

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

**Die klinische Wirkung der individuellen Mundvorhofplatte
auf die Stellung der Frontzähne**

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Zahnmedizinischen Doktorgrades
der Medizinischen Fakultät
der Albert-Ludwigs-Universität
Freiburg i. Br.

Vorgelegt 2005
von Ulrich Zobel
geboren in Ochsenfurt

Dekan: Prof. Dr. med. Ch. Peters

1. Gutachter: PD Dr. med. Dr. med. dent. E. Rose

2. Gutachter: Prof. Dr. med. dent. G. Krekeler

Promotionsjahr: 2006

Yannik

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	5
1.1	Einführung	5
1.2	Die Mundvorhofplatte	6
1.3	Die Modellanalyse	11
2	FRAGESTELLUNG	12
3	UNTERSUCHUNGSGUT UND METHODE	13
3.1	Patientenkollektiv	13
3.2	Untersuchungsmaterial	15
3.3	Methode der Auswertung	15
3.3.1	Modellanalyse	15
3.3.2	Statistische Analyse	23
4	ERGEBNISSE	24
4.1	Gruppenvergleich	24
4.2	Geschlechtervergleich	29
4.3	Altersklassenvergleich	31
4.4	Messzeitvergleich	36
4.5	Methodischer Fehler	37
5	DISKUSSION	40
6	ZUSAMMENFASSUNG	48
7	LITERATURVERZEICHNIS	49
8	GLOSSAR / DEFINITIONEN	53
9	DANKSAGUNG	54
10	LEBENS LAUF	55

1 Einleitung

1.1 Einführung

In der Kieferorthopädie hat in den letzten Jahrzehnten ein Umdenken stattgefunden: Früher erfolgte eine reine Therapie schon bestehender Anomalien. Es wurde die Auffassung vertreten, dass mit einer Therapie von Gebissanomalien erst nach vollendetem Zahnwechsel begonnen werden sollte. Präventive Maßnahmen nehmen heutzutage einen höheren Stellenwert ein. Die Behandlung wird durch Prophylaxe und Frühbehandlung vereinfacht und verkürzt. Zahnfehlstellungen und Bissanomalien können durch leichte und einfache Eingriffe verhindert oder ihr Ausprägungsgrad gemildert werden. Die Behandlungskosten werden auf ein Minimum reduziert, da die meist sehr hohen Folgekosten aufgrund manifestierter Zahnfehlstellungen wegfallen. So bleibt diese Behandlung auch nach einer möglichen Privatisierung kieferorthopädischer Leistungen der sozial schwächeren Bevölkerung zugänglich.

Erworbene Anomalien werden am häufigsten durch funktionelle Störungen im Bereich des orofazialen Systems verursacht. Habituelle Mundatmung und schlechte Gewohnheiten, wie das Lutschen oder auch das Zungen- und Lippenbeißen, können verschiedene Anomalien zur Folge haben. So kann die gewohnheitsmäßige Mundatmung zu einem oberen Schmalkiefer oder einem offenen Biss führen. Darüber hinaus trocknen durch Mundatmung die Schleimhäute aus, was zu Gingivitiden führt. Die Bestrebungen der modernen Kieferorthopädie gehen nun dahin, eine kausale Therapie zu betreiben, d. h. auslösende Ursachen für eine Bissanomalie auszuschalten, bevor sie wirksam werden oder sich die hervorgerufenen Fehlentwicklungen manifestiert haben.

Das Mittel der Wahl zur Umstellung einer habituellen Mundatmung zur regelrechten Nasenatmung ist die Mundvorhofplatte. Sie kann verloren gegangene physiologische Beziehungen wiederherstellen und bereits bestehende Anomalien unter Ausnützung natürlicher Kräfte, wie z. B. der Muskelkräfte und des Luftdruckes, beseitigen. Die Platte ist eine sehr einfache kieferorthopädische Schildapparatur, die keine aktivierbaren Teile wie Federchen oder Schrauben enthält. Sie wird nur nachts getragen und sitzt lose, also vollständig passiv im Munde. Die Mundvorhofplatte war das erste Gerät, das vom Vestibulum aus Einfluss auf die gestörte Funktion nahm.

1.2 Die Mundvorhofplatte

Bereits im Jahre 1913 veröffentlichte Newell die Entwicklung eines Verschlussapparates, dessen Anwendungsgebiet vorwiegend die Vermeidung von Mundatmung war (Newell 1913).

Kurze Zeit später erwähnt Körbitz zum ersten Mal einen „Lippenformer“ in einer seiner Veröffentlichungen (Körbitz 1913). Die Wahl dieser Namensgebung verdeutlicht, dass Körbitz den zu jener Zeit weit verbreiteten Ansatz einer rein orthodontischen Behandlungsweise nicht vertrat und sich von ihm zu distanzieren gedachte. Seiner Zeit weit voraus erkannte er die Bedeutung des Weichteilmilieus für das gnathische Entwicklungsgeschehen. Aus diesen Erkenntnissen heraus entwickelte Körbitz den Ansatz, neben der mechanischen Umformung die Weichteile und ihre Muskulatur in eine kieferorthopädische Therapie mit einzubeziehen. Anhand von Selbstversuchen konnte er dabei die große Bedeutung des atmosphärischen Druckes für die Mundschlussfunktion und die Zungenruhelage am Gaumen nachweisen. Er setzte somit einen Schwerpunkt in der kausalen Mundatmungstherapie (Körbitz 1914).

Der Einsatz des Lippenschildes sollte die inaktive Lippen- und Unterkiefermuskulatur anregen und somit eine Normalisierung im Bereich der Weichteile herbeiführen. Er ging davon aus, dass die Mundatmung nur zu einem kleinen Prozentsatz auf eine dauernde Behinderung der Nasenatmung zurückzuführen ist. Vielmehr ist ein einwandfreier Lippenschluss den Patienten trotz hals-nasen-ohrenärztlicher Behandlung nicht möglich, da die Muskeln, die den Unterkiefer heben und den Mund schließen, unzulänglich entwickelt sind und von den Patienten funktionell nicht kontrolliert werden können. Körbitz spricht sich dafür aus, der Angewohnheit der Mundatmung, bzw. auch nur der Mundoffenhaltung schon in frühen Jahren entgegenzuwirken, da sie in diesem Entwicklungsstadium noch völlig abgestellt werden kann (Körbitz 1933).

Die Gestaltung des Lippenformers ermöglicht eine einfache Anwendung und Funktionsweise:

Er besteht aus einer Platte, welche völlig lose im Vestibulum liegt und frei ist von aktiven Elementen. Außerdem weist er einen Stiel auf, der durch beide Lippen hervorragt und für Übungen zur Stärkung der Lippenmuskulatur abgezogen wird. Dabei wird das Kind angewiesen das Schild mit den Lippen zu halten, woraus eine Kräftigung der unterentwickelten Lippenmuskulatur resultiert (Körbitz 1933; Petrik 1957).

Da die Platte auch die Labialflächen der oberen vorstehenden Schneidezähne berührt, erhält der Lippenformer eine dentale Komponente. Durch die unterschiedliche Gestaltung der dentalen Auflageflächen in Form von schiefen Ebenen kann die Wirkung auf die Zähne variiert werden.

Verantwortlich für den parodontalen Umbau sind dabei die Impulse der Muskulatur, die auf die Zähne übertragen werden.

Auch andere Kieferorthopäden wie Giacometti (1947), Nord (1957) und Hotz (1980) heben in ihren Publikationen die Vorzüge der Mundvorhofplatte zur Bekämpfung der Mundatmung hervor. Matthews (1948) u. a. unterstreichen zudem, dass die Apparatur nach hals-nasen-ohrenärztlichen Behandlungen, wie z. B. nach einer Adenotomie, eine unterstützende Wirkung zur Abgewöhnung einer bestehenden Mundatmung hat.

Dieser neue Ansatz, der sich deutlich von der reinen Orthodontie distanziert und im Einklang mit der von Rogers (1922) angegebenen kieferorthopädischen Gymnastik steht, zeigt deutlich, dass schon zu jener Zeit ein klarer Ansatz einer funktionell-kieferorthopädischen Behandlungsweise vertreten wurde. Aufgrund ihrer eindrucksvollen Pionierarbeit in diesem Bereich können Rogers (1922) mit seiner „myofunktionellen Gymnastik“ und Körbitz (1914) als die Begründer echten funktionellen Denkens und Handelns in der Kieferorthopädie angesehen werden. Sie waren die ersten Kieferorthopäden, die in ihren Untersuchungen funktionelle Abläufe analysierten und in die kieferorthopädische Behandlung miteinbezogen (Körbitz 1914; Rogers 1922).

Nord (1957) schreibt in einer Publikation, dass sich auch Dickin im Jahre 1934 anlässlich eines Vortrages vor „The Royal Society of Medicine“ für den Einsatz der Mundvorhofplatte ausgesprochen habe. Dickin habe dort erwähnt, dass er mit der Mundvorhofplatte schon seit dem Jahre 1923 mit großem Erfolg arbeite und ihr seitdem immer größere Bedeutung zumessen würde, da er kein besseres und einfacheres Mittel gegen Mundatmung und deren üble Folgen kenne.

Auf einer Tagung der ‚Europäischen Kieferorthopädischen Gesellschaft‘ im Jahre 1937 stellt Henry den Aluminium Screen von Dickin vor, welche von ihm bereits als Behandlungsmittel bei Distalbiss eingesetzt wurde. Aufgrund der Aluminiumknappheit während des 2. Weltkrieges geriet diese Methode jedoch fast wieder in Vergessenheit (Nord 1957).

Zu erneuter Popularität gelangte die Mundvorhofplatte vor allem durch die Arbeiten von Nord (1957) und Hotz (1980). Während Hotz die heute geläufige Form der Mundvorhofplatte

entwickelte, setzte Nord auf die Herstellung der Mundvorhofplatten im Pressverfahren aus Plexiglas. Dadurch konnte diese in wenigen Minuten hergestellt werden, wodurch die Kosten gesenkt werden konnten und somit der weitläufige Einsatz möglich wurde. Als Vorbild für die Entwicklung beider Mundvorhofplatten diente das Lippenschild von Körbitz (1913). Ihr Einsatz soll den Tonus der orolabialen Muskulatur anregen, und somit zu einem korrekten Lippenschluss führen. Gegenüber dem Körbitzschenschen Lippenschild wiesen beide Mundvorhofplatten den Vorzug auf, dass sie durch eine modifizierte Gestaltung dynamischer wirken. So stehen sie z. B. teilweise vom Alveolarfortsatz ab.

Beide Autoren gebrauchten die Mundvorhofplatte als funktionskieferorthopädisches Gerät zur Behandlung der skelettalen Klasse II/1 im Milch- sowie im frühen Wechselgebiss, zur Abgewöhnung von Mundatmung, zur Abstellung von Dyskinesien, wie Lippenbeißen oder Lutschen und zur Behebung von Lutschdeformitäten in Verbindung mit einer Protrusion der oberen Schneidezähne.

Nach Hotz (1980) beruht die Wirkungsweise der Mundvorhofplatte auf dem Konstruktionseinbiss. Dieser wird von Eschler (1952) definiert als Position, in der der Unterkiefer aus der Ruhelage herausgenommen wird und so das Muskelgleichgewicht gestört wird. Daraus resultiert einerseits eine Dehnung mancher Muskelgruppen, während andere Muskelstränge in erhöhte Tätigkeit versetzt werden. Dies hat auch Auswirkungen auf das Kiefergelenk. Durch die Verlagerung des Unterkiefers wird die Beziehung des Kondylus in der Fossa gestört, so dass Umbauvorgängen im Kiefergelenk stattfinden.

Untersuchungen von Petrovic et al. (1974) haben ergeben, dass das Wachstum der Kondylen und einiger anderer kranialer und fazialer Strukturen durch ein multifaktorielles System gesteuert wird. Die beeinflussenden Faktoren sind nicht nur endogen genetischer Natur, auch regionale und lokale Faktoren spielen eine grosse Rolle. Dies hat zur Folge, dass geeignete orthopädische Geräte sowohl Richtung als auch Größe des Wachstums beeinflussen können. Somit sind selbst hereditäre Dysgnathien behandelbar. Petrovic konnte in seinen Tierversuchen nachweisen, dass eine Verlagerung des Kondylus in der Fossa bzw. Druck oder Zug in den Suturen mit entsprechender Raumeinengung zu einer Wachstumshemmung führt, während ein vermehrtes Raumangebot einen adäquaten Wachstumsreiz für den Körper darstellt. Voraussetzung ist aber, dass die lokalen Veränderungen über einen längeren Zeitraum aufrechterhalten werden, so dass eine Adaptation erfolgen kann.

Behandlungserfolge bei Lutschprotrusion und lutschoffenem Biss erzielten Nord (1957) und Hotz (1980), indem sie die Mundvorhofplatte auf den vorderen Schneidezähnen aufliegend gestalteten. Auf diese Weise überträgt sich der Lippendruck auf die oberen Schneidezähne und bewirkt eine Retrusion des frontalen Zahnbogens. In dieser orthodontischen Wirkung sahen jedoch andere Autoren die Gefahr der Platzeinengung für die bleibenden Eckzähne und die Gefahr von Wurzelresorptionen gegeben (Schwarz 1956; Fränkel 1967; Rakosi 1985).

Kraus (1961) verfolgte mit seiner Mundvorhofplatte ein anderes Behandlungskonzept. Um die umstrittene orthodontische Wirkung auszuschalten, lässt er sein Gerät von den Zähnen und dem größten Teil des Alveolarfortsatzes abstehen. Auf diese Weise stellte er die orofaziale Muskulatur in den Mittelpunkt seiner Behandlung und entwickelte somit das erste kieferorthopädische Gerät, das völlig frei war von jeglichen orthodontischen Wirkungselementen. Kraus teilt die Ansicht der funktionskieferorthopädischen Behandlungsweise nicht, sondern vertritt die Auffassung, dass man Dysfunktionen nur zu unterbrechen bzw. zu hemmen braucht, um eine „Spontanrehabilitation“ in den neuromuskulären Funktionsabläufen zu erreichen (Kraus 1956).

Die von Kraus (1956) entwickelte Therapie wird deshalb auch als Hemmungstherapie bezeichnet. Auf Grundlage seiner Überlegungen entwickelte Kraus eine dementsprechend anders geformte Mundvorhofplatte, welche schildförmig von Umschlagfalte zu Umschlagfalte reicht. Sie stützt sich dort mit einem wulstartigen Rand ab, hat aber ansonsten keinen Kontakt zu den Zähnen oder zu Teilen des Alveolarfortsatzes.

Schwarz (1956) sah in der Mundvorhofplatte ein funktionskieferorthopädisches Gerät und setzte sie dementsprechend ein. Für Schwarz hatte die Bekämpfung des Lutschens und der Mundatmung in der Kleinkindzeit absolute Priorität, vor allem beim Vorliegen einer Milchgebissdysgnathie. Er versprach sich durch eine geeignete Innenraumgestaltung neben der Retrusion der oberen Frontzähne auch eine Intrusion derselben, woraus eine Besserung des Tiefbisses resultiere.

Die Mundvorhofplatte kann abhängig von der jeweils vorliegenden Dyskinesie unterschiedlich gestaltet sein. All diesen Platten ist jedoch die Druckelimination gemeinsam. In der Literatur wird z. B. ein Unterlippenschild beschrieben, das der unteren Hälfte einer Vorhofplatte entspricht und mit Klammern auf den ersten Molaren abgestützt ist. Es wird ausschliesslich bei Klasse II/1-

Anomalien angewandt und soll eine Aufrichtung von lingual gekippten unteren Schneidezähnen bewirken. Des Weiteren werden Zungenschilder verwendet, die aus einer Oberkieferplatte mit einem integrierten Zungengitter bestehen. Je nach Lokalisation der Dyskinesie wird ein frontales oder laterales Zungengitter verwendet. Als „kombinierte Vorhofplatte“ wird eine Mundvorhofplatte verstanden, die mit einem Zungengitter versehen ist und bei anhaltenden Zungenpressen Verwendung findet (Rakosi 1985). Zungenpressen tritt häufig auch im Zusammenhang mit einem viszeralem Schluckakt auf. Dieses äußert sich in einem Kontakt der Zungenspitze mit den Lippen während des Schluckens und ist bei Neugeborenen physiologisch. Mit dem Durchbruch der Milchzähne kommt es zur Umstellung des Schluckaktes. Zwischen dem 2. und 4. Lebensjahr entwickelt sich schließlich der somatische Schluckakt. Das Fortbestehen des viszeralem Schluckaktes nach dem 4. Lebensjahr ist jedoch als orofaziale Dyskinesie zu betrachten. Das atypische Schlucken wird durch Zungenpressen verursacht. Es kann ein einfaches Pressen oder ein „Zungenpressersyndrom“ vorliegen, das durch eine Protrusion der Zungenspitze, fehlenden Molarenkontakt und einer Kontraktion der Lippenmuskulatur gekennzeichnet ist. Die Folge von dysfunktionellen Schluckmustern können mit Schildapparaturen behandelt werden, wobei die Behandlung des einfachen Zungenpressens meist erfolgreich ist, während die Behandlung von Dysgnathien, die im Zusammenhang mit den „Zungenpressersyndrom“ stehen, sich als schwierig gestaltet. Die Ursache liegt in der Persistenz atypischer funktioneller Muster nach der Korrektur der morphologischen Beziehungen (Rakosi 1985).

Im Handel werden auch konfektionierte Mundvorhofplatten angeboten. Diese wurden entwickelt, um sozial schwächer gestellten Schichten eine preisgünstige Alternative zur individuellen Mundvorhofplatte zu ermöglichen (Eismann und Noack 1960).

Der Vollständigkeit halber sei auch noch der Funktionsregler von Fränkel erwähnt, der als eine Weiterentwicklung der Mundvorhofplatte angesehen werden kann. Mit den verschiedenen Fränkelapparaturen wurde ein eigenständiges Behandlungskonzept entwickelt und die Abschirmtherapie und die Funktionsreglerlehre begründet (Fränkel 1967).

Zahnbewegungen können nicht nur durch Einwirkung einer unphysiologischen Kraft, z. B. Fingerlutschen erfolgen, sondern auch durch eine Störung des Kräftegleichgewichtes, das auf die Zähne einwirkt. So kann durch die Ausschaltung einzelner Kraftkomponenten, in dem Fall der Mundvorhofplatte des Lippen-, bzw. des Wangendrucks, eine entsprechende Zahnbewegung

eintreten. Bierer (1988) hatte bereits in einer Arbeit skelettale und dentale Veränderungen unter Behandlung mit der Mundvorhofplatte anhand von prä- und posttherapeutisch erstellten Fernröntgenseitenbildern des Schädels untersucht.

Im Folgenden soll die Modellanalyse als eine weitere Möglichkeit der Untersuchung dentaler Stellungsänderungen während der Mundvorhofplattentherapie vorgestellt werden.

1.3 Die Modellanalyse

Die Modellanalyse ist in der Kieferorthopädie ein etabliertes diagnostisches Verfahren. Hierfür werden von den Patienten mittels eines Abformlöffels Alginatabdrücke genommen und unmittelbar danach mit Alabastergips ausgegossen. Ein Wachsbissregistrator, das in habitueller Okklusion genommen wird, dient der Beurteilung der Relation der Kiefer zueinander. Durch das Trimmen der Modelle werden diese in den drei Raumebenen ausgerichtet.

Die kieferorthopädische Modellanalyse erlaubt es, die Kieferlagebeziehung und die Oberkiefer- und Unterkieferzahnbögen in allen drei Raumebenen messtechnisch zu erfassen. So können Abweichungen der Dysgnathien in der Raphe-Medianebene, der Tuberebene und der Kauebene beurteilt werden. Die Gebissverhältnisse können über die Modellanalyse wesentlich exakter beurteilt werden als über eine Untersuchung der intraoralen Verhältnisse.

Mittels der dokumentierten Gebissituation am Modell können Veränderungen der Zahnstellung und der Bissstellung, die physiologischerweise im Laufe der Zeit auftreten und solche, die aufgrund der Mundvorhofplattentherapie eintreten, miteinander verglichen werden.

2 Fragestellung

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, anhand der Modellanalyse von Mundvorhofplattenträgern zu bestimmen, inwiefern im Untersuchungszeitraum eine erkennbare Stellungsänderung der Frontzähne stattgefunden hatte. Des Weiteren wurde untersucht, ob es einen erkennbaren Unterschied zu Patienten gibt, die mittels einer Mundvorhofplatte mit eingebautem Zungengitter therapiert wurden. Die Untersuchung einer Kontrollgruppe von Patienten, die die Vorhofplatte nachweislich schlecht oder gar nicht getragen haben, soll aufzeigen, ob es sich bei den Veränderungen um wachstumsbedingte physiologische Zahnbewegungen handelt oder durch die Mundvorhofplatte bedingte unphysiologische.

Außerdem sollte ein etwaiger Einfluss des Geschlechtes, des Alters bei Behandlungsbeginn und der Behandlungsdauer auf das Ausmaß der Stellungsänderung der Zähne untersucht werden.

3 Untersuchungsgut und Methode

3.1 Patientenkollektiv

Die für die retrospektive Untersuchung verwendeten Modelle wurden im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlung in der Abteilung Kieferorthopädie der Universitätsklinik für Zahn-, Mund und Kieferkrankheiten in Freiburg in den Jahren 1993 bis einschließlich 2002 angefertigt. Es handelt sich dabei um prä- (T0) und posttherapeutisch (T1) hergestellte Studienmodelle von Patienten, die von verschiedenen Behandlern mit einer individuellen Mundvorhofplatte therapiert wurden.

Für die vorliegende Untersuchung war es nötig, dass eine genaue Dokumentation der Mundvorhofplattentherapie in der Behandlungskarte vorlag. Behandlungsfälle, bei denen der Eintrag nicht vollständig oder lückenhaft war, wurden ausgeschlossen. Des Weiteren sollten jeweils Oberkiefer- und Unterkiefermodelle, die zu Beginn sowie bei Abschluss der Mundvorhofplattentherapie angefertigt wurden, vorhanden sein. Nicht berücksichtigt wurden Fälle, bei denen einzelne Modelle fehlten oder Modelle bei der Lagerung einen Schaden erlitten hatten. Zudem sollte die Mundvorhofplattentherapie nicht zwischenzeitlich z. B. durch eine Krankheit unterbrochen worden sein und während der Mundvorhofplattentherapie keine andersartige kieferorthopädische Behandlung, wie z. B. mit einer Oberkieferplatte oder einem Lückenhalter erfolgt sein. Ausgeschlossen wurden zudem geistig und körperlich behinderte Kinder.

Von den 150 Patienten, die in dem genannten Zeitraum von 10 Jahren mit einer Mundvorhofplatte therapiert wurden, gelangten 72 Fälle zur Auswertung. Diese wurden in drei Gruppen unterteilt: Die erste Gruppe trug eine Mundvorhofplatte (MVP-Gruppe), die in ihrer Konstruktion den Prinzipien von Kraus (1956) entsprach. Bei der zweiten Gruppe war die Mundvorhofplatte zusätzlich mit einem Zungengitter versehen (MVP+ZG-Gruppe). Als Kontrollgruppe dienten 30 Patienten, bei denen in der Behandlungskarte mehrmals vermerkt wurde, dass sie die Mundvorhofplatte „zu wenig“, „nicht genügend“, „unregelmäßig“, „selten“ oder „fast nicht“ tragen, bzw. bei denen vor der Mundvorhofplatten-Therapie bereits zu zwei verschiedenen Zeitpunkten Modelle angefertigt und somit während dieses Zeitraumes kein Gerät getragen worden war.

Sechs Patienten wiesen zu Anfang der Mundvorhofplatten-Therapie beidseits eine neutrale Verzahnung auf, alle anderen hatten zu diesem Zeitpunkt eine Distalverzahnung.

Die Mundvorhofplatten waren derart gestaltet, dass sie von der oberen bis in die untere Umschlagfalte reichten, dort jeweils den Alveolarfortsatz berührten, sich distal bis zum distalen Rand der letzten durchgebrochenen Molaren ausdehnten und nirgends Kontakt zu den Zähnen hatten. Um den Patienten die Umstellung von Mund- auf Nasenatmung zu erleichtern, wurden einige Platten zu Beginn mit drei Luftlöchern versehen, die sukzessive im Verlauf der ersten Behandlungswochen verschlossen wurden (Abb. 1 und Abb. 2).



Abb. 1. Mundvorhofplatte mit Luftlöchern;
Ansicht von schräg vorne.



Abb. 2. Mundvorhofplatte mit Luftlöchern;
Ansicht von lingual.

Der Einbiss erfolgte in sagittaler Kopfbissrelation. Durch diese Konstruktionsbisslage soll dem Unterkiefer eine Vorverlagerung in die normale ausgeglichene Unterkieferlage ermöglicht werden (Rakosi 1985). Patienten, die unter frontalem Zungenpressen und einer labialstehenden Unterkieferfront litten, wurden mit einer Mundvorhofplatte therapiert, die im anterioren Bereich mit einem Zungengitter versehen war. Dieses aus Draht bestehende Zungengitter ist über einen zwischen den Eckzähnen und ersten Prämolaren verlaufenden Draht mit der Mundvorhofplatte verbunden. Dabei sollte der Draht die Zähne in der Okklusion nicht beeinträchtigen (Abb. 3 und Abb. 4).



Abb. 3. Mundvorhofplatte mit Zungengitter;
Ansicht von schräg vorne.



Abb. 4. Mundvorhofplatte mit Zungengitter;
Ansicht von lingual.

Die mittlere Tragedauer betrug bei den Kindern, die mit einer Mundvorhofplatte oder mit einer Mundvorhofplatte mit eingebautem Zungengitter therapiert wurden, 11,8 Monate. Zu Therapiebeginn lag das Durchschnittsalter dieser Patientengruppe bei 8,1 Jahren. Der jüngste Patient dieser Untersuchung war 3 Jahre, der älteste 14,5 Jahre alt.

Um eine Abhängigkeit vom Geschlecht, vom Alter bei Behandlungsbeginn sowie von der Tragedauer herauszufinden, wurde der Einfluss dieser Kriterien untersucht. Hierzu erfolgte eine Einteilung in entsprechende Gruppen, die in etwa gleich groß sein sollten. Patienten, die zu Behandlungsbeginn 8 Jahre oder jünger waren wurden mit älteren Patienten verglichen. Der Einfluss der Tragedauer wurde durch den Vergleich einer Gruppe, bei der die Tragezeit 9 Monate oder kürzer betrug, mit einer zweiten, bei der die Tragezeit über 9 Monaten lag, ermittelt.

3.2 Untersuchungsmaterial

Von jedem Patienten lagen die Behandlungsunterlagen, sowie jeweils Oberkiefer- und Unterkiefer- Modelle, die sowohl zu Beginn, als auch gegen Ende der Mundvorhofplattentherapie angefertigt wurden, vor. Bei fünf Patienten war zusätzlich ein weiteres Modell vorhanden, das während der Mundvorhofplatten-Therapie angefertigt worden war, sowie bei einem Patienten zwei weitere. Diese flossen ebenfalls in die Auswertung mit ein.

Es wurde auf Messungen verzichtet, bei denen einzelne Messpunkte nicht eindeutig definiert waren.

3.3 Methode der Auswertung

3.3.1 Modellanalyse

Zur Modelluntersuchung sind die folgenden Hilfsmittel benutzt worden:

- Lineal aus Metall mit Millimereinteilung
- Schieblehre mit Noniuseinteilung (Genauigkeit 0,1 Millimeter)
- Dreidimensionaler Zirkel (nach Korkhaus) zur Bestimmung der Zahnbogenlänge

Für die Modellanalyse wurden, angelehnt an die Untersuchungsmethode von Sinclair und Little (1983), die folgenden Messungen vorgenommen:

1. Verzahnung nach Angle (Angle 1913; Rakosi und Jonas 1989)

Durch die Klassifikation nach Angle werden sagittale Okklusionsabweichungen nach der mesiodistalen Lagebeziehung der Zähne insbesondere der ersten Molaren beschrieben.

Die Angle Klasse I ist dadurch charakterisiert, dass der mesiobukkale Höcker des oberen Sechlers in die Furche zwischen dem mesio- und mediobukkalen Höcker des unteren Sechlers greift. Der Oberkiefer-Eckzahn liegt eine halbe Prämolarenbreite hinter dem Unterkiefer-Eckzahn, d. h. er befindet sich genau zwischen der Unterkiefer-Eckzahnspitze und der Höckerspitze des unteren ersten Prämolaren (Abb.5).

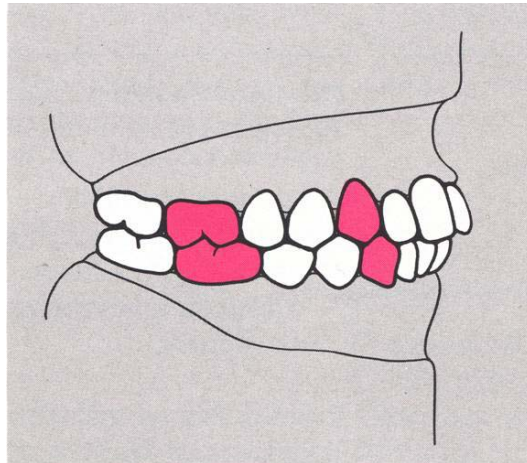


Abb. 5. Darstellung der Angle Klasse I (= Neutralbiss)

Die Angle Klasse II beschreibt eine Distalverlagerung des Unterkiefers in Bezug zum Oberkiefer. Es wird hier weiterhin eine Klasse II/1 (Abb. 6), die einem Distalbiss mit einem Labialstand der oberen Front entspricht, von einer Klasse II/2 (Abb. 7) unterschieden. Letztere kennzeichnet einen Distalbiss mit einem Steilstand der oberen Front.

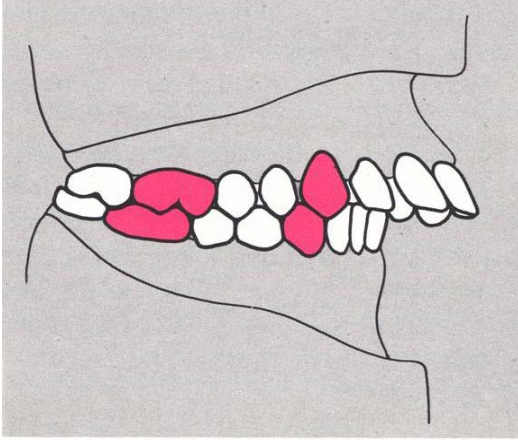


Abb. 6. Darstellung der Angle Klasse II/1
(= Distalbiss mit Labialstand der oberen Front)

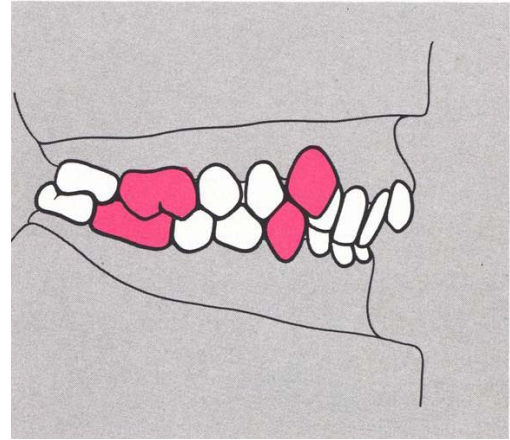


Abb. 7. Darstellung der Angle Klasse II/2
(= Distalbiss mit Steilstand der oberen Front)

Die Angle Klasse III ist definiert als eine Mesialverschiebung des Unterkiefers in Bezug zum Oberkiefer (Abb. 8).

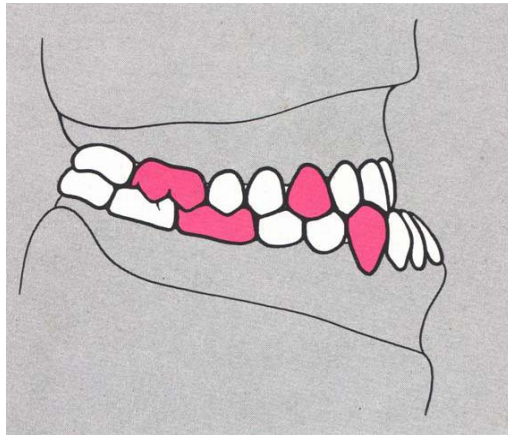


Abb. 8. Darstellung der Angle Klasse III
(= Mesialbiss)

Die Größe der Abweichung von der Normokklusion wird in Prämolarenbreiten (Pb) ausgedrückt.

Angle berücksichtigte bei seiner Einteilung jedoch keine Zahnstellungsanomalien im Ober- und/oder Unterkiefer, wie sie beispielsweise durch Mesialwanderungen der Zähne nach vorzeitigem Milchzahnverlust auftreten können.

In diesem Fall müssen die gewanderten Zähne gedanklich in ihre Ausgangsposition zurückversetzt werden, um so Rückschlüsse auf die Bisslage ziehen zu können („Rekonstruktion der Bisslage“ nach Schwarz 1961).

2. Sagittale Frontzahnstufe (= Overjet) (Sinclair und Little 1983; Rakosi und Jonas 1989)

Unter der sagittalen Frontzahnstufe wird der Abstand zwischen der Labialfläche des am weitesten labial stehenden unteren mittleren Schneidezahnes zu der Inzisalkante des am weitesten labial stehenden Oberkiefer-Einsers verstanden (Abb. 9). Die Messung erfolgt parallel zur Okklusionsebene. Der Betrag wird in Millimetern angegeben.

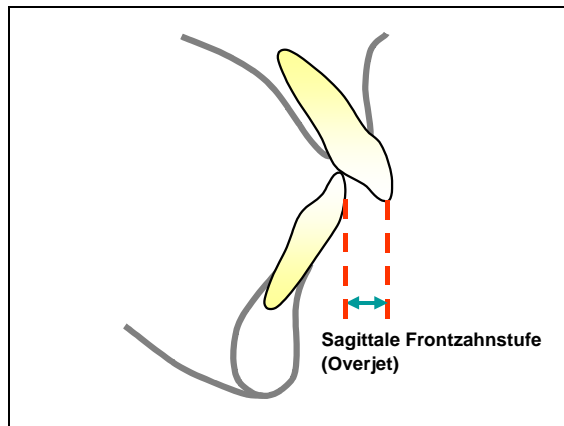


Abb. 9. Die sagittale Frontzahnstufe

3. Frontaler Überbiss (= Overbite) (Rakosi und Jonas 1989)

Die Inzisalkante der oberen mittleren Schneidezähne wird zur Messung mit einem Bleistift parallel zur Okklusionsebene auf die Labialfläche der unteren übertragen.

Der Abstand von dieser Markierung bis zur Inzisalkante der unteren Inzisivi gibt die Größe des frontalen Überbisses an (Abb. 10). Die Angabe erfolgt in Millimetern.

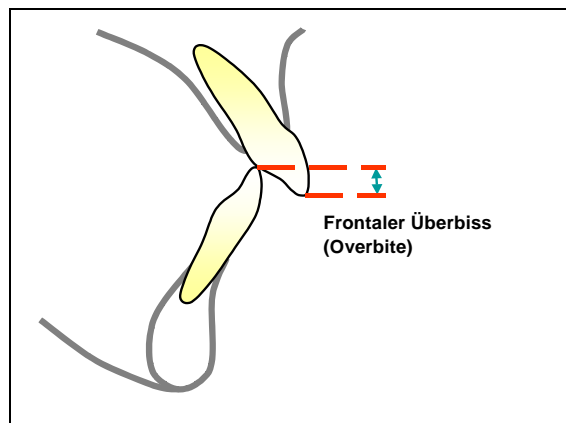


Abb. 10. Der frontale Überbiss

Beim offenen Biss erfolgt eine Messung der vertikalen Distanz der Inzisalkanten. Das Messergebnis wird mit einem negativen Vorzeichen versehen.

4. Little-Index (Little 1975)

Als Little-Index werden die addierten Abstände der anatomischen Kontaktpunkte benachbarter Zähne der Unterkieferfront bezeichnet (Abb. 11). Somit ist der Little-Index nur bei Vorhandensein aller Unterkiefer-Frontzähne definiert.

Die Messung erfolgt parallel zur Okklusionsebene. Abweichungen der Kontaktpunkte in der Vertikalen werden dabei vernachlässigt.

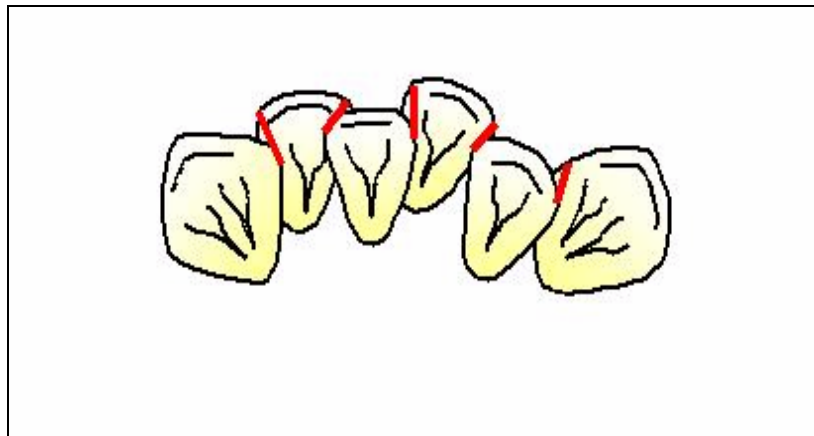


Abb. 11. Der Little-Index

Little nimmt eine Einteilung nach Schweregraden vor, die von 0 bis 10 [mm] reicht:

0	korrekte Zahnstellung
1-3	minimale Zahnfehlstellung
4-6	moderate Zahnfehlstellung
7-9	starke Zahnfehlstellung
≥10	sehr starke Zahnfehlstellung

5. Eckzahndistanz (Little 1975)

Als Eckzahndistanz wird der Abstand zwischen den Eckzahnschneidkanten, bzw. zwischen den vermuteten Eckzahnschneidkanten im Fall von abgeschliffenen Eckzähnen bezeichnet (Abb. 12).

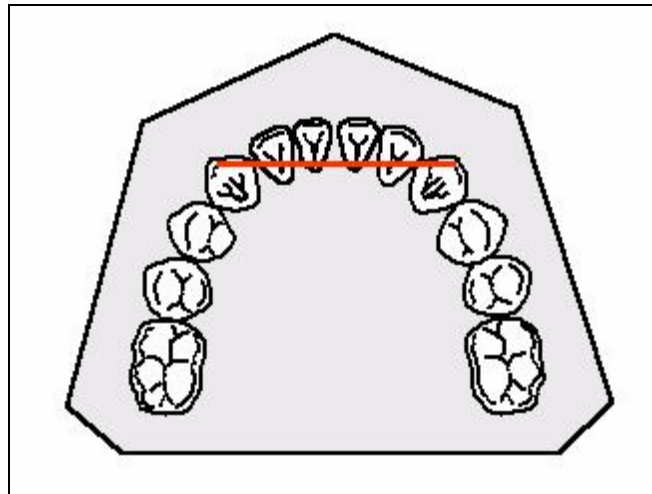


Abb. 12. Die Eckzahndistanz

6. Vordere Zahnbogenbreite (Korkhaus 1939; Rakosi und Jonas 1989)

Die vordere Zahnbogenbreite bezeichnet den Abstand der nachfolgend definierten Messpunkte im Bereich der Prämolaren:

Im Oberkiefer des bleibenden Gebisses wird in beiden Kieferhälften der tiefste Punkt der Querrissur des ersten Prämolaren als Messpunkt genommen (Abb. 14). Bei noch vorhandenen Milchzähnen in den Stützzonen dient jeweils die distale Grube der Hauptfissur des Milchviersers als Messpunkt (Abb. 13).

Im Unterkiefer des bleibenden Gebisses wird der Abstand des vestibulären Kontaktpunktes zwischen dem ersten und zweiten Prämolaren einer Seite zum Punkt der Gegenseite bestimmt (Abb. 14). Bei noch vorhandenen Milchzähnen in den Stützzonen wird der Abstand zwischen den distobukkalen Höckerspitzen der Milchvierer vermessen (Abb. 13).

7. Hintere Zahnbogenbreite (Rakosi und Jonas 1989)

Unter der hinteren Zahnbogenbreite wird der Abstand der nachfolgend definierten Messpunkte im Bereich der ersten Molaren verstanden.

Im Oberkiefer: Schnittpunkt der Querrissur mit der nach bukkal auslaufenden Fissur des ersten Molaren.

Im Unterkiefer: Mediobukkale Höckerspitze des ersten Molaren.

Diese Messpunkte gelten sowohl für das Wechselgebiss (Abb. 13), als auch für das bleibende Gebiss (Abb. 14).

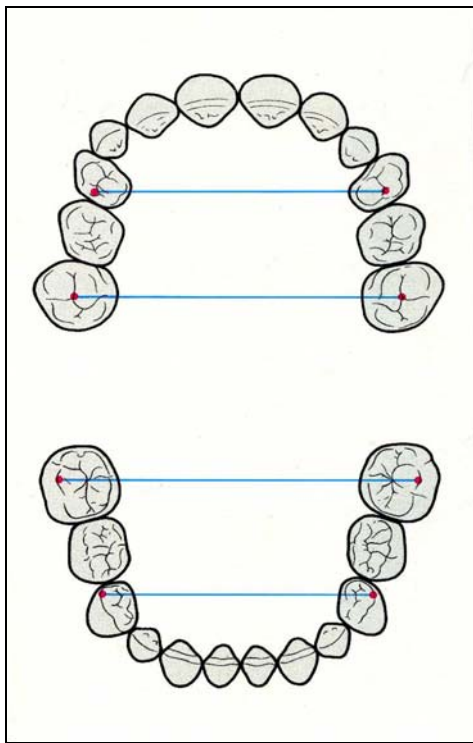


Abb. 13. Die vordere und hintere Zahnbogenbreite im frühen Wechselgebiss

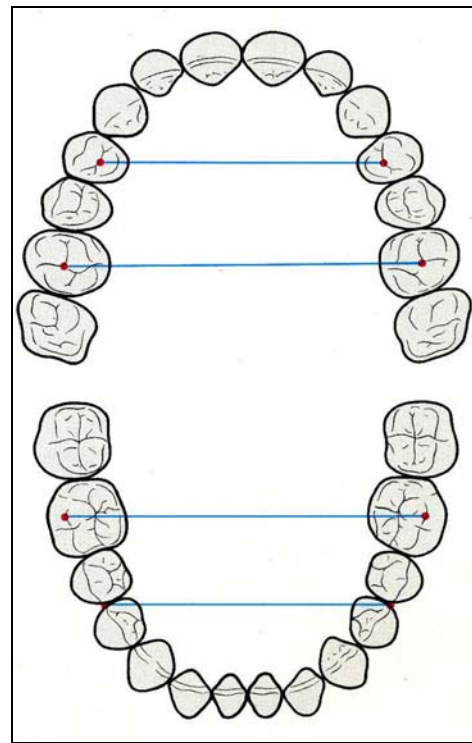


Abb. 14. Die vordere und hintere Zahnbogenbreite nach Durchbruch der 1. Prämolaren

8. Innere Zahnbogenlänge (= "inside-measurement") nach Nance (Nance 1947; Sinclair und Little 1983)

Die innere Zahnbogenlänge ist definiert als die Summe der Strecken jeweils vom mesialen anatomischen Kontaktpunkt der ersten bleibenden Unterkiefermolaren zum Kontaktpunkt der mittleren Inzisivi (Abb. 15). In dem Fall von lückig stehenden Einsern erfolgt die Messung bis zur gedachten Mitte der unteren Einser.

Die Messung erfolgt mittels eines Stechzirkels, dessen eine Spitze auf den mesialen Punkt des Sechszers ausgerichtet wird, bei dem das linguale Zahnfleisch die Zahnkrone berührt. Die zweite Spitze des Stechzirkels berührt das linguale Zahnfleisch zwischen den Unterkiefer-Einsern. Dieser Abstand wird mit der abgegriffenen Strecke der Gegenseite addiert und in Millimetern angegeben.

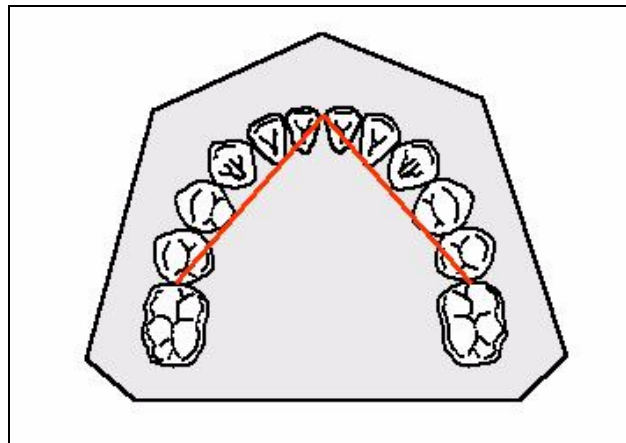


Abb. 15. Die innere Zahnbogenlänge nach Nance

9. Vordere Zahnbogenlänge nach Korkhaus (Korkhaus 1939; Rakosi und Jonas 1989)

Die vordere Zahnbogenlänge bezeichnet den Schnittpunkt der Senkrechten auf die Verbindungslinie der Messpunkte der vorderen Zahnbogenbreite in der Raphe-Medianebene bis zur Labialfläche des am weitesten labial stehenden mittleren Schneidezahnes (Abb. 16).

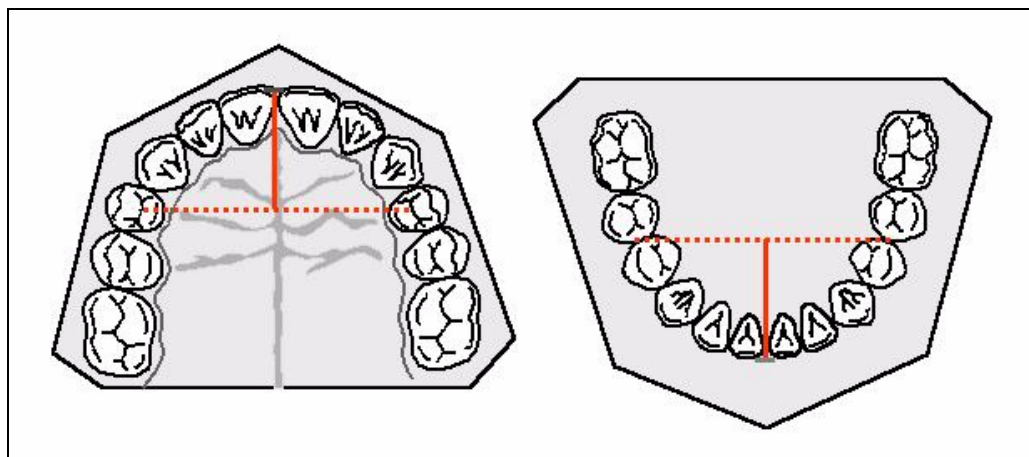


Abb. 16. Die vordere Zahnbogenlänge im Ober- und Unterkiefer

Die sagittale Frontzahnstufe, auch Overjet genannt, und der vertikale Überbiss, auch Overbite genannt, wurden mittels eines Millimetermaßes aus Metall mit einer Genauigkeit von einem halben Millimeter bestimmt.

Die Vermessung des Little-Index, der Eckzahndistanz, der vorderen und hinteren Zahnbogenbreite, sowie der inneren Zahnbogenlänge erfolgte, wie von Peck und Peck (1972) empfohlen, mit einer Schieblehre der Genauigkeit eines zehntel Millimeters. Dabei ist die richtige Positionierung der Schieblehre bedeutend für die Genauigkeit der Auswertung. Das Unterkiefermodell wird von oben betrachtet mit Aufsicht auf die Inzisalkanten der Frontzähne. Die Schieblehre wird parallel zur Okklusionsebene gehalten, während die Zinken so ausgerichtet werden, dass sie die oben beschriebenen Messpunkte berühren.

Die Zahnbogenlänge wurde mit einem dreidimensionalen Zirkel nach Korkhaus ermittelt. Die Angabe des Messwertes erfolgte auf einen halben Millimeter genau.

Um den Messfehler zu bestimmen, wurden alle Modelle nach etwa einer Woche erneut vermessen.

3.3.2 Statistische Analyse

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte am Institut für Medizinische Biometrie und Medizinische Statistik der Universität Freiburg i. Br. mit Hilfe des Statistikprogrammes SAS 6.12 (Statistical Analysis System, Institute Cary, NC, U.S.A.).

Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen wurden mit dem Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben geprüft.

In der textlichen Darstellung werden alle Effekte mit einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,1$ als marginal signifikant, bei $p \leq 0,05$ als signifikant und $p \leq 0,01$ als hochsignifikant bezeichnet. Die detaillierte Angabe der Signifikanzen erfolgt in Tabellen bis zu einem Niveau von $p = 0,05$.

4 Ergebnisse

4.1 Gruppenvergleich

Signifikante Unterschiede ergaben sich zu Behandlungsbeginn bei 3 von 14 untersuchten Parametern (Tabelle 1). Der frontale Überbiss war mit im Mittel $0,2 \pm 1,9$ mm in der Kontrollgruppe nur minimal ausgeprägt. Die MVP-Gruppe wies einen Überbiss von $1,6 \pm 1,8$ mm auf. Dagegen war in der Gruppe, die anschließend mit einer Mundvorhofplatte mit eingebautem Zungengitter therapiert wurde, im Durchschnitt ein offener Biss von $-0,7 \pm 2,5$ mm zu erkennen. Die Eckzahndistanz des Unterkiefers war in der Gruppe, die anschließend mit einer Mundvorhofplatte versorgt wurde, mit $25,7 \pm 2,0$ mm am geringsten, während sie in der MVP+ZG-Gruppe mit $27,9 \pm 1,6$ mm am größten ausfiel. Ebenso verhält es sich bei der inneren Zahnbogenlänge. Diese war in der MVP-Gruppe mit $61,8 \pm 3,0$ mm am geringsten. Die Kontrollgruppe lag bei $62,3 \pm 2,9$ mm, während die innere Zahnbogenlänge der MVP+ZG-Gruppe mit $64,8 \pm 3,3$ mm ebenfalls am größten ausfiel.

Parameter	Kontrollgruppe				MVP-Gruppe				MVP+ZG-Gruppe				p-Wert
	n	\bar{x}	\pm	σ	n	\bar{x}	\pm	σ	n	\bar{x}	\pm	σ	
VZ RECHTS	30	0,38	\pm	0,28	29	0,44	\pm	0,19	20	0,42	\pm	0,23	n. s.
VZ LINKS	30	0,41	\pm	0,28	29	0,45	\pm	0,25	20	0,37	\pm	0,22	n. s.
OVERJET	28	5,21	\pm	2,15	28	6,05	\pm	2,08	17	6,09	\pm	2,03	n. s.
OVERBITE	21	0,21	\pm	1,91	22	1,58	\pm	1,83	10	-0,65	\pm	2,54	0,0312
LITTLE-INDEX	20	3,78	\pm	2,48	23	5,09	\pm	3,51	18	3,59	\pm	1,79	n. s.
EZD OK	28	30,87	\pm	2,55	26	31,44	\pm	2,65	20	31,46	\pm	2,13	n. s.
EZD UK	27	26,07	\pm	2,40	25	25,74	\pm	2,03	20	27,87	\pm	1,56	0,0015
VZBB OK	27	34,18	\pm	2,22	28	34,46	\pm	2,24	17	35,56	\pm	1,65	n. s.
VZBB UK	28	34,35	\pm	2,03	28	34,40	\pm	2,03	20	35,32	\pm	1,90	n. s.
HZBB OK	26	44,55	\pm	2,59	26	44,97	\pm	2,57	20	44,71	\pm	1,91	n. s.
HZBB UK	26	46,52	\pm	2,27	25	46,05	\pm	2,56	20	46,20	\pm	2,50	n. s.
IZBL	26	62,35	\pm	2,95	24	61,82	\pm	2,95	20	64,83	\pm	3,25	0,0151
VZBL OK	26	19,90	\pm	2,00	27	20,22	\pm	2,04	17	20,94	\pm	2,11	n. s.
VZBL UK	26	14,46	\pm	1,22	28	14,07	\pm	1,35	20	15,08	\pm	1,84	n. s.

Tab. 1. Gruppenvergleich mit Angabe der Daten zu Beginn des Untersuchungszeitraumes (To). MVP = Mundvorhofplatte, MVP+ZG = Mundvorhofplatte mit Zungengitter, N = Anzahl, σ = Standardabweichung, \bar{x} = Mittelwert, VZ = Verzahnung, EZD = Eckzahndistanz, VZBB/HZBB = Vordere/Hintere Zahnbogenbreite, IZBL/VZBL = Innere/Vordere Zahnbogenlänge, OK/UK = Oberkiefer/Unterkiefer, p-Wert = Signifikanzniveau, n. s. = nicht signifikant, hervorgehobene Zahlen stellen signifikante Werte dar.

Die signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen blieben auch nach Abschluss der Behandlung bestehen (Tabelle 2), wobei sich zu diesem Zeitpunkt auch die Eckzahndistanz des Oberkiefers signifikant ($p < 0,05$) unterschied. Diese war in der Kontrollgruppe mit $31,5 \pm 2,1$ mm am kleinsten. In der MVP-Gruppe betrug sie $32,2 \pm 2,7$ mm und in der Gruppe, die mit einer Mundvorhofplatte mit eingebautem Zungengitter therapiert wurde, $33,2 \pm 1,6$ mm.

Parameter	Kontrollgruppe				MVP-Gruppe				MVP+ZG-Gruppe				p-Wert
	n	\bar{x}	\pm	σ	n	\bar{x}	\pm	σ	n	\bar{x}	\pm	σ	
VZ RECHTS	29	0,40	\pm 0,29		29	0,39	\pm 0,19		20	0,36	\pm 0,26		n. s.
VZ LINKS	29	0,39	\pm 0,29		29	0,40	\pm 0,27		20	0,35	\pm 0,25		n. s.
OVERJET	28	5,55	\pm 2,13		28	5,25	\pm 2,92		20	4,60	\pm 2,39		n. s.
OVERBITE	27	0,74	\pm 2,17		26	2,12	\pm 2,31		19	0,24	\pm 1,97		0,0043
LITTLE-INDEX	23	4,46	\pm 3,13		17	3,74	\pm 2,03		12	3,28	\pm 1,78		n. s.
EZD OK	27	31,49	\pm 2,15		24	32,15	\pm 2,68		18	33,17	\pm 1,63		0,0445
EZD UK	28	26,76	\pm 2,31		19	26,33	\pm 1,93		17	28,66	\pm 1,63		0,0020
VZBB OK	29	34,61	\pm 2,17		27	34,99	\pm 2,08		18	35,93	\pm 1,51		n. s.
VZBB UK	29	34,61	\pm 2,00		28	34,83	\pm 2,20		18	36,01	\pm 1,96		n. s.
HZBB OK	30	44,59	\pm 2,41		26	45,38	\pm 2,54		20	45,57	\pm 1,86		n. s.
HZBB UK	29	46,45	\pm 2,28		26	46,55	\pm 2,69		20	46,97	\pm 2,19		n. s.
IZBL	28	62,83	\pm 2,83		26	62,15	\pm 3,35		20	65,70	\pm 3,62		0,0071
VZBL OK	29	20,19	\pm 2,08		26	19,65	\pm 1,90		18	20,69	\pm 1,56		n. s.
VZBL UK	28	14,82	\pm 1,26		28	14,41	\pm 1,41		18	15,78	\pm 2,12		n. s.

Tab. 2. Gruppenvergleich mit Angabe der Daten zu Ende des Untersuchungszeitraumes (T1) nach $\bar{x} = 11,7$ Monaten. MVP = Mundvorhofplatte, MVP+ZG = Mundvorhofplatte mit Zungengitter, N = Anzahl, \bar{x} = Mittelwert, σ = Standardabweichung, VZ = Verzahnung, EZD = Eckzahndistanz, OK/UK = Oberkiefer/Unterkiefer, VZBB/HZBB = Vordere/Hintere Zahnbogenbreite, IZBL/VZBL = Innere/Vordere Zahnbogenlänge, p-Wert = Signifikanzniveau, n. s. = nicht signifikant, hervorgehobene Zahlen stellen signifikante Werte dar.

Bei der Betrachtung der Veränderungen, die sich im Beobachtungszeitraum von im Mittel $11,7 \pm 9,2$ Monaten ergeben hatten, ließen sich im Gruppenvergleich statistische Auffälligkeiten in 6 von 14 Parametern ausmachen (Tabelle 3). So bestand zwischen den Gruppen bei der rechtsseitigen Verzahnung ein hochsignifikanter Unterschied ($p < 0,01$). Im Beobachtungszeitraum änderte sich die Verzahnung bei der Kontrollgruppe kaum ($0,01 \pm 0,05$ Pb), während dieser Wert in den beiden Gruppen der Mundvorhofplatten-Träger mit $-0,05 \pm 0,1$ Pb, bzw. $-0,07 \pm 0,11$ Pb leicht abnahm.

Parameter	Kontrollgruppe				MVP-Gruppe				MVP+ZG-Gruppe				p-Wert
	n	\bar{x}	\pm	σ	n	\bar{x}	\pm	σ	n	\bar{x}	\pm	σ	
VZ RECHTS	29	0,01	\pm	0,05	29	-0,05	\pm	0,10	20	-0,07	\pm	0,11	0,0028
VZ LINKS	29	-0,02	\pm	0,07	29	-0,05	\pm	0,14	20	-0,02	\pm	0,09	n. s.
OVERJET	27	0,24	\pm	0,88	28	-0,80	\pm	2,02	17	-0,94	\pm	1,42	0,0065
OVERBITE	21	0,60	\pm	1,08	20	0,45	\pm	1,56	9	1,22	\pm	1,12	n. s.
LITTLE-INDEX	19	-0,44	\pm	1,41	15	-0,43	\pm	1,32	12	-0,90	\pm	2,06	n. s.
EZD OK	27	0,59	\pm	1,32	24	0,72	\pm	0,99	18	1,39	\pm	0,98	0,0095
EZD UK	25	0,64	\pm	1,17	18	0,89	\pm	0,75	17	0,94	\pm	1,01	n. s.
VZBB OK	26	0,49	\pm	0,77	26	0,48	\pm	0,86	16	0,74	\pm	0,73	n. s.
VZBB UK	28	0,23	\pm	0,78	28	0,44	\pm	0,67	18	0,71	\pm	0,61	0,0021
HZBB OK	26	0,29	\pm	0,62	26	0,42	\pm	0,57	20	0,87	\pm	0,78	0,0228
HZBB UK	26	0,16	\pm	0,48	25	0,37	\pm	0,66	20	0,77	\pm	0,80	0,0158
IZBL	26	0,46	\pm	0,93	24	0,45	\pm	1,92	20	0,87	\pm	1,28	n. s.
VZBL OK	25	0,34	\pm	0,87	25	-0,38	\pm	1,11	16	-0,06	\pm	0,75	n. s.
VZBL UK	26	0,23	\pm	0,67	28	0,34	\pm	0,86	18	0,72	\pm	1,03	n. s.

Tab. 3. Gruppenvergleich mit Angabe der Änderungen im Untersuchungszeitraum von $T_{\bar{x}} = 11,7$ Monaten. MVP = Mundvorhofplatte, MVP+ZG = Mundvorhofplatte mit Zungengitter, N = Anzahl, σ = Standardabweichung, \bar{x} = Mittelwert, VZ = Verzahnung, EZD = Eckzahndistanz, VZBB/HZBB = Vordere/Hintere Zahnbogenbreite, IZBL/VZBL = Innere/Vordere Zahnbogenlänge, OK/UK = Oberkiefer/Unterkiefer, p-Wert = Signifikanzniveau, n. s. = nicht signifikant, hervorgehobene Zahlen stellen signifikante Werte dar.

Auf der linken Seite konnte keine signifikante Veränderung der Verzahnung im Gruppenvergleich festgestellt werden. Eine tendenzielle Verringerung der Werte war zu erkennen. Die anhand der Beziehung der ersten Molaren und der Eckzähne beobachteten Veränderungen zeigten daher mehrheitlich eine Mesialisierung der Unterkieferzähne.

Die sagittale Frontzahnstufe zeigte im Gruppenvergleich einen hochsignifikanten Unterschied ($p < 0,01$). Bei der Kontrollgruppe vergrößerte sie sich mit im Mittel $0,24 \pm 0,88$ mm leicht. Dagegen verkleinerte sie sich im untersuchten Zeitraum in der MVP-Gruppe um $0,80 \pm 2,02$ mm und in der MVP+ZG-Gruppe um $0,94 \pm 1,42$ mm (Abb. 17).

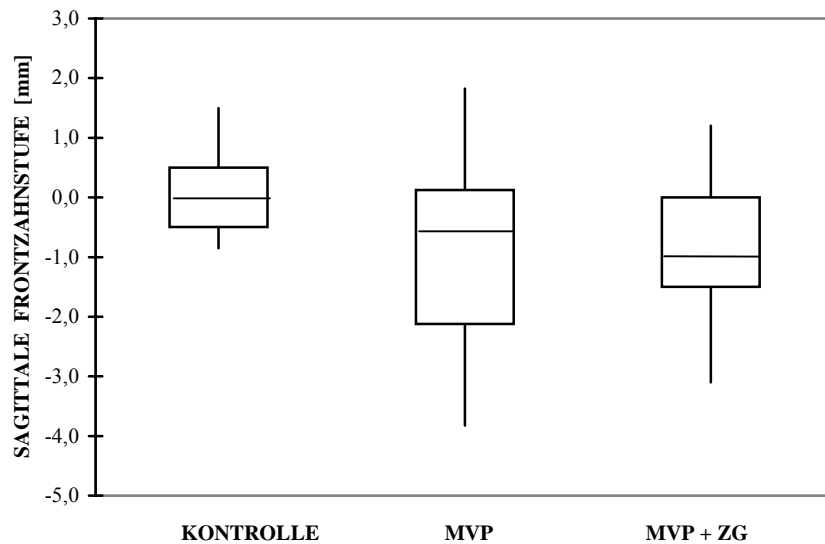


Abb. 17. Boxplotdarstellung der Änderung der sagittalen Frontzahnstufe im Untersuchungszeitraum von $\bar{x} = 11,7$ Monaten im Gruppenvergleich. MVP = Mundvorhofplatte, MVP+ZG = Mundvorhofplatte mit eingebautem Zungengitter.

Ebenfalls hochsignifikant ($p < 0,01$) veränderte sich die Eckzahndistanz im Oberkiefer (Abb. 18). Mit im Mittel $0,59 \pm 1,32$ mm nahm sie in der Kontrollgruppe geringfügig zu. In der MVP-Gruppe vergrößerte sie sich um durchschnittlich $0,72 \pm 0,99$ mm. Am stärksten erweiterte sich die Eckzahndistanz mit $1,39 \pm 0,98$ mm in der MVP+ZG-Gruppe.

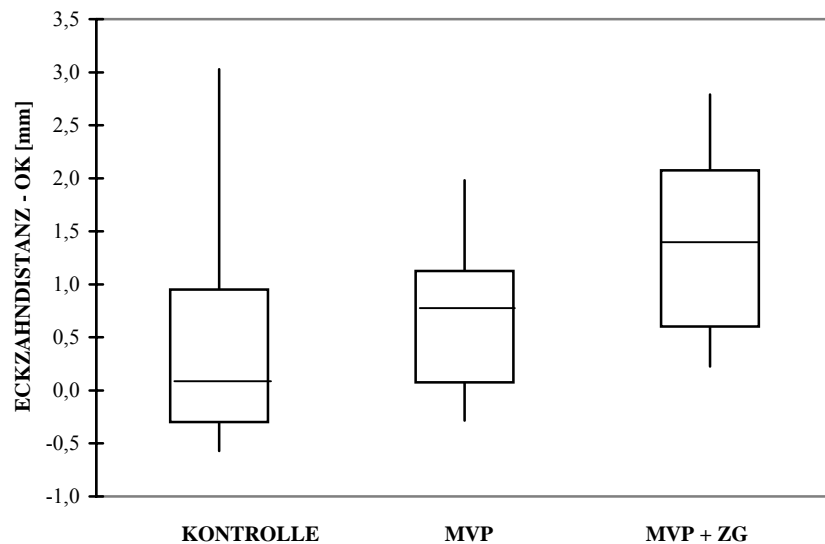


Abb. 18. Boxplotdarstellung der Änderung der Eckzahndistanz des Oberkiefers im Untersuchungszeitraum von $\bar{x} = 11,7$ Monaten im Gruppenvergleich. MVP = Mundvorhofplatte, MVP+ZG = Mundvorhofplatte mit eingebautem Zungengitter.

Die Veränderungen der vorderen Zahnbogenbreite des Unterkiefers waren im Gruppenvergleich mit $p < 0,01$ hochsignifikant. Dabei war in allen drei Gruppen ein Anstieg zu erkennen (Abb. 19). Mit im Mittel $0,23 \pm 0,78$ mm nahm sie in der Kontrollgruppe am geringsten zu. Fast doppelt so stark erweiterte sich die Zahnbogenbreite in der MVP-Gruppe ($0,44 \pm 0,67$ mm) und zeigte in der MVP+ZG-Gruppe mit $0,71 \pm 0,61$ mm das stärkste Ausmaß.

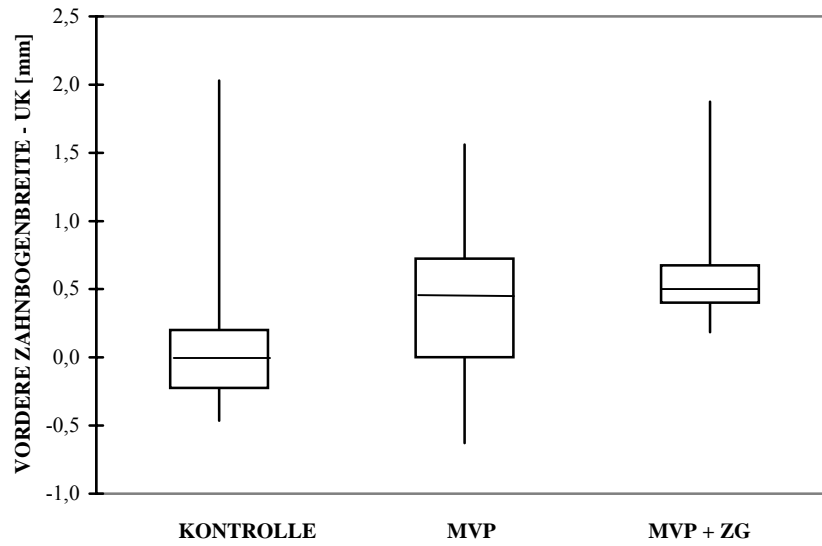


Abb. 19. Boxplotdarstellung der Änderung der vorderen Zahnbogenbreite des Unterkiefers (UK) im Untersuchungszeitraum von $\bar{x} = 11,7$ Monaten im Gruppenvergleich. MVP = Mundvorhofplatte, MVP+ZG = Mundvorhofplatte mit eingebautem Zungengitter.

Die vordere Zahnbogenbreite im Oberkiefer nahm ebenfalls in allen drei Gruppen zu, wobei sie sich in der Kontrollgruppe und in der MVP-Gruppe ähnlich stark verbreiterte, während sie sich in der MVP+ZG-Gruppe am stärksten verbreiterte. Die Veränderungen in den Gruppen zueinander waren bei diesem Messwert jedoch nicht signifikant.

Die hintere Zahnbogenbreite veränderte sich sowohl im Oberkiefer, als auch im Unterkiefer signifikant. Die Oberkieferzahnbogenbreite verbreiterte sich stärker als die Unterkieferzahnbogenbreite (Abb. 20). Auch hier war in allen drei Gruppen ein Wachstum zu beobachten. In der Kontrollgruppe war das Wachstum am schwächsten, in der MVP+ZG-Gruppe am stärksten ausgeprägt.

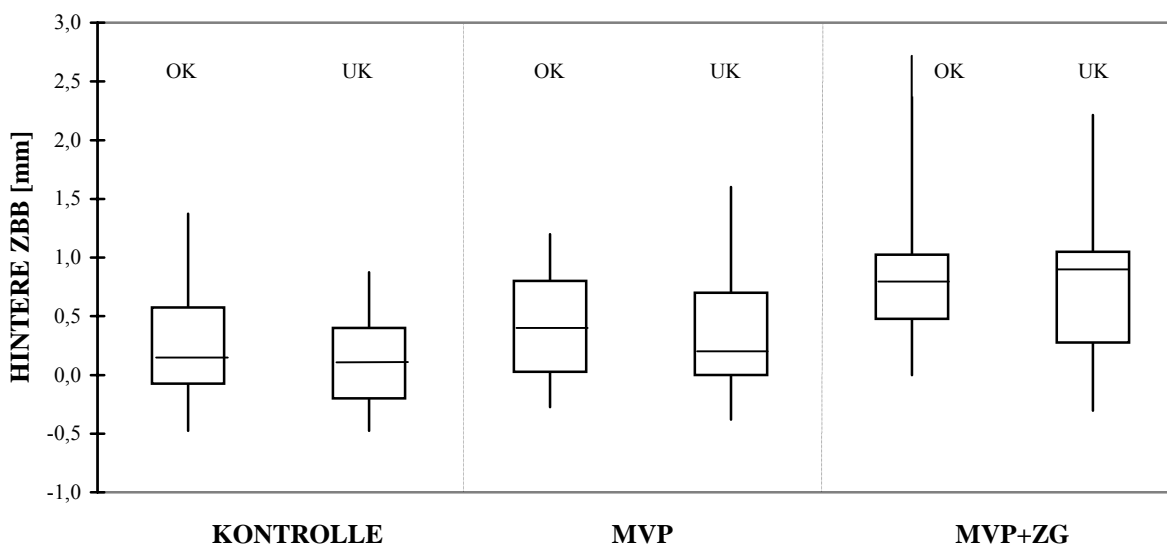


Abb. 20. Boxplotdarstellung der Änderung der hinteren Zahnbogenbreite (ZBB) des Oberkiefers (OK) und Unterkiefers (UK) im Untersuchungszeitraum von $\bar{x} = 11,7$ Monaten im Gruppenvergleich. MVP = Mundvorhofplatte, MVP+ZG = Mundvorhofplatte mit eingebautem Zungengitter.

Allgemein formuliert war die Breitenentwicklung des Unterkiefers im Untersuchungszeitraum bei der MVP-Gruppe im Vergleich zur Kontrolle ungefähr doppelt so stark. Die Zunahme in der Transversalen war in der MVP+ZG-Gruppe mit dem 3 bis 5-fachen Wert bezogen auf die Kontrollgruppe am ausgeprägtesten.

4.2 Geschlechtervergleich

Der Geschlechtervergleich zeigte zu Behandlungsbeginn bei 6 von 14 untersuchten Parametern statistische Auffälligkeiten. Die sagittale Frontzahnstufe war bei den Jungen mit $6,6 \pm 2,0$ mm gegenüber den Mädchen stark vergrößert. Bei diesen betrug sie $4,9 \pm 1,8$ mm. Auch die Eckzahndistanz des Unterkiefers, die vordere Zahnbogenbreite beider Kiefer, die innere Zahnbogenlänge, ebenso wie die vordere Zahnbogenlänge waren bei den Jungen jeweils größer als bei den Mädchen (Tabelle 4).

Dieser Unterschied blieb auch nach Behandlungsabschluss weitestgehend bestehen (Tabelle 5). Die sagittale Frontzahnstufe war zu diesem Zeitpunkt nicht mehr signifikant, während jetzt stattdessen die Oberkiefer-Eckzahndistanz bei den Jungen signifikant größer war als bei den Mädchen.

Alle Veränderungen, die in der Gruppe der Jungen und der Mädchen im Beobachtungszeitraum auftraten, waren statistisch nicht signifikant (Tabelle 6).

Parameter	männlich				weiblich				p-Wert
	n	\bar{x}	\pm	σ	n	\bar{x}	\pm	σ	
VZ RECHTS	41	0,46	\pm	0,24	38	0,37	\pm	0,23	n. s.
VZ LINKS	41	0,44	\pm	0,27	38	0,39	\pm	0,24	n. s.
OVERJET	37	6,57	\pm	2,04	36	4,89	\pm	1,84	0,0007
OVERBITE	25	0,85	\pm	2,37	28	0,41	\pm	1,96	n. s.
LITTLE-INDEX	35	4,11	\pm	3,13	26	4,36	\pm	2,35	n. s.
EZD OK	40	31,65	\pm	2,74	34	30,73	\pm	2,02	n. s.
EZD UK	39	26,91	\pm	2,28	33	25,92	\pm	2,06	0,0345
VZBB OK	37	35,11	\pm	2,21	35	34,10	\pm	1,98	0,0322
VZBB UK	39	35,27	\pm	2,10	37	33,95	\pm	1,69	0,0105
HZBB OK	38	45,05	\pm	2,40	34	44,40	\pm	2,36	n. s.
HZBB UK	37	46,71	\pm	2,50	34	45,77	\pm	2,26	n. s.
IZBL	37	63,93	\pm	2,90	33	61,68	\pm	3,25	0,0013
VZBL OK	35	20,99	\pm	1,90	35	19,57	\pm	1,97	0,0057
VZBL UK	38	14,72	\pm	1,51	36	14,22	\pm	1,46	n. s.

Tab. 4. Geschlechtervergleich mit Angabe der Daten zu Beginn des Untersuchungszeitraumes (T0). N = Anzahl, σ = Standardabweichung, \bar{x} = Mittelwert, VZ = Verzahnung, EZD = Eckzahnabstand, VZBB/HZBB = Vordere/Hintere Zahnbogenbreite, IZBL/VZBL = Innere/Vordere Zahnbogenlänge, OK/UK = Oberkiefer/Unterkiefer, p-Wert = Signifikanzniveau, n. s. = nicht signifikant, hervorgehobene Zahlen stellen signifikante Werte dar.

Parameter	männlich				weiblich				p-Wert
	n	\bar{x}	\pm	σ	n	\bar{x}	\pm	σ	
VZ RECHTS	41	0,40	\pm	0,26	37	0,36	\pm	0,23	n. s.
VZ LINKS	41	0,41	\pm	0,29	37	0,35	\pm	0,25	n. s.
OVERJET	40	5,59	\pm	2,74	36	4,75	\pm	2,18	n. s.
OVERBITE	36	1,06	\pm	2,61	36	1,15	\pm	1,94	n. s.
LITTLE-INDEX	27	3,49	\pm	1,82	25	4,44	\pm	3,09	n. s.
EZD OK	39	32,69	\pm	2,47	30	31,47	\pm	1,90	0,0054
EZD UK	35	27,77	\pm	2,29	29	26,38	\pm	1,89	0,0083
VZBB OK	38	35,50	\pm	2,09	36	34,61	\pm	1,90	0,0398
VZBB UK	38	35,74	\pm	2,17	37	34,29	\pm	1,81	0,0056
HZBB OK	38	45,56	\pm	2,29	38	44,68	\pm	2,33	n. s.
HZBB UK	38	47,22	\pm	2,39	37	46,01	\pm	2,25	n. s.
IZBL	38	64,35	\pm	3,60	36	62,33	\pm	3,14	0,0019
VZBL OK	37	20,62	\pm	1,60	36	19,61	\pm	2,09	0,0295
VZBL UK	38	15,22	\pm	1,71	36	14,56	\pm	1,48	n. s.

Tab. 5. Geschlechtervergleich mit den Daten zu Ende des Untersuchungszeitraumes (T1) nach $\bar{x} = 11,7$ Monaten. N = Anzahl, σ = Standardabweichung, \bar{x} = Mittelwert, VZ = Verzahnung, EZD = Eckzahnabstand, VZBB/HZBB = Vordere/Hintere Zahnbogenbreite, IZBL/VZBL = Innere/Vordere Zahnbogenlänge, OK/UK = Oberkiefer/Unterkiefer, p-Wert = Signifikanzniveau, n. s. = nicht signifikant, hervorgehobene Zahlen stellen signifikante Werte dar.

Parameter	männlich				weiblich				p-Wert
	n	\bar{x}	\pm	σ	n	\bar{x}	\pm	σ	
VZ RECHTS	41	-0,05	\pm	0,10	37	-0,01	\pm	0,07	n. s.
VZ LINKS	41	-0,04	\pm	0,10	37	-0,03	\pm	0,11	n. s.
OVERJET	37	-0,65	\pm	1,61	35	-0,23	\pm	1,61	n. s.
OVERBITE	22	0,36	\pm	1,50	28	0,88	\pm	1,11	n. s.
LITTLE-INDEX	27	-0,45	\pm	1,68	19	-0,71	\pm	1,39	n. s.
EZD OK	39	0,95	\pm	1,05	30	0,71	\pm	1,29	n. s.
EZD UK	35	0,84	\pm	0,94	25	0,74	\pm	1,11	n. s.
VZBB OK	35	0,58	\pm	0,76	33	0,51	\pm	0,83	n. s.
VZBB UK	38	0,46	\pm	0,59	36	0,38	\pm	0,84	n. s.
HZBB OK	38	0,51	\pm	0,75	34	0,48	\pm	0,61	n. s.
HZBB UK	37	0,44	\pm	0,67	34	0,37	\pm	0,70	n. s.
IZBL	37	0,45	\pm	1,72	33	0,71	\pm	1,01	n. s.
VZBL OK	33	-0,20	\pm	0,94	33	0,14	\pm	1,01	n. s.
VZBL UK	37	0,46	\pm	0,95	35	0,33	\pm	0,75	n. s.

Tab. 6. Geschlechtervergleich mit Angabe der Änderungen im Untersuchungszeitraum von $T\bar{x} = 11,7$ Monaten. N = Anzahl, σ = Standardabweichung, \bar{x} = Mittelwert, VZ = Verzahnung, EZD = Eckzahndistanz, VZBB/HZBB = Vordere/Hintere Zahnbogenbreite, IZBL/VZBL = Innere/Vordere Zahnbogenlänge, OK/UK = Oberkiefer/Unterkiefer, p-Wert = Signifikanzniveau, n. s. = nicht signifikant, hervorgehobene Zahlen stellen signifikante Werte dar.

4.3 Altersklassenvergleich

Beim Vergleich der Altersklasse zeigten sich anfangs sechs signifikante Unterschiede (Tabelle 7). Die Eckzahndistanz in der Gruppe, die zu Behandlungsbeginn bis zu 8 Jahre alt gewesen war, lag im Oberkiefer bei $30,2 \pm 2,3$ mm und im Unterkiefer bei $25,6 \pm 2,0$ mm. Dagegen betrug sie in der Gruppe der über 8 Jahre alten Kinder im Oberkiefer $32,5 \pm 2,0$ mm und im Unterkiefer $27,4 \pm 2,1$ mm. Die vorderen Zahnbogenbreiten beider Kiefer waren in der jüngeren Gruppe ebenfalls signifikant kleiner als bei der älteren. Im Oberkiefer betrug sie im Durchschnitt $33,9 \pm 2,0$ mm gegenüber $35,4 \pm 2,1$ mm bei der älteren Gruppe. Im Unterkiefer war sie im Mittel $33,9 \pm 1,7$ mm breit, während sie bei den über 8-jährigen bei $35,5 \pm 2,0$ mm lag. Die innere Zahnbogenlänge war ebenso wie die vordere Zahnbogenlänge des Oberkiefers in der jüngeren Gruppe kürzer als in der älteren.

Parameter	bis 8 Jahre				über 8 Jahre				p-Wert
	n	\bar{x}	\pm	σ	n	\bar{x}	\pm	σ	
VZ RECHTS	44	0,38	\pm	0,24	35	0,45	\pm	0,24	n. s.
VZ LINKS	44	0,40	\pm	0,26	35	0,44	\pm	0,25	n. s.
OVERJET	38	5,72	\pm	2,27	35	5,76	\pm	1,95	n. s.
OVERBITE	22	0,56	\pm	2,19	31	0,66	\pm	2,16	n. s.
LITTLE-INDEX	28	4,33	\pm	2,42	33	4,12	\pm	3,12	n. s.
EZD OK	42	30,23	\pm	2,31	32	32,54	\pm	2,03	0,0001
EZD UK	38	25,64	\pm	2,00	34	27,36	\pm	2,14	0,0048
VZBB OK	38	33,90	\pm	1,98	34	35,41	\pm	2,07	0,0036
VZBB UK	42	33,93	\pm	1,72	34	35,48	\pm	2,04	0,0010
HZBB OK	37	44,28	\pm	2,22	35	45,23	\pm	2,48	n. s.
HZBB UK	36	45,71	\pm	2,49	35	46,83	\pm	2,22	n. s.
IZBL	35	62,05	\pm	3,19	35	63,69	\pm	3,14	0,0334
VZBL OK	36	19,93	\pm	2,16	34	20,65	\pm	1,90	n. s.
VZBL UK	40	14,10	\pm	1,41	34	14,93	\pm	1,49	0,0223

Tab. 7. Altersklassenvergleich mit Angabe der Daten zu Beginn des Untersuchungszeitraumes (T0). N = Anzahl, σ = Standardabweichung, \bar{x} = Mittelwert, VZ = Verzahnung, EZD = Eckzahnabstand, VZBB/HZBB = Vordere/Hintere Zahnbogenbreite, IZBL/VZBL = Innere/Vordere Zahnbogenlänge, OK/UK = Oberkiefer/Unterkiefer, p-Wert = Signifikanzniveau, n. s. = nicht signifikant, hervorgehobene Zahlen stellen signifikante Werte dar.

Parameter	bis 8 Jahre				über 8 Jahre				p-Wert
	n	\bar{x}	\pm	σ	n	\bar{x}	\pm	σ	
VZ RECHTS	43	0,37	\pm	0,25	35	0,40	\pm	0,24	n. s.
VZ LINKS	43	0,37	\pm	0,27	35	0,39	\pm	0,27	n. s.
OVERJET	41	5,09	\pm	2,49	35	5,31	\pm	2,56	n. s.
OVERBITE	39	1,17	\pm	2,34	33	1,03	\pm	2,26	n. s.
LITTLE-INDEX	27	4,88	\pm	2,87	25	2,94	\pm	1,64	0,0060
EZD OK	38	31,39	\pm	2,23	31	33,10	\pm	2,07	0,0007
EZD UK	36	26,58	\pm	2,14	28	27,86	\pm	2,14	0,0297
VZBB OK	42	34,64	\pm	1,86	32	35,63	\pm	2,14	0,0204
VZBB UK	42	34,37	\pm	1,91	33	35,87	\pm	2,10	0,0034
HZBB OK	41	44,70	\pm	2,10	35	45,61	\pm	2,53	n. s.
HZBB UK	40	46,20	\pm	2,41	35	47,11	\pm	2,29	n. s.
IZBL	39	62,86	\pm	3,18	35	63,93	\pm	3,82	n. s.
VZBL OK	41	20,12	\pm	2,14	32	20,13	\pm	1,60	n. s.
VZBL UK	41	14,66	\pm	1,40	33	15,20	\pm	1,85	n. s.

Tab. 8. Altersklassenvergleich mit Angabe der Daten zu Ende des Untersuchungszeitraumes (T1) nach $\bar{x} = 11,7$ Monaten. N = Anzahl, σ = Standardabweichung, \bar{x} = Mittelwert, VZ = Verzahnung, EZD = Eckzahnabstand, VZBB/HZBB = Vordere/Hintere Zahnbogenbreite, IZBL/VZBL = Innere/Vordere Zahnbogenlänge, OK/UK = Oberkiefer/Unterkiefer, p-Wert = Signifikanzniveau, n. s. = nicht signifikant, hervorgehobene Zahlen stellen signifikante Werte dar.

Bei Behandlungsabschluss fanden sich nur noch bei fünf Parametern signifikante Unterschiede (Tabelle 8). Die Eckzahndistanzen und die vorderen Zahnbogenbreiten beider Kiefer waren zu diesem Zeitpunkt in der jüngeren Gruppe signifikant kleiner. Die innere Zahnbogenlänge und die vordere Zahnbogenlänge waren unauffällig. Der Little-Index war zu Behandlungsende in der älteren Gruppe mit $2,9 \pm 1,6$ statistisch signifikant kleiner als in der jüngeren Gruppe, in der er bei $4,9 \pm 2,9$ lag.

Die Analyse der während des Beobachtungszeitraumes erfolgten Veränderungen ergab bei fünf Messwerten Signifikanzen (Tabelle 9). Die rechtsseitige Verzahnung verringerte sich in der älteren Gruppe um $0,05 \pm 0,10$ Pb und wies so auf eine Mesialisierung der Unterkieferzähne oder auch des gesamten Unterkiefers hin. In der jüngeren Gruppe betrug diese nur $-0,02 \pm 0,08$ Pb. Auf der linken Seite war der Unterschied zwischen beiden Gruppen nicht signifikant.

Parameter	bis 8 Jahre				über 8 Jahre				p-Wert
	n	\bar{x}	\pm	σ	n	\bar{x}	\pm	σ	
VZ RECHTS	43	-0,02	\pm	0,08	35	-0,05	\pm	0,10	0,0253
VZ LINKS	43	-0,03	\pm	0,07	35	-0,05	\pm	0,13	n. s.
OVERJET	37	-0,45	\pm	1,76	35	-0,44	\pm	1,45	n. s.
OVERBITE	20	0,78	\pm	1,09	30	0,57	\pm	1,44	n. s.
LITTLE-INDEX	21	-0,50	\pm	2,00	25	-0,60	\pm	1,09	n. s.
EZD OK	38	1,17	\pm	1,30	31	0,45	\pm	0,83	0,0110
EZD UK	32	1,04	\pm	1,14	28	0,53	\pm	0,75	0,0358
VZBB OK	37	0,76	\pm	0,68	31	0,29	\pm	0,85	0,0082
VZBB UK	41	0,47	\pm	0,77	33	0,36	\pm	0,65	n. s.
HZBB OK	37	0,61	\pm	0,80	35	0,37	\pm	0,52	n. s.
HZBB UK	36	0,53	\pm	0,75	35	0,28	\pm	0,59	n. s.
IZBL	35	0,91	\pm	1,23	35	0,24	\pm	1,54	n. s.
VZBL OK	35	0,17	\pm	1,18	31	-0,26	\pm	0,64	0,0439
VZBL UK	39	0,53	\pm	0,83	33	0,24	\pm	0,88	n. s.

Tab. 9. Altersklassenvergleich mit Angabe der Änderungen im Untersuchungszeitraum von $T_{\bar{x}} = 11,7$ Monaten. N = Anzahl, σ = Standardabweichung, \bar{x} = Mittelwert, VZ = Verzahnung, EZD = Eckzahndistanz, VZBB/HZBB = Vordere/Hintere Zahnbogenbreite, IZBL/VZBL = Innere/Vordere Zahnbogenlänge, OK/UK = Oberkiefer/Unterkiefer, p-Wert = Signifikanzniveau, n. s. = nicht signifikant, hervorgehobene Zahlen stellen signifikante Werte dar.

Die Eckzahndistanz veränderte sich bei der jüngeren Gruppe im Oberkiefer ($p < 0,012$) und im Unterkiefer ($p < 0,036$) stärker als bei der älteren (Abb. 21). Der Anstieg der ersten Gruppe betrug im Oberkiefer im Mittel $1,17 \pm 1,3$ mm und im Unterkiefer $1,04 \pm 1,14$ mm. In der zweiten Gruppe verbreiterte sich die Eckzahndistanz im Oberkiefer um $0,45 \pm 0,83$ mm und im Unterkiefer durchschnittlich um $0,53 \pm 0,75$ mm.

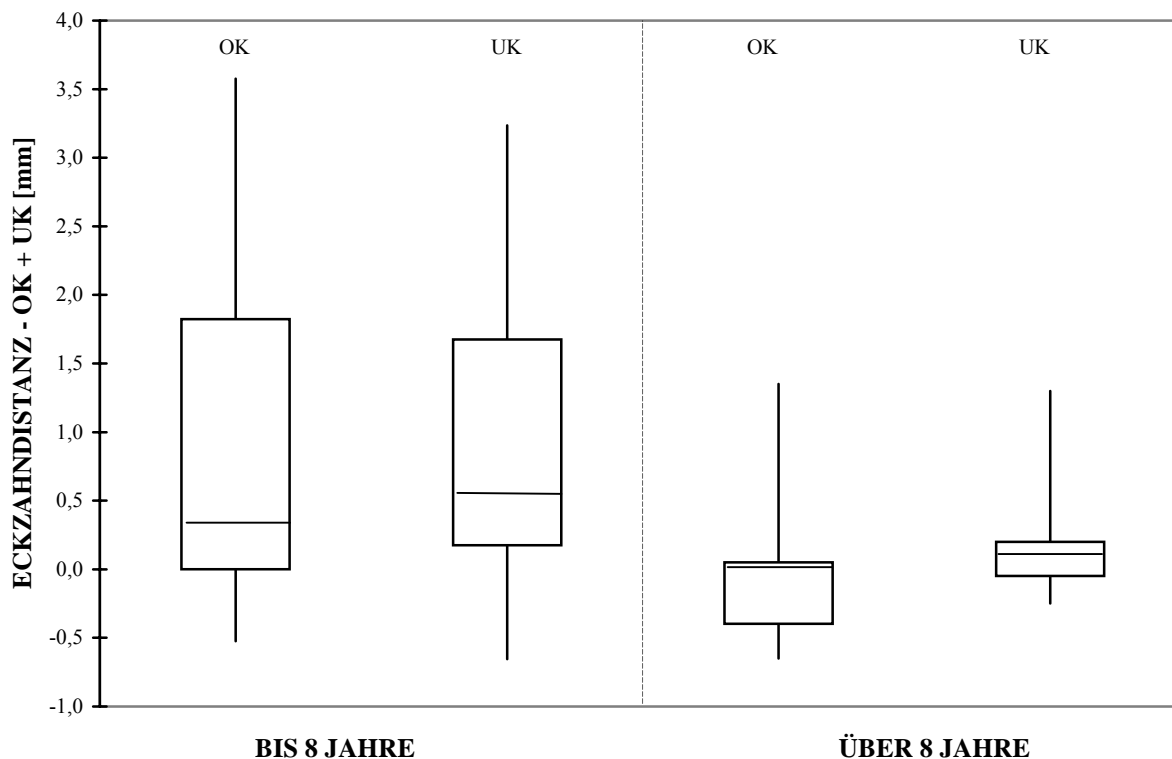


Abb. 21. Boxplotdarstellung der Änderung der Eckzahndistanz des Oberkiefers (OK) und Unterkiefers (UK) im Untersuchungszeitraum von $\bar{x} = 11,7$ Monaten im Altersklassenvergleich

Die Veränderung der vorderen Zahnbogenbreite des Oberkiefers war mit $p < 0,01$ hochsignifikant (Abb. 22). In der Gruppe der Patienten, die zu Behandlungsbeginn 8 Jahre oder jünger waren, verbreiterte sich die vordere Zahnbogenbreite im Mittel um $0,76 \pm 0,68$ mm, während sie in der Gruppe der über 8-jährigen nur um $0,29 \pm 0,85$ mm anstieg.

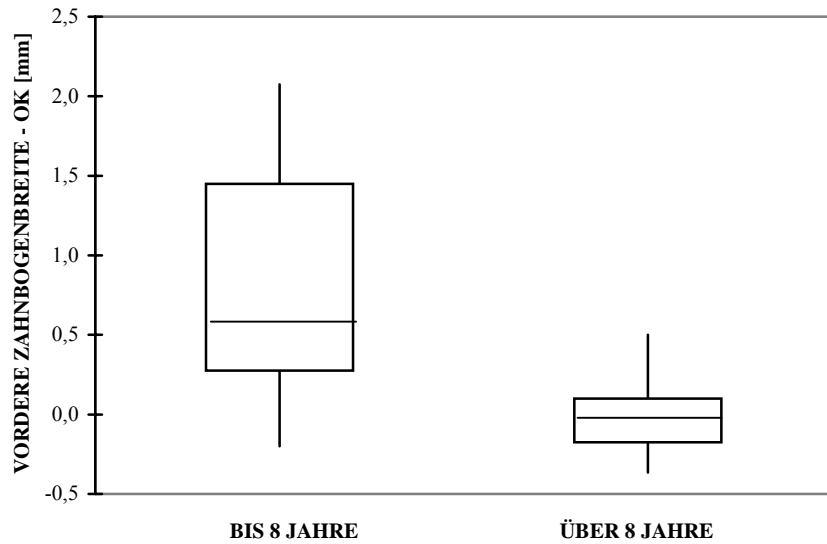


Abb. 22. Boxplotdarstellung der Änderung der vorderen Zahnbogenbreite des Oberkiefers im Untersuchungszeitraum von $\bar{x} = 11,7$ Monaten im Altersklassenvergleich

Die vordere Zahnbogenlänge des Oberkiefers vergrößerte sich im Untersuchungszeitraum in der jüngeren Gruppe um $0,17 \pm 1,18$ mm (Abb. 23). In der älteren Gruppe verringerte sie sich dagegen um $0,26 \pm 0,64$ mm. Das Signifikanzniveau lag hier bei $p < 0,05$.

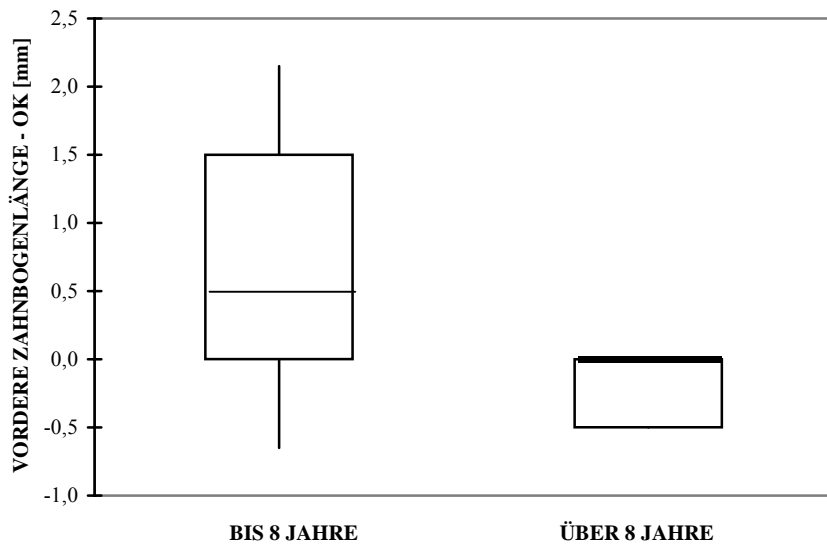


Abb. 23. Boxplotdarstellung der Änderung der vorderen Zahnbogenlänge des Oberkiefers im Untersuchungszeitraum von $\bar{x} = 11,7$ Monaten im Altersklassenvergleich

4.4 Messzeitvergleich

Der Vergleich einer Gruppe mit einer Messdauer von bis zu 9 Monaten mit einer zweiten Gruppe, bei der die Messdauer über 9 Monaten lag, zeigte bei 9 von 14 untersuchten Messgrößen statistische Auffälligkeiten (Tabelle 10). Sowohl die Eckzahndistanzen als auch die vorderen Zahnbogenbreiten beider Kiefer veränderten sich mit $p < 0,01$ hochsignifikant. Die Eckzahndistanz wies im Oberkiefer bei der erstgenannten Gruppe im Mittel eine Vergrößerung um $0,28 \pm 0,78$ mm auf. In der zweiten Gruppe stieg dieser Wert um $1,49 \pm 1,2$ mm. Der Unterkiefer verbreiterte sich in der Gruppe mit der kürzeren Messzeit auf Höhe der Eckzähne um $0,32 \pm 0,52$ mm. In der anderen Gruppe nahm die Eckzahndistanz um $1,43 \pm 1,14$ mm zu.

Die vordere Zahnbogenbreite des Oberkiefers verbreiterte sich im kürzeren Beobachtungszeitraum um $0,24 \pm 0,66$ mm und im längeren um $0,93 \pm 0,78$ mm. Im Unterkiefer nahm sie in der ersten Gruppe um $0,14 \pm 0,45$ mm und in der zweiten Gruppe um $0,76 \pm 0,82$ mm zu.

Die Veränderungen der hinteren Zahnbogenbreite des Ober- und Unterkiefers, der inneren Zahnbogenlänge und der vorderen Zahnbogenlänge des Unterkiefers waren ebenfalls hochsignifikant. Die hintere Zahnbogenbreite des Oberkiefers verbreiterte sich in der Gruppe mit einer Messzeit von bis zu 9 Monaten um durchschnittlich $0,27 \pm 0,53$ mm, die des Unterkiefers um $0,19 \pm 0,52$ mm. In der Gruppe mit einer Messzeit von mehr als 9 Monaten nahm sie im Oberkiefer um $0,80 \pm 0,75$ mm und im Unterkiefer um $0,71 \pm 0,77$ mm zu.

Die innere Zahnbogenlänge verlängerte sich in der ersten Gruppe im Mittel um $0,23 \pm 1,37$ mm und in der zweiten Gruppe um $1,03 \pm 1,39$ mm.

Die vordere Zahnbogenlänge des Unterkiefers verlängerte sich in der Gruppe mit der kürzeren Messzeit um $0,13 \pm 0,56$ mm und in der Gruppe mit der längeren Messzeit um $0,73 \pm 1,03$ mm.

Der frontale Überbiss veränderte sich signifikant mit $p < 0,05$. In beiden Gruppen vergrößerte er sich, wobei er in der ersten Gruppe um $0,34 \pm 1,20$ mm und in der zweiten Gruppe um $1,19 \pm 1,34$ mm zunahm.

Parameter	bis 9 Monate				über 9 Monate				p-Wert
	n	\bar{x}	\pm	σ	n	\bar{x}	\pm	σ	
VZ RECHTS	42	-0,02	\pm	0,06	36	-0,05	\pm	0,12	n. s.
VZ LINKS	42	-0,03	\pm	0,08	36	-0,04	\pm	0,13	n. s.
OVERJET	41	-0,21	\pm	1,58	31	-0,76	\pm	1,61	n. s.
OVERBITE	32	0,34	\pm	1,20	18	1,19	\pm	1,34	0,0204
LITTLE-INDEX	28	-0,71	\pm	1,54	18	-0,33	\pm	1,59	n. s.
EZD OK	37	0,28	\pm	0,78	32	1,49	\pm	1,20	0,0000
EZD UK	34	0,32	\pm	0,52	26	1,43	\pm	1,14	0,0000
VZBB OK	38	0,24	\pm	0,66	30	0,93	\pm	0,78	0,0001
VZBB UK	40	0,14	\pm	0,45	34	0,76	\pm	0,82	0,0002
HZBB OK	41	0,27	\pm	0,53	31	0,80	\pm	0,75	0,0021
HZBB UK	41	0,19	\pm	0,52	30	0,71	\pm	0,77	0,0080
IZBL	40	0,23	\pm	1,37	30	1,03	\pm	1,39	0,0095
VZBL OK	38	-0,08	\pm	0,79	28	0,04	\pm	1,21	n. s.
VZBL UK	40	0,13	\pm	0,56	32	0,73	\pm	1,03	0,0053

Tab. 10. Messzeitvergleich mit Angabe der Änderungen im Untersuchungszeitraum von $T_x^- = 11,7$ Monaten. N = Anzahl, σ = Standardabweichung, \bar{x} = Mittelwert, VZ = Verzahnung, EZD = Eckzahndistanz, VZBB/HZBB = Vordere/Hintere Zahnbogenbreite, IZBL/VZBL = Innere/Vordere Zahnbogenlänge, OK/UK = Oberkiefer/Unterkiefer, p-Wert = Signifikanzniveau, n. s. = nicht signifikant, hervorgehobene Zahlen stellen signifikante Werte dar.

4.5 Methodischer Fehler

Zur Überprüfung der Wiederholbarkeit wurde der methodische Fehler mit der Methode nach (Bland und Altman 1999) eruiert. In der nachfolgenden Tabelle 11 sind die Mittelwerte der 28 doppelt bestimmten Parameter, die unteren und oberen Toleranzintervalle, die Absolutwerte dieses Referenzbereiches sowie - zur Veranschaulichung - der prozentuale Standardbereich angegeben.

Die unteren und oberen Toleranzintervalle beschreiben den Bereich um den entsprechenden Mittelwert, in dem voraussichtlich 95 % der Wiederholungsmessungen liegen.

Da die Absolutwerte des 95 %-Vorhersagebereichs alleine betrachtet irreführend sein können, sind diese immer auch in Relation zu den entsprechenden Mittelwerten zu sehen. Daher wurde in der Tabelle zur besseren Beurteilung eine Standardisierung in Prozent auf die jeweiligen Mittelwerte vorgenommen.

Parameter	n	\bar{x}	Unteres Tol.- Intervall	Oberes Tol.- Intervall	Absolutwert	Stand. bereich (%)
VZ RECHTS-T0	79	0,41	-0,23	0,24	0,48	116,1
VZ RECHTS-T1	78	0,38	-0,21	0,22	0,43	113,3
VZ LINKS-T0	79	0,41	-0,21	0,23	0,44	105,9
VZ LINKS-T1	78	0,38	-0,23	0,22	0,45	118,1
OVERJET-T0	73	5,75	-1,10	1,07	2,17	37,7
OVERJET-T1	76	5,22	-1,13	1,01	2,15	41,1
OVERBITE-T0	53	0,70	-1,21	0,88	2,09	298,4
OVERBITE-T1	72	1,10	-0,97	0,98	1,95	177,2
LITTLE-INDEX-T0	61	4,26	-1,09	0,91	2,00	46,9
LITTLE-INDEX-T1	52	3,98	-1,06	0,94	2,00	50,2
EZD OK-T0	74	31,06	-0,35	1,02	1,37	4,4
EZD OK-T1	69	32,00	-0,35	0,98	1,33	4,2
EZD UK-T0	72	26,36	-0,31	0,71	1,01	3,8
EZD UK-T1	64	27,04	-0,42	0,79	1,21	4,5
VZBB OK-T0	72	34,71	-0,72	0,35	1,07	3,1
VZBB OK-T1	74	35,15	-0,69	0,38	1,07	3,0
VZBB UK-T0	76	34,61	-0,56	0,61	1,17	3,4
VZBB UK-T1	75	35,02	-0,60	0,62	1,22	3,5
HZBB OK-T0	72	44,67	-0,39	0,67	1,06	2,4
HZBB OK-T1	75	45,06	-0,32	0,58	0,91	2,0
HZBB UK-T0	71	46,14	-0,31	0,79	1,09	2,4
HZBB UK-T1	75	46,50	-0,21	0,68	0,89	1,9
IZBL-T0	70	63,01	-1,21	0,67	1,87	3,0
IZBL-T1	74	63,48	-0,96	0,52	1,48	2,3
VZBL OK-T0	70	20,56	-1,35	0,22	1,56	7,6
VZBL OK-T1	73	20,43	-1,55	0,30	1,86	9,1
VZBL UK-T0	74	14,68	-1,26	0,48	1,73	11,8
VZBL UK-T1	74	15,05	-1,26	0,64	1,90	12,6

Tab. 11. Mittelwerte (\bar{x}) von doppelt bestimmten Parametern und Toleranzintervalle zur Charakterisierung der Wiederholbarkeit der Messungen. N = Anzahl, T0 = Messung zu Therapiebeginn, T1 = Messung bei Therapieende, OK/UK = Oberkiefer/Unterkiefer, VZ = Verzahnung, EZD = Eckzahndistanz, VZBB/HZBB = Vordere/Hintere Zahnbogenbreite, IZBL/VZBL = Innere/Vordere Zahnbogenlänge.

Auffällig ist in der Tabelle der frontale Überbiss (= Overbite) mit einer sehr hohen Bereichsbreite von 177 – 299 % der jeweiligen Mittelwerte. Dies ist hauptsächlich auf die niedrigen Mittelwerte von 0,7 mm, bzw. 1,1 mm zurückzuführen, bei denen sich Messungenauigkeiten besonders stark bemerkbar machen. Ebenso ist die hohe Bereichsbreite der Verzahnung von 105 – 119 % der jeweiligen Mittelwerte zu erklären.

Mit einer Bereichsbreite von 46,9 %, bzw. 50,2 % liegt der Little-Index ebenfalls im oberen Bereich. Beim Little-Index handelt es sich um sechs addierte Einzelmessungen. Somit ist eine Kumulierung von Messfehlern möglich.

5 Diskussion

In dieser retrospektiven Untersuchung wurde der Frage nachgegangen, inwiefern sich bei der Behandlung mit einer Mundvorhofplatte Stellungsänderungen der Zähne, vor allem im anterioren Bereich des Zahnbogens, ergeben können.

Die Ausgangsbefunde fast aller 79 Kinder zeigten zu Behandlungsbeginn eine als physiologisch anzusehende Distalbisslage von im statistischen Mittel knapp einer halben Prämolarenbreite ($0,4 \pm 0,2$ Pb). Die Ausnahme bilden sechs Kinder, die zu Anfang eine Neutralbisslage aufwiesen.

Die sagittale Frontzahnstufe lag beim Gesamtkollektiv zu Behandlungsbeginn im Durchschnitt bei $5,7 \pm 2,1$ mm, wobei sie bei den Jungen mit $6,6 \pm 2,0$ mm signifikant größer war als bei den Mädchen, bei denen sie $4,9 \pm 1,8$ mm betrug. Moyers und Mitarbeiter (1976) ermittelten Durchschnittswerte der sagittalen Frontzahnstufe im Milch- und bleibenden Gebiss in Abhängigkeit vom Alter. In der Altersklasse von 8 bis 12 Jahren, die in etwa mit der Altersklasse der in dieser Arbeit untersuchten Kinder vergleichbar ist, erhielten sie bei den Jungen Werte von etwa 4,1 mm, bei den Mädchen Werte zwischen 3,4 und 3,7 mm. Sinclair und Little (1983) ermittelten in ihrer Untersuchung von unbehandelten Kindern in der Altersklasse von etwa 6 bis 10 Jahren, die eine normale Okklusion aufwiesen, nur Werte von im Mittel 2,87 mm. Die im Vergleich zu diesen Untersuchungen vergrößerte Frontzahnstufe kann man nur in den wenigsten Fällen auf die distale Kieferlagebeziehung zurückführen. Hauptursache hierfür sind meist Zungen- und Lippendyskinesien bzw. eine intermaxilläre Disharmonie in der mesiodistalen Breite des Frontzahnmaterials zwischen Ober- und Unterkiefer (Rakosi und Jonas 1989).

Während Sinclair und Little (1983) in der oben genannten Arbeit ebenfalls den frontalen Überbiss untersuchten und dabei Werte von im Mittel 2,95 mm erhielten, konnten in dieser Arbeit nur Werte von im Mittel $0,62 \pm 2,2$ mm ermittelt werden. Dies kann an einem zum Untersuchungszeitpunkt noch nicht vollständigen Durchbruch der Frontzähne liegen. So geben Logan und Kronfeld (1933), modifiziert von McCall und Schour (1980), die Durchbruchzeiten der bleibenden Oberkieferinzisivi mit 7 bis 8 Jahren und den Abschluss der Wurzelbildung mit 10 Jahren an, wobei sich die Unterkieferinzisivi einige Monate vor den oberen entwickeln. Da in dieser Studie 44 Kinder (55,7 %) unter 8 Jahre waren und sich die Studie ausschließlich auf die Modellanalyse stützt, wäre es möglich, dass die Frontzähne bei manchen Kindern zum Untersuchungszeitpunkt noch nicht vollständig durchgebrochen waren. Des Weiteren kann der

im Vergleich zu anderen Untersuchungen verringerte frontale Überbiss auch mit dem Vorliegen einer Zungendyskinesie erklärt werden. Zungenpressen kann zu einem frontal offenen Biss führen. Eine Indikation zur Verwendung einer Mundvorhofplatte mit eingebautem Zungengitter besteht beim Vorliegen eines offenen Bisses. Daher ist es verständlich, dass in dieser Gruppe, die im Weiteren mit einer solchen Platte behandelt werden sollte, mit im Mittel $-0,65 \pm 2,54$ mm zumeist ein offener Biss zu erkennen war.

Zu Behandlungsbeginn lag der Little-Index für das Gesamtkollektiv bei $4,2 \pm 2,8$. Dies entspricht nach der Einteilung von Little einer moderaten Zahnfehlstellung. Sinclair und Little (1983) kommen in ihrer Untersuchung von 65 Kindern mit einem mittleren Alter von 9 Jahren zu einem Little-Index von 2,2, was einer minimalen Zahnfehlstellung entspricht. Sie untersuchten ausschließlich unbehandelte Kinder mit einer dentalen und skelettalen Angle Klasse I, während bei den Kindern dieser Arbeit zu einem großen Anteil (92 %) eine Angle-Klasse II vorlag. Sinclair und Little (1983) verweisen jedoch in ihrer Untersuchung auf eine Arbeit von Carmen, wonach die unterschiedlichen Angle-Klassen sowie eventuell vorhandene Unterschiede bei der Geschlechterverteilung der Untersuchungsgruppen keinen Einfluss auf vorhandene Zahnengstände haben sollte. Allerdings lagen bei der Untersuchungsgruppe dieser Arbeit Dyskinesien vor, die Zahnfehlstellungen verursacht haben könnten. Des Weiteren wurde die Untersuchung von Sinclair und Little an kanadischen Kindern durchgeführt, während die meisten Kinder dieser Untersuchung aus dem süddeutschen Raum stammten. Dieser ethnische Unterschied könnte eine weitere Begründung für den größer ausfallenden Little-Index dieser Untersuchung darstellen. Jedoch konnte auch Moorrees (1959) bei Kindern im Alter zwischen 8 und 10 Jahren einen beträchtlichen Zahnengstand feststellen. Er führte dies auf den Durchbruch der bleibenden Eckzähne zurück.

Die Eckzahndistanz des Unterkiefers sowie die innere Zahnbogenlänge liegen in der Größenordnung von der Untersuchung von Sinclair und Little (1983). Auch Bishara et al. (1997) nennen in ihrer Untersuchung über die altersabhängigen Änderungen der Zahnbogenbreite für die achtjährigen Jungen im Oberkiefer Werte um 32,5 mm und für die Mädchen Werte um 30,7 mm. Dies stimmt sehr genau mit den in dieser Untersuchung erhaltenen Werte überein. Im Unterkiefer finden sich hier mit 25,5 mm bei den Jungen und 24,4 mm bei den Mädchen vergleichbare Werte.

Veränderungen, die in dieser Untersuchung in den Gruppen der Mundvorhofplatten-Träger festgestellt wurden, enthalten Anteile physiologischen und durch die Mundvorhofplatte

induzierten Wachstums. Eine Differenzierung der Anteile ist nur durch den Vergleich dieser Gruppen mit einer Kontrollgruppe möglich. Diese Kontrollgruppe sollte optimalerweise aus Kindern bestehen, bei denen ebenfalls eine Mundvorhofplatte indiziert gewesen wäre, die jedoch nicht behandelt wurden. Die Kinder sollten derselben Altersklasse angehören wie die therapierten Kinder und der Beobachtungszeitraum sollte annähernd dem der Tragezeit der behandelten Kinder entsprechen.

In der vorliegenden Arbeit bestand die Kontrollgruppe aus 30 Patienten, bei denen entweder vor der Mundvorhofplatten-Therapie bereits an zwei verschiedenen Zeitpunkten Modelle angefertigt wurden und somit während dieses Zeitraumes kein Gerät getragen wurde oder bei denen in der Behandlungskarte mehrmals vermerkt wurde, dass die Mundvorhofplatte „zu wenig“, „nicht genügend“, „unregelmäßig“, „selten“ oder „fast nicht“ getragen wurde. Die Kontrollgruppe teilte sich in 10 Jungen und 20 Mädchen auf. Der jüngste Patient dieser Gruppe war 5,5 Jahre alt, der älteste 14,5 Jahre. Das mittlere Alter der einzelnen Gruppen war in etwa vergleichbar. So lag das durchschnittliche Alter in der Kontrolle bei $8,0 \pm 1,7$ Jahren. Bei den Mundvorhofplatten-Trägern betrug es im Mittel $8,0 \pm 1,5$ Jahre und bei der MVP+ZG-Gruppe $8,1 \pm 0,9$ Jahre. Der Beobachtungszeitraum hatte dagegen eine relativ große Schwankungsbreite. Bei der Kontrollgruppe lag er im Durchschnitt bei $11,1 \pm 11,2$ Monaten, während er sich bei der MVP-Gruppe durchschnittlich über $11,6 \pm 8,3$ Monaten und bei der MVP+ZG-Gruppe über $12,7 \pm 7,3$ Monaten erstreckte. Somit erfüllt die Kontrollgruppe dieser Arbeit annähernd die oben an eine solche gestellte Forderungen.

Im Folgenden sollen die im Beobachtungszeitraum festgestellten Veränderungen bei der Kontrollgruppe mit den von anderen Autoren ermittelten Änderungen derselben Altersklasse miteinander verglichen werden.

Eine Untersuchung von Sinclair und Little (1983) beschreibt vom Wechselgebiss (das sind im Mittel 9-jährige Kinder) zum frühen bleibenden Gebiss (das sind im Mittel 13-jährige Kinder) eine signifikante Vergrößerung der sagittalen Frontzahnstufe. Diese Tendenz war auch in der Kontrolle zu finden, in der die sagittale Frontzahnstufe minimal größer wurde.

In der gleichen Untersuchung stellten Sinclair und Little sowohl bei den Mädchen als auch bei den Jungen im beobachteten Zeitraum eine signifikante Vergrößerung des frontalen Überbisses fest. In der Kontrollgruppe dieser Untersuchung wurde ebenfalls eine tendenzielle Vergrößerung beobachtet. Jedoch kann nach Moorrees et al. (1969) über die Entwicklung des frontalen

Überbisses im Zeitraum zwischen 3 und 18 Jahren keine Aussage getroffen werden, da die Einflüsse multifaktoriell sind. Daher sind, seiner Aussage nach, in dieser Altersgruppe zum Teil gegensätzliche Entwicklungen des frontalen Überbisses zu beobachten.

Der Little-Index nahm im Beobachtungszeitraum minimal ab, d. h. es trat eine leichte Verbesserung der Frontzahnstellung ein. Sinclair und Little (1983) stellten ebenfalls eine tendenzielle Abnahme des Little-Index fest. Barrow und White (1952) allerdings beobachteten vom 7. bis zum 15. Lebensjahr eine stetige Zunahme des Engstandes der Unterkieferfront, jedoch wurde von ihm zur Feststellung des Schweregrades nicht der Little-Index verwendet. Daher ist ein Vergleich mit seiner Beobachtung nur bedingt möglich.

Die Eckzahndistanz der Kontrollgruppe nahm sowohl im Oberkiefer als auch im Unterkiefer tendenziell zu. Sillman (1964), Knott (1972) und Bishara et al. (1997) berichten übereinstimmend von einer Vergrößerung der Eckzahndistanz in beiden Kiefern zwischen dem 5. und 12. Lebensjahr. Die starke Vergrößerung der Eckzahndistanz zwischen 6 und 9 Jahren kann im Zusammenhang mit dem Durchbruch der bleibenden Eckzähne gesehen werden. Sinclair und Little (1983) und Bishara et al. (1997) fanden dagegen bei Kindern zwischen 9 und 13 Jahren eine minimale Verringerung der Eckzahndistanz.

Sowohl die vordere als auch die hintere Zahnbogenbreite verbreiteten sich im Oberkiefer etwas stärker als im Unterkiefer. Moorrees et al. (1969), Knott (1972) und Bishara et al. (1997) stimmten überein, dass sich die mittlere Zahnbogenbreite bis zu einem Alter von 13 Jahren verbreitert, wobei die größte Breitenentwicklung der Kiefer zwischen dem 7. und 9. Lebensjahr (im zeitlichen Zusammenhang mit dem Durchbruch der bleibenden Frontzähne) stattfindet.

Sillman (1964) konnte diese Beobachtung in einer longitudinalen Studie einer männlichen Untersuchungsgruppe noch konkretisieren. Er stellte fest, dass der Oberkiefer vom Milchgebiss bis zum Durchbruch des zweiten Molaren mit etwa 0,5 mm pro Jahr in der Zahnbogenbreite gemessen auf Höhe der ersten Molaren wächst, wobei die Zunahme der mandibulären Zahnbogenbreite mit 0,2 mm pro Jahr etwas geringer ausfällt. Ab dem 14. Lebensjahr zeigte sich dann kein signifikantes Wachstum mehr. Des Weiteren beobachtete er, dass die größten Veränderungen in der hinteren Zahnbogenbreite und -länge stattfanden, da das größte postnatale Wachstum im hinteren Segment des Zahnbogens vorzufinden ist.

Die vordere Zahnbogenlänge nahm in beiden Kiefern tendenziell zu, wobei die Längenzunahme im Oberkiefer ausgeprägter war als im Unterkiefer. Diese tendenzielle Längenzunahme ist auch bei der inneren Zahnbogenlänge zu erkennen.

Sillman (1964) machte in einer longitudinale Studie bei männlichen Patienten die Beobachtung, dass die Zahnbogenlänge des Oberkiefers zwischen 6 und 10 Jahren eine Wachstumsperiode aufzeigte und von 12 bis 17 Jahren eine Phase der Verkleinerung. Im Unterkiefer blieb die Zahnbogenlänge zunächst etwa bis zum 10. Lebensjahr konstant, danach verringerte sie sich bis zum 17. Lebensjahr. Allgemein stellte er fest, dass die Wachstumskurven von Ober- und Unterkiefer eine bemerkenswerte Ähnlichkeit im Verlauf aufwiesen. Nach Moorrees et al. (1969) ist eine Vergrößerung der Zahnbogenlänge im Oberkiefer zwischen 6 und 10 Jahren auf den Durchbruch der bleibenden Frontzähne zurückzuführen, da die bleibenden Incisivi eine labiale Inklinasion aufweisen.

Wie der Vergleich mit anderen Untersuchungen zeigte, stimmen die Ergebnisse dieser Arbeit meist sehr genau mit den Ergebnissen anderer Autoren überein. Daher dürften die im Beobachtungszeitraum aufgetretenen Veränderungen in der Kontrollgruppe weitestgehend den durch das physiologische Wachstum induzierten Änderungen entsprechen. Andere Einflussfaktoren wie ‚schlechte Angewohnheiten‘ oder Dyskinesien sollten somit untergeordneter Natur sein.

Ein Vergleich der beiden mit Mundvorhofplatten behandelten Gruppen mit der Kontrollgruppe zeigt vor allem Unterschiede in der Breitenentwicklung der Kiefer. Dies konnten auch Eismann und Noack (1960) beobachten, die in ihrer Arbeit den Effekt von Mundvorhofplatten nach Schwarz, Schönherr und Kraus verglichen. Im Fall der Mundvorhofplatte nach Kraus standen Ihnen 17 Fälle mit einer Tragezeit von 6 bis 9 Monaten zur Auswertung zur Verfügung. Die Auswertung dieser Modelle ergab im angegebenen Untersuchungszeitraum eine durchschnittliche Breitenzunahme der Zahnbögen um 0,5 bis 1,5 mm. Trotz der höheren Tragezeit von im Durchschnitt 11,5 Monaten konnten in dieser Untersuchung nicht ganz so hohe Werte ermittelt werden. Dennoch war die Zunahme der vorderen und hinteren Zahnbogenbreite des Unterkiefers bei der MVP-Gruppe ungefähr doppelt so groß wie bei der Kontrollgruppe. Am auffälligsten war die Breitenzunahme jedoch bei der MVP+ZG-Gruppe. Bei den Kindern dieser Gruppe verbreiterte sich der Unterkiefer im Vergleich zur Kontrolle um das 3 bis 5-fache. Autoren wie Schwarz (1956) und Kraus (1961) begründen das Breitenwachstum während der Mundvorhofplattentherapie mit einer Ausschaltung des Wangendrucks durch die Platte und dem damit allein wirkenden Zungendruckes. Schuchard (1952) stellte zudem eine Aktivierung des Zungendruckes fest, die verursacht wird durch den Versuch, die von der Vorhofplatte

geschaffenen Lufträume leer zu saugen. Hierdurch kann eine seitliche Umformung des Zahnbogens erfolgen. Auch Bierer (1988), der in seiner Dissertation die klinische Wirkung der Mundvorhofplatte anhand von prä- und posttherapeutisch erstellten Fernröntgenseitenbildern beurteilte, stellte eine Größenzunahme des Unterkiefers fest. Außerdem konnte er Veränderungen in der Lagebeziehung des Unterkiefers zur vorderen Schädelbasis und Oberkiefer nachweisen.

Ein Erklärungsansatz für die sehr starke transversale Dehnung bei der Patientengruppe, die mit einer Mundvorhofplatte mit eingebautem Zungengitter behandelt wurde, wäre folgender: Durch das anteriore Zungengitter soll frontales Zungenpressen vermieden werden. Die Zunge hat jedoch den Drang sich gewohnheitsbedingt vorne einzulagern, wodurch ein nach anterior gerichteter Druck auf das zwischen Zunge und Zähnen liegende Zungengitter entsteht. Dadurch wird die gesamte Mundvorhofplatte minimal nach vorne verlagert, wobei es durch die Zugwirkung auf die Alveolarfortsätze zu einer Knochenapposition in diesem Bereich kommen kann. Da die Patientenzahl dieser Arbeit jedoch begrenzt war, bedarf es weiterer Untersuchungen um genauere Aussagen treffen zu können. Kieferorthopäden sollten jedoch diese starke Breitenentwicklung bei ihrer Therapieplanung für die Anwendung einer Mundvorhofplatte mit oder ohne Zungengitter beachten.

Eismann und Noack (1960) machten weiterhin die Beobachtung, dass bei den meisten Kindern eine deutliche Besserung des anfänglich oft vorhandenen vertikal oder sagittal lutschoffenen Bisses eintrat. Dies äußerte sich in einem Schluss des vertikal offenen Bisses, der Verringerung der vorderen Zahnbogenlänge des Oberkiefers und einer mehr oder weniger starken Vorverlagerung des Unterkiefers. Bierer (1988) machte in seiner Arbeit eine ähnliche Beobachtung. Er stellte eine Verkürzung der sagittalen Frontzahnstufe und eine Verstärkung des vertikalen Überbisses fest. Er führt diese Veränderungen auf eine Kranialschwenkung der Mandibularspange im Untersuchungszeitraum zurück. Zudem wird diese Entwicklung seiner Aussage nach durch das Unterkieferwachstum in der Basis und im aufsteigenden Ast begünstigt. Von klinischer als auch experimenteller Seite wurde bestätigt, dass eine sagittale Verbesserung auch durch kondyläres Wachstum zustande kommen kann (Petrovic et al. 1974).

Auch in dieser Arbeit konnten eine Verkürzung der sagittalen Frontzahnstufe sowie eine Verstärkung des frontalen Überbisses festgestellt werden. Jedoch war nur die Veränderung der sagittalen Frontzahnstufe im Gruppenvergleich signifikant.

Die von Eismann und Noack (1960) beschriebene Verringerung der vorderen Zahnbogenlänge war ebenfalls bei den Mundvorhofplattenträgern dieser Untersuchung vorzufinden. In der MVP-

Gruppe verringerte sich die Zahnbogenlänge um $0,38 \pm 1,11$ mm, während sie sich in der Kontrollgruppe um $0,34 \pm 0,87$ mm verlängerte. Im Gruppenvergleich war dies jedoch nicht signifikant.

Anhand der Beziehung der ersten Molaren und der Eckzähne konnte auf der rechten Seite in beiden Gruppen der Mundvorhofplatten-Träger eine leichte Mesialisierung der Unterkieferzähne beobachtet werden, während die Verzahnung bei der Kontrollgruppe nahezu unverändert blieb. Tendenziell war auch auf der linken Seite eine leichte Mesialisierung zu erkennen. Dies war jedoch im Gruppenvergleich nicht signifikant.

Die Veränderungen im Geschlechtervergleich zeigten keine Signifikanzen. Bierer (1988) konnte in seiner Arbeit bei der Auswertung von Fernröntgenseitenbildern ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen erkennen.

Des Weiteren kommt Bierer (1988) zu dem Schluss, dass die Wirkung der Mundvorhofplatte unabhängig ist vom Alter bei Behandlungsbeginn, wobei die Altersgrenze der untersuchten Gruppen bei 8 Jahren lag. Dies konnte in dieser Arbeit nicht bestätigt werden. Bei den Kindern, die zu Behandlungsbeginn bis zu 8 Jahre alt waren, konnte in beiden Kiefern ein größeres Längen- und Breitenwachstum ermittelt werden. Dies drückte sich in generell erhöhten Werten beim Zuwachs in der Zahnbogenlänge und -breite dieser Altersgruppe aus, wobei das Wachstum der Eckzahndistanz beider Kiefer, der vorderen Zahnbogenbreite des Oberkiefers und der vorderen Zahnbogenlänge des Oberkiefers im Altersklassenvergleich signifikant war. Diese Unterschiede sind wohl hauptsächlich auf das unterschiedliche physiologische Wachstum beider Altersgruppen zurückzuführen.

Wie bereits oben erwähnt, berichten die meisten Autoren von einer starken Vergrößerung der Eckzahndistanz zwischen 6 und 9 Jahren, die sich anschließend abschwächt (Bishara et al. 1997) oder unverändert bleibt (Sillman 1964). Sinclair und Little (1983) fanden dagegen bei Kindern zwischen 9 und 13 Jahren sogar eine minimale Verringerung der Eckzahndistanz.

Moorrees (1969), Knott (1972) und Bishara (1997) stimmen überein, dass die größte Breitenentwicklung der Kiefer zwischen dem 7. und 9. Lebensjahr stattfindet und sich die Zahnbogenbreite bis zu einem Alter von 13 Jahren nur noch mäßig verbreitert.

Das bis zum 9. Lebensjahr wesentlich stärkere, physiologische Wachstum zeigte sich somit auch im Altersklassenvergleich bei den Mundvorhofplattenträgern.

Der Einfluss der Tragedauer auf die dentalen Veränderungen war sehr groß. Eine Tragezeit von über 9 Monaten wirkte sich insbesondere auf das Breitenwachstum der Kiefer aus. Die Entwicklung in der Transversalen war in dieser Gruppe um ein vielfaches höher als in der Gruppe mit der kürzeren Tragezeit. Der frontale Überbiss, die innere Zahnbogenlänge und die vordere Zahnbogenlänge des Unterkiefers waren in dieser Gruppe ebenfalls signifikant vergrößert. Dies sollte bei einer länger andauenden Therapie mit einer Mundvorhofplatte berücksichtigt werden.

Im Folgenden soll noch kurz auf die Messgenauigkeit dieser Arbeit eingegangen werden. Der Messfehler wurde bestimmt, indem alle Modelle ca. eine Woche später von derselben Person ein zweites Mal vermessen wurde und die Werte mit der ersten Messung verglichen wurden. Die Messabweichungen waren dabei tolerabel. Da alle Modelle von derselben Person vermessen wurden, zieht sich der dabei auftretende Fehler auch durch alle Messungen. Das Ergebnis wird dadurch jedoch nicht verfälscht, zumal nicht absolute Werte, sondern deren Veränderungen Gegenstand der Untersuchung waren.

Nach vielen Beschreibungen der Wirkungsweise einer Mundvorhofplatte, wurde in dieser Untersuchung der Versuch unternommen, anhand der Modellanalyse prä- und posttherapeutisch hergestellter Situationsmodelle die durchschnittlichen Stellungsänderungen der Zähne, vor allem im anterioren Bereich zu ermitteln.

Obwohl die geringe Fallzahl dieser Untersuchung die Aussagekraft der Ergebnisse einschränkt, zeigte sich eine gute Übereinstimmung mit den Studien anderer Autoren, was wiederum die Gültigkeit der Ergebnisse stärkt.

Es kann daher geschlussfolgert werden, dass die Mundvorhofplatte das Gerät zur Vorbehandlung orofazialer Dyskinesien im Milch- wie im frühen Wechselgebiss ist, unter dessen Einfluss es über das physiologische Wachstum hinaus zu oben genannten Stellungsänderungen der Zähne kommt. Diese sollten bei der Therapieplanung berücksichtigt werden.

6 Zusammenfassung

In dieser retrospektiven Untersuchung sollte aufgezeigt werden, inwiefern während der Mundvorhofplattentherapie eine erkennbare Stellungsänderung der Frontzähne stattgefunden hatte. Eine Kontrollgruppe sollte Aufschluß geben, ob es sich bei den Veränderungen um wachstumsbedingte physiologische Zahnbewegungen handelt oder durch die Mundvorhofplatte bedingte unphysiologische. Des Weiteren wurde untersucht, ob es einen erkennbaren Unterschied zu Patienten gibt, die mittels einer Mundvorhofplatte mit eingebautem Zungengitter therapiert wurden. Außerdem wurde der Einfluss des Geschlechtes, des Alters bei Behandlungsbeginn und der Einfluss der Behandlungsdauer auf das Ausmaß der Stellungsänderung der Zähne ermittelt.

Anhand von je 79 prä- und posttherapeutisch hergestellten Studienmodellen wurde eine Modellanalyse durchgeführt. 6 Patienten (8 %) wiesen zu Anfang der Mundvorhofplattentherapie beidseits eine neutrale Verzahnung auf, alle anderen (92 %) hatten zu diesem Zeitpunkt eine Distalverzahnung. In beiden Mundvorhofplatten-Gruppen erfolgte nach einer durchschnittlichen Tragezeit von 11,8 Monaten eine leichte Mesialisierung der Unterkieferzähne, während sich die Verzahnung in der Kontrollgruppe nur geringfügig änderte.

Die sagittale Frontzahnstufe verkleinerte sich in den Mundvorhofplatten-Gruppen. In der Kontrollgruppe vergrößerte sie sich minimal. Außerdem war bei den Mundvorhofplattenträgern ein ausgeprägtes Breitenwachstum der Zahnbögen zu erkennen. Statistisch signifikant zeigten sich im Gruppenvergleich die Eckzahndistanz des Oberkiefers, die vordere Zahnbogenbreite des Unterkiefers, sowie die hinteren Zahnbogenbreiten beider Kiefer. Die vordere und hintere Zahnbogenbreite des Unterkiefers verbreiterte sich in der MVP-Gruppe ungefähr um das 2-fache und in der MVP+ZG-Gruppe um das 3 bis 5-fache im Vergleich zur Kontrollgruppe.

Die Wirkungsweise der individuellen Mundvorhofplatte war unabhängig vom Geschlecht.

Bei Kindern, die zu Behandlungsbeginn bis zu 8 Jahre alt waren, konnte ein größeres Längen- und Breitenwachstum beider Kiefer ermittelt werden, als bei älteren Kindern. Dabei war das Wachstum der Eckzahndistanzen beider Kiefer, der vorderen Zahnbogenbreite des Oberkiefers und der vorderen Zahnbogenlänge des Oberkiefers im Altersklassenvergleich signifikant.

Eine Tragezeit von über 9 Monaten wirkte sich insbesondere auf das Breitenwachstum der Kiefer aus. Die Entwicklung in der Transversalen war in dieser Gruppe um ein vielfaches höher als in der Gruppe mit der kürzeren Tragezeit. Der frontale Überbiss, die innere Zahnbogenlänge und die vordere Zahnbogenlänge des Unterkiefers waren ebenfalls signifikant vergrößert.

7 Literaturverzeichnis

Angle EH (1913) Klassifikation der Okklusionsanomalien. In: Angle EH (Hrsg.) Die Okklusionsanomalien der Zähne. 2. Aufl., Meusser Verlag, Berlin, S. 45-70.

Barrow GV, White JR (1952) Developmental changes of the maxillary and mandibular dental arches. Angle Orthod 22: 41-46.

Bierer G (1988) Die klinische Wirkung der Mundvorhofplatte nach F. Kraus. Med Diss, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg i. Br.

Bishara SE, Jakobsen JR, Treder J, Nowak A (1997) Arch width changes from 6 weeks to 45 years of age. Am J Orthod Dentofacial Orthop 111: 401-409.

Bland JM, Altman DG (1999) Measuring agreement in method comparison studies. Stat Methods Med Res 8: 135-160.

Eismann D, Noack H-D (1960) Vergleichende kritische Bewertung der individuellen Mundvorhofplatte, der Konfektionsmundvorhofplatte nach Schönherr und des Mundschildes nach F. Kraus. Dtsch Stomat 9: 673-683.

Eschler J (1952) Der Einbiß. In: Eschler J (Hrsg.) Die funktionelle Orthopädie des Kausystems. Hanser, München, S. 127-134.

Fränkel R (1967) Funktionskieferorthopädie und der Mundvorhof als apparative Basis. Volk und Gesundheit, Berlin.

Hotz R (1980) Orthodontie in der täglichen Praxis. Huber, Bern.

Knott VB (1972) Longitudinal study of dental arch widths at four stages of dentition. Angle Orthod 42: 387-394.

Körbitz A (1913) Zahnärztliche Orthopädie und Prothese. Verlag Zahnärztliche Orthopädie und Prothese, München.

Körbitz A (1914) Kursus der systematischen Arthodontik: Ein Leitfadens für Studium und Praxis. 2. Aufl., Licht, Leipzig.

Körbitz A (1933) Die orthodontische Situation der Gegenwart. Dtsch zahnärztl Wschr 36: 89-94.

Korkhaus G (1939) Gebiß-, Kiefer- und Gesichtorthopädie. In: Bruhn C (Hrsg.) Handbuch der Zahnheilkunde. Bd. IV, Bergmann Verlag, München.

Kraus F (1956) Vestibular and oral screens. Trans Eur Orthod Soc: 217-224.

Kraus F (1961) Neuere Erfahrungen mit der kieferorthopädischen Prophylaxe und Frühbehandlung - Ein Round-Table-Gespräch. In: Brückl H (Hrsg.). Verlag Volk und Gesundheit, Berlin.

Little RM (1975) The irregularity index: a quantitative score of mandibular anterior alignment. Am J Orthod 68: 554-563.

Logan WHG, Kronfeld R (1933) Development of the human jaws and surrounding structures from birth to the age of fifteen years. J Am Dent Assoc 20: 379-427.

Matthews E (1948) Mouthscreen for use after adenoidectomy. Brit Med J 2: 223-227.

McCall JO, Schour I (1980) Tooth eruption. In: Bhaskar SN (Hrsg.) Orban's Oral Histology and Embryology. 9th ed., Mosby, St. Louis, S. 371-385.

Moorrees CF (1959) The dentition of the growing child. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

Moorrees CF, Gron AM, Le Bret LM, Yen PK, Frohlich FJ (1969) Growth studies of the dentition: a review. *Am J Orthod* 55: 600-616.

Moyers RE, van der Linden FPGM, Riolo ML, McNamara JA (1976) Standards of human occlusal development. In: *Monograph 5, Craniofacial growth series*. University of Michigan, Ann Arbor.

Nance H (1947) The limitations of orthodontic treatment. *Am J Orthodont Oral Surg* 33: 177-223.

Newell H (1913) Appliance for the prevention of mouthbreathing. *Dent Cosmos* 55: 456-457.

Nord CFL (1957) Die Vorhofplatte. *Fortschr Kieferorth* 18: 122-128.

Peck H, Peck S (1972) An index for assessing tooth shape deviations as applied to the mandibular incisors. *Am J Orthod* 61: 384-401.

Petrik L (1957) Zusätzliche Maßnahmen. In: Andresen V, Häupl K, Petrik L (Hrsg.) *Funktionskieferorthopädie*. 6. Aufl., Barth, München, S. 151-160.

Petrovic AG, Stutzmann J, Oudet C, Gasson N (1974) Kontrollfaktoren des Kondylenwachstums. *Fortschr Kieferorthop* 35: 347-357.

Rakosi T (1985) *Funktionelle Therapie in der Kieferorthopädie*. Hanser, München.

Rakosi T, Jonas I (1989) *Kieferorthopädie / Diagnostik*. In: Rateitschak KH (Hrsg.) *Farbatlanten der Zahnmedizin*. Bd. 8, Thieme, Stuttgart-New York.

Rogers AP (1922) Making facial muscles our allies in treatment and retention. *Dent Cosmos* 64: 711-721.

Schuchard T (1952) Die Lutschprotrusion und ihre Behandlung mit einer Vorhofplatte. Fortschr. Kieferorthop 13: 170-172.

Schwarz AM (1956) Lehrgang der Gebißregulierung. Bd. 2, Urban & Schwarzenberg, Wien.

Sillman JH (1964) Dimensional changes of the dental arches: longitudinal study from birth to 25 years. Am J Orthod 50: 824-841.

Sinclair PM, Little RM (1983) Maturation of untreated normal occlusions. Am J Orthod 83: 114-123.

8 Glossar / Definitionen

Abb.	Abbildung
EZD	Eckzahndistanz
HZBB	Hintere Zahnbogenbreite
IZBL	Innere Zahnbogenlänge
mm	Millimeter
MVP-Gruppe	Patienten, die mit einer Mundvorhofplatte therapiert wurden
MVP+ZG-Gruppe	Patienten, die mit einer Mundvorhofplatte mit eingebauten Zungengitter therapiert wurden
n	Anzahl
n. s.	nicht signifikant
OK	Oberkiefer
Overbite	Frontaler Überbiß
Overjet	Sagittale Frontzahnstufe
<i>p</i> -Wert	Signifikanzniveau
Pb	Prämolarenbreiten
σ	Standardabweichung
Tab.	Tabelle
T0 / T1	prä- / posttherapeutisch hergestellte Studienmodelle
UK	Unterkiefer
VZ	Verzahnung
VZBB	Vordere Zahnbogenbreite
VZBL	Vordere Zahnbogenlänge
\bar{x}	Mittelwert

9 Danksagung

Ganz herzlich möchte ich Frau Prof. Dr. I. Jonas für die Überlassung des Themas und das Ermöglichen des praktischen Teiles dieser Arbeit danken.

Herrn PD Dr. Dr. E. Rose danke ich ganz besonders für die gute Betreuung, für die vielen lebendigen Diskussionen und sein stetes Interesse am Fortlauf der Arbeit.

Für die freundliche Übernahme des zweiten Gutachtens möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. G. Krekeler bedanken.

Aus der Abteilung Kieferorthopädie danke ich insbesondere Frau Brammer, Frau Tobulik und Frau Weiss. Außerdem allen Mitarbeitern, die mir jederzeit mit Rat und Tat zur Seite standen.

Des Weiteren gilt mein Dank Frau Constantin, die mir freundlicherweise einige Graphiken zur weiteren Bearbeitung zur Verfügung stellte.

Ein herzliches Dankeschön auch an Frau Feger für die Hilfe bei der Literaturrecherche.

Herrn Prof. Dr. J. Schulte-Mönting vom Institut für medizinische Biometrie und medizinische Statistik der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg danke ich für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung.

Meiner Frau Anja möchte ich meinen Dank aussprechen für Ihre fürsorgende und liebevolle Art.

10 Lebenslauf

Persönliche Daten

Ulrich Zobel

geb: 10.07.1975 in Ochsenfurt

Eltern: Dr. med. dent. Hartwig Zobel

Dr. med. dent. Ilse Zobel

Schulbildung

1981 – 1985

Grundschule in Marktbreit

1985 – 1994

Gymnasium in Marktbreit

Studium

Seit Oktober 1995

Studium der Zahnmedizin an der Albert-Ludwigs-Universität
in Freiburg i. Br.

April 1997

Naturwissenschaftliche Vorprüfung

September 1999

Zahnärztliche Vorprüfung

Juli 2002

Staatsexamen in Freiburg

Beruf

Januar-Oktober 2003

Assistenz Zahnarzt in einer Praxis in Freiburg

Seit Januar 2004

Assistenz Zahnarzt in einer oralchirurgischen Praxis in
Schwenningen