

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Poliklinik für Kieferorthopädie  
Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. dent. Ulrike Ehmer

**Prospektive klinische Studie zur Therapie des  
unilateral posterioren Kreuzbisses mittels  
Gaumennahterweiterung**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur  
Erlangung des doctor medicinae dentium  
der Medizinischen Fakultät der  
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von

Hoppe-Walter, Gloria (geb. Hoppe)  
aus Münster  
2006

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Westfälischen  
Wilhelms-Universität Münster

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. Jürgens

1. Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. U. Ehmer

2. Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Dr. J. Piffkó

Tag der mündlichen Prüfung: 21.09.2006

Aus dem Universitätsklinikum Münster Poliklinik für Kieferorthopädie  
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

- Direktorin: Univ.-Prof. Dr. Ehmer -

- Referentin: Univ.-Prof. Dr. Ehmer -

- Korreferent: Univ.-Prof. Dr. Dr. J. Piffkó-

### **ZUSAMMENFASSUNG**

Prospektive klinische Studie zur Therapie des unilateralen posterioren Kreuzbisses  
mittels Gaumennahterweiterung

Hoppe-Walter, Gloria

Im Rahmen einer randomisierten klinischen Studie wurde die Therapie des unilateralen posterioren Kreuzbisses untersucht. In der kieferorthopädischen Praxis Dr. Dr. J.-G. Hoppe in Recklinghausen wurde eine Gruppe von 82 Kindern im Alter von 3-12 Jahren etabliert, die einen rechts- oder linksseitigen posterioren Kreuzbiss aufwiesen. Grundvoraussetzung war, dass die Prämolaren noch nicht durchgebrochen sein durften. Das bedeutet, dass sich die Kinder vom reinen Milchgebiss bis zum Ende der ersten Wechselgebissphase befanden. Diese 82 Patienten, sowohl weiblich als auch männlich, wurden in zwei Gruppen aufgeteilt. 16 Personen verweigerten aus persönlichen Gründen die Teilnahme an der Studie. Das Patientengut wurde randomisiert in zwei Gruppen eingeteilt:

Die Kontrollgruppe mit 35 Patienten, welche für den Kontrollzeitraum von 12 Monaten keiner Therapie unterzogen wurde.

Die Therapiegruppe mit 31 Patienten, in der mittels einer Gaumennahterweiterungsapparatur in Form einer Kunststoffkappenschiene therapiert und anschließend eine funktionskieferorthopädische Behandlung durch einen U-Bügelaktivator Typ I nach Karwetzky zur Mittellinienübereinstimmung und Retention der Gaumennahterweiterung durchgeführt wurde.

In der Kontrollgruppe konnten keine ausgeprägten Veränderungen diagnostiziert werden. Veränderungen, die aufgetreten sind, sind vermutlich auf das physiologische Wachstum zurückzuführen. Nennenswert ist, dass sich die Zahnbogenlänge im Oberkiefer in der Kontrollgruppe im Gegensatz zur Therapiegruppe vergrößert hat.

In der Therapiegruppe wurden höchst signifikante Messwerte ermittelt. Fast alle Messwerte vergrößerten sich zum Positiven. Die Messwerte im Oberkiefer, wie die Interkanine Distanz, die Zahnbogenbreiten und die palatinalen Zahnbogenlängen, haben sich nach der Therapiephase von ca. 16 Wochen mittels einer Gaumennahterweiterungsapparatur statistisch signifikant vergrößert.

Besonders hervorzuheben ist die Mittellinienverschiebung: Sie ist in der Therapiegruppe zum zweiten Untersuchungszeitpunkt höchst signifikant kleiner geworden. Das bedeutet, dass sich die Mitten von Ober- und Unterkiefer durch die Therapie gut einstellen konnten, d.h. die Deviation des Unterkiefers bei der funktionellen Asymmetrie hat sich zentriert.

In einer hier definierten Frühbehandlungsphase in der Therapiegruppe mittels einer Gaumennahterweiterungsapparatur kann im Vergleich zu der Kontrollgruppe eine höchst signifikante Verbesserung der transversalen Gaumendimension und Auflösung der funktionellen Asymmetrie erreicht werden.

Tag der mündlichen Prüfung: 21.09.2006

Für  
meinen geliebten Sohn,  
meinen geliebten Mann  
und meine geliebten Eltern

# Inhaltsverzeichnis

## Inhaltsverzeichnis

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>1</b>   | <b>Einleitung und Zielstellung .....</b>                     | <b>1</b>  |
| <b>2</b>   | <b>Literaturübersicht .....</b>                              | <b>3</b>  |
| <b>2.1</b> | <b>Der Kreuzbiss .....</b>                                   | <b>3</b>  |
| 2.1.1      | Definition .....   | 3         |
| 2.1.2      | Historischer Überblick .....                                 | 3         |
| 2.1.3      | Ätiologie .....  | 6         |
| 2.1.4      | Morphologie .....  | 9         |
| 2.1.5      | Prävalenz .....  | 17        |
| 2.1.6      | Diagnostik .....   | 18        |
| 2.1.7      | Therapie .....   | 26        |
| <b>2.2</b> | <b>Gaumennahterweiterung .....</b>                           | <b>28</b> |
| 2.2.1      | Definition .....   | 28        |
| 2.2.2      | Historischer Überblick .....                                 | 28        |
| 2.2.3      | Anatomie .....   | 32        |
| <b>2.3</b> | <b>Die Modellanalyse .....</b>                               | <b>36</b> |
| 2.3.1      | Definition .....   | 36        |
| 2.3.2      | Historischer Überblick .....                                 | 36        |
| 2.3.3      | Diagnostische Bedeutung der Modellanalyse .....              | 38        |
| <b>3</b>   | <b>Patienten und Methode .....</b>                           | <b>39</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Ethikkommission .....</b>                                 | <b>40</b> |
| <b>3.2</b> | <b>Randomisierung der Patienten .....</b>                    | <b>41</b> |
| 3.2.1      | Auswahl der Patienten .....                                  | 41        |
| <b>3.3</b> | <b>Patientenaufklärung .....</b>                             | <b>41</b> |
| <b>3.4</b> | <b>Entwicklung der Patientenzahl im Studienverlauf .....</b> | <b>42</b> |
| <b>3.5</b> | <b>Digitale Modellanalyse .....</b>                          | <b>44</b> |
| <b>3.6</b> | <b>Messtechnik .....</b>                                     | <b>44</b> |
| <b>3.7</b> | <b>Modellanalyseparameter .....</b>                          | <b>47</b> |
| <b>3.8</b> | <b>Oberkiefer .....</b>                                      | <b>49</b> |
| 3.8.1      | Transversale Messung .....                                   | 49        |

# Inhaltsverzeichnis

|             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| 3.8.2       | Zahnbogenlänge und Inklination .....                  | 50        |
| 3.8.3       | Gaumenbogenlänge .....                                | 51        |
| 3.8.4       | Gaumentiefe .....                                     | 52        |
| <b>3.9</b>  | <b>Unterkiefer .....</b>                              | <b>53</b> |
| 3.9.1       | Transversale Messung .....                            | 53        |
| <b>3.10</b> | <b>Bisslage .....</b>                                 | <b>54</b> |
| 3.10.1      | Mitterverschiebung .....                              | 54        |
| 3.10.2      | Overbite und Overjet .....                            | 55        |
| <b>3.11</b> | <b>Statistik .....</b>                                | <b>56</b> |
| <b>4</b>    | <b>Ergebnisse .....</b>                               | <b>58</b> |
| <b>4.1</b>  | <b>Messwerte im Oberkiefer .....</b>                  | <b>58</b> |
| 4.1.1       | Interkanine Distanz .....                             | 58        |
| 4.1.2       | Vordere Zahnbogenbreite .....                         | 59        |
| 4.1.3       | Mittlere Zahnbogenbreite .....                        | 60        |
| 4.1.4       | Hintere Zahnbogenbreite .....                         | 61        |
| 4.1.5       | Zahnbogenlänge .....                                  | 62        |
| 4.1.6       | Zahnbogeninklination .....                            | 63        |
| 4.1.7       | Vordere palatale Zahnbogenlänge .....                 | 64        |
| 4.1.8       | Mittlere palatale Zahnbogenlänge .....                | 65        |
| 4.1.9       | Hintere palatale Zahnbogenlänge .....                 | 66        |
| 4.1.10      | Gaumentiefe im Bereich der ersten Milchmolaren .....  | 67        |
| 4.1.11      | Gaumentiefe im Bereich der zweiten Milchmolaren ..... | 68        |
| <b>4.2</b>  | <b>Messwerte im Unterkiefer .....</b>                 | <b>69</b> |
| 4.2.1       | Interkanine Distanz .....                             | 69        |
| 4.2.2       | Vordere Zahnbogenbreite .....                         | 70        |
| 4.2.3       | Mittlere Zahnbogenbreite .....                        | 71        |
| 4.2.4       | Hintere Zahnbogenbreite .....                         | 72        |
| <b>4.3</b>  | <b>Bisslage .....</b>                                 | <b>73</b> |
| 4.3.1       | Mittellinierverschiebung .....                        | 73        |
| 4.3.2       | Overbite .....  | 74        |
| 4.3.3       | Overjet .....   | 75        |
| <b>5</b>    | <b>Diskussion .....</b>                               | <b>76</b> |
| <b>5.1</b>  | <b>Methode .....</b>                                  | <b>76</b> |

## Inhaltsverzeichnis

|            |                                   |            |
|------------|-----------------------------------|------------|
| <b>5.2</b> | <b>Oberkiefer .....</b>           | <b>77</b>  |
| <b>5.3</b> | <b>Unterkiefer .....</b>          | <b>79</b>  |
| <b>5.4</b> | <b>Bisslage .....</b>             | <b>80</b>  |
| <b>6</b>   | <b>Zusammenfassung .....</b>      | <b>82</b>  |
| <b>7</b>   | <b>Literaturverzeichnis .....</b> | <b>84</b>  |
| <b>8</b>   | <b>Anhang.....</b>                | <b>97</b>  |
| <b>8.1</b> | <b>Tabellenverzeichnis .....</b>  | <b>97</b>  |
| <b>8.2</b> | <b>Abbildungsverzeichnis.....</b> | <b>98</b>  |
| <b>9</b>   | <b>Danksagung.....</b>            | <b>102</b> |
| <b>10</b>  | <b>Lebenslauf.....</b>            | <b>103</b> |



## 1 Einleitung und Zielstellung

Der unilateral posteriore Kreuzbiss gehört zu der Gruppe der transversalen Okklusionsabweichungen. Es gibt Auffälligkeiten bei der klinischen Diagnose des Gesichts im Sinne von Asymmetrien des Unterkiefers und der Kinnposition. Intraoral ist diese Kreuzbissform gekennzeichnet durch eine Okklusion der bukkalen Höcker im Oberkiefer zu den lingualen Höckern im Unterkiefer in habituel-ler Okklusion, durch ein schmales, hohes Gaumengewölbe, durch einen schma-len, teilweise „lyraförmigen“ Oberkieferzahnbogen und durch Eng- und Dreh-stände im Oberkiefer [15, 34].

Ein unilateral posteriorer Kreuzbiss kann auch durch Differenzen der apikalen Basen von Maxilla oder Mandibula entstehen, eine dento-alveoläre Problematik aufweisen oder durch eine laterale Schwenkung der Mandibula auftreten [34].

Bei der Kreuzbisstherapie jugendlicher Patienten besteht die Möglichkeit einer Erweiterung der apikalen Basis im Oberkiefer, sowie eine dentale Erweiterung der Maxilla, je nach Ausprägung und Schweregrad des Kreuzbisses. Diese Therapie ist sowohl herausnehmbar als auch festsitzend möglich. Die Therapie von Erwachsenen ist nur durch eine chirurgische Unterstützung in Form einer sub-totalen Le-Fort I Osteotomie mit sagittaler Oberkieferspaltung möglich [34].

Die kieferorthopädische Therapie eines einseitigen Kreuzbisses sollte im Ideal-fall in einer frühen Phase des Wachstums durchgeführt werden. Für die Wahl des Behandlungsmittels ist eine exakte Differentialdiagnostik eine unabdingbare Voraussetzung. Mit zunehmendem Entwicklungsalter des Patienten und ungün-stiger Ausgangsstellung der Seitenzähne wird die Behandlung des lateralen Kreuzbisses prognostisch ungünstiger [34].

Die Vielfalt der therapeutischen Möglichkeiten, die diversen morphologischen Erscheinungsformen des Kreuzbisses, die individuellen anatomischen Varian-ten und verschiedenen Reaktionsweisen der Patienten geben Anlass zu der Beschreibung einer großen Bandbreite an Behandlungserfolg und Behand-lungsmisserfolg [90].

Die kieferorthopädische Abteilung der Universität Münster hat in enger Zusam-menarbeit mit der kieferorthopädischen Praxis Dr. Dr. J.-G. Hoppe in Reckling-

hausen eine randomisierte Gruppe von 82 Kindern im Alter von 3-12 Jahren untersucht, die einen rechts- oder linksseitigen posterioren Kreuzbiss aufwiesen. Die Prämolaren durften noch nicht durchgebrochen sein. Diese 82 Patienten, sowohl weiblich als auch männlich, wurden in zwei Gruppen aufgeteilt. 16 Personen stiegen aus persönlichen Gründen aus der Studie aus.

Zielstellung der vorliegenden Studie ist es, das Frühbehandlungskonzept bei funktioneller Asymmetrie mit unilateral posteriorem Kreuzbiss prospektiv und mit einer randomisierten Kontrollgruppe zu untersuchen. Nach entsprechender zufälliger Zuordnung in eine Therapie- und eine Kontrollgruppe konnten aus dem ursprünglichen Kollektiv von 82 Kindern im Alter zwischen 3 und 12 Jahren für die Kontrollgruppe ein Kollektiv mit 35 Patienten und für die Therapiegruppe ein Kollektiv mit 31 Patienten etabliert werden. Die Kontrollgruppe wurde innerhalb des festgelegten Zeitraums von 12 Monaten in Abständen von 3 Monaten untersucht, jedoch keiner Therapie unterzogen. Die Untersuchung diene lediglich der Absicherung, dass sich keine ungünstigen Verschlechterungstendenzen ergeben haben. Die Therapiegruppe wurde innerhalb der vorgesehenen 12 Monate mittels einer Gaumennahterweiterungsapparatur in Form einer Kunststoffkappenschiene in einem Zeitraum von 16 Wochen behandelt. Im Anschluss daran wurde ein funktionskieferorthopädisches Gerät in Form eines U-Bügelaktivator Typ I nach Karwetzky zur Stabilisierung der Mittellinienübereinstimmung und Retention der Gaumennahterweiterung eingesetzt.

Ziel dieser Studie ist es, den Effekt einer Frühbehandlung im Vergleich zur Kontrollgruppe zu bewerten und mögliche Selbstaussheilungstendenzen in der Kontrollgruppe ebenso wie mögliche Verschlechterungstendenzen wie erst in der Analyse deutlich werden vorzustellen.

Im ersten Teil der Studie wird auf die Definition, die Historie, die Ätiologie, die Morphologie, die Prävalenz, die Diagnostik und die Therapie von Kreuzbissen genauer eingegangen. Des Weiteren werden die Gaumennahterweiterung und die Modellanalyse ausführlich beschrieben.

Im zweiten Teil der Studie erfolgt die Auswertung der Ergebnisse von Kontroll- und Therapiegruppe und deren Diskussion.

## **2 Literaturübersicht**

### **2.1 Der Kreuzbiss**

#### **2.1.1 Definition**

Der seitliche Kreuzbiss gehört zu der Gruppe der transversalen Okklusionsabweichungen. Dabei unterscheidet man zwischen einem unilateralen oder bilateralen Kreuzbiss. Der seitliche Kreuzbiss kann isoliert auftreten oder wie in den meisten Fällen als komplexer Bestandteil in einer dreidimensionalen Malokklusion integriert sein [34].

Die Vielfältigkeit des Kreuzbisses in klinischen Erscheinungsbildern erklärt die Schwierigkeiten in der Therapie und macht verständlich, dass in der Nomenklatur und in der Beschreibung der verschiedenen Kreuzbissformen erhebliche Differenzen bestehen.

#### **2.1.2 Historischer Überblick**

Bereits 400 vor Christus erwähnte Hippokrates als Erster die Unregelmäßigkeiten von Zahnstellungen und Kieferanomalien in seinem enzyklopädischen Werk „corpus Hippocraticum“ [75].

1728 erschien von Pierre Fauchard, dem Begründer der modernen Zahnheilkunde, die erste Auflage seines ersten Lehrbuchs auf Französisch „Le Chirurgien Dentiste ou traite des dents“. Dieses Lehrbuch besteht aus zwei Teilen. 1. Teil: (36 Kapitel) Zahnärztliche Theorie und Extraktion. 2. Teil: (24 Kapitel) Operativ-technischer Teil. Die Zahnregulierung wird im ersten Teil im Kapitel 27 behandelt: „Zwölf Observationen von ungestalten und übel sitzenden Zähnen“ [75].

1844 setzte sich Carabelli mit den Symptomen des Kreuzbisses auseinander, der sich allerdings ausschließlich auf den Frontzahnbereich bezog. Carabelli beschrieb das Zickzackgebiss als „Mordex tortuosus“, welcher seiner Meinung nach ein stets widerliches Aussehen hervorruft und das nur unter großer Sorgfalt schwer zu reinigen war [23].

Anhand der Stellung des Unterkiefers unterteilte Herbst im Jahr 1910 die Okklusionsanomalien. Herbst beschrieb fünf verschiedene Klassen, wobei er die vierte als Laterogenie oder auch als Kreuzbiss bezeichnete [50].

1913 beschrieb Angel die Möglichkeit einer transversalen Okklusionsabweichung, die in jeder der von ihm beschriebenen Klassen als Begleitsymptom erscheinen kann. Den Kreuzbiss als eigenständige Anomalie gab es für Angel nicht [8].

Pfaff bezeichnete 1921 den Kreuzbiss als Bissfehler in seitlicher Richtung. Er beschrieb den Oberkiefer als zu klein und den Unterkiefer als übermäßig entwickelt. Pfaff erwähnte ebenfalls die Möglichkeit einer seitlichen Verschiebung des Unterkiefers über die Mittellinie hinaus [83].

1926 verknüpfte Schwarz die Kieferlage mit der Kopfhaltung. Er fand heraus, dass es bei einer Dorsalflexion des Kopfes zu einer Rückverlagerung des Unterkiefers kommt. Bei der Dorsalflexion ruht der Kondylus im dorsalen Bereich der Kiefergelenksfossa. Im Gegensatz dazu kommt es bei einer Ventralflexion zu einer Vorverlagerung des Unterkiefers. Das bedeutet, dass der Kondylus unter dieser Kopfhaltung im ventralen Bereich der Fossa zu finden ist. Bei weiteren Kopfstellungen, wie bei der Ventralflexion des Kopfes, kommt es zu einem Überdruck in der Mundhöhle. Wenn eine Dorsalflexion des Kopfes vorliegt, kommt es zu einem Unterdruck in der Mundhöhle. Schwarz machte damit deutlich, dass die Kieferlage mit der Kopfhaltung in enger Verbindung steht. Er brachte sogar die Atemfunktion und Schlaflage mit der Kieferstellung in Verbindung, welche für die Entstehung von Dysgnathien verantwortlich gemacht werden kann [95].

Izard beschrieb 1930 zwei verschiedene transversale Deformitäten bei Kreuzbissen. Die häufiger vorkommende Endognathie, eine Kompression des Oberkiefers und die selten vorkommende Exognathie, eine Expansion des Unterkiefers. Den Begriff der Laterognathie verstand Izard unter einer Asymmetrie des Unterkieferkörpers [55].

Eine alleinige Beteiligung des Oberkiefers im Sinne einer uni- beziehungsweise bilateralen Kompression oder die uni- beziehungsweise bilaterale Expansion des Unterkiefers waren für Körbig nicht möglich. Er beschrieb 1932 bei trans-

versalen Asymmetrien eine Kombination dieser beiden Deformitäten. Des Weiteren sah er die häufig einhergehende Verschiebung im Gelenk. Daraus folgerte Körber, dass die Asymmetrie der beiden Kiefer die Folge eines lateralen Zwangsbiss war [63].

Korkhaus ordnete wie Edward Hartley Angle den Kreuzbiss 1939 keiner eigenen Anomalie zu: Er galt als transversale Okklusionsanomalie und wurde als Begleitsymptom der anderen Anomalien angesehen [64].

1955 beschrieb Bay einen örtlichen und einen artikulären Kreuzbiss. Er beschrieb den örtlichen Kreuzbiss durch ein Missverhältnis der Alveolarkambreiten von Oberkiefer und Unterkiefer. Dem artikulären Kreuzbiss schrieb er eine dysgnathe Bisslage in transversaler Richtung zu [47].

Häupel erwähnte 1959 zwei unterschiedliche Arten von Kreuzbissen: erstens den parodontalen Kreuzbiss und zweitens den artikulären. Den parodontalen Kreuzbiss beschrieb er durch einen Missstand der Ober- und Unterkieferbasen und durch falsche Verzahnung einzelner Zähne. Den artikulären ebenfalls wie Bay durch eine dysgnathe Bisslage, eine Verschiebung des Unterkiefers in transversaler Richtung [47].

Schwarz erweiterte 1961 die von Korkhaus beschriebene transversale Anomalie und bezog alle transversalen Anomalien in sagittaler Richtung ein. Er rechnete die linguale und bukkale Nonokklusion im Seitenzahnbereich, sowie die progene Verzahnung im Frontzahnbereich dem Kreuzbiss zu [96].

In der anglo-amerikanischen Literatur unterscheidet man den anterioren vom posterioren Kreuzbiss. Aus ätiologischer Sicht erfolgt eine Trennung in dentalen und skeletalen Kreuzbiss [1, 87].

Im deutschsprachigen Raum dominiert eine kombinierte Form der Klassifikation. Sie beruht nicht nur auf ätiologischen, funktionellen, ästhetischen und morphologischen Aspekten, sondern auch der klinische Befund, die Analyse der Modelle, sowie die Analyse des Fernröntgenseiten- und, wenn vorhanden, die Fernröntgenfrontalaufnahme sind die Basis für die heutige Klassifizierung [33, 36].

### 2.1.3 Ätiologie

Die Entstehung eines Kreuzbisses kann sowohl endogener als auch exogener Herkunft sein. Die Vererbung spielt dabei eine sehr große Rolle. Korkhaus, Körbig und Schwarz wiesen darauf hin, dass für die Entstehung eines Schmal- kiefers erbliche Faktoren eine große Rolle spielen können [63, 64, 96].

Hauptsächlich heißt es jedoch in der Literatur, dass fast ausschließlich exogene Faktoren zur Entstehung eines unilateral oder bilateral posterioren Kreuzbisses beitragen [28, 37, 42, 63, 87, 88, 90, 95].

Die ersten exogenen Einflüsse betreffen schon den Embryo im intrauterinen Alter. Durch ein kleines Amnion kann ein Druck auf den Schädel des Embryos produziert werden, der eine Wachstumshemmung des Kiefers oder der Kiefer hervorrufen kann [42].

Postnatal gibt es weitere exogene Faktoren, die einen unilateral oder bilateral posterioren Kreuzbiss hervorrufen können.

Schwarz stellte 1926 fest, dass die Kieferlage mit der Kopfhaltung in enger Verbindung untereinander stehen und dass es aufgrund von falscher Kopfhaltung zu einer Kieferanomalie auftreten kann [95].

1932 erwähnte Körbig, dass Lutschgewohnheiten bei stets gleicher Schlaf- lage das Auftreten eines posterioren Kreuzbisses begünstigen würden [63].

Dausch-Neumann berichtete 1970 über den vorzeitigen Verlust von Milch- und permanenten Zähnen und den daraus resultierenden posterioren Kreuzbissen [28].

Engermark-Eriksson beschrieb 1982 ebenfalls einen Zusammenhang zwischen Lutschgewohnheiten und einem posterioren Kreuzbiss in seinem Artikel „Malocclusion and some functional recordings of the masticatory system in Swedish schoolchildren“ [37].

1984 beschrieb Purcell, dass verschiedene Habits sowie die Schlaf- lage von großer Bedeutung seien. Lippenbeißen, Lutschgewohnheiten, Zungenbeißen, Zungendrücken und vieles mehr können einen posterioren Kreuzbiss hervorrufen [87].

Schlömer beschreibt ebenfalls 1984, dass der Einfluss des Lutschens und des Beruhigungssaugers auf das Milchgebiss eine Veränderung der Kiefer zueinander hervorrufen kann [88].

Schmuth schreibt 1987 in seinem Artikel „Kreuzbiss – eine Analyse von 1600 Patienten“ über allgemeine Haltungsfehler, die einen posterioren Kreuzbiss hervorrufen können, sowie über die Art und Weise der Nahrungsaufnahme, den Schlucktyp, verschiedenen Habits und die Schlaflage, die in einem engen Zusammenhang mit Dysgnathien stehen [90].

Des weiteren haben verschiedene Autoren, wie Behlfelt, Hultcrantz, Oulis, Purcell und Woodside, die Auswirkungen pharyngealer Obstruktionen und den Atmungstyp mit einem posterioren Kreuzbiss in Verbindung gebracht [87, 11, 12, 115, 53, 56].

Verschiedene syndromale Erkrankungen und Lippen-Kiefer-Gaumenspalten können häufig einen posterioren Kreuzbiss beinhalten. Die Überentwicklung einer Kieferhälfte kann durch ein verstärktes Knochenwachstum aufgrund von Knochentumoren auftreten. Ankylose im Kindesalter oder Frakturen können zu einer einseitigen Unterentwicklung einer Kieferhälfte führen [59].

Schlömer beschreibt ebenfalls 1984, dass der Einfluss des Lutschens und des Beruhigungssaugers auf das Milchgebiss eine Veränderung der Kiefer zueinander hervorrufen kann [88].

Schmuth schreibt 1987 in seinem Artikel „Kreuzbiss – eine Analyse von 1600 Patienten“ über allgemeine Haltungsfehler, die einen posterioren Kreuzbiss hervorrufen können, sowie über die Art und Weise der Nahrungsaufnahme, den Schlucktyp, verschiedenen Habits und die Schlaflage, die in einem engen Zusammenhang mit Dysgnathien stehen [90].

Des weiteren haben verschiedene Autoren, wie Behlfelt, Hultcrantz, Oulis, Purcell und Woodside, die Auswirkungen pharyngealer Obstruktionen und den Atmungstyp mit einem posterioren Kreuzbiss in Verbindung gebracht [87, 11, 12, 115, 53, 56].

Verschiedene syndromale Erkrankungen und Lippen-Kiefer-Gaumenspalten können häufig einen posterioren Kreuzbiss beinhalten. Die Überentwicklung einer Kieferhälfte kann durch ein verstärktes Knochenwachstum aufgrund von

Knochtumoren auftreten. Ankylose im Kindesalter oder Frakturen können zu einer einseitigen Unterentwicklung einer Kieferhälfte führen [59].



### 2.1.4 Morphologie

In der dysmorphologischen Klassifikation wird der unilaterale Kreuzbiss den transversalen Dysgnathien zugeordnet. Diese sind wie folgt unterteilt: skelettal, alveolär und dental [33].

| Dysmorphologische Klassifikation transversale Dysgnathien |   |           |  |                        |
|---|---|-----------|--|------------------------|
| Dentale Leitsymptome                                      | Haupt- richtung                                 | Region    | Dysmorphien  | Angle- Klassen         |
| lateralen Kreuzbiss, linguale Nonokklusion („Kreuzbiss“)  | transversal<br>symmetrisch<br>oder asymmetrisch | skelettal | -transversale maxilläre Unterentwicklung<br>-transversale mandibuläre Überentwicklung  | nicht korrespondierend |
|   | transversal<br>symmetrisch<br>oder asymmetrisch | alveolär  | -transversale Unterentwicklung des Oberkiefer-Alveolarfortsatzes<br>-transversale Überentwicklung des Unterkiefer-Alveolarfortsatzes |                        |
|   | transversal<br>symmetrisch<br>oder asymmetrisch | dental    | -palatinale Kippung der oberen Seitenzähne<br>-bukale Kippung der unteren Seitenzähne  |                        |

**Tabelle 1: Dysmorphologische Klassifikation transversale Dysgnathien**

Bei einem skelettal verursachten unilateralen posterioren Kreuzbiss liegt entweder eine transversal maxilläre Unterentwicklung, eine transversal mandibuläre Überentwicklung oder beides vor [33].

Bei einem alveolär verursachten unilateralen posterioren Kreuzbiss liegt entweder im Oberkiefer eine transversale Unterentwicklung des Alveolarfortsatzes, eine transversale Überentwicklung des Unterkiefer-Alveolarfortsatzes oder beides vor [33].

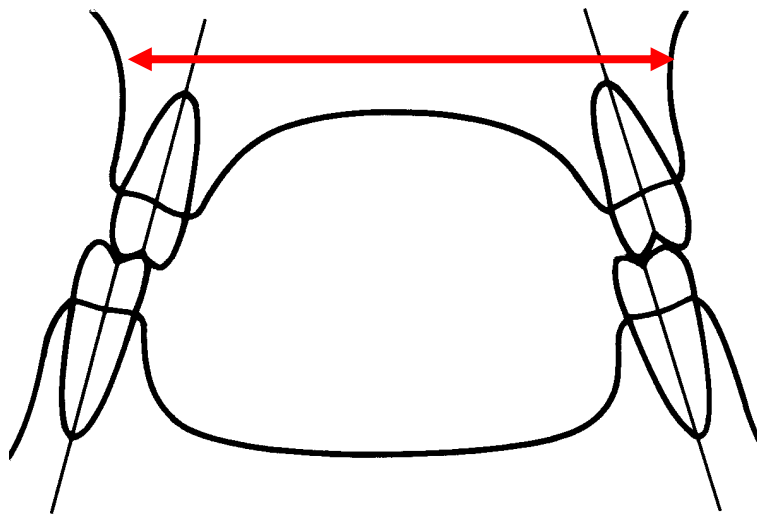
Bei einem dental verursachten unilateralen posterioren Kreuzbiss können durch Okklusionsstörungen im Seitenzahnbereich z.B. kariös oder traumatisch bedingter Verlust der Milchmolarenhöcker oder sogar der ganzen Milchmolarenkronen, die Zahnbögen in ihrer symmetrischen Entwicklung beeinträchtigt werden. Die bleibenden Zähne können dann palatinal im Oberkiefer, bukkal im Un-

terkiefer durchbrechen oder mit einer leichten palatinalen bzw. bukkalen Tendenz beim Durchbruch mit ihren Antagonisten in einen Abgleitkontakt treten [33, 77]. Ursache und Wirkung können jedoch nicht streng voneinander getrennt werden [89]. Häufig liegen Kombinationen der morphogenetischen Faktoren vor.

Nachfolgend einige Beispiele für alveolär, dental und skelettal bedingte Kreuzbisse und Kombinationen aus diesen.

### **Beispiel I:**

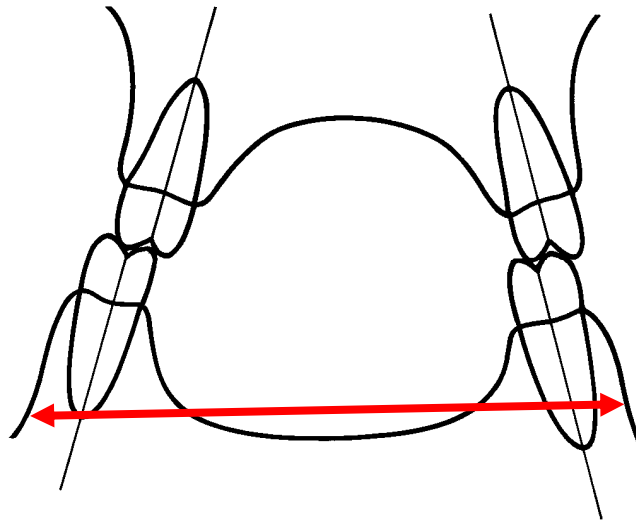
Hier liegt ein unilateral posteriorer Kreuzbiss vor, dessen Ursache in einem transversal-skelettalen Fehler liegt. Die apikale Basis des Oberkiefers weist eine transversale Unterentwicklung auf. Die apikale Basis des Unterkiefers ist unauffällig. Bei der Betrachtung der Achsenstellung der Seitenzähne sind im Oberkiefer, sowie im Unterkiefer keine Auffälligkeiten festzustellen.



**Abbildung 1: Unilateral posteriorer Kreuzbiss, dessen Ursache in einer transversalen Unterentwicklung des Oberkiefers liegt.**

**Beispiel II:**

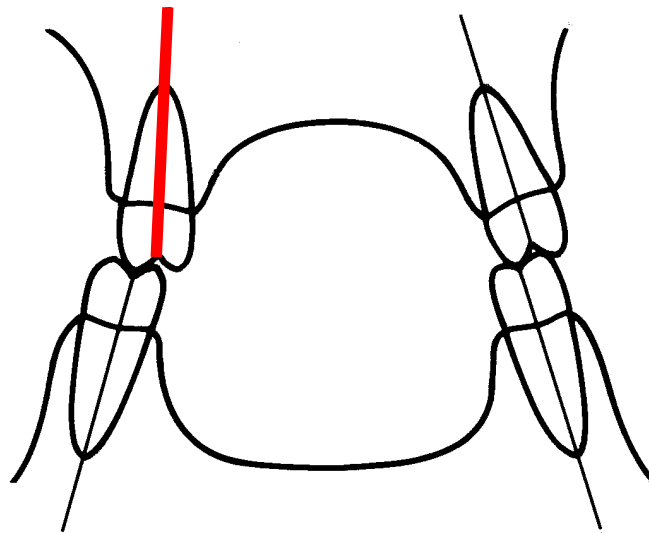
Hier liegt ein unilateral posteriorer Kreuzbiss vor, dessen Ursache in einem transversal-skelettalen Fehler liegt. Die apikale Basis des Oberkiefers ist unauffällig. Die apikale Basis des Unterkiefers weist eine transversale Überentwicklung auf. Bei der Betrachtung der Achsenstellung der Seitenzähne sind im Oberkiefer, sowie im Unterkiefer keine Auffälligkeiten festzustellen.



**Abbildung 2: Unilateral posteriorer Kreuzbiss, dessen Ursache in einer transversalen Überentwicklung des Unterkiefers liegt.**

**Beispiel III:**

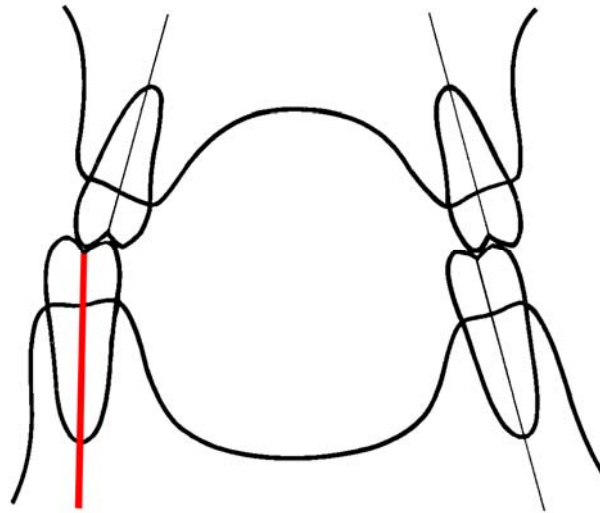
Hier liegt ein unilateral posteriorer Kreuzbiss vor, dessen Ursache in einem transversal-dentalen Fehler liegt. Die apikalen Basen von Oberkiefer und Unterkiefer sind unauffällig. Bei der Betrachtung der Achsenstellung der Seitenzähne im Oberkiefer rechts ist eine Palatinalkipfung der Seitenzähne festzustellen. Im Unterkiefer sind keine Auffälligkeiten bezüglich der Achsenstellung der Seitenzähne festzustellen.



**Abbildung 3: Unilateral posteriorer Kreuzbiss, dessen Ursache in einer Palatinalkipfung der Oberkieferseitenzähne rechts liegt.**

**Beispiel IV:**

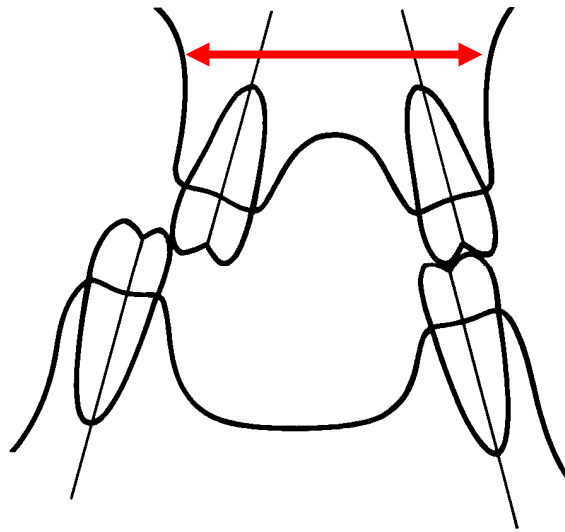
Hier liegt ein unilateral posteriorer Kreuzbiss vor, dessen Ursache in einem transversal-dentalen Fehler liegt. Die apikalen Basen von Oberkiefer und Unterkiefer sind unauffällig. Bei der Betrachtung der Achsenstellung der Seitenzähne im Oberkiefer sind keine Auffälligkeiten festzustellen. Im Unterkiefer ist eine Bukkalkippung der Seitenzähne rechts festzustellen.



**Abbildung 4: Unilateral posteriorer Kreuzbiss, dessen Ursache in einer Bukkalkippung der Unterkieferseitenzähne rechts liegt.**

**Beispiel V:**

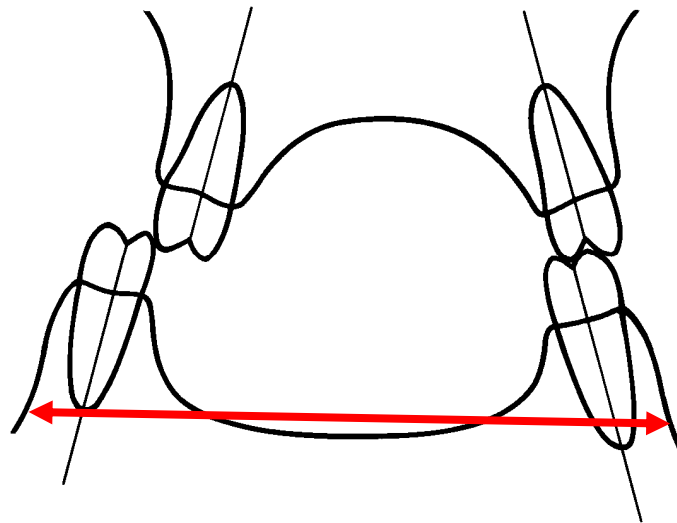
Hier liegt eine linguale Nonokklusion rechts vor, deren Ursache in einem transversal-skelettalen Fehler liegt. Die apikale Basis des Oberkiefers weist eine transversale Unterentwicklung auf. Die apikale Basis des Unterkiefers ist unauffällig. Bei der Betrachtung der Achsenstellung der Seitenzähne im Oberkiefer und im Unterkiefer sind keine Auffälligkeiten zu finden.



**Abbildung 5: Unilateral posteriorer Kreuzbiss, dessen Ursache in Form einer lingualen Nonokklusion in einer Unterentwicklung der apikalen Basis im Oberkiefer liegt.**

**Beispiel VI:**

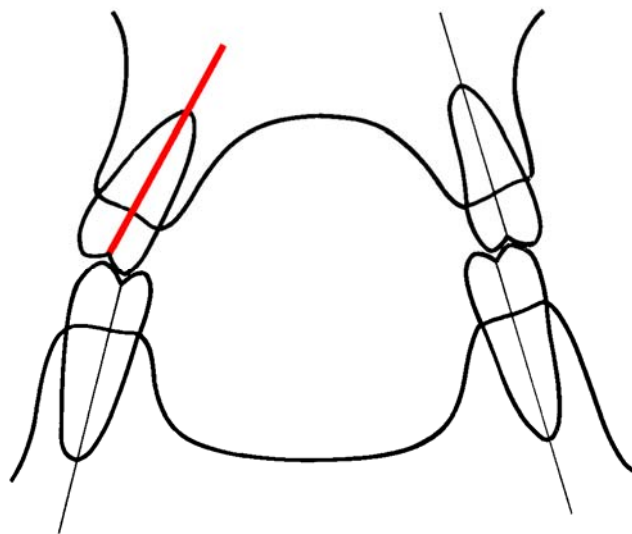
Hier liegt eine linguale Non-Okklusion rechts vor, deren Ursache in einem transversal-skelettalen Fehler liegt. Die apikale Basis des Oberkiefers ist unauffällig. Die apikale Basis des Unterkiefers weist eine transversale Überentwicklung auf. Bei der Betrachtung der Achsenstellung der Seitenzähne im Oberkiefer und im Unterkiefer sind keine Auffälligkeiten zu finden.



**Abbildung 6: Unilateral posteriorer Kreuzbiss, dessen Ursache in Form einer lingualen Nonokklusion in einer Überentwicklung der apikalen Basis im Unterkiefer liegt.**

**Beispiel VII:**

Hier liegt ein „basal-lateraler Kreuzbiss“ vor, dessen Ursache in einem skelettalen Fehler liegt, welcher jedoch dentoalveolär kompensiert wurde. D.h., im klinischen Erscheinungsbild liegt ein normaler bukkaler Überhang vor. Die apikale Basis des Oberkiefers weist eine transversale Unterentwicklung auf. Die apikale Basis des Unterkiefers ist unauffällig. Bei der Betrachtung der Achsenstellung der Seitenzähne im Oberkiefer ist eine starke Bukkalkippung zu erkennen. Die Achsenstellung der Seitenzähne im Unterkiefer weist keine Auffälligkeiten auf.



**Abbildung 7: Dentoalveolär kompensierter unilateral posteriorer Kreuzbiss, dessen Ursache in einem skelettalen Fehler liegt, -in Form einer transversalen Unterentwicklung der apikalen Basis des Oberkiefers.**

Die apikalen Basen von Ober- und Unterkiefer sind in einem eugnathen Gebiss in allen drei Ebenen horizontal, transversal und vertikal in optimaler Position aufeinander abgestimmt [111]. Ist eine Ebene gestört, in diesem Fall die transversale, liegt ein unilateral oder bilateral posteriorer Kreuzbiss vor. Die meisten Autoren schreiben diese Diskrepanz dem Oberkiefer zu [20, 79, 108].



### 2.1.5 Prävalenz

In der Bevölkerung beträgt die Prävalenz der unilateral posterioren Kreuzbisse ca. 4-23% [51, 68, 82, 67, 35, 48, 103, 29, 101, 57, 58, 30, 54, 46, 66, 41]. Bei Kindern liegen vorwiegend unilateral posteriore Kreuzbisse mit Zwangsführung des Unterkiefers vor, welche auch als funktionelle Asymmetrie beschrieben werden [51, 68, 82, 102]. Die breite Spanne der Angaben zur Prävalenz kann auf unterschiedliche Faktoren zurückgeführt werden. In diesem Zusammenhang sind das unterschiedliche Alter, die unterschiedlichen Regionen aus denen die untersuchten Kinder stammen, sowie die Wahrscheinlichkeit der verschiedenen ethnischen Gruppen zu nennen [104].

Kutin und Hawes untersuchten im Jahre 1969 277 Kinder im Alter von 7-9 Jahren. Dabei wiesen 7,2% der Kinder einen unilateral posterioren Kreuzbiss auf [67].

Day befasste sich im Jahr 1971 mit 2441 Kindern im Alter von 11 bis 12 Jahren. Es stellte sich heraus, dass bei 10,6% ein unilateraler posteriorer Kreuzbiss und bei 5,8% ein bilateraler posteriorer Kreuzbiss bei den Kindern vorlag [29].

Thilander und Myrberg fanden im Jahr 1973 bei schwedischen Schulkindern im Alter von 7-13 Jahren eine Prävalenz von 10,7% [103].

Foster beschäftigte sich ebenfalls im Jahre 1973 mit der Prävalenz des lateralen Kreuzbisses und berichtet in seinem Artikel, dass 9% der kaukasischen Jugendlichen einen unilateralen Kreuzbiss und 4% einen bilateralen Kreuzbiss aufweisen [41].

Kisling und Krebs gaben im Jahr 1976 die Häufigkeit eines lateralen Kreuzbisses bei 3 Jahre alten Kindern in Dänemark mit 13,2% an [58].

Bei einer weiteren Untersuchung im Jahre 1976 von 1019 Patienten im Alter von 3-6 Jahren, fand Taatz eine Prävalenz des lateralen Kreuzbisses von 7,5% vor [101].

De Vis, De Boever und Van Cauwenberghe kamen im Jahre 1984 bei 510 untersuchten belgischen Kindern im Alter von 3-6 Jahren auf eine Häufigkeit der lateralen Kreuzbisse rechts von 7,2% und links von 8,9% [30].

Heikinheimo und Salmi untersuchten im Jahre 1987 184 finnische Kinder im Alter von 5 Jahren. 20,4% der Kinder wiesen einen lateralen Kreuzbiss auf [48].

Egermark-Eriksson, Carlsson, Magunsson und Thilander fanden im Jahr 1990 bei 402 Kindern im Alter von 7-15 Jahren eine Prävalenz von 10,4% des unilateralen posterioren Kreuzbisses vor [35].

Kerosuo, Laine, Nyssonen und Honkala verglichen im Jahre 1991 die Prävalenz des lateralen Kreuzbisses bei Schulkindern aus Finnland und Tansania. Tansania wies eine Häufigkeit von 4% bei 642 Probanden und Finnland eine Häufigkeit von 12% bei 458 Probanden auf [57].

Hesse und Artun schreiben in ihrem Artikel 1997, dass die Häufigkeit des unilateralen posterioren Kreuzbisses 7-23% beträgt [51].

### **2.1.6 Diagnostik**

Das Wichtigste bei der Therapie des Kreuzbisses ist eine exakte Diagnostik. Dabei ist zwischen rein alveolären, dentalen und skelettalen Abweichungen beziehungsweise möglicher Kombinationen zu differenzieren. Erst die gesicherte Differentialdiagnose ermöglicht eine Planung der notwendigen Therapie [34].

Bei der Befundaufnahme sind neben der Anamnese vor allem die eingehende klinische Untersuchung, die Modellauswertung, die Röntgendiagnostik und die Fotoanalyse für die Beurteilung der Gesichtssymmetrie und des dazugehörigen Profils zu beachten [20, 102]. Viele Autoren empfehlen, um die Ursache des lateralen Kreuzbisses besser zu beurteilen, posterior-anteriore und submentale Schädelaufnahmen anzufertigen [1, 33, 87, 91, 39, 36].

Die Computertomographie, die Volumetomographie und die Magnetresonanztomographie sind für die heutige Routinediagnostik zu aufwendig.

Diagnostische Maßnahmen vor Therapiebeginn.

Extraorale Fotos Enface und Profil sind standardisiert (ernst und lachend).



**Abbildung 8: Enface ernst**



**Abbildung 9: Enface lachend**



**Abbildung 10: Profil ernst**



**Abbildung 11: Profil lachend**

Es folgen das Orthopantomogramm, die Fernröntgenseitenaufnahme und die Fernröntgenfrontalaufnahme. Röntgenbilder werden nur nach Indikation angefertigt.



**Abbildung 12: Orthopantomogramm**



**Abbildung 13: Fernröntgenseitenaufnahme**



**Abbildung 14: Fernröntgenfrontalaufnahme**

Intraoralfotos vor der Gaumennahterweiterung.



**Abbildung 15: Dentale Frontalaufnahme vor der Therapie**



**Abbildung 16: Dentale Seitenaufnahme von rechts vor der Therapie**



**Abbildung 17: Dentale Seitenaufnahme von links vor der Therapie**

Intraoralfotos nach der Gaumennahterweiterung.



**Abbildung 18: Dentale Frontalaufnahme nach der Therapie**



**Abbildung 19: Dentale Seitenaufnahme von rechts nach der Therapie**



**Abbildung 20: Dentale Seitenaufnahme von links nach der Therapie**

Der Oberkiefer vor und nach sanfter Gaumennahterweiterung.



**Abbildung 21: Vor der Gaumennahterweiterung**



**Abbildung 22: Nach der Gaumennahterweiterung**

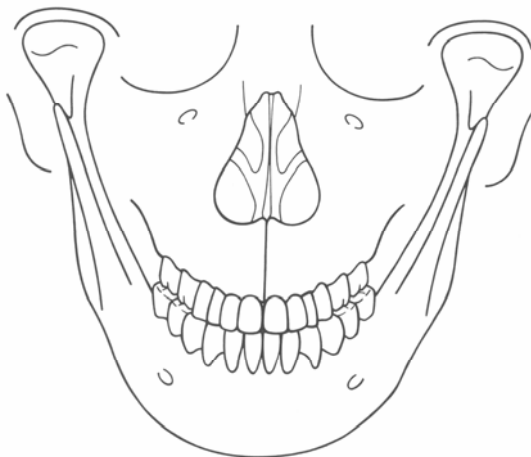


**Abbildung 23: Kunststoffkappenschiene**

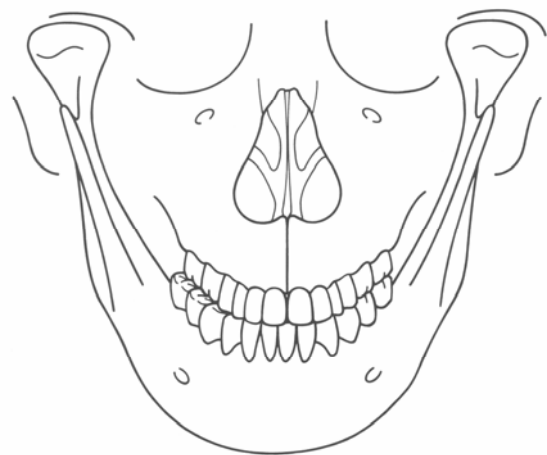


Die klinische Untersuchung beginnt mit der extraoralen Inspektion. Man beurteilt von extraoral die Gesichtssymmetrien, Abweichungen von der Gesichtsmitte zur Mittellinie des Ober- und Unterkiefers und Abweichungen der Mitten von Oberkiefer zu Unterkiefer. Bei der intraoralen Untersuchung werden die sagittalen, transversalen und vertikalen Ebenen in der Okklusion beurteilt und ein Funktionsstatus erhoben.

Liegt ein unilateral posteriorer Kreuzbiss vor, ist in der transversalen Ebene in der Regel eine Mittellinienabweichung zur Kreuzbissseite vorzufinden [51, 68, 79, 84, 99]. In der sagittalen Ebene befindet sich der Unterkiefer auf der Kreuzbissseite weiter distal [20, 68, 77, 79].



**Abbildung 25:** Nach Mitteneinstellung von Ober- zu Unterkiefer, ist die Kompression des Oberkiefers gut zu erkennen.



**Abbildung 25:** Unilateral posteriorer Kreuzbiss rechts keine Mittenübereinstimmung von Ober- zu Unterkiefer.

Eine differenzierte Bewertung der Okklusion erfolgt bei der Analyse der Situationsmodelle. Es werden die Lokalisation sowie die Anzahl der im Kreuzbiss befindlichen Zähne, die Angel Klasse und Ober- und Unterkiefermitten zueinander erfasst. Ein Vergleich der Gesichtsmitte zur dentalen Mitte kann wichtige diffe-

renzialdiagnostische Anhaltspunkte geben. Es ist wichtig, reine Zahnwanderungen von Seitenabweichungen des Unterkiefers zu diagnostizieren [21].

Eine genaue Betrachtung der Achsenstellung der Seitenzähne in den apikalen Basen ermöglicht, einen rein dental bedingten lateral posterioren Kreuzbiss zu erkennen [87].

Dieses ist besonders mit einer Fernröntgenfrontalaufnahme deutlich und exakt zu diagnostizieren. [36].

### **2.1.7 Therapie**

Der Therapie des Kreuzbisses stehen bei noch vorhandenem Wachstum sowohl herausnehmbare als auch festsitzende Geräte zur Verfügung. Nach Abschluss des Wachstums kommt die Indikation der chirurgischen Therapie hinzu. Der Kreuzbiss kann in allen drei Stadien der Gebissentwicklung diagnostiziert werden. Liegt ein Kreuzbiss im Milchgebiss vor, besteht die Möglichkeit einer „Spontanheilung“. Meistens jedoch übertragen sich die Okklusionsverhältnisse ohne Therapie vom Wechselgebiss ins permanente Gebiss.

Besteht ein deutlich ausgeprägter lateraler Kreuzbiss, sollte frühzeitig mit der Therapie begonnen werden. Verstärkungen der Asymmetrien von Ober- und Unterkiefer können somit vermieden werden. Des Weiteren kann bei fehlender Therapie nicht nur eine Asymmetrie der Ober- und Unterkieferalveolarbögen entstehen, sondern es besteht die Gefahr der Ausbildung von skelettalen Asymmetrien [90].

Beruhet ein Kreuzbiss auf einer Seitenabweichung des Unterkiefers, sollte so früh wie möglich mit einer Therapie begonnen werden, da es zu starken Fehlbelastungen und pathologischen Umbauvorgängen im Kiefergelenk, Veränderung der Zahnstellungen mit sekundären Asymmetrien und verschiedenen funktionellen Problemen kommen kann [77, 84, 51].

Mc Namara postuliert in einer Übersichtsarbeit, dass eine kieferorthopädische Behandlung bei einem unilateralen Kreuzbiss im frühen Wechselgebiss der Entstehung einer Kiefergelenksproblematik vorbeugen könne [72, 109].

Der Kreuzbiss gehört zu den Dysgnathien, die in der Regel immer wieder in der kieferorthopädischen Behandlung Schwierigkeiten bereiten. Seine Vielfalt an

therapeutischen Möglichkeiten, seine diversen morphologischen Erscheinungsformen, individuellen anatomischen Varianten und verschiedene Reaktionsweisen der Patienten ermöglichen eine große Bandbreite an Behandlungserfolg und Behandlungsmisserfolg [90].

## 2.2 Gaumennahterweiterung

### 2.2.1 Definition

Unter dem Begriff einer Gaumennahterweiterung Kurzform GNE versteht man ein Behandlungsverfahren, bei dem es mit Hilfe einer fest einzementierten Transversalschraube zur Öffnung der Sutura palatina media und damit zu einer körperlichen Trennung der paarigen Ossa maxillaria kommt. Die Schleimhaut und das Periost bleiben hierbei völlig intakt [110].

Bei jungen Patienten, die schmale apikale Basen im Oberkiefer aufweisen und zusätzlich noch eine Bukkalkippung der Praemolaren und Molaren haben, ist eine forcierte Gaumennahterweiterung indiziert [34].

### 2.2.2 Historischer Überblick

Bereits Hippokrates aus Kos wies um 400 vor Christus auf Zusammenhänge zwischen Schmalkiefer, Zahnengstand und Mundatmung hin, zeigte jedoch keine therapeutische Konsequenzen auf [75].

Erste Andeutungen über therapeutische Zahnbewegungen durch manuelle Behandlung finden sich bei dem römischen Gladiatorenarzt Galen im zweiten Jahrhundert nach Christus [75].

P. Fauchard und J. Hunter stellen die erste Gaumennahterweiterung 1728 vor.

1839 versuchte Lefoulon mittels Dehnsperre eine Kiefererweiterung [75].

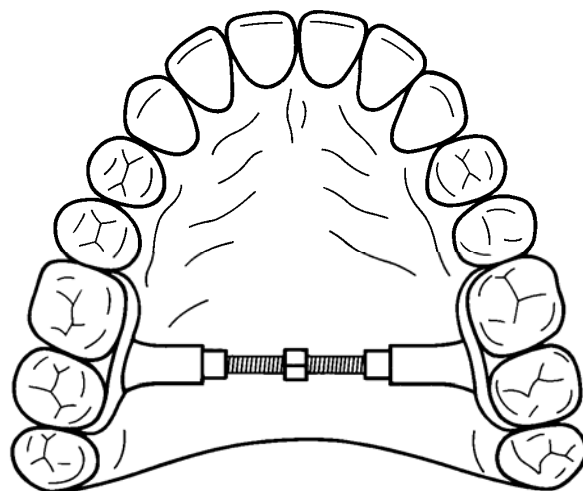


Abbildung 26: Erste Gaumennahterweiterungsapparatur von 1728.

E. C. Angell beschrieb bereits 1860 im Dental Cosmos eine Apparatur mit „zwei sich in gegensätzlicher Richtung drehender Schrauben mit je einem Gewinde nach rechts und links“. Bei einem 14½ Jahre alte Mädchen eröffnete er innerhalb von zwei Wochen den Zahnbogen im Oberkiefer um etwa 6 mm. Diese Apparatur wurde allein an den Zahnhälsen befestigt und wirkte allein durch den Druck der Dehnung. Er erklärt das Auftreten eines Diastemas durch Sprengung der sutura palatina mediana. Letzteres wurde jedoch von der Fachwelt angezweifelt [105, 6, 7, 106].

Von Hepburn wurde 1862 eine Kautschukplatte mit Holzkeilen zur Kiefererweiterung angefertigt [75].

Kingsley setzt 1866 eine Schraube in diese Platte ein [75].

1882 berichten Bock und Goddard von einer Dehnplatte mit Federkraft, welche durch die so genannte Coffinfeder erzeugt wurde. Sie wurde zuvor von Herrn Coffin entwickelt. Diese Coffinplatte bestand aus einer abnehmbaren Kautschukplatte mit einer w-förmigen Schlaufe aus 1,3 mm dickem Klavierdraht. Das war die erste Expansionsplatte mit Federkraft, mit der man eine Erweiterung der Gaumennaht durchführen konnte und zwar durch Aktivierung dieser Feder. Unkontrollierte Dosierung und starke Reparaturanfälligkeit sorgten dafür, dass diese Apparatur wenig verwendet wurde [44, 75].

1893 veröffentlicht Goddard seinen Artikel „Separation of the superior maxilla at the symphysis“. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts wurde erstmals die rasche Gaumennahterweiterung mit „Sprengung der Gaumennaht“ in Fachkreisen akzeptiert [44].

Die ersten größeren Arbeiten über die Gaumennahterweiterung entstanden in den Jahren 1911-1913 von Schroeder-Benseler. In dieser umfangreichen Arbeit beschrieb er ein Gerät, bei dem die Schraubkraft ausschließlich von körperlich gefassten Zähnen auf die Kieferknochen übertragen wurde [94, 34, 92, 93].

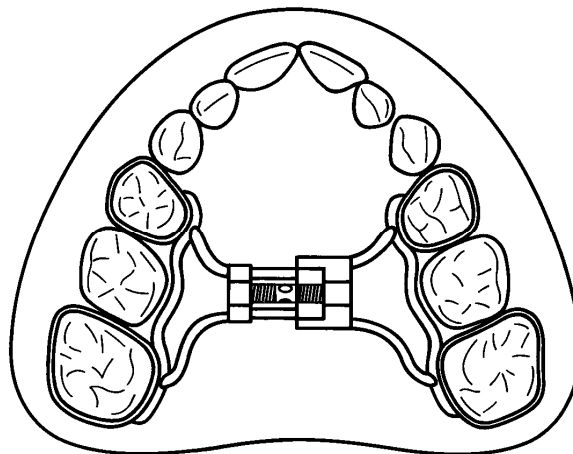
Brown im Jahr 1914, Pullen-Huet im Jahre 1925, Mela im Jahr 1933 und Roy im Jahr 1945 bestätigen und propagieren in den Folgejahren Schroeder-Benselers Methode nicht nur allein als Zugewinn für das Fachgebiet der Kieferorthopädie sondern auch im Sinne der Verbesserung der Nasenatmung, der Vergrößerung

der Nasennebenhöhlen, der Verhinderung der Infektanfälligkeit und der Verbesserung des Allgemeinbefindens [75, 116].

1956 erschien das ausführliche Werk des Münchner Kieferorthopäden Hans Derichsweiler „Gaumennahterweiterung“ in dem rhinologischen Aspekten, der Herstellung der Apparatur, Fallbeschreibungen, der Lippen-Kiefer-Gaumenspalttherapie und vielen anderen Aspekten breiter Raum gegeben wird. Er stellte eine Apparatur vor, bei der die Gaumenwände zur Abstützung und Kraftübertragung mit herangezogen wurden. Ziel war es, eine Kippung der Ankerzähne zu vermeiden. Aus diesem Grund beschrieb er hauptsächlich festsitzende Apparaturen, um eine ausreichende Fixation zu gewährleisten. Von ihm wurden umfangreiche Untersuchungen zur Indikation, Technik und deren Ergebnisse vorgenommen [32, 31].

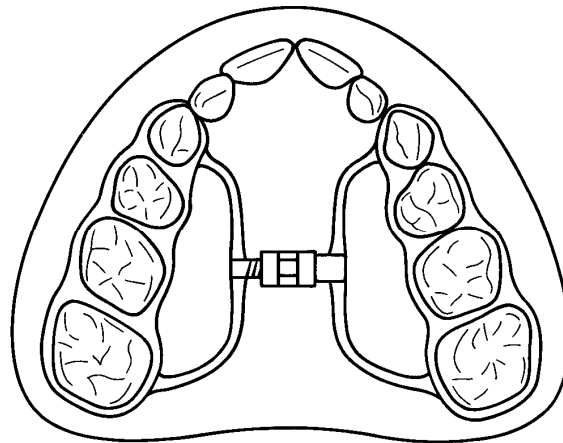
In dem selbigen Jahr entwickelte auch Schönherr eine Dehnplatte im Rahmen der Gaumennahterweiterung [75].

Von Öhler, Schönherr und Skotnicky wurden 1958 weitere herausnehmbare Geräte mit derselbigen Zielsetzung empfohlen. Biedermann führte die Hyraxschraube ein. Es war eine große Erleichterung für die Herstellung einer Gaumennahtapparatur im Labor und für die Mundhygiene des Patienten. Die Hyraxschraube wird mittels Bänder zementiert [17].



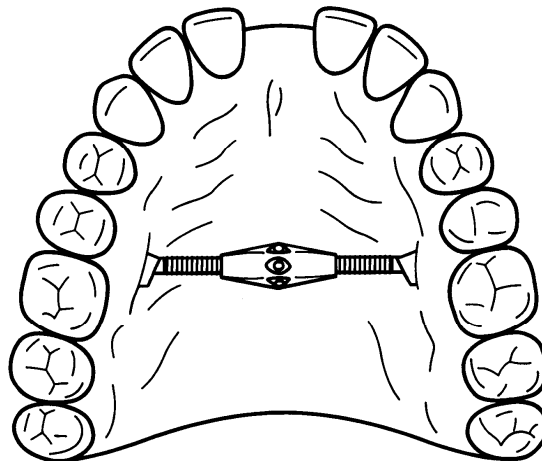
**Abbildung 27: Gaumennahterweiterungsapparatur in Form einer Hyraxschraube.**

1961 entwickelte Haas eine Gaumennahterweiterungsapparatur, deren Verbindungselemente und Schraube mit einer am Gaumen fest anliegenden Kunststoffbasis verbunden ist. Diese Apparatur ist die sogenannte Kunststoffkappenschiene. Sie wird direkt adhäsiv mit Zement befestigt. Da die Kunststoffkappenschiene die gesamten Kronen vom 3-er bis zum 5-er bzw. 6-er fasst, kann es nicht zu Kippungen der Zähne kommen [3, 100].



**Abbildung 28: Gaumennahterweiterungsapparatur in Form einer Kunststoffkappenschiene.**

Neben der Kunststoffkappenschiene und der Hyraxschraube ist der Transpalatinale Distraktor Kurzform TPD zu nennen, welcher im Jahr 1999 von Mommaerts beschrieben wurde. Er besteht aus teleskopierenden Zylindern. Sie werden an zwei Aufsätzen in Regio 15 und 25 im Gaumen abgestützt. Nach einer Einheilungszeit von ca. 7 Tagen kann die Expansion der Sutura palatina erfolgen. Maximale Dehnung ist 12 mm. Mittels eines Transpalatinalen Distraktors werden Zahnkippungen und Veränderungen der palatinalen Schleimhaut vermieden, da die Kraftübertragung direkt über den Knochen erfolgt [76].



**Abbildung 29: Gaumennahterweiterungsapparatur in Form eines Transpalatinalen Distraktors.**

### **2.2.3 Anatomie**

Die Maxilla wird von 10 Knochen umgeben. Dem Os ethmoidale, dem Os frontale, dem Os lacrimale, dem Os nasale, dem Os palatinum, dem Os pterygoideum, dem Os sphenoidale, dem Os temporale, dem Os zygomaticum und dem Vomer. Der Oberkiefer setzt sich aus dem Os palatinum, dem Processus alveolaris, dem Processus frontomaxillaris, dem Processus frontonasalis, dem Processus palatinus, dem Processus pyramidalis und dem Processus zygomaticus zusammen. Indirekt wird die Maxilla von der Mandibular umgeben [25, 22, 24].

Die verschiedenen Knochen des Oberkiefers werden von folgenden Suturen verbunden: Der Sutura frontomaxillaris, der Sutura frontonasalis, der Sutura internasalis, der Sutura intermaxillaris, der Sutura palatina-mediana, der Sutura palatina-transversa und der Sutura zygomaticomaxillaris [97].

Die Maxilla spielt bei den anatomischen Veränderungen während einer Gaumennahterweiterung die wichtigste Rolle. Sie besteht aus dem Os palatinum, welches in die paarigen Processi palatini unterteilt ist. Bei der Gaumennahterweiterung tritt eine Versetzung des lateralen Anteils der Maxilla auf. Diese Versetzung ist durch die mediane Trennung des Os palatinus gegeben. Des weiteren treten aufgrund der anatomischen Verbindungen zum Vomer, zum Keilbein, zum Jochbein und zu den Kieferhöhlenwänden Deformationen, Mikrofrakturen und Frakturen auf [34].



Die Deformationen, Mikrofrakturen und Frakturen an den Suturrändern verknöchern im Laufe der Zeit. Die Mund- und Nasenschleimhaut sowie der Periostüberzug bleiben in ihrer Form und Funktion vollständig erhalten [114].

Implantatstudien aus dem Jahre 1964 haben demonstriert, dass die Expansion im Bereich der Oberkieferbasis etwa 50% der Expansion an den Ankerzähnen beträgt und die der Nasenhöhle macht ca. 25% aus. Während jedoch die Expansion des Zahnbogens, insbesondere im Bereich der Eckzähne, stark rezidiert, bleibt die basale Expansion weitgehend erhalten [34].

An der sutura intermaxillaris wird bei der Gaumennahterweiterung die größte Öffnung zu erwarten sein. Von ihr aus geht die Sutura palatina mediana über ins Os palatinum und trennt die paarigen Processi palatini voneinander [14]. Die folgenden Abbildungen veranschaulichen die eben genannten anatomischen Strukturen.

Eine „echt Schädel-Darstellung“ mit frontaler Aufsicht auf den Gesichtsschädel.



Abbildung 30: Bild I

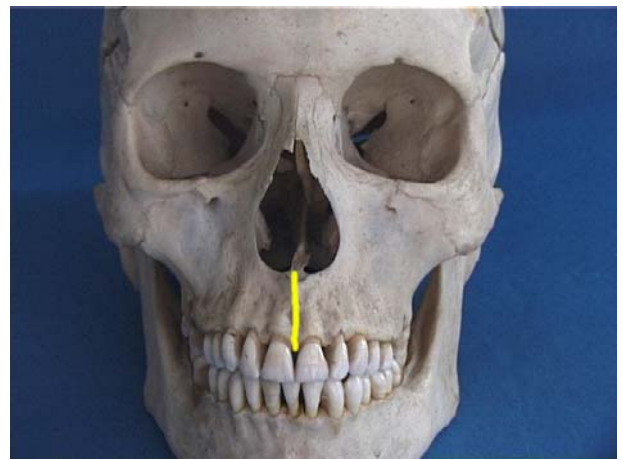


Abbildung 31: Bild II

[116]

**Bild I:** Die paarigen Processi palatini.

**Bild II:** Die Sutura intermaxillaris. (An ihr und der Sutura palatina mediana wird bei der Gaumennahterweiterung die größte Öffnung zu erwarten sein).

Eine „echt Schädel-Darstellung“ mit Aufsicht auf die beiden Processi palatini.



Abbildung 32: Bild I

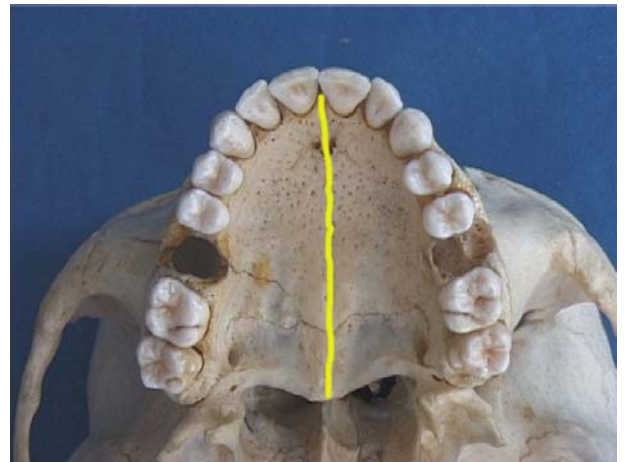


Abbildung 33: Bild II

[116]

**Bild I:** Die paarigen Processi palatini.

**Bild II:** Die Sutura palatina mediana. (An ihr und der Sutura intermaxillaris wird bei der Gaumennahterweiterung die größte Öffnung zu erwarten sein).

Die sutura palatina mediana verändert sich von der Geburt an bis ins Erwachsenenalter hinein. Im Kindesalter ist sie Y-förmig angelegt, wie man im Bild I erkennen kann. Im Laufe der Entwicklung verzahnt sie sich ineinander und es entstehen im Bindegewebe teilweise Knochenbrücken, wie im Bild III dargestellt. Diese Verknöcherung beginnt von dorso-nasal und verläuft nach ventro-oral. Mit 25 Jahren sind fast 25% der Suturen verknöchert. Oft findet man im anterioren Bereich keine vollständige Ossifikation. Nach abgeschlossener Ossifikation der Suturen ist eine rein kieferorthopädische Therapie nicht mehr möglich, sondern nur noch eine Kombination aus Chirurgie und Kieferorthopädie [26, 16, 73, 34, 116].

Eine schematische Darstellung der altersabhängigen Veränderung der Gaumennaht. Im Frontalschnitt mit Vomer und den Processi palatini [73, 34, 116].

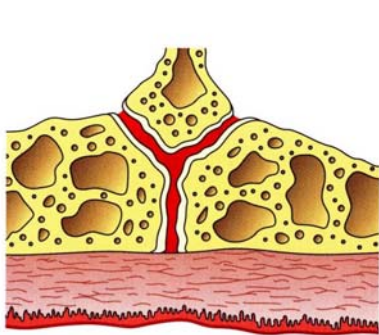


Abbildung 34: Bild I

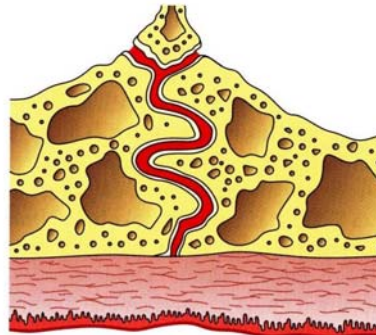


Abbildung 35: Bild II

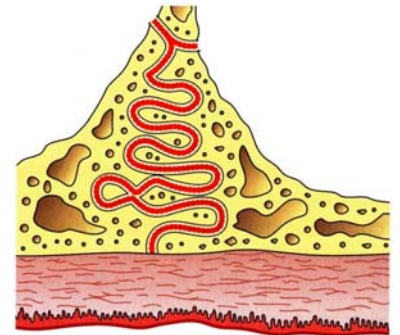


Abbildung 36: Bild III

[34]

**Bild I.** Y-Förmig im Kindesalter von ca. 6 Jahren.

**Bild II.** Beim Jugendlichen im Alter von ca. 14 Jahren.

**Bild III.** Beim Erwachsenen kurz vor der Ossifikation im Alter von ca. 20 Jahren.

## **2.3 Die Modellanalyse**

### **2.3.1 Definition**

Die Modellanalyse, engl.: dental cast analysis; wird hauptsächlich in der Kieferorthopädie angewendet. Sie ist ein dreidimensionales metrisches Messverfahren außerhalb des Mundes auf der Basis von Modellen in den Raumebenen. Anhand der Modelle kann man die Kiefer und ihre Lage zueinander bestimmen. Die daraus resultierenden Werte werden den verschiedenen Dysgnathien zugeordnet und es wird eine entsprechende Therapie eingeleitet. Hauptaspekte der Modellanalyse sind die Platzanalyse auf der Basis von Zahnbreitenvermessung, die Zahnbogenbreitenanalyse, die Analyse vertikaler Abweichungen, transversale und sagittale Symmetrievergleiche und die Okklusionsanalyse [69].

### **2.3.2 Historischer Überblick**

Seit Ende des 19. Jahrhunderts beschäftigen sich die Pioniere der Kieferorthopädie verstärkt mit dem Problem der Zahnbogenlängenbestimmung, der Zahnbogenbreitenanalyse, der Analyse vertikaler Abweichungen, der transversale und sagittalen Symmetrievergleiche, der Okklusionsanalyse und der Messung einzelner Zähne und Stützzonen.

Frühe Arbeiten von Gysi, Herber und Körbnitz befassten sich um 1900 mit der geometrischen Konstruktion idealer "normaler" Zahnbögen [45, 49, 62, 61].

Die dreidimensionale Orientierung der Kiefermodelle wurde erstmals 1909 zur Diagnostik herangezogen. Dafür wurde die Raphe palatina als Medianlinie festgelegt. Fischer-Brandies und Stahl geben den Verlauf der Raphemedianlinie an. Sie ist definiert durch folgende anatomische Bezugspunkte: 1. Abgang des zweiten Gaumenfaltenpaares von der Raphe palatina. 2. Übergang vom harten zum weichen Gaumen auf der Raphe palatina (Mittelpunkt zwischen den Foveolae palatinae). Auf der Raphe palatina wird die Sagittalebene festgelegt, welche die Referenzebene für die transversale Beurteilung der Zahnstellung darstellt [40].

Zwei weitere Analyseebenen kamen hinzu. Die Tuberebene und die Okklusionsebene. Die Tuberebene, welche im rechten Winkel zur Raphe-Median-Ebene

steht und durch die Tubera maxillae verläuft. Auf der Tuberebene wird die Parafrontalebene festgelegt. Sie ist die Referenzebene für die sagittale Beurteilung der Zahnstellung. Die Okklusionsebene steht senkrecht zur Raphe-Median-Ebene und Tuberebene und verläuft durch die bukkalen Höckerspitzen des ersten Prämolaren und durch die mesiobukale Höckerspitze des ersten Molaren. Auf der Okklusionsebene wird die Horizontalebene festgelegt, welche die Referenzebene für die vertikale Beurteilung der Zahnstellung darstellt [74].

Angle definierte 1899 mit der Etablierung der 'Classification of malocclusion' die Relation der Ober- und Unterkiefer zueinander. Es handelt sich um die Auflistung der in der Sagittalen ausgeprägten Okklusionsabweichungen. Die Einteilung berücksichtigt keine transversalen oder vertikalen Abweichungen, wie den seitlichen Kreuzbiss oder den frontal offenen Biss. Mittlerweile ist die These aufgehoben worden, den einzelnen Klassen der Malokklusion lägen bestimmte ätiologische Faktoren zugrunde. Die Einteilung wird heute nur als morphologische Gliederung angewendet [5, 9, 4].

Als Basis für die Modellanalyse dient der im Jahr 1939 von der Kieferorthopädin Professor Dr. Schnizer an der Universität Heidelberg entworfene dreidimensionale Behandlungsplan. Er wird heutzutage noch an vielen Universitäten und Krankenkassen als Grundlage für den diagnostisch begründeten Antrag einer kieferorthopädischen Behandlung vorgeschrieben [112].

Bernklau entwickelte 1953 einen Messstab bzw. eine Schieblehre, die heutzutage zum alltäglichen Gebrauchsgegenstand eines Kieferorthopäden gehört. Dieses Messinstrument verwendet ein Kieferorthopäde täglich klinisch am Stuhl und zur routinemäßigen Modellanalyse [13].

In Publikationen von Pont geht es um die Berechnung der transversalen Zahnbogenbreite. Er unterscheidet zwischen einer vorderen und hinteren Zahnbogenbreite, welche auf der Summe der Oberkiefer Incisivi basiert. Während später Tonn und Bolton die Proportion zwischen der Summe der Incisivi vom Oberkiefer zu der Summe der Incisivi im Unterkiefer definierten. Aus der Definition ging zum einen der so genannte Tonn-Index und zum anderen die Bolton-Diskrepanz hervor [85, 107, 18, 19].

### **2.3.3 Diagnostische Bedeutung der Modellanalyse**

Die Anfertigung eines Anfangsmodells ist in der heutigen Kieferorthopädie ein fester Bestandteil bei der Befundaufnahme. Die Modelle liefern Informationen anhand der Basis über den morphologischen Aufbau der Kiefer, die Zahnbogenbreite und Zahnbogenlänge, die klinisch sichtbare Zahnzahl, die Zahnstellung, die vertikal, transversal und sagittalen Abweichungen und die Okklusion [69].

Die Basis der Modellanalyse wurde im Jahr 1939 von der Kieferorthopädin Prof. Dr. E. v. Schnitzer an der Universität in Heidelberg entworfen [112].

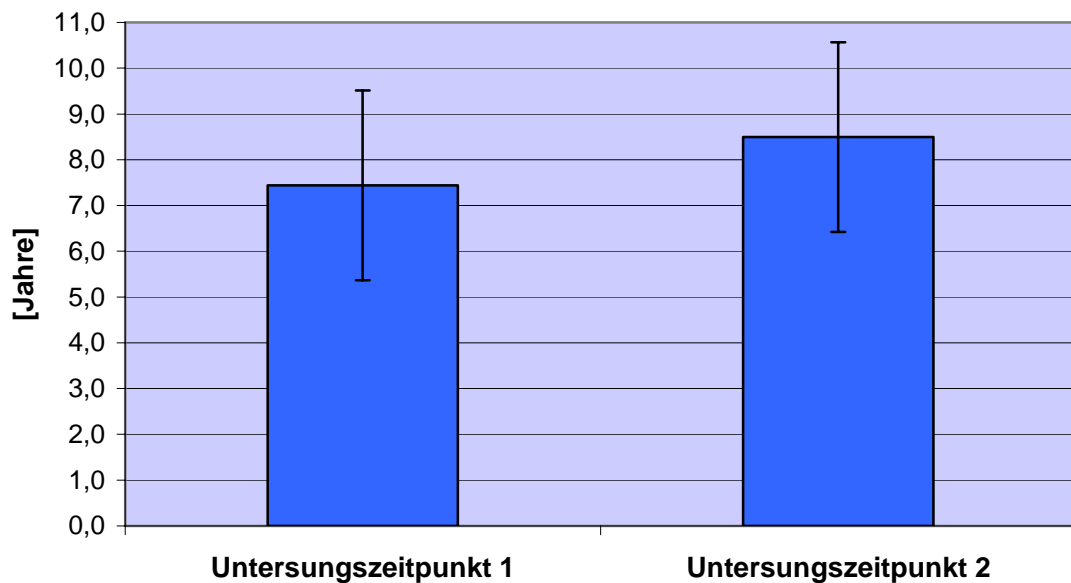
Befunde der klinischen Untersuchung lassen sich im Rahmen der Modellanalyse objektivieren und quantifizieren. Transversale Breitenmessung der Eckzähne, Praemolaren und Molaren geben Auskunft über die absolute und relative Diskrepanz zwischen Ober- und Unterkiefer [34].

Bei einer Abdrucknahme mittels eines modifizierten Löffels, geben die Modelle einen relativ guten Einblick auf die apikalen Basen von Ober- und Unterkiefer und auf die Achsenstellung der Seitenzähne. Für die Differenzialdiagnostik, ob ein lateraler Kreuzbiss alveolär, dental oder skelettal bedingt ist, ist die symmetrische Auswertung der Zahnbögen von großer Bedeutung. Im Oberkiefer gilt die Raphe Medianebene als Referenz. Im Unterkiefer ist es schwierig. Hierbei wird meistens die Oberkiefermitte, wenn sie stimmt, übernommen. Das Zungenbändchen, die Gesichtsmitte oder die Kinnmitte können nur rein klinisch dafür verwendet werden [34].

### **3 Patienten und Methode**

Diese Studie der kieferorthopädischen Abteilung der Universität Münster erfolgte in enger Kooperation mit der Praxis Dr. Dr. J.-G. Hoppe aus Recklinghausen. Alle 80 Patienten, die sich in der vorgenannten Praxis vorstellten, wurden nach einem vorgegebenen Zufallsprinzip in die Kontroll- oder Therapiegruppe selektiert. Dies erfolgte nach ausführlicher Aufklärung der Patienten, sowie schriftlicher Zustimmung entsprechend der Ethikkommission. Anschließend erfolgte die standardisierte klinische Untersuchung, sowie die Anfertigung von kieferorthopädischen Modellen. Röntgenaufnahmen wurden im Rahmen des Studiendesigns nicht zwingend durchgeführt. Lediglich, wenn eine medizinische Indikation wie z.B. der Verdacht auf Nichtanlagen vorlag, wurde unabhängig von der Studie ausnahmsweise Röntgenbilder erstellt. Der Studienzeitraum wurde für die erste Phase auf 12 Monate festgelegt. Je nach Gruppeneinteilung wurden nunmehr die Patienten der Kontrollgruppe 1 Jahr lang alle drei Monate kontrolliert und die Patienten der Therapiegruppe entsprechend behandelt. D.h. die Patienten wurden mittels einer Gaumennahterweiterungsapparatur 16 Wochen lang therapiert. Eine Drehung am Tag wurde über eine Zeitspanne von ca. 2-3 Wochen durchgeführt. Danach wurde zur Stabilisierung der Mitten und zur Retention der Oberkieferexpansion ein U-Bügelaktivator Typ I nach Karwetzky eingesetzt. Nach einem Jahr wurden erneut Modelle für alle Studienprobanden hergestellt und mit den jeweiligen Anfangsmodellen verglichen.

Das durchschnittliche Patientenalter betrug zum ersten Untersuchungszeitpunkt 7,4 Jahre mit einer Standardabweichung von 2,1 Jahren. Zum zweiten Untersuchungszeitpunkt waren die Kinder im Durchschnitt 8,5 Jahre alt. Die Standardabweichung lag bei 2,1 Jahren.



**Abbildung 37:** Darstellung des durchschnittlichen Patientenalters zum Untersuchungszeitpunkt 1 und zum Untersuchungszeitpunkt 2.

### 3.1 Ethikkommission

Am 13.08.2002 erfolgte die Antragstellung auf Begutachtung eines biomedizinischen Forschungsvorhabens am Menschen durch die Ethikkommission der Ärztekammer Westfalen-Lippe und der Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Otmar Schober). Der Antrag wurde zusammen mit der Patientenaufklärung, dem Einwilligungsf formular und den Dokumentationsbögen am 13.09.2002 in der Sitzung der Kommission im Institut für Theorie und Geschichte der Medizin ausführlich beraten. Es bestanden keine ethischen oder juristischen Bedenken gegen die Durchführung der Studie. Dem Forschungsvorhaben mit der Registrierungsnummer "2IXEhm" wurde am 14.10.2002 endgültig stattgegeben.



### **3.2 Randomisierung der Patienten**

Eine Einteilung der Patienten in die Kontroll- und Therapiegruppe erfolgte aufgrund einer Randomisierungstabelle.

Die Randomisierung steht für eine Zuordnung der Patienten, die nach dem Zufallsprinzip in verschiedene Versuchsgruppen eingeteilt werden. Sie stellt ein anerkanntes Verfahren dar. Wichtige Eigenschaften der Randomisierung sind:

- nicht vorhersehbar
- Kontrollierbarkeit
- Reproduzierbarkeit

#### **3.2.1 Auswahl der Patienten**

Bei der Auswahl der Patienten gab es folgende Selektionskriterien:

Inklusionskriterien

- späte Milchgebissphase und erste Wechselgebissphase
- unilateraler posteriorer Kreuzbiss
- funktionelle Asymmetrie des Unterkiefers

Exklusionskriterien

- Allgemeinerkrankungen mit Dauertherapie wie z.B. Diabetes mellitus
- Überschreiten des festgelegten dentalen Alters

### **3.3 Patientenaufklärung**

Die Kinder und deren Eltern wurden zunächst mündlich und anschließend schriftlich über das Studiendesign, die notwendige Randomisierung und den genauen zeitlichen Ablauf aufgeklärt. Das schriftliche Einverständnis vorausgesetzt, erfolgte die Aufnahme in die Randomisierungsliste.

### **3.4 Entwicklung der Patientenzahl im Studienverlauf**

Insgesamt wurden 82 Kinder etabliert. Davon befanden sich 40 in der Therapiegruppe und 42 in der Kontrollgruppe. Zum ersten Untersuchungstermin (t1) stellten sich 77 Patienten vor.

5 Patienten entschieden sich bereits vor Studien Beginn, jedoch nach Aufnahme in die Randomisierungsliste der Studie, aus privaten Gründen gegen die Teilnahme an dieser Studie.

Eine Frühbehandlung mittels einer sanften Gaumennahterweiterung (durch eine Kunststoffkappenschiene) erfolgte bei 37 Kindern. In dieser Zeit wurden die 40 Kinder der Kontrollgruppe alle drei Monate zur Kontrolle einbestellt, jedoch keiner Therapie unterzogen.

Zum zweiten Untersuchungstermin (t2) erschienen in der Therapiegruppe 31 und in der Kontrollgruppe 35 Kinder.

Eine schematische Darstellung der Entwicklung der Patientenzahl im Studienverlauf findet sich in der folgenden Abbildung.

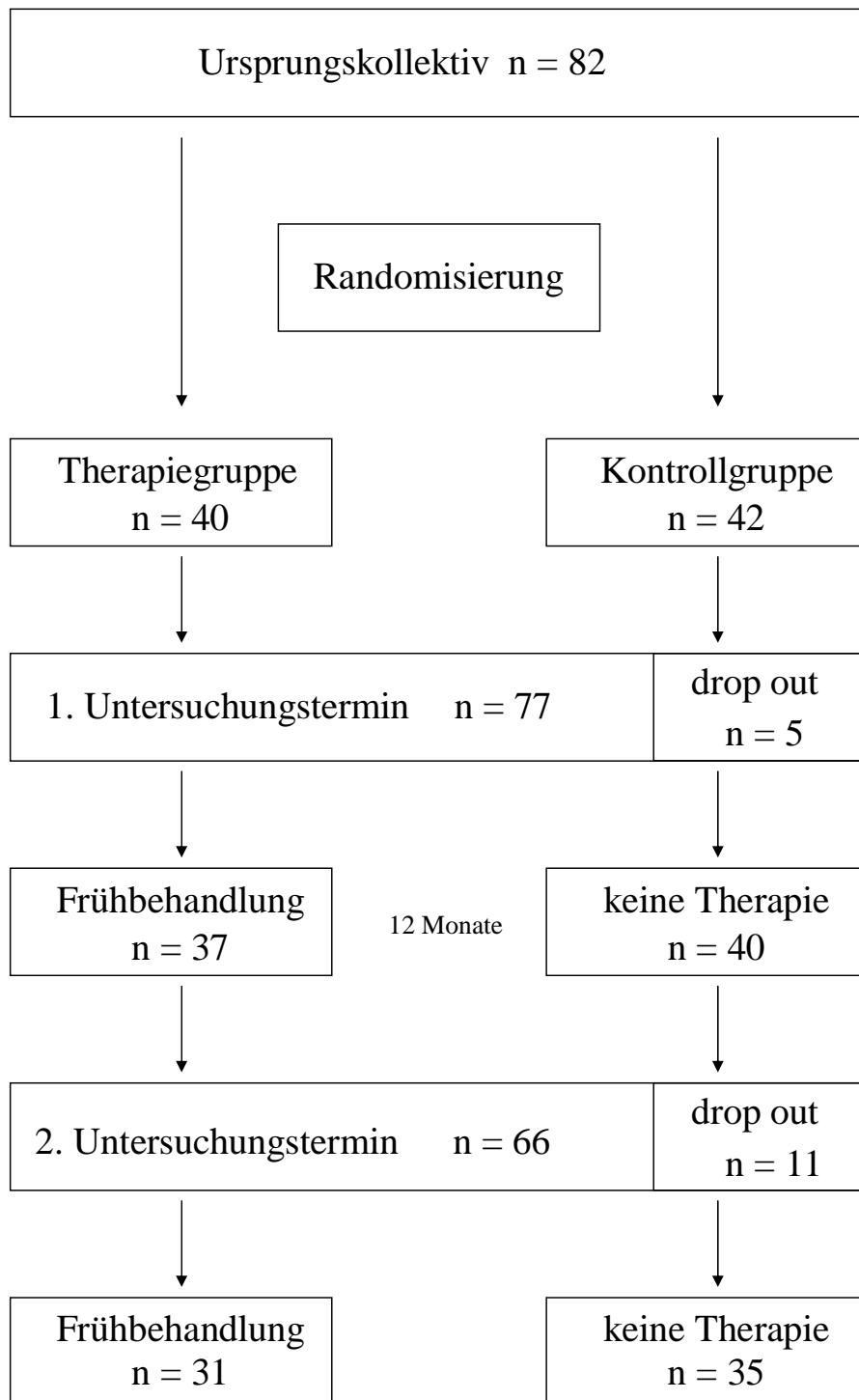


Abbildung 38: Studienablauf: Patientenanzahl, drop out, Patienteneinteilung in Therapie- und Kontrollgruppe sowie zeitlicher Ablauf der Studie.

### 3.5 Digitale Modellanalyse

Yamamoto et al. beschrieben die erste Entwicklung bezogen auf die Digitalisierung von Modellen [118].

Durch eine Weiterentwicklung des Computersysteme wurde es in den folgenden Jahren möglich eine dreidimensionale digitalisierte Modelldarstellung und -analyse zu etablieren [2, 65, 78, 98, 113, 117]. Als kommerziell verfügbare Systeme stehen Ortho CAD [71] und Digimodel zur Verfügung.

Ziel der Digitalisierung der Modelle ist, dass man sie direkt am Patienten immer abrufen kann und immer wieder aufs Neue gleich rekonstruieren kann, da sie digital gespeichert sind. Es kommt noch hinzu, dass man die Gipsmodelle nicht mehr 10 Jahre lang zur Dokumentation im Schrank lagern muss. Daraus erfolgt eine absolute Platzersparnis [27, 81].

Insbesondere kann schnell und einfach auf die Datensätze bei jeder Behandlungssitzung zugegriffen und hierdurch ein Beitrag zum Qualitätsmanagement geleistet werden [27]. Die digitale Analyse erlaubt die Vermeidung von Übertragungsfehlern im Rahmen wissenschaftlicher Studien, wie sie bei der Verwendung von Schieblehren auftreten kann [52]. Die Genauigkeit von digitalen Modellen im Vergleich mit einer herkömmlichen Analyse wird von Zilbermann et al. als hoch eingestuft [119].

### 3.6 Messtechnik

Zur Evaluierung der Modellparameter erfolgte eine computerbasierte Modellanalyse an zwei Modellpaaren entsprechend der Studienvorgabe (Modell 1 = M1; Modell 2 = M2).

Die Dokumentationsmodelle wurden auf Basis von Alginatabdrücken und einem kieferorthopädischen Hartgips angefertigt. Zur dreidimensionalen Relationierung der Kiefer erfolgte die Anfertigung eines Bissregistrates mit Wachs in maximaler Interkuspitation.

Die Modellvermessung erfolgte durch dreidimensionale Digitalisierung und Visualisierung der Modelle. Die Dokumentationsmodelle wurden in einem Cone-

beam Computertomographen gescannt und anschließend in einer Software als dreidimensionale Punktwolke generiert. Die Auswertung der dreidimensionalen Modelle erfolgte mit der Analysesoftware "Digimodel".

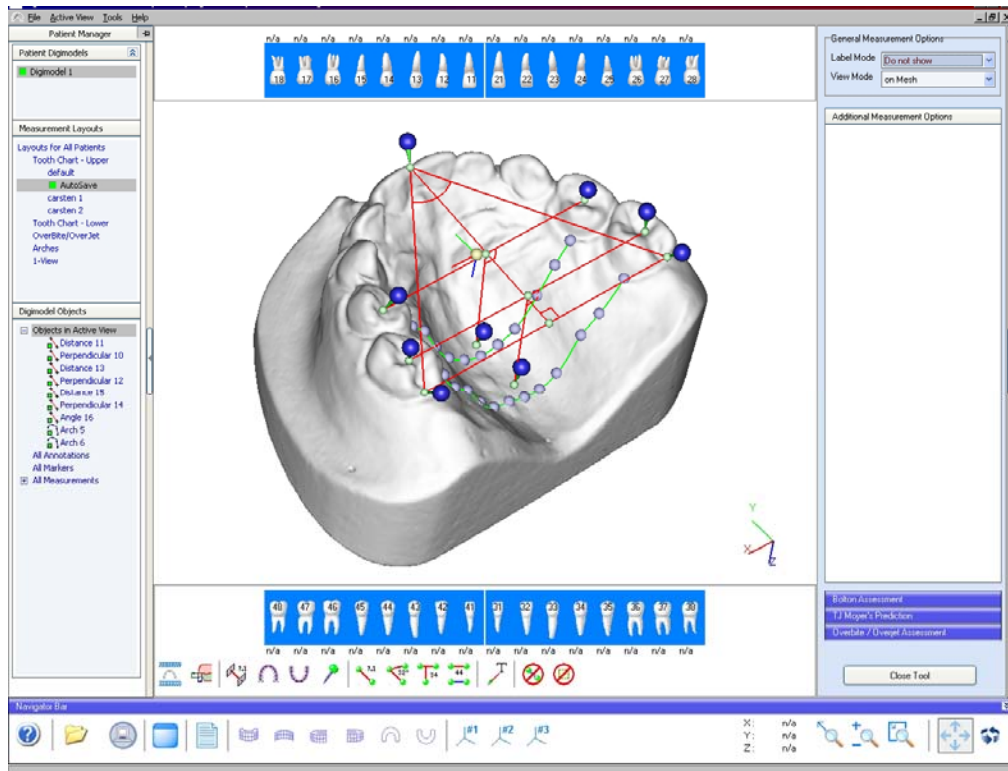


Abbildung 39: Ansicht Oberkiefer eines Digitalmodells

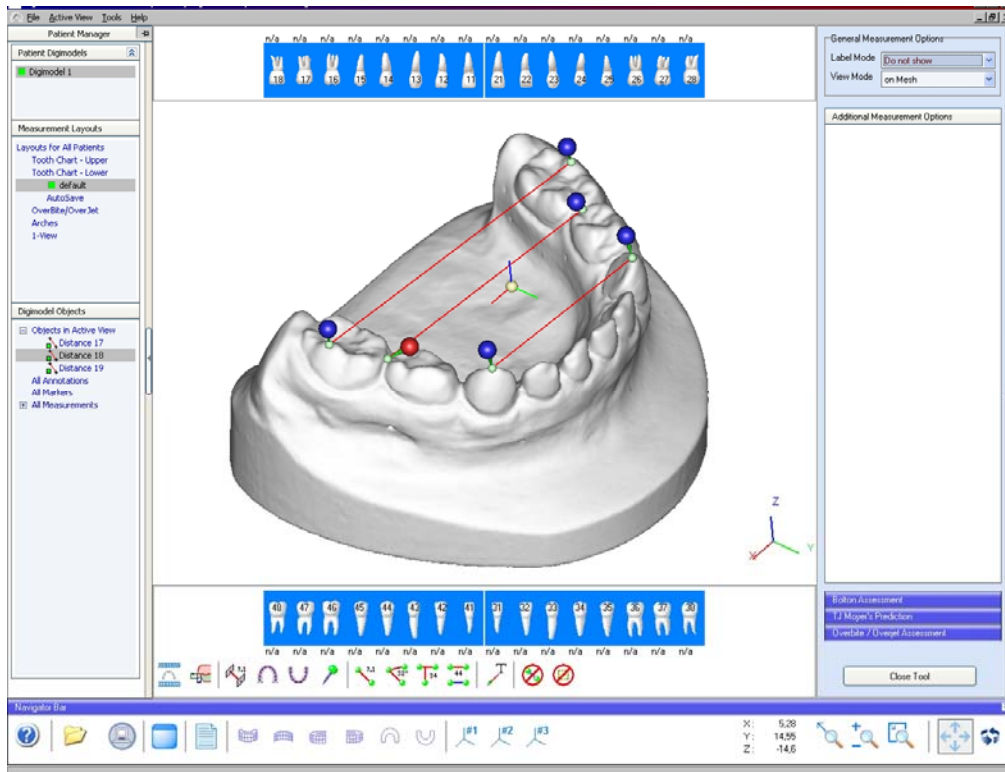


Abbildung 40: Ansicht Unterkiefer eines Digitalmodells

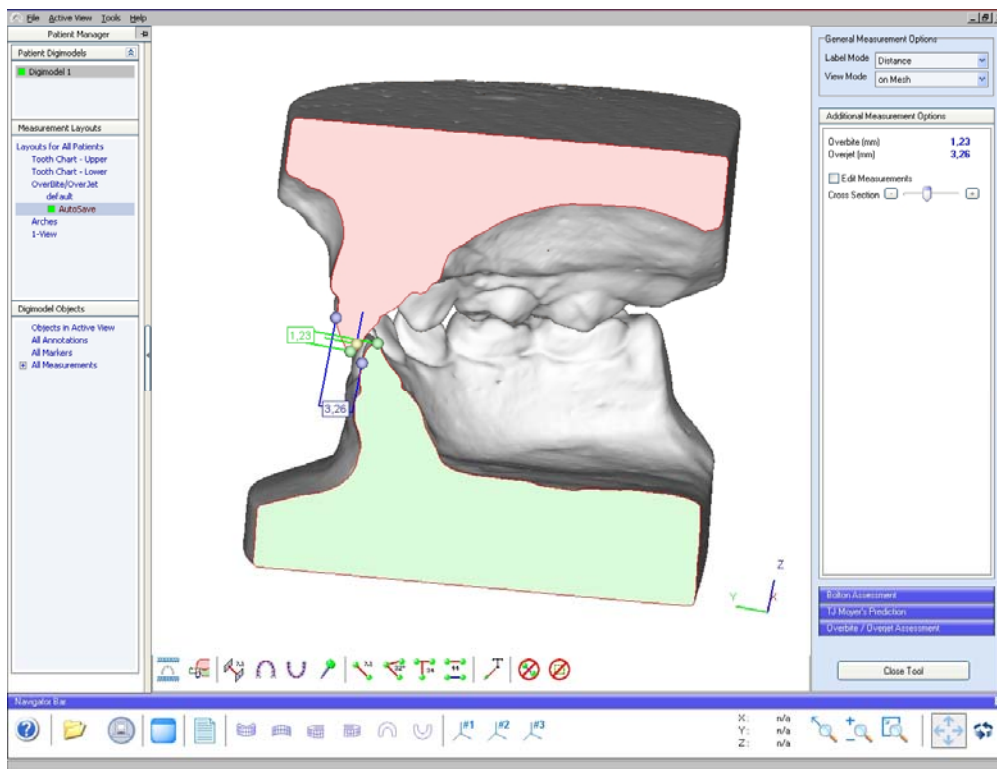


Abbildung 41: Ansicht von Overbite und Overjet eines Digitalmodells

### 3.7 Modellanalyseparameter

Für die Modellanalyse wurden metrische und anguläre Parameter in der späten Milchgebiss- und frühen Wechselgebissperiode evaluiert. Die Messung erfolgte im dreidimensionalen Datensatz. Für die Festlegung der Okklusalebene war es zunächst notwendig, die dorsalen Molarenpunkte und den anterioren Referenzpunkt festzulegen. Nach Festlegung dieser konnten nun die Messungen bezüglich der Okklusionsebene erfolgen. Es erfolgte die Festlegung des rechten und des linken Molarenpunktes sowie des Inzisalpunktes. Die Software generiert nun eine Oberfläche, deren Lage noch individualisiert verschoben werden kann. Mit diesem Programm ist es möglich, alle 3-D Modellansichten im Programm aus diversen Gesichtspunkten zu betrachten.

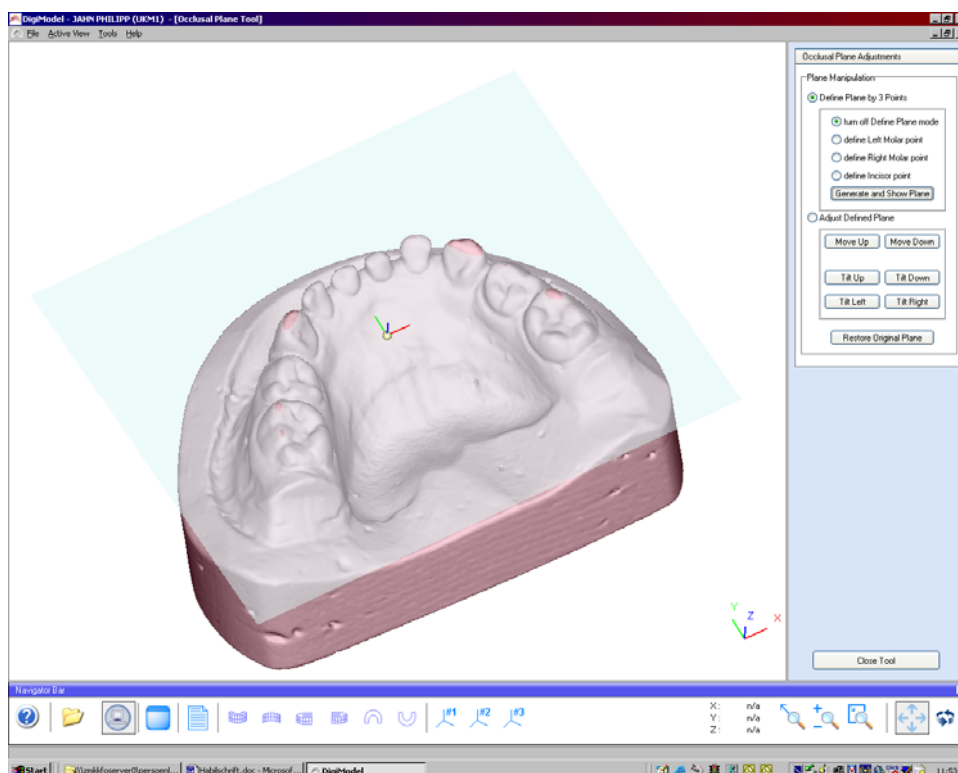


Abbildung 42: Festlegung der Okklusionsebene in einem Digitalmodell

Die verwendeten Modellanalyseparameter werden in der nachfolgenden Tabellenübersicht dargestellt.

|                                 |   |             |
|---------------------------------|---|-------------|
| <b>Oberkiefer</b>               | Interkanine Distanz                                 | (UC-C)      |
|                                 | Transversale Milchmolarendistanz 1. [mm]            | (Um1-m1)    |
|                                 | Transversale Milchmolarendistanz 2. Milchmolar [mm] | (Um2-m2)    |
|                                 | Transversale Molarendistanz [mm]                    | (UM-M)      |
|                                 | Mediane sagittale Zahnbogenlänge [mm]               | (UArchL)    |
|                                 | Zahnbogeninklination zur Front [°]                  | (UArchIncl) |
|                                 | Palatinale Bogenlänge 1. Milchmolar                 | (ULm1)      |
|                                 | Palatinale Bogenlänge 2. Milchmolar                 | (ULm2)      |
|                                 | Palatinale Bogenlänge 1. Molar                      | (ULM)       |
|                                 | Gaumentiefe regio 1. Milchmolar                     | (PDm1)      |
| Gaumentiefe regio 2. Milchmolar | (PDm2)  |             |
| <b>Unterkiefer</b>              | Interkanine Distanz                                 | (LC-C)      |
|                                 | Transversale Milchmolarendistanz 1. Milchmolar [mm] | (Lm1-m1)    |
|                                 | Transversale Milchmolarendistanz 2. Milchmolar [mm] | (Lm2-m2)    |
|                                 | Transversale Molarendistanz [mm]                    | (LM-M)      |
| <b>Bisslage</b>                 | Mittenschiebung                                     | (MLD)       |
|                                 | Kreuzbissseite (rechts oder links)                  | (x-bite)    |
|                                 | Overbite  | (overjet)   |
|                                 | Overjet   | (overbite)  |
|                                 | Angle Klasse  | (class)     |

**Tabelle 2: Tabellarische Zusammenfassung der untersuchten Parameter.**

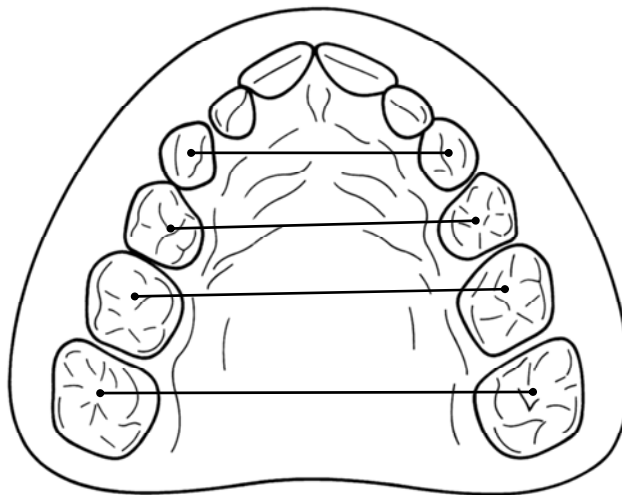


### 3.8 Oberkiefer

#### 3.8.1 Transversale Messung

Zur Bestimmung der Zahnbogenbreite erfolgte die transversale Analyse der interkaninen Distanz sowie der Milchmolaren- und Molarendistanz. Die Messungen erfolgten in Projektion auf die Okklusalebene.

- Der transversale Abstand bei der interkanine Distanz wurde an den Spitzen der Milcheckzähne gemessen.
- Der tiefste Punkt der Fissur dient bei den ersten und zweiten Milchmolaren sowie den Sechsjahrmolaren als Referenzpunkt.

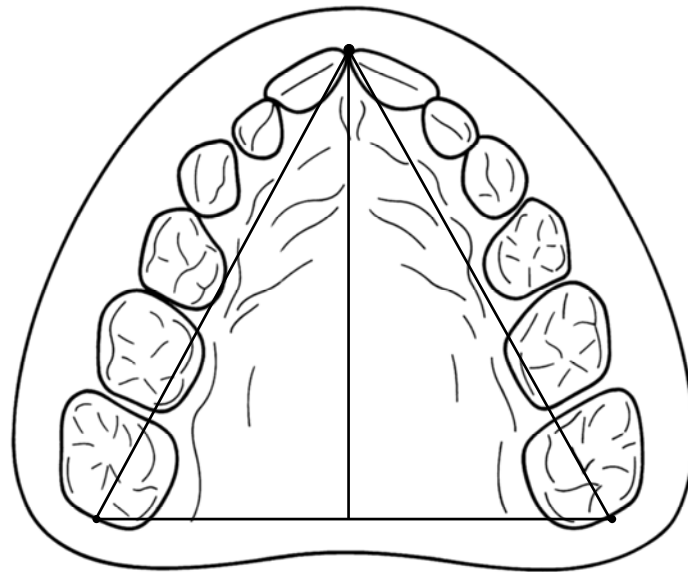


**Abbildung 43: Oberkiefer in der Aufsicht: Die transversalen Messstrecken für die Eckzahn-, Milchmolaren- und Molarenregion sind dargestellt. Die Darstellung zeigt eine frühe Wechselgebissperiode mit permanenten mittleren Inzisivi und Sechsjahrmolaren.**

### 3.8.2 Zahnbogenlänge und Inklination

Zur Analyse der Gesamtlänge der Oberkieferdentition dient die mediale sagittale Zahnbogenlänge. Sie wird in der Mitte zwischen den posterioren Seitenzähnen in der Tuberebene zur Mitte der oberen mittleren Schneidezähne definiert. Gemessen wird die Zahnbogenlänge auf der Okklusionsebene.

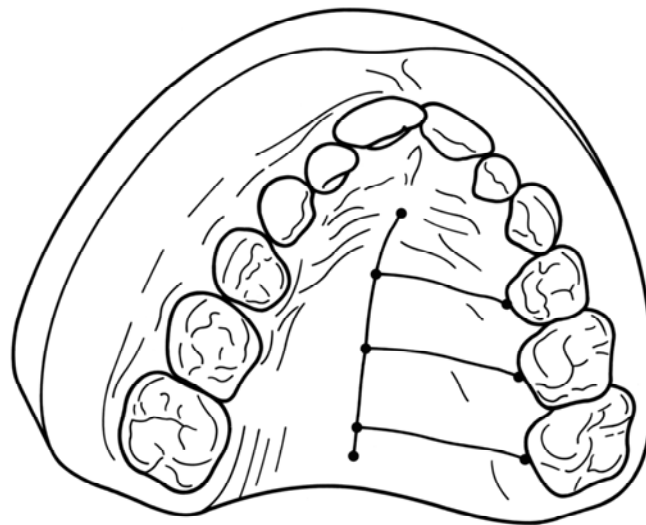
Zur Analyse der Inklination des gesamten Oberkieferbogens wurden in der Tuberebene von der Mitte der Inzisivi ausgehend nach distal zur rechten und linken tiefsten Inzisur der distalen Randleisten des am weitesten posterior gelegenen Molaren Verbindungslinien gezogen. Der daraus resultierende Winkel dient zur Analyse.



**Abbildung 44: Schema: Oberkiefer in der Aufsicht: Die mediane Zahnbogenlänge und Zahnbogeninklination zur Tuberebene sind schematisch dargestellt. Die Darstellung zeigt eine frühe Wechselgebissperiode mit permanenten mittleren Inzisivi und Sechsjahrmolaren.**

### 3.8.3 Gaumenbogenlänge

Die Bestimmung der Gaumenbogenlänge wird im Bereich des ersten und zweiten Milchmolaren und den Sechsjahrmolaren gemessen. Als Referenzpunkte dient der mittige palatinale Übergang des Zahnes zur Gingiva propria des Gaumens auf der Kreuzbiss- und der Nichtkreuzbissseite. Die Messung resultierte aus den dreidimensionalen Oberflächendaten des Gaumendaches.

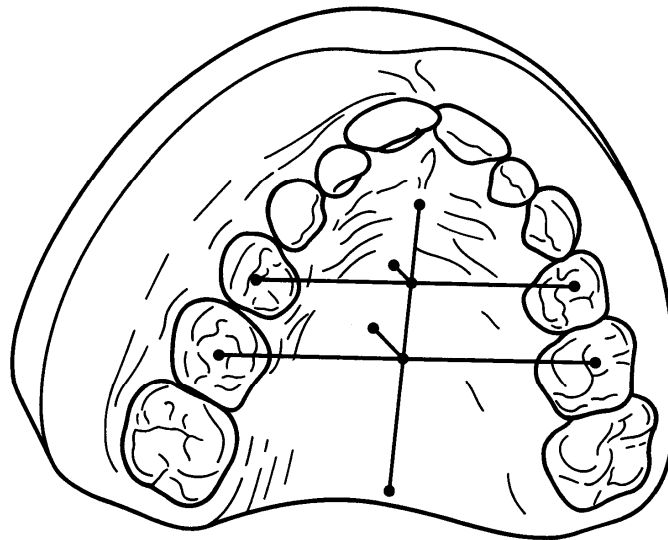


**Abbildung 45: Oberkiefer in schräglateraler Aufsicht: Die Messung der Gaumenbogenlängen ist skizziert dargestellt. Die Darstellung zeigt eine frühe Wechselgebissperiode mit permanenten mittleren Inzisivi und Sechsjahrmolaren.**

### 3.8.4 Gaumentiefe

Die Bestimmung der Gaumenbogentiefe wird im Bereich des ersten und zweiten Milchmolaren gemessen. Als Referenzpunkt dient der tiefste Punkt der Fissur des ersten und zweiten Milchmolaren.

Die Messung resultierte auf Basis der dreidimensionalen Oberflächendaten des Gaumendaches.



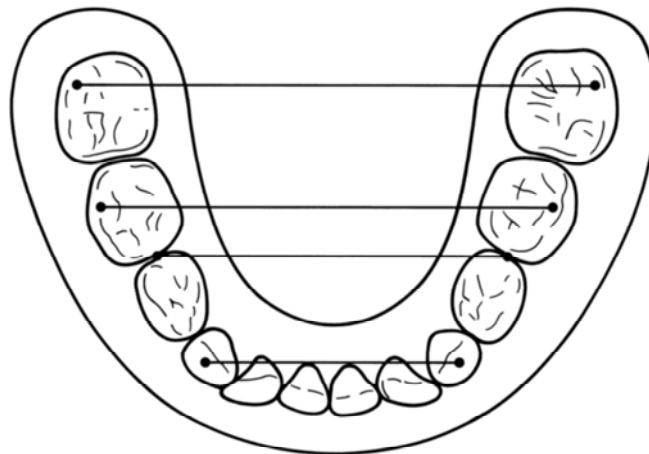
**Abbildung 46: Oberkiefer in schräglateraler Aufsicht. Die Messung der Gaumenbogentiefe ist skizziert dargestellt. Die Darstellung zeigt eine frühe Wechselgebissperiode mit permanenten mittleren Inzisivi und Sechsjahrmolaren.**

### 3.9 Unterkiefer

#### 3.9.1 Transversale Messung

Mittels folgender Bezugspunkte erfolgt im Unterkiefer die transversale Messung der interkaninen Distanz sowie der vorderen, mittleren und hinteren Zahnbogenbreiten. Die Eckzahnsitzen dienen zur Bestimmung der interkaninen Distanz.

- Zur Bestimmung der vorderen Zahnbogenbreite dienen die Kontaktpunkte vom ersten zum zweiten Milchmolaren.
- Die mittlere Zahnbogenbreite bestimmen die distobukkale Höcker der zweiten Milchmolaren.
- Die hintere Zahnbogenbreite ergeben die distobukkale Höcker der Sechsjahrmolaren.

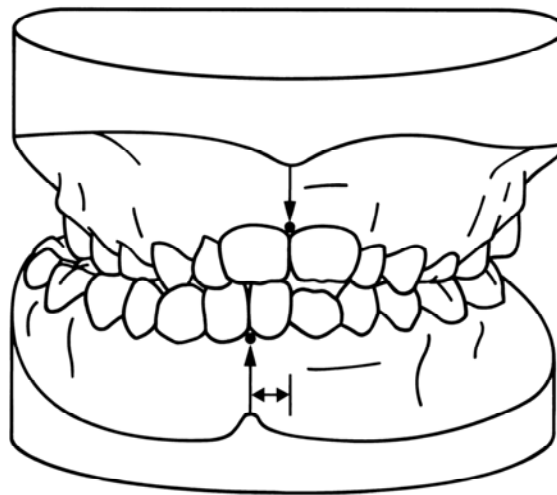


**Abbildung 47: Unterkiefer in der Aufsicht. Die schematische Darstellung der Messung der Zahnbogenbreiten. Die Darstellung zeigt eine frühe Wechselgebissperiode mit permanenten mittleren Inzisivi und Sechsjahrmolaren.**

### 3.10 Bisslage

#### 3.10.1 Mittenverschiebung

Zur Bestimmung der Bisslage erfolgte in der Frontalansicht die Analyse der Mittellinienverschiebung. Hierzu wurde die Mitte der oberen und unteren Inzisivi ermittelt. Senkrecht zur Okklusionsebene erfolgte die Bestimmung der Verschiebung der Mitten zueinander.

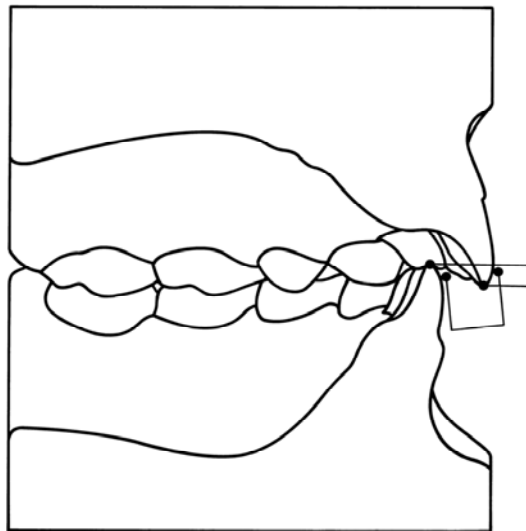


**Abbildung 48: Oberkiefer und Unterkiefermodell in der Frontalansicht. Die Mittenverschiebung ist schematisch dargestellt. Die Darstellung zeigt eine frühe Wechselgebissperiode mit permanenten mittleren Inzisivi und Sechsjahrmolaren.**

### 3.10.2 Overbite und Overjet

Die vertikale Frontzahnrelation, definiert als Overbite, beschreibt den vertikalen Abstand zwischen der Inzisalkante des am weitesten vertikal verlängerten mittleren oberen Frontzahnes und der entsprechenden Inzisalkante des Unterkieferinzisivus.

Die sagittale Frontzahnbeziehung, definiert als Overjet, beschreibt den Abstand zwischen dem am weitesten anterior gelegenen Punkt des mittleren oberen Frontzahnes zur entsprechenden Inzisalkante des Unterkieferinzisivus.



**Abbildung 49:** Frühes Wechselgebiss in einem medianen Sagittalschnitt dargestellt. Der Overbite zur vertikalen Beschreibung der Frontzahnbeziehung und das Overjet zur Beschreibung der sagittalen Frontzahnrelation.

### 3.11 Statistik

Für die deskriptive Statistik wurden die folgenden Parameter angelegt: Häufigkeit, Mittelwerte, Standardabweichungen, Standardfehler, Varianz, Spannweite, Minimum und Maximum.

- Häufigkeit: Bei der Analyse von Daten ist in der Regel eine Häufigkeitsauszählung von großer Bedeutung.
- Mittelwert: Der Mittelwert ist das arithmetische Mittel der Messwerte und berechnet sich daher aus der Summe der Messwerte geteilt durch ihre Anzahl.
- Standardabweichung: Die Standardabweichung ist ein Maß für die Streuung der Messwerte; sie ist die Quadratwurzel aus der Varianz. Trägt man die Standardabweichung zu beiden Seiten des Mittelwertes auf, so liegen bei normal verteilten Werten ca. 67% der Werte in diesem Intervall.
- Standardfehler: Hierbei handelt es sich um den Standardfehler im Mittelwert. Trägt man den Standardfehler zu beiden Seiten des Mittelwertes auf, liegt mit etwa 67%-iger Wahrscheinlichkeit der Mittelwert der Grundgesamtheit in diesem Intervall. Der Standardfehler errechnet sich aus der Standardabweichung, indem man sie durch die Quadratwurzel des Stichprobenumfangs dividiert.
- Varianz: Die Varianz ist das Quadrat der Standardabweichung und somit ebenfalls ein Maß für die Streuung der Messwerte. Sie wird berechnet aus der Summe der Abweichungsquadrate aller Messwerte von ihrem arithmetischen Mittel, dividiert durch die um 1 verminderte Anzahl der Werte.
- Spannweite: Die Spannweite ist die Differenz zwischen dem größten Wert (Maximum) und dem kleinsten Wert (Minimum).
- Minimum: Der kleinste Wert.
- Maximum: Der größte Wert.
- T-Test: Der T-Test ist ein Vergleich von zwei abhängigen Stichproben. Man kann mit ihm signifikante Veränderungen feststellen.



- Boxplot: Der Boxplot besteht aus einer Box, die vom ersten und dritten Quartil (25. bzw. 75. Perzentil) begrenzt wird und deren innere Linie den Median repräsentiert. Ferner werden der kleinste und größte Wert markiert, sofern sie keine Ausreißer sind.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Messwerte im Oberkiefer

#### 4.1.1 Interkanine Distanz

In der Kontroll- und Therapiegruppe zwischen t1 und t2 vergrößerte sich die interkanine Distanz im Oberkiefer, wobei die Veränderungen in der Therapiegruppe größer waren.

Durch den T-Test konnten statistisch höchst signifikante Unterschiede ( $p < 0,001$ ) in der Kontroll- und Therapiegruppe zwischen den Zeitpunkten t1 und t2 ermittelt werden.

| Gruppe                 | Kontrollgruppe (n=35) |            | Therapiegruppe (n=31) |            |
|------------------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|
| Untersuchungszeitpunkt | t1                    | t2         | t1                    | t2         |
| Mittelwert (SD)        | 27,9 (2,2)            | 28,9 (2,2) | 29,0 (2,6)            | 32,6 (2,7) |
| T-Test                 | 0,000***              |            | 0,000***              |            |

Tabelle 3: Interkanine Distanz im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

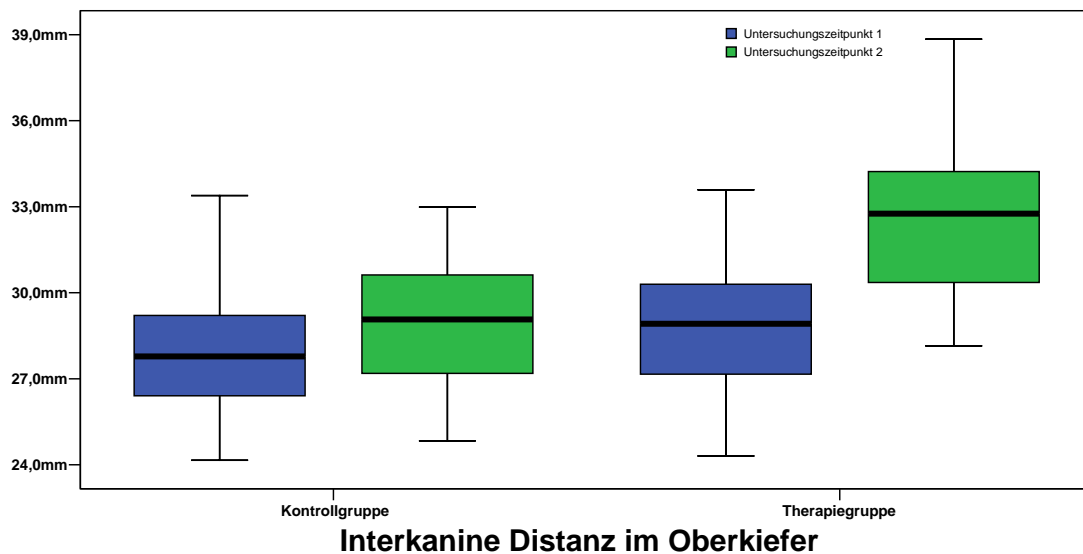


Abbildung 50: Interkanine Distanz im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

### 4.1.2 Vordere Zahnbogenbreite

In der Kontroll- und in der Therapiegruppe vergrößerte sich zwischen t1 und t2 die vordere Zahnbogenbreite. Sie wird gemessen als transversale Distanz der ersten Oberkiefermolaren. Diese Veränderungen waren in der Therapiegruppe deutlich größer.

In der Kontrollgruppe waren die Änderungen statistisch signifikant ( $p < 0,05$ ); in der Therapiegruppe konnten höchst signifikante Unterschiede ( $p < 0,001$ ) zwischen den Zeitpunkten t1 und t2 ermittelt werden.

| Gruppe          | Kontrollgruppe (n=35) |            | Therapiegruppe (n=31) |            |
|-----------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|
|                 | t1                    | t2         | t1                    | t2         |
| Mittelwert (SD) | 32,2 (1,9)            | 32,7 (2,0) | 32,6 (2,2)            | 36,7 (2,8) |
| T-Test          | 0,006***              |            | 0,000***              |            |

Tabelle 4: Vordere Zahnbogenbreite im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

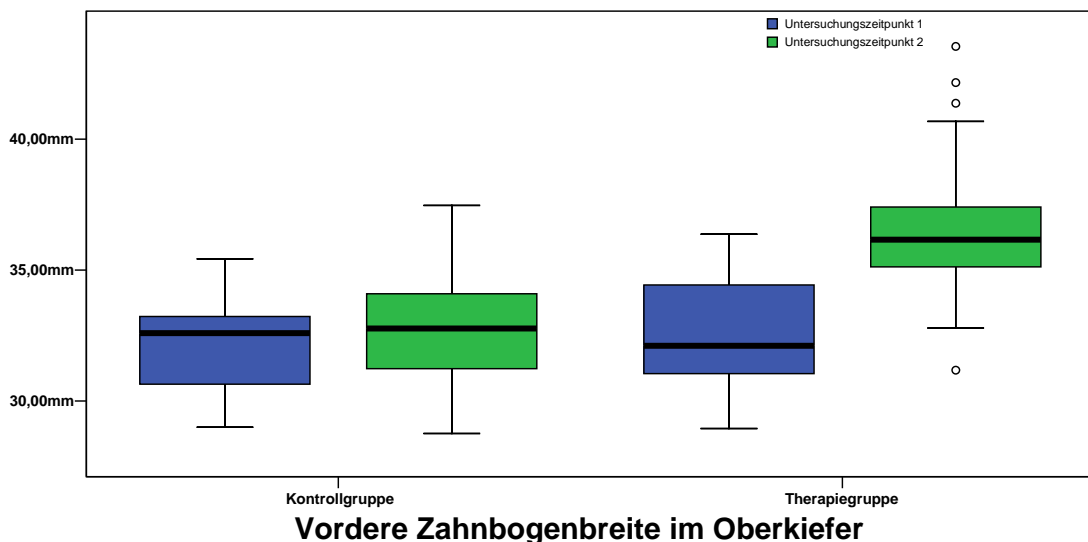


Abbildung 51: Vordere Zahnbogenbreite im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

### 4.1.3 Mittlere Zahnbogenbreite

In der Kontroll- und in der Therapiegruppe vergrößerte sich der transversale Abstand zwischen t1 und t2.

Dieses Ergebnis war in der Therapiegruppe deutlich ausgeprägter, verglichen mit der Kontrollgruppe.

In der Kontrollgruppe waren die Veränderungen statistisch signifikant ( $p < 0,05$ ).

In der Therapiegruppe jedoch konnten höchst signifikante Unterschiede ( $p < 0,001$ ) zwischen den Zeitpunkten t1 und t2 determiniert werden.

| Gruppe          | Kontrollgruppe (n=35) |            | Therapiegruppe (n=31) |            |
|-----------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|
|                 | t1                    | t2         | t1                    | t2         |
| Mittelwert (SD) | 37,2 (2,4)            | 37,7 (2,3) | 36,8 (1,8)            | 41,7 (3,1) |
| T-Test          | n.s.                  |            | 0,000***              |            |

Tabelle 5: Mittlere Zahnbogenbreite im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

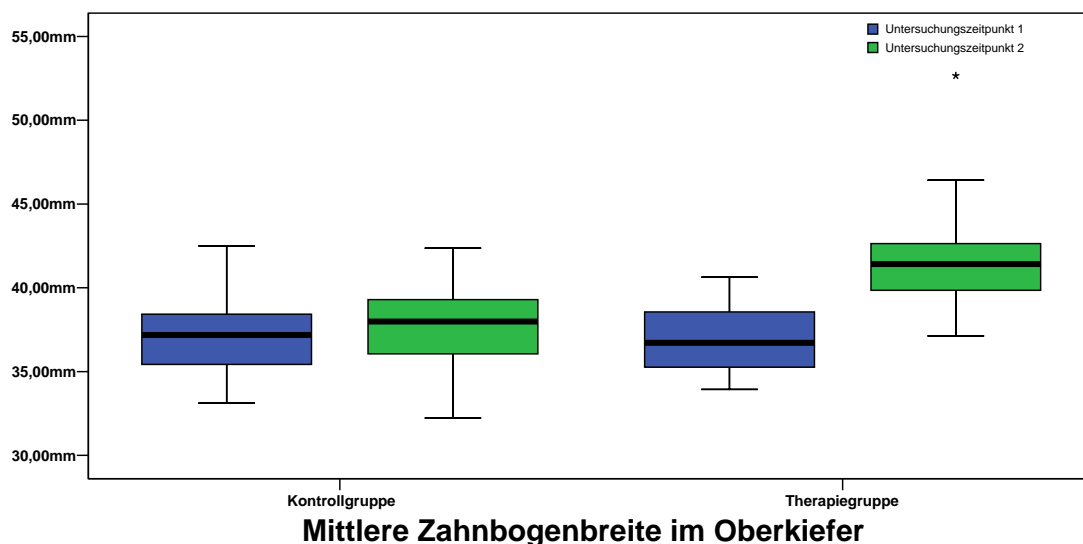


Abbildung 52: Mittlere Zahnbogenbreite im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

#### 4.1.4 Hintere Zahnbogenbreite

In der Kontroll- und Therapiegruppe konnte eine Vergrößerung der hinteren Zahnbogenbreite diagnostiziert werden. Jedoch war der Wert in der Kontrollgruppe nicht statistisch signifikant ( $p > 0,05$ ).

In der Therapiegruppe wurde der transversale Abstand der oberen ersten Molaren vom Zeitpunkt t1 zum Zeitpunkt t2 deutlich größer. Diese Messwerte sind statistisch höchst signifikant ( $p < 0,001$ ).

| Gruppe                 | Kontrollgruppe (n=35) |             | Therapiegruppe (n=31) |             |
|------------------------|-----------------------|-------------|-----------------------|-------------|
| Untersuchungszeitpunkt | t1 (n = 23)           | t2 (n = 24) | t1 (n = 23)           | t2 (n = 24) |
| Mittelwert (SD)        | 42,6 (3,1)            | 43,4 (2,3)  | 42,2 (2,6)            | 47,3 (2,5)  |
| T-Test                 | n.s.                  |             | 0,000***              |             |

Tabelle 6: Hintere Zahnbogenbreite im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

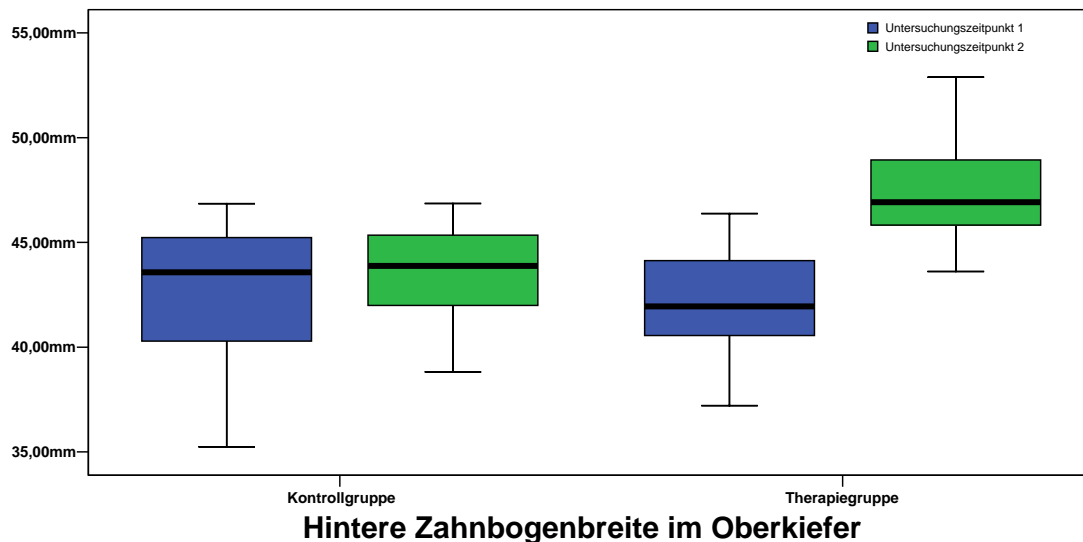


Abbildung 53: Hintere Zahnbogenbreite im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

#### 4.1.5 Zahnbogenlänge

Die sagittale Zahnbogenlänge vergrößerte sich in der Kontrollgruppe zwischen t1 und t2. Diese Veränderung war statistisch nicht signifikant ( $p > 0,05$ ).

In der Therapiegruppe war eine statistisch nicht signifikante ( $p > 0,05$ ) Verkleinerung dieser Strecke zwischen t1 und t2 zu ermitteln.

| Gruppe          | Kontrollgruppe (n=35) |            | Therapiegruppe (n=31) |            |
|-----------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|
|                 | t1                    | t2         | t1                    | t2         |
| Mittelwert (SD) | 34,0 (4,9)            | 34,7 (4,6) | 34,8 (4,7)            | 34,4 (4,8) |
| T-Test          | n.s.                  |            | n.s.                  |            |

Tabelle 7: Zahnbogenlänge im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

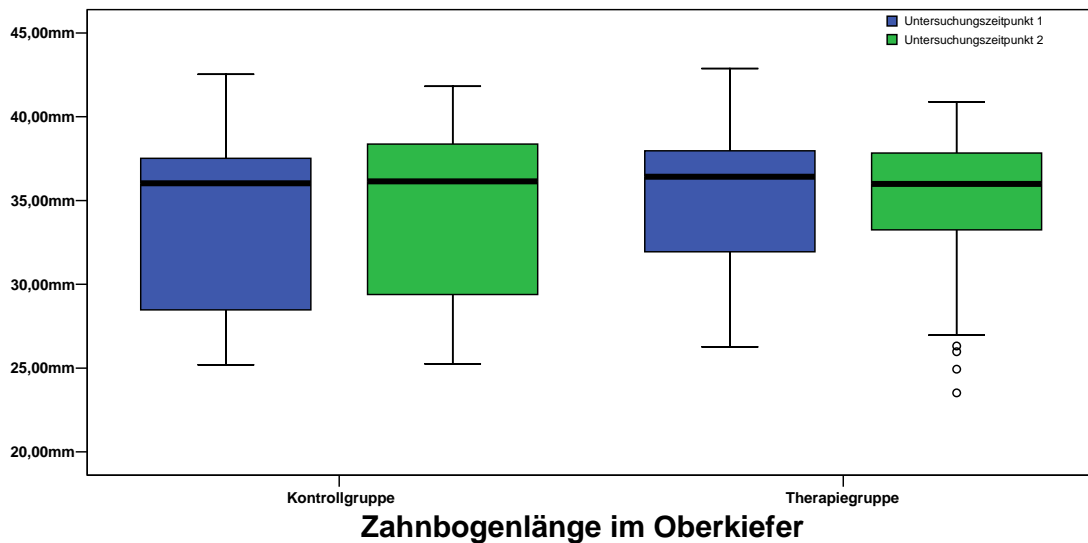


Abbildung 54: Zahnbogenlänge im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

#### 4.1.6 Zahnbogeninklination

Die Zahnbogeninklination zeigte in der Kontrollgruppe eine minimale Vergrößerung des Winkels zum Zeitpunkt t2. Diese war statistisch nicht signifikant ( $p > 0,05$ ).

In der Therapiegruppe war eine deutliche Zunahme dieses Messwertes von t1 zu t2 anzutreffen. Diese konnte statistisch als höchst signifikant ( $p < 0,001$ ) abgesichert werden.

| Gruppe                 | Kontrollgruppe (n=35) |            | Therapiegruppe (n=31) |            |
|------------------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|
| Untersuchungszeitpunkt | t1                    | t2         | t1                    | t2         |
| Mittelwert (SD)        | 66,1 (5,5)            | 66,9 (7,3) | 65,6 (4,5)            | 70,8 (5,4) |
| T-Test                 | n.s.                  |            | 0,000***              |            |

Tabelle 8: Zahnbogeninklination im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

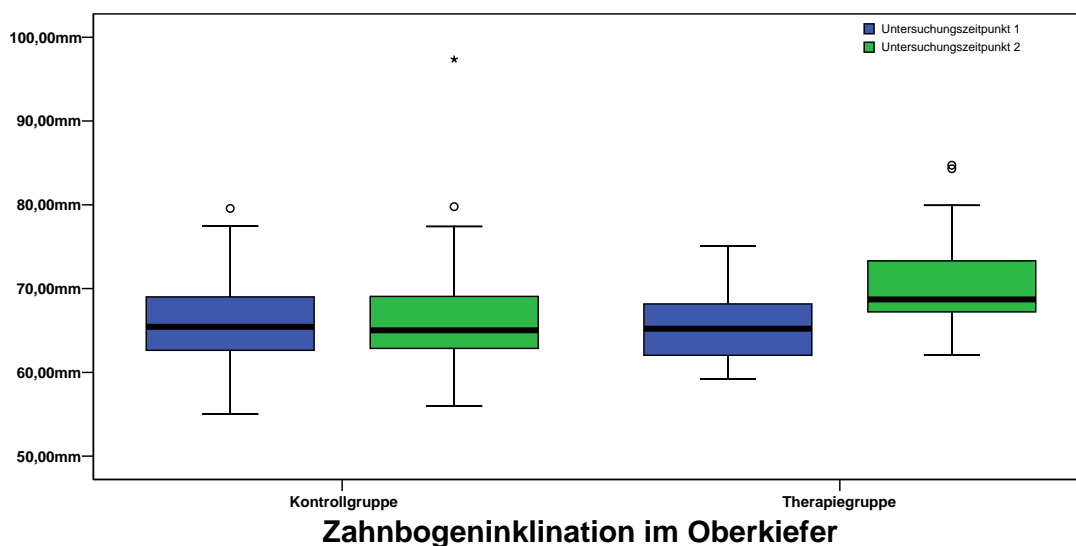


Abbildung 55: Zahnbogeninklination im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

#### 4.1.7 Vordere palatinale Zahnbogenlänge

Die vordere palatinale Zahnbogenlänge, am Gaumendach zwischen den ersten Milchmolaren gemessen, zeigte in der Kontrollgruppe keine Veränderung zwischen t1 und t2 und diese war statistisch nicht signifikant ( $p > 0,05$ ). In der Therapiegruppe wurde der Messwert zwischen t1 und t2 deutlich größer und zeigte höchst signifikante Unterschiede ( $p < 0,001$ ).

| Gruppe                 | Kontrollgruppe (n=35) |            | Therapiegruppe (n=31) |            |
|------------------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|
|                        | t1                    | t2         | t1                    | t2         |
| <b>Mittelwert (SD)</b> | 34,7 (4,1)            | 34,6 (4,0) | 35,7 (3,4)            | 38,8 (3,9) |
| <b>T-Test</b>          | n.s.                  |            | 0,000***              |            |

Tabelle 9: Vordere palatinale Zahnbogenlänge im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

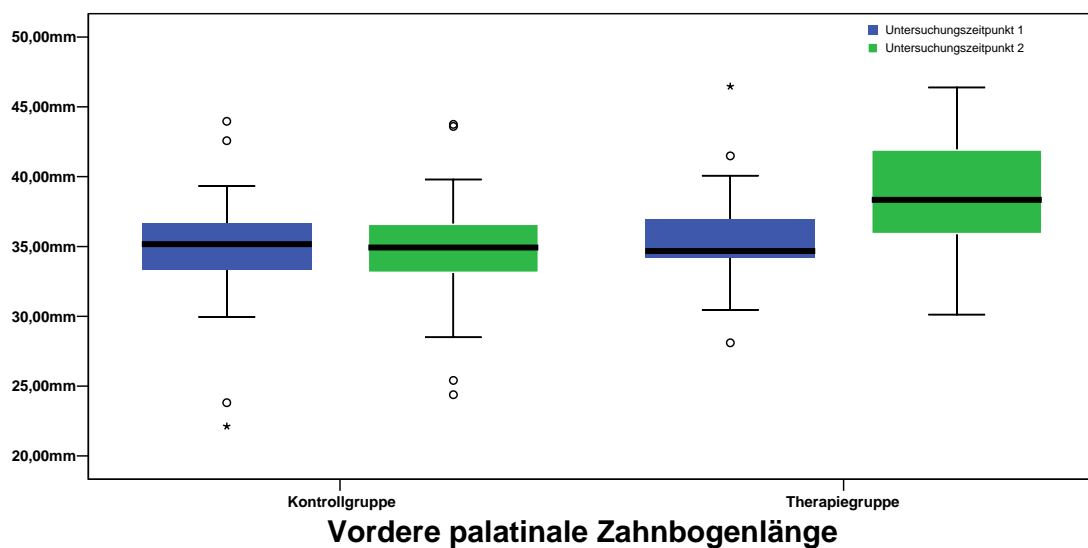


Abbildung 56: Vordere palatinale Zahnbogenlänge im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.



#### 4.1.8 Mittlere palatinale Zahnbogenlänge

Die mittlere palatinale Zahnbogenlänge zeigte eine Zunahme zwischen t1 und t2 in der Kontroll- und Therapiegruppe. In der Kontrollgruppe wurde eine Vergrößerung dieses Messwertes zu den beiden Zeitpunkten t1 und t2 der Modellherstellung ermittelt. Diese war statistisch hoch signifikant ( $p < 0,01$ ). Die Längenzunahme in der Therapiegruppe war noch deutlich ausgeprägter und zeigte zwischen t1 und t2 eine statistisch höchst signifikante Veränderung ( $p < 0,001$ ).

| Gruppe                 | Kontrollgruppe (n=35) |            | Therapiegruppe (n=31) |            |
|------------------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|
| Untersuchungszeitpunkt | t1                    | t2         | t1                    | t2         |
| Mittelwert (SD)        | 38,5 (4,2)            | 39,4 (3,9) | 40,4 (3,5)            | 44,3 (3,9) |
| T-Test                 | 0,006***              |            | 0,000***              |            |

Tabelle 10: Mittlere palatinale Zahnbogenlänge im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

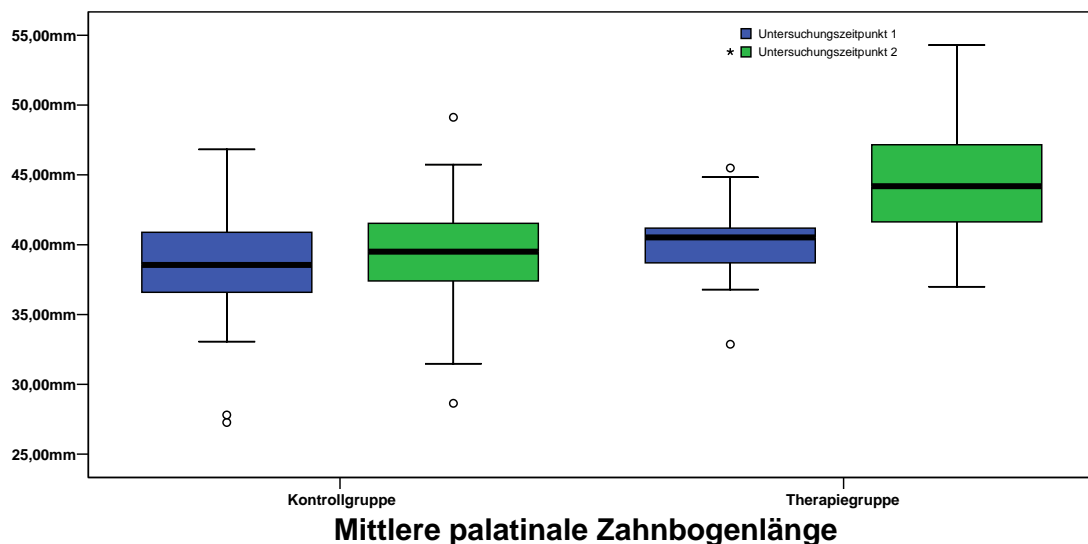


Abbildung 57: Mittlere palatinale Zahnbogenlänge im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

#### 4.1.9 Hintere palatinale Zahnbogenlänge

Die hintere palatinale Zahnbogenlänge wies in der Kontrollgruppe nur eine leichte Vergrößerung auf. Allerdings war diese statistisch nicht signifikant ( $p > 0,05$ ).

Der Anstieg der Bogenlänge war in der Therapiegruppe beträchtlicher und konnte als statistisch höchstsignifikant ( $p < 0,001$ ) diagnostiziert werden.

In der Kontroll- und Therapiegruppe wiesen jeweils 23 von 35 Patienten obere erste Molaren zum Untersuchungszeitpunkt t1 und 24 zum Zeitpunkt t2 auf

| Gruppe          | Kontrollgruppe (n=35)              |             | Therapiegruppe (n=31) |             |
|-----------------|------------------------------------|-------------|-----------------------|-------------|
|                 | Untersuchungszeitpunkt t1 (n = 23) | t2 (n = 24) | t1 (n = 23)           | t2 (n = 24) |
| Mittelwert (SD) | 41,2 (2,9)                         | 41,6 (2,9)  | 41,5 (4,1)            | 46,1 (3,8)  |
| T-Test          | n.s.                               |             | 0,000***              |             |

Tabelle 11: Hintere palatinale Zahnbogenlänge im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

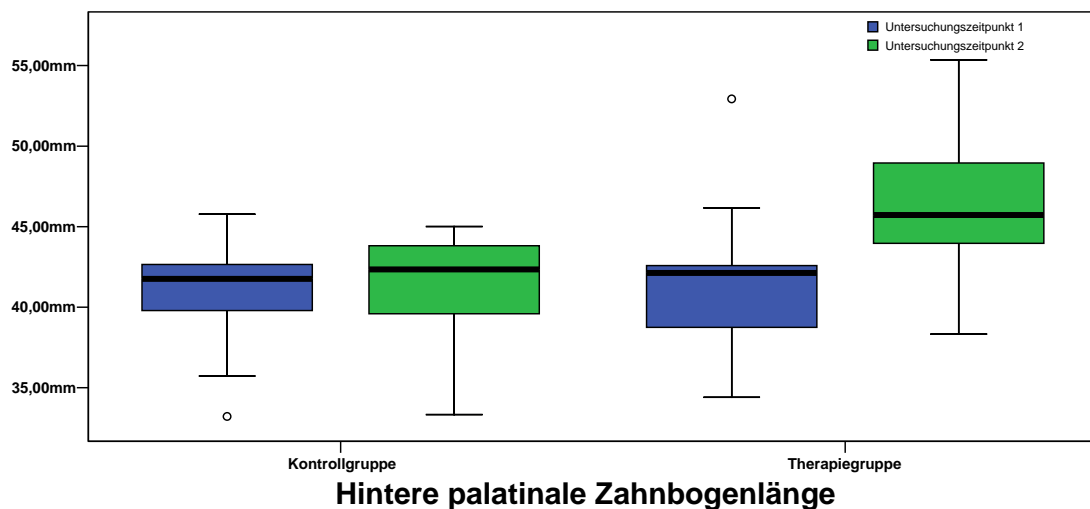


Abbildung 58: Hintere palatinale Zahnbogenlänge im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

#### 4.1.10 Gaumentiefe im Bereich der ersten Milchmolaren

Die Gaumentiefe im Bereich der ersten Milchmolaren vergrößerte sich in der Kontrollgruppe zwischen t1 und t2 leicht, was jedoch nicht statistisch signifikant ( $p > 0,05$ ) ist. In der Therapiegruppe wurde eine Verringerung dieses Wertes determiniert. Diese war statistisch höchst signifikant ( $p < 0,001$ ).

| Gruppe                 | Kontrollgruppe (n=35) |            | Therapiegruppe (n=31) |            |
|------------------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|
| Untersuchungszeitpunkt | t1                    | t2         | t1                    | t2         |
| Mittelwert (SD)        | 11,4 (1,6)            | 11,5 (2,0) | 12,0 (1,8)            | 11,1 (1,8) |
| T-Test                 | n.s.                  |            | 0,001***              |            |

Tabelle 12: Gaumentiefe im Bereich der ersten Milchmolaren im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

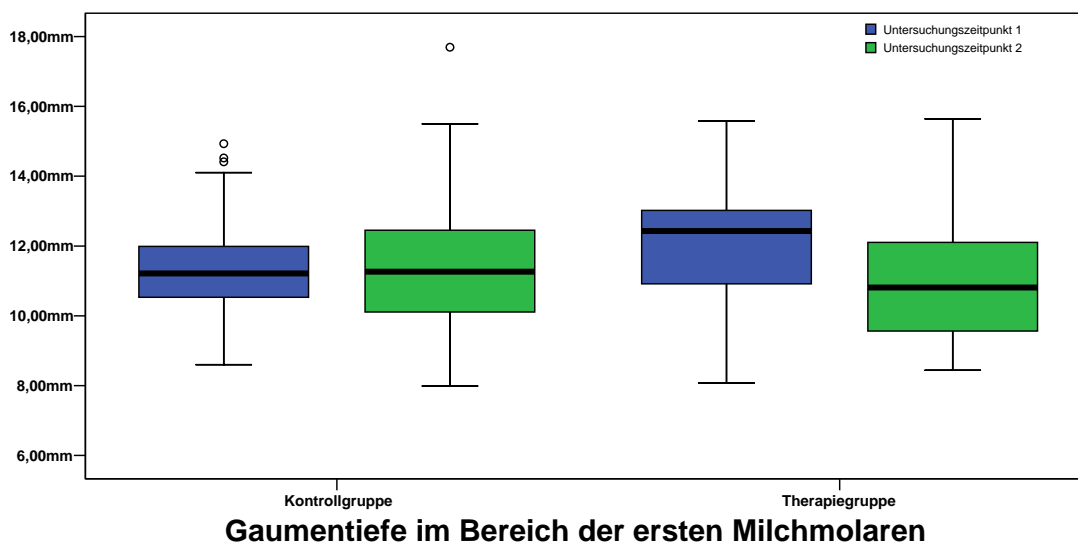


Abbildung 59: Gaumentiefe im Bereich der ersten Milchmolaren im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

#### 4.1.11 Gaumentiefe im Bereich der zweiten Milchmolaren

Die Gaumentiefe im zweiten Milchmolarenbereich vergrößerte sich in der Kontrollgruppe minimal. Diese Veränderung war statistisch nicht signifikant ( $p > 0,05$ ). Dagegen verringerte sich der Wert für die Therapiegruppe leicht, was jedoch nicht statistisch signifikant ( $p > 0,05$ ) ist.

| Gruppe          | Kontrollgruppe (n=35) |            | Therapiegruppe (n=31) |            |
|-----------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|
|                 | t1                    | t2         | t1                    | t2         |
| Mittelwert (SD) | 13,7 (1,7)            | 14,0 (1,8) | 14,6 (2,1)            | 14,2 (2,1) |
| T-Test          | n.s.                  |            | n.s.                  |            |

Tabelle 13: Gaumentiefe im Bereich der zweiten Milchmolaren im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

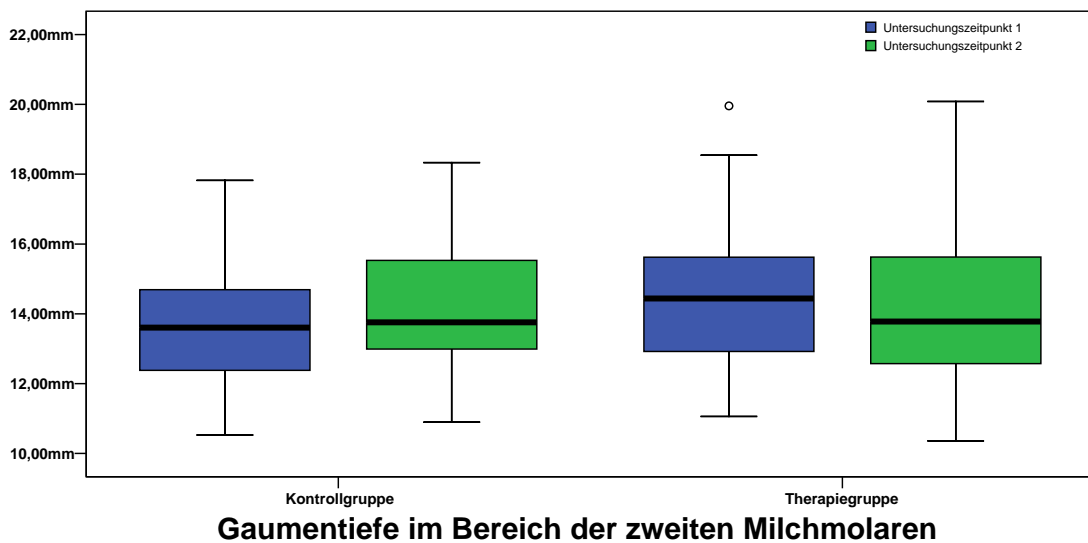


Abbildung 60: Gaumentiefe im Bereich der zweiten Milchmolaren im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

## 4.2 Messwerte im Unterkiefer

### 4.2.1 Interkanine Distanz

Die interkanine Distanz im Unterkiefer vergrößerte sich in der Kontroll- und in der Therapiegruppe zwischen t1 und t2. In beiden Gruppen waren die Veränderungen statistisch nicht signifikant ( $p > 0,05$ ).

| Gruppe          | Kontrollgruppe (n=35) |            | Therapiegruppe (n=31) |            |
|-----------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|
|                 | t1                    | t2         | t1                    | t2         |
| Mittelwert (SD) | 25,2 (1,7)            | 25,4 (1,6) | 25,8 (1,9)            | 25,9 (1,7) |
| T-Test          | n.s.                  |            | n.s.                  |            |

Tabelle 14: Interkanine Distanz im Unterkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

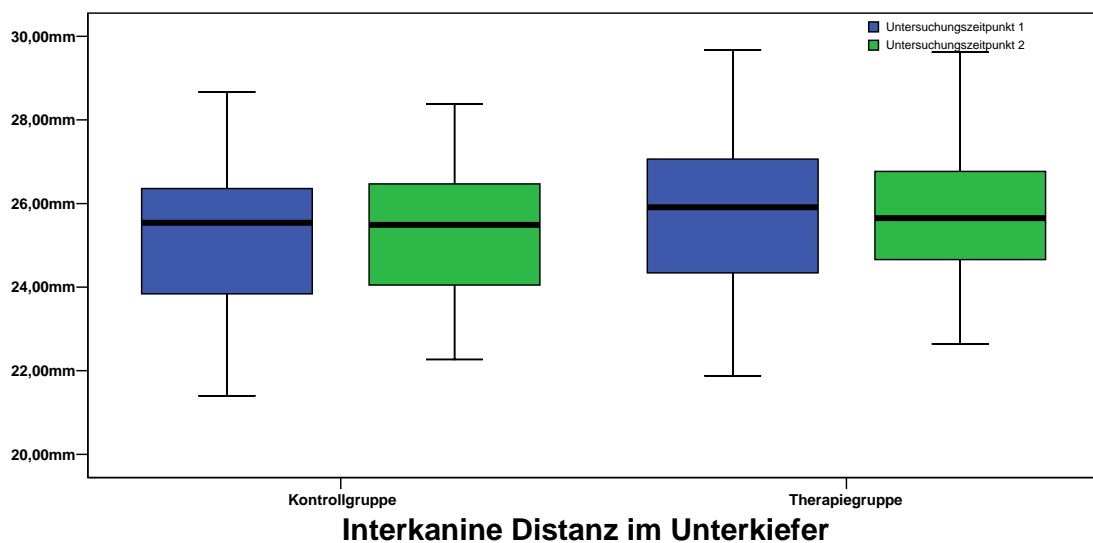


Abbildung 61: Interkanine Distanz im Unterkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

### 4.2.2 Vordere Zahnbogenbreite

Die vordere Zahnbogenbreite im Unterkiefer vergrößerte sich in der Kontroll- und Therapiegruppe zwischen den Zeitpunkten t1 und t2 statistisch nicht signifikant ( $p > 0,05$ ).

| Gruppe          | Kontrollgruppe (n=35) |            | Therapiegruppe (n=31) |            |
|-----------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|
|                 | t1                    | t2         | t1                    | t2         |
| Mittelwert (SD) | 33,4 (1,6)            | 33,6 (1,9) | 33,8 (1,8)            | 34,2 (1,6) |
| T-Test          | n.s.                  |            | n.s.                  |            |

Tabelle 15: Vordere Zahnbogenbreite im Unterkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

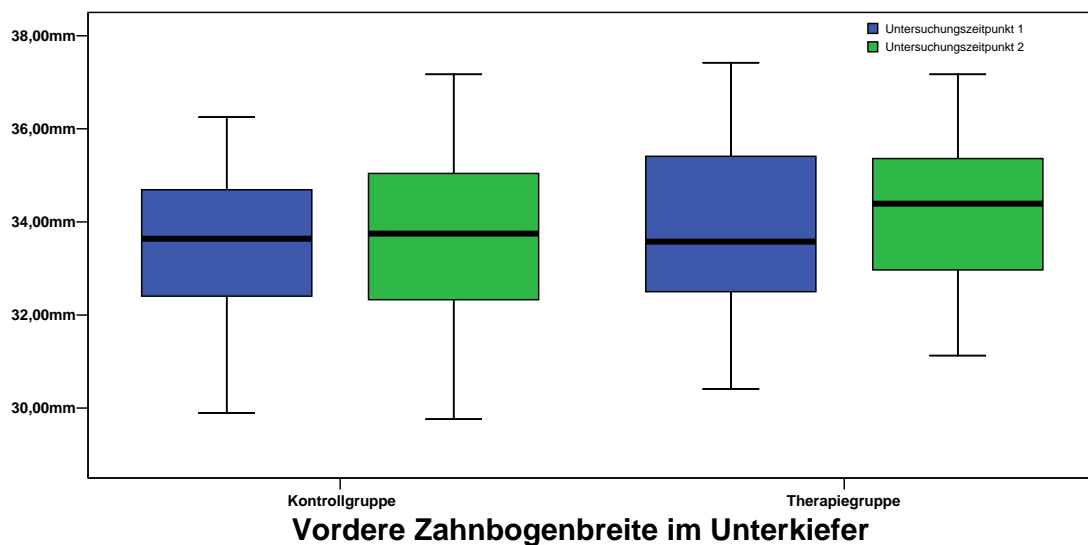


Abbildung 62: Vordere Zahnbogenbreite im Unterkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

### 4.2.3 Mittlere Zahnbogenbreite

Die Zahnbogenbreite des Unterkiefers vergrößerte sich in der Kontroll- und Therapiegruppe zwischen t1 und t2. Es konnten weder für die Kontroll- noch für die Therapiegruppe statistisch signifikante Unterschiede festgestellt werden ( $p > 0,05$ ).

| Gruppe          | Kontrollgruppe (n=35) |            | Therapiegruppe (n=31) |            |
|-----------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|
|                 | t1                    | t2         | t1                    | t2         |
| Mittelwert (SD) | 41,3 (2,4)            | 41,4 (2,0) | 41,6 (2,0)            | 41,8 (1,9) |
| T-Test          | n.s.                  |            | n.s.                  |            |

Tabelle 16: Mittlere Zahnbogenbreite im Unterkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

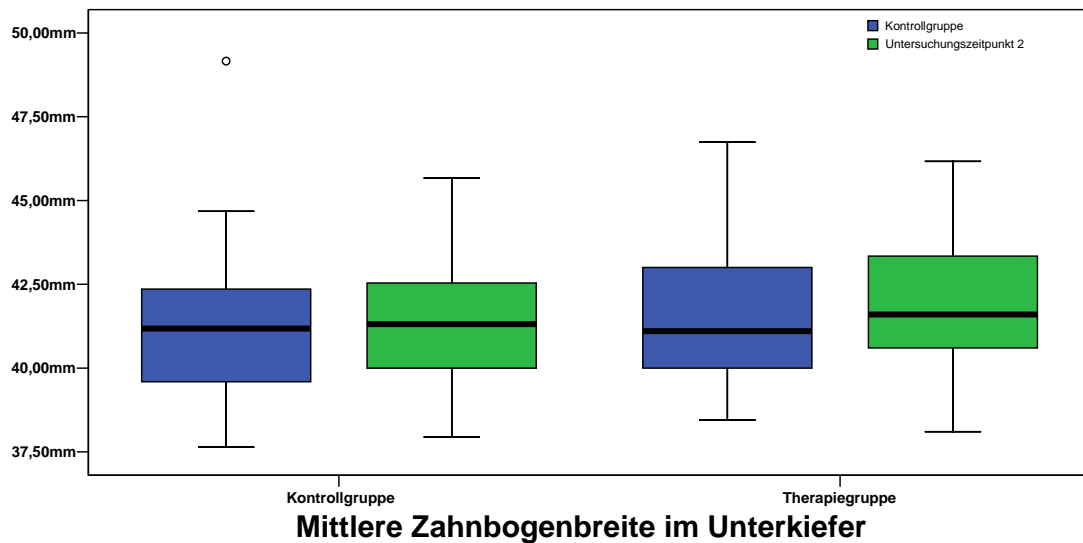


Abbildung 63: Mittlere Zahnbogenbreite im Unterkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

#### 4.2.4 Hintere Zahnbogenbreite

Die hintere Zahnbogenbreite im Unterkiefer vergrößerte sich zwischen den Zeitpunkten t1 und t2. Die Vergrößerung in der Kontrollgruppe war hoch signifikant ( $p < 0,01$ ), in der Therapiegruppe konnte diese Änderung als statistisch nicht signifikant ( $p > 0,05$ ) evaluiert werden.

| Gruppe                 | Kontrollgruppe (n=35) |             | Therapiegruppe (n=31) |             |
|------------------------|-----------------------|-------------|-----------------------|-------------|
| Untersuchungszeitpunkt | t1 (n = 23)           | t2 (n = 24) | t1 (n = 23)           | t2 (n = 24) |
| Mittelwert (SD)        | 47,2 (2,5)            | 47,7 (2,6)  | 48,1 (2,0)            | 48,6 (1,7)  |
| T-Test                 | n.s.                  |             | n.s.                  |             |

Tabelle 17: Hintere Zahnbogenbreite im Unterkiefer Mittelwert, SD und T-Test.

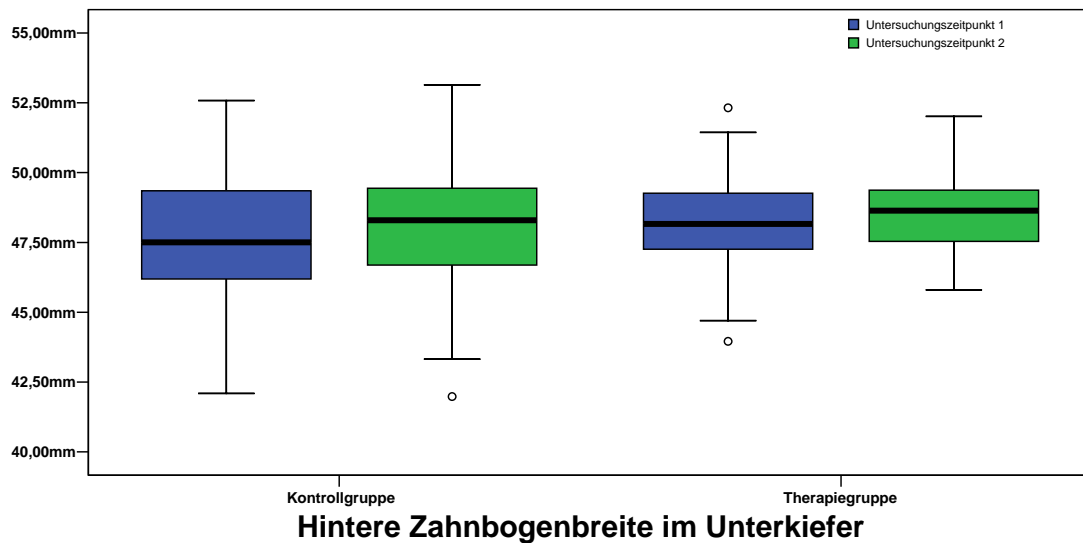


Abbildung 64: Hintere Zahnbogenbreite im Unterkiefer Mittelwert, SD und T-Test.



### 4.3 Bisslage

#### 4.3.1 Mittellinienverschiebung

Die Verschiebung der Mitten zwischen den mittleren Inzisivi im Ober- und Unterkiefer wies in der Kontrollgruppe eine leichte Vergrößerung zwischen t1 und t2 auf. Diese war als statistisch nicht signifikant ( $p > 0,05$ ) zu verifizieren. Demgegenüber wurde in der Therapiegruppe eine deutliche Reduktion der Mittellinienverschiebung festgestellt. Diese ergab eine statistisch höchst signifikante Veränderung ( $p < 0,001$ ).

| Gruppe          | Kontrollgruppe (n=35) |           | Therapiegruppe (n=31) |           |
|-----------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------|
|                 | t1                    | t2        | t1                    | t2        |
| Mittelwert (SD) | 1,9 (1,2)             | 2,1 (1,3) | 2,1 (1,3)             | 0,5 (0,5) |
| T-Test          | 0,25                  |           | 0,000***              |           |

Tabelle 18: Mittellinienverschiebung Mittelwert, SD und T-Test.

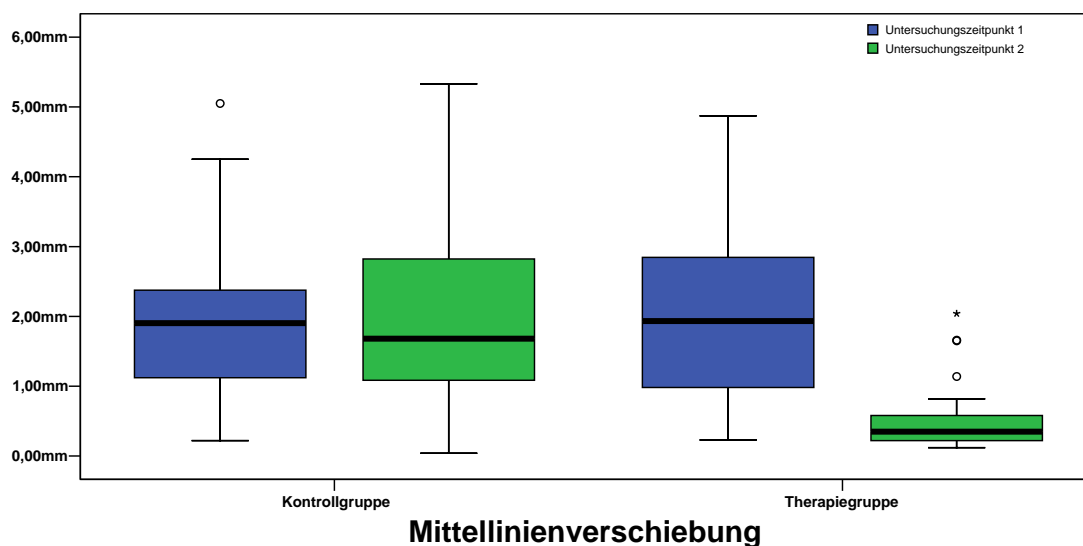


Abbildung 65: Mittellinienverschiebung Mittelwert, SD und T-Test.

### 4.3.2 Overbite

Das Overbite vergrößerte sich zwischen den beiden Untersuchungszeitpunkten t1 und t2 sowohl in der Kontroll- als auch in der Therapiegruppe. Die Vertiefung des vertikalen Überbisses war in der Therapiegruppe jedoch deutlich ausgeprägter und diese Veränderung konnte statistisch mit höchst signifikant ( $p < 0,001$ ) beschrieben werden.

| Gruppe          | Kontrollgruppe (n=35) |           | Therapiegruppe (n=31) |           |
|-----------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------|
|                 | t1                    | t2        | t1                    | t2        |
| Mittelwert (SD) | 0,7 (1,9)             | 1,0 (1,8) | 0,3 (2,4)             | 1,8 (2,1) |
| T-Test          | 0,096                 |           | 0,000***              |           |

Tabelle 19: Overbite Mittelwert, SD und T-Test.

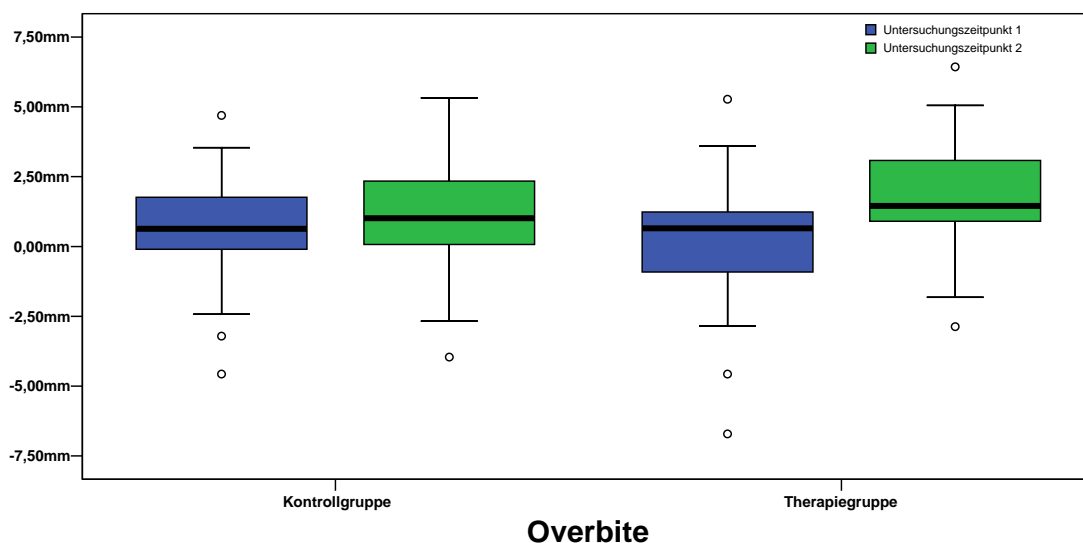


Abbildung 66: Overbite Mittelwert, SD und T-Test.

### 4.3.3 Overjet

Bei den Patienten der Kontrollgruppe wurde eine geringfügige, statistisch nicht signifikante ( $p > 0,01$ ) Vergrößerung der sagittalen Frontzahnstufe ermittelt. Auch in der Therapiegruppe veränderte sich das Overjet: Es erfolgte eine geringfügige Verkleinerung dieses Wertes, die statistisch als nicht signifikant ( $p > 0,01$ ) beurteilt werden konnte.

| Gruppe          | Kontrollgruppe (n=35)     |                           | Therapiegruppe (n=31)     |                           |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                 | Untersuchungszeitpunkt t1 | Untersuchungszeitpunkt t2 | Untersuchungszeitpunkt t1 | Untersuchungszeitpunkt t2 |
| Mittelwert (SD) | 3,2 (2,0)                 | 3,4 (2,4)                 | 3,6 (1,5)                 | 3,3 (1,2)                 |
| T-Test          | 0,283                     |                           | 0,305                     |                           |

Tabelle 20: Overjet Mittelwert, SD und T-Test.

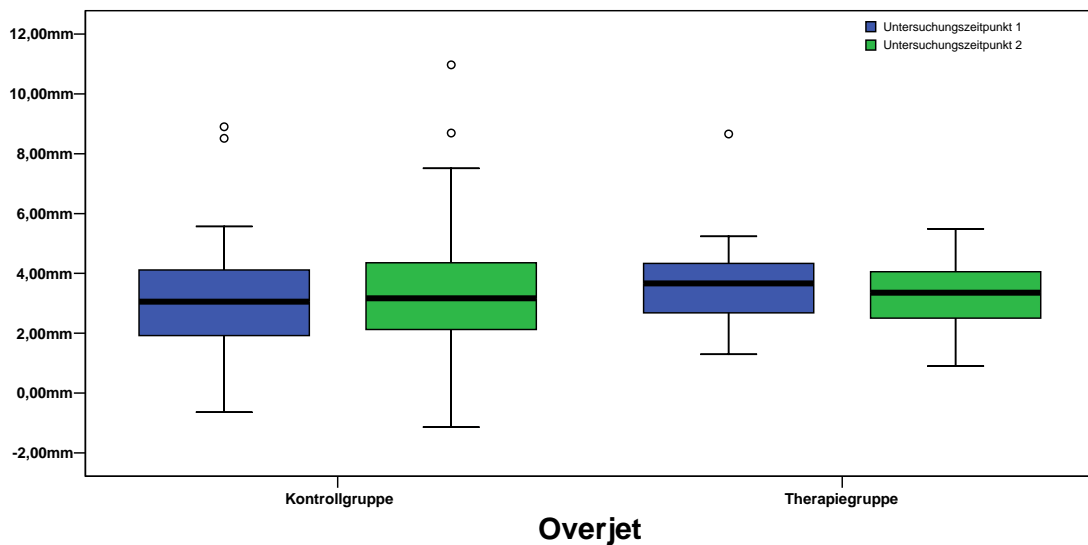


Abbildung 67: Overjet Mittelwert, SD und T-Test.

## 5 Diskussion

Patienten, die im Kindesalter einen unilateralen posterioren Kreuzbiss aufweisen, stellen ein spezielles Kollektiv mit funktioneller Unterkieferdeviation dar. Wie bereits in Kapitel 2.2.2 beschrieben, ist die Gaumennahterweiterung seit dem 18. Jahrhundert eine erfolgreiche Möglichkeit schnell und effektiv die transversale Enge des Oberkiefers zu therapieren [75, 89].

Im Rahmen dieser randomisierten klinischen Studie bei Kindern zur Therapie des unilateralen posterioren Kreuzbisses mittels einer Gaumennahterweiterung hat sich herausgestellt, dass eine frühzeitige Therapie von großer Effizienz gekennzeichnet ist. Dieses kann in dieser Arbeit, anhand eines Vergleiches von Kontroll- und Therapiegruppe, sehr gut dargestellt werden.

### 5.1 Methode

Für die randomisierte klinische Studie wurden die Modelle der 66 Patienten an zwei verschiedenen Untersuchungszeitpunkten gegenübergestellt. Die Grundlage der Modellanalyse ist, dass Referenzpunkte festgelegt werden, die stellvertretend für bestimmte anatomische Strukturen stehen. Eine genauere Beschreibung der Modellanalyseparameter ging bereits aus Kapitel 3.6. hervor.

Zur Diskussion werden die Studien von Geran et al. und Mc Namara et al. mit dieser Arbeit verglichen [22, 43].

Die Vergleichbarkeit ist jedoch durch die gravierenden Unterschiede in der therapeutischen Abfolge nur zum Teil möglich. Da in der Therapiegruppe die kieferorthopädische Behandlung in beiden Arbeiten durch ein anderes Konzept erfolgte. Diese beiden Arbeiten kombinieren die Gaumennahterweiterung mit einer anschließenden Multibrackettherapie. Geran et al. verwendete zur Gaumennahterweiterung eine zementierte Apparatur und Mc Namara et al. verwendete einen modifizierten Haas-Expander [22, 43].

Des Weiteren haben die Arbeiten unterschiedliche Untersuchungszeiträume. Die ersten und zweiten Untersuchungszeitpunkte weichen voneinander zu den beiden Studien von Mc Namara et al. und Geran et al. ab. Mc Namara et al. gibt

eine Zeitspanne von ca. 2 Jahren und Geran et al. gibt ca. 5 Jahre nach Behandlungsbeginn an [22, 43]. Zudem ist das Durchschnittsalter der Patienten um ca. 4 Jahre höher und ermöglicht daher keine Vergleichbarkeit und keine Aussage zur relevanten Frühbehandlung der Daten [22].

## 5.2 Oberkiefer

Die Werte der transversalen Breite des Oberkiefers haben sich in dieser Arbeit in der Therapiegruppe zwischen dem ersten und zweiten Untersuchungszeitpunkt regelmäßig statistisch höchst signifikant vergrößert.

In der Kontrollgruppe hingegen ist das nicht der Fall, was den therapeutischen Effekt der Frühbehandlung bestätigt.

Das durchschnittliche Alter der Patienten betrug zum ersten Untersuchungszeitpunkt 7,4 Jahre und zum zweiten Untersuchungszeitpunkt 8,5 Jahre. Das belegt, dass sich die Patienten etwa mittig im physiologischen Wachstum befanden.

Im Laufe der Entwicklung verlängert sich der Alveolarkamm der Maxilla nach posterior. Gleichzeitig erfolgt eine appositionelle Knochenanlagerung im Tuberbereich. Das bedeutet eine Verlagerung der gesamten Maxilla in der Sagittalen nach anterior. Der Oberkiefer unterliegt dabei einer primären Translation, d.h. einer nach ventral gerichteten Verschiebung.

In der Vertikalen wird die Maxilla durch Knochenresorption an der nasalen Fläche und durch Apposition an der oralen Fläche nach kaudal verlagert [34, 38].

Das belegt, dass die Maxilla ein kaudo-ventrales Wachstumsmuster aufweist.

Die statistisch hoch signifikanten Werte in der Kontrollgruppe finden sich in der interkaninen Distanz, in der vorderen Zahnbogenbreite und in der mittleren palatinalen Zahnbogenlänge.

Infolgedessen, dass die Maxilla ein ventrales Wachstum zeigt, kann man die Werte der interkaninen Distanz, welche eine Größenzunahme von durchschnittlich 1 mm aufweist und der vorderen Zahnbogenbreite, die eine Zunahme von 0,5 mm aufzeigt, durch das physiologische Wachstum erklären.

Die Größenzunahme der mittleren palatinalen Zahnbogenlänge alleine, ohne die vordere- und hintere Zahnbogenlänge, ist schwer zu interpretieren.

Eine mögliche Auslegung wäre, dass es durch die beginnende Resorption der Milchmolaren zu minimalen Rotationen oder Kippungen der Milchmolaren kommen kann und es dadurch zu einer Vergrößerung der alleinigen mittleren palatinalen Zahnbogenlänge kommt.

Alle weiteren Werte in der Kontrollgruppe waren nicht signifikant.

In der Therapiegruppe wiesen im Zwischenraum des ersten und zweiten Untersuchungszeitpunktes der sagittalen und transversalen Ebene die interkanine Distanz, die vordere Zahnbogenbreite, die mittlere Zahnbogenbreite, die hintere Zahnbogenbreite, die Zahnbogeninklination, die vordere palatinale Zahnbogenlänge, die mittlere palatinale Zahnbogenlänge und die hintere palatinale Zahnbogenlänge statistisch höchst signifikante Vergrößerungen von 3 mm bis 5 mm auf.

Die determinierte interkanine Distanz von 3,6 mm des Oberkiefers aus dieser Arbeit kann mit den Werten der interkaninen Distanz von Geran et al. und Mc Namara et al. verglichen werden. Die Ergebnisse von Geran et al. belegen eine transversale Erweiterung im Bereich der Eckzähne von 4 mm. Mc Namara et al. stellte eine transversale Erweiterung der interkaninen Distanz von 3,9 mm fest. Sowohl die in dieser Arbeit ermittelte durchschnittliche Zunahme der vorderen Zahnbogenbreite von 4,1 mm, als auch die Werte von Geran et al. mit 5,3 mm und Mc Namara et al. mit 4,9 mm sind hoch signifikant.

Bei der mittleren Zahnbogenbreite fand Geran et al. eine Vergrößerung von 5,3 mm heraus. Die hier festgestellten Werte von 4,9 mm sind deckungsgleich mit den Erkenntnissen von Mc Namara et al..

In der hinteren Zahnbogenbreite kann eine Größenzunahme von 5,1 mm dieser Arbeit entnommen werden. Bei Geran et al. lag die Zunahme bei 4,3 mm und bei Mc Namara et al. bei 4,4 mm.

Die vordere palatinale Zahnbogenlänge beträgt in dieser Arbeit 3,1 mm, in der Studie von Geran et al. 2,8 mm und bei Mc Namara et al. 4 mm.

Mc Namara et al. fand zudem eine Größenzunahme von 4,8 mm in der mittleren Zahnbogenlänge heraus. Geran et al. diagnostizierten 4,6 mm. Die vorliegende Studie kommt auf einen Wert von 3,9 mm.

Die hintere palatinale Zahnbogenlänge dieser Arbeit liegt bei 4,6 mm, bei Mc Namara et al. bei 3,8 mm und Geran et al. 3,4 mm.

Des Weiteren verglichen beide Autoren die Zahnbogeninklination und die Gaumentiefe am ersten Molaren.

Die Inklination des Oberkiefers lag bei Geran et al. bei 6,2 mm, bei Mc Namara et al. bei 4,8 mm. Bei der vorliegenden Studie stellte sich ein Wert in Höhe von 5,2 mm heraus.

Lediglich die Zahnbogenlänge und die Gaumentiefe am zweiten Milchmolaren lieferten keine statistisch signifikanten Werte [22, 43].

Eine Ausnahme stellt die Gaumentiefe des ersten Molaren dar. Dieser Wert zeigt als Einziger eine Verkleinerung zwischen dem ersten und zweiten Untersuchungszeitpunkt auf. Bei Geran et al. lag der Wert bei -2,5 mm, diese Studie stellte einen Wert von -0,9 mm fest. Mc Namara et al. kam auf eine Zunahme des Wertes in Höhe von 0,2 mm [22, 43].

Eine mögliche Erklärung dafür wäre, dass durch eine transversale Stauchung der paarigen Processi palatini, z.B. durch einen unilateralen posterioren Kreuzbiss, eine Erhöhung dieser mit einhergehen könnte. Wird diese transversale Enge durch eine Gaumennahterweiterung vergrößert, hebt sich die Stauchung auf und die Gaumensegel können sich wieder harmonisch eingliedern. Dieses kann eine mögliche Erklärung der Abflachung der posttherapeutischen Werte der Gaumentiefe von 0,9 mm in der Region des ersten Milchmolaren liefern.

Folglich zeigt sich eine deutliche Zunahme der gesamten apikalen Basis des Oberkiefers nach Therapie mittels einer Gaumennahterweiterung.

### **5.3 Unterkiefer**

Der Unterkiefer wurde im Bezug auf die interkanine Distanz, die vordere Zahnbogenbreite, die mittlere Zahnbogenbreite und die hintere Zahnbogenbreite in der Kontroll- und Therapiegruppe untersucht. In beiden Gruppen sind zwar mi-

nimale Vergrößerungen gemessen worden, jedoch sind die aus der Untersuchung hervorgegangenen Messwerte statistisch nicht signifikant.

Es ist fraglich, ob die leichte transversale Zunahme des Unterkiefers als Folge der Erweiterung des Oberkiefers anzusehen ist. Der Hauptanteil dieser geringen Breitenzunahme wird definitiv auf das physiologische Wachstum des Patienten zurückzuführen sein [38].

Grundsätzlich kann man aber sagen, dass der Unterkiefer marginal an transversaler Breite zunimmt.

Mc Namara et al. und Geran et al. fanden im Gegensatz zu dieser Arbeit hoch signifikante Werte im Unterkiefer heraus. In beiden Studien hatte der Unterkiefer assoziiert zum Oberkiefer an Größe zugenommen.

Wegen der Instabilität der intercaninen Distanz im Unterkiefer ist eine Breitenzunahme nicht indiziert.

### **5.4 Bisslage**

Die Bisslage wurde hinsichtlich ihrer Mittellinienverschiebung, des Overbite und des Overjet genauer betrachtet.

Die Kontrollgruppe weist keine statistisch signifikanten Werte auf. Im Gegensatz zur Kontrollgruppe sind in der Therapiegruppe zwei statistisch höchst signifikante Messwerte zu finden.

Der Wert der Mittellinienverschiebung, der am ersten Untersuchungszeitpunkt im Durchschnitt 2,1 mm vorwies, hatte sich nach der Therapie statistisch höchst signifikant von 2,1 mm auf 0,5 mm verkleinert. Auch Kenwoethy und Sheats kamen zu dem Ergebnis, dass sich die Mitten durch eine Gaumennahterweiterung einstellen [56].

Das ist darauf zurückzuführen, dass im Oberkiefer die gesamte apikale Basis durch die Gaumennahterweiterung transversal erweitert wurde.

Die apikalen Basen von Ober- und Unterkiefer passen wieder zueinander. Es kommt zu dem so genannten bucco-lingualen Überhang und Ober- und Unterkiefer können ineinander greifen. Dadurch kommt es zur Aufhebung der funktionellen Asymmetrie und zur Übereinstimmung der beiden Mitten von Ober- und Unterkiefer.



Der zweite statistisch höchst signifikante Wert ist der Overbite.

Nach der Überstellung des unilateral posterioren Kreuzbisses liegt im eu-gnathen Gebiss ein harmonischer physiologischer bukko-lingualer Überhang des Oberkiefers vor. Dadurch kommt es zu einer Bissvertiefung. Das belegen auch die Werte der Studie. Vor dem ersten Untersuchungszeitpunkt 0,3 mm, nach dem zweiten Untersuchungszeitpunkt 1,8 mm im Durchschnitt.

Entsprechend der Untersuchungsergebnisse zeigt sich, dass die Therapie eines unilateral posterioren Kreuzbisses mittels einer Gaumennahterweiterung zu einer statistisch höchst signifikanten transversalen Verbreiterung des Oberkiefers führt. Des Weiteren resultiert eine exakte Mittellinieneinstellung und eine physiologische Einstellung des Overbite.

Im Rahmen dieser Studie hat sich herausgestellt, dass eine frühzeitige Therapie des unilateralen Kreuzbisses mittels einer Gaumennahterweiterungsapparatur im frühen Kindesalter von großer Effizienz ist.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sowohl die vorliegende Studie, als auch die Studien von Mc Namara et al. und Geran et al. eine deutliche transversale Größenzunahme der apikalen Basis des Oberkiefers bestätigen. Darüber hinaus ist von Mc Namara et al. und Geran et al. die Stabilität der transversalen Verbreiterung des Oberkiefers im Rahmen des längeren Untersuchungsintervalls bestätigt worden [22, 43].

## 6 Zusammenfassung

Im Rahmen einer randomisierten klinischen Studie wurde der unilateral posteriore Kreuzbiss untersucht. Die kieferorthopädische Abteilung der Universität Münster hat in enger Kooperation mit der kieferorthopädischen Praxis Dr. Dr. J.-G. Hoppe in Recklinghausen eine Gruppe von 82 Kindern im Alter von 3-12 Jahren, die diese Symptomatik aufwies, etabliert. Altersgemäßes Selektionskriterium war, dass die Prämolaren noch nicht durchgebrochen sein durften, das bedeutet, dass sich die Kinder im reinen Milchgebiss oder in der ersten Wechselgebissphase befanden. Diese 82 Patienten, sowohl weiblich als auch männlich, wurden in zwei Gruppen aufgeteilt. 16 Personen stiegen während der Studie aus unterschiedlichen Gründen aus.

Die Kontrollgruppe mit 35 Patienten, welche innerhalb eines Jahres in Abständen von 3 Monaten untersucht, jedoch keiner Therapie unterzogen wurde.

Die Therapiegruppe mit 31 Patienten, in der die Kinder direkt mittels einer Gaumennahterweiterungsapparatur, einer Kunststoffkappenschiene therapiert und anschließend einer funktionskieferorthopädischen Behandlung durch einen U-Bügelaktivator Typ I nach Karwetzký zur Stabilisierung der Mittellinienübereinstimmung und Retention der Gaumennahterweiterung unterzogen wurden.

Bei der Kontrollgruppe konnten keine ausgeprägten Veränderungen diagnostiziert werden. Wahrscheinlich sind die Veränderungen, die aufgetreten sind, zum Teil auf das normale Wachstum zurückzuführen. Nennenswert ist, dass sich die Zahnbogenlänge im Oberkiefer in der Kontrollgruppe im Gegensatz zur Therapiegruppe vergrößert hat. Darüber hinaus sind alle Werte der Gaumentiefe in der Kontrollgruppe deutlich größer als in der Therapiegruppe.

In der Therapiegruppe wurden signifikante Messwerte ermittelt. Fast alle Messwerte vergrößerten sich zum Positiven. Die Messwerte im Oberkiefer, wie die Interkanine Distanz, die Zahnbogenbreiten und die palatinalen Zahnbogenlängen, haben sich nach der Therapie signifikant vergrößert.

Besonders hervorzuheben ist die Mittellinienverschiebung. Sie ist in der Therapiegruppe zum zweiten Untersuchungszeitpunkt höchst signifikant kleiner geworden. Das bedeutet, dass die Mitte des Unterkiefers zum Oberkiefer durch die Therapie koordiniert wurde.

Diese randomisierte klinische Studie zeigt die Wichtigkeit der Therapie des unilateral posterioren Kreuzbisses als Symptom der funktionellen Asymmetrie im frühen Wechselgebiss. Schlussfolgernd kann man sagen, dass die Gaumenaherweiterung in kürzester Zeit zu einem höchst signifikanten Ergebnis führt.

## 7 Literaturverzeichnis

1. Abraham JE, Alexander SA (1997) Overview of anterior and posterior cross-bites in children. N Y State Dent J 63:36-38
2. Alcaniz M, Montserrat C, Grau V, Chinesta F, Ramon A, Albalat S (1998) An advanced system for the simulation and planning of orthodontic treatment. Med Image Anal 2:61-77
3. Ananza S, Cisneros GJ, Nieberg LG (1997) Comparison of Hyrax and bonded expansion appliances. Angle Orthod 67:15-22
4. Angel EH (1908) Behandlung der Okklusionsanomalien der Zähne. Deutsche Übersetzung von Grünberg J, redigiert von Oppenheim A, Meusser H, Berlin
5. Angell EC (1899) Classifications of malocclusion. Dental Cosmos 41:148-264:350-357
6. Angell EC (1860) The permanent or adult teeth. San Fran Med Press 1:83-145
7. Angell EC (1860) Treatment of irregularities of permanent or adult teeth. Dental Cosmos 1:540
8. Angle EH (1913) Die Okklusionsanomalien der Zähne. Verlag H. Meusser, Berlin
9. Angle EH (1900) Treatment of malocclusion of the teeth and fractures of the maxillae. Angle's system. S.S. White Dental Manufacturing Co., Philadelphia

10. Bay R In: Häupl K, Meyer W, Schuchard K (1955) Handbuch der Zahn-  
Mund- und Kieferheilkunde Bd.5. Urban & Schwarzenberg, München Berlin
11. Behlfelt K, Linder-Aronson S, Mc William J, Neander P, Laage-Hellmann J  
(1989) Dentition in children with enlarged tonsils compared to control chil-  
dren. Eur J Orthod 11:416-429
12. Behlfelt K (1990) Enlarged tonsils and effect of tonsillectomy. Characteristics  
of the dentition and facial skeleton. Posture of the head, hyoid bone and  
tongue. Mode of breathing. Swed Dent J Suppl 72:1-35
13. Bernklau K (1953) Neue Hilfsmittel in der kieferorthopädischen Befunderhe-  
bung. Fortschr Kieferorthop 14:55-62
14. Bertolini, Leutert; Rother et al. (1992) Systematische Anatomie des Men-  
schen. Ulstein Mosby, Berlin
15. Betts N, Vanarsdall RL, Barber HD, Higgings-Barber K, Fonseca RJ (1995)  
Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. Int J Adult Or-  
thod Orthognath Surg 10:75
16. Biedermann BC (1973) Rapid correction of class III malocclusion by mid-  
palatal expansion. Am J Orthod 63:47-55
17. Biedermann W (1968) An hygienic appliance for rapid expansion. J Pract  
Orthod 2:67-70
18. Bolton WA (1958) Disharmony in tooth size and its relation to the analysis  
and treatment of malocclusion. Angle Orthod 28:113-130

19. Bolton WA (1962) The clinical application of a tooth-size analysis. *Am J Orthod* 48:504-529
20. Brin I, Ben-Bassat Y, Blustein Y, Ehrlich J, Hochmann N, Marmary Y, Yaffe A (1996) Skelettal and functional effects of treatment for unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 109(2):173-9
21. Burston CJ (1998) Diagnosis and treatment of patients with asymmetries. *Seminars in Orthodontics* 4:153-164
22. Cameron CG, Franchi L, Baccetti T, Mc Namara JA Jr (2002) Long-term effects of rapid maxillary expansion: A posteroanterior cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentifacial Orthop* 121:129-135
23. Carabelli G (1844) *Systematisches Handbuch der Zahnheilkunde*. Wien
24. Ceylan I, Oktay H, Demirci M (1996) The effect of rapid maxillary expansion on conductive hearing loss. *Angle Orthod* 66:301-308
25. Chang JY, Mc Namara JA, Herberger T (1997) A longitudinal study of skeletal side effects induced by rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 112:330-337
26. Cistulli P (1996) Treatment of snoring and obstructive sleep apnoea by rapid maxillary expansion. *Aust NZ J Med* 428-429
27. Costalos PA, Sarraf K, Cangialosi TJ, Efstratiadis Evaluation of the accuracy of digital model analysis for the american board of orthodontics objective grading system for dental casts. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 128(5)624-629

28. Dausch-Neumann D (1970) Über den Kreuzbiss. Dtsch Zahn Mund Kieferheilk 54
29. Day AJW (1971) An investigation into the prevalence of molar crossbite and some associated aetiological conditions. Dent Practic 21:402-410
30. De Vis H, De Boever JA, Van Cauwenberghe P (1984) Epidemiologic survey of functional conditions of the masticatory system in Belgian children aged 3-6 years. Comm Dent Epidemiol 12:203-207
31. Derichsweiler H (1953) Die Gaumennahterweiterung. Fortschr Kieferorthop 14:5
32. Derichsweiler H (1956) Gaumennahterweiterung. Methode, Indikation und klinische Bedeutung. Carl Hanser Verlag, München
33. Diedrich P (2000) Kieferorthopädie I, Orofaciale Entwicklung und Diagnostik. Praxis der Zahnheilkunde. Urban und Fischer Verlag, München Jena
34. Diedrich P (2000) Kieferorthopädie II, Therapie. Praxis der Zahnheilkunde. Urban und Fischer Verlag, München Jena
35. Egermark-Eriksson I, Carlsson GE, Magunsson T, Thilander B (1990) A longitudinal study on malocclusion in relation to signs and symptoms of craniomandibular disorders in children and adolescents. Eur J Orthod 12:399-407
36. Ehmer U, Wegener A (1993) Zur Validität von Asymmetriegraden computergestützter Analysen der FRF. Fortschr Kieferorthop 3 54:134-142
37. Engermark-Eriksson I (1982) Malocclusion and some functional recordings of the masticatory system in Swedish schoolchildren. Swed Dent J 6:9-20

38. Enlow DH (1989) Handbuch des Gesichtswachstums. Quintessenz, Berlin  
Chicago London Sao Paulo Tokyo
39. Faber RD (1981) The differential diagnosis and treatment of crossbites. Dent  
Clin North Am 25:53-68
40. Fischer-Brandies H, Stahl A (1990) Kieferorthopädische Technik. Thieme,  
Stuttgart NewYork
41. Foster TD, Walpole Day AJ (1973) A survey of malocclusion and need for  
orthodontic treatment in a Shropshire school population. Brit J Orthod 1:73
42. Franke C (1957) Zur Entwicklung des seitlichen Kreuzbiss. Med.Diss, Greif-  
swald
43. Geran RG, McNamara JA Jr, Baccetti T, Franchi L, Shapiro LM (2006) A  
prospective long-term study on the effects of rapid maxillary expansion in  
the early mixed dentition. Am J Orthod Dentofacial Orthop 129:631-40
44. Goddard DL (1893) Separation of the superior maxilla at the symphysis.  
Dent Cos 33:880
45. Gysi A (1895) Die geometrische Konstruktion eines menschlichen oberen  
bleibenden normalen Gebisses mittlerer Größe. Schweiz Vjschr Zahnheilk  
5:1-18
46. Hannuksela A, Laurin A, Lehmus V, Kouri R (1988) Treatment of cross-bite  
in early mixed dentition. Proc Finn Dent Soc 84:175-82
47. Häupel K (1959) Kieferorthopädie. Berlinische Verlagsanstalt, Berlin



48. Heikinheimo K, Salmi K (1987) Need for orthodontic intervention in five-year-old Finnish children. Proc Finn Dent Soc 83:165-9
49. Herber C (1907) Die Konstruktion des normalen Kiefers. Z Zahnärztl Orthop 1:129-143
50. Herbst E (1910) Atlas und Grundriss der zahnärztlichen Orthopädie. Verlag JF Lehmann, München
51. Hesse KL, Artun J (1997) Changes in condylar position and occlusion associated with maxillary expansion for correction of functional unilateral cross-bite. Am J Orthod Dentofacial Orthop 111:4
52. Ho CT, Freer TJ (1999) A computerized too-wide analysis. J Clin Orthod 33:498-503
53. Hultcrantz E, Larson M, Hellquist R, Ahlquistl-Rastad J, Svanholm H, Jakobsson OP (1991) The influence of tonsillar obstruction and tonsillectomy on facial growth and dental arch morphology. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 22:125-134
54. Infante PF (1976) An epidemiologic study of finger habits in preschool children as related to malocclusion, socioeconomic status, race, sex, and size of community. J Dent Child 1:33-8
55. Izard G (1930) Lehrbuch Orthodontie
56. Kenworthy CR, Sheats RD (2001) A bonded functional Ramp to aid in asymmetric expansion of unilateral posterior crossbites. Am J Orthod Dentofac Orthop 3:119

57. Kerosuo H, Laine T, Nyysönen V, Honkala E (1991) Occlusal characteristics in groups of Tanzanian and Finnish urban schoolchildren. *Angle Orthod* 61:50-55
58. Kisling E, Krebs G (1976) Patterns of occlusion in 3-year-old Danish children. *Comm Dent Oral Epidemiol* 4:152-159
59. Klink-Heckmann U, Bredy E (1990) *Kieferorthopädie*. Johann Ambrosius Barth, Leipzig, Berlin
60. Köbnitz A (1913) Die Konstruktion des orthodontischen Normalbogens. *Z Zahnärztl Orthop* 7:13-21
61. Köbnitz A (1909) *Kursus der Orthodontie*. Nach J.A.W. van Loon. Verlag Berliner Zahnärztliche Poliklinik, Berlin
62. Köbnitz A (1909) Neue Gesichtspunkte zur diagnostischen Beurteilung unregelmäßiger Zahnbögen. *Z Zahnärztl Orthop* 3:266-278
63. Körbig T (1932) *Über die Entwicklung und Symptomatologie des Kreuzbiss*. Med Diss, Erlangen
64. Korkhaus G (1939) In: Partsch C, Bruhn C, Kantorowicz A. *Handbuch der Zahnheilkunde* Bd.4. Bergmann, München, 256-265, 542-555
65. Kuroda T, Motohashi N, Tominaga R, Iwata K (1996) Three-dimensional dental cast analyzing system using laser scanning. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 110:368-369

66. Kuroi J, Bergland L (1992) Longitudinal study and cost-benefit analysis of the effect of early treatment of posterior cross-bites in the primary dentition. Eur J Orthod 14:173-9
67. Kutin G, Hawes RR (1969) Posterior cross-bites in the deciduous and mixed dentitions. Am J Orthod 56:491-504
68. Lam PH, Sadowsky C, Omerza F (1999) Mandibular asymmetry and condylar position in children with unilateral posterior crossbite. Am J Orthod Dentofacial Orthop 115(5):569-575
69. Lexikon der Zahnmedizin (2000) Verlag Urban & Fischer, München, Jena
70. Lippold C (2004) Differenzierte Therapiekonzepte mit der Gaumennahterweiterung. Akademie für Fortbildung, Zahnärztekammer Westfalen-Lippe
71. Marcel TJ (2001) Three-dimensional on-screen virtual models. Am J Orthod Dentofacial Orthop 119:666-668
72. McNamara JA Jr, Turp JC (1997) Orthodontic treatment and temporomandibular disorders is there a relationship? Part I: Clinical studies. J Orofac Orthop 58:74-89
73. Melson B (1975) Palatal growth studied on human autopsy material. Am J Orthod 68:42
74. Memorix Zahnmedizin (1999) T Weber G Thieme Verlag Stuttgart, New York
75. Möller F (2002) Geschichte der Zahnmedizin. Weimar

76. Mommaerts MY (1999) Transpalatinal distraction as a method of maxillary expansion. *Br J Oral Maxillofac Surg* 37:268-272
77. Mongini F, Schmid W (1989) Schädel-, Kiefer- und Gelenkorthopädie. Quintessenz, Berlin
78. Motohashii N, Kuroda T (1999) A 3D computer-aided design system applied to diagnosis and treatment planning in orthodontics and orthognathic surgery. *Eur J Orthod* 21:263-274
79. Nerder PH, Bakke M, Solow B (1999) The functional shift of the mandible in unilateral posterior crossbite and the adaptation of the temporomandibular joints: a pilot studie. *Eur J Orthod* 21(2):155-166
80. Oulis CJ, Vadiakas GP, Ekonomides J, Dratsa J (1994) The effect of hypertrophic adenoids and tonsils of the development of posterior crossbite and oral habits. *J Clin Pediatr dent* 18:197-201
81. Peluso MJ, Josell SD, Levine SW, Lorei BJ (2004) Digital models an introduction. *Sem Orthod* 10:226-238
82. Petren S, Bondemark L, Soderfeldt B (2003) A systematic review concerning early orthodontic treatment of unilateral posterior crossbite. *Angel Orthod* 73(5):588-596
83. Pfaff W (1921) Lehrbuch der Orthodontie für Studierende und Zahnärzte. Leipzig
84. Pinto AS, Buschang PH, Throckmorton GS, Chen P (2001) Morphological and positional asymmetries of young children with functional unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 120(5):513-520

85. Pont A (1909) Der Zahn-Index in der Orthodontie. Z Zahnärztl Orthop 3:306-321
86. Praxis Dr. Dr. JG Hoppe. Dokumentation
87. Purcell PD (1984) The crossbite. J Mich Dent Assoc 66:69-73
88. Schlömer R (1984) Der Einfluss des Lutschens und des Beruhigungssaugers auf das Milchgebiss. Fortschr Kieferorthop 45:128-140
89. Schmuth GPF (1994) Kieferorthopädie. Thieme Verlag, Stuttgart, New York
90. Schmuth GPF (1987) Kreuzbiss – eine Analyse von 1600 Patienten. Zahn-Mund-Kieferheilkd-Zentralbl 75:148-153
91. Schopf P (2000) Curriculum Kieferorthopädie. Quintessenz Verlag, Berlin, Chicago, London, Rio de Janeiro, Tokio
92. Schroeder-Benseler (1911) Das Palatum durum und seine Beziehung zur Orthodontie. Z Zahnärztl Orthop 1:1
93. Schroeder-Benseler (1912) Einleitende anatomische Betrachtungen über Kieferdehnung. Z Zahnärztl Orthop 1:1
94. Schroeder-Benseler (1913) Die Mundatmung der Schulkinder und die orthopädische Behandlung derselben in der Schulzahnklinik. Zeitschrift für gesunde Jugend
95. Schwarz AM (1926) Kopfhaltung und Kiefer. Ztschr f Stomatol 5:669-744

96. Schwarz AM (1961) Lehrgang der Gebissregulierung. Urban & Schwarzenberg, Wien
97. Sobotta (2005) Urban & Fischer
98. Sohmura T, Kojima T, Wakabayashi K, Takahashi J (2000) Use of an ultra speed laser scanner for constructing three dimensional shapes of dentition and occlusion. J Prosthet Dent 84:345-352
99. Sonnesen L, Bakke M, Solow B (2001) Bite-force in pre-orthodontic children with unilateral crossbite. Eur J Orthod 23:6
100. Spolyar JL (1984) The design, fabrication, and use of a full coverage-bonded rapid maxillary expansion appliance. Am J Orthod 86:136-145
101. Taatz H (1976) Kieferorthopädische Prophylaxe und Frühbehandlung. Hanser, München, Wien
102. Thilander B, Lennartson B (2002) Eine Untersuchung über den behandelten und unbehandelten Kreuzbiss im Milchgebiss. J Orofac Orthop 63(5):371-83
103. Thilander B, Myrberg N (1973) The prevalence of malocclusion in Swedish schoolchildren. Scand J Dent Res 81(1):12-21
104. Thilander B, Rubio G, Pena L, de Mayorga C (2002) Prevalence of TMD and its association with malocclusion in children and adolescents: an epidemiologic study related to specified stages of dental development. Angel Orthod 72(2):146-154

105. Timms DJ (2000) Die Anfänge der forcierten Gaumennahterweiterung. IOK, 32
106. Timms DJ (1999) The drawn of rapid maxillary expansion. Angle Orthod 247-250
107. Tonn P (1937) Über die mesio-distalen Zahnbreiten-Relation der Zähne des Oberkiefers zu den entsprechenden des Unterkiefers bei normaler und anormaler Okklusion. Med Diss, Berlin
108. Toroglu MS, Uzel E, Kayalioglu M, Uzel I (2002) Asymmetric maxillary expansion (AMEX) appliance for treatment of the true unilateral posterior crossbite. Am J Orthod Dentofacial Orthop 122(2):164-173
109. Turp JC, Mc Namara JA Jr (1997) Orthodontic treatment and temporomandibulär disorders is there a relationship? Part II: Clinical studies. J Orofac Orthop 58(3):139-143
110. Universität Münster, Intranet, Lehre, GNE
111. Van der Linden FP (1984) Gesichtswachstum und faciale Orthopädie. Quintessenz, Berlin
112. Von Schnizer E (1975) Mitteilung
113. Wakabayashi K, Sohmura T, Takahashi J, Kojima T, Akao T, Nakamura T, Takashima F, Maruyama T (1997) Development of the computerized dental cast from analysing system three dimensional diagnosis of dental arch form and the investigation of measuring condition. Dent Mater J 16:180-190

114. Weise W (1964) Beitrag zur Gaumennahterweiterung. Zahnärztl Welt/Reform 65:750-758
115. Woodside DG, Linder-Aronson S, Lundstrom A, Mc William J (1991) Mandibular and Maxillary growth after changed mode of breathing. Am J Orthod Dentofac Orthop 100:1-17
116. [www.uni-leipzig.de/kfo/GNE/verz.htm](http://www.uni-leipzig.de/kfo/GNE/verz.htm)
117. Yamamoto K, Hayashi S, Nishikawa H, Nakamura S, Mikami T (1989) Measurements of dental cast profile and three dimensional tooth movement during orthodontic treatment. Trans Biomed Eng 1:38:360-365
118. Yamamoto K, Toshimitsu A, Mikami T, Hayashi S, Harada R, Nakamura S (1989) Optical measurement of dental cast profile and application to analysis of three dimensional tooth movement in orthodontics. Front Med Biol Eng 1:119-130
119. Zilbermann O, Huggare JA, Parikakis KA (2003) Evaluation of the validity of tooth size and arch width measurements using conventional and three dimensional virtual orthodontic models. Angel Orthod 73(3):301-306



## 8 Anhang

### 8.1 Tabellenverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Tabelle 1: Dysmorphologische Klassifikation transversale Dysgnathien .....                                  | 9  |
| Tabelle 2: Tabellarische Zusammenfassung der untersuchten Parameter. ....                                   | 48 |
| Tabelle 3: Interkanine Distanz im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test. ....                                | 58 |
| Tabelle 4: Vordere Zahnbogenbreite im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.                                 | 59 |
| Tabelle 5: Mittlere Zahnbogenbreite im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.                                | 60 |
| Tabelle 6: Hintere Zahnbogenbreite im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.                                 | 61 |
| Tabelle 7: Zahnbogenlänge im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.....                                      | 62 |
| Tabelle 8: Zahnbogeninklination im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.....                                | 63 |
| Tabelle 9: Vordere palatinale Zahnbogenlänge im Oberkiefer Mittelwert, SD und<br>T-Test.....                | 64 |
| Tabelle 10: Mittlere palatinale Zahnbogenlänge im Oberkiefer Mittelwert, SD<br>und T-Test.....              | 65 |
| Tabelle 11: Hintere palatinale Zahnbogenlänge im Oberkiefer Mittelwert, SD<br>und T-Test.....               | 66 |
| Tabelle 12: Gaumentiefe im Bereich der ersten Milchmolaren im Oberkiefer<br>Mittelwert, SD und T-Test.....  | 67 |
| Tabelle 13: Gaumentiefe im Bereich der zweiten Milchmolaren im Oberkiefer<br>Mittelwert, SD und T-Test..... | 68 |
| Tabelle 14: Interkanine Distanz im Unterkiefer Mittelwert, SD und T-Test. ....                              | 69 |
| Tabelle 15: Vordere Zahnbogenbreite im Unterkiefer Mittelwert, SD und T-Test.<br>.....                      | 70 |
| Tabelle 16: Mittlere Zahnbogenbreite im Unterkiefer Mittelwert, SD und T-Test.<br>.....                     | 71 |
| Tabelle 17: Hintere Zahnbogenbreite im Unterkiefer Mittelwert, SD und T-Test.<br>.....                      | 72 |
| Tabelle 18: Mittellinienverschiebung Mittelwert, SD und T-Test. ....  | 73 |
| Tabelle 19: Overbite Mittelwert, SD und T-Test.....   | 74 |
| Tabelle 20: Overjet Mittelwert, SD und T-Test.....  | 75 |

## 8.2 Abbildungsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Abbildung 1: Unilateral posteriorer Kreuzbiss, dessen Ursache in einer transversalen Unterentwicklung des Oberkiefers liegt. ....  | 10 |
| Abbildung 2: Unilateral posteriorer Kreuzbiss, dessen Ursache in einer transversalen Überentwicklung des Unterkiefers liegt.....   | 11 |
| Abbildung 3: Unilateral posteriorer Kreuzbiss, dessen Ursache in einer Palatinalkipfung der Oberkieferseitenzähne rechts liegt. ....   | 12 |
| Abbildung 4: Unilateral posteriorer Kreuzbiss, dessen Ursache in einer Bukkalkipfung der Unterkieferseitenzähne rechts liegt.....  | 13 |
| Abbildung 5: Unilateral posteriorer Kreuzbiss, dessen Ursache in Form einer lingualen Nonokklusion in einer Unterentwicklung der apikalen Basis im Oberkiefer liegt.....   | 14 |
| Abbildung 6: Unilateral posteriorer Kreuzbiss, dessen Ursache in Form einer lingualen Nonokklusion in einer Überentwicklung der apikalen Basis im Unterkiefer liegt. ....  | 15 |
| Abbildung 7: Dentoalveolär kompensierter unilateral posteriorer Kreuzbiss, dessen Ursache in einem skelettalen Fehler liegt, -in Form einer transversalen Unterentwicklung der apikalen Basis des Oberkiefers..... | 16 |
| Abbildung 8: Enface ernst .....  | 19 |
| Abbildung 9: Enface lachend.....   | 19 |
| Abbildung 10: Profil ernst .....   | 19 |
| Abbildung 11: Profil lachend.....  | 19 |
| Abbildung 12: Orthopantomogramm .....  | 20 |
| Abbildung 13: Fernröntgenseitenaufnahme .....  | 20 |
| Abbildung 14: Fernröntgenfrontalaufnahme .....   | 21 |
| Abbildung 15: Dentale Frontalaufnahme vor der Therapie .....   | 22 |
| Abbildung 16: Dentale Seitenaufnahme von .....   | 22 |
| Abbildung 17: Dentale Seitenaufnahme von .....   | 22 |
| Abbildung 18: Dentale Frontalaufnahme nach der Therapie .....  | 23 |
| Abbildung 19: Dentale Seitenaufnahme von .....   | 23 |

|   |    |
|---|----|
| Abbildung 20: Dentale Seitenaufnahme von .....  | 23 |
| Abbildung 21: Vor der Gaumennahterweiterung .....   | 24 |
| Abbildung 22: Nach der Gaumennahterweiterung.....   | 24 |
| Abbildung 23: Kunststoffkappenschiene .....   | 24 |
| Abbildung 26: Erste Gaumennahterweiterungsapparatur von 1728.....   | 28 |
| Abbildung 27: Gaumennahterweiterungsapparatur in Form einer<br>Hyraxschraube.....   | 30 |
| Abbildung 28: Gaumennahterweiterungsapparatur in Form einer<br>Kunststoffkappenschiene.....   | 31 |
| Abbildung 29: Gaumennahterweiterungsapparatur in Form eines<br>Transpalatinalen Distraktors.....  | 32 |
| Abbildung 30: Bild I .....  | 33 |
| Abbildung 31: Bild II .....   | 33 |
| Abbildung 32: Bild I .....  | 34 |
| Abbildung 33: Bild II .....   | 34 |
| Abbildung 34: Bild I .....  | 35 |
| Abbildung 35: Bild II .....   | 35 |
| Abbildung 36: Bild III .....  | 35 |
| Abbildung 37: Darstellung des durchschnittlichen Patientenalters zum<br>Untersuchungszeitpunkt 1 und zum Untersuchungszeitpunkt 2.....  | 40 |
| Abbildung 38: Studienablauf: Patientenanzahl, drop out, Patienteneinteilung in<br>Therapie- und Kontrollgruppe sowie zeitlicher Ablauf der Studie.....                                    | 43 |
| Abbildung 39: Ansicht Oberkiefer eines Digitalmodells .....   | 45 |
| Abbildung 40: Ansicht Unterkiefer eines Digitalmodells .....  | 46 |
| Abbildung 41: Ansicht von Overbite und Overjet eines Digitalmodells .....   | 46 |
| Abbildung 42: Festlegung der Okklusionsebene in einem Digitalmodell .....   | 47 |
| Abbildung 43: Oberkiefer in der Aufsicht: Die transversalen Messstrecken für<br>die Eckzahn-, Milchmolaren- und Molarenregion sind dargestellt. ....                                      | 49 |
| Abbildung 44: Schema: Oberkiefer in der Aufsicht: Die mediane<br>Zahnbogenlänge und Zahnbogeninklination zur Tuberebene sind<br>schematisch dargestellt. Die Darstellung zeigt eine frühe |    |

|   |    |
|---|----|
| Wechselgebissperiode mit permanenten mittleren Inzisivi und Sechsjahrmolaren. ....  | 50 |
| Abbildung 45: Oberkiefer in schräglateraler Aufsicht: Die Messung der Gaumenbogenlängen ist skizziert dargestellt. Die Darstellung zeigt eine frühe Wechselgebissperiode mit permanenten mittleren Inzisivi und Sechsjahrmolaren. ....        | 51 |
| Abbildung 46: Oberkiefer in schräglateraler Aufsicht. Die Messung der Gaumenbogentiefe ist skizziert dargestellt. Die Darstellung zeigt eine frühe Wechselgebissperiode mit permanenten mittleren Inzisivi und Sechsjahrmolaren. ....         | 52 |
| Abbildung 47: Unterkiefer in der Aufsicht. Die schematische Darstellung der Messung der Zahnbogenbreiten. Die Darstellung zeigt eine frühe Wechselgebissperiode mit permanenten mittleren Inzisivi und Sechsjahrmolaren. ....                 | 53 |
| Abbildung 48: Oberkiefer und Unterkiefermodell in der Frontalansicht. Die Mittenverschiebung ist schematisch dargestellt. Die Darstellung zeigt eine frühe Wechselgebissperiode mit permanenten mittleren Inzisivi und Sechsjahrmolaren. .... | 54 |
| Abbildung 49: Frühes Wechselgebiss in einem medianen Sagittalschnitt dargestellt. Der Overbite zur vertikalen Beschreibung der Frontzahnbeziehung und das Overjet zur Beschreibung der sagittalen Frontzahnrelation. ....                     | 55 |
| Abbildung 50: Interkanine Distanz im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test. ....   | 58 |
| Abbildung 51: Vordere Zahnbogenbreite im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test. ....   | 59 |
| Abbildung 52: Mittlere Zahnbogenbreite im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test. ....  | 60 |
| Abbildung 53: Hintere Zahnbogenbreite im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test. ....   | 61 |
| Abbildung 54: Zahnbogenlänge im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test. ....  | 62 |
| Abbildung 55: Zahnbogeninklination im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test. ....  | 63 |

|  |    |
|--|----|
| Abbildung 56: Vordere palatinale Zahnbogenlänge im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.....               | 64 |
| Abbildung 57: Mittlere palatinale Zahnbogenlänge im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.....              | 65 |
| Abbildung 58: Hintere palatinale Zahnbogenlänge im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.....               | 66 |
| Abbildung 59: Gaumentiefe im Bereich der ersten Milchmolaren im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test.....  | 67 |
| Abbildung 60: Gaumentiefe im Bereich der zweiten Milchmolaren im Oberkiefer Mittelwert, SD und T-Test..... | 68 |
| Abbildung 61: Interkanine Distanz im Unterkiefer Mittelwert, SD und T-Test. ..                             | 69 |
| Abbildung 62: Vordere Zahnbogenbreite im Unterkiefer Mittelwert, SD und T-Test. ....                       | 70 |
| Abbildung 63: Mittlere Zahnbogenbreite im Unterkiefer Mittelwert, SD und T-Test. ....                      | 71 |
| Abbildung 64: Hintere Zahnbogenbreite im Unterkiefer Mittelwert, SD und T-Test. ....                       | 72 |
| Abbildung 65: Mittellinienverschiebung Mittelwert, SD und T-Test.....                                      | 73 |
| Abbildung 66: Overbite Mittelwert, SD und T-Test. ....   | 74 |
| Abbildung 67: Overjet Mittelwert, SD und T-Test. ....  | 75 |

## 9 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Frau Prof. Dr. Ulrike Ehmer für die Zustellung des Themas, sowie die kompetente Unterstützung und Hilfe beim Erstellen dieser Dissertation.

Meinen lieben Eltern und OA Dr. Carsten Lippold möchte ich von ganzem Herzen danken. Sie haben mir in den drei Jahren der Studie immer tatkräftig und hilfsbereit zur Seite gestanden. Zudem waren Sie zu fast jeder Tages- und Nachtszeit für mich immer ansprechbar.

Dankbar bin ich auch für die hervorragende Zusammenarbeit mit der Praxis meines Vaters Dr. Dr. J.-G. Hoppe. Erst durch sie war es überhaupt möglich, eine so große Anzahl an Patienten zu bekommen, die diese Studie erst ermöglicht haben. Eine bessere Betreuung hätte ich mir nicht vorstellen können.

Bei Herrn OA Dr. Gholamreza Danesh, Herrn André Roitzsch, Frau Jutta Wohlgemuth und ZA Thomas Ziebura möchte ich mich für die Formatierungshilfe Korrektur und statistische Beratung bedanken.

Besonders danken möchte ich den namentlich nicht genannten Kindern und deren Eltern.

Vielen Dank an meinem geliebten Mann und meinem geliebten Sohn (8 Monate), die mich zu Hause entlastet, motiviert und regelmäßig aufgemuntert haben.

## 10 Lebenslauf

Name: Amelié Gloria Hoppe-Walter  
Geburtsname: Hoppe  
Wohnort: Reiterweg 4  
45657 Recklinghausen  
Geburtstag: 06.04.1977  
Geburtsort: Münster (Westf.)  
Familienstand: verheiratet  
Kinder: Vincent Leopold Walter  
Nationalität: deutsch  
Konfession: römisch-katholisch  
Eltern: Dr. med., Dr. med. dent. Johannes-Georg Hoppe  
Christine-Margit Hoppe; geb. Gersch  
Geschwister: Dr. med. Tanja Patricia Hoppe  
Schulbildung  
1983-1987 Besuch der Grundschule „Im Kohlkamp“ in Recklinghausen  
1987-1996 Besuch des Gymnasiums „Petrinum“ in Recklinghausen  
30.05.1996 Erwerb der allgemeinen Hochschulreife  
Studium  
1996 Immatrikulation für das Fach Zahnmedizin in der Universität  
Witten/Herdecke  
1997 Erwerb der naturwissenschaftlichen Vorprüfung  
1999 Erwerb der zahnmedizinischen Vorprüfung  
2002 Erwerb der zahnärztlichen Prüfung  
2002 Approbation als Zahnärztin  
Weiterbildungsstellen  
12.04.2002- Assistenzärztin (allgemeinzahnärztliches Jahr) bei  
30.04.2003 Dr. med. dent. Eberhard Helbig, in Marl.  
01.05.2003- Kieferorthopädische Weiterbildungsassistentin bei  
30.04.2004 Dr. Dr. Johannes-Georg Hoppe, in Recklinghausen.  
Seit Kieferorthopädische Weiterbildungsassistentin bei  
01.05.2004 Prof. Dr. Ulrike Ehmer, an der Westfälischen Wihelms Universi-  
tät, in Münster.