

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie  
der Ludwig-Maximilians-Universität  
Direktorin: Prof. Dr. Ingrid Rudzki-Janson

**Physiologische Veränderung der Molarenrelation und  
Platzverhältnisse während des Übergangs vom  
Wechselgebiss zum permanenten Gebiss**

Dissertation  
zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnheilkunde  
an der Medizinischen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von  
Annegret Gabriel  
aus  
Rodewisch/ Vogtland

2007

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. I. Rudzki-Janson

Mitberichterstatter: Priv. Doz. Dr. Dr. M. Folwaczny

Dekan: Prof. Dr. med. D. Reinhardt

Tag der mündlichen Prüfung: 07.03.2007

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Literaturübersicht .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1</b>	<b>Physiologische Veränderungen der Molarenrelation während der Herausbildung der permanenten Dentition .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2</b>	<b>Faktoren mit Einfluss auf die Molarenrelation .....</b>	<b>11</b>
<b>2.3</b>	<b>Die Rolle der Platzverhältnisse im oberen und unteren Zahnbogen.....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>Fragestellung .....</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>Material und Methode .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1</b>	<b>Material .....</b>	<b>18</b>
<b>4.2</b>	<b>Methode (Modellanalyse) .....</b>	<b>19</b>
4.2.1	Platzanalyse für jeden Quadrant .....	19
4.2.2	Okklusion der Molaren ( Variable „vermessene Okklusion“) .....	21
4.2.3	Konstruierte Variable „Korrigierte Okklusion“ .....	23
4.2.4	Vermessung der anderen dentalen Parameter.....	25
<b>4.3</b>	<b>Statistische Auswertung.....</b>	<b>26</b>
4.3.1	Auswertung der erhobenen Daten .....	26
4.3.2	Messfehler .....	27
<b>5</b>	<b>Ergebnisse.....</b>	<b>28</b>
<b>5.1</b>	<b>Molarenrelation (Variable „vermessene Okklusion“).....</b>	<b>28</b>
<b>5.2</b>	<b>Molarenrelation (Variable „Korrigierte Okklusion“) .....</b>	<b>31</b>
<b>5.3</b>	<b>Entwicklung der anderen dentalen Parameter während des Untersuchungszeitraumes.....</b>	<b>34</b>
5.3.1	Platzverhältnisse.....	34
5.3.2	Intercanine und Intermolare Distanz.....	35
5.3.3	Overjet und Overbite.....	35

5.4	Ergebnisse der Korrelationsanalyse .....	38
5.5	Ergebnisse der Regressionsanalyse .....	39
6	Diskussion.....	46
6.1	Veränderungen in der Molarenrelation.....	46
6.2	Variable „Korrigierte Okklusion“.....	48
6.3	Diskussion der Korrelations- und Regressionsanalyse .....	52
6.4	Klinische Relevanz der Variablen „Korrigierte Okklusion“ .....	53
6.5	Veränderung und Entwicklung der anderen untersuchten dentalen Parameter.....	54
7	Zusammenfassung und Schlussfolgerung .....	56
8	SUMMARY AND CONCLUSION .....	58
9	Quellenverzeichnis .....	60
10	Anhang.....	66
11	Curriculum vitae.....	71
12	Danksagung .....	73

# 1 Einleitung

Die Beurteilung der Okklusion im Seitenzahnbereich unter besonderer Berücksichtigung der ersten Molaren ist eines der wichtigsten Kriterien in der kieferorthopädischen Diagnostik, ebenso wie das Erreichen einer stabilen Verzahnung im Seitenzahnbereich ein zentrales Behandlungsziel darstellt. Die Etablierung der Okklusionsbeziehungen unter physiologischen Verhältnissen ist ein dynamischer Prozess innerhalb der normalen Gebissentwicklung. Zahlreiche Studien wurden durchgeführt, um Faktoren zu untersuchen, die die Entwicklung der Okklusionsbeziehung der Zahnreihen und die Veränderung der Relation der ersten Molaren vom Zeitpunkt des Zahndurchbruchs bis zum Erreichen der Position im permanenten Gebiss beeinflussen. Für den klinisch tätigen Kieferorthopäden ist es von großer Wichtigkeit, diese physiologischen Prozesse schon zu einem frühen Zeitpunkt in der Gebissentwicklung „vorherzusehen“ und abschätzen zu können, wie der tatsächliche Behandlungsbedarf des jeweiligen Patienten, die Chancen eventueller Selbstkorrekturen und die Komplexität der Verknüpfung von kieferorthopädischer Behandlung mit fortschreitender physiologischer Reife zu beurteilen sind.

Die sagittale Relation der distalen Approximalflächen der zweiten Milchmolaren ist von entscheidender Bedeutung für die sagittale Relation der permanenten ersten Molaren. Im Falle einer mesialen Stufe der Distalflächen der Milchmolaren ergibt sich für die permanenten Molaren unmittelbar die Möglichkeit, sich in eine Angle-Klasse I – Okklusion einzustellen. Bei dieser klassischen Einteilung der sagittalen Molarenokklusion nach Angle (1) besteht bei Klasse I eine neutrale, bei Klasse II eine distale und bei Klasse III eine mesiale Relation des unteren ersten Molaren zum oberen ersten Molaren, dessen Position von Angle als in sagittaler Richtung unveränderbar angenommen wurde.

Liegen die distalen approximalen Flächen der zweiten Milchmolaren auf einer Linie, auch als Postlaktalebene bezeichnet, treffen sich die eruptierenden Sechsjahrmolaren im singulären Antagonismus.

Eine signifikante distale Stufe der zweiten Milchmolaren dagegen führt zur Distalokklusion der permanenten ersten Molaren (Fröhlich, 22; Silver, 58).

Im Falle des Durchbruchs der Sechsjahrmolaren im singulären Antagonismus, einer Höcker- Höckerverzahnung, kann sich ebenfalls eine Neutralokklusion dieser Zähne herausbilden. Die Milcheckzähne und Milchmolaren eines jeden Quadranten beanspruchen einen grösseren Platz als deren permanenten Nachfolger. Diese Platzdifferenz, auch als „leeway space“ (Nance, 47) bekannt, beträgt durchschnittlich 1.3 mm im Oberkiefer und 2.4 mm im Unterkiefer (Moorrees, 46). Diese Platzreserve kann einerseits für den Eckzahn zur Verfügung stehen, welcher besonders im Oberkiefer im Verhältnis zu seinem Vorgänger erhöhten Platz fordert. Daneben wird nach dem Ausfall der zweiten Milchmolaren die Mesialwanderung der Sechsjahrmolaren möglich. Aufgrund der grösseren Platzreserve („leeway space“) im Unterkiefer, haben die unteren ersten permanenten Molaren die Möglichkeit zur stärkeren Mesialwanderung als die oberen ersten Molaren (Hotz, 28) und damit können sich ursprünglich in Höcker-Höcker-Verzahnung durchgebrochene Molaren in Neutralokklusion einstellen.

Baume (5) diskutierte die Bedeutung der Primatenlücken, die sich im Oberkiefer zwischen seitlichem Milchschnidezahn und Milcheckzahn, im Unterkiefer zwischen Milcheckzahn und erstem Milchmolar befinden. Diese Lücken stellen nach Baume die Platzreserven sowohl für die permanenten Eckzähne des Oberkiefers als auch für die Mesialwanderung der unteren permanenten ersten Molaren dar, die zur Neutralokklusion führen kann.

Im Zielinsky-Modus wird die Neutralokklusion der Molaren durch ein Vorgleiten des Unterkiefers erklärt, welches durch Lückenbildung im Oberkiefer mit simultaner Abrasion der Milchmolaren ermöglicht wird (Schopf, 55).

## **2 Literaturübersicht**

### **2.1 Physiologische Veränderungen der Molarenrelation während der Herausbildung der permanenten Dentition**

Die Herausbildung und Etablierung der Okklusionbeziehung zwischen den ersten Molaren wurden in verschiedenen Studien untersucht. Einige dieser Untersuchungen erstrecken sich nur über den Zeitraum des Übergangs vom Milchgebiss zum Wechselgebiss. So folgten zum Beispiel Bacetti u. a. (3) 25 unbehandelten Kindern mit im Milchgebiss bestehender Distalokklusion bis zum Eintreten der Wechselgebissphase. Alle okklusale Klasse II-Charakteristika blieben entweder bestehen oder erfuhren eine verstärkte Ausprägung beim Übergang zum Wechselgebiss.

In diesem Zusammenhang von größerem Interesse sind Untersuchungen, die sich über längere Beobachtungszeiträume erstrecken, dabei eingeschlossen die Etablierung der permanenten Dentition. Carlsen und Meredith (16) untersuchten eine Gruppe von 109 Kindern über einen Zeitraum vom bestehenden Milchgebiss bis fünf Jahre nach Durchbruch der ersten Molaren. In 19% der untersuchten okkludierenden Molaren erfolgte keine Relationsveränderung, während sich 8 % stärker in eine Klasse II – Richtung entwickelten. Die Mehrzahl der Fälle (73%) veränderte sich in Richtung Klasse I. Kinder mit Höcker-Höcker-Stellung der ersten Molaren zu Untersuchungsbeginn zeigten überwiegend eine definierte, wenn auch geringfügige, Veränderung der anteroposterioren Molarenrelation mit zunehmendem Alter, hauptsächlich in Richtung Klasse I.

Barrow und White (4) berichteten in einer longitudinalen Studie mit 51 Kindern von 5 bis 16 Jahren, dass 56 % der Fälle während der Beobachtungsperiode die gleiche Molarenrelation beibehielten, während 26 % der Fälle Veränderungen im Minimum von einer halben Prämolarenbreite aufzeigten.

Paulsen (49) untersuchte die sagittale Relation der Molaren an einem gemischten longitudinalen Untersuchungsgut von Probanden zwischen 4 und 20 Jahren. Die Ergebnisse zeigten, dass sich die Okklusionsbeziehung der Molaren mit zunehmendem Alter in mesialer Richtung verschob, bei gleichzeitig steigender Variabilität. Diese Verschiebung mesialen Charakters erschien besonders deutlich in zeitlicher Zuordnung zum Zeitraum der Pubertät und war im Durchschnitt bei Jungen doppelt so stark ausgeprägt wie bei Mädchen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung stehen im Einklang mit früheren Studien (Björk u. a., 12; Helm, 27).

Moorees u.a. (45) fanden in ihrem Untersuchungsgut (longitudinale Follow-up-Studie bis zu einem Alter von 16-18 Jahren) nur in wenigen Fällen eine Selbstkorrektur der Distalokklusion von Molaren und Eckzähnen, zusammenfallend mit der Beobachtung einer markanten Zunahme der mandibulären Zahnbogenlänge.

Heckmann (26) fand in einer longitudinalen Untersuchung mit 82 Fällen eine relative Stabilität von Klasse II- und Klasse III-Molarenrelationen während des Übergangs vom Milchgebiss zum permanenten Gebiss. Selbstkorrekturen wurden nur in Ausnahmefällen beobachtet.

Bishara u.a. (8) beschrieb die Veränderung der Molarenrelation während des Übergangs vom Milchgebiss bis zum permanenten Gebiss mit Hilfe eines Untersuchungsgutes von 121 Personen. Fälle, die im Milchgebiss eine distale Stufe der zweiten Milchmolaren aufweisen, setzen diese Klasse II-Entwicklung bis in die permanente Dentition fort. Eine primäre Höcker-Höcker-Verzahnung (singulärer Antagonismus) der zweiten Milchmolaren resultierte in 56 % der Fälle in einer Klasse I- und in 44 % in einer Klasse II-Beziehung der Molaren. Eine mesiale Stufe im Milchgebiss erhöht die Möglichkeiten der Herausbildung einer Klasse I-Relation und vermindert die Wahrscheinlichkeit der Etablierung einer Distalrelation der Molaren im permanenten Gebiss. Es konnte nur eine schwache Korrelation zwischen der Änderung der Okklusionsbeziehung der Molaren und der Änderung des „Wits

appraisals“ aufgezeigt werden, währenddessen zwischen den beiden oben genannten Variablen und der „leeway-space“-Differenz zwischen Ober- und Unterkiefer keine Korrelation nachgewiesen werden konnte. Die durchgeführte Regressionsanalyse zeigte, dass verschiedene dentoalveoläre und dentofaciale Parameter mit der Veränderung der Okklusionsbeziehung der Molaren assoziiert waren.

Arya, Savara und Thomas (2) hatten in ihrer Studie ein Untersuchungsgut von 118 Kindern über einem Zeitraum vom Milchgebiss bis zum permanenten Gebiss zur Verfügung und schlussfolgerten, dass die Relation der zweiten Milchmolaren die initiale Okklusionsbeziehung der ersten Molaren entscheidend zu beeinflussen scheint. In allen Fällen blieb die Relation der ersten Molaren (entweder primäre Distal- oder Mesialokklusion) stabil, während die persistierenden Milchzähne von ihren bleibenden Nachfolgern ersetzt wurden. In Fällen mit primärer Höcker-Höcker-Verzahnung der ersten Molaren entwickelte sich entweder eine Klasse I- (70%) oder eine Klasse II-Relation (30%).

Leighton und Feasby (37) untersuchten 35 Klasse I-Fälle um Faktoren zu finden, die mit Veränderungen in der Okklusionsbeziehung der ersten Molaren in Zusammenhang stehen. Zwei Phasen wurden dabei betrachtet: die Veränderungen vom Milch- zum Wechselgebiss und die Veränderungen vom Wechsel- zum permanenten Gebiss. In der ersten Phase zeigte sich eine generelle Tendenz zu einer weniger distalen Okklusionsbeziehung; in der zweiten Phase bewegte sich die Molarenrelation etwas in eine weniger distale Richtung, mit einer unerklärten Abweichung zu einer weniger distalen Relation auf der linken Seite als auf der rechten Seite. Die Veränderungen in der zweiten Periode waren mit der Differenz der Zahnbreiten in Ober- und Unterkiefer assoziiert.

Foster und Grundy (21) beurteilten okklusale Parameter in einer longitudinalen Studie mit 60 Personen vom Milchgebiss im Alter von 5 Jahren bis zur permanenten Gebissituation im Alter von 12 Jahren. Die Mehrzahl der Fälle (60%) zeigte keine Veränderung in der Molarenrelation. Von denjenigen Fällen mit einer Veränderung entwickelten sich 70% in Klasse II-

Richtung. Diese Veränderungen waren im Durchschnitt mit 2 mm relativ klein. Die Autoren erklären diesen unerwartet hohen Prozentsatz an Fällen mit Veränderung der Okklusion in Richtung Klasse II mit der Abwesenheit differentialen Wachstums, da die Probanden nur bis vor den Anfang des größten pubertären Wachstumsschubes untersucht wurden.

Legovic und Mady (36) untersuchten die Stabilität der normalen Okklusion während des Übergangs vom Milchgebiss (Alter von ca. 5 Jahren) zum permanenten Gebiss (ca. 13 Jahre). Zur Verfügung stand ihnen ein longitudinales Material von 128 Kindern mit normaler Okklusion (Klasse I) im Milchgebiss. Die meisten Probanden (62.5%) zeigten zum Zeitpunkt der zweiten Registrierung eine fortwährend bestehende Klasse I-Relation, 35.9% entwickelten eine Klasse II-Relation und 1.6% entwickelten eine Klasse III-Relation.

Ingelsson-Dahlstrom und Hagberg (29) verfolgten die Entwicklung der Okklusion longitudinal bei 30 Kindern mit Molaren in Klasse II-Relation. Der Untersuchungszeitraum spannte sich von 7 bis 14 Jahre. Die sagittale Beziehung zwischen den ersten Molaren zeigte keine signifikante Veränderung. Die individuelle Variationsbreite war beträchtlich hoch.

Feldmann, Lundström und Peck (20) untersuchten ein Material von 71 unbehandelten Kindern mit Klasse II/1, die als Erwachsene in einer follow up-Untersuchung erfasst wurden. Der Grad der Klasse II- Okklusionsbeziehung verbesserte sich von der ersten zur zweiten Registrierung. Die Autoren schlussfolgerten, dass die okklusalen Parameter einer Klasse II/1 nicht zu Altersveränderungen mit einer verstärkten sagittalen Abweichung führen und in einigen Fällen eine Verbesserung der Okklusion aufzeigen können.

Berg (6) beschrieb in einer vergleichenden Untersuchung ein Material von 30 Kindern mit normaler Okklusion und eine zweite Gruppe von 42 Kindern mit Distalokklusion im Alter von 6, 9 und 12 Jahren. Zu allen drei Untersuchungszeiten wurden statistisch signifikante Unterschiede zwischen der sagittalen Okklusion der beiden Gruppen gefunden. In der Gruppe mit normaler Okklusion entwickelte sich die Molarenrelation während des

untersuchten Zeitraumes durchschnittlich in mesialer Richtung. Die Molarenbeziehung in der Distalokklusionsgruppe zeigte eine verstärkte Distalrelation mit zunehmendem Alter.

Harris und Behrents (25) folgten 61 Fällen longitudinal vom Stadium junger Erwachsener bis zum Stadium älterer Erwachsener (ca. 20 bis 55 Jahre alt), um die Stabilität der sagittalen Molarenrelation zu beurteilen. Die Autoren fanden eine hohe Langzeitstabilität der Klasse I-Fälle (100% dieser Fälle verblieben in einer Klasse I-Relation). Im Gegensatz dazu entwickelten die Klasse II- Fälle eine signifikant größere Distalokklusion und die Klasse III-Fälle zeigten eine signifikant größere Mesialokklusion. Harris (24) stellte in einer weiteren Studie fest, dass die Molarenrelation während des oben genannten Zeitraumes (20-55 Jahre) scheinbar nicht von den subtilen Veränderungen in Zahnbogenlänge und -breite beeinflusst wird.

## **2.2 Faktoren mit Einfluss auf die Molarenrelation**

Die bisher erwähnten Studien beinhalten hauptsächlich die Beschreibung der Okklusionsentwicklung der ersten Molaren über unterschiedlich lange Zeiträume. Andere Untersuchungen versuchen Faktoren zu isolieren, die diese Entwicklungsveränderungen unterstützend beeinflussen.

Die Entwicklung des dentoalveolären Komplexes ist in hohem Maße von der kraniofacialen Entwicklung abhängig, wobei die sagittale Kieferrelation von besonderer Bedeutung ist (Björk, 12).

Keeling u. a. (33) diskutierte die Möglichkeit, dass Kombinationen verschiedener okklusaler Charakteristika mit spezifischen skelettalen Charakteristika bzw. Typen assoziiert sein können; eine Generalisierung dieses Konzepts konnte jedoch nicht bestätigt werden. Individuell, wie auch in Kombination, sind okklusale Parameter (wie zum Beispiel Molarenrelation,

Overjet, Overbite und Platzverhältnisse) nur schwach mit der kraniofacialen Morphologie assoziiert.

In Fällen mit initialer Höcker-Höckerverzahnung der ersten Molaren kann sich eine Klasse I- Relation durch passende Mesialwanderung der unteren Molaren entwickeln. Eine günstige Differenz zwischen „leeway space“ des Ober- und Unterkiefers wurde in diesem Zusammenhang in mehreren Arbeiten diskutiert (Arya u. a., 2; Carlsen und Meredith, 16; Moorees and Chadha, 44; Nance, 47).

Schwarze (56) untersuchte ein Material von 100 Fällen im Alter zwischen 8 und 15 Jahren und beobachtete einen kontinuierlichen Mesialdrift der ersten Molaren, abhängig vom jeweiligen Alter der untersuchten Person. Maximale Durchschnittswerte betreffend die Mesialwanderung der ersten Molaren wurden mit 0.5 bis 0.75 Millimeter pro Jahr in der Wechselgebissphase zwischen 8 und 12 Jahren gefunden.

Die Mesialwanderung der Molaren geschieht unabhängig von Betrag und Richtung des Wachstums des Gesichtsschädels, sowohl während der Etablierung des permanenten Gebisses, als auch in der intakten permanenten Dentition (Richardson, 50).

Watanabe u. a. (63) beurteilten longitudinale Zahnwanderungen und -bewegungen bei unbehandelten Kindern und Jugendlichen. Die Geschwindigkeit der mesialen Molarwanderung im Unterkiefer nahm zu bis zu einem Maximum im Alter von 11 Jahren und verringerte sich danach. Diese Veränderungen von Geschwindigkeit bzw. Betrag der Mesialwanderung scheinen auf den Verlust des zweiten Milchmolaren zurückzuführen zu sein, der normalerweise im Alter von 11 bis 12 Jahren erfolgt.

Seward (57) beschrieb die Möglichkeit, dass sich theoretisch eine Klasse II- Malokklusion aus einer primär normalen Okklusion entwickeln kann, indem die Prämolaren im Unterkiefer distal in den Platzüberschuss wandern, der durch den Ersatz der unteren Milchmolaren durch ihre kleineren permanenten Nachfolger entsteht.

Gemäss Van der Linden (62) hängt die anteroposteriore Relation der ersten Molaren von folgenden Faktoren ab:

- originale Position der ersten Molaren innerhalb der Kieferbasen
- sagittale Relation zwischen Maxilla und Mandibula
- mesiodistale Kronendiameter der oberen und unteren Milchmolaren

Sanin und Savara (54) diskutierten in ihrer Arbeit Faktoren, die zu einer exzellenten Okklusion beitragen. Den folgenden Parameter wurde entscheidende Bedeutung beigemessen:

- Größe der permanenten Zähne in Vergleich zu ihren Vorgängern im Milchgebiss
- Inklination der Zähne
- Durchbruchsreihenfolge der permanenten Zähne

Mitani (42) fand, dass eine korrekte mesiodistale und buccolinguale Inklination der Zähne im Ober- und Unterkiefer essentielle Faktoren für die Entstehung einer optimalen okklusalen Beziehung sind.

### **2.3 Die Rolle der Platzverhältnisse im oberen und unteren Zahnbogen**

De Baets (17) diskutierte die Rolle des ersten Molaren und dessen Okklusion ausführlich. Er entwickelte das Konzept der „Pseudo-Klasse I“; eine okklusale Situation, in der eine Mesiorotation des oberen ersten Molaren eine perfekte Klasse I- Verzahnung im Seitenzahnggebiet verhindert und zu frontalem Platzmangel im Unterkiefer als indirekte Kompensation für die mesiale Molarrotation führt. De Baets und Chiarini (18) argumentieren, dass die Klasse I- Verzahnung unter solchen Bedingungen eine milde dentale

Klasse II maskiert. Wird in einer „Pseudo-Klasse I“ ein passiver Lingualbogen eingesetzt, um die Mesialwanderung der unteren Molaren zu verhindern, verringert sich der frontale Platzmangel oder wird komplett beseitigt. Als Konsequenz ergibt sich eine Klasse II- Situation, die eine Behandlung zur Korrektur der Molarenokklusion zur Folge haben kann.

Sagittales Positionsverhalten erster Molaren kann nach Schwarze (56) erstens aktiv durch distal stehende Zähne (zeitiger Durchbruch der zweiten Molaren) und zweitens passiv durch zu zeitiges mesiales Platzangebot beeinflusst werden. Ein normaler Mesialschub der ersten Molaren von jährlich 0.5 bis 0.75 mm bei Patienten zwischen dem 8. und 13. Lebensjahr kann auf diese Weise erheblich, aber unkoordiniert, beschleunigt werden.

Auch in einer Studie von Johannsdottir u. a. (32) wurde gezeigt, dass die Platzverhältnisse in Ober- und Unterkiefer Einfluss auf die Okklusionsbeziehung der Molaren haben. Das Vorkommen von interdentalen Zwischenräumen in den Lateralsegmenten und die Möglichkeit, dass die ersten Molaren nicht in engen Kontakt zu den zweiten Milchmolaren durchbrechen, kann hier zu Fehldiagnosen der Bisslage führen, wenn ausschließlich die Molarenrelation als Referenz benutzt wird.

Verschiedene Autoren haben in diesem Zusammenhang die Wertigkeit und diagnostischen Nutzen der Angle- Klassifikation diskutiert. Rinchuse und Rinchuse (51) stellten fest, dass mangelnde diagnostische Zuverlässigkeit und Verwechslungen unvermeidbar sind, wenn in konkreten Fällen die Anwendbarkeit des Angle- Klassifizierungs- Systems nicht eindeutig ist. So zum Beispiel in Klasse II- Fällen mit impaktierten unteren zweiten Prämolaren. Hier besteht die Möglichkeit, dass sich die ersten Molaren infolge Mesialwanderung in eine Klasse I einstellen, während weiter anterior im Zahnbogen eine Klasse II- Relation bestehen bleibt. In solchen Situationen reflektiert die Beschreibung der Okklusionsbeziehung der ersten Molaren mit Hilfe des Angle- Klassen- Systems nicht die tatsächliche Beziehung zwischen oberem und unterem Zahnbogen.

Lombardini (39) beschrieb die Mechanismen der Differentialwanderung der ersten Molaren, die nach Verlust des zweiten Milchmolaren zu einer erwünschten Klasse I – Okklusion führen kann. Er zeigte, dass unter ungünstigen Umständen die Mesialwanderung der Molaren durch Kraftübertragung auf die mehr anterior gelegenen Regionen der Zahnbögen zu frontalem Platzmangel mit Engstand oder zu Durchbruchstörungen (Durchbruch außerhalb der Zahnreihe oder aber Retention im Kiefer) der letzten Zähne der jeweiligen Stützzone - im Oberkiefer der Eckzahn und im Unterkiefer der zweite Prämolare - führen kann.

Auch wenn in der Literatur der Zusammenhang zwischen der Okklusionsbeziehung der Molaren und den Platzverhältnissen in Ober- und Unterkiefer diskutiert wird, ist die Relation zwischen diesen und anderen okklusalen Parametern nur teilweise erklärbar. Die Ursachen für dentalen Platzmangel sind multifaktoriell, dabei spielen unter anderem Faktoren wie Zahnbreiten, Zahnbogenform und –länge, Oberjet und Overbite, das dentofaciale Wachstumspotential, Gesichtstyp, das Weichteilprofil, die Inklination der Frontzähne, Habits und funktionelle Einflüsse eine Rolle. Die Ausprägung und Änderung des Platzmangels ist gemäss den Studien nach Maj et al. (40) und Sampson und Richards (52) beim Übergang vom Wechsel- zum permanenten Gebiss nicht vorhersagbar.

Die vorliegende Literaturübersicht zeigt die generelle Übereinstimmung der Autoren, dass während der Gebissentwicklung Veränderungen der Okklusionsbeziehungen erfolgen. Die Schlussfolgerungen der diskutierten Studien weisen Abweichungen auf, die auf Unterschiede im Studiendesign und die verschiedenen untersuchten Altersgruppen zurückzuführen sind.

Die meisten Ergebnisse ermöglichen den Schluss, dass die Molarenrelation von verschiedenen Faktoren abhängig ist und die Mehrzahl der Autoren stellt die Größen „leeway space“ und Mesialwanderung in den Mittelpunkt der Betrachtungen.

Dennoch blieb die Frage ungeklärt, welche Bedeutung die generellen Platzverhältnisse im Ober- und Unterkiefer auf die Position der ersten Molaren haben und inwieweit damit die Herausbildung der definitiven Okklusion zwischen den Molaren beeinflusst wird.

### 3 Fragestellung

Folgende Anliegen sollen in dieser Arbeit verfolgt werden:

- Beschreibung der Veränderungen der Molarenrelation und anderer dentaler Variablen im Rahmen der normalen physiologischen Entwicklung der Dentition vom Stadium des frühen Wechselgebisses, über das späte Wechselgebiss bis hin zum permanenten Gebiss
- Ermittlung möglicher Assoziationen und Zusammenhänge zwischen Veränderungen der Molarenrelation und unterschiedlichen dentalen Parametern. Dabei soll der Einfluss der Platzverhältnisse auf die Okklusionsbeziehung der Molaren im Mittelpunkt stehen.

## 4 Material und Methode

### 4.1 Material

Für die vorliegende Studie standen Studienmodelle von 50 Kindern zur Verfügung, die aus einem longitudinal gesammelten Material der Universität Bergen/Norwegen („Fana-Material“) stammen. Das Gesamtmaterial bestand aus über 800 Schulkindern, alle mit Geburtsjahr 1961. Eine detaillierte Beschreibung des Gesamtuntersuchungsgutes kann der Arbeit von Sand Hadsel (53) entnommen werden. Die Probanden wurden jeweils im Alter von 7, 11, 13 and 15 Jahre untersucht und dabei diagnostische Unterlagen (Abdrücke für Studienmodelle, Orthopantomogramme, Fernröntgenseitbilder sowie Handröntgenaufnahmen) gewonnen.

Informationen über eventuell durchgeführte kieferorthopädische Behandlungen wurden registriert.

Unter den 50 in unserer Studie beurteilten Probanden befanden sich 24 weibliche und 26 männliche Personen.

Zu jedem Probanden ließ sich ein komplettes Set von Studienmodellen von den 3 folgenden Stadien der Gebissentwicklung zuordnen:

<b>T1</b>	Untersuchung im Alter von 7 Jahren – Stadium des frühen Wechselgebisses  (Voraussetzung zur Aufnahme in dieser Studie war der Durchbruch der permanenten ersten Molaren und der mittleren Schneidezähne)
<b>T2</b>	Untersuchung im Alter von 11 Jahren – Stadium des späten Wechselgebisses
<b>T3</b>	Untersuchung im Alter von 13 Jahren – Stadium des permanenten Gebisses

Ausgeschlossen von der vorliegenden Studie wurden Personen mit Nichtanlagen permanenter Zähne, erfolgten Extraktionen permanenter Zähne, extensiven Läsionen oder Restaurationen permanenter Zähne sowie kieferorthopädisch behandelte Kinder.

Die Vermessungen an den jeweils drei Modellpaaren wurden mit Hilfe eines Messschiebers durchgeführt und erfolgten mit einer Genauigkeit von 0.1 mm.

## 4.2 Methode (Modellanalyse)

Ausgenommen die Messung der mesio-distalen Zahnbreiten, die zu T3 ausgeführt wurde, erfolgte die Erhebung aller anderen Parameter zu jedem der drei untersuchten Entwicklungsstadien.

### 4.2.1 Platzanalyse für jeden Quadrant

Zahnbreite	Größte mesio-distale Breite im Kronenbereich, gemessen für jeden Fall im Stadium der permanenten Dentition (Alter von 13 Jahren)
Frontsegment rechts und links	Differenz zwischen <u>Platzangebot</u> (gemessen vom distalen Kontaktpunkt des seitlichen Schneidezahns zum mesialen Kontaktpunkt des mittleren Schneidezahns oder zur Mitte eines eventuell existierenden Diastema mediale) und <u>Platzbedarf</u> (Summe der mesio-distalen Breiten der zwei Schneidezähne des jeweiligen Frontsegmentes)
Stützzone rechts und	Differenz zwischen

links	<p><u>Platzangebot</u> (gemessen vom mesialen Kontaktpunkt des ersten Molaren zum distalen Kontaktpunkt des seitlichen Schneidezahns) und <u>Platzbedarf</u> (Summe der mesio-distalen Breiten von Eckzahn und den zwei Prämolaren der jeweiligen Stützzone)</p>
Mittellinienverschiebung	<p>Die Existenz einer Mittellinienverschiebung wurde registriert bezüglich Lokalisierung (Ober- oder Unterkiefer) und Richtung (nach rechts/links).</p> <p>Die Raphe palatina mediana wurde dabei als Referenzlinie genutzt. Die Abweichung der Mittellinie im Oberkiefer wurde als Distanz zwischen der Raphe palatina und dem Kontaktpunkt der mittleren Schneidezähne oder der Mitte eines Diastemas registriert. In Fällen mit einer Mittellinienverschiebung bei gleichzeitiger Übereinstimmung zwischen dem Kontaktpunkt der oberen mittleren Schneidezähne/ Diastema-mitte mit der Raphe palatina, wurde die Verschiebung der Mittellinie zwischen Ober- und Unterkiefer als zum Unterkiefer gehörend registriert. Diese Methodik machte es ebenfalls möglich, simultane Abweichungen der oberen und unteren Zahnbogenmitte individuell zu erfassen.</p> <p>Der Betrag der Abweichung in mm wurde im Vermessungsschema in der Platzbilanz desjenigen Quadranten zugeordnet, in dessen Richtung die Mittellinie verschoben war.</p> <p>Beispiel: Eine Mittellinienabweichung von 1.0 mm im Oberkiefer zur rechten Seite wird im Vermes-</p>

	sungsschema mit dem Wert +1.0 für den rechten oberen Quadrant / -1.0 mm für den linken oberen Quadrant erfasst. (Anhang 1)
Platzdifferenz pro Quadrant	Summe der drei Variablen Frontsegment, Stützzone und Mittellinienverschiebung des jeweiligen Quadranten

Durch das Verwenden der Summe der mesio-distalen Zahnbreiten der permanenten Zähne als „Platzbedarf“ in allen drei untersuchten Entwicklungsstadien, werden Schätzungen mit Hilfe von Methoden zur Vorhersage der Breite der permanenten Zähne in den Stützzone (z.B. nach Moyers) vermieden. Unter klinischen Bedingungen sind diese Methoden neben unterstützender Röntgendiagnostik jedoch ein wichtiges diagnostisches Hilfsmittel (Duterloo, 19; Gardner, 23).

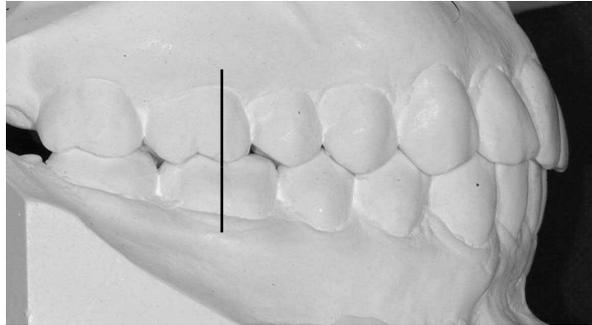
#### **4.2.2 Okklusion der Molaren ( Variable „vermessene Okklusion“)**

Die Molarenrelation wurde als Abstand in mm von der mesio-bukkalen Fissur des unteren ersten Molaren zur mesio-bukkalen Höckerspitze des oberen ersten Molaren gemessen (parasagittal und parallel zur Okklusionsebene).

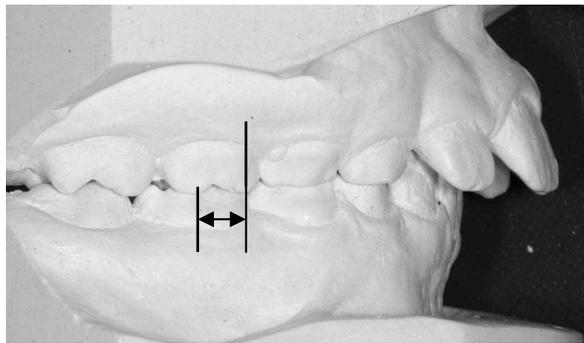
War der untere erste Molar mesial des oberen positioniert (Klasse III-Okklusion), bekam der gemessene Wert ein positives (+) Vorzeichen und bei Distalposition des unteren ersten Molaren in Relation zum Oberkiefer-Antagonist (Klasse II- Okklusion) wurde dem Zahlenwert ein negatives Vorzeichen zugeteilt.

In der folgenden Registrierung und Auswertung der Messwerte wurde die Bezeichnung „Klasse I –Okklusion der Molaren“ nur in denjenigen Fällen verwendet, wo der mesio-bukkale Höcker des oberen Molaren exakt in die mesio-bukkale Fissur des unteren ersten Molaren okkludiert.

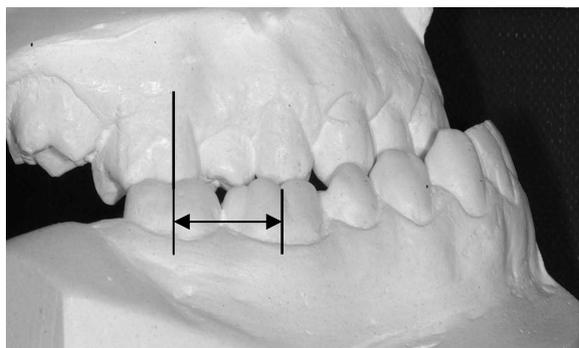
Die Variable „vermessene Okklusion“ wurde getrennt für die rechte und linke Seite registriert (Abbildung 1).



Klasse I (= 0 mm)



Klasse II (= -X mm)



Klasse III (= + X mm)

Abbildung 1 Messung der Variable "Vermessene Okklusion" und daraus resultierende Angle-Klasse

#### 4.2.3 Konstruierte Variable „Korrigierte Okklusion“

Um den Effekt der Platzverhältnisse und möglicher Mesial-/Distalwanderungen der Molaren auf die existierende Molarenrelation („vermessene Okklusion“) beurteilen zu können, werden die oberen und unteren ersten Molaren gedanklich in eine Position im Zahnbogen versetzt, die den im jeweiligen Quadrant existierenden Platzmangel oder Platzüberschuss neutralisiert.

Die Relation des unteren ersten Molaren zum Antagonist im Oberkiefer in dieser konstruierten neuen Position wurde „korrigierte Okklusion“ genannt. Diese neue Variable wurde mit Hilfe folgender Formel ermittelt:

$$\begin{array}{l} \text{„Korrigierte Okklusion“ rechte Seite =} \\ \\ \text{Vermessene} \\ \text{Okklusion} \\ \text{rechte Seite} \end{array} - \left( \begin{array}{l} \text{Platzdifferenz} \\ \text{pro Quadrant OK} \\ \text{rechte Seite} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Platzdifferenz} \\ \text{pro Quadrant UK} \\ \text{rechte Seite} \end{array} \right)$$

Oder

$$\begin{array}{l} \text{„Korrigierte Okklusion“ linke Seite =} \\ \\ \text{Vermessene} \\ \text{Okklusion} \\ \text{linke Seite} \end{array} - \left( \begin{array}{l} \text{Platzdifferenz} \\ \text{pro Quadrant OK} \\ \text{linke Seite} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Platzdifferenz} \\ \text{pro Quadrant UK} \\ \text{linke Seite} \end{array} \right)$$

Eine Beispielrechnung für die Variable „Korrigierte Okklusion“ ist in Abbildung 2 demonstriert.

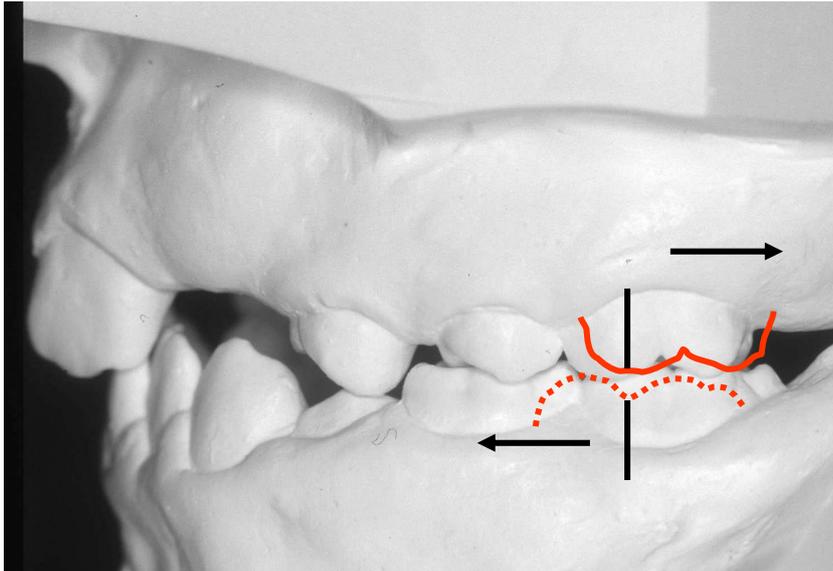


Abbildung 2 „Korrigierte Okklusion“

„Korrigierte Okklusion“ linke Seite =

$$\begin{array}{l} \text{Vermessene} \\ \text{Okklusion} \\ \text{Linke Seite} \end{array} - \left( \begin{array}{l} \text{Platzdifferenz} \\ \text{pro Quadrant OK} \\ \text{linke Seite} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Platzdifferenz} \\ \text{pro Quadrant UK} \\ \text{linke Seite} \end{array} \right)$$

In Annahme der folgend aufgeführten Zahlenbeispiele:

- Vermessene Okklusion linke Seite = - 7.0 mm (Ausdruck einer Angle-Klasse II)
- Platzdifferenz pro Quadrant OK linke Seite = - 2.5 mm (Ausdruck von 2.5 mm Platzmangel - zurückzuführen auf mögliche Mesialwanderung des oberen linken ersten Molaren)
- Platzdifferenz pro Quadrant UK linke Seite = +4.5 mm (Ausdruck von 4.5 mm Platzüberschuss – darauf zurückzuführen, dass eine mögliche Mesialwanderung des unteren linken ersten Molaren unter Nutzung des zu Verfügung stehenden „leeway space“ noch nicht erfolgt ist),

kommt man auf unten angeführtes Ergebnis:

$$\begin{aligned}\text{„Korrigierte Okklusion“ links} &= - 7.0 \text{ mm} - (- 2.5 \text{ mm} - (+ 4.5 \text{ mm})) \\ &= - 7.0 \text{ mm} - (- 7.0 \text{ mm}) \\ &= \mathbf{0 \text{ mm}}\end{aligned}$$

#### **4.2.4 Vermessung der anderen dentalen Parameter**

##### Intercanine Distanz (3-3) in Ober- und Unterkiefer:

Abstand zwischen den Höckerspitzen der Eckzähne oder der geschätzten Höckerspitzen in Fällen mit abradieren (Milch-) Eckzähnen

##### Distanz zwischen den Molaren in Ober- und Unterkiefer:

Abstand zwischen den mesio-bukkalen Höckerspitzen der ersten Molaren beider Kiefer

##### Overjet:

Abstand von der Labialfläche des am weitesten anteinkliniert stehenden mittleren Schneidezahns im Oberkiefer zur Labialfläche des entsprechenden mittleren Schneidezahns im Unterkiefer, gemessen parallel zur Okklusionsebene

##### Overbite:

Größte vertikale Überlappung des oberen und unteren rechten mittleren Schneidezahns

## **4.3 Statistische Auswertung**

### **4.3.1 Auswertung der erhobenen Daten**

Zur Beschreibung des vorliegenden Datengutes wurden für jeden der untersuchten Parameter zu allen drei Entwicklungsstadien der Mittelwert, Standardabweichung sowie Minimum und Maximum ermittelt.

Um zu ermitteln, ob die Molarenrelation (Angle- Klasse) sich zwischen frühem Wechselgebiss und der permanenten Dentition veränderte, wurde der Kappa-Koeffizient (K) verwendet.

Die einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwertwiederholung wurde angewendet, um für jede der intervallskalierten Variablen zu testen, ob zwischen den drei Entwicklungsstadien Veränderungen existieren.

Die Korrelationsanalyse (mit Berechnung von Korrelationskoeffizienten nach Pearson) wurde zur Ermittlung möglicher Zusammenhänge zwischen Variablenpaaren durchgeführt.

Schrittweise multiple Regression kam zur Anwendung, um die Relation zwischen der Molarenrelation (Variable „vermessene Okklusion“) in der permanenten Dentition und gemessenen Variablen des frühen Wechselgebisses zu beurteilen, um möglicherweise den Wert der Molarenrelation (abhängige Variable) aus den Werten anderer Parameter voraussagen zu können.

### 4.3.2 Messfehler

Dreißig der verwendeten Studienmodelle des späten Wechselgebisses wurden ein zweites Mal vermessen, dabei bestand ein Zeitraum zwischen der 1. und 2. Messwerterhebung von minimal zwei Wochen.

Der Messfehler  $\tau$  wurde mit folgender Formel berechnet:  $\tau^2 = \sum d^2 / 2n$ . Dabei ist  $d$  die Differenz zwischen den Doppelmessungen.

Der Messfehler war mit einer Spannbreite von 0.058 – 0.144 mm generell klein. Zur Beurteilung der Existenz eines systematischen Fehlers wurde der t-Test für abhängige Stichproben durchgeführt. Dass drei der insgesamt 36 Variablen eine systematische Abweichung aufwiesen, konnte auf Grund der geringen korrespondierenden  $\tau$  – Werte akzeptiert werden.

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Molarenrelation (Variable „vermessene Okklusion“)

Um so wenig Informationsverlust wie möglich akzeptieren zu müssen, wurde auf die Berechnung eines Durchschnittswertes für die Molarenokklusion aus den Variablen für Okklusion rechte Seite und Okklusion linke Seite verzichtet. In einer Studie von Maurice und Kula (41) wurde gezeigt, dass generell geringfügige Beträge anteroposteriorer Asymmetrien im Wechselgebiss kaukasischer Kinder vorkommen. Resultierend werden die Ergebnisse die Variable „vermessene Okklusion“ betreffend separat sowohl für die rechte als auch die linke Seite dargestellt.

Die Mittelwerte, die die Molarenrelation repräsentieren, veränderten sich vom frühen Wechselgebiss bis zum permanenten Gebiss

- von  $-1.8$  mm zu  $0.8$  mm (durchschnittliche Veränderung von  $1.0$  mm) auf der rechten Seite und
- von  $-1.2$  mm zu  $0.2$  mm (durchschnittliche Veränderung von  $1.0$  mm) auf der linken Seite (Tabelle 8; Abbildung 5)

Die Messwerte wurden zwischen diesen beiden dentalen Entwicklungsstadien signifikant kleiner, somit erfolgt eine Verringerung der Klasse II- Tendenz. Sowohl auf der rechten als auch auf der linken Seite beobachteten wir:

- eine Zunahme der Häufigkeit an Klasse I- Fällen (5 auf 14/ 11 auf 17)
- eine Zunahme der Häufigkeit an Klasse III- Fällen (5 auf 11/ 7 auf 20)
- eine Abnahme der Klasse II- Fälle (40 auf 25/ 32 auf 13)

zwischen frühem Wechsel- und permanentem Gebiss. Diese Werte befinden sich in Übereinstimmung mit den oben genannten Veränderungen der Variable „vermessene Okklusion“ (Tabellen 1 und 3; Abbildung 3 und 4).

Wenn man die Entwicklung der Okklusionsbeziehung der Molaren separat entsprechend den drei Angle-Klassen auswertet, zeigt sich ein differenzierteres Bild.

Auf der rechten Seite behalten 20% der Fälle mit Angle- Klasse I zum Zeitpunkt T1 ebenfalls zu T3 eine Klasse I- Relation bei. 30% der Fälle mit Klasse II zu T1 und 20% der Fälle, die zu T1 in Klasse III sind, befinden sich in einer Klasse I- Relation zu T3. Mit einem Kappa - Koeffizient von 0.164 ( $p=0.06$ ) existiert im Allgemeinen nur marginale Stabilität der Angle- Klassen über den untersuchten Zeitabschnitt. Dennoch lassen sich 27 der 50 Fälle, also 54%, zu T1 und T3 der gleichen Angle- Klasse zuordnen.

Auf der linken Seite behalten 36.4% der Fälle mit Angle- Klasse I zu T1 ebenfalls zu T3 Klasse I- Relation bei. 37.5% der Klasse II –Fälle zu T1 und 14.3% der Fälle mit Klasse III zu T1 entwickeln eine Klasse I- Verzahnung zu T3. Auch hier weist der Kappa- Koeffizient mit 0.175 ( $p=0.032$ ) nur marginale Stabilität nach. Mit 21 von 50 Fällen ist in 42% eine Übereinstimmung der Angle- Klassifikation zu T1 und T3 zu finden (Tabellen 2 und 4).

Tabelle 1 Verteilung der Molarenrelation auf der rechten Seite zu den drei Untersuchungsstadien

Angle-Klasse	Frühes Wechselgebiss (T1)	Spätes Wechselgebiss (T2)	Permanentes Gebiss (T3)
Klasse I	5 (10%)	10 (20%)	14 (28%)
Klasse II	40 (80%)	36 (72%)	25 (50%)
Klasse III	5 (10%)	4 (8%)	11 (22%)

Tabelle 2 Entwicklung der Molarenrelation auf der rechten Seite vom frühen Wechselgebiss (T1) zum permanenten Gebiss (T3)

Frühes Wechselgebiss (T1)	Permanentes Gebiss (T3)		
	Klasse I	Klasse II	Klasse III

Klasse I	5	1 (20%)	1 (20%)	3 (60%)
Klasse II	40	12 (30%)	23 (57.5%)	5 (12.5%)
Klasse III	5	1 (20%)	1 (20%)	3 (60%)

---

K=0.164, p=0.06

Tabelle 3 Verteilung der Molarenrelation auf der linken Seite zu den drei Untersuchungsstadien

Angle-Klasse	Frühes Wechselgebiss (T1)	Spätes Wechselgebiss (T2)	Permanentes Gebiss (T3)
--------------	---------------------------	---------------------------	-------------------------

Klasse I	11 (22%)	15 (30%)	17 (34%)
Klasse II	32 (64%)	24 (48%)	13 (26%)
Klasse III	7 (14%)	11 (22%)	20 (40%)

---

Tabelle 4 Entwicklung der Molarenrelation auf der linken Seite vom frühen Wechselgebiss (T1) zum permanenten Gebiss (T3)

	Frühes Wechselgebiss (T1)	Permanentes Gebiss (T3)		
		Klasse I	Klasse II	Klasse III
Klasse I	11	4 (36.4%)	2 (18.2%)	5 (45.5%)
Klasse II	32	12 (37.5%)	11 (34.4%)	9 (28.1%)
Klasse III	7	1 (14.3%)	0 (0%)	6 (85.7%)

K=0.175, p=0.032

## 5.2 Molarenrelation (Variable „Korrigierte Okklusion“)

Die Veränderungen der „Korrigierten Okklusion“ vom frühen Wechselgebiss zur permanenten Dentition waren relativ geringfügig und nur für die linke Seite signifikant (Tabelle 5).

Um die Entwicklung dieser konstruierten Variable detaillierter untersuchen zu können, wurde eine Regruppierung der Fälle in drei Kategorien vorgenommen, die in Anlehnung an die Zuordnung der Variable „Vermessene Okklusion“ entsprechend der drei Angle- Klassen geschah:

- 0 mm – „Klasse I“
- <0 mm – „Klasse II“
- >0 mm – „Klasse III“

Die meisten der „Klasse II“ – Fälle zu T1 verbleiben in dieser Kategorie; die „Klasse III“ – Fälle zu T1 veränderten sich nahezu

gleichermaßen in die Kategorien „Klasse – II“ und „Klasse – III“ zum Zeitpunkt T3 (Tabellen 6 und 7).

Für die Werte der linken Seite bestätigt ein Kappa – Koeffizient von 0.413 ( $p=0.001$ ) eine gute Stabilität und 38 der 50 (76%) untersuchten Fälle können sowohl zu T1 als auch zu T3 der gleichen Kategorie zugeordnet werden.

Für die rechte Seite konnte die Berechnung des Kappa-Koeffizienten nicht durchgeführt werden, da sich zu allen drei Untersuchungszeitpunkten kein einziger Fall der „Klasse I“ – Kategorie zuordnen ließ. Mit der identischen Zuordnung von 38 der insgesamt 50 Fälle zur gleichen Kategorie zum Zeitpunkt T1 und T3 besteht jedoch die gleiche Stabilität (76%) wie auf der linken Seite.

Für die Variable „Korrigierte Okklusion“ wurde somit für beide Seiten eine jeweils größere Übereinstimmung bzw. Stabilität zwischen der Klassifizierung zu T1 und T3 nachgewiesen als original für die Angle- Klassen zu T1 and T3.

Table 5 Analyse der Veränderungen Variablen „Korrigierte Okklusion“ vom frühen Wechselgebiss (T1) zum permanenten Gebiss (T3)

Variable "Korrigierte Okklusion"	Frühes Wechselgebiss (T1)		Permanentes Gebiss (T3)		Veränderung zwischen frühem Wechselgebiss und permanentem Gebiss			
	$\bar{X}$	Sx	$\bar{X}$	Sx	$\bar{X}$	Sx	t-Wert	p-Wert
Rechte Seite	-0.81	1.84	-1.11	1.34	-0.30	1.57	-1.33	0.19
Linke Seite	-0.67	2.02	-1.13	1.47	-0.47	1.54	-2.15	0.037

Tabelle 6 Entwicklung der Variablen „Korrigierte Okklusion“ auf der rechten Seite vom frühen Wechselgebiss (T1) zum permanenten Gebiss (T3)

Frühes Wechselgebiss (T1)	Permanentes Gebiss (T3)		
	"Klasse I"	"Klasse II"	"Klasse III"
"Klasse I"	0	0	0
"Klasse II"	32	1 (3.1%)	29 (90.6%)
"Klasse III"	18	0	9 (50%)

Kappa – Koeffizient nicht berechenbar

Tabelle 7 Entwicklung der Variablen „Korrigierte Okklusion“ auf der linken Seite vom frühen Wechselgebiss (T1) zum permanenten Gebiss (T3)

	Frühes Wechselgebiss (T1)	Permanentes Gebiss (T3)		
		"Klasse I"	"Klasse II"	"Klasse III"
"Klasse I"	1	0	1 (100%)	0
"Klasse II"	34	0	31 (91.2%)	3 (8.8%)
"Klasse III"	15	1 (6.7%)	7 (46.7)	7 (46.7%)

K=0.413, p=0.01

## 5.3 Entwicklung der anderen dentalen Parameter während des Untersuchungszeitraumes

### 5.3.1 Platzverhältnisse

Die Mittelwerte für die Platzverhältnisse im rechten und linken Quadrant im Oberkiefer zeigen über die gesamte Untersuchungsperiode positive Zahlenwerte auf (Ausdruck von Platzüberschuss) – siehe auch Tabelle 8. Zwischen den unterschiedlichen dentalen Entwicklungsstadien ließen sich mit einer Ausnahme keine signifikanten Unterschiede feststellen; die Platzdifferenz auf der linken Seite veränderte sich signifikant vom frühen zum späten Wechselgebiss (p=0.015).

Die Mittelwerte der entsprechenden Platzdifferenzen im rechten und linken Quadrant im Unterkiefer zeigten eine kontinuierliche Abnahme bis zu

Werten in Null-Nähe mit statistisch signifikanten Unterschieden zwischen den drei untersuchten Zeitpunkten (Tabelle 8; Abbildungen 6 und 7).

### **5.3.2 Intercanine und Intermolare Distanz**

Im Oberkiefer stiegen die Mittelwerte sowohl der Distanz zwischen den Eckzähnen als auch der Intermolaren Distanz kontinuierlich über die gesamte Beobachtungsperiode an (statistisch signifikante Unterschiede auch hier zwischen allen 3 dentalen Entwicklungsstadien) – siehe Tabelle 8.

Die mittlere 3-3-Distanz im Unterkiefer veränderte sich während des Untersuchungszeitraumes nicht signifikant.

Der mittlere Abstand zwischen den Molaren im Unterkiefer wies eine signifikante Vergrößerung zwischen frühem Wechselgebiss, spätem Wechselgebiss und permanentem Gebiss auf (Tabelle 8; Abbildungen 8 und 9).

### **5.3.3 Overjet und Overbite**

Für beide Variablen ließ sich eine signifikante Vergrößerung der Messwerte zwischen frühem und spätem Wechselgebiss nachweisen, während sich zwischen spätem Wechselgebiss und der permanenten Dentition eine signifikante Abnahme zeigte (Tabelle 8; Abbildung 10).

Die ausführliche deskriptive Analyse des untersuchten Datengutes (Mittelwerte, Standardabweichung, Minimum und Maximum) ist in den Anhängen 2-4 zu finden.

Tabelle 8 Analyse der Veränderungen der untersuchten Variablen vom frühen Wechselgebiss (T1) und spätem Wechselgebiss (T2) zum permanenten Gebiss (T3)

Variablen- Name	Frühes Wechselgebiss (T1) $\bar{X}$	Spätes Wechselgebiss (T2) $\bar{X}$	Permanentes Gebiss (T3) $\bar{X}$	p- Wert			
				Gesamt	T1 / T2	T1 / T3	T2 / T3
Okklusion rechte 1.Molaren	-1.82	-1.54	-0.77	0.000	0.158	0.000	0.000
Okklusion linke 1.Molaren	-1.17	-0.69	-0.15	0.000	0.019	0.000	0.002
Platzdifferenz/ oberer rechter Quadrant	0.56	0.85	0.67	0.224	-	-	-
Platzdifferenz/ oberer linker Quadrant	0.58	1.03	0.82	0.037	0.015	0.290	0.215
Platzdifferenz/ unterer rechter Quadrant	1.57	0.97	0.33	0.000	0.008	0.000	0.000
Platzdifferenz/ unterer linker Quadrant	1.08	0.22	-0.16	0.000	0.000	0.000	0.031
3-3-Abstand OK	32.53	33.87	34.61	0.000	0.000	0.000	0.000
6-6-Abstand OK	49.73	51.07	51.85	0.000	0.000	0.000	0.000
3-3-Abstand UK	26.74	26.51	26.43	0.512	-	-	-

6-6-Abstand UK	43.36	44.20	44.56	0.000	0.000	0.000	0.005
Overjet	3.80	4.28	3.82	0.000	0.000	0.893	0.000
Overbite	2.96	3.95	3.20	0.000	0.000	0.178	0.000

## 5.4 Ergebnisse der Korrelationsanalyse

Die Korrelationsanalyse mit der Berechnung der Korrelationskoeffizienten nach Pearson wurde durchgeführt, um die Stärke des Zusammenhangs zwischen der Okklusionsbeziehung der Molaren und den Platzverhältnissen sowie anderen dentalen Variablen zu untersuchen.

Signifikante Zusammenhänge ergaben sich zwischen den folgend aufgeführten Parametern:

- Berechnete Differenz

$$\begin{array}{ccc} \text{„Platzdifferenz pro Quadrant“} & - & \text{„Platzdifferenz pro Quadrant“} \\ \text{Unterkiefer} & & \text{Oberkiefer} \end{array}$$

und der Variable „Vermessene Okklusion“ der Molaren (Tabelle 9):

Tabelle 9 Korrelationsanalyse

	Frühes Wechselgebiss (T1)	Spätes Wechselgebiss (T2)	Permanentes Gebiss (T3)
Rechte Seite	r= 0.399 (p=0.004)	r= 0.616 (p=0.000)	r= 0.596 (p=0.000)
Linke Seite	r= 0.390 (p=0.005)	r= 0.421 (p=0.002)	r= 0.490 (p=0.000)

- Veränderung der Variable „vermessene Okklusion“ und Veränderung der Variablendifferenz

„Platzdifferenz pro Quadrant“                      „Platzdifferenz pro Quadrant“  
 Unterkiefer    -    Oberkiefer

zwischen dem frühen Wechselgebiss und der permanenten Dentition mit  $r=0.374$  ( $p=0.008$ ) für die rechte Seite und  $r=0.624$  ( $p=0.000$ ) für die linke Seite.

Zwischen den anderen untersuchten Variablen (Intercaniner und Intermolarer Abstand, Overjet und Overbite, einfache Platzverhältnisse in den einzelnen Kiefersegmenten) zum Zeitpunkt T1 und der Molarenrelation („vermessene Okklusion“) zu T3 konnten nur schwache Zusammenhänge nachgewiesen werden.

Einzige Ausnahme hierbei ist ein Korrelationskoeffizient von  $r=-0.572$  ( $p=0.000$ ), der für den Zusammenhang zwischen der permanenten Molarenrelation (T3) auf der rechten Seite und den Platzverhältnissen im rechten unteren Quadrant des frühen Wechselgebisses berechnet wurde.

## 5.5 Ergebnisse der Regressionsanalyse

Durch die Regressionsanalyse sollte versucht werden, die Okklusionsbeziehung der Molaren in der permanenten Dentition vorherzusagen.

Die vermessene Okklusion der Molaren im permanenten Gebiss (T3) auf der rechten Seite konnte am besten mit Hilfe folgender Variablen erklärt werden ( $R^2=0.49$ ):

- vermessene Okklusion auf der rechten Seite zu T1 (b-Wert: 0.42,  $p<0.001$ ) und

- Platzdifferenz im rechten unteren Quadrant zu T1 (b-Wert: -0.28, p=0.002)

Setzt man die oben gewonnen Zahlenwerte in eine Regressionsgleichung ein, ergibt sich die folgende Formel

$$y = 0.42 x_1 - 0.28 x_2 + 0.42,$$

mit y als Okklusion der Molaren im permanenten Gebiss (T3),  $x_1$  als original vermessene Okklusionsbeziehung zwischen den Molaren zu T1 und  $x_2$  als Platzdifferenz im rechten unteren Quadrant zum Zeitpunkt T1.

Die vermessene Okklusion der Molaren im permanenten Gebiss (T3) auf der linken Seite konnte am besten mit Hilfe folgender Variablen erklärt werden ( $R^2=0.40$ ):

- vermessene Okklusion auf der linken Seite zu T1 (b-Wert: 0.54,  $p<0.001$ ) und
- Platzdifferenz im linken oberen Quadrant zu T1 (b-Wert: -0.19,  $p=0.022$ )

Die entstehende Regressionsgleichung hier ergibt sich wie folgend:

$$y = 0.54 x_1 - 0.19 x_2 + 0.58,$$

mit y als Okklusion der Molaren im permanenten Gebiss (T3),  $x_1$  als original vermessene Okklusionsbeziehung zwischen den Molaren zu T1 und  $x_2$  als Platzdifferenz im linken oberen Quadrant zum Zeitpunkt T1.

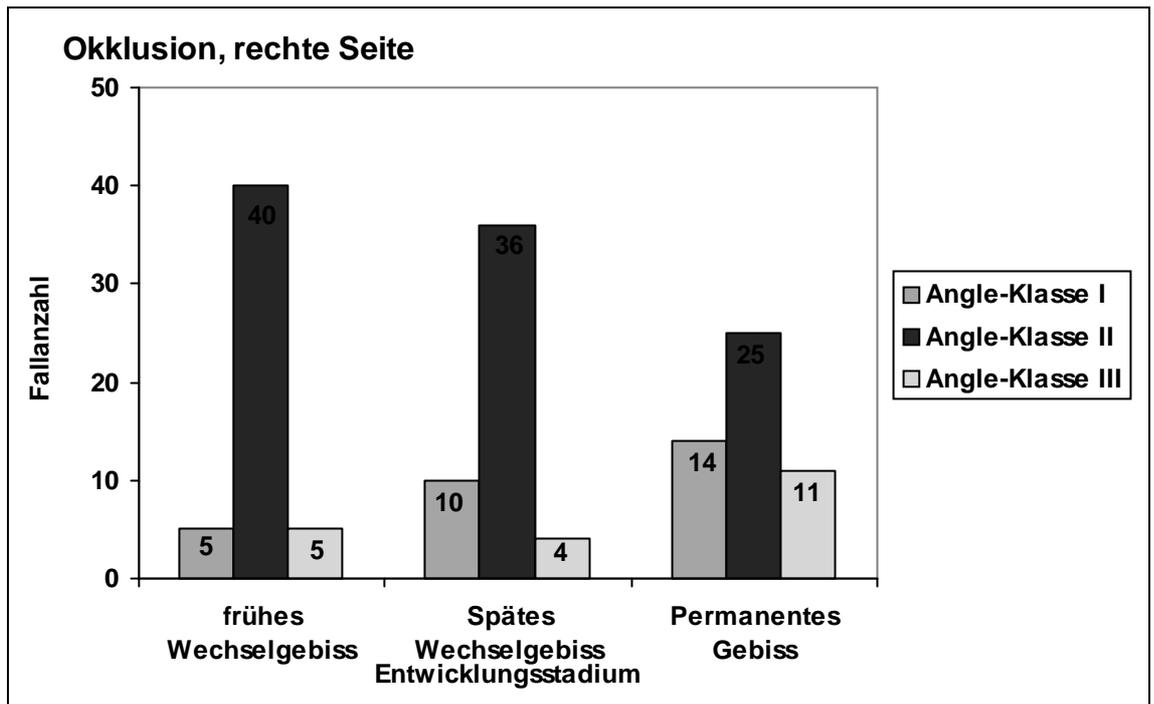


Abbildung 3 Häufigkeitsverteilung der Variable „Vermessene Okklusion“ auf der rechten Seite zu allen drei untersuchten dentalen Entwicklungsstadien

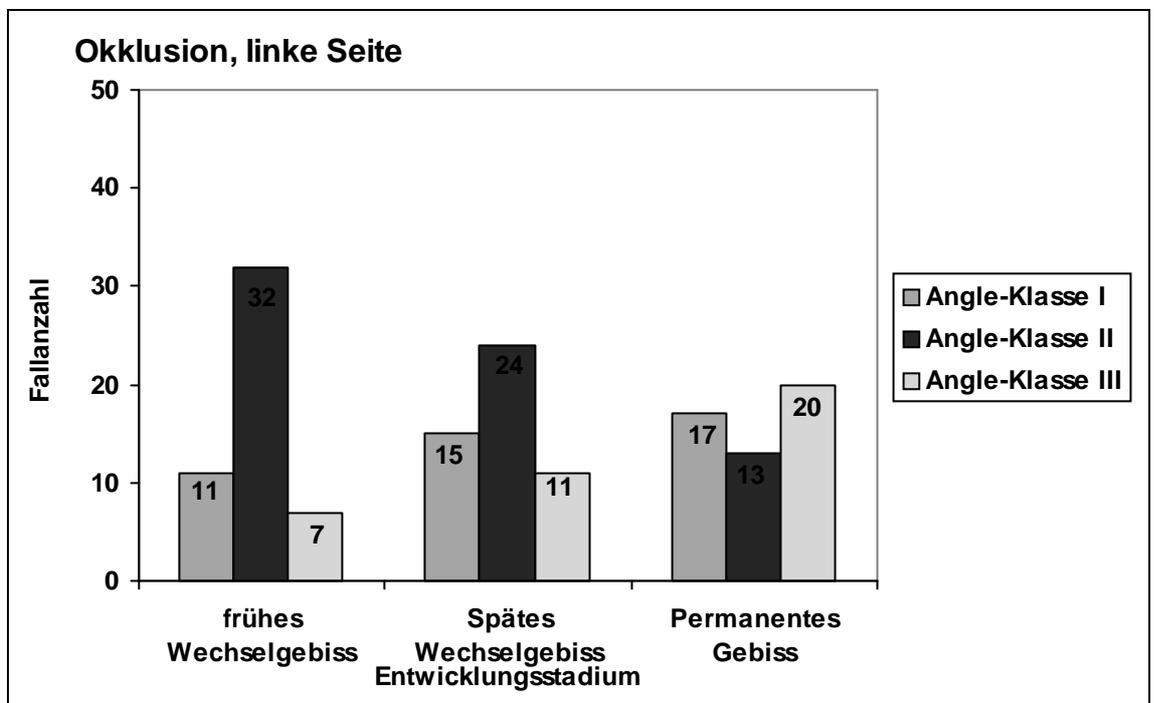


Abbildung 4 Häufigkeitsverteilung der Variable „Vermessene Okklusion“ auf der linken Seite zu allen drei untersuchten dentalen Entwicklungsstadien

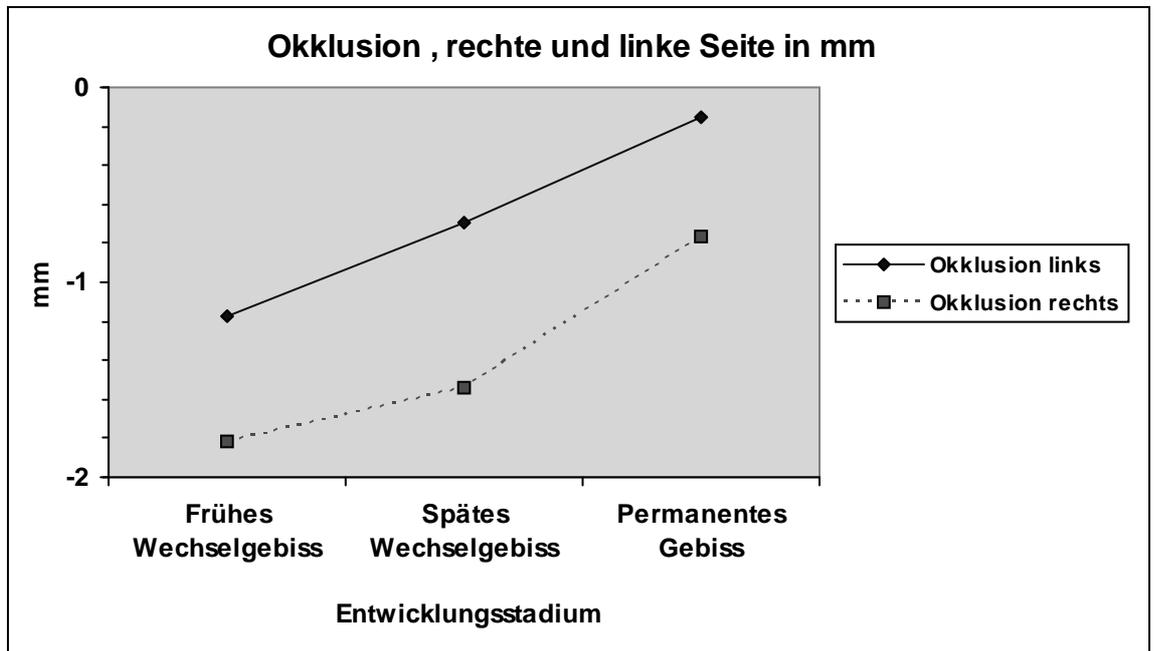


Abbildung 5 Änderung der Variable „Vermessene Okklusion“ auf der rechten und linken Seite während aller drei untersuchten dentalen Entwicklungsstadien

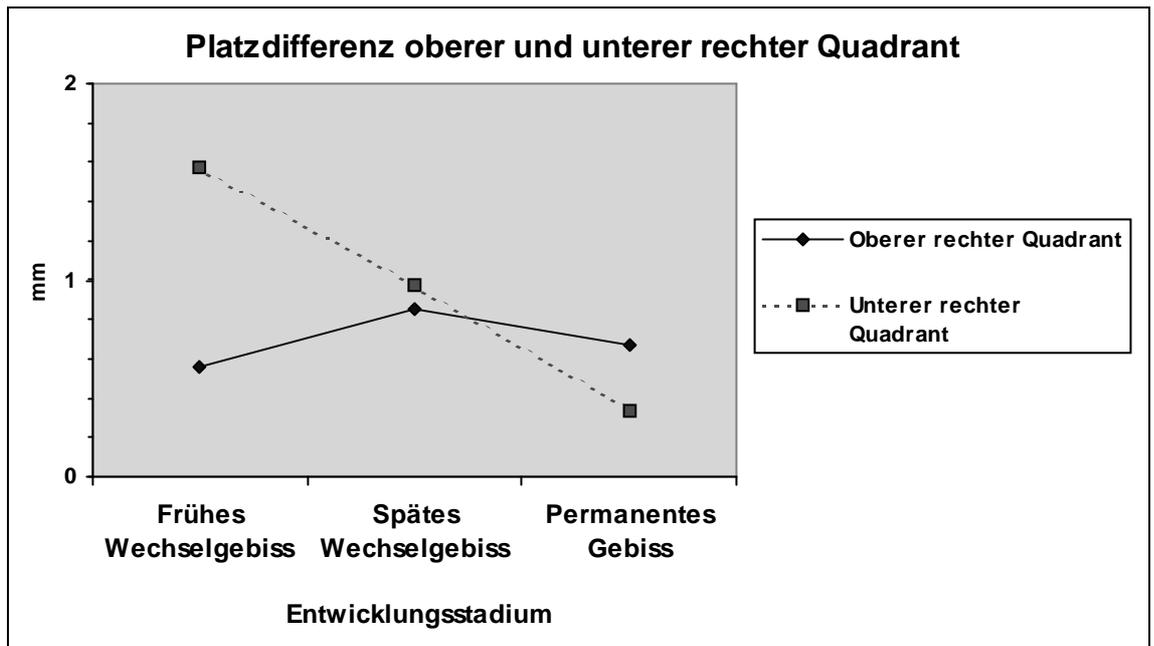


Abbildung 6 Änderung der Variablen Platzdifferenz im rechten oberen und rechten unteren Quadrant während aller drei untersuchten dentalen Entwicklungsstadien

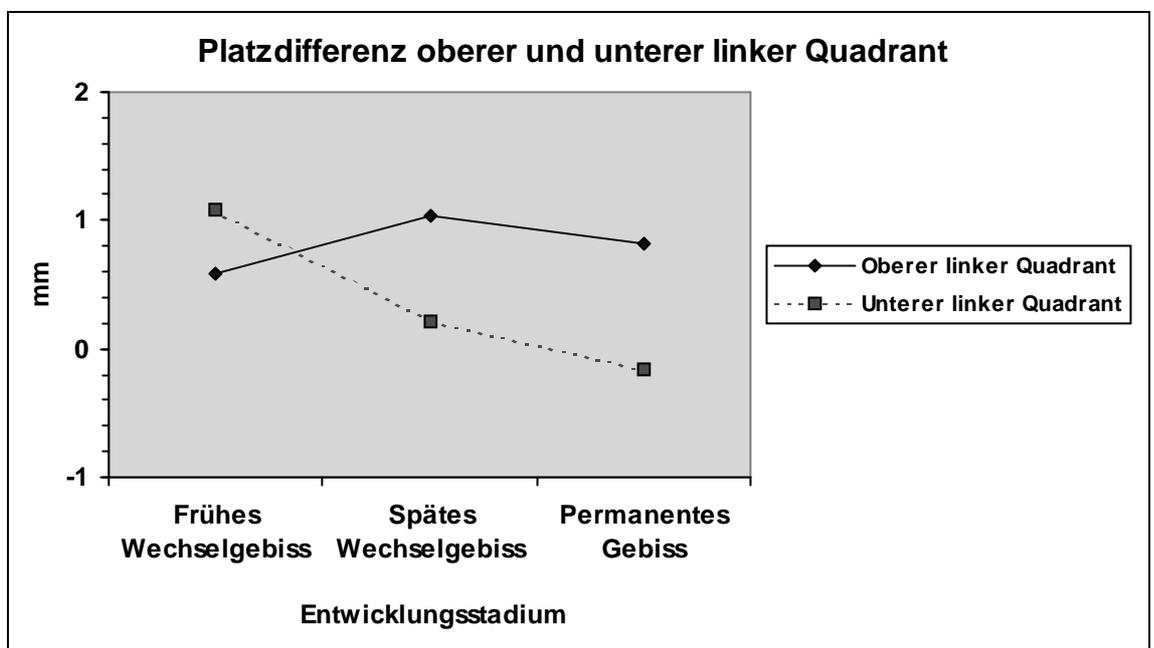


Abbildung 7 Änderung der Variablen Platzdifferenz im linken oberen und rechten unteren Quadrant während aller drei untersuchten dentalen Entwicklungsstadien

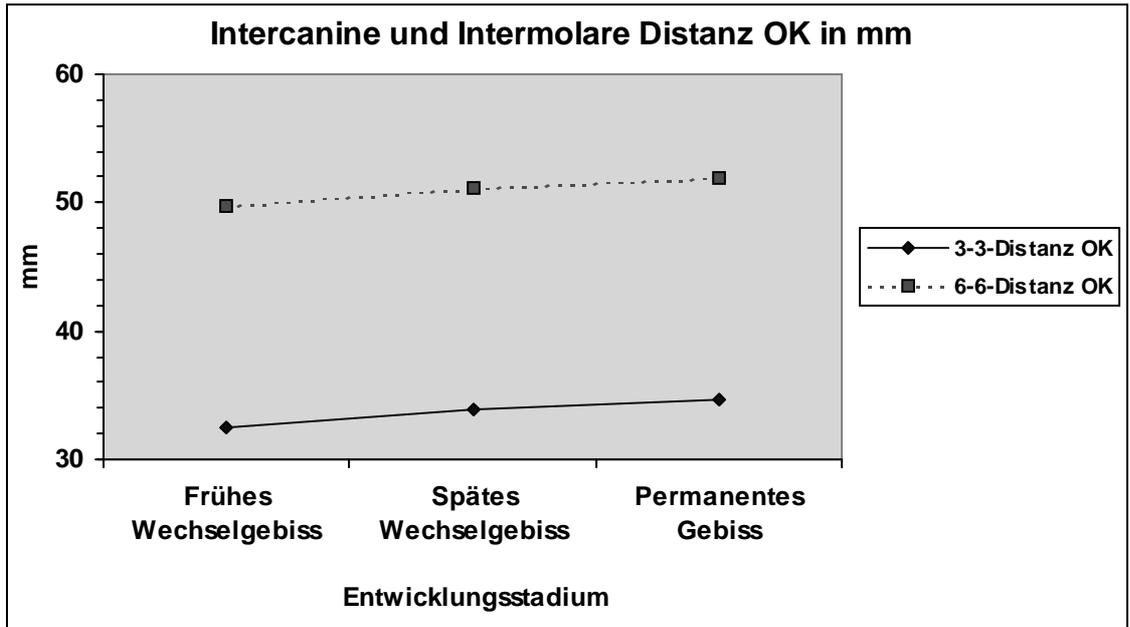


Abbildung 8 Änderung der Variablen Intercanine und Intermolare Distanz im Oberkiefer während aller drei untersuchten dentalen Entwicklungsstadien

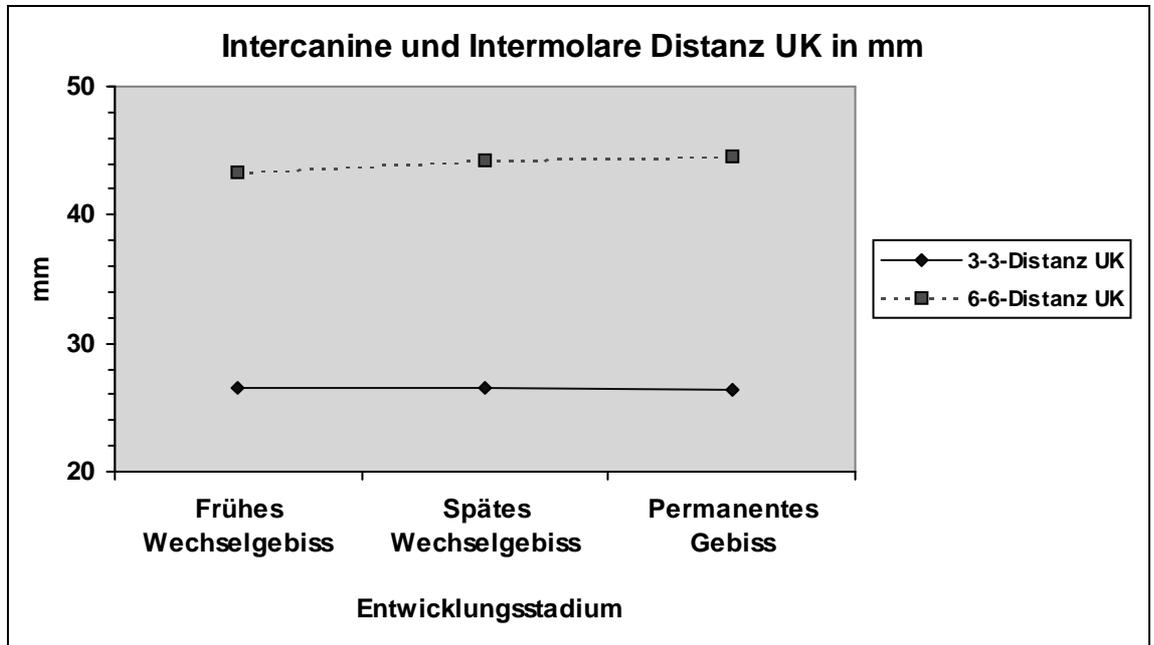


Abbildung 9 Änderung der Variablen Intercanine und Intermolare Distanz im Unterkiefer während aller drei untersuchten dentalen Entwicklungsstadien

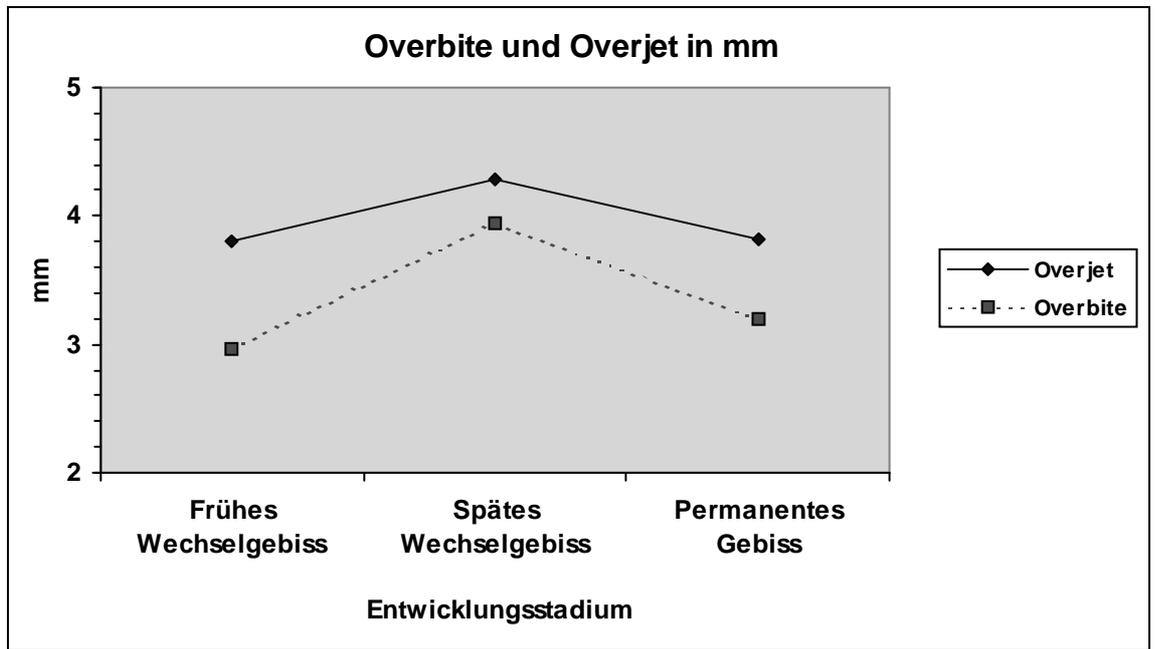


Abbildung 10 Änderung der Variablen Overbite und Overjet während aller drei untersuchten dentalen Entwicklungsstadien

## **6 Diskussion**

In einer von Brin u. a. (13) durchgeführten Studie wurde ein möglicher Trend in der Verteilung von Okklusionsmustern bei zwei verschiedenen Generationen von Kindern mit gleicher ethnischer Abstammung beurteilt. Zwischen beiden Gruppen (geboren im Zeitraum 1957 – 1964 sowie 1979 – 1987) konnte eine deutliche Abnahme der Kariesprävalenz gefunden werden; während beide Gruppen gleiche anteroposteriore Relationen in den Lateralsegmenten aufwiesen.

Lindsten und Mitarbeiter (38) untersuchten den Unterschied zwischen den Platzverhältnissen in den Lateralsegmenten von 9-jährigen Kindern, die zum einen in den 60er Jahren geboren wurden und Gleichaltrigen, geboren in den 80er Jahren. Kinder, mit Geburtsdatum in den 80er Jahren wiesen signifikant größere Lateralsegmente, sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer, auf. Diese Funde sind offensichtlich auf die Abnahme der Kariesprävalenz, die zwischen den beiden Generationen stattfand, zurückzuführen, aus der wiederum ein Rückgang des Verlustes von proximalem Zahnmaterial der posterioren Zähne resultierte.

Es ist folglich relativ wahrscheinlich, auch heutzutage gültige Informationen über die okklusalen Beziehungen aus dem in unserer Studie verwendeten Material gewinnen zu können. Die verminderte Kariesprävalenz beeinflusst nach Brin u.a. (14) die Platzverhältnisse in allen Quadranten gleichermaßen und hat keinen Einfluss auf die Okklusionsbeziehung der Molaren.

### **6.1 Veränderungen in der Molarenrelation**

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen, dass die Okklusion der Molaren im Mittelwert eine Tendenz zur Ausbildung einer weniger distalen Relation während der Etablierung der permanenten Dentition

hat. Dies kommt mit einer durchschnittlichen Veränderung der Variable „vermessene Okklusion“ von 1.0 mm (sowohl rechte als auch linke Seite) in Richtung einer weniger distalen Relation zwischen den Stadien T1 und T3 zum Ausdruck. Als logische Konsequenz ergab sich eine Zunahme der Häufigkeit an Klasse I - und Klasse III – Fällen, während sich gleichzeitig die Anzahl der Klasse II – Fälle von T1 nach T3 verringert. Diese Veränderung mit Richtung einer geringeren Klasse II – Tendenz steht in Übereinstimmung mit den Aussagen verschiedener anderer Autoren (Bishara u.a., 8; Carlsen und Meredith, 16; Paulsen, 49).

Unsere Ergebnisse spiegelten eine geringe Differenz zwischen den Werten der rechten und linken Seite wieder, mit der Tendenz zu einer geringeren distalen Okklusion auf der linken Seite.

Eine ähnliche Feststellung wurde von Leighton und Faesby (37) berichtet.

Die statistische Auswertung konnte im Allgemeinen keine gute Stabilität zwischen der Zuordnung der 50 Fälle zu den 3 Angle – Klassen zu Beginn und Ende der Untersuchungsperiode zeigen. Auf der rechten Seite gehörten 50% der Fälle zu T1 und T3 zur gleichen Angle – Klasse; entsprechende 42 % auf der linken Seite.

Frühere Studien berichteten, dass 56% (Barrow und White, 4), 60% (Foster und Grundy, 21) und 62.5% (Legovic und Mady, 36) der Fälle die gleiche Molarenrelation beibehalten.

Mit einer Übereinstimmung von nur 20% (rechte Seite) bzw. 36.4% (linke Seite) betreffs der Klassifizierung zu T1 und zu T3, zeigen die Klasse I – Fälle keine große Stabilität und unterstützen die Annahme, dass im Rahmen der dentalen Entwicklung relativ große Veränderungen verzeichnet werden können. Ungefähr ein Drittel (30% auf der rechten, 37.5% auf der linken Seite) der Klasse II – Fälle unterlaufen der Korrektur in eine Klasse I – Molarenrelation zwischen T1 und T3. In früheren Untersuchungen (Arya u. a., 2; Bacetti u. a., 3; Bishara u.a., 8; Heckmann, 26) wurde die Schlussfolgerung gezogen, dass derartige Selbstkorrekturen der Okklusion ziemlich selten

geschehen. Nur in Fällen mit initialer Höcker-zu -Höckerverzahnung der ersten Molaren geschieht häufig eine Verbesserung. Auf Grund der Tatsache, dass diese Fälle in der vorliegenden Untersuchung den Klasse II – Fällen zugeordnet wurden und nicht separat aufgeführt sind, lässt sich die relativ hohe Frequenz (30 / 37.5%) der original Klasse II – Fälle, die zu T3 einer Klasse I zugehörig sind, erklären.

Diese Ergebnisse deuten die relativ dynamische Struktur der okklusalen Beziehungen zwischen den ersten Molaren während der Herausbildung und Etablierung der kompletten permanenten Dentition an.

Selbstkorrekturen der Okklusion finden tatsächlich statt, jedoch nicht in einer Frequenz, welche die Bedeutung von frühzeitiger Initiierung kieferorthopädischer Überwachung und gegebenenfalls Behandlung abschwächen würde.

## **6.2 Variable „Korrigierte Okklusion“**

Die oberen und unteren ersten Molaren wurden gedanklich in eine Position im Zahnbogen versetzt, die den im jeweiligen Quadrant existierenden Platzmangel oder Platzüberschuss neutralisiert. Mit Hilfe dieser Methode ergibt sich die Möglichkeit, pathologische Mesial- oder Distalwanderungen der posterioren Zähne zu rekonstruieren, ebenso können noch zu erwartende physiologische Mesialwanderungen (besonders die unteren ersten Molaren betreffend) und deren Einfluss auf die Okklusion der Molaren beurteilt werden.

Die errechneten Mittelwerte der Variablen „korrigierte Okklusion“ weisen auf ziemlich geringfügige Veränderungen während des Untersuchungszeitraumes hin. Auf der rechten Seite bestand eine durchschnittliche Veränderung von  $-0.3$  mm (n.s.) zwischen T1 und T3 und auf der linken Seite ergab sich eine Durchschnittsveränderung von  $-0.47$  mm ( $p < 0.05$ ).

Wurden die Fälle entsprechend der neuen Variablen in drei Kategorien umgruppiert (0 mm – „Klasse I“; <0 mm – „Klasse II“; >0 mm – „Klasse III“), ergab sich für beide Seiten eine Übereinstimmung von 76% zwischen der Klassifizierung zu T1 und T3.

Über 90% der Fälle der „Klasse II“ – Gruppe (T1) verblieben zum Zeitpunkt T3 in dieser Kategorie. Dieser Fakt verdeutlicht eine gewisse Stabilität der korrigierten Molarenrelation nach gedanklicher Neutralisation der existierenden Platzprobleme. Dabei sind die Ergebnisse für die rechte und für die linke Seite in Übereinstimmung.

In dieser Situation zeigt sich eine gewisse Abweichung für die zu T1 in „Klasse III“ gruppierten Fälle. Zum Zeitpunkt T3 verteilen sich diese Fälle gleichmäßig in die beiden Kategorien „Klasse II“ und „Klasse III“. Die Häufigkeit (auf beiden Seiten nahezu die Hälfte aller untersuchten Fälle) dieser Veränderung von „Klasse III“ zu „Klasse II“ zwischen T1 und T3 ist schwierig zu erklären. Während die Variable „vermessene Okklusion“ im Mittelwert eine Veränderung in Richtung einer weniger distalen Molarenbeziehung repräsentierte, weist die in ihrer Klassifizierung scheinbar stabilere Variable „korrigierte Okklusion“ in denjenigen Fällen mit Gruppierungsänderung eher einen Trend in Richtung stärkere Distalrelation auf. Entsprechend der Formel, mit deren Hilfe die Variable „korrigierte Okklusion“ konstruiert wurde, kann sich ein negativer Zahlenwert (gleichbedeutend mit „Klasse II“) als Folge dreier Mechanismen bzw. deren Kombinationen ergeben:

- Die Variable „Okklusion“ (original vermessen) wird kleiner – Anzeichen einer stärker distalen Molarenbeziehung. Zu dieser Kategorie gehören Fälle, bei denen ein Differentialwachstum mit mandibulärem Wachstumsschub im Untersuchungszeitraum unterblieb bzw. eine basale Distalrelation der Kieferbasen ausgeprägt oder verstärkt wurde.

- Die Platzverhältnisse im Oberkiefer zeigen einen höheren Platzüberschuss, daraus resultierte für die oberen ersten Molaren die Möglichkeit zur Mesialwanderung.
- Die Platzverhältnisse im Unterkiefer verdeutlichen einen erhöhten Platzmangel, der eine zu erwartende Mesialwanderung des unteren ersten Molaren verhinderte.

Zur letzten dieser drei genannten Möglichkeiten gehören offensichtlich diejenigen Fälle, in denen eine Verbesserung der Molarenrelation (= Veränderung in Richtung Klasse I) verursacht durch Mesialwanderung im unteren lateralen Segment diesen Fällen ausblieb. Das bedeute, dass in diesen Fällen eine erwartete Selbstkorrektur nicht stattfand.

Wie bereits früher erwähnt, ist die Veränderung der Molarenrelation ein komplexer Prozess in Abhängigkeit von einer Reihe von dentalen und facialskelettalen Entwicklungsveränderungen, die auch einander beeinflussen. Verschiedene Autoren diskutierten die Bedeutung einer günstigen Differenz zwischen dem „leeway space“ im maxillären und mandibulären Zahnbogen (Arya u.a., 2; Baume, 5; Carlsen und Meredith, 16; Moorrees und Chadha, 44; Nance, 47).

Ebenfalls die basalen sagittalen Kieferrelationen bzw. deren Veränderungen auf Grund von Differentialwachstum während des Übergangs vom Wechselgebiss zum permanenten Gebiss sind von zentraler Bedeutung in der Etablierung der Okklusionbeziehung zwischen den ersten Molaren (Van der Linden, 62).

Paulsen (49) beschrieb den quantitativen Unterschied zwischen der Änderung der sagittalen Molarenrelation und der Änderung der sagittal basalen Kieferrelation und schlug den Mechanismus der dentoalveolären Kompensation als mögliche Ursache für existierende Unterschiede zwischen den untersuchten sagittalen Beziehungen vor. Die größte Veränderung der

Okklusion in mesialer Richtung geschah zur Zeit des maximalen pubertären Wachstumsschubs, im Alter von 12.5 bei Mädchen und im Alter von 14 Jahren bei Jungen. Die Probanden in unserer Studie waren jünger und es erscheint wahrscheinlich, dass spätere Veränderungen in der Periode des maximalen pubertären Wachstums zu einer Erhöhung der Fälle, die eine neutrale Molarenrelation herausbilden, führen können.

Brin u.a. (14) untersuchten den Einfluss von Wachstum und Wachstumsrichtung auf die Relation der Molaren. Die Autoren unterteilten ihr longitudinales Untersuchungsgut von Kindern zwischen 7 und 12 Jahren in Fälle mit anteriorem und Fälle mit posteriorem Rotationsmuster, fanden jedoch keine Veränderung der Molarenrelation in einer vorhersagbaren Art und Weise. Es liessen sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen Molarenrelation und Wachstumsrichtung finden. Die Autoren zogen die Schlussfolgerung, dass die Veränderung der Molarenrelation während Wachstum und Entwicklung ein multifaktorielles Phänomen ist und nicht auf der Grundlage der mandibulären Wachstumsrichtung vorhergesagt werden kann.

Anteroposteriore skelettale Relationen verändern sich während Kindheit und Adoleszenz, auf Grund von differentiellen Wachstumsbewegungen der Mandibula. Die anteroposteriore skelettale Relation kann eine Entwicklung in Richtung Klasse I bzw. Neutralrelation während Kindheit und Adoleszenz (Isaacson, 30; Nanda, 48) aufweisen, ebenso wie das Potential zur Vergrößerung existierender skelettaler Diskrepanzen nachgewiesen wurde (Buschang und Martins, 15).

Jamison et al. (31) untersuchten longitudinale Veränderungen im Wachstum der Maxilla und der maxillo-mandibulären Relation im Alter von 8 – 17 Jahren und konnten keine signifikanten Unterschiede in den verschiedenen aufeinanderfolgenden Wachstumsperioden (Prämaximum, Maximum und Postmaximum des pubertären Wachstumsschubs) finden.

Mitani (43) verfolgte okklusale und kraniofaciale Wachstumsveränderungen während der Pubertät und schlussfolgerte, dass

die Tendenz eines Zusammenhangs zwischen dem Wachstum von Maxilla und Mandibula, sowohl in Betrag, als auch in zeitlicher Koordinierung besteht, um eine korrekte basale Relation zwischen Ober- und Unterkiefer herausbilden und erhalten zu können. Der Autor zeigte weiterhin, dass in Fällen ohne eine solche Synchronisation der Betrag und die Richtung des erfolgenden Wachstums eine bedeutende Rolle in der Bestimmung der okklusalen Beziehungen spielen.

Sinclair und Little (60) untersuchten die dentofaciale Reifungsprozesse kieferorthopädisch unbehandelter Erwachsener. Sie kamen zu dem Ergebnis, das die Entwicklung der Maxilla in Betrag und Richtung mit dem Grad der Ausprägung des sagittalen mandibulären Wachstums in engem Zusammenhang stand. Zwischen den kephalometrischen Variablen und den erhobenen Parametern der Modellanalyse liessen sich keine Zusammenhänge oder Abhängigkeiten nachweisen.

### **6.3 Diskussion der Korrelations- und Regressionsanalyse**

Bishara u.a. (8) untersuchten „leeway space“ und basale skelettale Relationen. Eine Korrelationsanalyse wurde durchgeführt, um den Zusammenhang zwischen der Veränderung der Molarenrelation vom frühen Wechselgebiss zur permanenten Dentition, der Veränderung der maxillo-mandibulären Relation (Wits appraisal) und dem Unterschied des „leeway space“ in Ober –und Unterkiefer zu erfassen. Zwischen der Änderung der Molarenrelation und dem Wits appraisal ergab sich nur ein schwacher Zusammenhang, zwischen diesen beiden Parametern und dem „leeway space“ –Unterschied konnte keine Assoziation ermittelt werden.

In unserer Studie ermittelten wir Korrelationskoeffizienten, um mögliche Zusammenhänge zwischen der Molarenrelation, den Platzverhältnissen und anderen dentalen Parametern zu bestimmen. Bei der

Beurteilung der original gemessenen Variablen wurden nur sehr wenige signifikante Korrelationen gefunden. Ein signifikantes Resultat ergab sich, wenn die Variablendifferenz

$$\begin{array}{ccc} \text{„Platzdifferenz pro Quadrant“} & & \text{„Platzdifferenz pro Quadrant“} \\ \text{Unterkiefer} & - & \text{Oberkiefer} \end{array}$$

zur Variable „gemessene Okklusion“ korreliert wurde. Wie in Tabelle 9 gezeigt wurde, ergaben sich signifikante Zusammenhänge für die rechte und linke Seite in allen drei Entwicklungsstadien. Mit Werten von  $r=0.39$  bis  $r= 0.62$  deuten diese Korrelationskoeffizienten keinen starken Zusammenhang an. Dennoch war dieser berechnete Unterschied zwischen den Platzverhältnissen im Ober- und Unterkiefer die einzige dentale Variable, die zu allen drei Untersuchungsstadien einen Zusammenhang mit der Molarenrelation zeigte. Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zu der Studie von Bishara (8), wo der „leeway space“ – Unterschied zwischen Ober- und Unterkiefer nicht mit der Molarenrelation in Korrelation stand.

Die Regressionsanalyse verdeutlichte, dass die dentalen Parameter, die die Zahnbögen definieren, nur teilweise die in der permanenten Dentition etablierte Okklusionsbeziehung der Molaren vorhersagen können. Für rechte und linke Seite ergaben sich variierende Ergebnisse. Die wichtigsten Parameter, die Einfluss auf die finale Molarenrelation zeigten, waren die original gemessene Okklusion im frühen Wechselgebiss auf der entsprechenden Seite und die Platzverhältnisse im Oberkieferquadrant (linke Seite) bzw. Unterkieferquadrant (rechte Seite).

#### **6.4 Klinische Relevanz der Variablen „Korrigierte Okklusion“**

In Übereinstimmung mit früheren Studien wurde die Komplexität der Veränderung der Molarenrelation verifiziert. Es war uns möglich, einen

Zusammenhang zwischen der Molarenrelation und der berechneten Differenz zwischen den Platzverhältnissen zwischen Ober- und Unterkiefer zu demonstrieren. Diese Differenz ist ein Teil der Formel, die für die Variable „korrigierte Okklusion“ verwendet wurde. Wurden die 50 untersuchten Fälle gemäß dieser neuen Variablen gruppiert, konnte eine gute Stabilität zwischen frühem Wechselgebiss und permanentem Gebiss besonders für die „Klasse II“ – Kategorie nachgewiesen werden. Die Berechnung der konstruierten Variablen „korrigierte Okklusion“ neutralisiert den Einfluss der Platzverhältnisse auf die Molarenrelation. Die Beurteilung der Variablen „korrigierte Okklusion“ in Zusammenhang mit der original gemessenen Okklusionsbeziehung zwischen den Molaren kann eine diagnostische Hilfe in der Analyse eines gegebenen Falles sein, ebenso wie bei der Einschätzung des Bedarfs an aktiver Zahnbewegung oder Wachstumsstimulation.

Es wäre interessant, in weiterführenden Studien die Möglichkeit eines Zusammenhangs zwischen der „korrigierten Okklusion“ und basal sagittalen Parametern zu untersuchen.

Die Wertigkeit des Parameters „korrigierte Okklusion“ könnte in Relation zu Methoden zur Vorhersage der Breite der permanenten Zähne in den Stützzonen (z.B. nach Moyers) evaluiert werden, da man im Falle einer frühen Diagnose die Platzanalyse nicht auf die Zahnbreitenmessungen der permanenten Zähne basieren kann.

## **6.5 Veränderung und Entwicklung der anderen untersuchten dentalen Parameter**

Die Platzverhältnisse zeigen während der Observationsperiode im Allgemeinen keine signifikanten Veränderungen im Oberkiefer mit Durchschnittswerten etwas größer als Null, währenddessen die Mittelwerte im Unterkiefer signifikant abnehmen und sich in Null-Nähe einbalancieren. Diese

Entwicklung ist in Übereinstimmung mit den die Platzverhältnisse widerspiegelnden Kurven nach Moorrees u. a. (44). Bishara u. a. (10) beschrieb eine Zunahme der Zahnbogenlänge (zirkumferent) bis zu einem Alter von 8 Jahren im Unterkiefer und bis zu 13 Jahren im Oberkiefer. Danach verringert sich die Länge der Zahnbögen in Ober- und Unterkiefer mesial der ersten Molaren signifikant und kontinuierlich.

Der durchschnittliche intermolare Abstand in Ober- und Unterkiefer und der intercanine Abstand im Oberkiefer werden im Laufe des untersuchten Zeitraumes grösser und zeigen somit Übereinstimmung mit früheren Studien (Knott, 34 und 35; Sinclair und Little, 59). Der durchschnittliche Eckzahnabstand im Unterkiefer veränderte sich zwischen den drei untersuchten Entwicklungsstadien nicht signifikant. Andere Autoren beschrieben eine rapide Zunahme im Alter von 6-9 Jahre, korrespondierend mit der Eruption der permanenten Schneide- und Eckzähne. Von 10-12 Jahren und auch später bis in ein Alter von 20 Jahren, nimmt der Eckzahnabstand ab (Barrow und White, 4; Sinclair und Little, 59; Stillmann, 61). Durch unterschiedliche Registrierungszeiträume zeigt sich darin nicht notwendigerweise eine Unterscheidung zu unserer Untersuchung.

Overjet und Overbite steigen zwischen frühem und spätem Wechselgebiss signifikant an und nehmen zwischen spätem Wechselgebiss und permanentem Gebiss signifikant ab. Die gleichen Ergebnisse wurden in Studien von Barrow und White (4), Bergersen (7), Björk (11) und Sinclair und Little (59) dokumentiert. Bishara u.a. (9) beschrieben die Schwierigkeit, Veränderungen von Overbite mit zunehmendem Alter vorherzusagen.

## 7 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Die Studienmodelle von 50 kieferorthopädisch unbehandelten Kindern wurden longitudinal vom frühen Wechselgebiss (Alter von 7 Jahren), spätem Wechselgebiss (Alter von 11 Jahren) und im permanenten Gebiss (Alter von 13 Jahren) beurteilt. Verschiedene dentale Parameter wurden mit der Absicht erhoben, die Veränderungen in der Molarenrelation und anderen dentalen Variablen als das Ergebnis der normalen physiologischen Entwicklung zu beschreiben und mögliche Zusammenhänge zwischen der Veränderung der Molarenrelation, Platzverhältnissen und anderen dentalen Faktoren zu ermitteln. Für jeden Quadranten wurde eine Platzanalyse durchgeführt und zu jedem der drei dentalen Entwicklungsstadien wurden Molarenrelation, Zahnbogenbreite, Overjet und Overbite bestimmt. Zusätzlich wurde die Bestimmung der konstruierten Variable „Korrigierte Okklusion“ eingeführt, um den Einfluss von pathologischen und physiologischen Zahnwanderungen auf die Molarenrelation ermitteln zu können. Einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwertwiederholung und die Berechnung von Kappa-Koeffizienten wurde genutzt, um Veränderungen der gemessenen Variablen und der Angle-Klassifizierung zu den unterschiedlichen Untersuchungsperioden erfassen zu können. Korrelations- und Regressionsanalyse dienten zur Ermittlung möglicher Zusammenhänge zwischen Molarenrelation, Platzverhältnissen und anderen Variablen.

Unsere Ergebnisse verdeutlichen, dass die durchschnittliche Okklusionsbeziehung der Molaren die Tendenz zur Ausbildung einer weniger distalen Relation während der Etablierung der permanenten Dentition hat. Die statistische Analyse konnte im Allgemeinen keine gute Stabilität zeigen, wenn die 50 untersuchten Fälle zu Beginn und zum Ende der Untersuchungsperiode den drei Angle-Klassen zugeordnet wurden. Nur sehr wenige statistisch signifikante Korrelationen bestanden zwischen der Molarenrelation und anderen Variablen.

Signifikante Ergebnisse erhielten wir durch die Einführung der berechneten Variablendifferenz

$$\begin{array}{ccc} \text{„Platzdifferenz pro Quadrant“} & - & \text{„Platzdifferenz pro Quadrant“} \\ \text{Unterkiefer} & & \text{Oberkiefer.} \end{array}$$

Diese Differenz ist Teil der Formel, die zur Konstruktion der Variablen „Korrigierte Okklusion“ verwendet wurde. Wurden die 50 Fälle entsprechend dieser Variablen gruppiert, ließ sich eine recht gute Stabilität zwischen frühem Wechselgebiss und der permanenten Dentition zeigen, dies war besonders für die „Klasse II“ – Kategorie deutlich. Die Beurteilung der Variablen „korrigierte Okklusion“ in Zusammenhang mit der original gemessenen Okklusionsbeziehung zwischen den Molaren kann eine diagnostische Hilfe in der Analyse eines gegebenen Falles sein. Die Regressionsanalyse ergab, dass die wichtigsten Parameter, die Einfluss auf die finale Molarenrelation zeigten, die original gemessene Okklusion im frühen Wechselgebiss auf der entsprechenden Seite und die Platzverhältnisse im Oberkieferquadrant (linke Seite) bzw. Unterkieferquadrant (rechte Seite) waren.

## 8 SUMMARY AND CONCLUSION

The dental casts of fifty orthodontically untreated children were evaluated longitudinally in the early mixed dentition (7 years of age), late mixed dentition (11 years of age) and in the permanent dentition (13 years of age). Several dental parameters were assessed with the intention to describe changes in molar relation and other dental variables as the result of normal development, and to study the association between the change in molar relation, space conditions and other dental factors. A space analysis for each quadrant was done and molar relationship, dental arch widths, overjet and overbite were evaluated at each dental developmental stage. In addition the calculated variable "corrected occlusion" was introduced in order to study the influence of pathological and physiological migration on the molar relation. Repeated measure analysis of variance and Kappa statistics were used to investigate changes of the measured variables and Angle-classification between the different registration periods. Correlation and regression analyses were performed to find associations between the molar relation, space conditions and other variables.

The findings indicate that the mean molar occlusion has a tendency for developing a less distal relation during establishment of the permanent dentition. In general the statistical analysis could not show a good stability, when grouping the 50 cases at the beginning and the end of the observation period into the three Angle-classes. Very few significant correlations were found between the molar relation and other variables. Significant results came up when introducing the calculated difference

"Space difference per quadrant" LJ - "Space difference per quadrant" UJ.

This difference is included in the formula for the variable "corrected occlusion". When the cases were grouped according to this variable, a rather good agreement between the early mixed and permanent dentition was demonstrated; especially for the "Class II" category.

Evaluating the variable “corrected occlusion” together with the original molar relation may help in specifying the diagnosis of a given case. The regression analysis indicated. that parameters contributing to the final molar relationship were the original occlusion of the corresponding side in the early mixed dentition and the space balance (variable space difference) of the upper (left side) or lower quadrant (right side).

## 9 Quellenverzeichnis

- 1 Angle, E. H. Behandlung der Okklusionsanomalien der Zähne. H. Meusser, Berlin 1908
- 2 Arya, B.S., Savara, B.S., Thomas, D.R. Prediction of first molar occlusion. Am. J. Orthod. 1973; 63: 610-621
- 3 Bacetti, T., Franchi, L., Mc Namara, J.A., Tollaro, I. Early dentofacial features of Class II malocclusion: A longitudinal study from the deciduous through the mixed dentition. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. 1997; 111: 502-509
- 4 Barrow, G.V., White, J. R. Developmental changes of the maxillary and mandibular dental arches. Angle Orthod. 1952; 22: 41-46
- 5 Baume, L.J. Physiological tooth migration and its significance for the development of occlusion. II. The biogenesis of the accessional dentition. J. Dent. Res. 1950; 29: 331-337
- 6 Berg, R. Sagittal jaw relations. A longitudinal study of the changes in ages between 6 and 12. Fortschr. Kieferorthop. 1986; 47: 28-38
- 7 Bergersen, E.O. A longitudinal study of anterior vertical overbite from eight to twenty years of age. Angle Orthod. 1988; 58: 237-256
- 8 Bishara, S.E., Hoppens, B.J., Jakobson, J.R., Kohout, F.J. Changes in the molar relationship between the deciduous and permanent dentitions: A longitudinal study. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. 1988; 93: 19-28
- 9 Bishara, S.E., Jakobsen, J.R. Changes in overbite and face height from 5 to 45 years of age in normal subjects. Angle Orthod. 1998; 68: 209-216
- 10 Bishara, S.E., Jakobsen, J. R., Treder, J., Nowak, A. Arch length changes from 6 weeks to 45 years. Angle Orthod. 1998; 68: 69-74

- 11 Bjørk, A. Variability and age changes in overjet and overbite. *Am. J. Orthod.* 1953; 39: 779-801
- 12 Bjørk, A., Palling, M. Adolescent age changes in sagittal jaw relation, alveolar prognathy, and incisal inclination. *Acta odont. Scand.* 1970; 12: 201-232
- 13 Brin, I., Kelley, M.B., Ackerman, J.L., Green, P.A. Molar occlusion and mandibular rotation: a longitudinal study. *Am. J. Orthod.* 1982; 81: 397-403
- 14 Brin, I., Zwilling-Sellam, O., Harari, D., Koyoumdjisky-Kaye, E., Ben-Bassat, Y. Does a secular trend exist in the distribution of occlusal patterns? *Angle Orthod.* 1998; 68:81-84
- 15 Buschang, P.H., Martins, J. Childhood and adolescent changes of skeletal relationships. *Angle Orthod.* 1998; 68: 199-206
- 16 Carlsen, D.B., Meredith, H.V. Biologic variation in selected relationships of opposing teeth. *Angle Orthod.* 1960; 30: 162-173
- 17 De Baets, J. The role of the upper first molar in lower incisor crowding. *J. Clin. Orthod.* 1995; 29: 146-157
- 18 De Baets, J., Chiarini, M. the Pseudo-Class I: A newly defined type of malocclusion. *J. Clin. Orthod.* 1995; 29: 73-88
- 19 Duterloo, H. Atlas der Gebissentwicklung – Kieferorthopädische Befunde und Diagnostik anhand von Panorama Schichtaufnahmen. Schlüter, Hannover 1992
- 20 Feldmann, I., Lundström, F., Peck, S. Occlusal changes from adolescence to adulthood in untreated patients with Class II Division 1 deepbite malocclusion. *Angle Orthod.* 1999; 69: 33-38
- 21 Foster, T.D., Grundy, M.C. Occlusal changes from primary to permanent dentitions. *Br. J. Orthod.* 1986; 13: 187-193

- 22 Fröhlich, F. Changes in untreated class II type malocclusion. *Angle Orthod.* 1962; 32: 167-179
- 23 Gardner, R.B. A comparison of four methods of predicting arch length. *Am. J. Orthod.* 1979; 75: 387-398
- 24 Harris, E.F. A longitudinal study of arch size and form in untreated adults. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 1997; 111: 419-427
- 25 Harris, E.F., Behrents, R.G. The intrinsic stability of Class I molar relationship: a longitudinal study of untreated cases. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 1988; 94: 63-67
- 26 Heckmann, U. A longitudinal study of dental development in 82 children from birth to 12 years of age. *Trans. Eur. Orthod. Soc.* 1973: 259-265
- 27 Helm, S. Prevalence of malocclusion in relation to development of the dentition. *Acta odont. Scand.* 1970, 28: suppl 58
- 28 Hotz, R. *Orthodontie in der täglichen Praxis.* 4. Aufl., Huber, Bern-Stuttgart-Wien, 1970
- 29 Ingelsson- Dahlstorm, M., Hagberg, C. The longitudinal development of malocclusion in postnormal children with little respectively urgent need for orthodontic treatment. *Swed. Dent. J.* 1994; 18: 49-57
- 30 Isaacson, R.J. Commentary: Childhood and adolescent changes of skeletal relationships. *Angle Orthod.* 1998; 68: 207-208
- 31 Jamison, J.E., Bishara, S.E., Peterson, L.C., De Kock, B.A., Kremenak, C.R. Longitudinal changes in the maxilla and the maxillary-mandibular relationship between 8 and 17 years of age. *Am. J. Orthod.* 1982: 217-230
- 32 Johannsdottir, B., Wisth, P.J., Magnussen, T.E. Prevalence of malocclusion in 6-years-old Icelandic children. *Acta odont. Scand.* 1997, 55: 398-402

- 33 Keeling, S.D., Riolo, M.L., Martin, R.E., Ten Have, T.R. A multivariate approach to analyzing the relation between occlusion and craniofacial morphology. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 1989; 95: 297-305
- 34 Knott, V.B. Size and form of the dental arches in children with good occlusion studied longitudinally from age 9 years to late adolescence. *Am. J. Orthod.* 1962; 43: 938-940
- 35 Knott, V.B. Longitudinal study of dental arch widths at four stages of dentition. *Angle Orthod.* 1972; 42: 387-394
- 36 Legovic, M., Mady, L. Longitudinal occlusal changes from primary to permanent dentition in children with normal primary occlusion. *Angle Orthod.* 1999; 69: 264-266
- 37 Leighton, B.C., Feasby, W.H. Factors influencing the development of molar occlusion: A longitudinal study. *Br. J. Orthod.* 1988; 15: 99-103
- 38 Lindsten, R., Ögaard, B., Larsson, E. Difference in dental lateral arch length between 9-year-olds born in the 1960s and the 1980s. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2000; 117: 663-668
- 39 Lombardi, A.V. The adaptive value of dental crowding: A consideration of the biologic basis of malocclusion. *Am. J. Orthod.* 1982; 81: 38-42
- 40 Maj, G., Alleva, F., Lucchese, F.P. Changes in length and width of the mandibular arch from the mixed dentition to completion of the permanent dentition. *Eur. J. Orthod.* 1979; 1:259-263
- 41 Maurice, T.J., Kula, K. Dental arch asymmetry in the mixed dentition. *Angle Orthod.* 1998; 68: 37-44
- 42 Mitani, H. Behavior of the maxillary first molar in three planes with emphasis on its role of providing room for the second and third molars during growth. *Angle Orthod.* 1975; 45: 159-168
- 43 Mitani, H. Occlusal and craniofacial growth changes during puberty. *Am. J. Orthod.* 1977; 72: 76-84

- 44 Moorrees, C.F.A., Chadha, J.M. Available space for the incisors during dental development: a growth study based on physiologic age. *Angle Orthod.* 1965; 35: 12-22
- 45 Moorrees, C.F.A., Grøn, A.M., Le Bret, L.M.L., Yen, P.K.J., Fröhlich, F.J. Growth studies of the dentition: A review. *Am. J. Orthod.* 1969; 55:600-616
- 46 Moorrees, C.F.A., Thomsen, S.O., Jensen, E., Yen, P.K.-J. Mesiodistal crown diameters of the deciduous and permanent teeth in individuals. *J. Dent. Res.* 1957; 36: 39-47
- 47 Nance, H.M. The limitations of orthodontic treatment. I. Mixed dentition diagnosis and treatment. *Am. J. Orthod.* 1947; 33: 177-223
- 48 Nanda, S.K. Differential growth of the female face in the anteroposterior dimension. *Angle Orthod.* 1992; 62: 23-34
- 49 Paulsen, H.U. Changes in sagittal molar occlusion during growth. *Tandlaegebladet* 1971; 75:1258-1267
- 50 Richardson, M.E. Mesial migration of lower molars in relation to facial growth and eruption. *Aust. Orthod. J.* 1996; 14: 87-91
- 51 Rinchuse, D.J., Rinchuse, D.J. Ambiguities of Angle's classification *Angle Orthod.* 1989; 59: 295-298
- 52 Sampson, W.J., Richards, L.C. Prediction of mandibular incisor and canine crowding changes in the mixed dentition. *Am. J. Orthod.* 1985; 88: 47-63
- 53 Sand Hadsel, M. Changes in facial morphology from 7 to 13 years of age. Thesis University of Bergen 1988; 15: 99-103
- 54 Sanin, C., Savara, B.S. The development of an excellent occlusion *Am. J. Orthod.* 1972; 61: 345-352
- 55 Schopf, P. Curriculum Kieferorthopädie. Band I. 3. Aufl., Quintessenz, Berlin 2000

- 56 Schwarze, C.W. Long-time study on the sagittal position of the 1st molars. *Fortschr. Kieferorthop.* 1972; 33: 93-102
- 57 Seward, F.S. The development of malocclusion associated with change to the permanent dentition. *Angle Orthod.* 1967; 37: 104-108
- 58 Silver, E.I. Forsyth orthodontic survey of untreated cases. *Am. J. Orthod.* 1944; 30: 635-659
- 59 Sinclair, P.M., Little, R.M. Maturation of untreated normal occlusions. *Am. J. Orthod.* 1983; 83: 114-123
- 60 Sinclair, P.M., Little, R.M. Dentofacial maturation of untreated normals. *Am. J. Orthod.* 1985; 88: 146-156
- 61 Stillman, J. H. Dimensional changes of the dental arches: Longitudinal study from birth to 25 years. *Am. J. Orthod.* 1964; 50: 824-841
- 62 Van der Linden, F.P.G.M. *Development of dentition*, Quintessence Publishing Co., Chicago, 1983
- 63 Watanabe, E., Demirjian, A., Buschang, P. Longitudinal post-eruptive mandibular tooth movements of males and females. *Eur. J. Orthod.* 1999, 21: 459-468

# 10 Anhang

## Anhang1: Befundbogen

Patienten-Nr.	Männlich/ weiblich

Datum	Oberkiefer										Unterkiefer									
Zahn	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35
Breite																				

### Frühes Wechselgebiss

Datum	Oberkiefer				Unterkiefer			
Segment	Stützzone rechts	Front rechts	Front links	Stützzone links	Stützzone rechts	Front rechts	Front links	Stützzone links
Platzangebot								
Platzbedarf								
Differenz /Segment								
Mittellinienverschiebung								
Differenz /Quadrant								

### Okklusion

	Rechte 1. Molaren	Linke 1. Molaren
Vermessene Okklusion		
“korrigierte” Okklusion		

	Oberkiefer	Unterkiefer
3-3-Abstand		
6-6-Abstand		

Overjet	
Overbite	

### Spätes Wechselgebiss

Datum	Oberkiefer				Unterkiefer			
Segment	Stützzone rechts	Front rechts	Front links	Stützzone links	Stützzone rechts	Front rechts	Front links	Stützzone links
Platzangebot								

Platzbedarf								
Differenz /Segment								
Mittellinienverschiebung								
Differenz /Quadrant								

<b>Okklusion</b>		
	Rechte 1. Molaren	Linke 1. Molaren
Vermessene Okklusion		
“korrigierte” Okklusion		

	<b>Oberkiefer</b>	<b>Unterkiefer</b>
3-3-Abstand		
6-6-Abstand		

Overjet	
Overbite	

**Permanentes Gebiss**

Datum	<b>Oberkiefer</b>				<b>Unterkiefer</b>			
Segment	Stützzone rechts	Front rechts	Front links	Stützzone links	Stützzone rechts	Front rechts	Front links	Stützzone links
Platzangebot								
Platzbedarf								
Differenz /Segment								
Mittellinienverschiebung								
Differenz /Quadrant								

<b>Okklusion</b>		
	Rechte 1. Molaren	Linke 1. Molaren
Vermessene Okklusion		
“korrigierte” Okklusion		

	<b>Oberkiefer</b>	<b>Unterkiefer</b>
3-3-Abstand		
6-6-Abstand		

Overjet	
Overbite	

Anhang 2: Deskriptive statistische Analyse – Frühes Wechselgebiss

<b>Frühes Wechselgebiss</b>	$\bar{X}$	<b>Sx</b>	<b>X min</b>	<b>X max</b>	<b>n</b>
<b>Platzverhältnisse</b> (Platzangebot-Platzbedarf)	0.76	1.42	-2.5	4.5	50
Stützzone rechts OK					
Front rechts OK	-0.21	1.35	-3.6	2.7	50
Mittellinienverschiebung / Stützzone rechts OK	0.01	0.23	-1.1	1.1	50
Platzdifferenz / oberer rechter Quadrant	0.56	2.08	-3.2	6.6	50
Front links OK	0.03	1.16	-2.6	3.1	50
Stützzone links OK	0.56	1.68	-4.1	4.4	50
Mittellinienverschiebung / Stützzone links OK	-0.01	0.23	-1.1	1.1	50
Platzdifferenz / oberer linker Quadrant	0.58	2.11	-3.8	6.2	50
Stützzone rechts UK	1.49	2.05	-4.5	5.1	50
Front rechts UK	-0.05	0.72	-1.7	1.5	50
Mittellinienverschiebung / Stützzone rechts UK	0.13	1.16	-2.6	3-1	50
Platzdifferenz / unterer rechter Quadrant	1.57	2.22	-2.6	6.5	50
Front links UK	-0.08	0.71	-1.9	2.1	50
Stützzone links UK	1.27	2.20	-3.5	5.7	50
Mittellinienverschiebung / Stützzone links UK	-0.13	1.16	-3.1	2.6	50
Platzdifferenz / unterer linker Quadrant	1.08	2.57	-6.1	7.8	50
<b>Okklusion</b> rechte 1.Molaren	-1.82	1.69	-6.4	2.5	50
<b>Okklusion</b> linke 1.Molaren	-1.17	1.61	-5.9	1.7	50
<b>3-3-Abstand</b> OK	32.53	2.12	28.1	37.1	50
6-6-Abstand OK	49.73	2.60	44.0	55.7	50
3-3-Abstand UK	26.74	1.94	23.3	31.0	45
6-6-Abstand UK	43.36	2.56	38.7	49.0	50
<b>Overjet</b>	3.80	1.57	1.6	7.6	50
<b>Overbite</b>	2.96	1.51	0.5	6.5	50

### Anhang 3 Deskriptive statistische Analyse – Spätes Wechselgebiss

<b>Spätes Wechselgebiss</b>	$\bar{X}$	<b>Sx</b>	<b>X min</b>	<b>X max</b>	<b>n</b>
<b>Platzverhältnisse</b> (Platzangebot-Platzbedarf)	0.57	1.45	-3.6	4.0	50
Stützzone rechts OK					
Front rechts OK	0.27	0.72	-1.1	2.1	50
Mittellinienverschiebung / Stützzone rechts OK	0.01	0.17	-0.8	0.7	50
Platzdifferenz / oberer rechter Quadrant	0.85	1.87	-4.7	6.1	50
Front links OK	0.33	0.79	-1.4	2.6	50
Stützzone links OK	0.71	1.43	-2.7	3.5	50
Mittellinienverschiebung / oberer linker Quadrant	-0.01	0.17	-0.7	0.8	50
Platzdifferenz / Stützzone links OK	1.03	1.78	-3.9	5.9	50
Stützzone rechts UK	0.86	2.16	-5.0	6.2	50
Front rechts UK	-0.08	0.05	-0.9	1.4	50
Mittellinienverschiebung / Stützzone rechts UK	0.21	1.16	-3.1	3.1	50
Platzdifferenz / unterer rechter Quadrant	0.97	2.33	-3.6	6.9	50
Front links UK	-0.11	0.57	-1.1	1.9	50
Stützzone links UK	0.54	2.06	-4.8	5.4	50
Mittellinienverschiebung / Stützzone links UK	-0.21	1.15	-3.1	3.1	50
Platzdifferenz / unterer linker Quadrant	0.22	2.62	-5.2	7.1	50
<b>Okklusion</b> rechte 1.Molaren	-1.54	1.64	-5.5	0.9	50
<b>Okklusion</b> linke 1.Molaren	-0.69	1.30	-3.6	2.4	50
<b>3-3-Abstand</b> OK	33.87	1.97	29.1	38.3	43
6-6-Abstand OK	51.07	2.82	45.4	57.7	50
3-3-Abstand UK	26.51	1.63	23.4	31.3	49
6-6-Abstand UK	44.20	2.83	39.0	51.5	50
<b>Overjet</b>	4.28	1.42	1.5	8.0	50
<b>Overbite</b>	3.95	1.28	1.2	6.9	50

#### Anhang 4 Deskriptive statistische Analyse – Permanentes Gebiss

<b>Permanentes Gebiss</b>	$\bar{X}$	<b>Sx</b>	<b>X min</b>	<b>X max</b>	<b>n</b>
<b>Platzverhältnisse</b> (Platzangebot-Platzbedarf)	0.53	1.04	-1.3	3.8	50
Stützzone rechts OK					
Front rechts OK	0.15	0.55	-0.6	2.2	50
Mittellinienverschiebung / Stützzone rechts OK	-0.01	0.40	-1.2	2.1	50
Platzdifferenz / oberer rechter Quadrant	0.67	1.51	-1.3	5.6	50
Front links OK	0.60	1.00	-1.7	3.4	50
Stützzone links OK	0.22	0.68	-1.2	2.4	50
Mittellinienverschiebung / Stützzone links OK	0.01	0.40	-2.1	1.2	50
Platzdifferenz / oberer linker Quadrant	0.82	1.55	-2.3	5.6	50
Stützzone rechts UK	0.19	1.60	-3.1	5.0	50
Front rechts UK	-0.13	0.50	-1.3	1.4	50
Mittellinienverschiebung / Stützzone rechts UK	0.28	1.01	-1.5	3.4	50
Platzdifferenz / unterer rechter Quadrant	0.33	1.91	-3.1	6.0	50
Front links UK	-0.16	0.58	-1.3	2.2	50
Stützzone links UK	0.28	1.47	-4.5	3.5	50
Mittellinienverschiebung / Stützzone links UK	-0.28	1.01	-3.4	1.5	50
Platzdifferenz / unterer linker Quadrant	-0.16	2.16	-4.4	5.7	50
<b>Okklusion</b> rechte 1.Molaren	-0.77	1.58	-6.1	1.7	50
<b>Okklusion</b> linke 1.Molaren	-0.15	1.51	-5.1	2.6	50
<b>3-3-Abstand</b> OK	34.61	2.03	31.5	40.2	50
6-6-Abstand OK	51.85	2.90	46.5	59.1	50
3-3-Abstand UK	26.43	1.68	23.4	30.4	50
6-6-Abstand UK	44.56	2.71	39.8	50.9	50
<b>Overjet</b>	3.82	1.27	1.6	7.7	50
<b>Overbite</b>	3.20	1.11	1.1	6.2	50

# 11 Curriculum vitae

## Persönliche Daten

Name: Annegret Gabriel, geb. Teubner  
Geburtsdatum: 08.07.1971  
Geburtsort: Rodewisch/ Sachsen  
Familienstand: verheiratet, 2 Kinder (geb. 2004, 2006)  
Staatsangehörigkeit: deutsch

## Ausbildung

1978-1988 Polytechnische Oberschule „Johann Wolfgang Goethe“ in Auerbach, Mittlere Reife mit Prädikat „Auszeichnung“  
1988-1990 Erweiterte Oberschule „Geschwister Scholl“ in Auerbach, Abitur mit Prädikat „Auszeichnung“  
1990-1991 Bezirksfachkrankenhaus Rodewisch, Abteilung für Neurologie, Vorpraktikum  
1991-1996 Universität Leipzig, Zahnmedizinstudium  
Febr.-März 1994 Zahnmedizinisches Praktikum in Südafrika  
Oktober 1996 Staatsexamen mit Prädikat „Sehr gut“  
Approbation als Zahnärztin

## Zahnärztliche Berufspraxis

Okt. 1996-Aug. 1998 Allgemeinzahnärztliche Tätigkeit in privater Praxis in Rochlitz/ Sachsen,  
gleichzeitig Assistentenstelle in kieferorthopädischer Fachpraxis in Auerbach/ Vogtland

## Kieferorthopädische Fachausbildung

Sept. 1998–Juni 2001 Universität in Bergen/ Norwegen  
2001 Anerkennung als Fachzahnärztin für Kieferorthopädie in Norwegen und in Deutschland

## **Kieferorthopädische Berufspraxis**

Aug. 2001–Okt. 2003	Kieferorthopädische Abteilung der Universität Bergen/ Norwegen als Lehrkraft (Studentenausbildung und Patientenbehandlung)  gleichzeitig angestellte Kieferorthopädin in der Privatpraxis von Prof. P. J. Wisth
Nov. 2003–Jan. 2006	Kieferorthopädin an der Schulzahnklinik der Stadt Chur/ Schweiz
März 2006-dato	Private Niederlassung in Eschen/ Liechtenstein

## 12 Danksagung

Es ist mir ein großes Bedürfnis, Frau Professor Rudzki-Janson für die Vergabe des Dissertationsthemas und die mir gewährte Förderung und Hilfe herzlich zu danken.

Mein weiterer Dank gilt Herrn Professor Per Johan Wisth, Kieferorthopädische Abteilung der Universität Bergen/ Norwegen für die Bereitstellung des Materials sowie sein aktives Interesse und die Unterstützung an meiner Arbeit.

Für die statistische Beratung danke ich Associate Professor Olav E. Bøe, ebenfalls Universität Bergen/ Norwegen.

Ganz besonders möchte ich an dieser Stelle meinen Eltern und meinem Mann Philipp für die geduldige Hilfe bei der Fertigstellung dieser Arbeit danken.