalyse sowie der Pollenanalyse sind ausführlich – und wiederum umfassend illustriert – beschrieben, so daß der Leser Schritt für Schritt den Weg von der Probenentnahme bis zur Auswertung und Bestimmung nachvollziehen kann. Wichtig ist in diesem Zusammenhang schließlich auch die Frage der Datierung. Die verschiedenen Möglichkeiten werden diskutiert. Darauf aufbauend folgen Bemerkungen zur Vegetationsgeschichte des Quartärs und vor allem ein spannendes und hochinteressantes Kapitel „Grundlagen der Kulturpflanzengeschichte in Süd-West-Asien, Süd-West-Europa und Mitteleuropa, wobei stets die neuesten Forschungsergebnisse, u.a. zu den Gegebenheiten des „fruchtbaren Halbmondes“ und zum Domestikationsprozeß vor allem der Getreide, aber auch der Hülsenfrüchte sowie der Öl- und Faserpflanzen eingearbeitet sind. Ein ausführliches Literaturverzeichnis führt zu weiteren Einzelheiten dieser Thematik.

Den Verfasserinnen kann bestätigt werden, daß es ihnen gelungen ist, „ihr“ Forschungsgebiet nicht nur wissenschaftlich kritisch und umfassend, sondern auch spannend darzustellen. Die zahlreichen Abbildungen und Tabellen, auch die Farbtafeln, machen den Text lebendig und außergewöhnlich informativ. Wer immer sich für die Geschichte des wirtschaftenden Menschen und seines Umfeldes seit dem Paläolithikum interessiert, sollte zu diesem Buch greifen.

D. VOGELLEHNER

WEBERLING, F. & SCHWANTES, H.O.: Pflanzensystematik. Einführung in die Systematische Botanik, Grundzüge des Pflanzensystems. – 7., neubearbeitete Aufl., 536 S., 119 Abb.; Verlag E. Ulmer, Stuttgart 2000, DM 44,80

Die nunmehr siebte Auflage des bewährten, auf HEINRICH WALTERS Einführung in die Phytologie (2) zurückgehenden Kurzlehrbuches hat den bisherigen Aufbau beibehalten, im einzelnen jedoch mannigfache Ergänzungen erfahren. Das erste Kapitel „Grundlagen, Ziele und Arbeitsweisen der Systeme-

matischen Botanik“ ist gründlich überarbeitet, wodurch die präzise, logisch konsequente Anwendung der Methoden und Begriffe noch deutlicher wird. Die immer stärkere Einbeziehung molekularbiologischer Methoden ist in ihrer Bedeutung für die Systematik ebenso gewertet wie der phylogenetische Ansatz nach HENNIG. Umfassend dargestellt sind die Organisationsstufen, die Typen der geschlechtlichen Fortpflanzung incl. Generationswechsel und der vegetativen Vermehrung.

Wie bereits bei WALTER wird auch hier mit den Angiospermen begonnen, und zwar mit einer prägnanten Übersicht über die wichtigsten Merkmale (Lebensformen, Blattformen, Blütenstände, Bau der Blüte, der Früchte, Frucht- und Samenausbreitung). Die darauf folgende systematische Darstellung der Angiospermen berücksichtigt an vielen Stellen die neueren Vorstellungen zum System, als Beispiele seien die Einbeziehung der Hamamelididae und eines Teils der Dilleniidae in die Rosidae sowie die stärkere Aufgliederung der Liliidae genannt. Der zweite Abschnitt des systematischen Teils ist den „Hauptgruppen“ des Pflanzenreiches gewidmet – von den Schizobionta (Spaltpflanzen) bis zu den Cormobionta (Gefäßpflanzen). Auch hier sind an vielen Stellen neue und neueste Erkenntnisse kritisch eingearbeitet. Als Beispiel sei hier das exaktere Verständnis des Generationswechsels der Gymnospermen genannt.

Somit ist wiederum ein auf verhältnismäßig kleinem Raum dichtes, flüssig geschriebenes und hochaktuelles Buch entstanden, das viel mehr bietet als nur eine Einführung in das Gebiet der Systematischen Botanik.

D. VOGELLEHNER

ERHARDT, W., GÖTZ, E., BÖDEKER, N. & SEYBOLD, S.: ZANDER. Handwörterbuch der Pflanzennamen. Dictionary of plant names. Dictionnaire des noms de plantes. – 16. Aufl., 990 S.; Verlag E. Ulmer, Stuttgart 2000, DM 78,-

Eine Neuauflage des „Zander“ wird stets mit Spannung erwartet, da er ja der maßgebende Codex für alle Gärtner und viele Botaniker ist. Veränderungen in der Nomenklatur sind zwar stets lästig, doch ist es unverzichtbar, in einem Werk kompetent und mit Augenmaß einen Leitfaden für die korrekte Benennung der Pflanzen zu haben.

Dabei hat in dieser Auflage der „Zander“ nicht nur sein gewohntes Format geändert, sondern ist über den deutschsprachigen Raum hinaus gegangen. Nicht nur die Einführung in die botanische Namenkunde mit den aktuellen Regeln der botanischen Nomenklatur und besonders der Nomenklatur der Kulturpflanzen ist deutsch, englisch und französisch abgehandelt, sondern es werden in der gewohnten Liste der Gattungen, Arten und wichtigsten Sorten auch die englischen und französischen Namen der Pflanzen aufgeführt, die dann zudem in jeweils eigenen alphabetischen Verzeichnissen zusammengefaßt sind. Damit wird das Buch internationaler. Angepaßt werden mußten die geographischen Bezeichnungen bzw. deren Abkürzungen, was da und dort eine wohl nicht allzu schwierige Umgewöhnung erfordert. Verzichtet werden mußte in diesem Zusammenhang bei den lateinischen Gattungs- und Artnamen auf Betonungszeichen, da die Aussprache in den Ansprechländern sehr uneinheitlich ist.

Eine ganz wesentliche Erweiterung bezieht sich auf die möglichst vollständige Aufnahme aller mitteleuropäischen Wildpflanzenarten, die später auf die west- und nordeuropäischen Arten ausgedehnt werden soll. Dadurch wird der „Zander“ auch für Nichtgärtner interessant. Eine Erweiterung der gärtnerisch gezogenen Arten ist im Hinblick auf den französischen und englischen Sprachraum ebenfalls geplant. Bleibt noch anzumerken, daß die Systematik der Farn- und Blütenpflanzen nach CRONQUIST (1988) eine solide Basis darstellt, die im „Zander“ indes auch durch neuere Erkenntnisse ergänzt wird. Eine Anpassung an neueste systematische Übersichten wäre zumindest im derzeitigen Zustand für die Praxis kaum sinnvoll.

So ist der „Zander“ auch in seiner neuen Auflage mit 3.640 Gattungen, rund 20.000 Arten und 10.000 Synonymen ein sorgfältig recherchiertes und unentbehrliches Werk geworden.

D. VOGELLEHNER

JACKEL, A.-K.: Strategien der Pflanzenarten einer fragmentierten Trockenrasengesellschaft. Vegetationskundliche und populationsbiologische Untersuchungen im Thymo-Festucetum cinereae. – Dissertationes Botanicae 309, 253 S., 70 Abb., 42 Tab.; Schweizerbart/Borntraeger, Stuttgart 1999, DM 110,-

JANDT, U.: Kalkmagerrasen am Südharrand und im Kyffhäuser. Gliederung im überregionalen Kontext, Verbreitung, Standortverhältnisse und Flora. – Dissertationes Botanicae 322, 246 S., 107 Abb., 42 Tab.; Schweizerbart/Borntraeger, Stuttgart 1999, DM 140,-

Trockenrasen erfreuen sich wegen ihres Reichtums an seltenen, auch schönen Arten bei naturkundlich Interessierten besonderer Wertschätzung, gleichzeitig gehören sie zu den durch Nutzungsaufgabe und Zerstörung gefährdeten Lebensräumen Mitteleuropas. Zwei kürzlich erschienene Bände der Reihe „Dissertationes Botanicae“ (in der Tat handelt es sich um Dissertationen, angenommen an den Universitäten Marburg bzw. Göttingen (befassen sich mit der Vegetation von Trockenrasen. Beide Autorinnen untersuchen Bestände im 'Mitteldeutschen Trockengebiet', ANNE-KATHRIN JACKEL im östlichen Harzvorland, UTE JANDT im Südharrand- und Kyffhäusergebiet. Sovieel zu den Gemeinsamkeiten; die methodischen Ansätze sind verschieden: bei JACKEL funktionsklassifikatorisch und populationsbiologisch, bei JANDT pflanzensoziologisch-klassifikatorisch. JACKEL bezieht ihre Untersuchungen auf eine Pflanzengesellschaft, den Sandthymian-Blauschwingel-Rasen (Thymo-Festucetum cinereae), der in einem Gebiet von wenigen Quadratkilometern nordwestlich Halle/Saale an den Südhängen von Porphyrkuppen vorkommt; JANDT auf das gesamte Spektrum an Pflanzengesellschaften der Kalkmagerrasen in ihrem Untersuchungsgebiet.

A.-K. JACKEL bedient sich des Konzepts der funktionellen Klassifizierung ('functional groups', 'plant functional types'), also der Einteilung von Organismen nach ähnlichen Eigenschaften oder Strategien, um zu zeigen, wie Pflanzenarten an die extrem trockenen Standortbedingungen angepasst sind und welche Verteilungsmuster es gibt. Im populationsbiologischen Teil werden biologisch-ökologische Eigenschaften von zwei im Untersuchungsgebiet seltenen Arten, *Anthericum liliago* L. und *Biscutella laevigata* L., sowie zwei dort häufigen Arten, *Hieracium pilosella* L. und *Festuca cinerea* Villars (nicht 'Villar!'), herausgearbeitet. (Bei der unter Berufung auf Rothmalers Exkursionsflora so bezeichneten Schwingel-Art handelt es sich freilich nicht um *F. cinerea* Vill., die in Deutschland fehlt. Gemeint ist *F. pallens* Host, eine im südlichen Mitteleuropa verbreitete Art. Letztere wurde schon als '*F. glauca*' und als '*F. cinerea*' bezeichnet, daher auch der Name der Pflanzengesellschaft. Kam die Neuauflage eines so maßgeblichen Referenzwerkes wie des 'Hegi' für die Autorin zu spät?) Ausschlaggebend für die Wahl des Vegetationstyps und des Untersuchungsgebietes war der Isolationsgrad der Porphyrkuppen und ihrer Vegetation, der sich durch die Abnahme der Schafhute in jüngerer Zeit noch erhöht hat. Kleine und isolierte Populationen gelten im wissenschaftlichen Naturschutz als besonders verwundbar, da sie sowohl von deterministischen Prozessen als auch von Zufallsereignissen betroffen sein können. Vor diesem Hintergrund zielt JACKELS Arbeit darauf ab, gefährdungsträchtige Eigenschaften von Trockenrasenarten zu ermitteln. Lassen sich bei bekannten Arteeigenschaften die Auswirkungen von Wuchsräumfragmentierung vorhersagen? Das Methodenspektrum der Geländeerhebungen ist breit: 10 Dauerbeobachtungsflächen (3 Vegetationsperioden 1993-1995) in 5 Hauptuntersuchungsgebieten, 24 Diasporenfallen, Diasporenbankuntersuchungen, kleinräumige (1 m²) Rasterkartierungen, Keimversuche, Ermittlung von Populationsparametern. Die Ergebnisse sind der Methodenvielfalt entsprechend facettenreich. Erwartungsgemäß ist die Mortalitätsrate bei Jungpflanzen und Keimlingen während sommerlicher Trockenperioden hoch. Eine vorwiegend 'kurzfristig dauerhafte' Diasporenbank wird als Anpassung an kleinräumige Störungen, etwa durch Trockenschäden, gedeutet. Eine sehr heterogene Diasporenverteilung spricht für geringe Ausbreitungsfähigkeit der Diasporen auch innerhalb der Bestände. Der Diasporenniederschlag selbst ist während des Untersuchungszeitraums sehr variabel. Diasporentransport durch Schafe zwischen verschiedenen Kuppen wird nicht nachgewiesen, mag gleichwohl auch bei seltenen Arten eine Rolle spielen. Euryöke Arten verdanken ihre dauerhafte Existenz in den Thymian-Blauschwingel-Felsrasen vermutlich dem Diasporennachschub aus benachbarten Pflanzengesellschaften. Sieht man pflanzliche Eigenschaften in einem Gradienten zwischen optimaler Anpassung ans Überleben am Wuchsort und optimaler Ausbreitungsfähigkeit, so weisen die Arten des Thymo-Festucetum eher Persistenz-Anpassungen auf; Ausbreitungsfähigkeit scheint von geringerer Bedeutung zu sein. Eine für den Naturschutz relevante Konsequenz daraus: Kuppen, auf denen eine Art einmal ausgestorben ist, werden von ihr nicht so leicht wiederbesiedelt.

U. JANDTS Dissertation ist ein Anwendungsbeispiel für die Artengruppen-Methode, die erstmals durch BRUELHEIDE (1995, Diss. Bot. 244) vorgestellt wurde, nunmehr erprobt an einer beeindruckenden Datenfülle aus 7718 Vegetationsaufnahmen. Diese sind allen verfügbaren Literaturquellen entnom-

men und stammen aus einem Gebiet, das von der Eifel bis an die Oder, vom nördlichen Rand der Mittelgebirge bis ins Maingebiet reicht. Süd-Niedersachsen, Nord-Hessen, Nord-Thüringen und Sachsen-Anhalt sind dabei weitaus am stärksten repräsentiert, ein Gebiet also, das das engere Untersuchungsgebiet der Autorin, die Gipskarstgebiete im südlichen Harzvorland und im Kyffhäuser, weiträumig einschließt. Die Auswahl dieses Gebietes beruht auf seiner Vielfalt an Kalkmagerrasen entlang eines Ozeanitätsgradienten, pflanzensoziologisch ausgedrückt im Übergangsbereich von Brometalia und Festucetalia valesiacae. Mittels der Artengruppen-Methode, ausgeführt durch das Programm COCKTAIL (neuerdings auch im Programm JUICE integriert und unter <http://www.sci.muni.cz/botany/juice.htm> verfügbar), werden 22 Artengruppen gefunden, die sich mittels logischer Verknüpfung zur Definition von Vegetationseinheiten eignen. Auf diese Weise wird der Gesamtdatensatz bis zur syntaxonomischen Ebene des Verbandes klassifiziert. Diese numerische Klassifikation wird unverändert auf den eigenen Datensatz (350 Vegetationsaufnahmen) übertragen, rein formal durch Anwendung der überregional ermittelten Artengruppen. Ziel ist die Veranschaulichung der überregionalen Gliederung am Beispiel der eigenen Aufnahmen. Einer der Vorteile der Methode ist die Möglichkeit der Parametrisierung der Vegetationseinheiten. Ihre Ansprache im Gelände sollte jedem möglich sein, der mit den überregionalen Artengruppen und ihrer Gliederung vertraut ist. Das komplexe Klassifikationschema setzt sich aus verhältnismäßig wenigen Bausteinen zusammen, ist überschaubar und nachvollziehbar. Die Klassifikation orientiert sich an traditionellen Syntaxa, unterscheidet sich aber von allen bisherigen Gliederungsvorschlägen, deren es viele gibt, durch die Tatsache, dass sie auf dem gesamten Datenfundus eines großen Gebietes fußt und nicht auf mehr oder weniger unabhängigen Gliederungsschemata von Teilgebieten.

U. JANDTS floristisch-klassifikatorische Arbeit wird durch eine ökologische Kennzeichnung der Einheiten ergänzt sowie durch eine Charakterisierung der pflanzengeographischen Stellung des Untersuchungsgebietes mittels Florenlisten. Im Hinblick auf die pflanzliche Artenvielfalt kommt dem Kyffhäuser hervorragende Bedeutung zu. Die Bedrohung der Kalkmagerrasen im Südharzgebiet erwachse, so die Autorin, inzwischen weniger aus dem Brachfallen der Flächen, hier werde durch naturschutzorientierte Beweidung vielenorts erfolgreich gegengesteuert, sondern durch den ungebremsten Gipsabbau, der die Standorte unwiederbringlich zerstört. Beide Arbeiten, JANDTS wie JACKELS, liefern Argumente gegen solchen Raubbau; bleibt zu wünschen, dass sie gehört werden.

E. BERGMEIER

PRESSER, H.: *Die Orchideen Mitteleuropas und der Alpen*. – 2., überarb. u. erw. Aufl., 375 S., Format 21 x 28 cm; ecomed Verlagsges., Landsberg 2000, DM 178,-

Unter den mittlerweile nicht gerade wenigen Buchveröffentlichungen auf dem deutschsprachigen Büchermarkt über die (insbesondere für Nicht-Botaniker) wohl attraktivste Pflanzenfamilie, die Orchideen, nimmt das stattliche Werk von HELMUT PRESSER einen besonderen Rang ein. Es besticht nicht nur durch seine unglaubliche Fülle (über 550!) ästhetisch ansprechender Farbaufnahmen, die vom typischen Standort einer Art bis zum Blütendetail reichen, sondern bietet dazu auch reichlich Textinformation über den Standort, über Merkmale, Verwechslungsmöglichkeiten, Blütezeit etc.. Traf dies, zumindest teilweise, schon für die 1995 erschienene 1. Auflage zu, so präsentiert sich die nun vorliegende 2. Auflage mit einer beachtlichen Überarbeitung und Erweiterung (von 222 auf 375 Seiten): 170 Orchideenarten, -unterarten und -varietäten werden ausführlich dargestellt, aus einem Gebiet, das von den Alpen bis nach Dänemark und von Lyon bis nach Wien reicht.

Nach einer einführenden Vorstellung der behandelten Orchideen-Gattungen mit erläuternden Schwarzweiß-Zeichnungen zu Habitus und Blütenaufbau folgt, nach Gattungen geordnet, die ausführliche Darstellung der einzelnen Arten und Varietäten durch Text und Farabbildungen. Ein besonderes Problem stellt für jeden Autor eines Buches über Orchideen die Behandlung der systematisch 'heiklen' Gattung *Ophrys* dar. PRESSER geht hier auch ausführlich auf die Besonderheiten einzelner Sippen ein, erwähnt synonyme Artnamen und vermittelt neuere Erkenntnisse der Bestäubungsbiologie dieser sehr variablen, zu Hybridisierungen neigenden Gruppe.

Auch die Gestaltung des Anhangs verdient hier Erwähnung, weil davon doch stark der Gebrauchswert eines so umfangreichen Werkes abhängt. Da gibt es zunächst ein ausführliches Stichwortregister, welches sowohl Sachbegriffe als auch die deutschen und die wissenschaftlichen Artnamen der beschriebenen Orchideen enthält; übersichtlich weist es mit fettgedruckten Seitenzahlen auf die jeweilige Artbeschreibung hin. Ein weiteres Register beinhaltet die im Text verwendeten deutschen Pflanzen-

namen (sowohl der Orchideen als auch der Begleitflora) und die dazugehörigen wissenschaftlichen Namen. Weiterhin findet der Leser im Anhang ein Fachwortglossar und ein Literaturverzeichnis.
– Ein insgesamt empfehlenswertes Buch (wenn man von seinem hohen Kaufpreis absieht!).

H. KÖRNER

BECKER, K. & JOHN, S.: **Farbatlas Nutzpflanzen in Mitteleuropa**. – 300 S., 281 Farbfotos; Verlag E. Ulmer, Stuttgart 2000, DM 49,80

Zur Kulturgeschichte des Menschen gehört untrennbar auch die Geschichte seiner Nutzpflanzen. Der Mensch nutzte zu unterschiedlichen Zeiten und in unterschiedlichen Ländern mitunter ganz verschiedene (zunächst wohl einheimische) Wildpflanzen für seine Ernährung, als Heilmittel, für mystische Zwecke oder als technische Hilfsmittel. Information aus der Ur- und Frühgeschichte liefert uns die Archäologie oder die Archäobotanik (s.o.: Rez. JACOMET & KREUZ). Wandmalereien und schriftliche Überlieferungen bezeugen die Nutzung bestimmter Pflanzen oder Teile von ihnen in historischer Zeit.

Der neu erschienene Farbatlas zeigt nun eine repräsentative Auswahl von fast 300 Arten aus Mitteleuropa, auf jeweils einer Seite mit Farbfoto und Texterläuterung. Es finden sich darunter allbekannte Kulturpflanzen (z.B. Kartoffel, Tomate, Erdbeere), in ihrer einstigen Funktion als Nutzpflanzen heute schon wieder in Vergessenheit geratene einheimische Wildpflanzen (z.B. Blutweiderich, Diptam, Schlüsselblume) sowie teilweise bereits vor Jahrhunderten verwilderte bzw. eingebürgerte Pflanzen, die von uns längst zur hiesigen Flora gerechnet werden (z.B. Märzveilchen, Kornblume, Nachtkerze). Die Autoren haben die dargestellten Nutzpflanzen nach ihrer Wuchsform und Familienzugehörigkeit angeordnet. Zu jeder Art wird der Leser informiert über: Habitus, Blätter, Blüten, Früchte, Herkunft, Verbreitung und Anbau, Nutzung. So können wir z.B. nachlesen, wann und auf welchem Wege die Kartoffel aus Südamerika nach Europa kam. Wir erfahren, welche Bedeutung unsere einheimische Schlüsselblume seit altersher als Heilpflanze hat. Und wir lernen, dass das uns so vertraute Märzveilchen als Parfüm- und Heilpflanze aus Südeuropa zu uns fand. – Ein vor allem kulturgeschichtlich äußerst informatives Buch, welches ohne besondere botanische Vorkenntnisse benutzbar ist und das man nicht so schnell wieder beiseite legt.

H. KÖRNER

BLANCKE, R.: **Farbatlas Exotische Früchte**. – 286 S., 315 Farbfotos; Verlag E. Ulmer, Stuttgart 2000, DM 49,80

In der Reihe der handlichen Farbatlantent – „handlich“ sei deshalb hervorgehoben, weil sonst mancher Leser bei der Bezeichnung „Farbatlas“ an ein Folioformat denken könnte – hat der Ulmer Verlag nun auch einen Band über exotische Früchte herausgebracht. Etwas genauer verrät der Untertitel, worum es in diesem Band geht: „Obst und Gemüse der Tropen und Subtropen“; denn nur bei einem Teil der schmackhaften Exoten handelt es sich – pflanzenanatomisch betrachtet – tatsächlich um Früchte, bei den anderen um Teile der Blüten, des Sprosses, der Wurzel, um Blätter, Samen usw.

Von der „Abiu“, einer im Amazonas-Tiefeland geernteten Verwandten der „Lucma“ aus der Andenregion, bis zur Zwiebel (*Allium cepa*) werden essbare oder aber technisch nutzbare Teile von Kulturpflanzen vorgestellt. Der jeweilige Steckbrief nennt die Pflanzenfamilie, lokale Namen, beschreibt Habitus, Blätter, Blüten, Früchte, Verbreitung, Nutzwert und Allgemeines. Farbfotos der betreffenden Pflanze bzw. der von ihr genutzten Teile ergänzen den Text.

Leider hat man wenig Mühe auf das Register der deutschen Pflanzennamen verwandt. Wer sucht schon unter „G“ wie Grüner Minze oder unter „A“ wie Ackermintze, wenn er etwas über die Herkunft der Minze erfahren möchte?; ein Stichwort „Minze“ fehlt. Wer kommt auf die Idee, wenn er sich über die Zimtpflanze informieren will, unter „C“ wie Ceylonzimt oder unter „E“ wie Echter Zimt zu suchen?; das Stichwort „Zimt“ fehlt. Auch das Stichwort „Paprika“ wird er vergebens suchen; dafür gibt es bei „G“ Gemüsepaprika (*Capsicum annuum*) und Gewürzpaprika (*Capsicum frutescens*) mit den entsprechenden Seitenzahlen. Der Computer alleine kann nun mal kein 'sinnvolles' Register zusammenstellen. Und das Register der wissenschaftlichen Pflanzennamen ist erfahrungsgemäß nur einem kleinen Leserkreis zugänglich. Sicherlich war es aufwendig aber doch zweckmäßig, die lokalen Namen der Pflanzen bzw. ihrer genutzten Teile im Herkunftsland, mit denen man ja gegebenenfalls auf Reisen konfrontiert ist, bei der Beschreibung anzuführen. Doch fragt man sich, warum gibt es dazu kein Register? Ein solches wäre

(z.B. mit Hilfe eines PCI) wirklich leicht zu schaffen gewesen. Hierdurch wird der im Klappentext erwähnte Nutzwert als „unenbehlicher Begleiter auf tropischen Märkten“ erheblich geschmälert und bleibt am exotischen Marktstand nur das Bilderbuchblättern.

H. KÖRNER

KNOERZER, D.: Zur Naturverjüngung der Douglasie im Schwarzwald. Inventur und Analyse von Umwelt- und Konkurrenzfaktoren sowie eine naturschutzfachliche Bewertung. – Dissertationes Botanicae 306, 283 S.; Cramer/Borntraeger, Berlin/Stuttgart 1999, DM 110,–

Im Rahmen einer Dissertation über die Naturverjüngung der Douglasie im Schwarzwald wurde ein nicht nur natur- und forstwissenschaftlich interessantes, sondern auch forst- und naturschutzpolitisches aktuelles, wie auch brisantes Thema behandelt. Dabei hat der Autor zunächst versucht, eine möglichst breite und objektive Datenbasis zu schaffen und insbesondere möglichst viele in seiner Sprache (S. 8) „*a priori als entscheidend postulierte (aut-) ökologische Umweltfaktoren*“ zu berücksichtigen. Nachdem „*Einleitendes*“ zur Naturverjüngung im Allgemeinen sowie zur Taxonomie der Douglasie und zum Untersuchungsgebiet im Besonderen auf 25 Seiten dargelegt wurde, wird auf den folgenden 50 Seiten die Vorgehensweise bei der Datenerhebung und insbesondere bei der statistischen Auswertung ausführlich beschrieben, im unverkennbaren Bemühen um Vollständigkeit, Transparenz und Objektivität.

Im Hauptteil der Arbeit folgt die Darstellung der Ergebnisse, die schließlich in einem Modell zur Naturverjüngung der Douglasie mündet. Nach einer Methodenkritik werden speziellere Ergebnisse mitgeteilt, bevor schließlich in den letzten beiden Kapiteln eine naturschutzfachliche Bewertung sowie Handlungsempfehlungen für waldbauliche Maßnahmen gegeben werden. Die letzten beiden Kapitel beziehen sich im Wesentlichen auf einen speziellen Teil der vorgestellten Erhebungen sowie allgemeine Erkenntnisse aus anderen Quellen zu bestimmten Sonderstandorten. Dabei hätte man sich gerade hier weitere neue und konkretere Ergebnisse für die Untersuchungsgebiete gewünscht, zum Beispiel zu dem tatsächlich vorhandenen Arteninventar, das zu verschwinden droht.

Wer sich mit dem Thema Douglasienanbau in Mitteleuropa beschäftigt und sich um neue Erkenntnisse bemüht, wird wohl kaum umhinkommen, sich auch mit dieser inhaltsreichen Studie, die an der forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität Freiburg entstanden ist, eingehend auseinanderzusetzen. Jedoch dürfte die gewinnbringende Nutzung der vorliegenden Arbeit vielfach nicht leicht fallen. Diesbezüglich seien im Folgenden einige verbesserungswürdige Punkte skizziert:

In vielen Grafiken fehlen Angaben zur konkreten Datenbasis und Streuung für die einzelnen Teilkollektive, die es ermöglicht hätten, den Aussagewert besser abschätzen zu können. Ein allerdings eher ernüchternder Eindruck wird im Anhang vermittelt, wo erkennbar wird, aus welchen (gestreuten) Datensätzen die Statistik welche mehr oder weniger stark geglätteten Ergebnisse zu errechnen vermag! Die große Varianz im Datensatz weist in dieselbe Richtung.

Vielfach dürfte es dem Leser schwer fallen, aus der Sprache der Statistik wieder in diejenige der Biologie zurückzufinden, d.h. nachvollziehen zu können, welche konkrete Bedeutung und ökologische Relevanz die statistischen Begriffe und Verfahren für die Gegebenheiten der Douglasien-Naturverjüngung im Gelände haben. Vielleicht ist dies allerdings in vielen Fällen auch gar nicht (so einfach) möglich?

Durch häufige Textergänzungen in Gedankenstrichen oder Klammern, komplizierten Satzbau, zu wenig präzise Ausdrucksweise sowie mehr oder weniger weit ausholende und theoretisierende Exkurse wird nicht nur die Lesbarkeit des Textes erschwert, sondern auch die Verständlichkeit der Darstellungen und Gedankengänge. Vielleicht wären Gedankenführung, Satzbau und Sprache in so mancher Textpassage einfacher, exakter und damit klarer geworden, wenn der Text zuletzt nochmals im Ganzen gründlich überarbeitet und korrekturgelesen worden wäre. Vermeiden lassen hätten sich dann auch eher formale Mängel, wie falsche Kapitel- und Abbildungsverweise, doppelt abgedruckte Absätze oder fehlende Literaturangabe (z.B. S. 34, 99, 100, 107, 119, 120 u. KNOERZER 1998).

Viel Kleingedrucktes, selbst bei wichtigen Ausführungen, wie dem Literaturvergleich (S. 176 ff.), erschwert die Lektüre der Arbeit zusätzlich.

Nicht ganz widerspruchsfrei erscheint schließlich die zum Teil sehr allgemeine und pauschale Kritik an den Methoden „*der mitteleuropäischen Vegetationskunde*“ und an den Ellenberg-Zeigerwerten einerseits, sowie deren Verwendung andererseits. Dabei gelangt, wie der Autor selbst feststellt (S. 188), die kritisierte Vorgehensweise bei den Birken-Eichenwäldern und Blockhalden dann doch zur Anwendung, also gerade bei denjenigen Standortstypen, die zuletzt auf eben dieser kritisierten Grundlage naturschutzfachlich bewertet werden.

Ungeachtet weiterer kritischer Gesichtspunkte werden anhand der vorliegenden Arbeit Erfordernisse und wichtige Lösungswege einer differenzierten Erfassung und Bewertung detailliert aufgezeigt. Die entsprechenden Ausführungen beziehen sich auf den komplexen, raumzeitlichen Vorgang der Naturverjüngung einer Pflanzenart in einem größeren Gebiet, sind also von allgemeinerer Bedeutung über die behandelte Thematik hinaus.

TH. LUDEMANN

NACHTIGALL, W.: **Biomechanik – Grundlagen, Beispiele, Übungen.** – 459 S., zahlr. Abb.; Vieweg-Verlag, Braunschweig/Wiesbaden 2000, kart., DM 72,-

In diesem Lehrbuch hat WERNER NACHTIGALL, der wohl bekannteste deutschsprachige Repräsentant der Bionik und der zoologischen Biomechanik, seine in vielen Jahren der Lehrstätigkeit als Ordinarius an der Universität des Saarlandes gehaltenen Vorlesungen zur Biomechanik zusammengestellt. In jedem der 16 Kapitel spürt man, dass WERNER NACHTIGALL nicht nur ein begeisterter Forscher, sondern mit vollem Herzen auch Hochschullehrer ist. Letzteres zeigt sich auch an den didaktisch gut ausgewählten Beispielsrechnungen und Übungsaufgaben, die in jedem Kapitel zu finden sind. Sowohl für Studenten der Bio- und der Ingenieurwissenschaften, die sich für Biomechanik interessieren, als auch für Dozenten stellt dieses Buch eine reichhaltige Informationsquelle dar. Zwei der wenigen Kritikpunkte sind die – zumindest für mich als Botaniker – doch recht stiefmütterliche Behandlung der pflanzlichen Biomechanik, die gerade in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen hat, und die Tatsache, dass Hinweise auf einige wichtige englischsprachige Lehrbücher fehlen. Letzteres ist besonders deshalb bedauerlich, da gerade in England und Amerika in den letzten 10 Jahren einige höchst lesenswerte Bücher zum Thema Biomechanik veröffentlicht wurden (zu nennen sind Autoren wie KARL NIKLAS, JULIAN VINCENT, STEVEN WAINRIGHT und STEVEN VOGEL; siehe auch die folgende Buchbesprechung). Alles in allem (die oben angesprochenen Versäumnisse können in einer 2. Auflage problemlos behoben werden) ist das Buch von WERNER NACHTIGALL für Studenten, Dozenten und alle am Forschungsgebiet der Biomechanik interessierte Leser sehr zu empfehlen.

TH. SPECK

VOGEL, S.: **Von Grashalmen und Hochhäusern – Mechanische Schöpfungen in Natur und Technik** (aus dem Englischen von THOMAS FILK). – 363 S., zahlr. Abb.; Wiley-VCH-Verlag, Weinheim etc. 2000, kart., DM 48,-

In brillanter Weise schildert STEVEN VOGEL seine Sicht vom „mechanischen Funktionieren“ in der belebten und unbelebten Welt. Das Buch zeigt einmal mehr, warum STEVEN VOGEL in Amerika bereits mit mehreren Preisen als Wissenschaftsautor für Fachbücher ausgezeichnet wurde: Es macht einfach Spaß, das Buch zu lesen und sich vom Autor in die Geheimnisse der Spinnennetze, der Wasserläufer sowie von Feder- und Rotationsfliegern oder von im Wind flatternden Blätter einführen zu lassen. Man lernt dabei, ohne sich belehrt zu fühlen. STEVEN VOGEL erklärt, warum für unsere Technik Metalle viel wichtiger sind als in der Natur und wieso bei unseren Bauten rechte Winkel dominieren (außer bei den Häusern von Friedensreich Hundertwasser!), während sie in der Natur fast vollständig fehlen. Die Beispiele, die der Autor behandelt, stammen aus unserer alltäglichen Umwelt und werden bei vielen Lesern mehr als einmal ein „Aha-Erlebnis“ erzeugen. Ich kann mir eigentlich niemanden vorstellen, der dieses Buch nicht mit großem Gewinn und vor allem auch mit großem Spaß liest. Hat man einmal mit Lesen angefangen, möchte man STEVEN VOGELS Buch nicht mehr aus den Händen legen.

Hierzu trägt auch die gut gelungene Übersetzung von THOMAS FILK wesentlich bei, der die nicht einfache Aufgabe, den „lockeren“ und leicht lesbaren Stil von STEVEN VOGEL ins Deutsche zu übertragen, fast durchgängig mit Bravour meistert. Lediglich der deutsche Titel ist deutlich weniger „pfiffig“ ausgefallen als der englische (Man muss als Rezensent ja zumindest einen Kritikpunkt finden).

Das Buch von STEVEN VOGEL stellt – sowohl im englischen Original, wo es als „Cat’s Paws and Catapults“ 1998 erschienen ist, als auch in der deutschen Übersetzung – mit das beste dar, was der Rezensent in den letzten Jahren zu diesem Thema gelesen hat. Man kann den Verlag nur ermuntern, auch die anderen Titel von STEVEN VOGEL ins Deutsche übersetzen zu lassen und so einer breiteren Leserschaft im deutschsprachigen Raum zugänglich zu machen.

TH. SPECK

GRABOW, K.: Farbatlas Süßwasserfauna. Wirbellose. – 288 S., 298 Farbfotos, 17 Zeichn.; Verlag E. Ulmer, Stuttgart 2000, DM 49,80

In der Farbatlas-Reihe des Ulmer-Verlags sind nun auch die Wirbellosen Tiere unserer Süßgewässer in handlicher Form erschienen. Verständlicherweise kann es sich auch hier nur um eine beschränkte Auswahl unserer Süßwasserfauna handeln: Es werden aber immerhin 280 Arten, in systematischer Anordnung, in Wort und Bild vorgestellt. Der sehr informative Text beschreibt jeweils Kennzeichen (getrennt nach Larven und Imagines), Biologie, Lebensraum und Vorkommen bzw. Verbreitung einer Art; unter 'Bemerkungen' werden Verwechslungsmöglichkeiten mit nahe verwandten Arten, Häufigkeit des Vorkommens usw. erläutert. Bei den deutschen Benennungen mancher Arten werden viele Leser ein Schmunzeln nicht vermeiden können; denn auch hier gibt es wieder den „*Wildblickenden Strudelwurm*“, den „*Gehörnten Vielaugen-Strudelwurm*“ etc., wie schon in dem vor kurzem im Klett-Verlag erschienenen Bestimmungsbuch über Süßwassertiere von H. SCHWAB (s. BLNN-Mitt. 17/3, S. 687). Die Farbfotos stellen die behandelten Arten in meist sehr gut getroffenen Makroaufnahmen dar. Zur Auswahl der beschriebenen Arten ist noch besonders hervorzuheben, dass sich darunter erfreulicherweise auch viele „Neubürger“ oder Einwanderer – aus dem ponto-kaspischen Raum oder aus Übersee – befinden, die in vergleichbaren Darstellungen bislang noch kaum Berücksichtigung gefunden haben, obwohl sie in unseren Gewässern längst nicht mehr zu übersehen sind (vgl. Artikel über Neozoen, BLNN-Mitt. 17/3, S. 509-524). Auch in den allgemeinen Kapiteln zu Anfang (z.B. über: Gewässertypen, Fang und Haltung, Benennung, Gefährdung) geht der Autor detailliert auf die Neozoen-Situation ein. Als Abschluss des Farbatlas findet der Benutzer ein Literaturverzeichnis sowie zwei Register, eines der wissenschaftlichen und eines der deutschen Namen. – Das Buch vermittelt in hoher Qualität einen repräsentativen Überblick über unsere einheimische Wirbellosen-Süßwasserfauna und ist jedem Freiland-Biologen (oder der es werden möchte) als benutzungsfreundliche Bestimmungshilfe uneingeschränkt zu empfehlen.

H. KÖRNER

MADER, D.: Nistökologie, Biogeographie und Migration der synanthropen Delta-Lehmwespe *Delta unguiculatum* (Eumenidae) in Deutschland und Umgebung. – 245 S., 30 Farbtafeln mit 223 Fotos; Logabook, Köln 2000, DM 29,80

Erst kürzlich erschien von demselben Autor eine umfangreiche monographische Bearbeitung der Seidenbienen-Gattung *Colletes*, mit einer Auswertung von Daten der weltweit bekannten 246 *Colletes*-Arten sowie weiterer solitärer Wildbienen- und Wespenarten (s. BLNN-Mitt. 17/3, S. 690).

In der nun vorliegenden Veröffentlichung behandelt DETLEF MADER die Delta-Lehmwespe *Delta unguiculatum* (früher: *Eumenes unguiculatus*), eine fast hornisengroße, schwarz-gelb gezeichnete Faltenwespe (in Ruhe längs gefaltete Flügel) mit auffallend langer Wespentaille, die keine sozialen Papiernester sondern solitäre Lehmester baut. Solche Lehmester befinden sich bevorzugt an vertikalen Steinsubstraten, z.B. an Gebäudewänden oder Denkmälern; sie werden mit einem Ei versehen und mit einer Schmetterlingsraupe als Nahrung für die schlüpfende Wespenlarve. Zahlreiche Niststandorte werden beschrieben, viele davon in Farbfotos dokumentiert. Aufgrund eingehender Literaturrecherche gibt der Autor ein detailliertes Bild über den gegenwärtigen Kenntnisstand der Nistökologie und der Verbreitung der Delta-Lehmwespe in Deutschland und im Elsaß.

Das Buch ist, wenn sich das so sagen lässt, eine wesentlich erweiterte Fassung des Artikels „Nistökologie, Biogeographie und Migration eines Freibautennisters: Wann wandert die Delta-Lehmwespe *Delta unguiculatum* in das Moseltal ein?“ (Dendrocopos Bd. 27/2, S. 59-136, 2000). Da der Autor an einer ausführlichen Monographie über die „Entomöökologie und Entomogeographie der Delta-Lehmwespe“ – die sich gegenwärtig offensichtlich in Deutschland weiter ausbreitet – arbeitet, bietet er darum, eigene Beobachtungen (Nester, Blütenbesuche, Raupeneintrag usw.) sowie Literaturnotizen ihm mitzuteilen (Adresse: Dr. D. Mader, Hebelstr. 12, D-69190 Walldorf).

H. KÖRNER

KRESSE, W.: *Pferderassen der Welt*. – 268 S., Farbiger Bildatlas mit 280 Farbfotos, 12 Zeichn.; Verlag E. Ulmer, Stuttgart 1999, DM 49,80

Seit Jahrtausenden werden Pferde gehalten und gezüchtet. Je nach Verwendungszweck entstanden durch Zuchtauslese die unterschiedlichsten Vollblut-, Warmblut-, Kaltblut- und Kleinpferderassen. Wie viele Pferderassen es tatsächlich gibt, ist kaum zu beziffern.

– Das mit zum Teil recht seltenen Farbaufnahmen bebilderte Buch bietet einen Überblick über 320 Pferde- und Ponyrassen: vom „Auxios“ über das „Quarter Pony“ bis zum „Zweibrücker“. WOLFGANG KRESSE – Herausgeber der Ulmer-Reiter-Bibliothek und Autor mehrerer Pferdebücher – stellt jede Rasse mit wichtigen Angaben zu Exterieur, Verbreitung, Leistungsmerkmalen, Verwendung und Zuchtgeschichte vor.

In einer Einführung werden Abstammung und Geschichte des Pferdes beschrieben, angefangen bei der Stammform der Pferdeartigen, dem nur knapp 45 cm großen alttertiären „Urpferd“ *Hyracotherium*, über die frühgeschichtlichen Hauspferde bis zur Entstehung der heutigen Pferderassen. In den einzelnen Beschreibungen findet sich dann die Fortsetzung der Pferde-Historie; denn in der Zuchtgeschichte vieler Pferderassen, auf die jeweils gründlich eingegangen wird, spiegelt sich auf anschauliche Weise immer auch ein Stück Kulturgeschichte wider. Die Ähnlichkeit von prähistorischen Höhlenzeichnungen mit den heutigen Ponyrassen „Pottok“ und „Mérens Pony“ zeigt eindrucksvoll die eng verbundene Entwicklung von Mensch und Pferd. Das Buch wird ergänzt durch ein internationales Verzeichnis von Zuchtverbänden und ein Literaturverzeichnis.

HULPKE, H., KOCH, H. A. & NIEßNER, R. (Hrsg.): *Römpp Lexikon Umwelt*. – 2., völlig überarbeitete Auflage, 926 S.; Thieme Verlag, Stuttgart/New York, DM 348,-

Das überaus komplexe Thema „Umwelt“ mit all seinen verschiedenen Aspekten, das eigentlich die Bearbeitung eines ganzen stark interdisziplinär geprägten Themenkomplexes impliziert, in einem einzigen Lexikon zu erfassen, zu umgrenzen, von allen Seiten zu beleuchten und eine sinnvolle Stichwortauswahl zu treffen, ist eine außerordentlich anspruchsvolle Aufgabe. Das Römpp-Lexikon Umwelt, das nun nach sieben Jahren in einer zweiten, völlig überarbeiteten Auflage vorliegt, versucht, diesem Unterfangen gerecht zu werden. Im Hinblick auf die fortschreitende Globalisierung auch in Belangen des Umgangs mit der Biosphäre und das immer stärker gewordene Bewußtsein für Umweltthematiken betonen die Herausgeber die Notwendigkeit, rationale, wissenschaftlich-technisch geprägte Antworten auf die aus daraus resultierenden Fragen und Probleme zu finden. Vor diesem Hintergrund wollen sie den Themenkomplex „Umwelt“ in ganzheitlicher Betrachtung und disziplin- und fächerübergreifend unter besonderer Berücksichtigung von Aspekten wie Ökologie, Ökonomie und gesellschaftliche Belange bearbeiten und darstellen. In der neuen Auflage wurden dabei neue Erkenntnisse und das mittlerweile in vielen Bereichen deutlich erweiterte Wissen aufgearbeitet und der aktuelle Kenntnisstand dargestellt.

Neben einem kurzen Vorwort, ebensolchen Hinweisen zur Benutzung samt Abkürzungsverzeichnis und einem englisch-deutschen Stichwort-Dictionary (deutsch-englische Übersetzung der behandelten Begriffe befindet sich im Stichwortteil) sowie Zitaten wichtiger Literatur macht der Stichwortteil den Löwenanteil des Werkes aus.

Die Herausgeber streben eine Darstellung der behandelten Stichworte in nicht zu sehr verkürzter Form an und bieten zu (mehr oder weniger) bedeutsamen Themen auch vertiefte Einzelbetrachtungen. Die meisten Stichworte sind für ein Lexikon größtenteils durchaus recht ausführlich abgehandelt, doch der Kompromiss zwischen einer einerseits knappen und kompakten und andererseits umfassenden und detaillierten Darstellung von Sachverhalten scheint hier recht gut gelungen.

Erfreulich ist, daß sich die Zahl der Querverweise, welche in manch anderen Lexika, die ebenfalls unter den einzelnen Stichworten die betreffenden Themen relativ ausführlich behandeln, die Handhabung des Werkes etwas umständlich gestalten können, hier in erträglichen Grenzen bewegt.

Eine der größten Schwierigkeiten bei der Bewältigung eines solch umfangreichen und vielfältigen Stoffes in Form eines Lexikon ist zweifellos die Auswahl der bearbeiteten Stichworte. Diese erscheint im großen und ganzen sinnvoll; allerdings erhebt sich in einigen Fällen durchaus die Frage, inwieweit ein unmittelbarer Zusammenhang mit der behandelten Thematik „Umwelt“ besteht (z.B. Ameisensäure, Arbeitsschutzgesetz, Beweislast, BSE, Raumfahrt, Trittschall, Unfallmerkbblatt).

Ansonsten nehmen (mehr oder minder) umweltrelevante juristische, politische und verwaltungs-technische Themen einen relativ breiten Raum ein, sowohl bezüglich der Zahl der Stichworte als auch

deren Umfangs (z.B. „Anlagengenehmigung“ über mehr als drei Seiten). Auch der Themenkreis Abfall wird sehr ausführlich berücksichtigt. Auf dem naturwissenschaftlichen Sektor sind bodenkundliche Themen stark repräsentiert; zahlreiche Bodentypen werden mehr oder minder ausführlich in eigenen Stichworten beschrieben. Dagegen nehmen viele biologisch-ökologische Themen weit weniger Raum ein, als man gemäß der Zielsetzung des Werkes erwarten könnte. Insbesondere fehlen einige umweltrelevante Tier- und Pflanzengruppen oder werden eher stiefmütterlich behandelt. Beispielsweise werden Plathelminthen, Nemathelminthen und Anneliden mitsamt der in Bodenbiologie, Landwirtschaft und als Testsystem sehr wichtigen Regenwürmer summarisch unter einem Stichwort „Würmer“ (!) abgehandelt.

Die Herausgeber legen, wie sie im Vorwort feststellen, Wert auf eine „fachbetonte und möglichst wertneutrale Darstellung“ der behandelten Sachverhalte. Diese Streben nach Sachlichkeit kommt auch im Stichwortteil deutlich zum Ausdruck, und im ganzen sind die Ausführungen von anerkannter Bemühung um Neutralität auch bei heiklen und in der Vergangenheit und Gegenwart stark emotionalisierten Themen geprägt. Bisweilen jedoch kann sich der Rezensent trotzdem des Eindrucks nicht erwehren, daß einige der Autoren doch gelegentlich der Versuchung nicht widerstehen konnten, in die populäre Synonymisierung von „Umwelt“ und „Öko“ im trivialen Sinne, mitsamt der entsprechenden politischen Attitüde und anderen Implikationen dieser Gleichsetzung zu verfallen. Dies läßt sich zum einen auf der Ebene der Stichwortauswahl belegen; beispielsweise betreffen Stichworte und Themenkreise wie Bürgerbeteiligung, Klon, „Ökologische Betroffenheit“ (sic!), Tierversuche eher die Anliegen gewisser, mit dem „Öko“-Attribut belegter gesellschaftlicher Gruppierungen als echte Umweltproblematiken. Zum anderen finden sich in gewissen (allerdings sehr seltenen Fällen) durchaus leicht tendenziöse Aussagen; beispielsweise werden Neozoen und Neophyten unter „Adventivorganismen“ recht einseitig als negativ und gefährlich dargestellt. Auch läßt sich durchaus darüber diskutieren, ob die Aktionen von Robin Wood tatsächlich „gewaltfrei“ sind.

Problematisch ist auch die dem o.g. Postulat der wertneutralen Darstellung zuwiderlaufende gelegentliche Wertung bestimmter ökologischer Parameter bzw. die Orientierung an subjektiv aufgestellten Sollwerten für solche Parameter. Beispielsweise führen „günstige abiotische Umweltfaktoren zu einer größeren Artendiversität“, Standorte mit „periodischen Störungen durch Natur oder Mensch bzw. mit dauernd ungünstigen Umweltfaktoren“ dagegen weisen eine geringere Diversität auf (Stichwort „Artendiversität“); oder „je näher (die Lebensbedingungen) am biologischen Optimum sind, umso größer ist die Artenzahl“ (Stichwort „Biozönotische Grundprinzipien“). Wieso ist eine hohe Diversität und eine große Artenzahl in einem Biotop „Sollwert“? Was ist das „biologische Optimum“? Sind naturgemäß weniger artenreiche Lebensräume „schlechter“ oder „weniger optimal“? Fragwürdig sind auch einige unter dem Stichwort „Artenschutz“ gemachte Aussagen. Einerseits wird als Ziel des Artenschutzes genannt, die „wildlebende Tier- und Pflanzenwelt in ihrer natürlichen und historisch gewachsener Vielfalt, möglichst unter natürlichen Selektionsbedingungen“ zu schützen und zu fördern. Von „natürlicher Vielfalt“ kann in Mitteleuropa in der Regel kaum die Rede sein, da hier die meisten Lebensräume mitsamt ihren Biozönosen stark anthropogen geprägt sind (wie auch a.a.O. (Stichwort „Natürlichkeitsgrad“) richtigerweise angemerkt wird). Weiterhin werden u.a. auch Bestandslenkung, Biotoppflege und Wiedereinbürgerung als Maßnahmen des Artenschutzes genannt, was den o.g. Prinzipien (natürliche Selektionsbedingungen etc.!) klar widerspricht.

Insbesondere im ökologisch-evolutionsbiologischen Bereich finden sich gelegentlich auch zweifelhafte oder unkorrekte Aussagen. Beispielsweise ist es nicht unbedingt zutreffend, daß Ökosysteme, die „Störungen“ ausgesetzt waren oder sind, und sich entwickelnde Lebensräume artenärmer sind als solche, die einen stabilen Endpunkt ihrer Sukzession erreicht haben, oder daß in „vielseitigen Ökosystemen“ euryöke und in extremen stenöke Arten dominieren (Stichworte „Artendiversität“, „Biozönotische Grundprinzipien“). Man vergegenwärtige sich nur den Artenreichtum und die Fülle an hochspezialisierten Arten in „gestörten“ oder noch in der Sukzession befindlichen Biotopen wie Ruderalstellen oder Halbtrockenrasen im Vergleich zur relativen Artenarmut von stabilen, „ungestörten“ Klimaxstandorten wie mitteleuropäischen Buchenwäldern oder borealen Nadelwäldern. Auch wird man in „vielseitigen Ökosystemen“ wie z.B. tropischen Regenwäldern gerade stenöke und nicht euryöke Arten in großer Zahl finden. Ferner führen Evolutionsprozesse (Stichwort „Evolution“) nicht unbedingt zu komplexeren Lebensformen; auch Reduktionserscheinungen und „Vereinfachungen“ sind durchaus nicht selten. Weiterhin scheint dem Rezensenten die Definition des Begriffes „Einnischung“ über das Monard'sche Prinzip (das in diesem Werk recht großzügig zur Erklärung unterschiedlichster ökologisch-evolutionsbiologischer Phänomene bemüht wird) fragwürdig, da dieses allenfalls einen Teilaspekt dieser Thematik abdeckt. Die „eingeschränkte Verbreitung neuer Merkmale und Merkmalskomplexe innerhalb einer

Population“ wird fälschlicherweise mit Isolation gleichgesetzt (Stichwort „Evolution“). Das Phänomen der Vikarianz („Vikariierende Arten“) bezeichnet weniger das Vorkommen zweier nahverwandter Arten in unterschiedlichen Biotopen, sondern eher die Verbreitung zweier nahverwandter Arten in geographisch separierten Arealen; insofern ist auch der Hinweis auf „bisweilen auch (vikariierende) Unterarten“ wenig sinnvoll, da Subspecies im Sinne von geographischen Unterarten definitionsgemäß verschiedene Areale bewohnen.

Die chemische Ökologie wird fälschlicherweise mit Ökochemie gleichgesetzt. Schließlich ist bei manchen Stichworten in der etymologischen Herleitung die Übertragung aus dem Griechischen inkorrekt (z.B. „Bakterien“, „Plankton“).

Trotz aller Kritikpunkte bietet das vorliegende Lexikon eine Fülle von ausführlichen Informationen zu den meisten Aspekten des Themenkreises „Umwelt“ in seinem ganzen Umfang. Von einem derartig breit angelegtes Werk Perfektion in allen Details zu erwarten, wäre unangemessen, und auch grundsätzliche Aspekte wie die Stichwortauswahl werden niemals völlig objektiv getroffen werden können. Im ganzen betrachtet, ist das hier vorgestellte Lexikon durchaus positiv zu bewerten. Anerkennend sei hier noch einmal die weitgehend durchgehaltene fachliche Neutralität der Darstellung, auch bei heiklen Themen, hervorgehoben. Dem eingangs genannten Anspruch, das behandelte Thema in seinem ganzen Umfang und doch detailliert zu behandeln, wird das Werk im großen und ganzen gerecht.

CH. MAUS

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	4	981 - 982	2001	Freiburg im Breisgau 12. Juli 2001
--	---------	---	-----------	------	---------------------------------------

Hansjosef Maus 1936 - 2001

Geologiedirektor a.D. Dr. Hansjosef Maus ist am 9. Januar 2001 im Alter von 64 Jahren plötzlich und für alle unerwartet verstorben.

Hansjosef Maus wurde am 11. März 1936 in Essen geboren. Nach kriegsbedingtem Aufenthalt und Schulbesuch an verschiedenen Orten, u.a. in Österreich, im Allgäu und im Elsaß legte er 1957 die Abiturprüfungen in Essen ab. Gleich anschließend war er fast ein Jahr als Gedingeschlepper bei Thyssen Schachtbau auf der Zeche Zollverein beschäftigt, wo er den von ihm stets geliebten Bergbau von Grund auf kennen lernte. Im Jahre 1958 begann er das Studium der Geologie bei Prof. Pfannenstiel in Freiburg, das er 1963 mit seiner Diplomarbeit über den Münstertäler Porphyry abschloß. Im Jahre 1965 wurde H. Maus unter Leitung von Prof. Wimmenauer mit der Arbeit „Petrogenetische Typen der Schwarzwälder Quarzporphyre“ promoviert.

Nach vierjähriger wissenschaftlicher Tätigkeit am Mineralogischen Institut der Universität Freiburg übernahm H. Maus 1967 das Aufgabengebiet von Prof. Wimmenauer am damaligen Geologischen Landesamt. Anfang 1974 wurde ihm die Leitung des Referats Mineralogie/Petrologie übertragen. Hier kümmerte er sich zuerst um den Aufbau und die Erweiterung des petrographischen Labors, dessen Leistungsfähigkeit unverzichtbare Grundlage aller nachfolgenden mineralogisch-petrographischen Arbeiten wurde. Neben dem petrographischen Labor betreute H. Maus auch die Beleg- und Schausammlung des Amtes. Lag der Schwerpunkt seiner Tätigkeit anfangs mehr auf Kartierarbeiten und der Bearbeitung von Gutachten zu Themen der geologischen Landesaufnahme sowie der Rohstoffgeologie, so standen später die wissenschaftliche Betreuung von Forschungsvorhaben des Amtes und anderer Institutionen im Vordergrund seiner Arbeit.

So zählten zu seinen Aufgaben die Durchführung zahlreicher Rohstoffprospektionsprojekte aus dem Etat des Landesamts sowie die Aufsicht über die vom Land finanziell geförderten Untersuchungsarbeiten von seiten der Rohstoffunternehmen. Bei der Betreuung mehrerer Forschungsbohrungen im Kaiserstuhl gelangte er zu neuen Erkenntnissen über dort auftretende, seltene Gesteinsarten.

Wichtig war für H. Maus die Dokumentation der Forschungsergebnisse, die zu zahlreichen Veröffentlichungen führte. Hiervon seien die Arbeiten über die Porphyre des Schwarzwalds, Vulkangesteine von Kaiserstuhl und Hegau sowie über Erzlagertstätten besonders hervorgehoben. Sein großes Praxiswissen in der angewandten Rohstoffgeologie gab er in Vorlesungen an den studentischen Nachwuchs weiter.

Stets war es für H. Maus ein Anliegen, den Kontakt und die Zusammenarbeit mit anderen Institutionen zu pflegen. So war er unter anderem beteiligt an dem interdisziplinären Forschungsvorhaben „Zur Frühgeschichte des Erzbergbaus und der Verhüttung im südlichen Schwarzwald“. Mit dem Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Freiburg und dem Landesdenkmalamt arbeitete er bei der Untersuchung von Glas, Verhüttungsschlacken und Keramik eng zusammen.

Durch seine Beteiligung an der Einrichtung zahlreicher geologischer und bergbaugeschichtlicher Wanderwege und Ausstellungen brachte er die Geologie auch Fachfremden auf anschauliche Weise näher. Vielen Bürgern der Region wird das anlässlich der Landesgartenschau 1986 geschaffene „Geologische Mosaik“ im Freiburger Seeparkgelände bekannt sein.

Nach 28jähriger Tätigkeit für das Geologische Landesamt Baden-Württemberg wurde Hansjosef Maus am 1. Oktober 1994 gesundheitsbedingt in den vorzeitigen Ruhestand versetzt. Seine langjährige Mitarbeit im Lagerstättenausschuß der GDMB (Gesellschaft für Bergbau, Metallurgie, Rohstoff- und Umwelttechnik) und der Arbeitsgruppe „Lagerstättenkundliches Wörterbuch“ konnte er aber noch mit dem Erscheinen des Wörterbuchs im vergangenen Jahr zu einem erfolgreichen Abschluß bringen.

Im Badischen Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V., dem er schon 1974 beitrug, gehörte Herr Maus seit vielen Jahren zum sogenannten „harten Kern“. Er verstand es, den Mitgliedern sein breites Fachwissen in Vorträgen, auf Exkursionen und durch Veröffentlichungen in den BLNN-Mitteilungen in verständlicher Form weiterzugeben. Mehrere Jahre hat er ehrenamtlich die wissenschaftliche Bibliothek des Badischen Landesvereins betreut und gehörte dem Redaktionsbeirat unserer „Mitteilungen...“ an.

Nun hat ihn der Tod seiner Familie, seinen Freunden und Kollegen plötzlich entrissen. Wir, die Mitarbeiter des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg und die Mitglieder des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz, trauern um den Verlust unseres geschätzten Kollegen und Freundes, und vermissen seinen Rat sehr. Wir werden ihn als einsatzfreudigen, zuverlässigen und stets hilfsbereiten Menschen in Erinnerung behalten.

MANFRED MARTIN

Anschrift des Verfassers:

Dr. M. MARTIN, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg,
Albertstr. 5, D-79104 Freiburg

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	4	983 – 988	2001	Freiburg im Breisgau 12. Juli 2001
--	---------	---	-----------	------	---------------------------------------

Vereinsnachrichten

Mitgliederversammlung für das Jahr 1999 am 5. April 2000, 18 Uhr im Seminarraum A 106 (Altbau) der Biologischen Institute II/III der Universität Freiburg

Der 1. Vorsitzende, Herr Dr. Körner, begrüßt die erschienenen Mitglieder des Vereins und gibt die Tagesordnung bekannt. Die anwesenden Mitglieder stimmen der Erweiterung der Tagesordnung um „TOP 1a: Ernennung eines Ehrenmitgliedes“ zu.

Die erweiterte Tagesordnung lautet damit:

1. Bericht des 1. Vorsitzenden
- 1a. Ernennung eines Ehrenmitgliedes
2. Bericht der Arbeitsgruppen
3. Bericht des Rechners
4. Bericht des Schriftleiters
5. Verschiedenes

TOP 1: Bericht des Vorsitzenden

Mitgliederbewegung

Der Mitgliederstand am 21.04.1999 betrug 585. Im Berichtszeitraum sind 5 Mitglieder verstorben. 19 Mitglieder haben die Mitgliedschaft gekündigt. 17 Mitglieder sind neu aufgenommen worden. Das ergibt zum 31. März 2000 einen Mitgliederstand von 578.

Die Anwesenden gedenken der im vergangenen Jahr verstorbenen Mitglieder:

Dr. Paul Gossel	Mitglied seit
Dr. Albrecht Ritschel	1957
Eberhard Senf	1929
Dipl.-Forstw. Heilo Dörffler	1971
Karl Stark	1964
	1974

Über Mitglieder mit langjähriger Vereinszugehörigkeit ist zu berichten:

95 Jahre Mitglied:
Erzabtei St. Martin, Beuron

65 Jahre Mitglied
Dr. phil. Fritz Moog
Museum für Naturkunde, Freiburg

80 Jahre Mitglied:
Fürstl. Fürstenbergische Forstdirektion Donaueschingen
Schwarzwaldverein Ortsgr. Waldshut

50 Jahre Mitglied

Stud.Dir. i.R. Ingeborg Jacobs, Lahr
Prof. Ludwig Uibel, Freiburg
Prof. Dr. Aloys Wilhelm, Freiburg

45 Jahre Mitglied:

Gisela Born, Au
Prof. Dr. Rolf Geisler, Gundelfingen
Dr. Berthold Klein, Dieckholzen
Konrektor Gotthard Kleß, Wembach
Stud.Dir. i.R. Dieter Knoch, Emmendingen
Dr. Werner Rombach, Freiburg
Dr. Wolfgang Schnetter, Heidelberg
Prof. Dr. Jürgen Schwoerbel, Radolfzell
Prof. Dr. Otto J. Stärk, Freiburg
Dr. Eberhard Stengel, Titz
Herbert Trübi, Freiburg
Prof. Dr. Eberhard Woll, Freiburg
Oberforstrat Ingrid Wuttig, Titisee-Neustadt

40 Jahre Mitglied:

Brigitte Denz, Freiburg
Wilfried Grether, Kirchzarten
Marianne Lögler, Freiburg
Dipl.-Biol. Helga Rasbach, Glottertal
Dr. med. Kurt Rasbach, Glottertal
Prof. Dr. Peter-Frank Röseler, Rimpfing
Heinz Schrempf, Breisach
Dr. Günter Schruft, Freiburg
Bibliothek der Universität Marburg
Susanne Voss-Grosch, Grafenhausen
Dr. Volkmar Wirth, Murr

Als neue Mitglieder können wir begrüßen:

Dr. Karlheinz Abt, Rümkingen
Stan Schymanski, Freiburg
Dipl.-Biol. Pascal von Sengbusch, Kirchzarten
Andreas Flender, Freiburg
Gudrun Brödel, March
Dr. Klaus Duffner, Freiburg
Christiane Huber, Freiburg
Hilde Rasch, Ehrenkirchen
Sultana Kamruzzahan, Freiburg

35 Jahre Mitglied:

Stud.Dir. Winfried Kunz, Kehl
Reinhard Schnetter, Schwendi
Jörg Weber, Waldkirch
Dr. Elisabeth Busch, Gundelfingen

30 Jahre Mitglied:

Dr. Herbert Bibinger, Ehingen
Dr. Jochen Hölzinger, Ludwigsburg
Dr. Reiner Kümmerlin, Konstanz
O.Reg.R. Hansjörg Willhauck, Breisach
Hildegard Preger, Freiburg
Josef Kary, Friedenweiler
Dr. Bernhard Streb, Lörrach
Heidi Hahn, Offenburg
Dr. Ruth Noack, Steinen
Eberhard Braun, St. Peter
Marianne Karger, Freiburg
Dr. Ulf Körner, Emmendingen
Dr. Günter Strayle, Merzhausen
Horst Kummer, Lahr
Dr. Frank Baum, Staufen

25 Jahre Mitglied:

Prof. Anton Grossmann, Vöhrenbach

Dr. Albert Schmidt, Denzlingen
Jens Nagel, Freiburg
Dr. Dietrich Knoerzer, Kirchzarten
Dipl.-Ing. Gundo Klebsattel,
Ebringen
Dipl.-Forstw. Oskar Stritt, Laufen
Carola Sigle, Freiburg
Willi Enters, Kenzingen
Anna Messer, Freiburg

Herr Körner bittet alle Mitglieder, auch weiterhin naturkundlich Interessierte aus ihrem Bekanntenkreis auf uns aufmerksam zu machen und für eine Mitgliedschaft im Badischen Landesverein für Naturkunde und Naturschutz zu gewinnen. Eine Beitrittserklärung für neue Mitglieder befindet sich am Ende des vorausgegangenen Heftes unserer Mitteilungen.

Unser Ehrenmitglied, Prof. Dr. Erich Oberdorfer hatte vor wenigen Tagen einen ganz besonderen Geburtstag: Er wurde am 26. März 2000 – bei bester Gesundheit – 95 Jahre alt. Die Mitgliederversammlung gratuliert Herrn Oberdorfer sehr herzlich! Übrigens: Prof. Oberdorfer ist schon seit 77 Jahren Mitglied im BLNN!

Vorträge im Berichtszeitraum

- Rahmenthema: „Der Hotzenwald“
17. 11. 1999 Prof. Dr. Albert Schreiner, Gundelfingen:
Die Geologie und Morphologie des Hotzenwaldes“
01. 12. 1999 Dipl.-Mineraloge Norbert Widemann, Freiburg:
„Der Bergbau im Hotzenwald und seine Mineralien“
15. 12. 1999 Dr. Dietlinde Köppler, Freiburg:
„Die Vegetation des Oberen Hotzenwaldes“
12. 01. 2000 Dr. Bernd-Jürgen Seitz, Freiburg:
„Naturschutz auf neuen Pfaden –
Naturschutzkonzeption Oberer Hotzenwald“
26. 01. 2000 Prof. Dr. Wolfgang Hug, Freiburg:
„Freie Bauern auf dem Wald –
Kampf der Salpeterer im 18. Jahrhundert“
09. 02. 2000 Prof. Dr. Konrad Kunze, Freiburg:
„Wehra, Schwandbühl, Segeten –
Namen im Hotzenwald“

Exkursionen im Berichtszeitraum

19. 06.1 999 Prof. Dr. Pierre Fluck, Mulhouse:
Bergwerksbesichtigung und Geländebegehung
zur Geschichte des Bergbaus in den Vogesen
11. 07. 1999 Prof. Dr. Arno Bogenrieder, Freiburg:
Exkursion „Die Vegetation des Vogesenkammes“
27. 02. 2000 Fritz Saumer und Josef Ruf, Freiburg:
Wasservogel-Exkursion an den Rhein bei Sasbach und
Weisweil (gemeinsam mit dem Naturschutzbund NABU)

Exkursionen der dem BLNN nahestehenden Gruppen:
Botanischer Exkursionskreis Südbaden: 13 Exkursionen
Exkursionskreis für ganzheitliche Landschaftskunde
(Dr. Bammert Gottenheim): 10 Exkursionen

Prof.-Friedrich-Kiefer-Fonds

Herr Dr. Körner berichtet, daß 1999 wieder sechs Projekte aus dem Prof.-Friedrich-Kiefer-Fonds des Vereins bezuschusst worden sind. Es handelt sich um fünf Forschungsarbeiten und einen Flächenerwerb für den Naturschutz:

Pascal v. Sengbusch: „Populationsdynamik der Moorkiefer“
Andreas Flender: „Populationsrückgang des Auerhuhns im östlichen Schwarzwald“
Christiane Huber: „Biomechanische Untersuchungen an Grünerlen aus den Alpen und dem Südschwarzwald“
Sultana Kamruzzahan: „Biomechanische Untersuchungen an Grünerlen aus den Alpen und dem Südschwarzwald“
Dr. Dietrich Knoerzer: „Samenausbreitung der Douglasie“
Naturschutzbund NABU: Erwerb des Grundstücks „Humbrühl“ zur Einrichtung eines Schutzgebietes.

Wortmeldung: Frau Strauß dankt dem Verein im Namen des NABU für die Beteiligung am Kauf des Feuchtgebietes im Humbrühl. Der Kauf wird bis Mitte 2000 getätigt werden. Das Gebiet umfaßt 3,2 ha und ist besonders wertvoll durch Vorkommen des Zwergtauchers, der Wasserralle, des Laubfroschs und des vom Aussterben bedrohten Heusenkrauts *Ludvigia palustris*.

TOP 1a: Ernennung eines Ehrenmitglieds

Auf Vorschlag des Vorstands und nach einstimmiger Zustimmung der Mitgliederversammlung (1 Enthaltung) ernennt der BLNN nach §3 Ziff. 3 seiner Satzung Herrn Prof. Dr. Wolfgang Wimmenauer zu seinem Ehrenmitglied.

Unter Beifall aller Anwesenden überreicht Herr Dr. Körner dem neuen Ehrenmitglied die Urkunde, welche folgenden Text enthält:

„Der Badische Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V., Freiburg im Breisgau, ernennt Herrn Prof. Dr. Wolfgang Wimmenauer als Anerkennung für sein persönliches Eintreten für die Belange des Natur- und Landschaftsschutzes, für seine langjährige aktive Mitgestaltung der Arbeit des Badischen Landesvereins und für seine Bereitschaft, sein Fachwissen einem breiten Publikum zu vermitteln zu seinem Ehrenmitglied.“

TOP 2: Bericht der Arbeitsgruppen

AGN (Arbeitsgruppe Naturschutz im BLNN): Herr Raddatz berichtet über die Arbeit der AGN. Die Gruppe umfaßt z.Zt. 25 bis 30 Aktive. An laufenden Naturschutzprojekten wurden im Berichtszeitraum 21 Arbeitseinsätze durchgeführt, davon 8 im Plattenmoos, 5 am Ehrenstetter Ölberg, 2 auf dem Güterbahnhofsgelände, 3 am Neuhäuserteich bei Kirzarten, je einer im Mooswald, auf dem Schauinsland und am Humbrühl. Ferner wurden 9 Exkursionen durchgeführt, 4 botanische, 4 ornithologische, eine herpetologische.

AGF (Arbeitsgruppe Fledermausschutz im BLNN): Herr Brinkmann berichtet über die Arbeit der AGF. Die Fledermausschutzprojekte bewegen sich vorwiegend im Rahmen der FFH-Richtlinien und betrafen hauptsächlich die Arten *Myotis myotis* (Großes Mausohr), *Barbastella barbastellus* (Mopsfledermaus) und *Myotis emarginatus* (Wimperfledermaus). Es wurden Jagdhabitats untersucht, über die im Gegensatz zu Winterquartieren noch wenig bekannt ist. Ein Telemetrieprojekt wurde ins Leben gerufen. In einer gefällten Eiche im Mooswald wurde *Nyctalus noctula* (Großer Abendsegler) entdeckt. Für das Jahr 2000 ist auch ein Projekt *Plecotus auritus* (Braunes Langohr) geplant.

TOP 3. Bericht des Rechners

Unser Rechner, Herr Wolfgang Müller, berichtet über die Einnahmen und Ausgaben des Vereins im Berichtsjahr: siehe nebenstehenden Kassenbericht für das Jahr 1999. Die Kasse wurde von Frau Strauß und Herrn Widemann geprüft. Alle Buchungen waren ordnungsgemäß vorgenommen, und es liegen keine Beanstandungen vor. Die Kassenprüfer bitten daher die Mitglieder, den Rechner zu entlasten. Nach einstimmiger Entlastung durch die anwesenden Mitglieder dankt Herr Dr. Körner dem Rechner und den beiden Kassenprüfern für ihre Tätigkeit.

Badischer Landesverein für
Naturkunde und Naturschutz e.V.

Kassenbericht für das Jahr 1999

A. VEREINSKONTEN

	1999	(1998)
Einnahmen		
Mitgliedsbeiträge	32.325,01 DM	(16.955,50 DM)
Spenden für BLNN	483,95 DM	(84,18 DM)
Spenden für AGN	0,00 DM	(2.900,00 DM)
Spenden für AGF	1.600,00 DM	(0,00 DM)
Spenden Sumser-Fonds	100,00 DM	(0,00 DM)
Spenden für die Großland-Exposition	3.900,00 DM	(2.000,00 DM)
Verkauf Mitteilungen	99,00 DM	(200,00 DM)
Überschüsse aus Exkursionen	0,00 DM	(28,00 DM)
Druckkostenzuschuss	6.000,00 DM	(5.200,00 DM)
Spenden (Förderungen)	87,80 DM	(95,73 DM)
Zinsen BLNN-Konten	44.955,36 DM	(32.003,42 DM)

Ausgaben

Storno Mitgliedsbeiträge	395,00 DM	(270,00 DM)
Stornogebühren (Kontogebühren)	67,50 DM	(0,00 DM)
Druckkosten Mitteilungen (75%)	0,00 DM	(12.404,42 DM)
Versandkosten Mitteilungen	332,27 DM	(2.327,44 DM)
Versandkosten Rundschreiben / Kopierkosten	530,00 DM	(0,00 DM)
Ausgaben Bibliothek (u.a. Druckkostenzuschuss = 25%)	618,99 DM	(4.560,11 DM)
Posto, Btrobedarf, Telefon (Vorstand)	487,96 DM	(314,00 DM)
Aufwendentschädigungen Vorträge	16,60 DM	(82,20 DM)
Exkursionen	213,50 DM	(0,00 DM)
Ausgaben Großland-Exkursion	3.900,00 DM	(2.000,00 DM)
Ausgaben AGN	0,00 DM	(2.800,00 DM)
Ausgaben AGF	1.600,00 DM	(0,00 DM)
Beiträge an Vereine und Verbände	1.206,00 DM	(881,00 DM)
Versicherung	648,40 DM	(648,40 DM)
Kontogebühren BLNN-Konten	217,27 DM	(95,11 DM)
PC und PC-Programme	0,00 DM	(3.473,00 DM)
Spenden (Förderungen)	6.000,00 DM	(5.200,00 DM)
Sumser-Fonds (Einzahlung auf Sparkonto)	100,00 DM	(0,00 DM)
	18.315,99 DM	(94.035,68 DM)

Bilanz 1999

Kassenstand am 31.12.1998	4.104,49 DM
Einnahmen	44.665,66 DM
Ausgaben	-18.315,99 DM
Kassenstand am 31.12.1999	32.344,36 DM

Kassenstände am 31.12.1999

Postgironkonto	846,34 DM
Sparkassengiro	8.635,37 DM
Geldmarktkonto flexibel 1631 (Sparkasse)	20.010,69 DM
Sparkonto 1636 (Sparkasse)	-2.851,96 DM
Sparkonto 1636 (Sparkasse)	32.344,36 DM

B. SUMSER-FONDS

	1999	(1998)
Einnahmen		
Spenden	100,00 DM	(0,00 DM)
Zinsen	106,64 DM	(87,6 DM)
		(87,6 DM)

Ausgaben

Kontogebühren	3,00 DM	(3,00 DM)
Bilanz 1999		
Kassenstand am 31.12.1998 (Sparkonto 1840)	589,14 DM	
Einnahmen	106,64 DM	
Ausgaben	-3,00 DM	
Kassenstand am 31.12.1999 (Sparkonto 1840)	692,78 DM	

C. KIEFER-FONDS

	1999	(1998)
Einnahmen		
Zinsen Sparkassenhilfe	10.400,00 DM	(10.400,00 DM)
Zinsen Sparkbuch 1830	1,28 DM	(1,21 DM)
Zinsen Zuwachssparen 1839	817,70 DM	(559,02 DM)
	11.018,98 DM	(10.960,23 DM)

Ausgaben

Förderung von Arbeiten für Naturkunde und Naturschutz	8.000,00 DM	(5.200,00 DM)
Druckkostenzuschuss	0,00 DM	(5.200,00 DM)
	8.000,00 DM	(10.400,00 DM)

Bilanz 1999

Kassenstand am 31.12.1998	14.811,04 DM
Einnahmen	11.018,98 DM
Ausgaben	-8.000,00 DM
Kassenstand am 31.12.1999	17.830,02 DM

Kassenstände am 31.12.1999

Sparkonto Zuwachssparen	15.147,12 DM
Sparkonto Kiefer-Fonds	4.682,90 DM
	19.830,02 DM

Für die Richtigkeit der Angaben

Freiburg, den 30.06.2000



(W. H. Müller - Rechner BLNN)

TOP 4: Bericht des Schriftleiters

Herr Dr. Körner berichtet als Schriftleiter, daß Heft Nr. 2 von Band 17 unserer „Mitteilungen ...“, welches die Ergebnisse des 1. Freiburger Geobotanischen Kolloquiums zum alleinigen Inhalt hat, am 23.09.1999 erschienen ist. Das Heft für das Jahr 2000 (Band 17, Heft 3) wird schon im Mai dieses Jahres erscheinen.

TOP 5: Verschiedenes

Für das Winterhalbjahr 2000/2001 ist eine Vortragsreihe mit dem Rahmenthema „Der Schweizer Jura“ vorgesehen. Der „Botanische Exkursionskreis Südbaden“ und der „Exkursionskreis für ganzheitliche Landschaftskunde“ bieten im Sommer wieder interessante Exkursionsprogramme an.

Mit dem Dank an alle Anwesenden schließt Herr Dr. Körner um 20 Uhr die Versammlung.

Dr. H. Körner
(Versammlungsleiter)

Dr. J.W. Bammert
(Protokollführer)