

Aus der Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Abteilung für Kieferorthopädie
der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br.

**Einfluss der Höhe der Lippenschlusslinie auf den
Ausprägungsgrad und die Behandlungsstabilität des Deckbisses
- eine röntgenkephalometrische Studie -**

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

Erlangung des Zahnmedizinischen Doktorgrades

der Medizinischen Fakultät
der Albert-Ludwigs-Universität
Freiburg i. Br.

Vorgelegt 2005

von Andreas Klatt

geboren in Speyer

Dekan

Prof. Dr. J. Zentner

1. Gutachter

Prof. Dr. I. Jonas

2. Gutachter

PD Dr. R. Kohal

Jahr der Promotion

2005

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Theoretische Grundlagen	2
2.1 Der Deckbiss	2
2.1.1 Diagnostik	3
2.1.1.1 Klinisches Erscheinungsbild	3
2.1.1.1.1 Intraoral	3
2.1.1.1.2 Extraoral	3
2.1.1.2 Röntgenkephalometrischer Befund	4
2.1.2 Ätiologie - Pathogenese	5
2.1.2.1 Oberkieferfrontzahnstellung	5
2.1.2.2 Weichteilmorphologie und –funktion im dentoalveolären Bereich	6
2.1.2.3 Tiefbiss	6
2.1.3 Therapieziele	8
2.1.3.1 Therapiemöglichkeiten und Behandlungsbeginn	8
2.2 Stabilität und Rezidiv	11
2.2.1 Geschichtlicher Rückblick	11
2.2.2 Einflussfaktoren auf die Stabilität	12
2.2.3 Allgemeine Retentionsprinzipien	12
2.2.4 Deckbisspezifische Retentionsmechanismen	13
2.3 Röntgenkephalometrie	15
2.3.1 Kephalemtrische Analysen	15
2.3.2 Die Gesichtshorizontale	16
3. Fragestellung	18
4. Material und Methode	19
4.1 Probandengut	19
4.2 FRS-Analyse	20
4.2.1 Weichgewebsanalyse	27
4.2.2 Analyse der Frontzahnbewegungen	28
4.3 Statistische Auswertung	30

5. Ergebnisse.....	32
5.1 Reproduzierbarkeit der kephalometrischen Methode	32
5.2 Gruppenvergleich der Ausgangsbefunde des Deckbiss- und Norm-kollektivs mittels Kruskal-Wallis-Test	33
5.3 Multiple Regressionsmodelle für die Erklärung des Ausmaßes der Deckbissausprägung.....	36
5.4 Änderung der Inklinatıon der mittleren oberen Inzisivi sowie des Overbite im therapeutischen und posttherapeutischen Intervall	37
5.5 Regressionsmodell für die therapeutische Änderung der morpho-logischen Beziehung zwischen Oberkiefer-1er und Unterlippe.....	39
5.6 Multiples Regressionsmodell für die Erklärung der Rezidivten-denz der therapeutischen Korrektur der Retroinklinatıon der mittleren oberen Inzisivi	39
6. Diskussion	41
7. Zusammenfassung	49
8. Literaturverzeichnis.....	50
9. Anhang.....	55
9.1 Lebenslauf.....	55
9.2 Danksagung.....	56

1. Einleitung

Der Deckbiss wird als sehr rezidivfreudige Anomalie angesehen. In diesem Zusammenhang konnte kürzlich im Rahmen von Lippendruckmessungen die große Bedeutung einer hohen Lippenschlusslinie (LipL) als ätiologischer Faktor für die Retroinklination der mittleren oberen Inzisivi nachgewiesen werden (Lapatki et al. 2002*)*. Es lag daher die Vermutung nahe, dass sich eine posttherapeutisch hohe LipL ebenso negativ auf die Behandlungsstabilität nach kieferorthopädischer Korrektur des Deckbisses auswirken könnte.

Die vorliegende Studie prüft zuerst die morphologischen Charakteristika der Deckbisserscheinung mittels einer röntgenkephalometrischen Analyse, die vor allem auch die Weichgewebe mit einschließt. Hierbei soll unter anderem die in vielen vorangegangenen Studien nachgewiesene hohe LipL bei Deckbisspatienten (Fletcher 1975*; Luffingham 1982*; Binda et al. 1994*; Karlsen 1994*; Schweitzer und Pancherz 2001*; Kinzel et al. 2002*; Lapatki et al. 2002*) bestätigt werden.

Basierend auf klinischen Beobachtungen sowie in Anlehnung an die ätiologischen Zusammenhänge werden ein Ungleichgewicht zwischen den Lippenweichteilen und der erzielten Frontzahnstellung bzw. ein verstärkter Unterlippendruck auf die oberen Frontzähne, verursacht durch eine hohe LipL, als Rezidivfaktoren in Betracht gezogen (Luffingham 1982*; Binda et al. 1994*; Schweitzer und Pancherz 2001*; Kinzel et al. 2002*; Lapatki et al. 2002*). Jedoch konnten die entsprechenden kausalen Zusammenhänge bis dato wissenschaftlich nicht nachgewiesen werden. Ziel des zweiten Teils dieser Arbeit war eine quantitative Untersuchung von Rezidivfaktoren nach therapeutischer Korrektur des Deckbisses. Dabei sollte insbesondere die Bedeutung der posttherapeutischen Höhe der LipL im Vergleich zu anderen möglichen Rezidiv verursachenden Faktoren (wie z.B. Parameter der Weichteilmorphologie, therapeutische Faktoren sowie qualitative oder zeitliche Faktoren der Retention) evaluiert werden.

Im Falle eines nachgewiesenen Zusammenhangs müsste die Herstellung einer physiologischen Beziehung zwischen Oberkieferfrontzähnen und Unterlippe als eines der wichtigsten Behandlungsziele angesehen werden.

* Das Sternchen hinter dem Erscheinungsjahr markiert Studien zur Angle-Klasse-II/2, welche aufgrund der Ähnlichkeit der Anomalie mit dem Deckbiss (siehe Abbildung 1) auch für diese Arbeit relevant sind.

2. Theoretische Grundlagen

2.1 Der Deckbiss

Der Deckbiss ist eine Okklusionsanomalie, die einhergeht mit einer ausgeprägten Retroinklination von zwei oder mehr Oberkieferschneidezähnen und einem tiefen Biss. Er gilt als schwer behandelbar und sehr rezidivgefährdet. Zu dieser speziellen Anomalie existieren vergleichsweise wenige Studien, die fast ausschließlich aus dem deutschsprachigen Raum stammen. Das hängt sicherlich damit zusammen, dass die deutsche Bezeichnung „Deckbiss“ bzw. die wörtliche englische Übersetzung „coverbite“ im angelsächsischen Schrifttum eher wenig verbreitet sind. Viele Autoren verwenden den Term auch als Synonym für die Angle-Klasse-II/2, was insofern problematisch ist, als der Deckbiss grundsätzlich auch ohne Distalbiss auftreten kann. Andererseits sind für den Deckbiss, aufgrund der großen Überlappung der Symptome (siehe Abbildung 1), auch Studien über die Angle-Klasse-II/2 relevant. Zur Unterscheidung sind diese mit einem Stern (*) gekennzeichnet.

Epidemiologische Studien sprechen für eine Prävalenz des Deckbisses im bleibenden Gebiss von etwa 7% (Schulze 1993).

Angle-Klasse-II/2 / Deckbiss

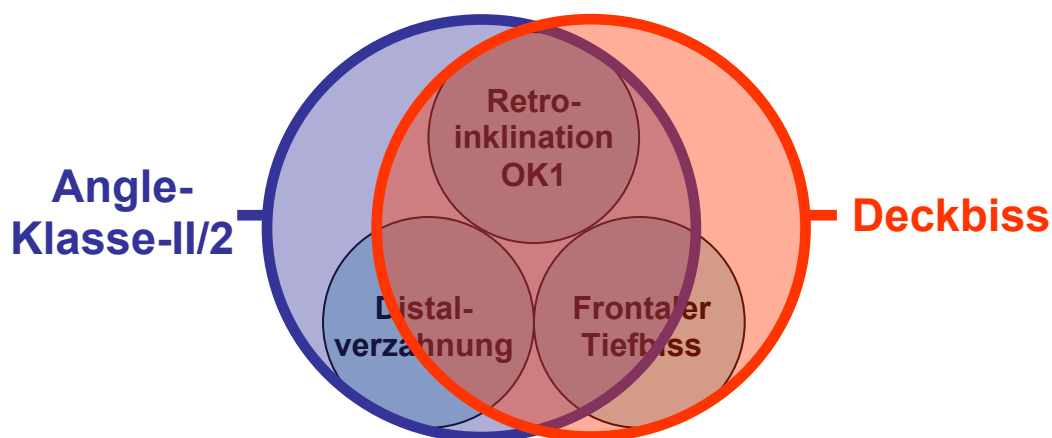


Abbildung 1. Die Symptome des Deckbisses und der Angle-Klasse-II/2 und ihre Überschneidungen.

2.1.1 Diagnostik

2.1.1.1 Klinisches Erscheinungsbild

2.1.1.1.1 Intraoral

Leitsymptom des Deckbisses ist die Palatinalkipfung mindestens zweier oberer Schneidezähne. Der kurze, frontal abgeflachte Zahnbogen des Oberkiefers gilt dabei als typisches klinisches Erscheinungsbild der Anomalie (Jonas 2000*). Die Palatinalkipfung der Frontzähne führt oft zu einem Engstand. Es gibt aber auch Fälle mit lückiger Front, was auf ein kleines Zahnmaterial bei normal entwickelten Raumverhältnissen im dentoalveolären Bereich zurückgeführt wird (Peck et al. 1998*; Kaiser 2002*). Abhängig vom Ausmaß der Fehlstellung im anterioren Oberkiefer können vier Varianten des Deckbisses unterschieden werden (Jonas 2000*):

- Steilstand der Einser bei Labial- oder Normstand der Zweier
- Steilstand der vier Inzisivi und Vestibulärstand der Eckzähne
- Steilstand aller sechs Frontzähne
- Gemischte Form mit einseitigem Steilstand der Inzisivi

Im Unterkiefer stehen die Schneidezähne je nach Ausprägungsgrad der frontalen Fehlstände im Oberkiefer nach lingual gekippt. Sie können aber auch achsengerecht stehen, wenn ihnen infolge einer stärker ausgeprägten Klasse II genügend Raum in der Sagittalen zur Verfügung steht.

Als zweites charakteristisches Merkmal des Deckbisses gilt ein ausgeprägter frontaler Überbiss, so dass man bei geschlossenen Kiefern wenig oder gar nichts von den unteren Inzisivi sieht (Mayrhofer 1912).

2.1.1.1.2 Extraoral

Der Deckbiss wird oft mit einer prominenten Nasen- und Kinnausbildung sowie mit einer Retroposition der Lippen und einer ausgeprägten Supramentalfalte in Verbindung gebracht (Jonas 2000*). Zudem wird ihm teilweise eine typische Lippenmorphologie zugeordnet (van der Linden und Boersma 1988*). Die Unterlippe soll demnach eher hoch, stark ausgebildet und ggf. aufgerollt sein. Die Oberlippe soll verhältnismäßig kurz sein. Als charakteristisch

wird auch eine hohe Lippenschlusslinie (LipL), die im Bereich der zervikalen Hälfte der oberen Inzisivi verläuft, gesehen (Fletcher 1975*; Luffingham 1982*; Binda et al. 1994*; Karlsen 1994*; Schweitzer und Pancherz 2001*; Kinzel et al. 2002*; Lapatki et al. 2002*).

2.1.1.2 Röntgenkephalometrischer Befund

In der Literatur besteht Uneinigkeit bezüglich der dentoskelettalen Morphologie des Deckbisses. Als Merkmale dieser Anomalie werden genannt:

- eine horizontale Wachstumsrichtung (Renfroe 1948*; Brezniak et al. 1998*; Peck et al. 1998*; Kinzel et al. 2002*), die sich u.a. ausdrückt in
 - einem kleinen Kieferwinkel (Renfroe 1948*; Droschl 1974; Brezniak et al. 1998*),
 - einem verringerten SN-MeGo (Brezniak et al. 1998*; Peck et al. 1998*) und
 - einem verringerten Basiswinkel (Mills 1973*)
- eine kleine untere vordere Gesichtshöhe (Mills 1973*; Karlsen 1994*; Pancherz und Zieber 1998)
- eine mandibuläre Retrusion (Rücklage des B-Punktes) (Mills 1973*; Fischer-Brandies et al. 1985*; Karlsen 1994*) und daraus resultierende
 - Tendenz zu einer skelettalen Klasse II (vergrößerter ANB) (Mills 1973*), wobei
 - das knöcherne Pogonion eher orthognath eingebaut ist (Renfroe 1948*; Fischer-Brandies et al. 1985*; Peck et al. 1998*), so dass oft nur
 - ein retraler Einbau des dentoalveolären Komplexes der Mandibula vorliegt (Karlsen 1994*)
- Im Oberkiefer stehen die Frontzähne in Bezug zur vorderen Schädelbasis bzw. zum Spinaplanum charakteristischerweise retroinkliniert, während die Stellung der unteren Inzisivi variiert.
- Der Interinzisalwinkel ist immer vergrößert (Karlsen 1994*; Pancherz und Zieber 1998; Peck et al. 1998*).

2.1.2 Ätiologie - Pathogenese

Der Deckbiss gilt als eine Okklusionsanomalie auf erblicher Grundlage, die für die nachfolgenden Symptome diskutiert wird.

2.1.2.1 Oberkieferfrontzahnstellung

Korkhaus sieht den Deckbiss als Symptom einer bestimmten Gesichtsschädelanomalie, die mit einer Überentwicklung des gesamten Mittelgesichts in anteroposteriorer Richtung einhergeht, wodurch das typische Großnasenprofil entsteht. Außerdem soll daraus auch eine Neigung der Zahnkeime im Oberkiefer resultieren, mit der die charakteristische Oberkieferfrontzahnstellung erklärt werden kann (Korkhaus 1931). Auch Fränkel und Falk (1967) vermuteten, dass die Retrusion der oberen Inzisivi durch eine charakteristisch invertierte Keimlage der Zähne erblich bedingt sei. Ihre Beobachtungen deckten sich aber mit denen von Fletcher, nach dem die Retroinklination erst mit bzw. nach Zahndurchbruch eintritt, wofür dieser den großen Einfluss der Weichteile im dentoalveolären Bereich, speziell der Lippen, verantwortlich macht (Fletcher 1975*). Auch viele andere Autoren erklären die Retroinklination mit dem verstärkten Einfluss der Unterlippe, die bei Deckbisspatienten überentwickelt und hypervalent sein soll (vgl. 2.1.2.2.).

Ein weiteres Erklärungsmodell gründet auf einer rein morphologischen Besonderheit der Oberkieferfrontzähne. Diese stehen nicht wirklich nach palatinal gekippt, sondern weisen einen vergrößerten Collumwinkel (= Abwinklung der Kronen nach palatinal im Bereich des Zahnhalses) auf. Diese dentale Abweichung kann zwar existieren (Delivanis und Kuftinec 1980*), scheint aber zumindest bei der überwiegenden Zahl der Fälle nicht kausal für die Entstehung der meisten Deckbissfälle verantwortlich zu sein.

Peck und Peck schreiben der Tatsache, dass beim Deckbiss zu schmale Zähne - zumindest in der Oberkiefer- und Unterkieferfront - auftreten, den entscheidenden ätiologischen Einfluss zu. Das daraus resultierende Platzüberangebot ermögliche es den Oberkieferfrontzähnen überhaupt erst, beim Durchbruch nach palatinal zu kippen. Die Autoren sehen den Deckbiss als typische „Zivilisationskrankheit“, da einerseits bei Primaten durch die Abrasion in der vertikalen Dimension nie ein tiefer Biss entstehen würde und sich andererseits aufgrund der immer weicherer Nahrung das Zahnmaterial im Laufe der Evolution reduziere (Peck et al. 1998*). Die verringerten Zahnbreiten bei Deckbisspatienten konnten auch in einer aktuellen

Freiburger Studie nachgewiesen werden, nicht jedoch deren klinische Relevanz (Kaiser 2002*).

2.1.2.2 Weichteilmorphologie und –funktion im dentoalveolären Bereich

Einigkeit besteht in vielen Studien zum Deckbiss über das Vorliegen einer nach kranial verschobenen LipL und somit einer verstärkten Überlappung von Oberkieferfrontzähnen und Unterlippe (Fletcher 1975*; Luffingham 1982*; Karlsen 1994*; Schweitzer und Pancherz 2001*; Lapatki et al. 2002*). Für das Zustandekommen dieses Phänomens existieren jedoch unterschiedliche Erklärungsmodelle. Nicol sieht die Ursache in einer Supraposition der Oberkieferinzisivi und dem gleichzeitigen Vorliegen einer kurzen Oberlippe (Nicol 1954). Auch van der Linden und Boersma bringen den Deckbiss mit einer typischen Lippenmorphologie in Zusammenhang, bei der die Oberlippe eher kurz und die Unterlippe lang ist (van der Linden und Boersma 1988*). Für Jarabak scheint die Prämaxilla eine vergrößerte vertikale Höhe zu haben (Jarabak 1972*). Im Gegensatz dazu fand Fletcher bei Klasse-II/2-Patienten sowohl hinsichtlich des oberen dentoalveolären Komplexes als auch der Unterlippenlänge selbst verringerte vertikale Höhen. Für ihn kommt die hohe LipL eher durch die Proportionen von Hart- und Weichgewebsstrukturen als durch ungewöhnliche Einzelmesswerte zustande. Wichtig in diesem Zusammenhang scheint ihm auch die Vorwärtsrotation des Unterkiefers, wodurch sich die Unterlippe nach außen kehrt (die Unterlippen Dicke nimmt zu) und die Mentolabialfalte vertieft wird (Fletcher 1975*).

Neben der höheren Lage der LipL vermuteten viele Autoren in ihren Untersuchungen von Deckbissfällen auch eine signifikante Steigerung des Lippendrucks, v. a. der Unterlippe. Diese Annahme konnten Lapatki et al. (2002*) in einer aktuellen Studie mit speziell dafür entwickelten Miniaturdrucksensoren bestätigen. Dabei ist der Druck nicht auf eine erhöhte Muskelaktivität zurückzuführen, sondern auf die hohe LipL: je höher die LipL, desto höher der inzisal auf den Zahn wirkende Lippendruck, desto niedriger der zervikal auf den Zahn wirkende Lippendruck und desto größer der lingual kippende Effekt auf die oberen Schneidezähne.

2.1.2.3 Tiefbiss

Bedingt durch die nach palatinal gerichtete Achsenstellung der oberen Schneidezähne und die häufig zu findende Rücklage des unteren Zahnbogens stellt sich bei Deckbisspatienten beim

Durchbruch der Frontzähne oft keine stabile Frontzahnabstützung ein (Karlsen 1994*). Die Folgen erklären sich aus Björks Implantatstudie, in der die charakteristischen Wachstumsvorgänge im Ober- und Unterkiefer beschrieben werden, die zum Tiefbiss führen (Björk und Skieller 1972). Das Wachstum des Oberkiefers erfolgt danach zum einen an den Suturen der Schädelbasis und zum anderen durch Knochenapposition im Bereich der Alveolarfortsätze, was in räumlichem Bezug zur Schädelbasis eine Verlagerung nach ventral und kaudal bewirkt. Das Unterkieferwachstum ist zum größten Teil durch Verlängerung des aufsteigenden Astes geprägt (Wachstum im posterioren Unterkieferbereich nach kranial und ventral). Nach Durchbruch der oberen und unteren Frontzähne bilden diese im Normalfall eine funktionell stabile vertikale und sagittale sogenannte interinzisale Abstützung, um welche der Unterkiefer mit fortschreitendem Wachstum rotiert. Dabei nimmt die hintere Gesichtshöhe zu. Kompensatorisch eruptieren die Seitenzähne weiter als die Frontzähne. Von der Schädelbasis aus betrachtet, bewegt sich der Unterkiefer nach vorne unten. Stellt sich beim Durchbruch der Frontzähne keine stabile interinzisale Okklusion ein, liegt das Zentrum der Unterkieferrotation weiter hinten, meist im distalen Bereich der Stützzone. Somit bewegt sich der zahntragende Unterkieferkörper mesial des Rotationszentrums nach oben, distal davon nach unten. Dadurch klaffen die Kiefer im Seitenzahnbereich weniger auseinander und die dentoalveoläre Kompensation fällt geringer aus. So lässt sich die Diskrepanz in der Höhenentwicklung des dentoalveolären Komplexes zwischen Front- und Seitenzähnen erklären. Der Unterkiefer bewegt sich, von der Schädelbasis aus betrachtet, nach vorne oben; der Biss vertieft sich skelettal.

Zusätzlich dürften bei der Ätiologie des tiefen Bisses beim Deckbiss auch dentale Faktoren eine wichtige Rolle spielen. So führt die aufrechte Position der Inzisivi unmittelbar zu einer Vergrößerung des Overbite (Mills 1973*; Karlsen 1994*; Parker et al. 1995*). Eine durch fehlende okklusale Stopps verschuldete Elongation der Frontzähne, die den Tiefbiss zusätzlich verstärkt, wurde nicht in allen Studien nachgewiesen. Smeets (1962*) fand den anterioren Teil der Maxilla eher unterentwickelt und auch die anteriore Höhe des dentoalveolären Komplexes im Unterkiefer nicht erhöht. Er sah die Ursache des tiefen Bisses in einer verkürzten Mandibula, wodurch die Unterkieferfrontzähne in eine höhere Position kommen. Brezniak et al. fanden den vorderen unteren dentoskelettalen Komplex verkürzt. Sie erklärten den Tiefbiss mit einem horizontalen Wachstumsmuster und einer extremen skelettalen anterioren Rotation des Unterkiefers, d.h. der Tiefbiss ist nach diesen Untersuchern bei den Anomalien oft skelettal verankert (Brezniak et al. 1998*).

2.1.3 Therapieziele

Als wesentliche Behandlungsziele für eine erfolgreiche Therapie des Deckbisses werden in der Literatur angegeben (Jonas 2000*):

- Beseitigung der Palatinalinversion der Oberkieferfrontzähne und korrekte Achsenposition der oberen und unteren Inzisivi mit optimaler Abstützung
- Ausformung bestehender dentaler Engstände
- Einstellung der intermaxillären Beziehungen in Neutralbiss
- Heben des Tiefbisses
- Schaffung eines Gleichgewichtes zwischen umgebenderfazialer Muskulatur und den dentalen/skelettalen Strukturen

Der letzte Punkt wird in der Praxis eher weniger beachtet; so schließen z.B. die meisten FRS-Analysen die Beurteilung der perioralen Weichteile nicht mit ein.

2.1.3.1 Therapiemöglichkeiten und Behandlungsbeginn

Der optimale Behandlungsbeginn liegt im frühen Wechselgebiss (Fränkel und Falk 1967; van der Linden und Boersma 1988*). Dabei sollte die Retroinklination der oberen mittleren Schneidezähne bereits während ihres Durchbruchs mit einem abnehmbaren Gerät korrigiert und gleichzeitig die vertikale Eruption der Zähne kontrolliert werden (Fränkel 1967). Somit wird von Anfang an einer Progredienz der Anomalie und dadurch eventuell auftretenden Folgeerscheinungen wie z.B. der Ausbildung eines distalen Zwangsbisses vorgebeugt. Vorteilhaft können zu diesem Zeitpunkt auch bevorstehende Wachstumsschübe und der sogenannte Leewaysspace zur Einstellung von Klasse-I-Verhältnissen genutzt werden. Gleichzeitig kann das Vertikalwachstum der lateralen Alveolarfortsätze, das während des Zahndurchbruchs besonders hoch ist, im Sinne einer Bisshebung therapeutisch beeinflusst werden (Jonas 2000*).

Dementsprechend sind bei einem Behandlungsbeginn am Ende der Wechselgebissphase bzw. im frühen bleibenden Gebiss die therapeutischen Möglichkeiten vor allem bei Mädchen bereits eingeschränkt. Ab diesem Zeitpunkt beginnt die orthodontische Behandlung mit aktivmechanischer Verschiebung von Einzelzähnen und Zahngruppen in den Vordergrund zu rücken (Jonas 2000*).

Bei Heranwachsenden besteht, wie oben schon erwähnt, die Möglichkeit der Anwendung funktionskieferorthopädischer Apparaturen. Ein verbreitetes Therapiekonzept ist, zuerst die Oberkieferschneidezähne nach labial zu kippen und anschließend den Unterkiefer mit Hilfe funktionskieferorthopädischer Geräte nach anterior zu verlagern. Gleichzeitig soll die funktionelle Behandlung den Tonus der perioralen Weichteile dahingehend beeinflussen, dass eine achsengerechte stabile obere Frontzahneinstellung möglich wird (Jonas 2000*). Jedoch gilt eine Deckbissstherapie mit ausschließlich herausnehmbaren funktionskieferorthopädischen Geräten als schwierig und nicht besonders Erfolg versprechend (Rutter und Witt 1990*; Eckardt et al. 1995*).

Aufgrund der Tatsachen, dass bei der Deckbissanomalie die Schneidekanten der Oberkieferinzisivi gewöhnlich in Bezug zur Fazialebene richtig stehen (Droschl 1974) und die Unterlippe durch verstärkte Überlappung mit den Oberkieferfrontzähnen einen erhöhten Druck auf diese ausübt (Lapatki et al. 2002*), sollte der Steilstand der Inzisivi eher durch palatinalen Wurzel-torque ausgeglichen werden (Kinzel et al. 2002*). Frontale Engstände im Oberkiefer werden dabei nach distal hin aufgelöst. Dies geschieht entweder a) durch Distalisation des oberen Zahnbogens oder b) durch Extraktion der oberen ersten Prämolaren (Jonas 2000*).

Für die Distalisation der oberen Seitenzähne eignet sich unter anderem der zervikale Head-gear (van der Linden und Boersma 1988*). In einigen Fällen führt das vergrößerte Platzangebot zur Spontankorrektur der Inklination der oberen Inzisivi. Oft aber muss die Therapie zur Erreichung aller oben erwähnten Behandlungsziele abschließend mit einer festsitzenden Apparatur weitergeführt werden (Jonas 2000*). Dies hängt vor allem mit dem noch vorhandenen frontalen Tiefbiss zusammen.

Die Extraktionstherapie ist allgemein bei Engständen $> 3,5$ mm/Quadrant in Erwägung zu ziehen und beinhaltet auch die Notwendigkeit einer anschließenden festsitzenden Behandlung (Jonas 2000*).

Die Vorteile bei dem aufgeführten Behandlungskonzept sind die vergleichsweise guten Langzeitergebnisse, die Nachteile mögliche negative Auswirkungen auf das Profil (konkaver Profilverlauf) (Jonas 2000*).

Da eine funktionskieferorthopädische Behandlung bei Erwachsenen wenig Erfolg verspricht, dominiert bei der Deckbissbehandlung im bleibenden Gebiss die festsitzende Therapieform. Um den negativen Einfluss der Unterlippe auf die Oberkieferfrontzähne nicht noch zu verstärken, sollte auch hier zur achsengerechten Einstellung der oberen Inzisivi dem palatinalen Wurzel-torque mit gleichzeitiger Intrusion der Vorzug gegeben werden gegenüber der reinen

Protrusion (Kinzel et al. 2002*). Der Platz für die nötige Distalbewegung des anterioren Zahnbogensegments zur Lockerung der frontalen Engstände kann auf drei Arten gewonnen werden (Jonas 2000*):

- Distalisation der 1. und 2. Molaren
- Distalisation der 1. Molaren nach Exzision der 2. Molaren
- Distalisation des anterioren Segments nach Exzision der 1. Prämolaren

Die Prämolarenexzision macht zwar die Korrektur der frontalen Engstände vergleichsweise einfach, wirkt sich aber negativ auf den Profilverlauf (weitere Abflachung) und den vertikalen Überbiss aus (Stellzig et al. 1999*).

Zur Korrektur des tiefen Bisses können die Zahnbögen auf drei Arten nivelliert werden (Jonas 2000*):

- Absolute Intrusion der Schneidezähne
- Intrusion der Schneidezähne in Kombination mit einer Extrusion der Seitenzähne
- Isolierte Extrusion der Seitenzähne

Wegen der besseren Langzeitergebnisse und aufgrund der morphologischen Beziehungen ist in vielen Fällen der isolierten Frontzahnintrusion der Vorzug zu geben, da diese keine negativen Auswirkungen auf die Unterkieferposition mit sich bringt (Burzin und Nanda 1993). Eine isolierte Seitenzahnextrusion führt nach Wachstumsende zu einer Dorsokaudalschwenkung des Unterkiefers und einer vergrößerten sagittalen Frontzahnstufe. Zudem wird der Seitenzahnextrusion wie auch der Nivellierung der Speekurve durch Seitenzahnextrusion und Frontzahnintrusion mangelnde Stabilität nachgesagt (Jonas 2000*).

Zur Einstellung der Neutralverzahnung kann bei noch nicht abgeschlossenem Wachstum eine Vorverlagerung des Unterkiefers z.B. durch die Anwendung des Herbst-Scharniers (Schweitzer und Panzerz 2001*) oder von Klasse-II-Gummizügen erreicht werden (Ferreira 1998*). Im Erwachsenenalter ist nur noch eine dentoalveoläre Kompensation möglich, es sei denn, es liegt ein distaler Zwangsbiss vor. In letzterem Fall stellt sich der Unterkiefer nach Beseitigung der okklusalen Interferenzen durch Ausformung der Zahnbögen oft von selbst nach mesial ein (Jonas 2000*). Ansonsten wird die Klasse-I-Relation durch Anpassung des Oberkieferzahnbogens an die Unterkieferposition durch Distalisationstherapie erreicht (Jonas 2000*). Diese birgt jedoch, wie oben bereits erwähnt, die Gefahr der Profilverschlechterung in sich. Alternativ bleibt dem erwachsenen Patienten nur die chirurgische Lagekorrektur des Unterkiefers nach präoperativer orthodontischer Behandlung.

2.2 Stabilität und Rezidiv

Das menschliche Gebiss unterliegt lebenslang einer gewissen Dynamik, was zahlreiche Kurz- und Langzeitstudien nachgewiesen haben (Kahl-Nieke 2002). Eine Stabilität im Sinne einer Unveränderlichkeit eines bestehenden Befundes kann es somit nicht geben. Das stomatognathe System erlangt aber eine relative Stabilität, wenn es sich in einem morphologisch funktionellen Gleichgewicht der Kräfte befindet (Weinstein et al. 1963; Proffit 1978). Dieser Zustand sollte nach jeder kieferorthopädischen Behandlung angestrebt werden, um Rezidive zu vermeiden. Unter einem Rezidiv versteht man in der Kieferorthopädie eine nach Abschluss der Behandlung eintretende rückläufige (Zahn-)Bewegung in Richtung der ursprünglichen Dysgnathie (Häupl 1957).

2.2.1 Geschichtlicher Rückblick

Die Diskussion über die Behandlungsstabilität begann bereits im 19. Jahrhundert mit Angell (1860), der nach einem Gaumennahterweiterungsverfahren auf die Notwendigkeit der „Erhaltung des geschaffenen Raumes“ hinwies. Während Angle 1899 noch die völlige Immobilisierung mittels Schienen nach kieferorthopädischer Korrektur empfahl (Angle 1899), proklamierte er 1907 die völlige Bewegungsfreiheit für die kieferorthopädisch bewegten Zähne, mit Ausnahme derjenigen Richtung, aus der der Zahn bewegt wurde (Angle 1907). Im Jahre 1942 stellte Waldron die Notwendigkeit optimaler Zahnkontakte für einen dauerhaft stabilen Behandlungsabschluss heraus (Waldron 1942). Außerdem forderte er eine Überkorrektur und wies besonderes auf den Einfluss der dritten Molaren hin. Von der Dominanz des ursprünglichen dentofazialen Wachstumsmusters überzeugt, sah Fischer die Notwendigkeit der Retention bis Ende der größten Wachstumsaktivität. Für ihn waren prä- und posttherapeutische Stabilität Ergebnis eines Gleichgewichtszustandes zwischen den Komponenten des dentofazialen Komplexes (Fischer 1943). 1951 entwarf Rogers die Hypothese vom funktionellen Faktor als Rezidivursache (Rogers 1951). Die Bedeutung der Funktion für das Rezidiv wurde auch von Brodie betont, wobei er vor allem die dreidimensionale Rolle der Muskelkräfte ansprach (Brodie 1948). In dem 1960 von Riedel verfassten Übersichtsartikel zur Retention, spricht dieser von einer unvorhersehbaren und unkontrollierbaren natürlichen Tendenz zur Gebissveränderung, welche zusätzlich zum

Rezidiv nach kieferorthopädischen Zahnbewegungen auftrete. Als Gründe nennt er die Gesichtsreifung und das lebenslange Anpassungsvermögen des Gebisses (Riedel 1960).

2.2.2 Einflussfaktoren auf die Stabilität

Bereits der **Ausgangsbefund** lässt Rückschlüsse auf die zu erwartende Stabilität des Behandlungsergebnisses zu. Hierbei spielen a) die Art der Anomalie (erworben oder hereditär) und b) der Ausprägungsgrad derselben eine entscheidende Rolle. Abhängig davon erfolgt die Wahl der **Therapie**, die wiederum je nach Art (z.B. Ex / Non Ex) und Umfang großen Einfluss auf die posttherapeutische Rezidivwahrscheinlichkeit nehmen kann. Zur richtigen Einschätzung der Dauerhaftigkeit des erreichten Behandlungsergebnisses gibt nicht zuletzt auch der **Abschlussbefund** wertvolle Hinweise. Wichtige Einflussfaktoren hierbei sind die Zahnstellung und die funktionelle Okklusion nach Behandlung, das noch zu erwartende Wachstum in Ausmaß und Richtung sowie das Verhältnis der morphologischen und funktionellen Kräfte zueinander.

2.2.3 Allgemeine Retentionsprinzipien

Nach der aktiven Therapie, die darauf abzielen sollte, eine perfekte Okklusion innerhalb der physiologischen Muskelbalance und ein gutes Verhältnis der Kieferbasen zueinander zu schaffen, dient die Retention als Schlussphase der kieferorthopädischen Behandlung der Konsolidierung des neuen morphologisch-funktionellen Gleichgewichts (Canut und Plasencia 1986). Dabei gelten nach Kahl-Nieke (Kahl-Nieke 2002) folgende Grundregeln:

- Zähne, die bewegt wurden, sollten retiniert werden, da sie die Tendenz haben, sich in ihre alte Position zurückzubewegen.
- Das Ausschalten der Ursachen für eine Dysgnathie (z.B. Habits) beugt dem Rezidiv vor.
- Überkorrektur hat sich bei vielen Anomalien (z.B. Tiefbiss, Rotationen und Klasse III) bewährt und sollte zur Sicherheit durchgeführt werden.
- Eine ausreichende Retentionsdauer für die Reorganisation von Hart- und Weichgewebe sollte eingehalten werden.

- Korrekturen, die während des Wachstums durchgeführt werden, zeigen weniger Rezidive als andere.
- Die Zahnbogenform und -breite, vor allem diejenige des Unterkiefers, sollte möglichst nicht verändert werden, da in vielen Studien gezeigt wurde, dass kieferorthopädisch veränderte Zahnbögen in Richtung ihrer ursprünglichen Form rezidivieren.
- Bezüglich der Frage, ob eine perfekte Okklusion generell eine erfolgreiche Langzeitstabilität gewährleistet, gibt es keine Übereinstimmung. Sie trägt aber zumindest dazu bei, die Zähne in ihrer korrigierten Position zu halten.

2.2.4 Deckbisspezifische Retentionsmechanismen

Auch beim Deckbiss sind die sichere Neutralverzahnung im Prämolaren- und Eckzahnbereich sowie insbesondere die korrekte Achsenposition der oberen und unteren Schneidezähne mit optimaler Abstützung der unteren Schneidekanten in den palatinalen Schaufeln der oberen Inzisivi stabilitätsfördernd und somit Ziel der aktiven Therapie (Riedel 1960; Mills 1973*; Burzin und Nanda 1993). Dies gilt unabhängig von der ursprünglichen Bisslage bzw. Okklusion, denn auch beim Deckbiss mit Neutralokklusion bzw. –bisslage spielt die möglichst perfekte sagittale und vertikale Relation der Inzisivi eine übergeordnete, stabilitätsunterstützende Rolle (Kahl-Nieke 2002).

Ebenfalls unabhängig von der Bisslage wird für den Deckbiss in der Literatur eine hohe Rezidivgefahr bezüglich der Inklination der Oberkiefer- (und Unterkiefer-) Inzisivi sowie des Engstandes und des Tiefbisses beschrieben (Jonas 2000*).

Als Hauptursache für die wieder auftretende Lingualkippung der oberen Inzisivi kommt das Fehlen einer therapeutisch erzielten Balance zwischen dem perioralen Weichgewebe und der Schneidezahnstellung in Betracht. So wird in den meisten Studien auf die Wichtigkeit der Verringerung der Überlappung der Unterlippe mit den Oberkieferfrontzähnen hingewiesen (Binda et al. 1994*; Schweitzer und Pancherz 2001*; Lapatki et al. 2002*). Ebenso soll es sich günstig auf die Langzeitprognose auswirken, wenn die Inklination der Oberkiefer-schneidezähne nicht durch Protrusion, sondern durch eine Torquebewegung korrigiert wird, da die Schneidekanten der Oberkieferinzisivi nach Droschl beim Deckbiss trotz Retroinklination in Bezug zur Fazialebene richtig stehen (Kinzel et al. 2002*). Treten in der oberen Front durch hypoplastische seitliche Schneidezähne Lücken auf, sollten diese Zähne mesiodistal aufgebaut werden, um durch verbesserte Approximalkontakte die Stabilität der

erzielten Zahnstellung zu steigern (Peck et al. 1998*). Ein weiterer oft erwähnter wichtiger Faktor für ein stabiles Behandlungsergebnis ist die Reduktion des Interinzisalwinkels (Riedel 1960; Mills 1973*; Berg 1983*; Burzin und Nanda 1993; Binda et al. 1994*; Schweitzer und Pancherz 2001*). Dieser sollte nach Berg kleiner als 140° sein (Berg 1983*).

Für die Stabilität der Tiefbisskorrektur scheint unter anderem auch die Art der angewandten Behandlungstechnik von Bedeutung zu sein. So beschreiben viele Untersucher nach isolierter Intrusion der Schneidezähne eine geringere Rezidivtendenz als bei Molarenextrusion mit gleichzeitiger Schneidezahnintrusion (Berg 1983*; Diedrich 1990; Weiland et al. 1992; Hans et al. 1994; Parker et al. 1995*). Im Hinblick auf die Wachstumsrichtung korrelieren eine vertikale Tendenz mit einem stabilen und eine horizontale Tendenz mit einem rezidivierenden Overbite (Simons und Joondeph 1973). Im letzteren Falle ist die klinische Schlussfolgerung die Verlängerung der Retentionsphase bis zum 20. Lebensjahr. Dies gilt insbesondere für männliche Patienten (van der Linden und Boersma 1988*; Binda et al. 1994*). Für eine lange Retentionszeit beim Deckbiss spricht auch das Erreichen einer ausreichenden Weichgewebeadaptation (Schweitzer und Pancherz 2001*). In einigen Fällen wird sogar eine permanente Retention im Unterkiefer gefordert (Selwyn-Barnett 1996*; Kinzel et al. 2002*). Da eine gewisse Rückstellungstendenz der Oberkieferinzisivi „vorprogrammiert“ zu sein scheint, sprechen sich die meisten Autoren für eine Überkorrektur derselben aus (Riedel 1960; Simons und Joondeph 1973; Burzin und Nanda 1993).

Als Retentionsgeräte sind indiziert (Kahl-Nieke 2002):

- funktionskieferorthopädische Apparaturen mit vertikalem Frontzahnaufbissplateau
- Retentionsplatten im Oberkiefer (mit Aufbiss zur Hemmung der Vertikalentwicklung der unteren Inzisivi)
- geklebter Lingualretainer von Eckzahn zu Eckzahn (bzw. von Prämolaren zu Prämolaren) im Unterkiefer zur Prävention der Lingualkippung der unteren und oberen Inzisivi

2.3 Röntgenkephalometrie

Der Begriff Röntgenkephalometrie bezeichnet die Vermessung des Kopfes anhand von Röntgenaufnahmen (griechisch: kephalé = Kopf; metreín = messen). In der Kieferorthopädie wird sie heutzutage standardmäßig mittels Fernröntgenseitenbild- (FRS-) Analyse durchgeführt. Möglich wurde dies durch die 1931 von Hofrath in Deutschland (Hofrath 1931) und Broadbent in den USA (Broadbent 1931) unabhängig voneinander entwickelten standardisierten Methoden für die Anfertigung solcher FRS-Bilder, auf denen der Schädel verzerrungsarm und nahezu größenrichtig in der Norma lateralis (Darstellungsebene in der seitlichen Ansicht) dargestellt wird. Weitere Verfeinerungen in der Aufnahmetechnik (z.B. Weichteilfilter) machten neben der Abbildung der knöchernen Strukturen auch die des Weichgewebeprofiles möglich. Die Fernröntgenanalyse liefert nach Rakosi (1989) Informationen über:

- Aufbau des Gesichtsschädels
- Beziehungen der Kieferbasen
- Beziehungen der Schneidezahnachsen
- Weichteilmorphologie
- Wachstumstendenz und -richtung
- Lokalisation der Dysgnathie
- Behandlungsmöglichkeiten und –grenzen

Keine Aussagen hingegen erhält man über die Funktion oder über den transversalen Gesichtsschädelaufbau.

Zusammen mit anderen Untersuchungsmethoden führt die Fernröntgenanalyse zur Diagnosestellung, sie erleichtert die Kontrolle des Therapieverlaufs und hilft, das Behandlungsergebnis zu beurteilen und so die Länge der Retentionsphase festzulegen.

2.3.1 Kephalemtrische Analysen

Kephalemtrische Analysen beruhen auf dem Vergleich des Patienten mit einer normalen Referenzgruppe, durch den Differenzen zwischen seinen aktuellen und den für seine ethnische Gruppe erwarteten dentofazialen Verhältnissen entdeckt werden können (Proffit und Fields 2000). Dieses Konzept wurde zum ersten Mal nach dem Zweiten Weltkrieg an der Universität

von Illinois entwickelt und realisiert (Downs 1948): Es basierte auf den skelettalen und fazialen Proportionen einer Referenzgruppe von 25 unbehandelten erwachsenen Weißen, die wegen ihrer idealen dentalen Okklusion ausgewählt wurden. Die für die Downs-Analyse aufgestellten Standards sind heute weitgehend von neueren, auf weniger streng selektierten Gruppen beruhenden Standards abgelöst (Proffit und Fields 2000).

Ein wichtiges Ziel der kephalometrischen Analyse ist die Beschreibung der horizontalen und sagittalen Verhältnisse der fünf funktionellen Hauptkomponenten des Gesichtes zueinander. Diese sind die Schädelbasis, die Maxilla (ohne Alveolarfortsatz und Zähne), die Mandibula (ebenfalls ohne Alveolarfortsatz und Zähne), der dentoalveoläre Komplex der Maxilla und der dentoalveoläre Komplex der Mandibula. Um dieses Ziel zu erreichen, gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten: 1. das Heranziehen von linearen und angulären Messungen und 2. der graphische Ausdruck der normativen Daten. Bei der zweiten Methode wird die dentofaziale Form des Patienten direkt mit der graphischen Referenz (Schablone) verglichen. So können Abweichungen ohne die Durchführung von Messungen entdeckt werden (Proffit und Fields 2000).

Bei denjenigen Analysen, die auf individuellen Messungen basieren, muss bedacht werden, dass alle Einzelmesswerte eines Gesichtes voneinander abhängen. Verschiedene Abweichungen können sich gegenseitig kompensieren. Daher sollte man bei der diagnostischen Beurteilung der Schädelstruktur vor allem die Proportionen und weniger die absoluten Messwerte berücksichtigen (Drescher 2000). Sinnvoll scheint in diesem Zusammenhang auch die Anwendung individualisierter Normwerte (Segner 1989; Franchi et al. 1998), wie z.B. der in der Freiburger Methode nach Rakosi bestimmte individualisierte ANB.

2.3.2 Die Gesichtshorizontale

Zur metrischen Auswertung des Fernröntgenseitenbildes wird zunächst eine Durchzeichnung der wichtigsten anatomischen Strukturen auf Acetatfolie oder im PC angefertigt. Durch die Identifikation kephalometrischer Bezugspunkte können anschließend Winkel- und Streckenmessungen vorgenommen werden.

Die Lokalisation mancher Bezugspunkte ist von der Orientierung des Röntgenbildes bzw. von der Kopfneigung abhängig, wie z.B. das Pogonion (vorderster Punkt des knöchernen Kinns). Somit ist es notwendig, eine horizontale Referenzlinie zu definieren, nach der das FRS bei der

Vermessung ausgerichtet werden kann (Drescher 2000). Grundsätzlich unterscheidet man zwischen intrakranialen und extrakranialen Horizontalebene. Ein Beispiel für eine intrakraniale Bezugsebene ist die oft verwendete Nasion-Sella-Linie. Richtet man das Röntgenbild jedoch nach ihr aus, scheint das Gesicht des Patienten stets nach unten zu blicken, was bei der visuellen Beurteilung des Gesichtsprofils zu Fehleinschätzungen führen kann (Cooke und Wei 1988). Da die natürliche Kopfhaltung keinen Zusammenhang mit internen Schädelstrukturen aufweist, fordert Moorrees (1959) konsequent, ganz auf intrakraniale Bezugsebenen zu verzichten. Vielmehr solle der Patient bei der Aufnahme ohne Zuhilfenahme eines Kephalostaten (d.i. ein Kopfhalter mit zwei Ohroliven, die in die äußeren Gehörgänge eingeführt werden, und einer justierbaren Nasenstütze) eine ungezwungene, „natürliche“ Kopfhaltung einnehmen. Dies erreicht man z.B. dadurch, dass sich der Patient über einen auf Kopfhöhe montierten Spiegel in die eigenen Augen schaut. Der Röntgenfilm kann nun zur Ausmessung horizontal am oberen bzw. unteren Bildrand ausgerichtet werden. Auf diese Art und Weise erhält man eine extrakranial definierte Bezugsebene. Kritiker monieren jedoch die erhöhte Gefahr von Verwackelungs- und Verzerrungsfehlern bei Verzicht auf den Kephalostaten und die Tatsache, dass die habituelle Kopfhaltung einiger Patienten pathologisch bedingte Abweichungen aufweist.

Um diesen Vor- und Nachteilen extra- bzw. intrakranialer Horizontalebene zu begegnen, schlagen Burstone et al. vor, als Gesichtshorizontale eine gegenüber der Nasion-Sella-Verbindungsline um 7° im Uhrzeigersinn geneigte, durch das Nasion verlaufende Linie zu wählen (Burstone et al. 1978). Diese 7° sind ein statistisch ermittelter Durchschnittswert, der den Neigungsunterschied zwischen Nasion-Sella-Linie und natürlicher Kopfhaltung gesunder Patienten widerspiegelt.

3. Fragestellung

Die vorliegende Arbeit beginnt mit einer Analyse der Morphologie des Gesichtsschädels von Patienten mit initial steilstehenden mittleren Oberkieferschneidezähnen und frontalem Tiefbiss (=Deckbisspatienten) sowie einer Kontrollgruppe mit (in dieser Hinsicht) physiologischer Frontzahnstellung. Die Untersuchung soll anhand von Fernröntgenseitenaufnahmen erfolgen und eine genaue Betrachtung der Gesichteweichgewebe, im besonderen der Beziehung zwischen Lippenweichteilen und dentoalveolärem Komplex, miteinschließen.

Hierbei soll zu folgenden Fragen Stellung genommen werden:

- a) Weisen Deckbisspatienten im Vergleich zu Patienten mit physiologischen Frontzahnrelationen bezüglich der vertikalen morphologischen Beziehung zwischen Lippenweichteilen und dentoalveolärem Komplex einen Unterschied auf?
- b) Wo ist im Falle einer Bestätigung dieser Unterschied genau lokalisiert (Hart- oder Weichgewebparameter)? Aus der Lokalisation können evt. Rückschlüsse auf die Ätiologie des Deckbisses gezogen werden. Folgende Möglichkeiten sind dabei in Betracht zu ziehen:
 - Lokalisation in den Lippenweichteilen selbst (absolute Lippenlängen oder Relation von Oberlippen- zu Unterlippenlänge)
 - Vergrößerte dentoalveoläre Höhe im anterioren Bereich des Oberkiefers
 - Verringerte dentoalveoläre Höhe im posterioren Bereich des Unterkiefers mit daraus resultierender Kompression der Lippenweichteile durch nach kranial rotierten Unterkiefer (gleichzeitig vertiefte Mentolabialfalte)

Anschließend beschäftigt sich die Studie mit der Frage, ob die Verbesserung der morphologischen Beziehung zwischen Lippenweichteilen und dentoalveolärem Komplex in Richtung einer physiologischen Beziehung einen Einfluss auf die Stabilität des Ergebnisses einer kieferorthopädischen Therapie hat.

In diesem Zusammenhang werden folgende Punkte diskutiert:

- a) Wie wurde diese Beziehung durch die Therapie verändert?
- b) Wie stark ist das Rezidiv, und wo ist es lokalisiert?
- c) Welcher Zusammenhang besteht zwischen a) und b)?
- d) Welcher Zusammenhang besteht zwischen b) und anderen Parametern wie etwa zeitliche und qualitative Retentionsfaktoren?

4. Material und Methode

Es handelt sich bei dieser Untersuchung um eine retrospektive, röntgenkephalometrische Studie.

4.1 Probandengut

Aus dem Patientengut der Abteilung für Kieferorthopädie der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde des Universitätsklinikums Freiburg i. Br. wurden eine Deckbissgruppe und eine Kontrollgruppe zusammengestellt.

Aufnahmekriterien für das Deckbisskollektiv waren ein Steilstand der oberen Front mit dem Winkel $\underline{1}$ -SN $< 98^\circ$ und ein tiefer Biss von mindestens 4 mm im Ausgangsbefund bei vollständig durchgebrochenen mittleren oberen Inzisivi. Als weitere wichtige Voraussetzung mussten von jedem Patienten zu folgenden Zeitpunkten FRS-Aufnahmen vorhanden sein:

- vor Behandlungsbeginn (T1)
- zum Abschluss der aktiv-mechanischen Therapie (T2)
- nach Beendigung der Retentionsphase (T3)

Der Zeitraum zwischen T2 und T3 sollte dabei mindestens 10 Monate betragen. Zudem mussten alle Bilder in habitueller Okklusion und bei locker geschlossener Lippenhaltung angefertigt worden sein.

Diese Bedingungen wurden von 43 Deckbisspatienten erfüllt. 24 davon waren weiblich und 19 männlich.

Bei 31 Patienten wurde die aktive Behandlung im Wechselgebiss begonnen. Das Alter zu Behandlungsbeginn, d.h. zum Zeitpunkt der ersten Fernröntgenaufnahme, lag bei diesen im Schnitt bei 9 Jahren (s. Tabelle 1), die aktive Behandlung dauerte im Mittel 5 Jahre und 7 Monate, die Retentionsphase durchschnittlich 2 Jahre und 3 Monate.

12 Patienten wurden ausschließlich im bleibenden Gebiss behandelt; das bedeutet, dass die 7er zu Behandlungsbeginn bereits in Okklusion standen. Für sie errechnete sich ein durchschnittliches Behandlungseintrittsalter von 21 Jahren und 3 Monaten (s. Tabelle 1), eine mittlere aktive Behandlungsdauer von 2 Jahren und 11 Monaten und eine Retentionszeit von 2 Jahren im Mittel.

Als Kontrollgruppe wurden 44 Patienten ausgewählt, die im Ausgangsbefund eine physiologische Frontzahnstellung aufwiesen, d.h. eine achsengerechte Frontzahnneigung (Winkel \perp -SN= $102^{\circ} \pm 2^{\circ}$) und einen dental abgestützten Überbiss zwischen 0,5 mm und 3 mm. Des weiteren durfte der gemessene Winkel ANB vom individualisierten Wert nicht mehr als $1,5^{\circ}$ abweichen (skelettale Klasse I). Ein Ausgangsröntgenbild (T1) musste vorhanden sein. In dieser Gruppe fanden sich 25 weibliche und 19 männliche Probanden. Die Verteilung Wechselgebiss zu bleibendem Gebiss und Durchschnittsalter sind Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1. Zusammenstellung des Patientenguts.

Parameter	Kontrollgruppe (n=44)	Deckbiss (n=43)
Wechselgebiss	27	31
Bleibendes Gebiss	17	12
Alter (Medianwerte)	11J4M (10J2M / 17J8M)*	9J11M (9J0M / 21J3M)*

* (Wechselgebiss / bleibendes Gebiss)

4.2 FRS-Analyse

Bei der Deckbissgruppe wurden die drei Bilder zu den Zeitpunkten T1, T2 und T3, beim Kontrollkollektiv lediglich die Aufnahme zu T1 ausgewertet. Neben den gängigen skelettalen und dentalen Messungen, die nach der Freiburger Methode (Rakosi 1989) durchgeführt wurden, lag bei der FRS-Analyse im Rahmen dieser Studie ein besonderes Augenmerk auf der Weichteilanalyse (s. Kap. 4.2.1) sowie der Analyse des dentoalveolären Komplexes. Zusätzlich wurde mit Hilfe einer speziellen kephalometrischen Auswertungsmethode (Baumrind et al. 1996) die genaue Differenzierung der Bewegung der mittleren oberen Inzisivi bei den Deckbisspatienten erfasst (s. Kap.4.2.2).

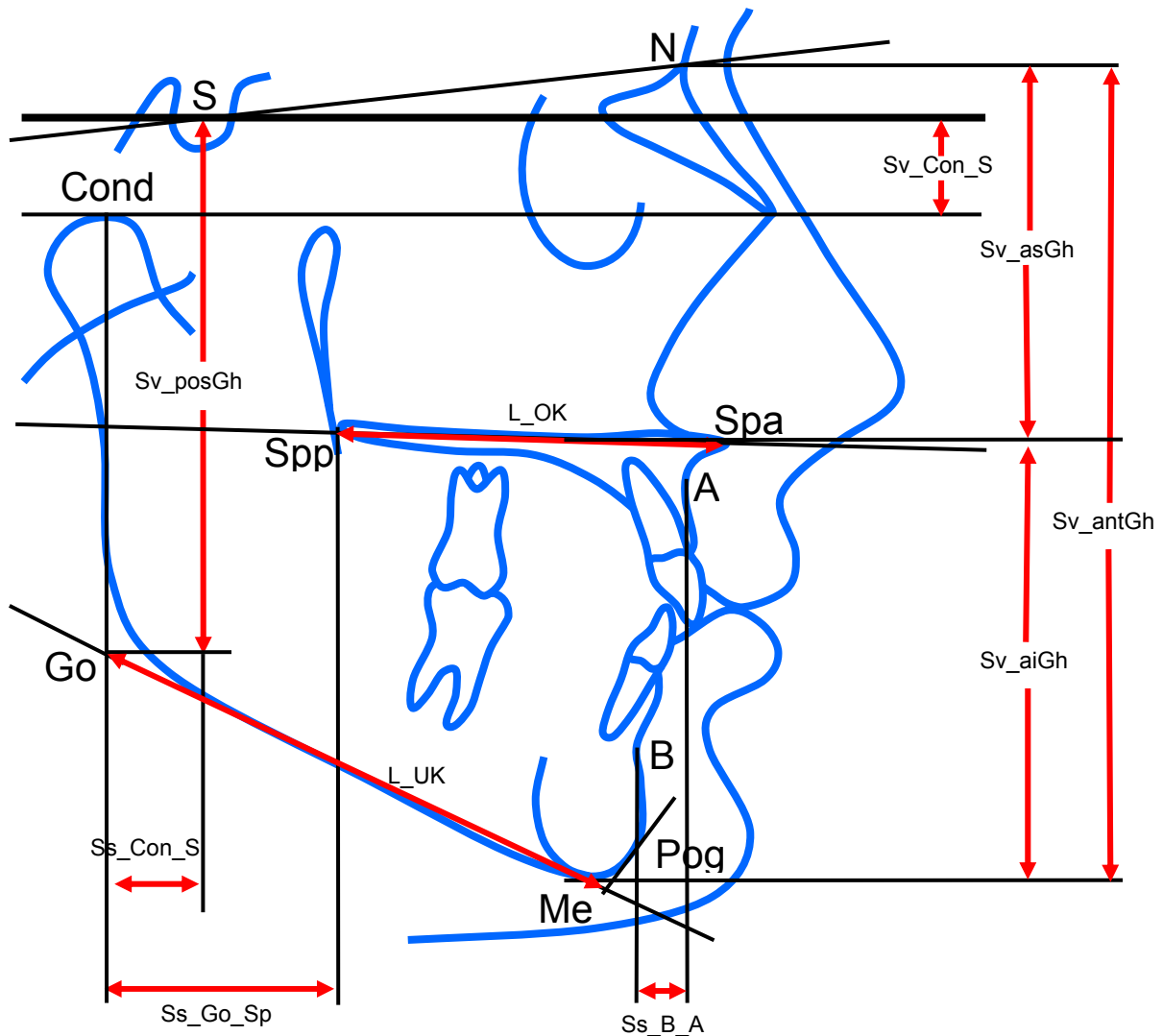
Tabelle 2. Referenzpunkte der durchgeführten FRS-Analyse (in alphabetischer Reihenfolge).

Abkürzung	Bezeichnung	Definition
A	A-Punkt (Subspinale)	Punkt an der tiefsten Einziehung zwischen Spa und Pro
A'	Weichteil-A-Punkt	<i>konstruiert:</i> Schnittpunkt zwischen der durch A verlaufenden Parallelen zur TH und der äußeren Weichteilbegrenzung
Api	Apicale inferior	Wurzelspitze des am weitesten anterior gelegenen unteren 1ers
Aps	Apicale superior	Wurzelspitze des am weitesten anterior gelegenen oberen 1ers
Ar	Articulare	<i>konstruiert:</i> Schnittpunkt zwischen dem hinteren Rand des aufsteigenden Astes und dem äußeren Rand der Schädelbasis
B	B-Punkt (Supramentale)	Punkt an der tiefsten Einziehung zwischen Id und Pog
B'	Weichteil-B-Punkt	<i>konstruiert:</i> Schnittpunkt zwischen der durch B verlaufenden Parallelen zur TH und der äußeren Weichteilbegrenzung
Cond	Condylion	höchster Punkt des Kieferköpfchens
Go	Gonion	<i>konstruiert:</i> Tangentenschnittpunkt der hinteren Ramuslinie mit der Linie des Mandibularplanums
Ii	Incision inferior	Spitze der Schneidekante des am weitesten anterior gelegenen unteren 1ers
Ii'		<i>konstruiert:</i> Schnittpunkt zwischen dem Mandibularplanum und der durch Ii verlaufenden Senkrechten darauf
Is	Incision superior	Spitze der Schneidekante des am weitesten anterior gelegenen oberen 1ers
Is'		<i>konstruiert:</i> Schnittpunkt zwischen dem Spinaplanum und der durch Is verlaufenden Senkrechten darauf
Li	Labrale inferius	vorderster Punkt der Unterlippe
Li'		<i>konstruiert:</i> Schnittpunkt zwischen der durch Li verlaufenden Parallelen zur TH und der äußeren Hartgewebsbegrenzung
Ls	Labrale superius	vorderster Punkt der Oberlippe
Ls'		<i>konstruiert:</i> Schnittpunkt zwischen der durch Ls verlaufenden Parallelen zur TH und der äußeren Hartgewebsbegrenzung
Me	Menton	tiefster Punkt der knöchernen Symphyse
Me'	Weichteilmenton	<i>konstruiert:</i> Schnittpunkt zwischen der durch Me verlaufenden Senkrechten zur TH und der äußeren Weichteilbegrenzung
Mi	Molar inferior	mesiobukkale Höckerspitze des unteren 6ers
Mi'		<i>konstruiert:</i> Schnittpunkt zwischen dem Mandibularplanum und der durch Mi verlaufenden Senkrechten darauf
Ms	Molar superior	mesiobukkale Höckerspitze des oberen 6ers
Ms'		<i>konstruiert:</i> Schnittpunkt zwischen dem Spinaplanum und der durch Ms verlaufenden Senkrechten darauf
N	Nasion	vorderster Punkt der Sutura naso-frontalis
Pog	Pogonion	vorderster Punkt des knöchernen Kinns
Pog'	konstruiertes Weichteilpogonion	<i>konstruiert:</i> Schnittpunkt der durch Pog verlaufenden Parallelen zur TH mit der äußeren Weichgewebsbegrenzung
Pogs	echtes Weichteilpogonion	vorderster Punkt des Weichteilkinns
Ro	Rotationszentrum/ Zentroid	<i>konstruiert:</i> Mittelpunkt der Strecke zwischen Aps und SZG
S	Sella	<i>konstruiert:</i> Mittelpunkt der Fossa hypophysialis
Si	Sulcus inferior	tiefste Einziehung der Kurve zwischen Li und Pogs
Sn	Subnasale (Hautpunkt)	tiefste Einziehung der Kurve zwischen Nase und Oberlippe
Spa	Spina nasalis anterior	Spitze der knöchernen Spina nasalis anterior
Spp	Spina nasalis posterior	<i>konstruiert:</i> Schnittpunkt der Verlängerung der vorderen Wand der Fossa pterygopalatina mit dem Nasenboden
Stmo	orales Stomion	oralster Kontaktpunkt zwischen Ober- und Unterlippe
Stmv	ventrales Stomion	ventralster Kontaktpunkt zwischen Ober- und Unterlippe
SZG	Schmelzzementgrenze	<i>konstruiert:</i> Schnittpunkt der Zahnachse mit der Schmelzzementgrenze

Jedes Röntgenbild wurde zuerst manuell mit einem 0,3 mm H Druckbleistift auf Acetatfolie durchgezeichnet. Dabei erfolgte jeweils auch die Definition einer horizontalen Referenzlinie, nach der dann das Fernröntgenseitenbild bei der Vermessung ausgerichtet wurde. Hierzu diente in der vorliegenden Arbeit die ‚True Horizontal Plane‘ (THP), die durch die Sella-Mitte verlaufend in einem Winkel von 6° zu SN (nach unten) abweicht (Proffit und Fields 2000). Alle Punkte wurden über ihre x-y-Koordinaten in einem Koordinatensystem bestimmt, wobei die x-Achse der THP entsprach und die y-Achse der ‚True Vertical Plane‘ (TVP), die im rechten Winkel zu dieser durch den Punkt S (Sella-Mitte) verläuft. Mit Hilfe einer untergelegten und entsprechend ausgerichteten Seite transparenten Millimeterpapiers wurden für jeden Bezugspunkt die Koordinaten auf 0,25mm genau abgelesen und in den Computer eingegeben. Die Berechnung der entsprechenden Abstände und Winkel erfolgte dann mittels Excel 2000® (Microsoft, Seattle, WA, USA) durch mathematische Formeln, die die geometrischen Zusammenhänge widerspiegeln.

Als sagittale Referenzebene für die Weichteilanalyse (Abb. 5) diente die THP. Die Messung der restlichen Parameter bezog sich entweder auf die Ebene SN, auf die Ober- und Unterkiefer-Grundebenen oder ebenfalls auf die THP.

Abbildung 2 illustriert die skelettalen metrischen Messungen, Abbildung 3 die metrischen Parameter der dentoalveolären Analyse. Punkte und Linien, die zur Messung von Winkeln benutzt wurden, sind in Abbildung 4 dargestellt.

Abbildung 2. Skelettale metrische Messungen.**Tabelle 3.** Skelettale metrische Parameter.

Abkürzung *	Parameterbeschreibung
Ss_B_A	sagittale Relation von OK und UK zueinander
Ss_Go_Sp	sagittale Relation der hinteren Grenzen von OK und UK zueinander
Ss_Con_S	sagittale Kondylenposition
Sv_Con_S	vertikale Kondylenposition
Sv_antGh	vordere Gesichtshöhe
Sv_asGh	obere vordere Gesichtshöhe
Sv_aiGh	untere vordere Gesichtshöhe
Sv_posGh	hintere Gesichtshöhe
RSv_paGh	Gesichtshöhenverhältnis
L_OK	OK-Länge
L_UK	UK-Länge
RL_OK_UK	OK-Länge zu UK-Länge

*Ss_: Strecke sagittal (parallel zur THP); Sv_: Strecke vertikal (senkr. zur THP); RS_: Relation Strecken; L_: Länge; RL_: Relation Längen

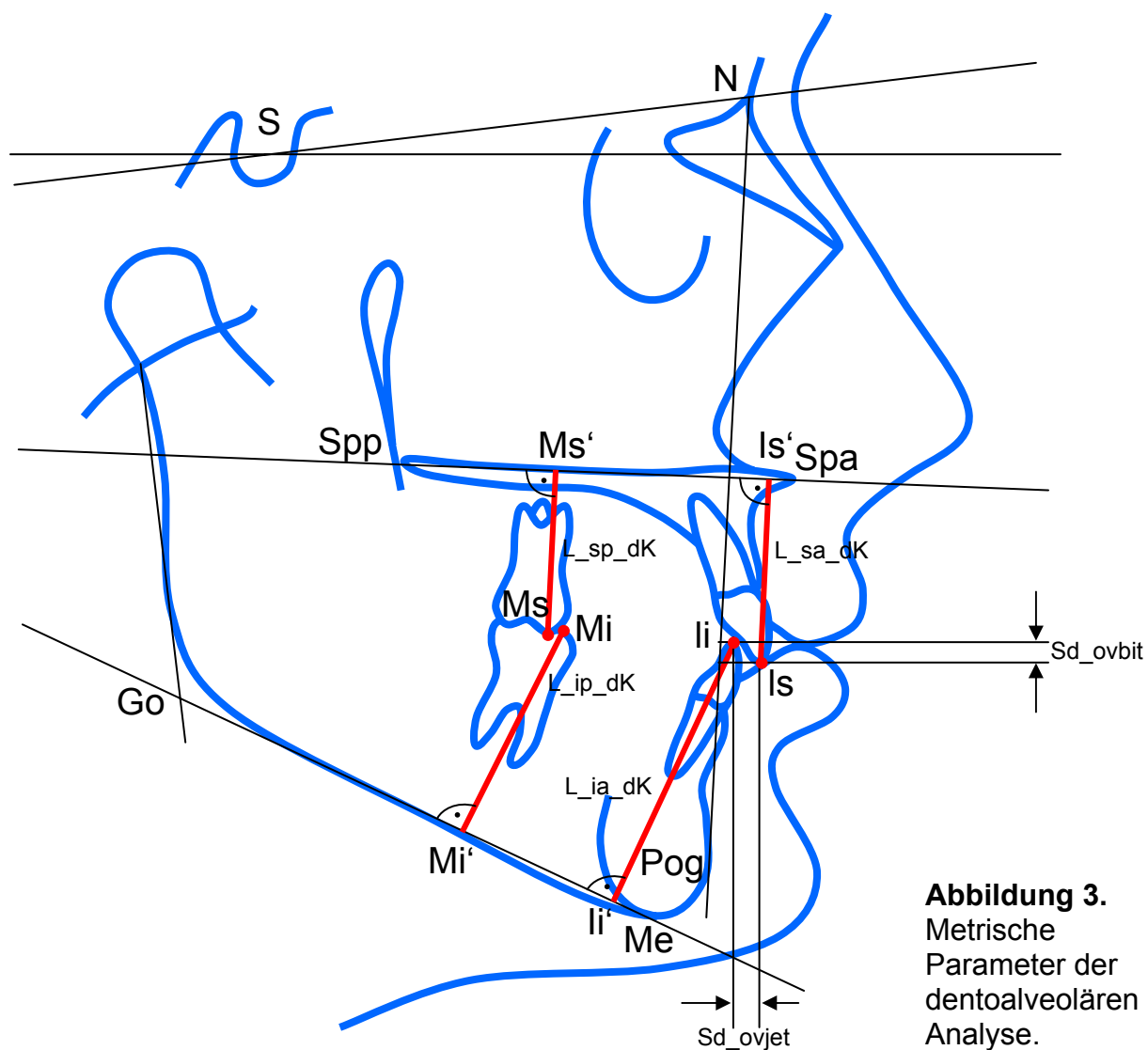


Abbildung 3.
Metrische
Parameter der
dentoalveolären
Analyse.

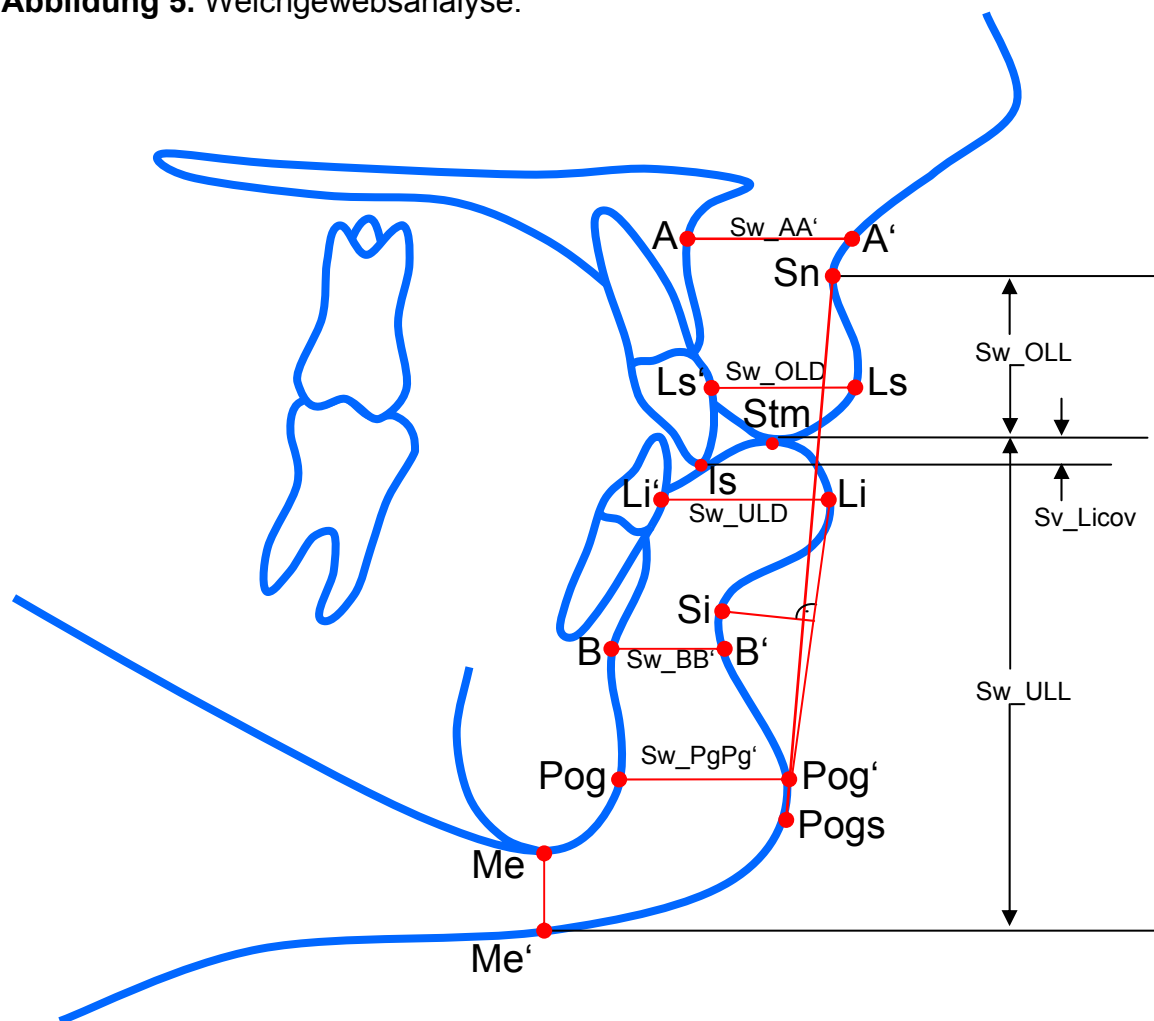
Tabelle 4. Dentoalveoläre metrische Parameter.

Abkürzung *	Parameterbeschreibung
Sd_ovjet	sagittale Frontzahnstufe (Overjet)
Sd_ovbit	vertikaler Überbiss (Overbite)
L_sa_dK	Höhe des superior anterioren dentoalveolären Komplexes
L_sp_dK	Höhe des superior posterioren dentoalveolären Komplexes
L_ia_dK	Höhe des inferior anterioren dentoalveolären Komplexes
L_ip_dK	Höhe des inferior posterioren dentoalveolären Komplexes
RL_dK_OK	Relation von vorderem zu hinterem dentoalveolären Komplex im OK
RL_dK_UK	Relation von vorderem zu hinterem dentoalveolären Komplex im UK
L_Is_NPg	Abstand von Is zur N-Pog-Linie
L_li_NPg	Abstand von li zur N-Pog-Linie

* Sd_: Strecke dental (Charakterisierung von Distanzen zwischen dentalen Bezugspunkten)

L_: Länge

RL_: Relation Längen

Abbildung 5. Weichgewebsanalyse.**Tabelle 6.** Weichgewebsparameter.

Abkürzung *	Parameterbeschreibung
Sw_OLD	Oberlippendicke
Sw_ULD	Unterlippendicke
Sw_A_A	Weichteildicke über A
Sw_B_B	Weichteildicke über B
Sw_PgPg'	Weichteildicke über Pog
L_MeFal	Mentolabialfaltentiefe
L_Ls_Pgs	Abstand von Ls zur SnPogs-Linie
L_Li_Pgs	Abstand von Li zur SnPogs-Linie
Sw_OLL	Oberlippenlänge
Sw_ULL	Unterlippenlänge
RS_OL_UL	Relation von Oberlippenlänge zu Unterlippenlänge
Sv_Licov	orales Lipcover
Sv_Licov	ventrales Lipcover

* Sw_: Strecke Weichgewebe; L_: Länge; RS_: Relation Strecken; Sv_ Strecke vertikal

4.2.1 Weichgewebsanalyse

Um herauszufinden, inwieweit Weichgewebefaktoren auf die Frontzahnstellung sowie auf die Rezidivtendenz bei Deckbisspatienten Einfluss nehmen, wurden auch die perioralen Weichteile röntgenkephalometrisch ausgemessen. Die Auswertung lehnte sich an das von Burstone entwickelte System der Weichgewebsanalyse (Burstone 1958). Dieses legt allen Messungen die (konstruierte) THP als Referenzebene zugrunde. Parallel, bzw. senkrecht zu ihr, wurden die Ober- und Unterlippenlänge, die Ober- und Unterlippendicke, die Weichgewebstiefe über den Punkten A, B und Pog, und die Höhe der Lippenschlusslinie (LipL) festgestellt (s. Abbildung 5). Die Höhe der LipL wird bestimmt durch den vertikalen Abstand der Referenzpunkte Stomion (Stm) – d.h. der Punkt, an dem sich Ober- und Unterlippe berühren - und Inzision superior (Is), die Schneidekante des Oberkiefer-1ers. Der so gemessene Wert bezeichnet das Ausmaß der Überlagerung der Oberkieferfrontzähne durch die Unterlippe, welches in der englischsprachigen Literatur „lipcover“ genannt wird. Ein grundsätzliches Problem bei der Bestimmung der Höhe der LipL ist, dass sich Ober- und Unterlippe bei geschlossener Lippenhaltung in der Regel nicht punkt-, sondern flächenförmig berühren (s. Abbildung 6). Um dies zu berücksichtigen, wurden sowohl der ventralste (Stmv) als auch der oralste Kontaktpunkt (Stmo) von Ober- und Unterlippe bestimmt und daraus die ventrale und orale Höhe der LipL (Sv_Licov bzw. Sv_Licoo) berechnet.

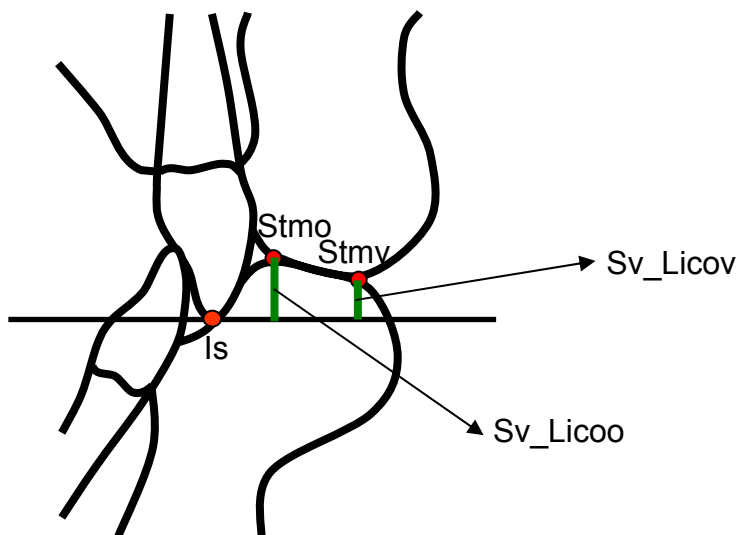


Abbildung 6. Messung der Höhe der Lippenschlusslinie. Die Ausrichtung des FRS erfolgte nach der THP. Die oralen und ventralen Höhen der Lippenschlusslinie (Sv_Licoo, Sv_Licov) ergaben sich aus der vertikalen Distanz der oralen und ventralen Lippenkontaktpunkte (Stmo, Stmv) zur Oberkiefer-1er-Schneidekante (Is).

4.2.2 Analyse der Frontzahnbewegungen

Zusätzlich zur Feststellung der Änderungen von Oberkieferschneidezahnachse und LipL nach Therapieende sollte untersucht werden, aus welchen Zahnbewegungskomponenten sich diese Änderungen zusammensetzten. Aus diesem Grund wurde eine detaillierte Analyse der dentalen Veränderungen durchgeführt.

Um die Zahnbewegungen der zentralen Inzisivi im Oberkiefer zwischen den Zeitpunkten T1 (vor Behandlung), T2 (nach aktiv-mechanischer Therapie) und T3 (nach Beendigung der Retention) einzuschätzen, wurde die Auswertungsmethode nach Baumrind et al. angewandt (Baumrind et al. 1996). Dabei werden zwei Arten von Messoperationen benötigt: 1. die Lokalisation der Oberkieferschneidezahnkante (Is) und der Oberkieferschneidezahnwurzelspitze (Aps) auf jedem der drei Röntgenbilder, und 2. die Überlagerung der drei Oberkieferkonturen.

Ad 1) Der methodische Fehler bei der Punktlokalisierung ist relativ gering bei Is, aber bedeutend groß bei Aps. Zusätzlich könnten eventuell durch die Therapie hervorgerufene apikale Wurzelresorptionen zu falschen Schlussfolgerungen bezüglich der Zahnbewegungen führen. Um Missinterpretationen dieser Art zu korrigieren und um den Fehler bei der Lokalisation von Aps zu minimieren, wurde die Länge des Inzisivus zu T1 auf T2 und T3 übertragen. Dazu wurden auf dem prätherapeutischen Röntgenbild Is und Aps bestimmt und deren Abstand mit einem Stechzirkel abgegriffen. Auf den Bildern zu T2 und T3 wurde nur Is bestimmt und Aps mit Hilfe des Zirkels auf der Zahnachse markiert.

Ad 2) Die Oberkieferkonturen der einzelnen Bilder wurden entsprechend der besten Übereinstimmung der anatomischen Strukturen („best fit of anatomic structures“ (Baumrind et al. 1987; Baumrind et al. 1996)) in Relation zueinander gebracht. Die wichtigsten Kriterien hierbei waren die knöchernen Kontur des Gaumendaches und die anteriore Maxillakontur, v.a. der Bereich zwischen Spa und oberhalb des A-Punktes. Geringere Bedeutung wurde der Passung des posterioren Anteils des harten Gaumens sowie dem Bereich des A-Punktes und inferior davon (aufgrund der Veränderung dieser Strukturen infolge der Bewegung der mittleren oberen Inzisivi) beigemessen.

Die vordere (Spa) und hintere Spina nasalis (Spp) wurden auf dem prätherapeutischen FRS bestimmt und dienten sozusagen als Referenzpunkte des gemeinsamen Koordinatensystems der FRS-Aufnahmen zu T1, T2 und T3. Sie wurden mittels Überlagerung (mit der T1-Aufnahme) auf die Röntgenbilder zu T2 und T3 mit dem Stechzirkel übertragen.

Abbildung 7a illustriert die Messungen, die benutzt wurden, um die Lageänderungen der zentralen Oberkieferinzisivi während der Therapie zu bestimmen. Die dazugehörigen Parameterbezeichnungen und -beschreibungen sind in Tabelle 7 angegeben. Die Ermittlung der Lageänderung des gesamten Zahnes erfolgte anhand des Zentroids (Ro). Dieser Punkt wurde bestimmt als der Mittelpunkt der Strecke zwischen dem Apex (Aps) und der Schmelz-Zement-Grenze (SZG) des Oberkiefer-1ers (Houston und Tulley 1986). Als Referenzlinien zur Distanzmessung dienten das Spinaplanum (SpP) und die Senkrechte darauf, die die Oberkieferenebene im Punkt Spp schneidet (Spp-Perpendiculare). Die Verbindungslinien zwischen den Referenzpunkten stellten das Ausmaß der Zahnbewegungen dar (s. Abb. 7b).

Abbildung 7. Messungen zur Bestimmung der Lageänderungen der zentralen Oberkieferinzisivi während der Therapie und der Retentionsphase. (Zeichenerklärung s. Tab. 7)

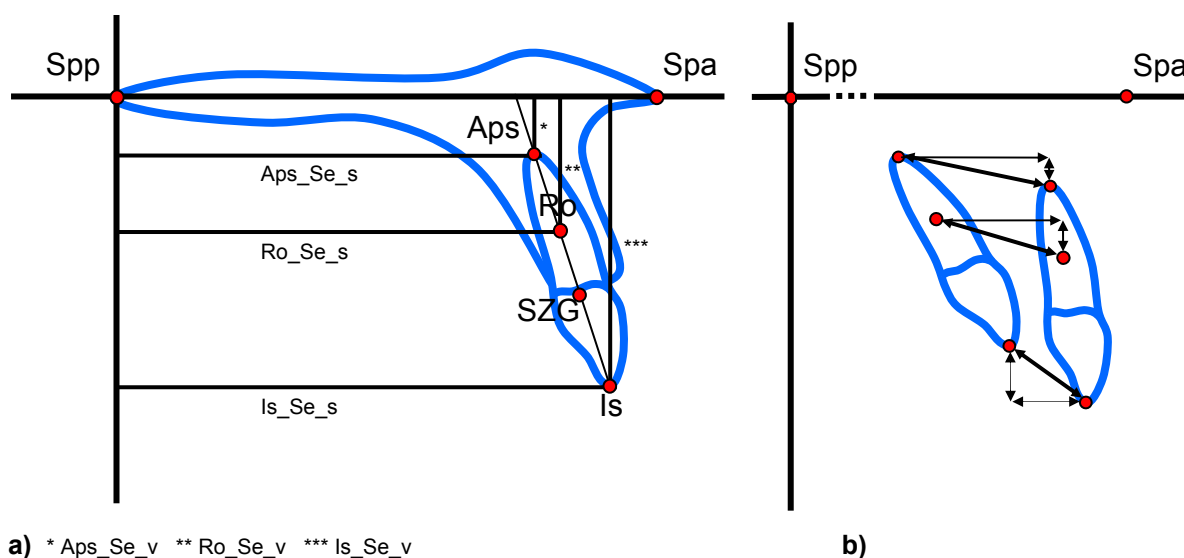


Tabelle 7. Berechnete Parameter für die Analyse der Frontzahnbewegungen (n = 43).

Abkürzung*	Parameterbeschreibung**
Aps_Se_s	sagittale Distanz der Wurzelspitze des oberen zentralen Inzisivus zur Spp-Perpendicularen
Aps_Se_v	vertikale Distanz der Wurzelspitze des oberen zentralen Inzisivus zur Spinaebene (Se)
Is_Se_s	sagittale Distanz der Schneidekante des oberen zentralen Inzisivus zur Spp-Perpendicularen
Is_Se_v	vertikale Distanz der Schneidekante des oberen zentralen Inzisivus zur Spinaebene (Se)
Ro_Se_s	sagittale Distanz des Rotationszentrums des oberen zentralen Inzisivus zur Spp-Perpendicularen
Ro_Se_v	vertikale Distanz des Rotationszentrums des oberen zentralen Inzisivus zur Spinaebene (Se)

Die FRS-Ausrichtung erfolgte jeweils zur konstruierten Spinaebene (Se).

* _s: sagittale Streckenmessung parallel zu Se.

_v: vertikale Streckenmessung senkrecht zu Se.

** Die Wurzelspitze des oberen zentralen Inzisivus (Aps) wurde auf den Röntgenbildern zu T2 und T3 jeweils konstruiert.

4.3 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte an der Abteilung für Biometrie und Medizinische Informatik der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br. Zur Charakterisierung der interindividuellen Verteilung der Werte wurden für die einzelnen Parameter die 5., 25., 50., 75. und 95. Percentile berechnet. Der Gruppenvergleich wurde mit dem Kruskal-Wallis-Test, einer nichtparametrischen einfaktoriellen Varianzanalyse durchgeführt. Für die Modellbildung der Ausprägung des Deckbisses fand die multiple Regression Anwendung. Bei diesem Verfahren versucht man, die Abhängigkeit einer bestimmten Variablen (in unserem Fall die Ausprägung der Deckbissymptomatik) durch andere Parameter in einem Modell zu erklären. Ein sogenannter R^2 -Wert beschreibt, zu wie viel Prozent das ermittelte Modell die abhängige Variable erklärt.

Die Ausprägung der Deckbissymptomatik (DeckAuspr) wurde aus den Abweichungen der oberen Schneidezahninklination und des Overbite von den jeweiligen klinischen Richtwerten errechnet. Da der Medianwert des Overbite in unserem Kollektiv eine um den Faktor 3,12 kleinere Abweichung vom Richtwert (2 mm) hatte als die Inklination des mittleren oberen Schneidezahnes vom entsprechenden Richtwert (102°), wurde die Overbiteabweichung – zugunsten einer gleichmäßigen Gewichtung beider Parameter – mit dem Faktor 3,12 multipliziert. Daraus ergab sich die in Gleichung 1 beschriebene Formel.

$$\text{DeckAuspr} = 3.12 \times (\text{Ovb} - 2) + (102 - \text{OK1Inkl})$$

(Gleichung 1)

Bei der Modellberechnung wurden beide Teilkollektive in einer Gruppe vereint. Die Änderungen der morphologischen Beziehung zwischen Lippenweichteilen und dentoalveolärem Komplex durch Therapie und das Rezidiv der Korrektur der Steilstellung der mittleren oberen Inzisivi wurden ebenfalls mittels eines multiplen Regressionsverfahrens statistisch analysiert. Beim Regressionsmodell für das Deckbissrezidiv wurde die Abhängigkeit der posttherapeutischen Veränderung der Achsenstellung der Oberkieferinzisivi von

- in Frage kommenden kephalometrischen Parametern
- allgemeinen therapeutischen Faktoren (wie z.B. Extraktionen) und
- zeitlichen und qualitativen Parametern der Retention

untersucht (s. Tabelle 8). Details zur Quantifizierung der Parameter sowie deren interindividuelle Verteilung sind Tabelle 9 zu entnehmen.

Es wurde das Statistikprogramm SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) angewandt.

Das Signifikanzniveau bzw. die Irrtumswahrscheinlichkeit wurde auf 5%, 1% und 0,1% festgelegt.

Tabelle 8. Berücksichtigte Parameter bei der Berechnung der multiplen Regressionsmodelle für die Erklärung des Rezidivs der Schneidezahnaufrichtung im Oberkiefer (n = 43).

Abkürzung	Parameterbeschreibung	Zeitpunkt oder Intervall
Sv_Licov	Höhe der Lippenschlusslinie am ventralen Lippenkontaktpunkt	T2
Sv_Licoo	Höhe der Lippenschlusslinie am oralen Lippenkontaktpunkt	T2
Sw_OLD	Oberlippendicke	T2
Sw_ULD	Unterlippendicke	T2
Sd_ovjet	Overjet	T2
L_Is_NPg	Schneidekantenposition des labialsten oberen zentralen Inzisivus zu Npog*	T2
Wd_OK1SN	Inklinationsänderung des oberen zentralen Inzisivus während der Therapie	T1 - T2
(s. Tab. 7)	alle dentalen Parameter der speziellen Frontzahnanalyse aus Tabelle 7	T1 - T2
ExOK**	OK-Extraktionsindex	T1 - T2
RetAp**	Index für die Art der Retentionsapparatur	T2 - T3
RetQual**	Index für die Patientenmitarbeit in der Retentionsphase	T2 - T3

* NPog: Nasion-Pogonion-Linie im FRS

** Details bezüglich der Quantifizierung dieses Parameters in Tabelle 9

Tabelle 9. Details zur Quantifizierung der berücksichtigten bzw. als Rezidivfaktoren in Frage kommenden Parameter sowie deren interindividuelle Verteilung (n = 43).

Parameter	Index					
	0	1	2	3	4	5
Ex_OK *	keine Extraktion (n = 28)	OK-6er (n = 1)	OK-5er (n = 1)	OK-4er (n = 12)	OK-3er (n = 0)	OK-2er (n = 1)
Ret_Ap**	keine Apparatur (n = 2)	Positioner (n = 6)	Platte (n = 28)	Tiefziehschiene (n = 6)	Fix (n = 1)	x
Ret_Qual***	keine Apparatur (n = 2)	schlecht (n = 10)	gut (n = 30)	Fix (n = 1)	x	x

* Je weiter anterior die Extraktionsstelle, desto höher der Index.

** Je starrer die Apparatur, desto höher der Index. Fix: palatinal des anterioren Oberkiefersegmentes geklebter Drahtretainer.

*** Je besser die Patientenmitarbeit während der Retentionsphase, desto höher der Index. Die Klassifikation in schlechte (Index 1) und gute (Index 2) Mitarbeit basiert auf den Karteneinträgen. Der Index 0 wurde angewandt in Fällen, bei denen kein Retentionsgerät eingesetzt wurde, und der Index 3 in Fällen, bei denen ein Drahtretainer palatinal der oberen Schneidezähne geklebt wurde.

Der methodische Fehler wurde für 19 repräsentative Variablen mit der Methode nach Bland und Altman eruiert (Bland und Altman 1999). Dazu wurden auf den Ausgangsröntgenbildern (T1) aller 43 Deckbisspatienten vom selben Untersucher 16 Punkte - sechs skelettale (S, N, Me, Spa, Spp und A), drei dentoalveoläre (Is, Aps und Ii) und sieben Weichgewebepunkte (Mes, Pogs, Li, Li', Sn, Stmo und Stmv) - ein zweites Mal bestimmt.

5. Ergebnisse

5.1 Reproduzierbarkeit der kephalometrischen Methode

Der methodische Fehler wurde mit der Methode nach Bland und Altman (1999) eruiert. Die oberen und unteren Toleranzintervalle sowie die Kollektiv-Mittelwerte der 19 doppelt bestimmten kephalometrischen Parameter sind in Tabelle 10 angegeben. Die oberen und unteren Toleranzintervalle beschreiben den Bereich um den entsprechenden Mittelwert herum, innerhalb dessen 95% der Wiederholungsmessungen (voraussichtlich) liegen.

Von besonderem Interesse war der Vergleich der Toleranzintervalle der oralen und ventralen Höhen der LipL (Sv_Licoo und Sv_Licov). Grundsätzlich war der 95%-Vorhersagebereich der Bestimmung des ventralen Parameters von 2,56 mm (3,16 mm – 0,60 mm) bis 3,97 mm (3,16 mm + 0,81 mm) mit 1,41 mm metrisch geringer als der entsprechende Wert des oralen

Tabelle 10. Toleranzintervalle und Kollektiv-Mittelwerte von doppelt bestimmten kephalometrischen Parametern zur Charakterisierung der Reproduzierbarkeit der kephalometrischen Methode (n = 43).

Parameter	Upper Tol.- Int.	Lower Tol.- Int.	Abs. range	Stand. range (%)	Mean Value
W_Inklin	1,93	-1,87	3,79	4,7	81,38
W_SNA	0,96	-1,84	2,80	3,6	77,88
Sv_antGh	1,23	-0,97	2,20	2,1	105,26
Sv_asGh	1,30	-0,94	2,24	4,6	48,99
Sv_aiGh	1,07	-1,17	2,24	4,0	56,28
L_OK	1,40	-1,59	2,99	6,7	44,95
Wd_OK1SN	4,50	-5,18	9,68	10,7	90,78
Wd_OK1SP	3,87	-3,27	7,13	8,9	80,04
Sd_Is_S	1,25	-1,53	2,78	4,6	60,20
Sd_ovjet	1,10	-0,69	1,79	63,3	2,82
Sd_ovbit	0,72	-0,62	1,34	24,6	5,46
Sd_sa_dK	0,96	-1,15	2,11	7,8	26,86
Sw_ULD	1,90	-1,81	3,72	27,2	13,66
L_Li_Pgs	0,99	-0,89	1,88	91,8	2,05
Sw_OLL	1,44	-1,76	3,20	19,3	16,60
Sw_ULL	1,16	-1,14	2,30	5,6	41,27
RS_OL_UL	0,04	-0,05	0,08	20,6	0,40
Sv_Licoo	0,90	-0,72	1,62	35,1	4,62
Sv_Licov	0,81	-0,60	1,41	44,7	3,16

Parameters von 1,62 mm. Jedoch sind diese Bereiche auch in Relation zu den entsprechenden Mittelwerten zu betrachten; eine Standardisierung auf die jeweiligen Mittelwerte ergibt für die orale Höhe der LipL (Sv_Licoo) eine Bereichsbreite von 35% des Mittelwertes. Der entsprechende Wert für den prozentualen Bereich des vestibulären Parameters (Sv_Licov) ist in dieser Betrachtung mit 45% deutlich höher.

5.2 Gruppenvergleich der Ausgangsbefunde des Deckbiss- und Normkollektivs mittels Kruskal-Wallis-Test

Die Ergebnisse des Tests sind in Tabelle 11 aufgeführt. Im Vergleich zum Normkollektiv wies die Deckbissgruppe einen schwach signifikant vergrößerten Mandibularbasiswinkel (Variable 1, V1) auf. Die Winkel N-S-ar (V2), S-ar-Go (V3) und ar-Go-Me (V 4) wichen nicht von den Normwerten ab, wohingegen der Summenwinkel (V 5) beim Deckbiss wieder leicht vergrößert war. Allerdings bestand hinsichtlich der Winkel SN-MeGo und Summenwinkel im Deckbisskollektiv eine große Variationsbreite. Sowohl hyperdivergente als auch hypodivergente Fälle waren zu finden. Ähnlich weit gestreut waren im Deckbisskollektiv auch die Werte des ebenfalls für die Bestimmung der Wachstumsrichtung wichtigen Gesichtshöhenverhältnisses (V22). Betrachtete man innerhalb der Deckbissgruppe nur die Patienten im bleibenden Gebiss, so herrschte der horizontale Wachstumstyp vor (s. Abbildung 8).

Der Inklinationswinkel (V 7) erschien signifikant verkleinert, was auf eine Retroinklination der Maxilla beim Deckbiss hindeutet.

Im Gegensatz zum Normkollektiv wies die Deckbissgruppe sowohl einen retrognathen Einbau des Ober- als auch des Unterkiefers auf (verkleinerte Winkel SNA, SNB und SNPog). Bei den Deckbisspatienten befanden sich sowohl der A- als auch der B-Punkt retrognath in Relation zur Schädelbasis (V 8 und 9). Des Weiteren bestand eine distale Kieferbasenrelation (V 10) und damit eine Tendenz zur skelettalen Klasse II (V12) in der Deckbissgruppe.

Hinsichtlich der vertikalen Dimension des Gesichtsschädels bestand im Deckbisskollektiv eine etwas verringerte posteriore Gesichtshöhe (V 21), während sich die anterioren Gesichtshöhenwerte (V 18, 19 und 20) nicht signifikant von denen der Kontrollgruppe abhoben. Auch die Höhen der dentoalveolären Komplexe (V 36, 37, 38 und 39) lagen jeweils im Normbereich. Lediglich im Hinblick auf die Relation von vorderem zu hinterem dentoalveolären Komplex bestand ein statistischer Unterschied sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer (V 40

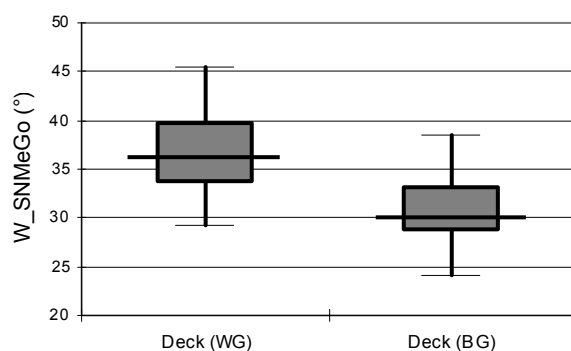
und 41). Demnach sind bei Deckbisspatienten die anterioren dentoalveolären Komplexe in Relation zu den posterioren zu hoch.

Aus der Probandenauswahl resultierend setzte sich das Deckbisskollektiv vom Normkollektiv durch eine signifikant steile Oberkieferschneidezahnstellung (V 27 und 28) und einen deutlich vergrößerten vertikalen Überbiss (V 35) ab. Auch der Interinzisalwinkel (V 30) war aus demselben Grund (Retroinklination der oberen Inzisivi als Auswahlkriterium) beim Deckbiss signifikant vergrößert. Im Bezug zur Linie N-Pog lagen die Schneidezahnschneidspitzen bei den Deckbisspatienten im Oberkiefer und im Unterkiefer weiter dorsal als bei den Normpatienten (V 31 und 32).

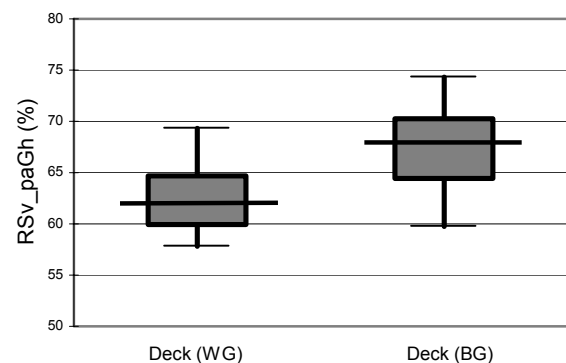
Bei den metrischen Werten imponierten die Deckbisspatienten mit verkürzten Längen von Ober- und Unterkiefer im Vergleich zum Normkollektiv (V 24 und 25).

Hinsichtlich der Weichteilanalyse bestanden Unterschiede zwischen den beiden Kollektiven in der Oberlippenlänge (V 50) und der LipL (V 53 und 54). Die Deckbisspatienten hatten bei normaler Unterlippenlänge eine signifikant verkürzte Oberlippe (Abbildung 9) und wiesen eine hoch signifikant erhöhte LipL auf (Abbildung 10). Außerdem lag die Unterlippe im Deckbisskollektiv weiter dorsal zur Linie Sn-Pogs als dies bei der Vergleichsgruppe der Fall war (V 49). Die Mentolabialfaltentiefe (V 47) wies keinen signifikanten Unterschied auf.

Abbildung 8. Boxplotdarstellung. a) Werte des Winkels SN-MeGo der Deckbissgruppe (Deck) zum Zeitpunkt T1 getrennt betrachtet nach Behandlungsbeginn im Wechselgebiss (WG) (n = 31) und im bleibenden Gebiss (BG) (n = 12). Angegeben sind jeweils die 5., 25., 50., 75. und 95. Percentile. Die 50. Percentile entspricht dem Medianwert, die 25. und 75. Percentile den ersten und dritten Quartilen bzw. der jeweiligen Box im Diagramm. Durch Angabe der 5. und 95. Percentile blieben jeweils die beiden höchsten und niedrigsten Werte innerhalb des Kollektivs unberücksichtigt. b) Werte des Gesichtshöhenverhältnisses der Deckbissgruppe zum Zeitpunkt T1 getrennt betrachtet nach Behandlungsbeginn im Wechselgebiss (n = 31) und im bleibenden Gebiss (n = 12).



a)



b)

Tabelle 11. Mittelwert und Standardabweichung jedes gemessenen Parameters des Ausgangsbefundes. Statistische Unterschiede zwischen Deckbiss- und Normkollektiv wurden mittels Kruskal-Wallis-Test berechnet (p).

Variable	Deckbiß (n=43)		Normbiß (n=44)		p
	Mean	STD	Mean	STD	
1. W_SNMeGo	35,20	5,78	32,37	5,30	*
2. W_NS_Ar	124,81	5,08	124,07	4,11	ns
3. W_SAr_Go	145,76	6,48	145,13	6,32	ns
4. W_ArGoMe	124,63	7,01	123,17	6,37	ns
5. W_Summen	395,20	5,78	392,37	5,30	*
6. W_Basis	26,59	5,96	25,38	5,14	ns
7. W_Inklin	81,39	2,73	83,01	2,44	**
8. W_SNA	77,66	2,93	80,04	3,38	**
9. W_SNB	73,84	2,90	77,04	2,65	***
10. W_IstANB	3,82	1,80	3,01	1,55	*
11. W_SolANB	3,01	1,24	3,39	1,42	ns
12. W_difANB	0,81	1,34	-0,38	0,77	***
13. skel_Kla	1,51	0,59	1,55	0,87	ns
14. W_SN_Pog	75,17	3,40	78,06	2,88	***
15. Ss_B_A	9,90	3,05	7,48	2,27	***
16. Ss_Go_Sp	27,94	3,82	27,44	4,16	ns
17. Ss_Con_S	10,98	2,02	10,30	4,64	ns
18. Sv_antGh	105,33	8,13	107,40	8,70	ns
19. Sv_asGh	49,08	3,69	49,06	3,44	ns
20. Sv_aiGh	56,26	5,56	58,34	6,17	ns
21. Sv_posGH	-67,31	8,39	-70,89	8,07	*
22. RSv_paGh	-0,64	0,05	-0,66	0,05	*
23. Sv_Con_S	15,12	3,63	15,93	8,07	***
24. L_OK	44,90	2,56	46,81	3,27	**
25. L_UK	67,55	6,41	70,73	5,70	*
26. RL_OK_UK	0,67	0,04	0,66	0,04	ns
27. Wd_OK1SN	90,60	5,55	102,50	1,18	***
28. Wd_OK1SP	80,19	4,16	70,51	2,50	***
29. Wd_UK1MP	91,71	6,26	98,14	4,66	***
30. Wd_InInz	142,49	9,96	127,00	4,79	***
31. L_Is_NPg	-4,26	3,10	-6,46	2,72	**
32. L_li_NPg	-0,57	3,02	-3,38	2,73	***
33. Sd_Is_S	60,13	5,32	66,20	5,19	***
34. Sd_ovjet	2,92	1,11	2,82	0,64	ns
35. Sd_ovbit	5,48	1,27	2,66	0,50	***
36. Sd_sa_dK	26,81	2,85	26,28	2,97	ns
37. Sd_sp_dK	19,02	3,23	19,78	3,56	ns
38. Sd_ia_dK	37,06	2,93	37,48	3,98	ns
39. Sd_ip_dK	28,58	2,57	30,93	6,92	ns
40. RS_dK_OK	1,43	0,16	1,35	0,15	*
41. RS_dK_UK	1,30	0,08	1,24	0,13	**
42. Sw_OLD	12,17	2,78	12,05	1,74	ns
43. Sw_ULD	13,68	2,67	13,48	2,00	ns
44. Sw_A_A'	14,13	6,21	13,93	5,51	ns
45. Sw_B_B'	11,05	1,61	11,65	1,50	ns
46. Sw_PgPg'	10,74	2,55	11,11	2,04	ns
47. L_MeFal	4,02	1,75	4,01	1,91	ns
48. L_Ls_Pgs	-3,45	2,08	-3,86	1,37	ns
49. L_Li_Pgs	-2,02	2,28	-3,35	2,00	**
50. Sw_OLL	16,52	3,03	18,57	2,33	**
51. Sw_ULL	41,28	4,48	42,87	4,69	ns
52. RS_OL_UL	0,40	0,07	0,44	0,05	*
53. Sv_Licoo	4,66	1,52	3,14	1,09	***
54. Sv_Licov	3,22	1,53	2,20	1,25	***

ns: nicht signifikant * p≤0,05 ** p≤0,01 *** p≤0,001

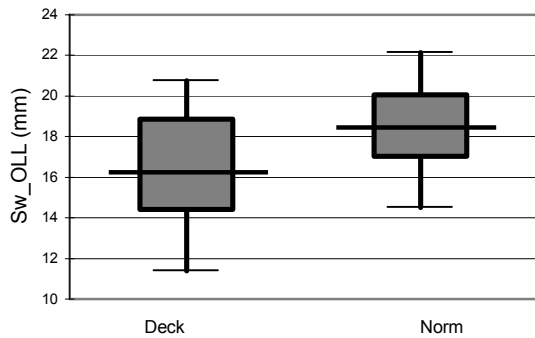
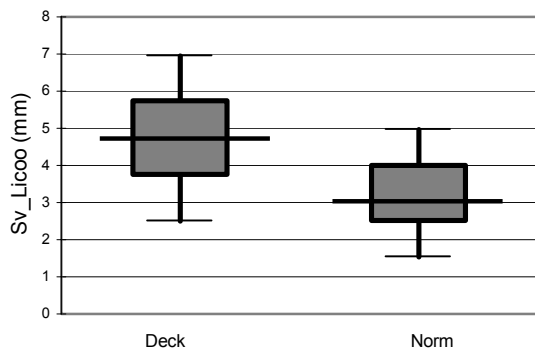


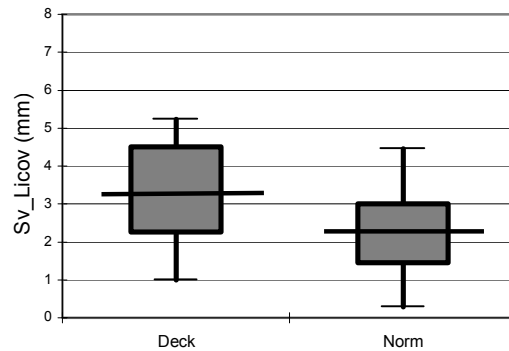
Abbildung 9. Boxplotdarstellung.

Oberlippenlänge (Sw_OLL) der Deckbissgruppe (Deck) (n = 43) im Vergleich mit den entsprechenden Werten des Kontrollkollektivs (Norm) (n = 44).

Abbildung 10. Boxplotdarstellung. a) Höhe der oralen Lippenschlusslinie (Sv_Licoo) der Deckbissgruppe (Deck) (n = 43) im Vergleich mit den entsprechenden Werten des Kontrollkollektivs (Norm) (n = 44). b) Höhe der ventralen Lippenschlusslinie (Sv_Licov) der Deckbissgruppe (n = 43) im Vergleich mit den entsprechenden Werten des Kontrollkollektivs (n = 44).



a)



b)

5.3 Multiple Regressionsmodelle für die Erklärung des Ausmaßes der Deckbissausprägung

Für die Modellbildung der Ausprägung des Deckbisses fand die multiple Regression Anwendung. Zur Ermittlung der Deckbissausprägung wurde eine Formel aufgestellt, die die Gleichgewichtung von Overbite und OK1er-Inklination beinhaltet (s. Gleichung 1). Mittels multipler Regression wurde die Variabilität des ermittelten Ausprägungsgrades der Deckbiss-symptomatik analysiert. Dadurch konnte gezeigt werden, welche Parameter der individuell unterschiedlichen Anomalieausprägung signifikant zugrunde liegen:

(Gleichung 2)

$$\text{DeckAus} = 1,60 \times \text{Sv_Licoo} + 2,70 \times \text{W_difANB} - 0,42 \times \text{Sw_OLL} + 1,13 \times \text{Sd_sa_dK} - 0,18 \times \text{Sv_aiGh} - 3,81$$

(R²:) (0,30) (0,28) (0,12)

Das Ausmaß der Deckbissausprägung erklärt sich zu 30% allein aus der Höhe der Lippenchlusslinie (Sv_Licoo) (s. R²-Wert). Auch die sagittale Kieferbasendiskrepanz (ausgedrückt durch die Differenz zwischen Ist- und individuellem Sollwert des ANB (W_difANB)) scheint für die Ausprägung des Deckbisses eine wichtige Rolle zu spielen. Weitere signifikante Parameter waren eine kurze Oberlippe (Sw_OLL), ein hoher dentoalveolärer Komplex im vorderen oberen Bereich (Sd_sa_dK) - dies entspricht einer Supraokklusion der Oberkiefer-1er - sowie eine niedrige vordere untere Gesichtshöhe (Sv_aiGh).

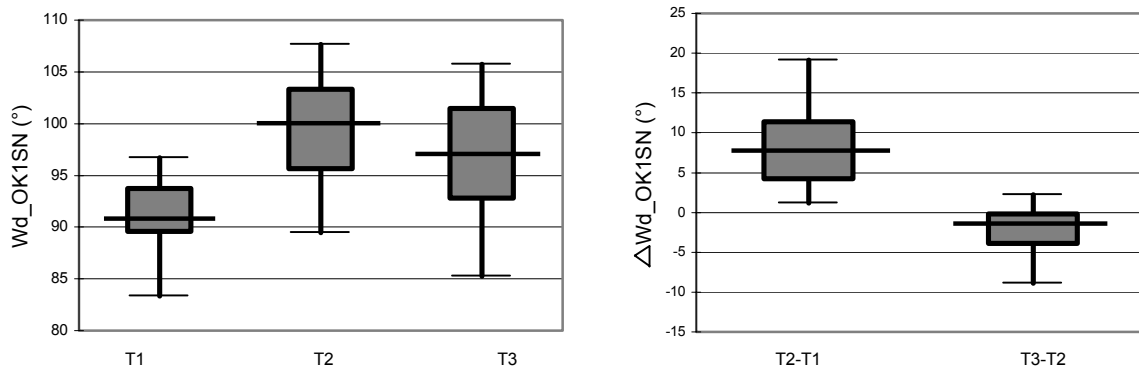
Insgesamt konnte mit diesem fünfparametrischen Modell die Deckbissausprägung zu 65% erklärt werden (R² der Deckbissausprägung). Die individuellen Koeffizienten (vor den jeweiligen Parametern) deuten auf die Richtung und die Quantität der Interrelation hin; der Index der Deckbissausprägung erhöht sich demnach um 1,60 bei einer um 1 mm höheren (oralen) LipL, um 2,70 bei einer 1 mm größeren Differenz zwischen Soll- und Ist-ANB, um 0,42 bei einer 1 mm kürzeren Oberlippe, um 1,13 bei einem um 1 mm vergrößerten superioren anterioren dentoalveolären Komplex oder um 0,18 bei einer um 1 mm verkleinerten vorderen unteren Gesichtshöhe.

5.4 Änderung der Inklination der mittleren oberen Inzisivi sowie des Overbite im therapeutischen und posttherapeutischen Intervall

Die Medianwerte des Winkels OK1 zu SN betragen zu den Zeitpunkten T1, T2 und T3 91,1°, 100,2° bzw. 97,4° (s. Abbildung 11a). Die entsprechenden Änderungen in den therapeutischen und posttherapeutischen Intervallen bzw. ihre interindividuelle Streuung sind in Abbildung 11b ebenfalls an Hand von Boxplotdiagrammen illustriert. Die Medianwerte der beiden Intervalle betragen 8,0° bzw. -1,4°, was einem Rezidiv der therapeutischen Schneidezahnaufrichtung von 17,5% entspricht. Der rechte Bereich in Abbildung 11b (Änderung T3-T2) zeigt, dass nur bei etwa 75% des Kollektivs ein Rezidiv auftrat (dies ist erkennbar an den negativen Werten unterhalb des 3. Quartils). Die restlichen 25% der Patienten zeigten eine weitere Aufrichtung der mittleren oberen Inzisivi im posttherapeutischen Beobachtungszeitraum (d.h. eine positive Inklinationsdifferenz T3-T2).

Die Medianwerte für den Overbite zu den Zeitpunkten T1, T2 und T3 (5,5 mm / 3,0 mm / 3,5 mm) zeigten eine ähnliche Tendenz (s. Abbildung 12a) wie die Inklinationswerte. Die mittleren Änderungen von T2 – T1 bzw. T3 – T2 (illustriert in Abbildung 12b) lagen hier bei -2,0 mm und +0,5 mm, woraus sich ein Rezidiv der therapeutischen Bisshebung von 25% ergab. Auch bei diesem Parameter wiesen nicht alle Patienten ein Rezidiv auf; ein Viertel der Fälle zeigte eine weitere posttherapeutische Bisshebung.

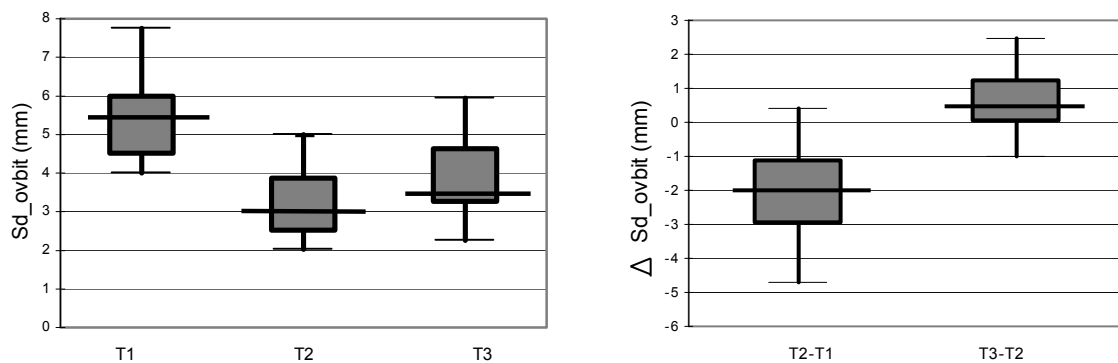
Abbildung 11. Boxplotdarstellung. a) Inklination der mittleren oberen Inzisivi (relativ zu SN) zu den Zeitpunkten T1, T2 und T3. b) Änderung der Achsenneigung der mittleren oberen Inzisivi (relativ zu SN) im therapeutischen (T2-T1) und im posttherapeutischen (T3-T2) Intervall.



a)

b)

Abbildung 12. Boxplotdarstellung. a) Tiefe des vertikalen frontalen Überbisses (Overbite) zu den Zeitpunkten T1, T2 und T3. b) Änderung des Overbite im therapeutischen (T2-T1) und im posttherapeutischen (T3-T2) Intervall.



a)

b)

5.5 Regressionsmodell für die therapeutische Änderung der morphologischen Beziehung zwischen Oberkiefer-1er und Unterlippe

Im Laufe der Therapie wurde die orale LipL im Mittel (Medianwerte) von 4,75 mm auf 4,00 mm gesenkt. Mittels multipler Regression wurden jene Parameter ermittelt, welche der therapeutischen Absenkung der LipL signifikant zugrunde lagen ($p < 0,05$). Ausnahmslos alle errechneten Modelle erklärten diesen Sachverhalt durch Veränderungen der Ober- bzw. Unterlippenlängen und Zahnbewegungen. Zu 71% tut dies ein vierparametrisches Modell, dem folgende Regressionsgleichung zugrunde liegt:

$$\Delta Sv_Licoo (T2-T1) = - 0,64 \times \Delta Sw_OLL (T2-T1) - 0,17 \times \Delta Sd_sp_dK (T2-T1) \\ - 0,36 \times \Delta Aps_SE_v (T2-T1) + 0,87 \times \Delta Is_SE_v (T2-T1) + 0,13$$

(Gleichung 3)

Die orale LipL verringert sich demnach um 0,64 mm bei einer um 1 mm verlängerten Oberlippe, um 0,17 mm bei einem 1mm höheren superioren posterioren dentoalveolären Komplex, um 0,36 mm bei einer um 1 mm vergrößerten vertikalen Distanz zwischen Aps und SE und um 0,87 mm bei einer um 1 mm verringerten vertikalen Distanz zwischen Is und SE.

5.6 Multiples Regressionsmodell für die Erklärung der Rezidivtendenz der therapeutischen Korrektur der Retroinklination der mittleren oberen Inzisivi

Mittels multipler Regression wurde die Variabilität des Rezidivs der therapeutischen Korrektur des frontalen Steilstandes im Oberkiefer (OK) analysiert. Dadurch konnte ermittelt werden, welche Parameter der individuell unterschiedlichen Rezidivneigung signifikant zugrunde lagen. Das Rezidiv der Inklinationskorrektur der mittleren oberen Inzisivi ($\Delta Wd_OK1SN (T3-T2)$) hing vor allem vom Ausmaß der therapeutischen Zahnachsenaufrichtung ($\Delta Wd_OK1SN (T2-T1)$) ab; dieser Faktor allein erklärte die Variabilität des Rezidivs zu etwa 25%. Durch Hinzunahme von drei weiteren Parametern (orale Höhe der LipL (Sv_Licoo), Patientenmitarbeit in der Retentionsphase ($RetQua$) und OK-Extraktionsindex ($ExOK$)), welche jeweils einen statistisch signifikanten Zusammenhang mit dem Rezidiv aufwiesen ($p < 0,05$), konnte die Rezidivneigung zu 41% erklärt werden. Andere in die Modellkalkulation eingeschlossene

Parameter erhöhten die Erklärbarkeit der Rezidivneigung nicht nennenswert und zeigten keinen statistisch signifikanten Zusammenhang mit dem Rezidiv. Folgende Regressionsgleichung wurde für das ausgewählte vierparametrische Modell ermittelt:

$$\Delta \text{Wd_OK1SN}_{(T3-T2)} = -0,39 \times \Delta \text{Wd_OK1SN}_{(T2-T1)} - 0,71 \times \text{Sv_Licoo}_{(T2)} \\ + 1,91 \times \text{RetQua} - 0,84 \times \text{ExOK} + 1,41$$

(Gleichung 4)

Die Rezidivtendenz erhöht sich demnach um $0,39^\circ$ bei einer um 1° größeren Aufrichtung der mittleren oberen Inzisivi während der Therapie ($\Delta \text{Wd_OK1SN}_{(T2-T1)}$), um $0,71^\circ$ bei einer um 1 mm höheren (oralen) LipL, um $1,91^\circ$ bei einem um 1 kleineren Retentionsqualitätsindex (RetQua) oder um $0,84^\circ$ bei einem um 1 größeren Oberkieferextraktionsindex (ExOK).

6. Diskussion

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit basieren fast ausschließlich auf der Auswertung von Fernröntgenseitenaufnahmen des Schädels (FRS). Diese werden in der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde des Universitätsklinikums Freiburg i. Br. mit einem Kephalo-
staten angefertigt. Dieses Verfahren fördert die korrekte Projektion in der Norma lateralis, hat aber den Nachteil, dass die horizontale Bildebene nicht mit der „True Horizontal Plane“ (THP) übereinstimmt, die üblicherweise bei der Weichteilanalyse Verwendung findet (Legan und Burstone 1980; Park und Burstone 1986; Nanda et al. 1990; Karlsen 1994*). Deshalb wurde die THP alternativ bestimmt als Gerade, die durch den Sellamittelpunkt verläuft und nach anterior von der vorderen Schädelbasis (SN) in einem Winkel von 6° nach unten abweicht. Diese konstruierte THP stimmt meist recht gut mit der natürlichen überein (Moorrees 1959; Lundstrom et al. 1995; Proffit und Fields 2000). Das so modifizierte Auswertverfahren erlaubt die Vergleichbarkeit der hier erhobenen Werte mit denen anderer wichtiger Studien, die sich ebenfalls an der natürlichen Kopfhaltung orientieren. Eine Übertragbarkeit besteht auch für klinische Untersuchungen, wie sie in einer geplanten zweiten Arbeit vorgesehen sind, in der an den hier untersuchten Patienten klinische Messungen bezüglich der Frontzähne und des sie umgebenden Weichgewebes durchgeführt werden sollen. Zudem besteht über den statistisch ermittelten und feststehenden 6° -Winkel eine Umrechnungsmöglichkeit, um einen Bezug zur SN-Linie herzustellen.

Ein weiterer die Anfertigung der FRS betreffender Aspekt ist die Lippenhaltung. Wir werteten nur Röntgenbilder aus, die bei geschlossenen Lippen angefertigt wurden, wie es an der Freiburger Klinik üblich ist. Das hat den Nachteil, dass bei Patienten mit inkompetenter Lippenhaltung die Relation der Frontzähne zu den Lippen nicht ganz mit der vom Röntgenbild (in locker geschlossener Haltung) übereinstimmt. Der Vorteil ist, dass die Bilder gut vergleichbar sind (bei Aufnahmen mit teilweise geschlossenen oder offenen Lippenhaltungen ist eine einheitliche Auswertung schwierig). Außerdem wird die geschlossene Lippenposition länger am Tag eingenommen als die entspannte und nimmt einen größeren Einfluss auf die inzisale Zahnstellung (Burstone 1967).

Die Punktauswahl und –definition der FRS-Analyse orientierte sich an der Freiburger Methode, die sich als Standard etabliert hat, und wurde ergänzt durch spezielle für die Fragestellung relevante und in Vergleichsstudien oft verwendete Parameter. Besonders zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang die Höhe der Lippenschlusslinie (LipL). Die kephalometrische Aus-

wertung der Höhe der LipL erfolgte in der vorliegenden Studie sowohl am ventralsten als auch am oralsten Kontakt zwischen Ober- und Unterlippe (ventrales und orales Stomion). Hintergrund dafür war sicherlich auch die statistische Vergleichsmöglichkeit der Bestimmung dieser beiden Parameter im Hinblick auf ihre Eignung in der Routinediagnostik. Grundsätzlich ist der ventrale Kontaktpunkt der Lippen im FRS, d.h. das üblicherweise bestimmte Stomion, leichter auffindbar als der orale Kontaktpunkt; dies zeigen auch die metrisch etwas kleineren Toleranzintervalle (siehe Tabelle 10). Jedoch kann zumindest ein geschultes Auge trotz Überlagerung in der Seitenansicht durch die laterale Oberlippe auch den oralen Lippenkontaktpunkt relativ verlässlich erkennen. Dies gelingt am besten, indem man die Kontur der Unterlippe vom ventralen Stomion nach dorsal verfolgt. Weitere wichtige Aspekte der vergleichenden Beurteilung der oralen und ventralen Lippenschlusshöhe liegen darin, dass einerseits die orale Anlagefläche der Unterlippe der eigentlich relevante Parameter ist (an dieser Fläche erfolgt nämlich die Übertragung des höheren Lippendrucks), und dass andererseits die LipL oral metrisch höher ist als ventral. Letzteres führt dazu, dass in der relativen Betrachtung die Bestimmung des oralen Parameters sogar reliabler erscheint (siehe kleinerer standardisierter Bereich für Sv_Licoo in Tabelle 10). Basierend auf der vorliegenden Studie tendieren wir grundsätzlich dazu, keine endgültige Aussage bezüglich der besseren Eignung der oralen oder ventralen Lippenschlusshöhe als FRS-Parameter zu treffen. Als Grundlage hierzu können eventuell weitere Studien zum Vergleich dieser kephalometrischen Parameter, z.B. auch Vergleiche der Messergebnisse mehrerer erfahrener Behandler, sinnvoll sein. Dabei könnten dann auch allgemeine problematische Aspekte, wie z.B. das Vorgehen bei der Bestimmung des oralen Stomionpunktes im Falle einer inkompetenten Lippenhaltung bzw. eines interlabialen Spaltes, detailliert eruiert und diskutiert werden.

Über die Feststellung der bloßen Ausmaße der Änderungen von Oberkieferschneidezahnachse und LipL nach Therapieende und die Messung eintretender Rezidive hinaus wollten wir wissen, wie diese zustande kommen. Denn eine Verbesserung der Frontzahnachsen kann bei Deckbisspatienten sowohl durch eine Protrusion als auch durch einen palatinalen Wurzel-torque erreicht werden, und eine Verringerung des Lipcovers kann aus einer Zahnkipfung oder einer Intrusion resultieren. Den Behandlungsergebnissen wird aber bei gleichen absoluten Endwerten eine von der Art des Zustandekommens abhängige unterschiedliche Rezidivneigung nachgesagt. Aus diesem Grund wurde eine detaillierte Analyse der dentalen Veränderungen durchgeführt und deren Ergebnisse in den Berechnungen mit berücksichtigt.

Der Gruppenvergleich zwischen dem Deckbisskollektiv und der Kontrollgruppe ergab, dass unser Deckbisskollektiv bezüglich der die Wachstumsrichtung betreffenden Parameter Mandibularbasiswinkel (SN-MeGo), Summenwinkel und Gesichtshöhenverhältnis, sowie dem Winkel SNA von denen anderer Studien abweicht. Die meisten Untersucher (Renfroe 1948*; Smeets 1962*; Mills 1973*; Droschl 1974; Karlsen 1994*; Pancherz und Zieber 1998; Brezniak et al. 1998*; Peck et al. 1998*) fanden vorwiegend horizontales Wachstum, wohingegen die Werte der oben genannten Parameter in unserem Deckbisskollektiv eher auf ein vertikales Wachstum schließen lassen. Zudem war der Oberkiefer entgegen unseren Ergebnissen (maxilläre Retrognathie beim Deckbisskollektiv) in den meisten analysierten Kollektiven orthognath eingebaut (Smeets 1962*; Mills 1973*; Droschl 1974; Fischer-Brandies et al. 1985*; Karlsen 1994*; Pancherz und Zieber 1998; Brezniak et al. 1998*; Peck et al. 1998*). Der Hauptgrund dieser Abweichungen liegt sehr wahrscheinlich in der unterschiedlichen Altersstruktur unserer beiden Teilkollektive begründet. In der Deckbissgruppe befinden sich mehr Probanden im Wechselgebissstadium als in der Kontrollgruppe. Insofern soll der Gruppenvergleich keiner weiteren detaillierten Diskussion unterzogen werden.

In unserer Studie verfolgten wir zur Analyse der morphologischen Charakteristika des Deckbisses einen alternativen Ansatz: Im Gegensatz zu früheren Studien wurde nicht nur ein Gruppenvergleich durchgeführt, sondern beide Kollektive zu einer Gruppe vereint und mit Hilfe einer multiplen Regressionsanalyse ausgewertet. Dies hat den großen Vorteil, dass Unterschiede in der Ausprägung der Anomalie mit berücksichtigt wurden (was bei einem Gruppenvergleich nicht der Fall ist).

Zur näheren Diskussion erschien uns ein fünfparametriges Modell sinnvoll (s. Kap. 5.3), das aus den Parametern orale LipL (Sv_Licoo), skelettale Klasse (W_difANB), Oberlippenlänge (Sw_OLL), Höhe des superioren anterioren dentoalveolären Komplexes (Sd_sa_dK) und vordere untere Gesichtshöhe (Sv_aiGh) bestand. Mit diesen fünf Variablen kann die Ausprägung des Deckbisses statistisch zu 65% erklärt werden. Ein Modell, welches sechs oder sieben Variablen beinhaltet, führt zu keiner nennenswerten Steigerung der Erklärbarkeit.

In jedem Fall bemerkenswert ist die Tatsache, dass in allen Modellen die Höhe der LipL enthalten ist. Aus ihr allein erklärt sich das Ausmaß der Ausprägung des Deckbisses bereits zu 30%. Mit der LipL in direkter Abhängigkeit stehen die Oberlippenlänge und die Höhe des superioren anterioren dentoalveolären Komplexes, zwei weitere Variablen, die in unser Modell Zugang gefunden haben. Eine kurze Oberlippenlänge und eine vergrößerte Höhe der Prämaxilla erklären die hohe LipL und tragen statistisch signifikant zur Deckbissausprägung

bei. Das bestätigt auch die Vermutungen anderer Autoren (Nicol 1954; Jarabak 1972*; van der Linden und Boersma 1988*).

Des Weiteren korreliert eine geringe vordere untere Gesichtshöhe mit einer starken Deckbissausprägung. Zu diesem Ergebnis kamen auch zahlreiche frühere Studien (Renfroe 1948*; Smeets 1962*; Fletcher 1975*; Karlsen 1994*; Pancherz und Zieber 1998). Als Erklärung dient das bei Deckbisspatienten vorherrschende horizontale Wachstumsmuster mit Vorwärtsrotation des Unterkiefers. Diesen Ergebnissen zufolge hat der Tiefbiss sowohl skelettale als auch dentoalveoläre Ursachen.

Der letzte Parameter unseres Regressionsmodells W_difANB beschreibt die Differenz zwischen gemessenem Ist- und berechnetem Soll-ANB eines jeden Probanden. Negative Werte weisen dabei auf eine skelettale Klasse III, positive auf eine skelettale Klasse II hin. Die statistische Aussage lautet: je positiver der entsprechende Wert, desto ausgeprägter der Deckbiss. Dies scheint nicht verwunderlich, da die dorsale Unterkieferlage den sagittalen Abstand zwischen oberen und unteren Inzisivi vergrößert und somit die Retroinklination begünstigt.

Bezüglich der Veränderungen während der Therapie konnte festgestellt werden, dass neben einer Verbesserung der Oberkieferschneidezahnachsen und einer Verringerung des vertikalen Überbisses in ca. 70% der Fälle eine Reduzierung der Überlappung von Unterlippe und Oberkieferfrontzähnen stattgefunden hat. Dies liegt unseren Ergebnissen nach sowohl in Veränderungen der Lippenlängen, als auch der vertikalen Position der oberen Inzisivi begründet. Dabei dürften die metrischen Änderungen der Lippen größtenteils wenig beeinflussbaren Wachstumsvorgängen zugeschrieben werden, während die Zahnbewegungen ein zentrales Mittel der Therapie darstellen. Eine detaillierte Analyse der Interrelation zwischen Lippenweichteilen und Art der durchgeführten Zahnbewegungen deutet hin auf eine Verringerung der LipL infolge 1) einer Verringerung der vertikalen Distanz zwischen der Inzisalkante des oberen zentralen Schneidezahnes und der konstruierten Spinaebene (SE) ($\Delta Is_SE_v (T2-T1)$), 2) einer Vergrößerung der vertikalen Distanz zwischen dem Apex des oberen zentralen Schneidezahnes und SE ($\Delta Aps_SE_v (T2-T1)$) und 3) der Erhöhung des superioren posterioren dentoalveolären Komplexes ($\Delta Sd_sp_dK (T2-T1)$). Dies kann folgendermaßen interpretiert werden: Die Punkte 1) und 2) können durch eine Aufrichtung (d. h. eine Verringerung des Winkels von OK1 zu SpP) erklärt werden. Punkt 1) ist zusätzlich durch Intrusion der Frontzähne und Punkt 2) durch Extrusion der Seitenzähne erklärbar. Diese Zusammenhänge und die Frage, ob die Aufrichtung des Oberkiefers durch Wurzeltorque oder Labial-

kipfung zustande kam, wurden in der Baumrindanalyse (Baumrind et al. 1996) untersucht. Jedoch war die Ursache der Zahnbewegung nicht signifikant, höchstwahrscheinlich weil sich Zahnbewegungen und Wachstumsvorgänge überlagerten. Und so muss die Beantwortung der Fragen, ob die Reduzierung der LipL durch Intrusion und die Aufrichtung der Oberkiefer-1er durch Wurzeltorque oder Labialkipfung generiert werden, in einer weiteren Studie mit ausschließlich Erwachsenen erfolgen. Die Erhöhung des superioren posterioren Komplexes (Punkt 3) kann durch Wachstum und/oder Extrusion der Oberkiefermolaren bedingt sein. Für die Therapie von Bedeutung, weil planbar, ist die Extrusion im Seitenzahnbereich.

Für die therapeutische Korrektur der Retroinklination wurde beim Kollektiv dieser Studie ein Rezidiv von 17,5% und für die Bisshebung ein Rezidiv von 25% festgestellt. Beim Overbite entsprach diese Rate der aus den Daten vergleichbarer Studien (Berg 1983*; Burzin und Nanda 1993; Binda et al. 1994*; Schweitzer und Panherz 2001*) errechneten Rezidivquote. Für die Inklination der mittleren oberen Schneidezähne lag sie etwas darüber (Binda et al. 1994*; Kim und Little 1999*; Kinzel et al. 2002*). Interessant war, dass – analog zur vorliegenden Studie – auch bei diesen früheren Untersuchungen die Stabilität des Behandlungsergebnisses eine außerordentlich hohe interindividuelle Variabilität aufwies.

Zur Beantwortung der Frage, welche Fälle stabil blieben und welche nicht, führten wir eine multiple Regressionsanalyse durch. Dabei versuchten wir, möglichst alle als Rezidivfaktoren in Frage kommenden und ausreichend quantifizierbaren Parameter zu berücksichtigen, wobei Letzteres bei einigen eingeschlossenen Parametern, wie z.B. der Beurteilung der Patientenmitarbeit bzw. der Qualität der Retention, der Art der Retentionsapparatur oder der Bestimmung des Einflusses von Extraktionen im Oberkiefer, nur eingeschränkt möglich war. Folgende vier der in die Kalkulationen eingeschlossenen Parameter zeigten einen statistisch signifikanten Zusammenhang mit der Rezidivtendenz der Korrektur des oberen Frontzahnsteilstandes: 1) das Ausmaß der therapeutischen Inklinationsveränderung der mittleren oberen Inzisivi (als einflussreichster Parameter), 2) die orale Höhe der LipL, 3) die Patientenmitarbeit bei der Retention sowie 4) der Oberkieferextraktionsindex. Der Einfluss der ersten drei Parameter hinsichtlich der Behandlungsstabilität ist, bezogen auf die jeweilige Richtung der Interrelation, schlüssig; d.h. je mehr die mittleren oberen Inzisivi im Laufe der Therapie prokliniert wurden, je höher die orale LipL war und je schlechter retiniert wurde, desto größer war die Rezidivtendenz. Ein überraschendes Ergebnis war, dass die Rezidivtendenz im Falle von vorgenommenen Extraktionen im Oberkiefer (Tabelle 9 zeigt, dass es meistens Extraktionen der ersten Prämolaren waren) stärker war als bei Non-Extraktionsfällen, und zwar umso

stärker, je weiter anterior extrahiert wurde. Letzteres muss allerdings wegen der ungleichen Verteilung der Extraktionen auf die verschiedenen Zähne mit Vorbehalt gesehen werden. Aufgrund der Tatsache, dass im Falle eines Lückenschlusses das anteriore Segment zumindest teilweise nach dorsal bewegt wird, erwarteten wir sowohl durch die Bewegung der oberen Inzisivi aus den Lippenweichteilen heraus (was einer Abschwächung des Einflusses des labialen Drucks während der posttherapeutischen Phase gleichkommt) als auch wegen einer eventuell vorhandenen, entgegengesetzten Rezidivtendenz infolge der Frontzahnretraktion (im Sinne einer posttherapeutischen Labialkippung) zumindest eine Abschwächung der Rezidivtendenz der Korrektur der Steilstellung. Über den Grund, warum Oberkieferextraktionsfälle eine stärkere Rezidivtendenz der Inklinationskorrektur aufwiesen, kann nur spekuliert werden. Denkbar ist, dass die Tendenz zur Öffnung der Extraktionslücken nach der Therapie (auch in distaler Richtung) den nötigen Raum für eine erneute Retroinklination der oberen Inzisivi (d.h. ein Rezidiv) durch den nach oral gerichteten Druck der Lippenweichteile zur Verfügung stellt. Umgekehrt ist vorstellbar, dass bei Non-Extraktionsfällen die vorhandene stärkere interkoronale, d.h. mesiodistale Abstützung (bzw. eventuell sogar eine Tendenz zum Engstand) dem Einfluss des Lippendrucks im Sinne einer Barriere entgegenwirken könnte.

Der Einfluss der Art der therapeutischen Bewegung des Oberkiefer-1ers, d.h. entweder Intrusion oder Labialkippung, stellte sich bei der Modellberechnung als nicht signifikanter Faktor heraus. Grund dafür war - wie oben bereits erwähnt - wahrscheinlich die Überlagerung mit den Wachstumsvorgängen. Auch dieser Punkt ist in einer weiteren Studie mit ausschließlich erwachsenen Probanden neu zu evaluieren.

Aufgrund der mittleren Länge des posttherapeutischen Intervalls von 2:0 Jahren kann nicht von einer Studie zur Langzeitstabilität der Deckbissbehandlung gesprochen werden. Grundsätzlich ist jedoch zu erwarten, dass Rezidiv verursachende Faktoren mit zunehmender posttherapeutischer Zeit (auch im Hinblick auf das „Ausschleichen“ aus der apparativen Retention) stärker ins Gewicht fallen. Unter diesem Gesichtspunkt dürfte sich das relativ kurze Retentionsintervall auf die Aussagekraft der für die Rezidivtendenz statistisch ermittelten Zusammenhänge nicht negativ ausgewirkt haben.

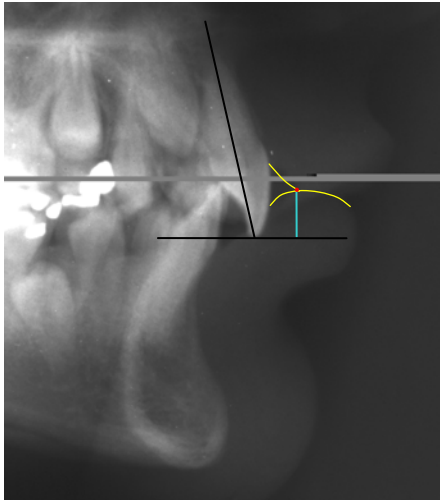
Bleibt die Frage der klinischen Relevanz der Ergebnisse. Nicht alle Faktoren, die mit der Rezidivtendenz des oberen Frontzahnsteilstandes in kausalem Zusammenhang stehen, sind durch therapeutische Zielsetzungen bzw. Maßnahmen beeinflussbar. Dies gilt insbesondere für das Ausmaß der therapeutischen Inklinationsveränderung der mittleren oberen Inzisivi, d.h. den bedeutendsten Rezidivfaktor. Unabhängig von der prätherapeutischen Steilstellung

dieser Zähne ist das Behandlungsziel eine dem klinischen Richtwert entsprechende Inklination (z.B. ein Winkel von 102° zur SN-Linie). Konkret ist damit gemeint, dass das Behandlungsziel sicherlich nicht zugunsten einer geringeren Rezidivtendenz in einer nur teilweisen Korrektur des Steilstandes bestehen kann. Auch bezüglich der Patientenmitarbeit in der Retentionsphase kann der Kieferorthopäde oftmals nur geringen Einfluss ausüben. Eventuell könnte bei rezidivfreudigen Anomalien – wie z.B. beim Deckbiss – eine engmaschigere Kontrolle oder eine rigidere Retention in Gestalt eines permanenten, palatinal geklebten Drahtretainers erfolgen. Dabei müssten natürlich auch die Nachteile eines geklebten Retentionsdrahtes (z.B. eine erschwerte Mundhygiene und die Bruchgefahr mit ihren Folgen) in Betracht gezogen werden. Das vorliegende Ergebnis, dass bei Extraktionsfällen eher ein Rezidiv auftrat, und zwar umso stärker, je weiter anterior extrahiert wurde, ist sicherlich ein weiteres Argument, sich im Zweifelsfall gegen eine Prämolarenextraktion im Oberkiefer bzw. für eine Extraktion weiter distal im Zahnbogen zu entscheiden (ein Vorgehen, das beim Deckbiss aufgrund der steil stehenden Inzisivi ohnehin von Vorteil ist).

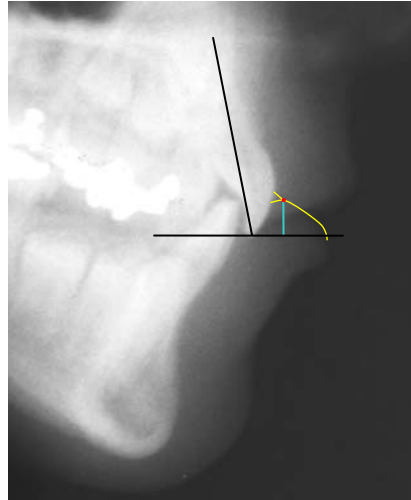
Die vorliegende Studie ist die erste, in der ein signifikanter Einfluss der posttherapeutischen Höhe der LipL auf die Rezidivtendenz der Frontzahnkorrektur beim Deckbiss nachgewiesen werden konnte. Obwohl in allen früheren Untersuchungen bei Deckbiss- bzw. Klasse-II/2-Kollektiven eine erhöhte LipL festgestellt wurde, fehlte in entsprechenden Studien zum Rezidiv eine Berücksichtigung dieses wichtigen morphologischen bzw. ätiologischen Parameters. Die hohe posttherapeutische LipL ist – als Rezidivfaktor – insofern von besonderer Bedeutung, als sie sicherlich derjenige Parameter ist, der durch die therapeutische Zielsetzung am ehesten zu beeinflussen ist. Folglich muss, basierend auf dem in dieser Studie nachgewiesenen Zusammenhang, eine physiologische morphologische Beziehung zwischen oberen Frontzähnen und Unterlippe als eines der wichtigsten Behandlungsziele angesehen werden. (In Abbildung 13 wird dies anhand zweier klinischer Fälle aus unserer Untersuchungsgruppe exemplarisch demonstriert.) Als physiologisch anzusehen ist, wenn die Unterlippe die oberen Inzisivi maximal 3 mm bedeckt. Für diesen Wert sprechen unter anderem die im Rahmen von Lippendruckmessungen gewonnenen Erkenntnisse (Lapatki et al. 2002*) sowie Daten einer bisher unveröffentlichten Studie zum Langzeitrezidiv beim Deckbiss an der Abteilung für Kieferorthopädie der Universität Freiburg i. Br.

Abbildung 13. Beispiele für ein instabiles (Patient R.L., links) bzw. stabiles (Patient U.H., rechts) Behandlungsergebnis. Bei Patient R.L. (links) erfolgte eine therapeutische Aufrichtung der mittleren oberen Schneidezahnachsen von 95° auf 103° (relativ zu SN). Die Überlappung dieser Zähne durch die Unterlippe betrug nach der aktiv-mechanischen Therapie 7 mm. Das Rezidiv im etwa 2-jährigen posttherapeutischen Intervall war mit 5° relativ hoch. Bei Patientin U.H. (rechts) wurden die mittleren oberen Inzisivi um $9,5^\circ$ aufgerichtet, wobei die Höhe der Lippschlusslinie gleichzeitig um etwa 2 mm reduziert wurde. Die Achsenstellung der mittleren oberen Schneidezähne veränderte sich bei dieser Patientin im posttherapeutischen Intervall lediglich um $0,5^\circ$.

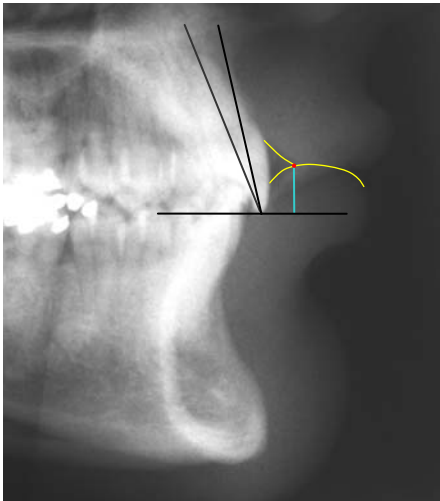
T1 (Pat. R. L., 13J5M)



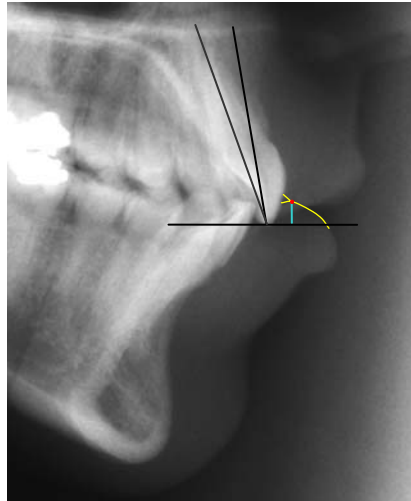
T1 (Pat. U.H., 9J10M)



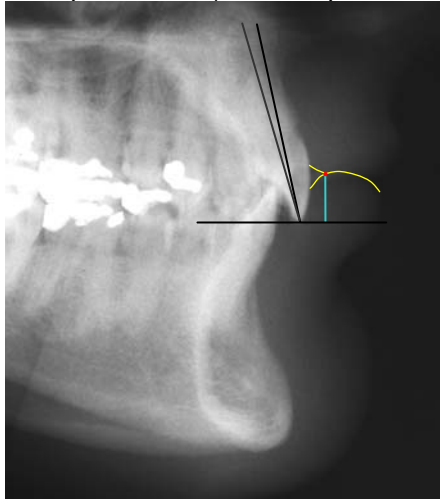
T2 (Pat. R. L., 16J5M)



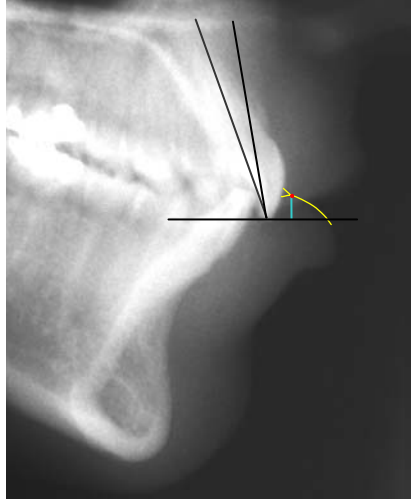
T2 (Pat. U.H., 13J11M)



T3 (Pat. R. L., 18J6M)



T3 (Pat. U.H., 15J8M)



7. Zusammenfassung

Die vorliegende retrospektive röntgenkephalometrische Studie hatte die Bestimmung derjenigen morphologischen Faktoren zum Ziel, welche erstens für das Ausmaß der Ausprägung des Deckbisses sowie zweitens für das Behandlungsrezidiv die größte Bedeutung besitzen.

Als Kollektive dienten 43 jugendliche oder erwachsene kieferorthopädische Patienten mit prätherapeutischer Deckbissymptomatik (d.h. einem Steilstand der Oberkieferinzisivi und tiefem frontalen Überbiss) sowie eine Vergleichsgruppe ähnlicher Größe mit physiologischen Frontzahnbeziehungen. Durchgeführt wurde eine detaillierte fernröntgenologische Analyse der Morphologie des dentoskelettalen Komplexes sowie der perioralen Weichteile. Beim Deckbisskollektiv erfolgte eine zusätzliche Auswertung von FRS-Aufnahmen nach Abschluss der aktiv-mechanischen Therapie sowie nach Ende der Retention. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte u.a. mittels linearer und logistischer Verfahren zur Bildung von Regressionsmodellen.

Das Ausmaß der Ausprägung des Deckbisses erklärt sich danach zu 30% allein aus der Höhe der Lippenschlusslinie (LipL). Diese ist bei Deckbisspatienten signifikant erhöht und steht sowohl mit einer relativ kurzen Oberlippe als auch mit einer Supraokklusion der oberen 1er in kausalem Zusammenhang. Weitere die Deckbissausprägung beeinflussende Parameter waren eine große sagittale Kieferbasendiskrepanz sowie eine niedrige vordere untere Gesichtshöhe. Mit diesen fünf Parametern kann die Deckbissausprägung zu 65% erklärt werden. Auch bei den Regressionsmodellen zur Erklärung der Rezidivtendenz spielt die Höhe der LipL eine wesentliche Rolle. Generell ist die Rezidivtendenz der Korrektur der Frontzahnstellung bei Deckbisspatienten individuell sehr variabel; neben sehr stark rezidivierenden und stabilen Fällen ist teilweise auch eine weitere Aufrichtung der mittleren oberen Schneidezähne im Verlauf der Retention zu beobachten. Durchschnittlich rezidivierten (in einem mittleren posttherapeutischen Beobachtungsintervall von 2 Jahren) 17,5% der Korrektur des Steilstandes der oberen Schneidezähne und 25% der therapeutischen Bisshebung. Extraktionsfälle sowie Patienten, bei denen eine starke Inklinationsveränderung der oberen Inzisivi durch die Therapie, eine hohe posttherapeutische LipL oder eine schlechte Mitarbeit bei der Retention vorlagen, zeigten eine erhöhte Neigung zum Rezidiv der Korrektur der Palatinalkippung der mittleren oberen Schneidezähne. Ein Einfluss der Art der Korrektur der frontalen Zahnstellungsanomalie beim Deckbiss (d.h. entweder Labialkippung, palatinaler Wurzelorque oder echte Intrusion der Frontzähne) konnte in unseren Modellberechnungen nicht festgestellt werden.

Zugunsten einer hohen Behandlungsstabilität sollte bei Deckbisspatienten die Herstellung einer physiologischen morphologischen Beziehung zwischen oberen Inzisivi und Unterlippe - vor allem unter dem Gesichtspunkt der möglichen Einflussnahme auf diesen Parameter - als eines der wichtigsten therapeutischen Ziele angesehen werden. Dies entspricht in Anlehnung an die nachgewiesenen ätiologischen Zusammenhänge prinzipiell einem kausalen Therapieansatz und bestätigt die These, dass die Rezidivgefahr grundsätzlich dann hoch ist, wenn ätiologische Faktoren im Laufe der Therapie nicht eliminiert werden.

8. Literaturverzeichnis

Alle mit einem Stern (*) hinter dem Erscheinungsjahr gekennzeichneten Studien sind Untersuchungen zur Angle-Klasse-II/2.

Angell EC (1860) Treatment of irregularities of the permanent teeth. *Dent Cosmos* 32:540

Angle EH (1899) Classification of malocclusion. *Dent Cosmos* 41:248-64, 350-7

Angle EH (1907) Treatment of Malocclusion of the Teeth. In: Angle's System. The S.S. White Dental Manufacturing Co, Philadelphia

Baumrind S, Ben-Bassat Y, Bravo LA, Curry S, Korn EL (1996) Partitioning the components of maxillary tooth displacement by the comparison of data from three cephalometric superimpositions. *Angle Orthod* 66:111-24

Baumrind S, Korn EL, Boyd RL (1996) Apical root resorption in orthodontically treated adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 110:311-20

Baumrind S, Korn EL, Ben-Bassat Y, West EE (1987) Quantitation of maxillary remodeling. 2. Masking of remodeling effects when an "anatomical" method of superimposition is used in the absence of metallic implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 91:463-74

Berg R (1983*) Stability of deep overbite correction. *Eur J Orthod* 5:75-83

Binda SK, Kuijpers-Jagtman AM, Maertens JK, van 't Hof MA (1994*) A long-term cephalometric evaluation of treated Class II division 2 malocclusions. *Eur J Orthod* 16:301-8

Björk A, Skieller V (1972) Facial development and tooth eruption. An implant study at the age of puberty. *Am J Orthod* 62:339-83

Bland JM, Altman, D.G. (1999) Measuring agreement in method comparison studies. *Stat Methods Med Res* 8:135-60

Brezniak N, Arad, A., Heler, M., Wasserstein, A., (1998*) Class II Division 2 skeletal pattern (Letters). *Angle Orthod* 68:104

Broadbent BH (1931) A new technique and its application to Orthodontics. *Angle Orthod* 1:45-66

Brodie AG (1948) On the growth of the jaws and the eruption of the teeth. *Angle Orthod* 12:109-23

Burstone CJ (1958) Integumental profile. *Am J Orthod* 44:1-25

- Burstone CJ (1967) Lip posture and its significance in treatment planning. *Am J Orthod* 53:262-84
- Burstone CJ, James RB, Legan H, Murphy GA, Norton LA (1978) Cephalometrics for orthognathic surgery. *J Oral Surg* 36:269-77
- Burzin J, Nanda, R. (1993) The stability of deep overbite correction. In: Nanda R, Burstone, C. J. (Hg.) Retention and stability in orthodontics. Saunders, Philadelphia
- Canut JA, Plasencia, E. (1986) Retention und Rezidiv. *Inf Orthod Kieferorthop* 18:207-26
- Cooke MS, Wei SH (1988) An improved method for the assessment of the sagittal skeletal pattern and its correlation to previous methods. *Eur J Orthod* 10:122-7
- Delivanis HP, Kuftinec MM (1980*) Variation in morphology of the maxillary central incisors found in class II, division 2 malocclusions. *Am J Orthod* 78:438-43
- Diedrich P (1990) Erfahrungen mit der Segmentbogentechnik nach Burstone im Erwachsenenengebiss. *Fortschr Kieferorthop* 51:14-22
- Downs WB (1948) Variations in facial relationships: their significance in treatment and prognosis. *Am J Orthod* 34:812
- Drescher D (2000) Fernröntgenanalyse. In: Diedrich P (Hg.) Praxis der Zahnheilkunde. Bd. Kieferorthopädie I. 4. Aufl. Urban & Fischer, München-Jena, S. 261-91
- Droschl H (1974) Die Morphologie des Deckbisses. *Fortschr Kieferorthop* 35:209-20
- Eckardt L, Kanitz G, Harzer W (1995*) Dentale und skelettale Veränderungen bei frühzeitiger Kl. II-Behandlung mit dem offenen Aktivator nach Klammt. *Fortschr Kieferorthop* 56:339-46
- Ferreira SL (1998*) Class II Division 2 deep overbite malocclusion correction with nonextraction therapy and Class II elastics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 114:166-75
- Fischer B (1943) Retention. *Am J Orthod Oral Surg* 29:5-17
- Fischer-Brandies H, Fischer-Brandies E, König A (1985*) A cephalometric comparison between Angle Class II, division 2 malocclusion and normal occlusion in adults. *Br J Orthod* 12:158-62
- Fletcher GG (1975*) The retroclined upper incisor. *Br J Orthod* 2:207-16
- Franchi L, Baccetti T, McNamara JA, Jr. (1998) Cephalometric floating norms for North American adults. *Angle Orthod* 68:497-502
- Fränkel R (1967) Funktionskieferorthopädie und Mundvorhof als apparative Basis. VEB Volk und Gesundheit, Berlin

- Fränkel R, Falk, F. (1967) Zahndurchbruch und Vererbung beim Deckbiß. Fortschr Kieferorthop 28:175-82
- Hans MG, Kishiyama C, Parker SH, Wolf GR, Noachtar R (1994) Cephalometric evaluation of two treatment strategies for deep overbite correction. Angle Orthod 64:265-74; discussion 275-6
- Häupl K (1957) In: Andresen V, Häupl, K., Petrik, L. (Hg.) Funktionskieferorthopädie. Barth, München
- Hofrath H (1931) Die Bedeutung von Röntgenfern- und Abstandsaufnahmen für die Diagnostik der Kieferanomalien. Fortschr Orthodont 1:232-58
- Houston WJ, Tulley J (1986) A textbook of orthodontics. Wright, Bristol
- Jarabak JR, Fizzell, J. A. (1972*) Technique and treatment with lightwire edgewise appliances. Mosby, St. Louis
- Jonas I (2000*) Therapie der Klasse II/2. In: Dietrich P (Hg.) Praxis der Zahnheilkunde. Bd. Kieferorthopädie II. 4. Aufl. Urban & Fischer, München-Jena, S. 315-27
- Kahl-Nieke B (2002) Retention, Stabilität, Rezidiv. In: Dietrich P (Hg.) Praxis der Zahnheilkunde. Bd. Kieferorthopädie III. 4. Aufl. Urban & Fischer, München-Jena, S. 209-39
- Kaiser M (2002*) Die Bedeutung der (Schneide-)Zahnbreiten in der Ätiologie der Angle-Klasse II/2. Med Diss, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg i. Br.
- Karlsen AT (1994*) Craniofacial characteristics in children with Angle Class II div. 2 malocclusion combined with extreme deep bite. Angle Orthod 64:123-30
- Kim TW, Little RM (1999*) Postretention assessment of deep overbite correction in Class II Division 2 malocclusion. Angle Orthod 69:175-86
- Kinzel J, Aberschek P, Mischak I, Droschl H (2002*) Study of the extent of torque, protrusion and intrusion of the incisors in the context of Class II, division 2 treatment in adults. J Orofac Orthop 63:283-99
- Korkhaus G (1931) Ätiologie der Zahnstellungs- und Kieferanomalien. Fortschr Orthodont 1:136-54
- Lapatki BG, Mager AS, Schulte-Moenting J, Jonas IE (2002*) The importance of the level of the lip line and resting lip pressure in Class II, Division 2 malocclusion. J Dent Res 81:323-8
- Legan HL, Burstone CJ (1980) Soft tissue cephalometric analysis for orthognathic surgery. J Oral Surg 38:744-51
- Luffingham JK (1982*) The lower lip and the maxillary central incisor. Eur J Orthod 4:263-8

- Lundstrom A, Lundstrom F, Le Bret LM, Moorrees CF (1995) Natural head position and natural head orientation: basic considerations in cephalometric analysis and research. *Eur J Orthod* 17:111-20
- Mayrhofer B (1912) *Lehrbuch der Zahnkrankheiten*. 1 Aufl. G. Fischer, Jena
- Mills JR (1973*) The problem of overbite in Class II, division 2 malocclusion. *Br J Orthod* 1:34-48
- Moorrees CFA (1959) Die natürliche Kopfhaltung und ihre grundlegende Bedeutung für die Beurteilung zephalometrischer Röntgenaufnahmen. *Fortschr Kieferorthop* 20:142-55
- Nanda RS, Meng H, Kapila S, Goorhuis J (1990) Growth changes in the soft tissue facial profile. *Angle Orthod* 60:177-90
- Nicol WA (1954) The morphology of the lips in relation to the incisor teeth. *Trans Br Soc Study Orthod*:25-28
- Pancherz H, Zieber K (1998) Dentoskeletal morphology in children with Deckbiss. *J Orofac Orthop* 59:274-85
- Park YC, Burstone CJ (1986) Soft-tissue profile--fallacies of hard-tissue standards in treatment planning. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 90:52-62
- Parker CD, Nanda RS, Currier GF (1995*) Skeletal and dental changes associated with the treatment of deep bite malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 107:382-93
- Peck S, Peck L, Kataja M (1998*) Class II Division 2 malocclusion: a heritable pattern of small teeth in well-developed jaws. *Angle Orthod* 68:9-20
- Proffit WR (1978) Equilibrium theory revisited: factors influencing position of the teeth. *Angle Orthod* 48:175-86
- Proffit WR, Fields, H. W. jr. (2000) *Contemporary orthodontics*. 3. Aufl. Mosby, St. Louis-Philadelphia-London-Sydney-Toronto
- Rakosi T, Jonas, I. (1989) Kieferorthopädie / Diagnostik. In: Rateischak K, H. (Hg.) *Farbatlant der Zahnmedizin*. Bd. 8. Thieme, Stuttgart-New York
- Renfroe EW (1948*) A study of the facial patterns associated with Class I, Class II, division 1 and Class II, division 2 malocclusions. *Angle Orthod* 18:12-5
- Riedel R (1960) A review of the retention problem. *Angle Orthod* 30:179-94
- Rogers AP (1951) A restatement of the myofunctional concept in orthodontics. *Am J Orthod* 36:845-855
- Rutter RR, Witt E (1990*) Correction of Class II, Division 2 malocclusions through the use of the bionator appliance. Report of two cases. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 97:106-12

- Schulze C (1993) Lehrbuch der Kieferorthopädie. Quintessenz Verlags GmbH, Berlin
- Schweitzer M, Pancherz H (2001*) The incisor-lip relationship in Herbst/multibracket appliance treatment of Class II, Division 2 malocclusions. Angle Orthod 71:358-63
- Segner D (1989) Floating norms as a means to describe individual skeletal patterns. Eur J Orthod 11:214-20
- Selwyn-Barnett BJ (1996*) Class II/Division 2 malocclusion: a method of planning and treatment. Br J Orthod 23:29-36
- Simons ME, Joondeph DR (1973) Change in overbite: a ten-year postretention study. Am J Orthod 64:349-67
- Smeets HJL (1962*) A roentgenocephalometric study of the skeletal morphology of Class II Division 2 malocclusion in adult cases. Trans Eur Orthod Soc:247-59
- Stellzig A, Basdra EK, Kube C, Komposch G (1999*) Extraction therapy in patients with Class II/2 malocclusion. J Orofac Orthop 60:39-52
- van der Linden FPGM, Boersma, H. (1988*) Diagnose und Behandlungsplanung in der Kieferorthopädie. Quintessenz Verlags GmbH, Berlin
- Waldron R (1942) Reviewing the problem of retention. Am J Orthod Oral Surg 28:770-91
- Weiland F, Bantleon HP, Droschl H (1992) Die kieferorthopädische Tiefbißbehandlung bei Erwachsenen - ein Vergleich der Straight-Wire-Apparatur und der segmentierten Bogentechnik. Fortschr Kieferorthop 53:153-60
- Weinstein S, Haack, D. C., Morris, L. Y., Snyder, B. B., Attaway, H. E. (1963) On an equilibrium theory of tooth position. Angle Orthod 33:1-26

9. Anhang

9.1 Lebenslauf

PERSÖNLICHE INFORMATIONEN:

Name:	Andreas Klatt
Familienstand:	ledig
Staatsangehörigkeit:	deutsch
Geboren:	05. November 1975
Geburtsort:	Speyer
Religion:	röm. katholisch

SCHULBILDUNG:	1982-1986	Grundschule in 67373 Dudenhofen / Rheinland-Pfalz
	1986-1995	Gymnasium am Kaiserdom in 67346 Speyer / Rheinland-Pfalz
		Schulabschluss: Abitur

ZIVILDIENTST:	1995-1996	als Rettungssanitäter beim DRK Speyer
----------------------	-----------	---------------------------------------

STUDIUM:	1996-2002	Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Studiengang Zahnmedizin
	2002-2005	Abschluss: Zahnmedizinisches Staatsexamen Promotion an der Abteilung für Kieferorthopädie der Albert Ludwigs-Universität Freiburg

BERUFLICHE TÄTIGKEIT:

<i>12.10.-21.11.</i>	2003	Gastarzt im Rahmen eines Hospitationsvertrages in der zahnärztlichen Abteilung des Deutschen Hospitals in Buenos Aires <i>Tätigkeitsschwerpunkte: assistierende Teilnahme an operativen Eingriffen der Mund-Kiefer-Gesichts-chirurgie</i>
<i>Seit 01. Jan.</i>	2004	Assistenzarzt in der Zahnarztpraxis Dr. Paul Roden <i>Tätigkeitsschwerpunkte: Notdienst, Endodontie, vollkeramische Restaurationen</i>

9.2 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich recht herzlich bei all denjenigen bedanken, die mich bei der Durchführung dieser Dissertationsarbeit unterstützt haben.

Frau Prof. Dr. Irmtrud Jonas danke ich besonders für die Zurverfügungstellung des Dissertationsthemas. Ebenso bedanke ich mich bei Dr. Bernd Lapatki für die regelmäßige und hervorragende Betreuung während der Ausarbeitung des vorliegenden Projektes. Von der Abteilung für Biometrie und Medizinische Informatik der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br. ein besonderer Dank an Prof. Dr. Jürgen Schulte-Mönting für die statistische Auswertung der Daten. Ein herzliches Dankeschön geht auch an Matthias Klatt, der mir in mathematischen Dingen hilfreich zur Seite stand. Für das Korrekturlesen danke ich besonders Hubert Klatt und Barbara Saum. Bei der Unterstützung am und mit dem Computer waren Emanuel Kühnel, Dr. Christian Wanura und Frau Constantin (Technische Zeichnerin) behilflich. Weiterhin danke ich Frau Feger für ihre wertvolle Hilfe bei der Literaturrecherche und PD Dr. Ralf Kohal für die Bereitstellung als Zweitgutachter.