

Aus der Klinik für Kieferorthopädie
der Medizinischen Fakultät
der Universität des Saarlandes, Homburg/Saar
Direktor: Univ.-Prof. Dr. Jörg Lisson

Vertikale Veränderungen nach Extraktion der ersten Molaren

**Dissertation zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Zahnmedizin**

der Medizinischen Fakultät
der Universität des Saarlandes
2009

vorgelegt von:
Kathleen Gabler
geb. am:
14.07.1975 in Leipzig

Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung.....	4
1.1	Deutsche Zusammenfassung.....	4
1.2	Englische Zusammenfassung (Summary).....	5
2.	Einleitung.....	7
3.	Literaturübersicht.....	9
3.1	Kieferorthopädische Indikationen zur Extraktion.....	9
3.2	Extraktion von Prämolaren.....	10
3.3	Extraktion von Sechsjahrmolaren.....	11
3.4	Fernröntgenseitenbildanalyse.....	13
3.5	Wachstumsmuster.....	13
4.	Material und Methode.....	15
4.1	Stichprobencharakteristik.....	15
4.1.1	Probanden.....	15
4.1.2	Kontrollgruppe.....	16
4.2	Untersuchungsbedingungen.....	18
4.3	Fernröntgenseitenbilder.....	19
4.4	Dauer der Multibandbehandlung.....	24
4.5	Statistik.....	25
4.5.1	Deskriptive Statistik.....	25
4.5.2	Vergleichende Statistik.....	25
5.	Ergebnisse.....	26
5.1	Patientengruppe.....	26
5.2	Wachstumsmuster.....	28
5.3	Das Wachstumsmuster in Bezug auf die Y-Achse.....	28
5.3.1	Wechsel des Wachstumsmusters in Bezug auf die Y-Achse.....	34
5.4	Das Wachstumsmuster in Bezug zum Winkel NSL-ML.....	36
5.4.1	Wechsel des Wachstumsmusters in Bezug zum Winkel NSL-ML.....	42
5.5	Das Wachstumsmuster in Bezug zum Winkel ML-NL.....	44
5.5.1	Wechsel des Wachstumsmusters in Bezug zum Winkel ML-NL.....	50
5.6	Dauer der Multibandbehandlung.....	52
5.6.1	Dauer der MB-Behandlung in Abhängigkeit von der Y-Achse.....	55

5.6.2	Dauer der MB-Behandlung in Abhängigkeit vom Winkel NSL-ML.....	56
5.6.3	Dauer der MB-Behandlung in Abhängigkeit vom Winkel ML-NL.....	57
6.	Diskussion.....	58
6.1	Patienten.....	58
6.2	Methode.....	59
6.3	Wachstumsmuster.....	60
6.4	Y-Achse.....	61
6.4.1	Anzahl der Wechsel in andere Wachstumsmuster in Bezug auf die Y-Achse.....	63
6.5	Winkel NSL-ML.....	64
6.5.1	Anzahl der Wechsel in andere Wachstumsmuster in Bezug zum Winkel NSL-ML.....	66
6.6	Winkel ML-NL.....	67
6.6.1	Anzahl der Wechsel in andere Wachstumsmuster in Bezug zum Winkel ML-NL.....	69
6.7	Dauer der MB-Behandlung.....	70
7.	Schlussfolgerungen.....	72
8.	Literaturliste.....	74
9.	Danksagung.....	82
10.	Lebenslauf.....	83

1. Zusammenfassung

1.1 Deutsche Zusammenfassung

Die Extraktion von permanenten Zähnen ist im Rahmen kieferorthopädischer Behandlungen oft indiziert. Meist werden dabei die ersten Prämolaren bevorzugt. Die Extraktion der ersten Molaren wird nur bei stark ausgeprägtem vertikalen Wachstum oder bei kariöser Zerstörung dieser Zähne in Erwägung gezogen.

Ziel dieser Studie war es, die Veränderung der vertikalen Relation nach Extraktion der ersten Molaren und anschließendem kieferorthopädischen Lückenschluss zu untersuchen. Die Therapiedauer sollte ermittelt werden.

Von 85 Patienten wurden retrospektiv die Fernröntgenseitenbilder vom Anfang und Ende der Therapie ausgewertet und die Patienten in die entsprechenden Wachstumsmuster horizontal, neutral und vertikal eingeteilt. Die dazu verwendeten verschiedenen vertikalen Parameter (Winkel der Y-Achse, Winkel NSL-ML, Winkel ML-NL) dienen der Einordnung in die einzelnen Wachstumstypen bzw. -muster. Zur Erhebung der Parameter aus dem Fernröntgenseitenbild kam die Jarabak-Analyse zur Anwendung.

Bei allen Patienten wurden jeweils alle vier erste Molaren entfernt und die Extraktionslücken mit einer Multibracketapparatur der McLaughlin-Bennett-Trevisi Technik geschlossen.

Als Kontrollgruppe dienten Patientendaten aus der Arbeit von Droschl (1984), in der das Wachstum unbehandelter Patienten ermittelt wurde.

Um Veränderungen der vertikalen Kieferrelation durch die Extraktion der ersten Molaren feststellen zu können, wurden die Differenzen der Mittelwerte beider Gruppen miteinander verglichen. Der Mittelwert am Ende der Behandlung wurde vom Mittelwert zu Beginn der Therapie subtrahiert.

Die Ergebnisse weisen nur geringe Änderungen zwischen den Anfangs- und Endwerten und der Kontrollgruppe auf.

Somit kann die Hypothese der Reduktion der vertikalen Kieferrelation durch eine Extraktionstherapie der Sechsjahrmolaren nicht sicher bestätigt werden. Die die vertikale Morphologie beschreibenden Parameter sind dabei relevant.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich durch die Extraktion der ersten Molaren keine statistisch gesicherte Veränderung der Vertikalen im Rahmen einer kieferorthopädischen Therapie nachweisen lässt. Die Behandlungsdauer im Vergleich zur

Prämolarenextraktion scheint nicht verlängert zu sein. Daher sollte in der Therapiewahl bei geschädigten und prognostisch ungünstig zu bewertenden ersten Molaren die Entfernung dieser in Erwägung gezogen werden.

Es müssen allerdings noch weitere Untersuchungen folgen, um Vergleiche zwischen den Extraktionsformen vorzunehmen und daraus resultierende Indikationen zu treffen.

1.2. Englische Zusammenfassung (Summary)

The extraction of permanent teeth is often indicated within the framework of orthodontic treatment. In most of these cases the premolars are preferred whereas the extraction of the first permanent molars is only taken into consideration when their vertical growth is strongly pronounced.

The aim of this study was to examine the changes in the vertical relation after the extraction of the first permanent molars followed by orthodontic treatment in order to determine the duration of treatment.

The cephalometric radiographs of the beginning and end of treatment of 85 patients were analysed in retrospect. The patients consequently were divided into appropriate groups of horizontal, neutral and vertical growth patterns. Here, different vertical parameters have been used (angle of Y-axis, angle NSL-ML, angle ML-NL) for the categorization of the respective types of growth.

The evaluation of the cephalometric radiographs was based on the Jarabak-analysis (see cephalometric radiographs).

All patients had all their 4 first molars extracted and the extraction gaps were closed with fixed McLaughlin-Bennett-Trevisi mechanics.

The control group was made up of patients data from Droschls study (1984), which determines the growth in untreated patients by means of cephalometric radiographs.

The differences of values of both groups were then compared in order to be able to establish changes of the vertical dimension due to the extraction of the first permanent molars.

The results show no significant vertical changes between initial and final values. Therefore, an assumed reduction of the vertical relation due to extraction of the first molars cannot be confirmed for certain.

The use of the defining parameters of the vertical morphologies is relevant.

In summary it can be said that extraction of the first permanent molars certainly doesn't prove to be the first choice within the framework of orthodontic treatment. However, the inherent difficulties of this method of treatment and its often poor reputation are not as major as to justify leaving first molars in place, which are damaged or hard to determine.

Further studies will have to follow in order to draw final comparisons between different forms of extraction and their respective indications.

2. Einleitung

Bereits 636 n. Chr. gab Paul von Ägina die Empfehlung zur Entfernung von „überzähligen“ Zähnen, ebenso Hali Abbas im Jahr 994. Weitere Schriften folgten, wobei ästhetische Aspekte bei der Entfernung der Zähne im Vordergrund standen (zitiert nach Reichenbach, 1967).

Extraktionen unter primär kieferorthopädischen Gesichtspunkten wurden 1728 von Fauchard beschrieben. Dabei kam es vermehrt zur Extraktion der 1. permanenten Molaren, da diese meist kariös zerstört waren.

Fox (1803) und Mc Lean (1855) wiesen später auf eine prophylaktische Wirkung zur Verhütung der Weiterverbreitung von Karies, *Dentitio difficilis* sowie auf die Selbstregulierung eines frontalen Engstandes durch die Entfernung der Sechsjahrmolaren hin (zitiert nach Reichenbach, 1967). Dabei wird ersichtlich, dass mit der Beseitigung der ersten Molaren verschiedene Ziele erreicht werden sollten und Mc Lean stellte Richtlinien zur Extraktion der Zähne auf, die in Fachkreisen anerkannt wurden (zitiert nach Dausch-Neumann, 1968; Reichenbach, 1967). Die rein kieferorthopädische Betrachtung der Sechsjahrmolarenextraktion rückte erst im 19./20. Jahrhundert wieder mehr in den Vordergrund. Dabei spielen die Namen Andrieu (1888), Lipschitz (1902), Kunert (1904) und Riesenfeld (1908) eine Rolle (zitiert nach Bredy et al., 1977; Reichenbach, 1967; Schwarz, 1953). Andrieu (1888) vertrat die Ansicht, dass der 1. Molar noch ein „zum Milchgebiss gehörender Zahn“ sei und nur der Erhaltung der Bisshöhe während des Zahnwechsels diene. Dies ist somit ein erster Hinweis auf eine mögliche Beeinflussung der Vertikalen.

Es gab jedoch auch Gegner von Extraktionsmaßnahmen wie Abbott (1875), Angle, Brenizer und Mills, wobei Abbott die Sechsjahrmolaren für die wichtigsten Zähne des Gebisses hielt und diese somit unter allen Umständen zu erhalten seien (zitiert nach Bredy et al., 1977; Dausch-Neumann, 1968; Reichenbach, 1967). Angle lehnte jegliche Extraktion zur Regulierung von Zahnfehlstellungen ab, postulierte stattdessen die Einordnung aller Zähne und verwies auf die besondere Wertigkeit der Sechsjahrmolaren (zitiert nach Reichenbach, 1967). Er war der Meinung, dass der erste Molar grundsätzlich richtig stehe und somit das Fundament seiner Klassifikation der Kieferanomalien darstellte. Dafür verwendete Angle einen orthodontischen

Expansionsbogen zur Einordnung aller Zähne (zitiert nach Dausch-Neumann, 1968; Schwarz, 1953).

Herbst machte 1910 die Entscheidung über die Entfernung permanenter Zähne vom jeweiligen Einzelfall abhängig und lehnte damit ein striktes Extraktionsverbot ab (zitiert nach Dausch-Neumann, 1968). Lundström (1917) stellte die ersten Grundpfeiler für die Notwendigkeit zur Extraktion permanenter Zähne auf. Er wies darauf hin, dass es ein Missverhältnis zwischen Zahnbogen und der apikalen Basis geben kann, was eine Reduzierung der Zahnzahl indiziert.

Damit wurde nach und nach das Extraktionsverbot gelockert, die unbedingt geforderte Einstellung in die Neutralokklusion nach Angle aufgehoben und die Richtlinien von Kantorowicz zur Einstellung in eine gesicherte Okklusion wurden anerkannt (Schwarz, 1953).

Baume (1940) untersuchte die Auswirkungen der Extraktion auf das dysgnathe Gebiss. Die daraus gezogenen Schlussfolgerungen über die Extraktionszeitpunkte sind bis heute grundlegende Behandlungsrichtlinien, die von Schwarz (1953) weiter untermauert worden sind.

Der schwindende Einfluss von Angle und die nach Jahren betrachteten Behandlungsergebnisse ohne Extraktion führten in Amerika zu einem Wandel bezüglich der Extraktionsentscheidung. Tweed (1944), ein Schüler Angles, war daran maßgeblich beteiligt. Dies wiederum führte bei bis zu 80% der kieferorthopädischen Behandlungsfälle zur Extraktion permanenter Zähne (Dausch-Neumann, 1968; Tweed, 1944). Dabei wurden hauptsächlich die 1. Prämolaren entfernt. Die Einführung sowie stetige Verbesserung von festsitzenden Behandlungstechniken machten eine Bisslagekorrektur und die Einstellung in eine gesicherte Okklusion nach Extraktionen möglich. In Europa war die Extraktionshäufigkeit geringer (Dausch-Neumann, 1968). Derzeit geht man von 20-50% Extraktionen permanenter Zähne im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlung aus, wobei sich die Werte in Europa und Amerika angeglichen haben (Göz, 2002; Proffit, 1994; Schopf, 2000).

Da es bis zum heutigen Tag sowohl strikte Gegner als auch Befürworter von Extraktionen im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlung gibt, ist dieses Thema immer noch sehr aktuell.

Eine kieferorthopädische Behandlung lässt sich nicht immer ohne die Entfernung permanenter Zähne durchführen. Somit soll in dieser Arbeit die Veränderung der

vertikalen Kieferrelation nach Extraktion der ersten Molaren diskutiert werden. Die Behandlungsdauer für den Lückenschluss mit der festsitzenden Apparatur wird bestimmt.

In vielen Untersuchungen wurde auf eine bissvertiefende Wirkung nach Extraktionen hingewiesen (Aras, 2002; Baume, 1940; Bredy et al., 1977; Boley et al., 1998; Garlington et al., 1990; Komposch, 1986, 2000; Meral et al., 2004; Ong et al., 2001; Schmuth, 1968; Schwarz, 1982; Witt, 1988). Andere Studien sprachen gegen eine stärkere Veränderung der vertikalen Kieferrelation nach der Entfernung permanenter Zähne (Abu et al., 2000; Ahn et al., 2000; Al-Nimri, 2006; Basciftci et al., 2003; Bishara et al., 1994; Bode, 2002; Fränkel, 1968; Hans et al., 2006; Hirschfelder et al., 1997; Kim et al., 2005; Kocardereli, 1999; Stellzig et al., 1996).

Dies gilt es für die Therapie mit Extraktion der Sechsjahrmolaren zu prüfen. Somit soll die Nullhypothese wie folgt formuliert werden: „Es kommt nicht zur Veränderung der vertikalen Kieferrelation nach Extraktion der ersten Molaren“.

3. Literaturübersicht

3.1 Kieferorthopädische Indikationen zur Extraktion

Die Extraktionstherapie im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlung ist auch zum gegenwärtigen Zeitpunkt ein viel diskutiertes Thema. Die Langzeitstabilität, die Auswirkungen auf die Ästhetik sowie die Beeinflussung der vertikalen Kieferrelation dürfen bei der Entscheidungsfindung nicht außer Acht gelassen werden (Berg, 2008; Bode, 2002; Böhm, 1986; Bredy et al., 1977; Dausch-Neumann, 1986; Göz, 2002; Hotz, 1974; Schopf, 2000; Schwarze, 1980; Segner et al., 1998; Witt, 1988). Deshalb bleibt es in einigen Fällen aus kieferorthopädischer Sicht notwendig, eine Entfernung von permanenten, primär gesunden Zähnen durchzuführen. Der Platzmangel spielt die determinierende Rolle, entweder durch ein angeborenes Missverhältnis zwischen Zahn- und Kiefergröße oder durch einen sekundären bzw. tertiären Engstand (Lundström, 1917; Kahl-Nieke, 2002; Tweed, 1944).

Da das Wachstumsmuster des Patienten ebenfalls Einfluss auf die Therapie nimmt, ist dies bei der Behandlungsplanung zu berücksichtigen (Böhm, 1986; Klapper et al., 1992; Klink-Heckmann et al., 1990; Schopf, 2000). So ist bei skelettal offenem Biss nach weitläufiger Meinung eine Extraktionstherapie indiziert, wobei je nach Ausmaß der vertikalen Relation die Wahl vom ersten Prämolaren bis hin zum zweiten Molaren getroffen werden kann (Aras, 2002; Baume, 1940; Bredy et al., 1977; Darendeliler et al., 2001; Klapper et al., 1992; Komposch, 1986; Schopf, 2000; Schwarz, 1953; Schwarze, 1980; Sulaiman, 2003). Unter Umständen kann die Entfernung eines permanenten Zahnes trotz ausreichenden Platzangebotes im Rahmen einer Ausgleichsextraktion z.B. bei einer Aplasie des Antagonisten oder des Zahnes der kontralateralen Seite (Göz, 2002; Kahl-Nieke, 2002; Schopf, 2000; Witt, 1988) erforderlich werden.

Derzeit werden im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlung bei ca. 20–50% der Patienten permanente Zähne extrahiert. Da sich die Stabilität nach der Therapie mit Extraktionen gegenüber Behandlungen ohne eine solche Entfernung ebenfalls nicht als höher erwies, ist ein Trend unter ästhetischen Aspekten wieder etwas mehr zur Non-Extraktionsbehandlung zu verzeichnen (Bredy et al., 1977; Kahl-Nieke, 2002).

3.2 Extraktion von Prämolaren

Die Entfernung der Prämolaren aus primär kieferorthopädischen Gründen wurde erst im vergangenen Jahrhundert eingeführt (Reichenbach, 1967). Zuvor kam der Extraktion der Sechsjahrmolaren größere Bedeutung zu. Wird heute der Begriff „Extraktionstherapie“ verwendet, ist meist eine Behandlung mit Entfernung der ersten Prämolaren gemeint.

Zuerst erlangte sie durch die gesteuerte Extraktion nach Hotz (1974) an Bedeutung. Dabei werden in bestimmter Reihenfolge die Eckzähne der ersten Dentition, dann die ersten Molaren dieser und zuletzt die ersten Prämolaren entfernt (Kjellgren, 1947; Hotz, 1974).

Auch heute wird das Für und Wider einer Prämolarenextraktion diskutiert. Der Vorteil dieser Behandlungsmaßnahme ist in der Platzgewinnung nahe dem Engstand zu sehen (Dausch-Neumann, 1986). Der Therapiezeitraum ist angeblich kürzer gegenüber der Entfernung von Molaren, da kleinere Extraktionslücken vorhanden und somit zu schließen sind. Die Auswirkung auf das Profil kann jedoch durch eine Vergrößerung des Nasolabialwinkels negativ sein. Meist werden primär gesunde Zähne entfernt und auch die kaufunktionellen Aspekte werden oft kritisch bewertet (McLaughlin et al., 1995; Slavicek, 2000).

Die Entfernung der ersten Prämolaren nimmt im Rahmen der kieferorthopädischen Kompensationsbehandlung in der Erwachsenentherapie einen großen Stellenwert ein, da somit oftmals auf eine chirurgische Unterstützung während der kieferorthopädischen Behandlung verzichtet werden kann (Berg, 2008; Göz, 2002; Kahl-Nieke, 2002; Sergl, 1988; Witt, 1988).

3.3 Extraktion der Sechsjahrmolaren

Über die Extraktion der ersten Molaren gibt es deutlich weniger Untersuchungen (Abu et al., 2000; Aras, 2002; Cudovic, 2003; Dausch-Neumann, 1968; Gaertner, 1968; Hans et al., 2006; Hirschfelder et al., 1997; Schmuth, 1968; Suleiman, 2003; Zöllner, 1999). Der historische Rückblick zeigt, dass die Entfernung der ersten permanenten Molaren eine häufig beschriebene Methode in der Vergangenheit darstellte.

Heute wird von vielen Therapeuten die Extraktion der Sechsjahrmolaren vermieden, da einige Schwierigkeiten während des kieferorthopädischen Lückenschlusses auftreten können (Baume, 1940; Göz, 2002; Komposch, 1986; Komposch et al., 2000; Koch, 1986; Schmuth, 1968; Schwarz, 1953; Witt, 1988). Schwarz (1953) betonte das Belassen der Sechsjahrmolaren bei einer notwendigen Extraktionsentscheidung, wenn deren Erhaltung bis zum 30. Lebensjahr gewährleistet werden kann. Eine Ausnahme davon soll lediglich der rachitisch bzw. strukturell offene Biss (Bredy et al., 1977; Komposch, 1986; Schopf, 2000) darstellen, um eine Bissabsenkung zu erreichen (Aras, 2002; Komposch, 1986; Schopf, 2000; Witt, 1988). Ergebnisse anderer Studien weisen

jedoch keine Verringerung der vertikalen Relation im Anschluss an die Entfernung der ersten Molaren auf (Abu et al., 2000; Ahn et al., 2000; Fränkel, 1968; Hans et al., 2006; Hirschfelder et al., 1997; Sulaiman, 2003).

Über Zerstörungs- oder Verlustraten der Sechsjahrmolaren gibt es Angaben von 30% (Dausch-Neumann, 1968) bis 60% (Gaertner, 1968; Rinderer, 1970). Auch in der Zeit der Weltkriege wurde eine erhöhte Extraktionsrate vermutet (Dausch-Neumann, 1986). Schopf (2000) gab eine Verlustrate von ca. 12% an. Diese Reduzierung war sicherlich auf die gestiegene Aufklärung der Bevölkerung über Zahnerhaltung, die Verbesserung endodontischer Maßnahmen und die Durchführung von Prophylaxemaßnahmen zurückzuführen. Trotzdem lag immer noch ein relativ hoher DMF-T-Wert¹ von 4–5 in der Altersgruppe der bis zu 12-Jährigen in Studien vor (Burtos, 1987; IDZ-Studie, 2006). Leider war keine detaillierte Angabe der einzelnen Parameter D, M und F aus der Arbeit zu entnehmen. In der IDZ-Studie wurde auch auf das steigende Parodontitisrisiko aufmerksam gemacht, welches bereits in der Gruppe der 15-Jährigen mit 12,6% sehr hoch war. Hier lag die Vermutung nahe, dass dies meist die ersten Molaren betraf.

Aus kieferorthopädischer Sicht gibt es bis heute keine Notwendigkeit zur Extraktion der ersten Molaren, wenn diese Zähne primär und parodontal gesund sind (Dausch-Neumann, 1968; Göz, 2002; Komposch, 1986; Schopf, 2000; Schwarz, 1953). Dennoch hat die Extraktion der ersten Molaren ihre Berechtigung, da die Prognose der Erhaltungswürdigkeit über einen so langen Zeitraum hinweg schwierig erscheint (Gaertner, 1968; Rinderer, 1970). Gaertner (1968) hat in einer Studie kieferorthopädisch behandelter Kinder nach Abschluss der kieferorthopädischen Therapie festgestellt, dass ein Drittel der behandelten 14-jährigen Patienten anschließend einen oder mehrere erste Molaren durch kariöse Zerstörung verloren.

Eine sichere Prognose der Erhaltungsmöglichkeit der Sechsjahrmolaren bis zum 30. Lebensjahr, wie sie von Schwarz (1953) gefordert wurde, ist daher schwierig bzw. unrealistisch. Dabei sollte bei der Entscheidung über die Entfernung der Sechsjahrmolaren im Vergleich zur Extraktion von Prämolaren auch die prothetische Wertigkeit der ersten Molaren berücksichtigt werden.

¹ DMF-T-Wert = D=Decayed; M=Missed; F=Filled; T=Teeth

3.4 Fernröntgenseitenbildanalyse

Die Analyse des Fernröntgenseitenbildes ist in der kieferorthopädischen Diagnostik seit der Einführung von Broadbent und Hofrath 1931 eine Standardprozedur. Das Fernröntgenseitenbild gibt die Ober- und Unterkieferdentition, das Weichteilprofil und die skelettalen Relationen in der Sagittalen und Vertikalen wieder. Die daraus zu entnehmenden Winkel und Strecken geben Anhaltspunkte über das vorliegende Wachstumsmuster. Um den Ablauf der Therapie exakt planen zu können, wäre eine genaue Vorhersage über Intensität, Zeitpunkt und Richtung des Wachstums von entscheidender Bedeutung. Prognosen über diese drei Faktoren lassen sich jedoch nur unzureichend stellen (Björk, 1969; Droschl, 1984; Gilbert-Bresler, 2001; Segner et al., 1998; Riolo et al., 1974). Dabei darf auch nicht vergessen werden, dass das Fernröntgenseitenbild den Schädelaufbau nur in zwei Dimensionen wiedergibt. Somit sind Projektionsfehler zu beachten und exakte Vorhersagen des Schädelwachstums schwer zu treffen.

3.5 Wachstumsmuster

Jede kieferorthopädische Behandlung bei Kindern oder Jugendlichen wird durch das Wachstum beeinflusst (Droschl, 1984; Enlow et al., 1969; Nötzel et al., 2007; Riolo et al., 1974). Dabei ist es von Bedeutung, das Wachstumsmuster des Patienten zu kennen, da es die Behandlung sowohl positiv als auch hemmend beeinflussen kann und damit für die Auswahl der Behandlungsmechanik wichtig ist.

Um die einzelnen Individuen einem bestimmten Wachstumsmuster zuordnen zu können, sind verschiedene Methoden zur Anwendung gekommen. Dabei hat sich die Bestimmung von Winkeln, Winkelsummen und Strecken aus dem Fernröntgenseitenbild bewährt (Björk, 1972; Drescher, 2000; Droschl, 1984; Jarabak et al., 1972; Nötzel et al., 2007; Riolo et al., 1974; Segner et al., 1998; Vahlenkamp et al., 1990) und es gibt heutzutage eine Vielzahl von Analyseverfahren (Björk, 1969, 1972; Rakosi et al., 1989; Ricketts, 1972; Jarabak et al., 1972; Schwarz, 1982).

Um die Wachstumsrichtung des Ober- und Unterkiefers in Relation zur Schädelbasis zu beschreiben, wurde der Begriff „Wachstumstyp“ bzw. „Wachstumsmuster“ eingeführt. Dabei wird unterschieden, ob das Wachstum in horizontaler oder vertikaler Richtung verläuft (Björk, 1969; Rakosi et al., 1989; Vahlenkamp et al., 1990). Je nach verwendeter Fernröntgenseitenbildanalyse werden unterschiedliche Winkelwerte bzw. Strecken analysiert, wobei die Korrelation der Werte sehr hoch ist. Somit sind die unterschiedlichen Analyseverfahren für die Beurteilung der Wachstumsrichtung laut Vahlenkamp et al. (1990) als gleichwertig anzusehen.

Bei der Beurteilung des Wachstumstyps wird meist nur auf die vertikale Inklination des Unterkiefers zur Schädelbasis eingegangen, was die erhobenen Daten auf diese Relation reduziert (Aras, 2002; Bode, 2002; Bock, 2000; Garlington et al., 1989; Kim et al., 2005).

Zur Einteilung in die jeweiligen Wachstumsmuster können verschiedene Winkel aus dem Fernröntgenseitenbild herangezogen werden. Die Y-Achse ist dabei ein häufig verwendeter Parameter, der das Ausmaß der Rotation des Unterkiefers nach kranial oder kaudal bzw. anterior oder posterior in Bezug zur Schädelbasis beschreibt. Der Winkel wird durch die Strecken NSL (S-N) und S-Gn definiert (Björk, 1972; Bock, 2000; Bode, 2001; Droschl, 1984; Nötzel et al., 2007; Rakosi et al., 1989).

Der Summenwinkel nach Björk (1972) ist ebenfalls zur Einstufung in die entsprechenden Wachstumstypen verwendbar. Dieser Winkel ergibt sich aus der Summation dreier Winkel, nämlich Winkel N-S-Ar + Winkel S-Ar-Go + Winkel Ar-Go-Me. Da aufgrund von Messfehlern bei der Auffindung der entsprechenden kephalometrischen Punkte Ungenauigkeiten auftreten können, ist die Berechnung durch die Formel von Reck (1991) und somit die alleinige Bestimmung des Winkels NSL-ML möglich (Nötzel et al., 2007; Reck, 1991). Damit ist die Divergenz des Unterkiefers zur Schädelbasis der ausschlaggebende Faktor. Je nach Rotation des Unterkiefers wird die Neigung als Posterior- bzw. Anteriorneigung definiert (Segner et al., 1998, Jarabak, 1972).

Die Divergenz und Konvergenz der Kieferbasen zueinander wird durch den Winkel ML-NL ausgedrückt. Dieser Winkel allein wäre nicht aussagekräftig zur Beurteilung des Wachstumstyps, kann jedoch im Vergleich zu NSL-ML mit bewertet werden, da eine starke Korrelation vorliegt (Bock, 2000).

4. Material und Methode

4.1 Stichprobencharakteristik

4.1.1 Probanden

Bei 91 Patienten einer Fachpraxis für Kieferorthopädie sind alle 4 ersten Molaren der zweiten Dentition im Rahmen der kieferorthopädischen Therapie entfernt worden. Die Extraktionslücken wurden anschließend im Rahmen des therapeutischen Gesamtkonzeptes mittels Multiband- bzw. Multibracketapparatur der MBT-Technik² geschlossen.

Um Aussagen über den Therapieeffekt erhalten zu können, erfolgte ein Vergleich der Patienten mit einer Kontrollgruppe aus der Arbeit von Droschl (1984). Dabei erfolgte die Zuordnung in die entsprechenden Angle-Klassen analog der Einteilung von Droschl (1984). Der Angle-Klasse I wurden Patienten mit Neutralokklusion oder einer Distalokklusion der ersten Molaren von maximal $\frac{1}{4}$ Prämolarenbreite zugeordnet. Probanden die eine stärkere Distalokklusion aufwiesen, wurden der Angle-Klasse II/1 bzw. II/2 zugeordnet. Alle Patienten die eine Mesialokklusion zeigten, sind der Angle-Klasse III zugewiesen worden. Die Gruppen der Angle-Klasse II/2 bzw. Klasse III waren so klein, dass sie nicht in die Bewertung einfließen. Nachfolgend wird die Angle-Klasse II/1 Gruppe daher mit Angle-Klasse II abgekürzt.

Somit waren von ursprünglich 91 noch 85 Patienten auszuwerten, 40 davon männlich und 45 weiblich (Abb.1, 2).

² MBT-Technik = McLaughlin-Bennett-Trevisi-Technik

Altersgruppen	Angle-Klasse I		Angle-Klasse II		Gesamt
	Männlich	weiblich	Männlich	weiblich	
bis 8 J. 11 Mon.	0	1	0	0	1
9 J. bis 9 J. 11 Mon.	0	3	3	1	7
10 J. bis 10 J. 11 Mon.	3	1	3	5	12
11 J. bis 11 J. 11 Mon.	5	0	4	4	13
12 J. bis 12 J. 11 Mon.	1	6	8	10	25
13 J. bis 13 J. 11 Mon.	3	1	6	4	14
14 J. bis 14 J. 11 Mon.	0	0	1	3	4
15 J. bis 15 J. 11 Mon.	0	0	0	1	1
16 J. bis 16 J. 11 Mon.	0	0	1	1	2
ab 17 J.	1	1	1	3	6
Gesamt	13	13	27	32	85

Abb. 1: Anzahl der Probanden der jeweiligen Altersgruppen

Geschlecht	Männlich	Weiblich	Insgesamt
Angle-Klasse I	13	13	26
Angle-Klasse II	27	32	59
Insgesamt	40	45	85

Abb. 2: Verteilung der Untersuchungsgruppe nach Geschlecht und Angle-Klassifikation

4.1.2 Kontrollgruppe

Bei der Kontrollgruppe handelt es sich um 756 unbehandelte Patienten aus dem Raum Graz (Österreich) im Alter von 6-15 Jahren (Abb. 3).

Die Einteilung erfolgte entsprechend der Angle-Klassifikation in die Angle-Klasse I sowie die Angle-Klasse II/1. Patienten mit einer dentalen Angle-Klasse III bzw. II/2 wurden nicht berücksichtigt.

Die Auswertung der Fernröntgenseitenbilder der Angle-Klassen I und II/1 Probanden erfolgte vor Beginn der kieferorthopädischen Behandlung. Es wurden Punkte, Strecken und Winkel bestimmt, die auch in der Jarabak-Analyse verwendet werden.

Tabelle 2.3 Altersverteilung der Probanden der Angle-Klasse-I- und Klasse-II/1-Gruppen (Schul- und Universitätszahnklinik)

Altersgruppe	Kl. I			Kl. II/1		
	♂	♀	gesamt	♂	♀	gesamt
bis 6 J. 11 Mo.	0	4	4	2	6	8
7 J. bis 7 J. 11 Mo.	22	20	42	17	23	40
8 J. bis 8 J. 11 Mo.	16	27	43	21	16	37
9 J. bis 9 J. 11 Mo.	17	18	35	19	15	34
10 J. bis 10 J. 11 Mo.	34	10	44	23	14	37
11 J. bis 11 J. 11 Mo.	48	18	66	28	7	35
12 J. bis 12 J. 11 Mo.	47	15	62	26	19	45
13 J. bis 13 J. 11 Mo.	56	20	76	23	14	37
14 J. bis 14 J. 11 Mo.	34	18	52	20	6	26
15 J. bis 15 J. 11 Mo.	8	5	13	9	9	18
16 J. bis 16 J. 11 Mo.	0	2	2	0	0	0
	282	157	439	188	129	317
						439
						756

Abb. 3: übernommen aus Originalarbeit (Droschl, 1984), Anzahl und Altersverteilung der Kontrollgruppe

Durch die verschiedenen untersuchten Altersgruppen konnte der Wachstumsverlauf dargestellt werden, welcher ohne Behandlung bei diesen Patienten aufgetreten ist. Die vorhandenen Werte aus der Studie von Droschl wurden mit den Daten dieser Arbeit verglichen. Die Auswertung der Y-Achse, des Winkels NSL-ML und des Kieferbasenwinkels (ML-NL) ist ebenfalls von Droschl (1984) vorgenommen worden.

Damit sollten mögliche auftretende Veränderungen der vertikalen Kieferrelation durch die kieferorthopädische Therapie nachgewiesen werden, die nicht allein schon im Rahmen des Wachstums zu erwarten sind.

Es ist zu beachten, dass die Dokumentation von Droschl nur bis zum Alter von 16 Jahren erfolgte. Es sind jedoch keine Angaben darüber zu finden, warum diese Altersgrenze festgelegt wurde. Vermutlich nahm man anschließend kein relevantes Wachstum mehr an (Droschl, 1984; Riolo, 1974).

4.2 Untersuchungsbedingungen

Die Erhebung der Patientendaten erfolgte retrospektiv und zufällig. Die Daten wurden anhand der vorliegenden Unterlagen der 85 Probanden ermittelt. Bei keinem Patienten ist zuvor eine kieferorthopädische Behandlung durchgeführt worden. Es lagen keine Lippen-Kiefer-Spalten oder Syndrome mit begleitenden Dysgnathien/Dysostosen vor. Alle Patienten wiesen mindestens einen Sechsjahrmolar auf, der umfangreich konservierend oder endodontisch versorgt, nicht mehr erhaltungswürdig sowie bereits extrahiert war. Die Weisheitszähne mussten angelegt sein.

Alle Röntgenaufnahmen wurden jeweils mit dem analogen Röntgengerät PANORAMIC X-RAY UNIT (Planmeca) angefertigt. Der Vergrößerungsfaktor kann laut den Angaben des Herstellers zwischen 1.08–1.13 liegen.

Zur genaueren Bestimmung der röntgenologischen Vergrößerung ist folgende Formel anwendbar:

$$\text{Vergrößerungskorrekturfaktor} = \frac{\text{Strahlenquelle-Objekt-Abstand}}{\text{Strahlenquelle-Objekt-Abstand} + \text{Objekt-Film-Abstand}}$$

Um Vergleiche mit anderen Studien ziehen zu können, ist der so errechnete Vergrößerungskorrekturfaktor von Bedeutung. Die Werte der Vermessung für diese Untersuchung müssen also nicht korrigiert werden, da nur Röntgenbilder aus einer Praxis verwendet und alle Aufnahmen am selben Gerät angefertigt wurden.

Die Fernröntgenseitenbilder aller Patienten sind am Anfang (T0) und am Ende (T1) der Therapie vermessen und nach der Analyse von Jarabak (Nötzel et al., 2007) ausgewertet worden.

Die Vermessung und Auswertung der Fernröntgenseitenbilder führte die Promovendin allein durch. Die Röntgenbilder wurden mit einem Druckbleistift (HB 0,25) auf Acetat-Folie durchgezeichnet. Anschließend erfolgte die Eingabe der Fernröntgenseitenbilder mit dem digitalisierten Computer Dentofacial Planner Version 7.0. Die Digitalisierung wurde zweimal je Aufnahme durchgeführt. Anhand der ermittelten Werte ist das arithmetische Mittel ermittelt worden. Die erhobenen Daten wurden statistisch ausgewertet. Die digitale Vermessung der Fernröntgenseitenbilder erfolgte im Originalmaßstab.

Zur Ermittlung des Methodenfehlers nach Dahlberg wurden zehn Fernröntgenseitenbilder nach einer erinnerungsfreien Zeit einer Zweitmessung unterzogen (Abb. 4). Die Bestimmung des Methodenfehlers erfolgte mit folgender Formel:

$$MF = \sqrt{d^2/2n}$$

(d = Differenz zwischen Messergebnissen; n = Anzahl der Messungen)

Parameter	Messfehler
Winkel NSL-ML	0,848
Winkel ML-NL	0,88
Winkel Y-Achse	0,88

Abb. 4: Methodenfehler nach Dahlberg für die untersuchten Parameter

4.3 Fernröntgenseitenbilder

Das Fernröntgenseitenbild wird zur zweidimensionalen Darstellung sagittaler und vertikaler Parameter verwendet. Zu deren Ermittlung wurden anatomische und konstruierte Messpunkte herangezogen. Alle für diese Arbeit notwendigen Punkte, Strecken und Winkel der Jarabak-Analyse sind nachfolgend aufgeführt (Abb. 5, 6):

Punkte:

- Sella (S) - konstruierter Mittelpunkt der Sella turcica
- Nasion (N) - am weitesten anterior gelegener Punkt der Sutura nasofrontalis

Basion	(B)	-	am weitesten posterior und kaudal gelegener Punkt des Vorderrandes des Clivus
A-Punkt	(A)	-	2 mm mesialwärts der Wurzelspitze des oberen Schneidezahnes an der anterioren Kurvatur des Oberkieferalveolarfortsatzes
B-Punkt	(B)	-	am weitesten posterior gelegener Punkt der anterioren Kurvatur des Unterkieferalveolarfortsatzes
Pogonion	(Pog)	-	vorderster Punkt der Kinnkurvatur
Gnathion	(Gn)	-	vorderster und tiefster Punkt der Kinnkurvatur
Menton	(Me)	-	tiefster Punkt der Symphyse des Unterkiefers
Gonoin	(tgo)	-	konstruierter Scheitelpunkt der hinteren Ramustangente und der Mandibulartangente
Artikulare	(Ar)	-	Schnittpunkt des Hinterrandes des aufsteigenden Unterkieferastes mit dem Schläfenbein
Spina nasalis			
anterior	(Spa)	-	vorderster Punkt des Nasenbodens, Spitze der Prämaxilla
Spina nasalis			
posterior	(Spp)	-	hinterster Punkt des harten Gaumens

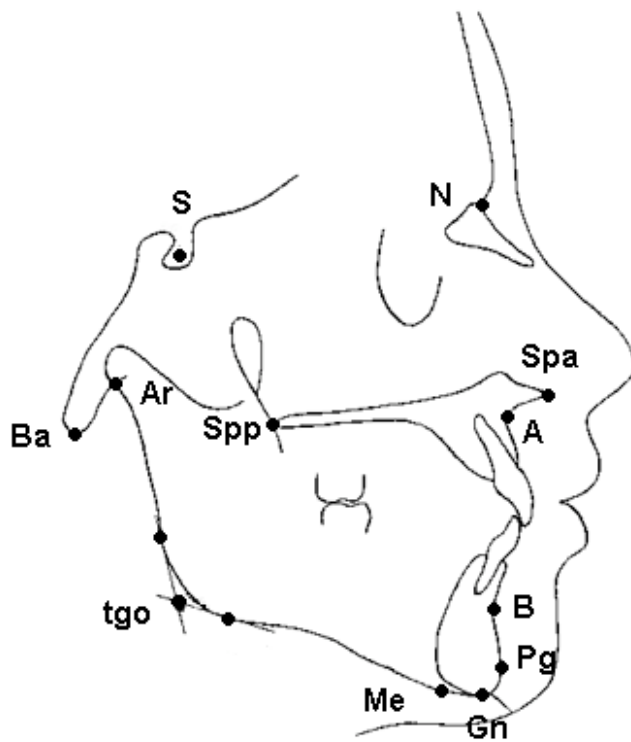


Abb. 5: Ermittelte Punkte der Jarabak-Analyse

Strecken:

Schädelbasislinie	(NSL)	-	Strecke zwischen Sella und Nasion
Maxillarlinie	(NL)	-	Strecke zwischen Spina nasalis anterior und Spina nasalis posterior
Mandibularlinie	(ML)	-	Strecke zwischen Menton und Gonion
Ramuslänge	(Ar-Go)	-	Strecke zwischen Artikulare und Gonion
hintere Gesichtshöhe		-	Strecke zwischen Sella und Gonion
vordere Gesichtshöhe		-	Strecke zwischen Nasion und Menton

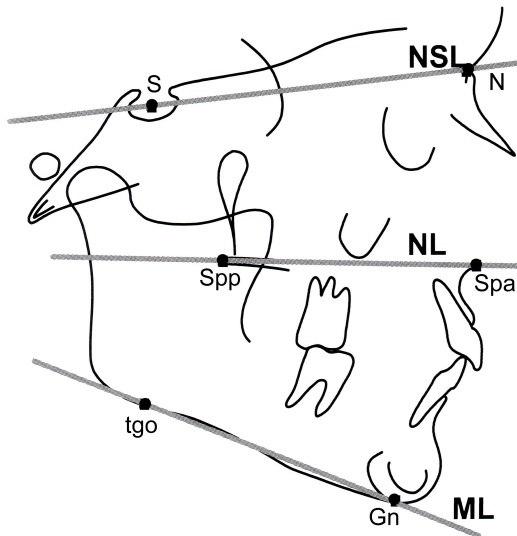


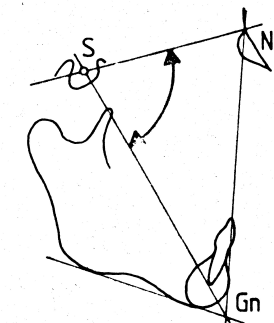
Abb. 6: Ermittelte Strecken der Jarabak-Analyse

Winkel:

- | | | |
|------------------------|---|---|
| Y-Achse | - | Winkel zwischen N-S-Gn (Abb. 7) |
| Gonionwinkel | - | Winkel zwischen Ar-Go-Me |
| Schädelbasiswinkel | - | Winkel zwischen N-S-Ba |
| Oberkieferbasiswinkel | - | Winkel zwischen NSL-NL, Neigung der Maxilla zur Schädelbasis |
| Unterkieferbasiswinkel | - | Winkel zwischen NSL-ML, Neigung der Mandibula zur Schädelbasis (Abb. 8) |
| Kieferbasiswinkel | - | Winkel zwischen ML-NL, Neigung der Kiefer zueinander (Abb. 9) |

Die Y-Achse, der Winkel NSL-ML und der Winkel der Kieferbasen zueinander – ML-NL – sind in die Bewertung eingeflossen.

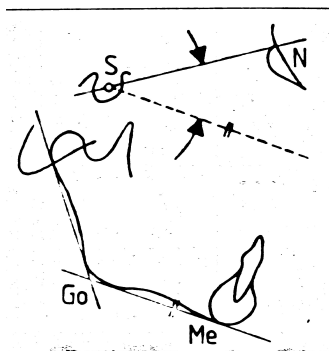
Die entsprechenden Werte der Y-Achse sind (Abb.7):



- < 63° = brachiofaciales Wachstum = horizontal
- 66° ± 3° = mesiofaciales Wachstum = neutral
- > 69° = dolichofaciales Wachstum = vertikal

Abb. 7: Graphische Darstellung des Winkels der Y-Achse

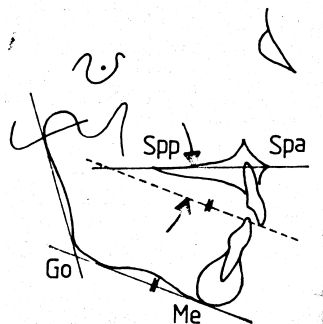
Die Einteilung der Wachstumstypen in Bezug zum Winkel NSL-ML ließ sich wie folgt vornehmen (Abb. 8):



- < 26° = brachiofacial = horizontal
- 32° ± 6° = mesiofacial = neutral
- > 38° = dolichofacial = vertikal

Abb. 8: Graphische Darstellung des Winkels NSL-ML

Letzter vertikaler Parameter war der Winkel ML-NL (Abb. 9):



$< 20^\circ$	=	brachiofacial	=	horizontal
$23,5^\circ \pm 3,5^\circ$	=	mesiocephal	=	neutral
$> 27^\circ$	=	dolichofacial	=	vertikal

Abb. 9: Graphische Darstellung des Winkels ML-NL

Zur Untersuchung der Wachstumsänderung durch die Extraktionstherapie wurden die Werte der Fernröntgenseitenbilder T0 (vor Therapiebeginn) mit denen der Fernröntgenseitenbilder T1 (nach Abschluss der kieferorthopädischen Behandlung) miteinander und anschließend mit der Kontrollgruppe von Droschl verglichen.

Folgende Parameter wurden dem Vergleich unterzogen:

- Wachstumsparameter: Y-Achse, Winkel NSL-ML und Winkel ML-NL
- Angle-Klasse I und II
- Geschlecht

4.4 Dauer der Multibandbehandlung

Bei allen 85 Patienten sollte die jeweilige Behandlungsdauer festgestellt werden, in der die festsitzende Apparatur in situ war.

Zur Bestimmung der gesamten Therapiezeit ist der Zeitpunkt Z1 mit Einsetzen der Apparatur, der Zeitpunkt Z2 mit dem Ende der festsitzenden Behandlungsphase festgelegt worden. Die Angaben erfolgten in Monaten, wobei eine Unterteilung in die einzelnen Wachstumsmuster, die Angle-Klassifikation sowie in das Geschlecht vorgenommen wurde.

4.5 Statistik

Die Daten wurden mithilfe einer Tabellenkalkulation von Microsoft[®] Excel 2000 erfasst. Die Textverarbeitung erfolgte durch Microsoft[®] Word für Windows[®] XP und eine Version Home Student für Macintosh[®]. Die statistischen Daten wurden mittels SPSS[®] 15.0 ausgewertet.

4.5.1 Deskriptive Statistik

Von den erhobenen Parametern erfolgte die Bestimmung des Mittelwertes. Die Standardabweichung, die Anzahl der Patienten und deren prozentuale Verteilung sowie die statistische Veränderung wurden bestimmt.

4.5.2 Vergleichende Statistik

Zur Ermittlung von Abhängigkeiten zwischen den Stichproben wurden der Levene- und der ANOVA ONEWAY-Test angewendet.

Mit dem gepaarten t-Test kam es zur Prüfung von Veränderungen zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende.

Dabei wurde folgendes Signifikanzniveau festgelegt:

$p \geq 0,05$	nicht signifikante Änderung
$p < 0,05$	signifikante Änderung
$p < 0,01$	hochsignifikante Änderung
$p < 0,001$	höchstsignifikante Änderung

5. Ergebnisse

5.1 Patientengruppe

Untersucht wurden 45 weibliche und 40 männliche Patienten, was einer prozentualen Verteilung von 52,9% w und 47,1% m entspricht (Abb.10).

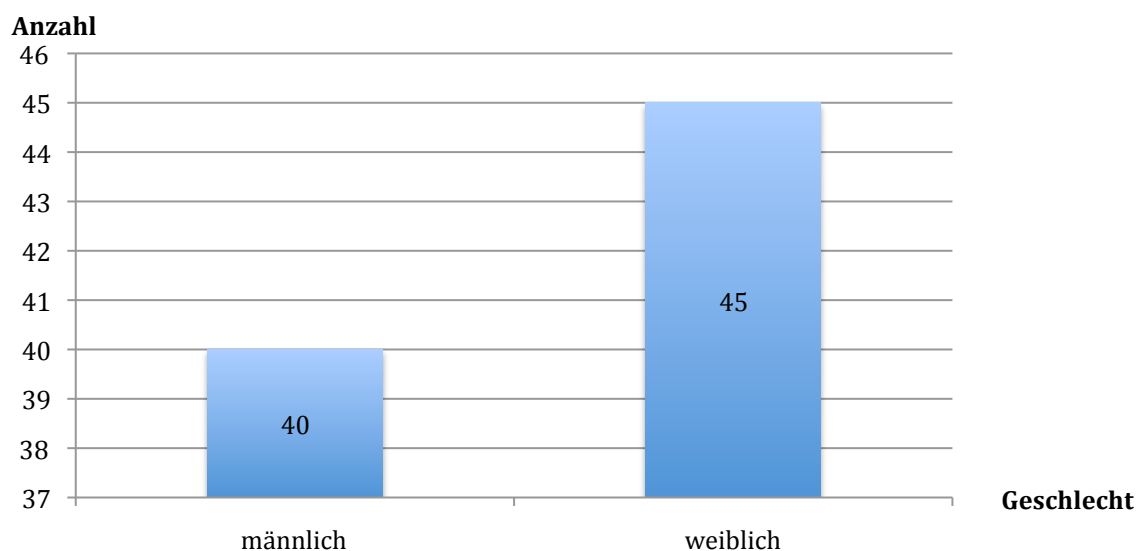


Abb. 10: Anzahl der Patienten, Verteilung nach Geschlecht

Zu Therapiebeginn wurde ein durchschnittliches Alter von $12,4 \pm 3,5$ (min = 8J., max = 32J.) Jahren aller Patienten ermittelt. Die Mädchen zeigten einen Mittelwert von $12,6 \pm 4,3$ (min = 8J., max = 32J.) und die Jungen von $12,1 \pm 2,4$ (min = 9J., max = 22J.) Jahren (Abb. 11).

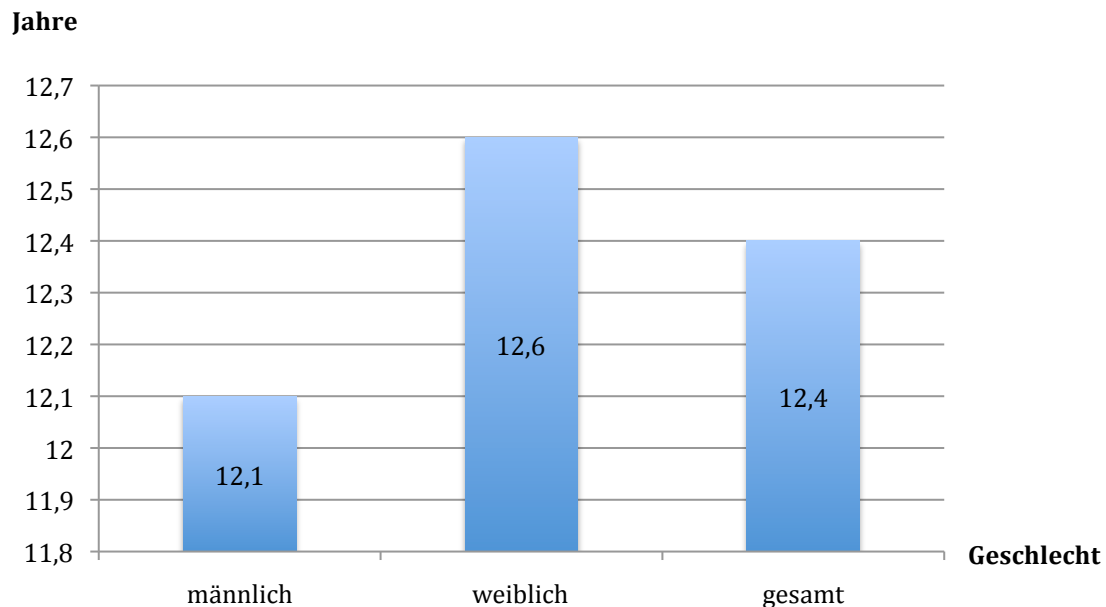


Abb. 11: Altersmittelwert in Jahren mit Aufteilung der Geschlechter und der Gesamtuntersuchungsgruppe

Die Verteilung der Patienten in Bezug auf die Angle-Klassifikation sah wie folgt aus:

Im gesamten Untersuchungskollektiv waren 30,6% der Patienten der Angle-Klasse I und 69,4% der Angle-Klasse II zuzuweisen. Von den weiblichen Patienten wiesen 15,3% eine Angle-Klasse I und 37,7% eine Angle-Klasse II auf. Von den männlichen Patienten waren ebenfalls 15,3% der Angle-Klasse I und 31,7% der Angle-Klasse II zuzuordnen.

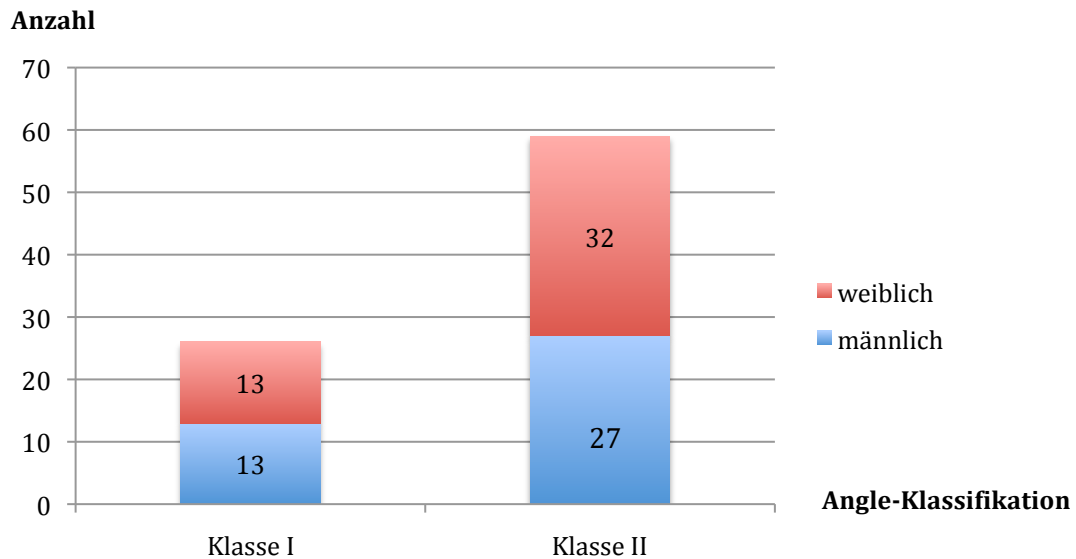


Abb. 12: Verteilung aller Probanden nach der Angle-Klassifikation und nach dem Geschlecht

5.2 Wachstumsmuster

5.3 Das Wachstumsmuster in Bezug auf die Y-Achse

Zu Beginn der Untersuchung lag bei 4,7% der Probanden ein horizontales, bei 48,2% ein neutrales und bei 47,1% ein vertikales Wachstumsmuster vor. Am Ende betrug die Werte 9,4%, 47,1% und 43,5% (Abb.13). Der Mittelwert bezogen auf alle Patienten betrug zu Beginn $68,5^\circ \pm 3,6^\circ$ und zum Ende $68,3^\circ \pm 3,9^\circ$. Eine statistisch signifikante Veränderung lag nicht vor. Auch nach Aufschlüsselung in die verschiedenen Wachstumsmuster konnten keine signifikanten Änderungen nachgewiesen werden, dasselbe gilt für den Vergleich mit der Kontrollgruppe.

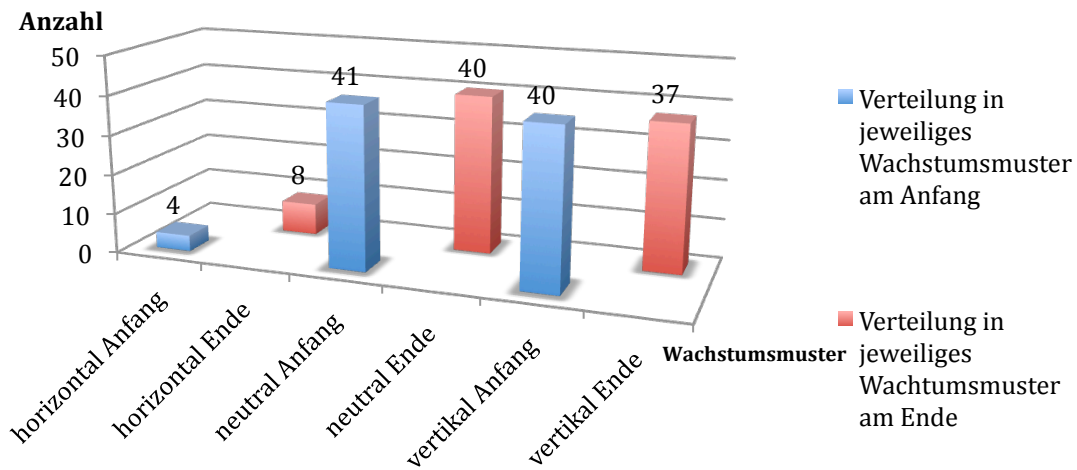


Abb. 13: Anzahl und Verteilung aller Probanden in die jeweiligen Wachstumsmuster am Anfang und am Ende der Behandlung in Bezug auf die Y-Achse

Die Aufteilung in die Angle-Klasse I zeigte zu Beginn 3,8% horizontal, 65,4% neutral und 30,8% vertikal wachsende Patienten. Am Ende betrugen die Werte 15,4%, 53,3% und 30,8% (Abb. 14).

Der Klasse II wurden anfänglich 5,1% horizontal, 40,7% neutral und 54,2% vertikal wachsende Probanden zugewiesen. Am Ende waren 6,8% horizontal, 44,1% neutral und 49,2% vertikal wachsend (Abb.14).

Es waren keine statistisch signifikanten Veränderungen zwischen den Anfangs- und Endwerten zu erkennen. Dies gilt auch für den Vergleich mit der Kontrollgruppe.

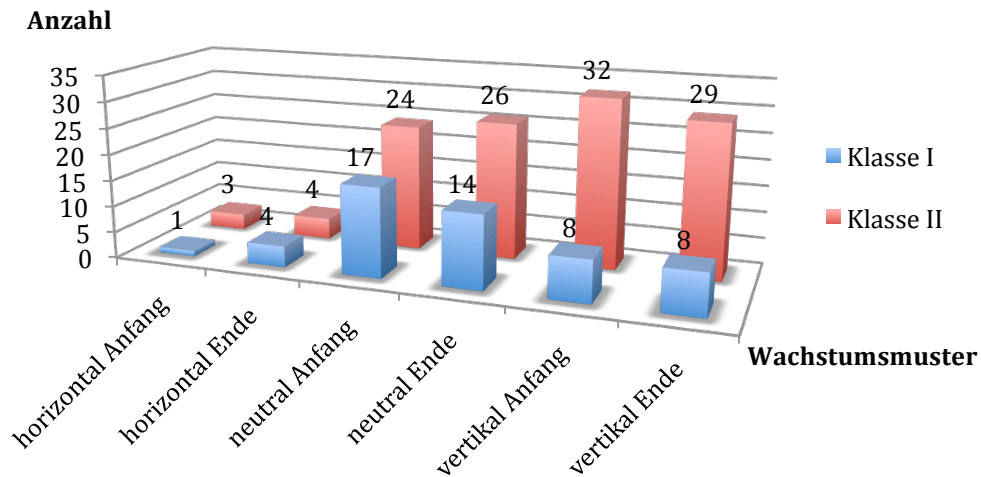


Abb. 14: Anzahl und Verteilung aller Patienten in die jeweiligen Wachstumsmuster und die Angle-Klassen am Anfang und am Ende der Behandlung in Bezug auf die Y-Achse

Die weiblichen Patienten zeigten zu Therapiebeginn bei 2,2% ein horizontales, bei 42,2% ein neutrales und bei 55,6% ein vertikales Wachstumsmuster. Am Ende waren 8,9% horizontalen, 40,4% neutralen und 51,1% vertikalen Wachstumstyps (Abb.15).

Es lagen weder innerhalb der Untersuchungsgruppe noch gegenüber der Kontrollgruppe statistisch signifikante Änderungen vor.

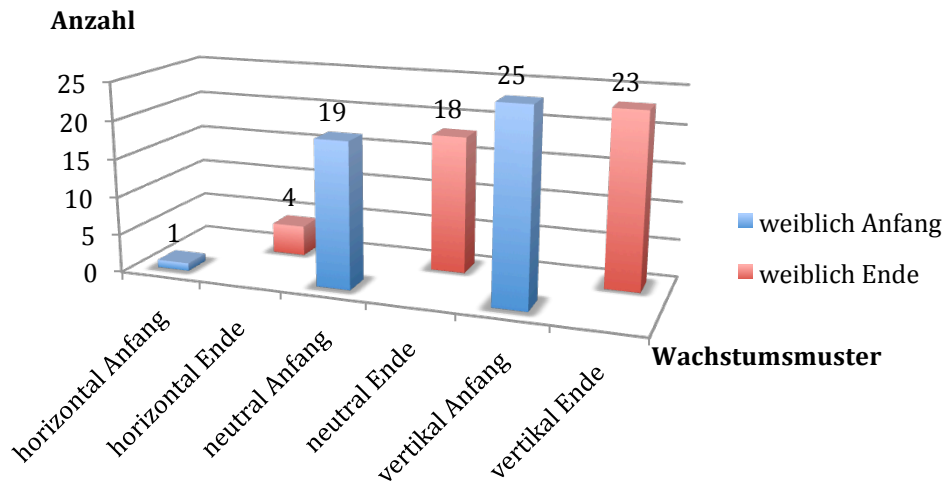


Abb. 15: Anzahl und Verteilung aller Probandinnen in die jeweiligen Wachstumsmuster am Anfang und am Ende der Therapie in Bezug auf die Y-Achse

Die weiblichen Patienten mit einer Angle-Klasse I zeigten zu Beginn bei 7,6% ein horizontales, bei 46,2% ein neutrales und bei 46,2% ein vertikales Wachstumsmuster. Am Ende betragen die Werte 15,4%, 53,3% sowie 30,8%.

Die Probandinnen mit einer Angle-Klasse II Okklusion wiesen anfänglich folgende Aufteilung auf: 0% horizontal, 40,6% neutral und 59,4% vertikal wachsend. Die Werte am Ende der Behandlung betragen 3,1%, 43,8% und 53,1% (Abb. 16).

Es waren keine statistisch signifikanten Änderungen nachweisbar, auch nicht im Vergleich zur Kontrollgruppe.

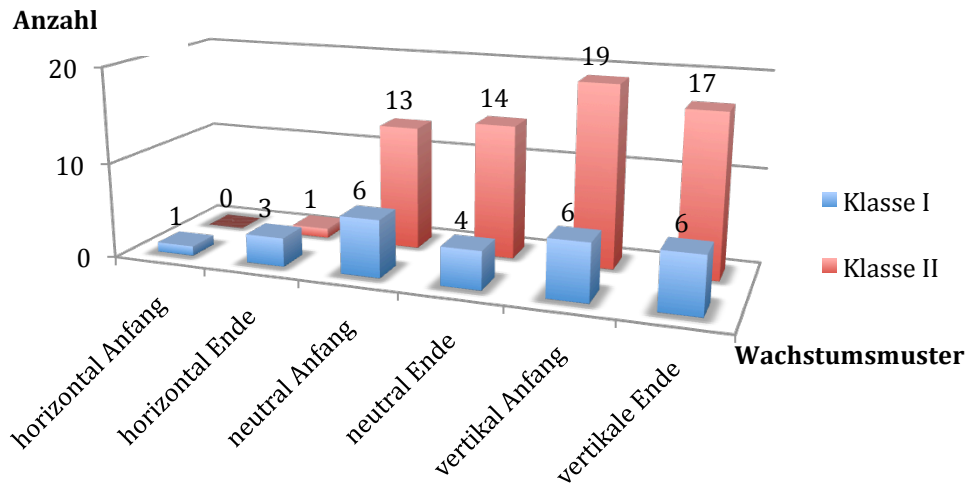


Abb. 16: Anzahl und Verteilung aller weiblichen Probanden in die jeweiligen Wachstumsmuster und die Angle-Klassen zu Beginn und zum Ende der Therapie in Bezug auf die Y-Achse

Zu Beginn zeigten 7,5% der männlichen Patienten ein horizontales, 55,0% ein neutrales und 37,5% ein vertikales Wachstumsmuster. Zum Ende der Behandlung betrugen die Werte 10,0%, 55,0% und 35,0% (Abb.17).

Es lagen keine statistisch signifikanten Veränderungen zwischen den Anfangs- und Endwerten und im Vergleich zur Kontrollgruppe vor.

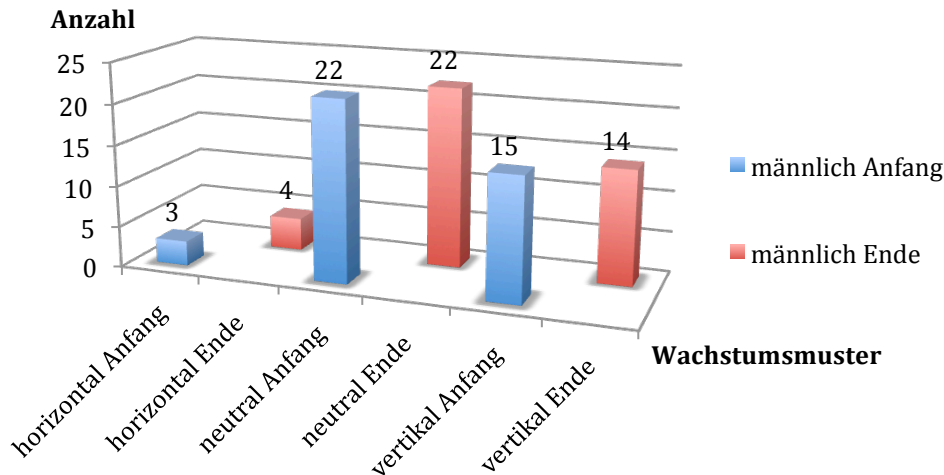


Abb. 17: Anzahl und Verteilung aller männlichen Patienten in die jeweiligen Wachstumsmuster am Anfang und am Ende der Behandlung in Bezug auf die Y-Achse

Kein männlicher Patient mit einer Angle-Klasse I Okkusion wies zu Beginn ein horizontales Muster auf. Bei 84,6% der Patienten konnte ein neutrales und bei 15,4% ein vertikales Wachstumsmuster festgestellt werden. Am Ende lagen die Werte bei 7,7%, 76,9% und wieder 15,4%.

Patienten mit einer Angle-Klasse II wiesen zu Therapiebeginn bei 11,1% ein horizontales, bei 40,7% ein neutrales und bei 48,2% ein vertikales Wachstumsmuster auf. Am Ende waren 11,2% horizontalen, 44,4% neutralen sowie 44,4% vertikalen Wachstumstyps (Abb.18).

Zwischen den Anfangs- und Endwerten der Untersuchungsgruppe lagen keine statistisch signifikanten Änderungen vor.

Männliche Patienten der Angle-Klasse I zeigten zwischen der Untersuchungs- und Kontrollgruppe einen signifikanten Unterschied von $p < 0,05$. Die Differenzen der Mittelwerte lagen in der Untersuchungsgruppe bei $1,12^\circ \pm 1,04^\circ$ und in der Kontrollgruppe bei $0,37^\circ \pm 0,18^\circ$, was eine stärkere Abnahme der Vertikalen durch die Therapie bestätigt.

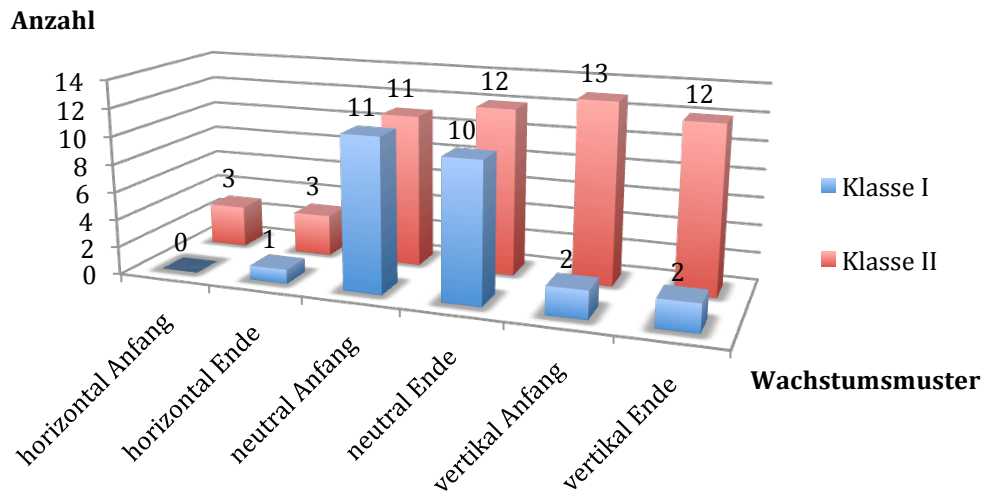


Abb. 18: Anzahl und Verteilung aller männlichen Probanden in die jeweiligen Wachstumsmuster und die Angle-Klasse zu Beginn und zum Ende der Therapie in Bezug auf die Y-Achse

5.3.1 Wechsel des Wachstumsmusters in Bezug auf die Y-Achse

Betrachtet man die Anzahl aller Probanden des jeweiligen Wachstumstyps zwischen Anfang und Ende der Therapie in Bezug auf die Y-Achse, kann man folgende Veränderungen feststellen:

Die Anzahl horizontal wachsender Probanden blieb gleich (Abb. 19).

Das Kollektiv der neutral wachsenden Patienten zeigte am Ende der Therapie noch 31 Patienten (75,6%) des ursprünglichen Wachstumstyps, 4 (9,8%) wurden nun dem horizontalen und 6 (14,6%) dem vertikalen Wachstumsmuster zugeordnet (Abb. 20).

Die Anzahl der Patienten mit vertikalem Wachstum verringerte sich am Ende der Behandlung auf 31 (77,5%). Die verbliebenen 9 (22,5%) Patienten zeigten ein neutrales Wachstumsmuster (Abb. 21).

Die Veränderungen waren jedoch in allen Wachstumsgruppen nicht signifikant.

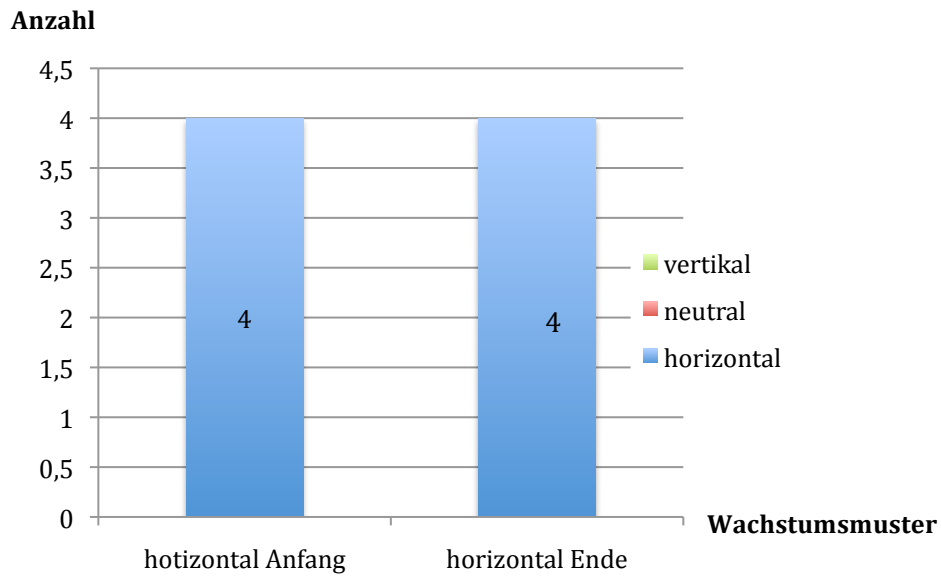


Abb. 19: Anzahl der Wechsel in andere Wachstumsmuster der gesamten horizontalen Gruppe vom Anfang zum Ende der Behandlung in Bezug auf die Y-Achse

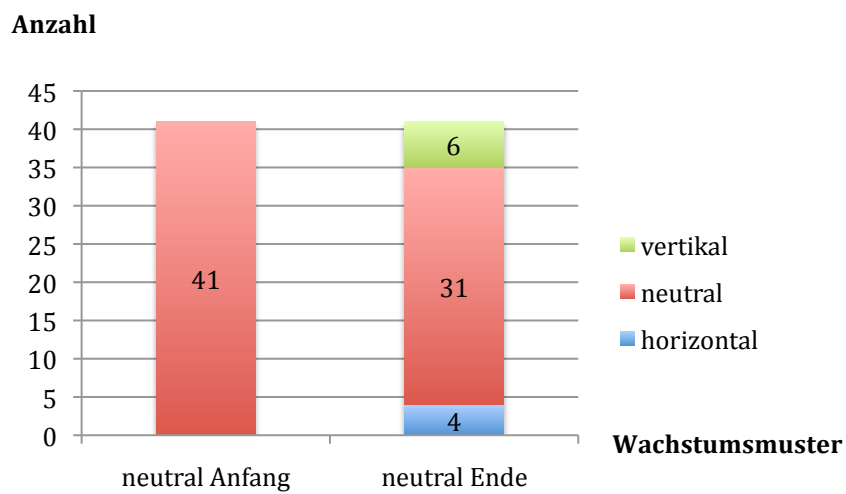


Abb. 20: Anzahl der Wechsel in andere Wachstumsmuster der gesamten neutralen Gruppe vom Anfang zum Ende der Behandlung in Bezug auf die Y-Achse

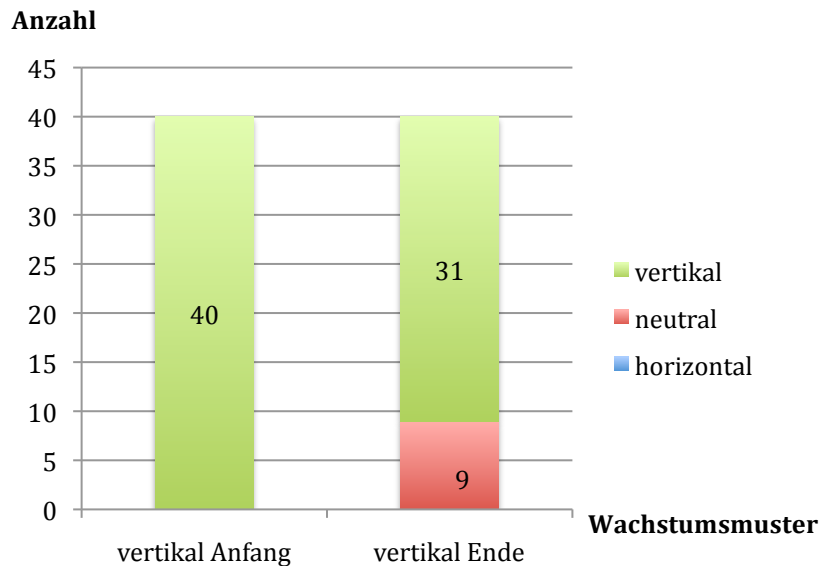


Abb. 21: Anzahl der Wechsel in andere Wachstumsmuster der gesamten vertikalen Gruppe vom Anfang zum Ende der Behandlung in Bezug auf die Y-Achse

5.4 Das Wachstumsmuster in Bezug zum Winkel NSL-ML

Zu Beginn waren 3,5% der Patienten horizontal, 68,2% neutral und 28,2% vertikal wachsend. Am Ende der Behandlung betragen die Werte 9,4%, 68,2% sowie 22,4% (Abb. 22). Der Mittelwert dieses Parameters lag am Anfang bei $35,3^\circ \pm 5,2^\circ$ und am Ende der Behandlung bei $33,8^\circ \pm 5,7^\circ$. Die Differenz der Mittelwerte zwischen den Anfangs- und den Endwerten des Untersuchungskollektivs war mit $p < 0,001$ höchstsignifikant.

Dabei zeigt die Aufschlüsselung in die verschiedenen Wachstumsmuster einen hochsignifikanten Unterschied von $p < 0,01$ bei Patienten mit neutralem Wachstumstyp zwischen den Anfangs- und Endwerten und weist somit eine stärkere Abnahme der Vertikalen in der Kontrollgruppe auf. Die horizontal bzw. vertikal wachsenden Patienten sowie der Vergleich mit Probanden der Kontrollgruppe wiesen keine statistisch signifikanten Veränderungen auf.

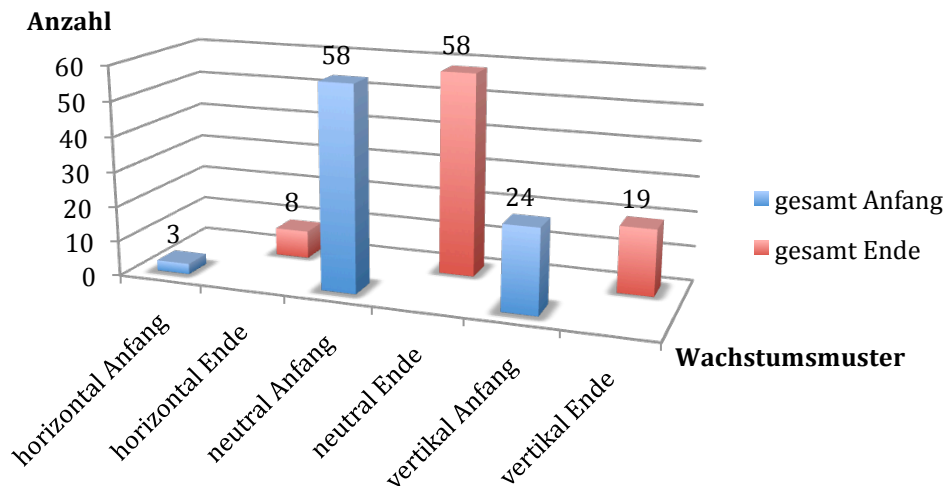


Abb. 22: Anzahl und Verteilung aller Patienten in die jeweiligen Wachstumsmuster am Anfang und am Ende der Behandlung in Bezug zum Winkel NSL-ML

Betrachtet man die Verteilungen entsprechend der Angle-Klassifikation, werden zu Beginn der Gruppe mit einer Angle-Klasse I Okklusion 69,2% neutral und 30,8% vertikal wachsende Patienten zugeordnet. Am Ende der Therapie waren 11,5% horizontal, 65,4% neutral und 23,1% vertikal wachsend. Patienten mit einer Angle-Klasse II zeigten am Anfang in 5,1% der Fälle ein horizontales, in 67,8% ein neutrales und in 27,1% ein vertikales Wachstumsmuster. Am Ende wiesen 8,5% der Patienten einen horizontalen, 9,5% einen neutralen und 22,0% einen vertikalen Wachstumstyp auf (Abb. 23).

Hier sind keine signifikanten Änderungen zwischen den Anfangs- und Endwerten der Untersuchungsgruppe zu erkennen.

Für Patienten mit einer Angle-Klasse II Okklusion ist eine statistisch signifikante Veränderung von $p < 0,05$ im Vergleich zur Kontrollgruppe nachweisbar. Die Differenz des Mittelwertes der Untersuchungsgruppe lag bei $1,14^\circ \pm 2,5^\circ$ und der Wert der Kontrollgruppe bei $0,30^\circ \pm 0,32^\circ$. Somit ist eine stärkere Abnahme der Vertikalen durch die Therapie bei den Patienten mit einer Angle-Klasse II zu erkennen.

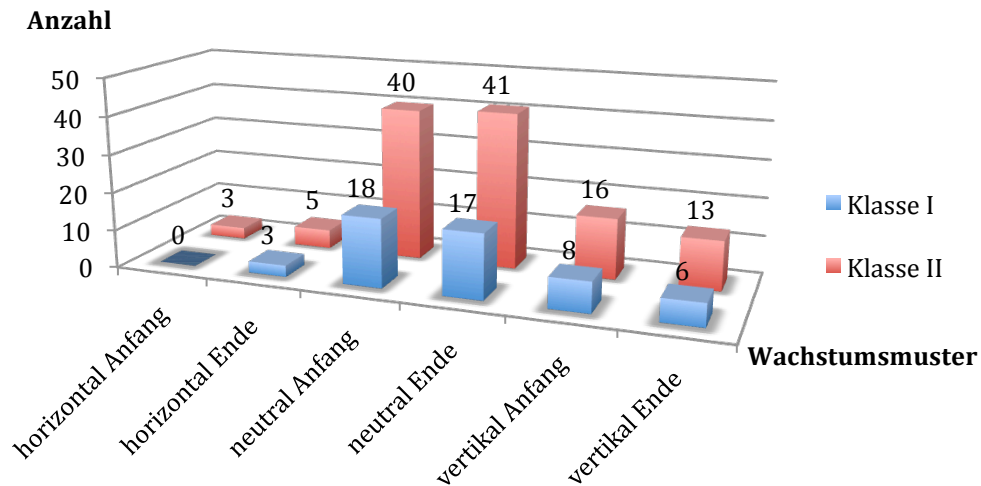


Abb. 23: Anzahl und Verteilung aller Patienten entsprechend der Angle-Klassifikation in die jeweiligen Wachstumsmuster am Anfang und am Ende der Behandlung in Bezug zum Winkel NSL-ML

Die Verteilung entsprechend dem Geschlecht sah bei den weiblichen Patienten wie folgt aus: Es gab zu Beginn 66,7% neutral und 33,3% vertikal wachsende Probandinnen. Bei keiner Patientin lag ein horizontales Wachstumsmuster vor.

Am Ende waren 4,4% weibliche Patienten horizontal, 68,9% neutral und 26,7% vertikal wachsend (Abb. 24). Die Änderungen waren statistisch nicht signifikant.

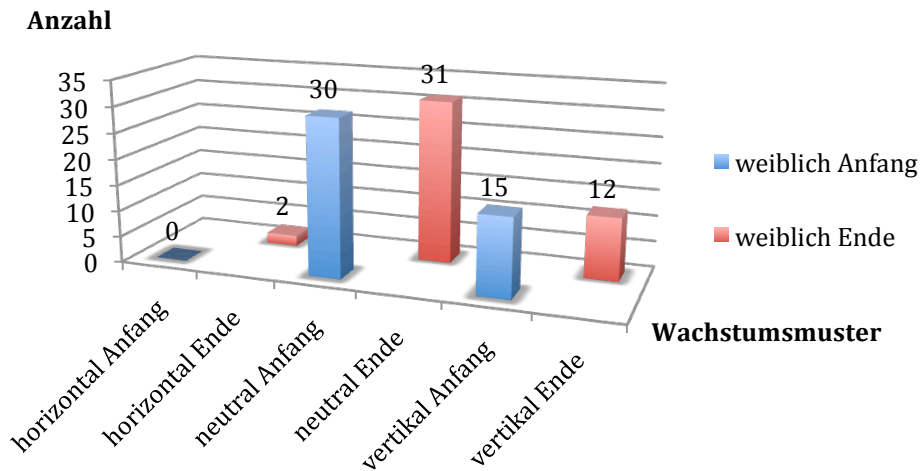


Abb. 24: Anzahl und Verteilung der weiblichen Patienten in die jeweiligen Wachstumsmuster am Anfang und am Ende der Behandlung in Bezug zum Winkel NSL-ML

Die Einteilung der weiblichen Probanden entsprechend der Angle-Klassifikation ließ zu Beginn in der Angle-Klasse I bei 61,5% ein neutrales und bei 38,5% ein vertikales Wachstumsmuster erkennen. Am Ende zeigten 7,7% einen horizontalen, 61,5% einen neutralen und 30,8% einen vertikalen Wachstumstyp. Am Anfang waren 68,6% der Patientinnen mit einer Angle-Klasse II neutral und 31,4% vertikal wachsend. Am Ende gab es 3,1% horizontalen, 71,9% neutralen und 25,0% vertikalen Typs (Abb. 25). Hier waren für die Patienten der Untersuchungsgruppe zwischen den Anfangs- und Endwerten keine statistisch signifikanten Unterschiede zu erkennen. Der Vergleich mit der Kontrollgruppe ergab für die Patientinnen der Angle-Klasse II jedoch einen hochsignifikanten Unterschied von $p < 0,01$. Die Differenzen der Mittelwerte lagen in der Untersuchungsgruppe bei $1,34^\circ \pm 2,57^\circ$ und in der Kontrollgruppe bei $0,078^\circ \pm 0,06^\circ$, was eine Verkleinerung der Vertikalen durch die Therapie zeigt.

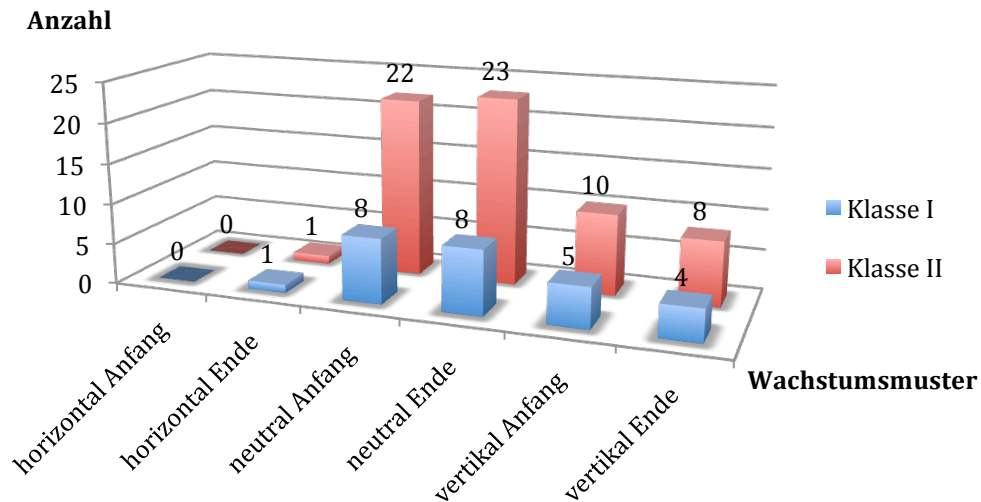


Abb. 25: Anzahl und Verteilung der weiblichen Patienten entsprechend der Angle-Klassifikation in die jeweiligen Wachstumsmuster am Anfang und am Ende der Behandlung in Bezug zum Winkel NSL-ML

Betrachtet man das männliche Untersuchungsklientel, sah die Verteilung folgendermaßen aus: Es gab zu Beginn 7,5% horizontal, 70,0% neutral und 22,5% vertikal wachsende Probanden. Am Ende zeigten 15,0% der männlichen Patienten ein horizontales, 67,5% ein neutrales und 17,5% ein vertikales Wachstumsmuster (Abb. 26). Eine statistisch signifikante Veränderung konnte weder zwischen den Anfangs- und Endwerten des Untersuchungskollektivs noch gegenüber der Kontrollgruppe nachgewiesen werden.

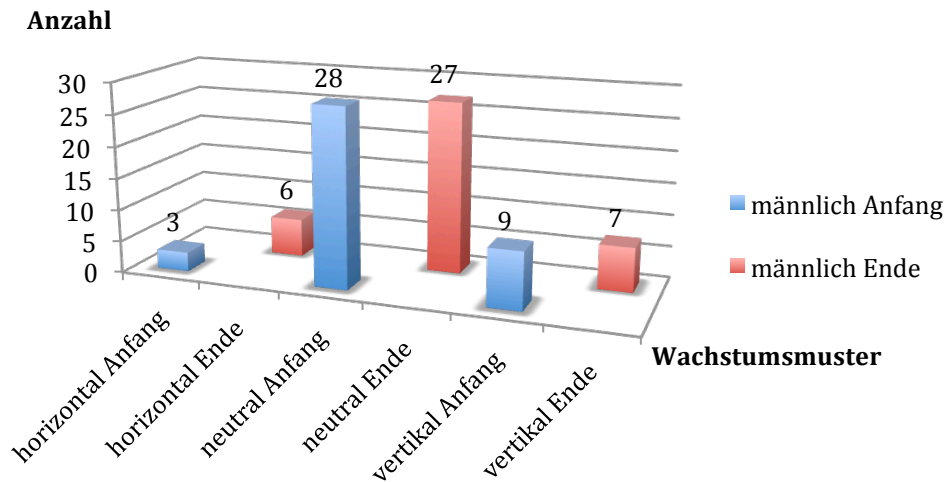


Abb. 26: Anzahl und Verteilung aller männlichen Patienten in die jeweiligen Wachstumsmuster am Anfang und am Ende der Behandlung in Bezug zum Winkel NSL-ML

Zu Therapiebeginn waren 76,9% der männlichen Probanden mit einer Angle-Klasse I Okklusion neutral und 23,1% vertikal wachsend. Am Ende der Behandlung betrugen die Werte 69,2% sowie 15,4%. Jetzt gab es auch 15,4% horizontal wachsende Patienten. Die Angle-Klasse II Patienten zeigten zu Therapiebeginn bei 11,1% ein horizontales, bei 66,7% ein neutrales und bei 22,2% ein vertikales Wachstumsmuster. Am Ende waren 14,8% horizontal, 66,7% neutral und 18,5% vertikal wachsend (Abb. 27), was keine statistisch signifikante Veränderung zwischen den Anfangs- und Endwerten der Untersuchungsklientel ergab. Auch im Vergleich mit der Kontrollgruppe lagen keine signifikanten Änderungen vor.

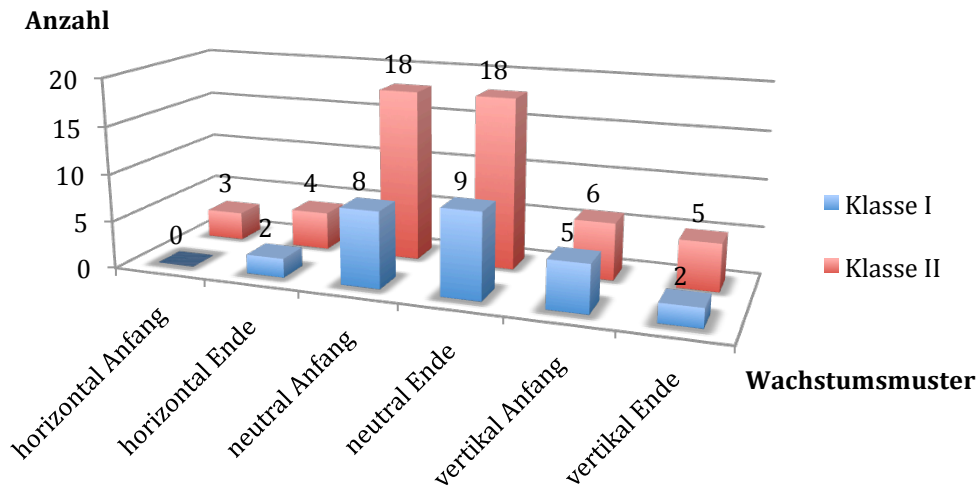


Abb. 27: Anzahl und Verteilung der männlichen Patienten entsprechend der Angle-Klassifikation in die jeweiligen Wachstumsmuster am Anfang und am Ende der Behandlung in Bezug zum Winkel NSL-ML

5.4.1 Wechsel des Wachstumsmusters in Bezug zum Winkel NSL-ML

Wenn man die Anzahl der Patienten in den einzelnen Wachstumsmustern zwischen Anfang und Ende der Therapie betrachtet, dann blieben die 3 (100%) anfänglich horizontal wachsenden Patienten auch diesem Wachstumsmuster zugeteilt (Abb. 28). Von den 58 zu Therapiebeginn neutral wachsenden Probanden waren zum Schluss noch 52 (89,7%) diesem Wachstumsmuster zugehörig. In die Gruppe der horizontal wachsenden Patienten wechselten 5 (8,6%) und ein (1,7%) Patient wies am Ende der Behandlung einen vertikalen Wachstumstyp auf (Abb. 29). Von den anfänglich 24 vertikal wachsenden Patienten waren am Ende noch 18 (75%) diesem Wachstumsmuster zugeordnet. Die anderen 6 (25%) Patienten zeigten nach der Therapie ein neutrales Wachstumsmuster (Abb. 30). Die Änderungen waren jedoch statistisch nicht signifikant.

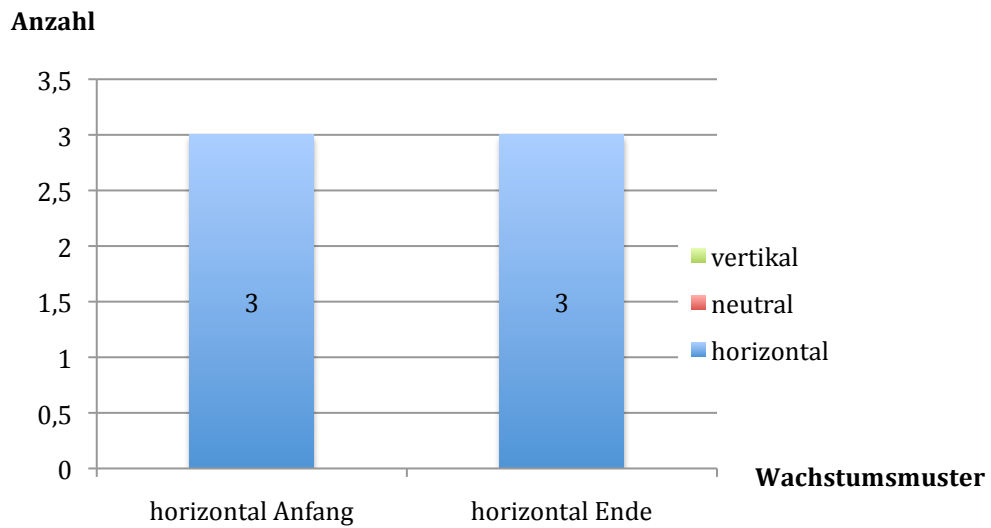


Abb. 28: Anzahl der Wechsel in andere Wachstumsmuster der gesamten horizontalen Gruppe vom Anfang zum Ende der Behandlung in Bezug zum Winkel NSL-ML

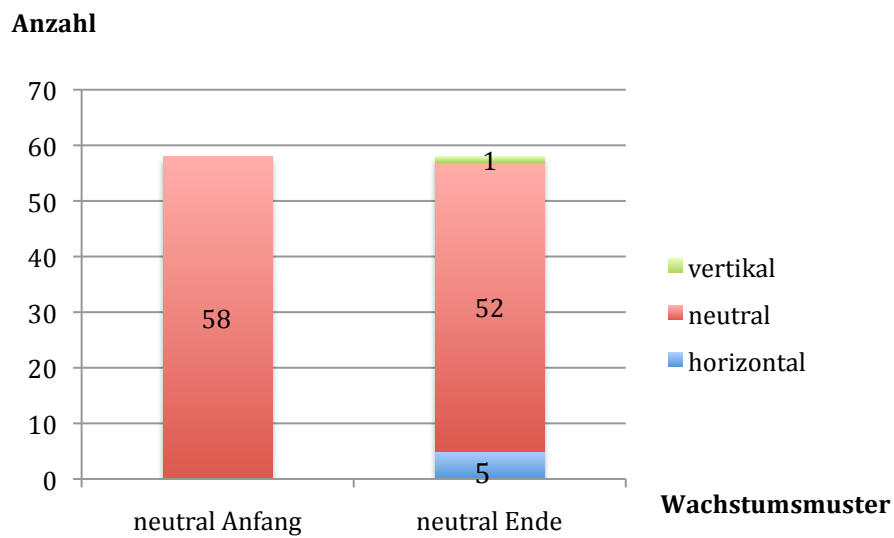


Abb. 29: Anzahl der Wechsel in andere Wachstumsmuster der gesamten neutralen Gruppe vom Anfang zum Ende der Behandlung in Bezug zum Winkel NSL-ML

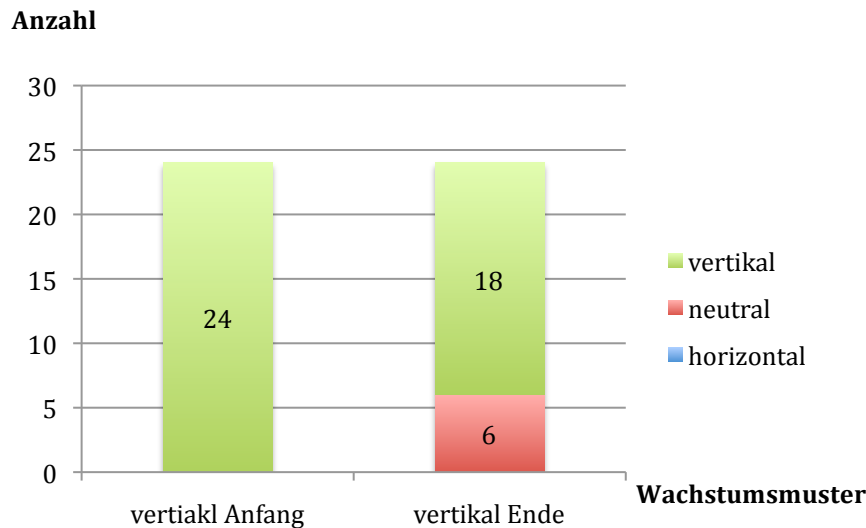


Abb. 30: Anzahl der Wechsel in andere Wachstumsmuster der gesamten vertikalen Gruppe vom Anfang zum Ende der Behandlung in Bezug zum Winkel NSL-ML

5.5 Das Wachstumsmuster in Bezug zum Winkel ML-NL

In dieser Einteilung waren zu Beginn der Therapie 25,9% der Patienten neutral und 74,1% vertikal wachsend. Am Ende zeigten 32,9% ein neutrales und 67,1% ein vertikales Wachstumsmuster. Kein Patient wies bei diesem Untersuchungsparameter ein horizontales Muster auf (Abb. 31). Der Mittelwert, bezogen auf alle Patienten, lag zu Beginn der Behandlung bei $30,2^\circ \pm 3,9^\circ$ und am Ende bei $29,8^\circ \pm 4,5^\circ$. Es ließ sich kein statistisch signifikanter Unterschied der Mittelwerte der gesamten Untersuchungsklientel nachweisen. Die Unterteilung in die einzelnen Wachstumstypen ergab jedoch für die Patienten mit neutralem Wachstumsmuster eine statistisch signifikante Veränderung von $p < 0,05$ zwischen den Anfangs- und Endwerten der Untersuchungsgruppe. Der Mittelwert lag zu Beginn bei $33,61^\circ \pm 3,03^\circ$ und am Ende der Behandlung bei $32,47^\circ \pm 2,94^\circ$. Somit ist eine Verringerung der Vertikalen während der Behandlung festzustellen. Der Vergleich mit der Kontrollgruppe zeigt jedoch einen statistisch hochsignifikanten Unterschied von $p < 0,01$ zwischen den Differenzen der Mittelwerte. Die Differenz lag in der Untersuchungsgruppe bei $0,45^\circ \pm 2,1^\circ$ und in der Kontrollgruppe bei $1,22^\circ \pm 0,84^\circ$. Durch das Wachstum ist die Verringerung der vertikalen Relation somit größer.

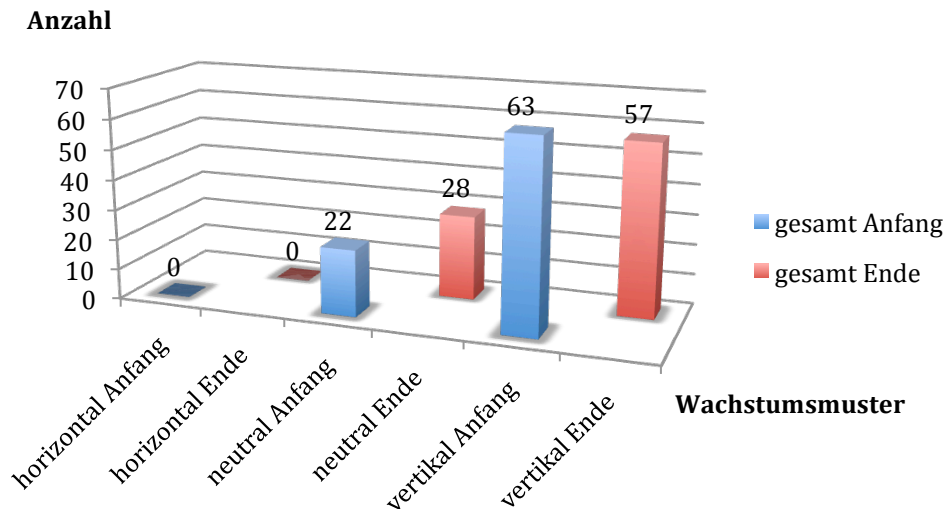


Abb. 31: Anzahl und Verteilung aller Probanden in die jeweiligen Wachstumsmuster am Anfang und am Ende der Behandlung in Bezug zum Winkel ML-NL

Ordnete man alle Patienten zu Beginn der Behandlung wieder der Angle-Klasse I oder Angle-Klasse II zu, ergab sich folgende Verteilung in diesem Parameter:

Patienten mit einer Angle-Klasse I Okklusion waren zu 38,5% neutral und zu 61,5% vertikal wachsend. Am Ende der Behandlung gab es keine Veränderung in dieser Gruppe.

Das Untersuchungskollektiv mit einer Angle-Klasse II Okklusion zeigte zu Beginn bei 20,3% ein neutrales und bei 79,7% ein vertikales Wachstumsmuster. Am Ende der Therapie waren 30,5% der Patienten neutral und 69,5% vertikal wachsend (Abb. 32).

Zwischen den Anfangs- und Endwerten konnten keine statistisch signifikanten Veränderungen für die jeweiligen Angle-Klassifikationen nachgewiesen werden.

Vergleicht man die Werte mit denen der Kontrollgruppe, war ein statistisch hochsignifikanter Unterschied von $p < 0,01$ bei Patienten mit einer Angle-Klasse I vorhanden. Die Differenzen der Mittelwerte lagen in der Untersuchungsgruppe bei $0,21^\circ \pm 2,44^\circ$ und in der Kontrollgruppe bei $1,95^\circ \pm 1,08^\circ$. Somit ist auch hier eine geringere Verkleinerung der Vertikalen durch die Therapie zu verzeichnen.

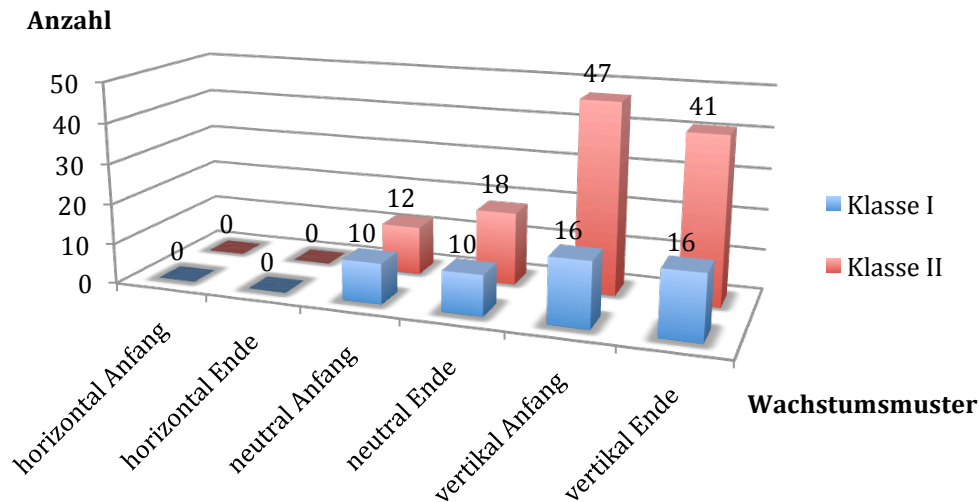


Abb. 32: Anzahl und Verteilung aller Probanden entsprechend der Angle-Klassifikation in die jeweiligen Wachstumsmuster am Anfang und am Ende der Behandlung in Bezug zum Winkel ML-NL

Die weiblichen Patienten wiesen zu Beginn der Behandlung 28,9% neutral und 71,1% vertikal Wachsende auf. Am Ende waren 31,1% neutralen und 68,9% vertikalen Wachstumstyps. Weder zu Beginn noch zum Abschluss der Behandlung gab es horizontal wachsende Probandinnen (Abb. 33). Zwischen den Anfangs- und Endwerten zeigte sich keine statistisch signifikante Veränderung. Der Vergleich mit der Kontrollgruppe ließ jedoch einen hochsignifikanten Unterschied von $p < 0,01$ erkennen. Die Differenzen der Mittelwerte lagen in der Untersuchungsgruppe bei $0,11^\circ \pm 1,98^\circ$ und in der Kontrollgruppe bei $1,34^\circ \pm 0,78^\circ$. Somit war wieder eine stärkere Verringerung der Vertikalen allein durch das Wachstum festzustellen.

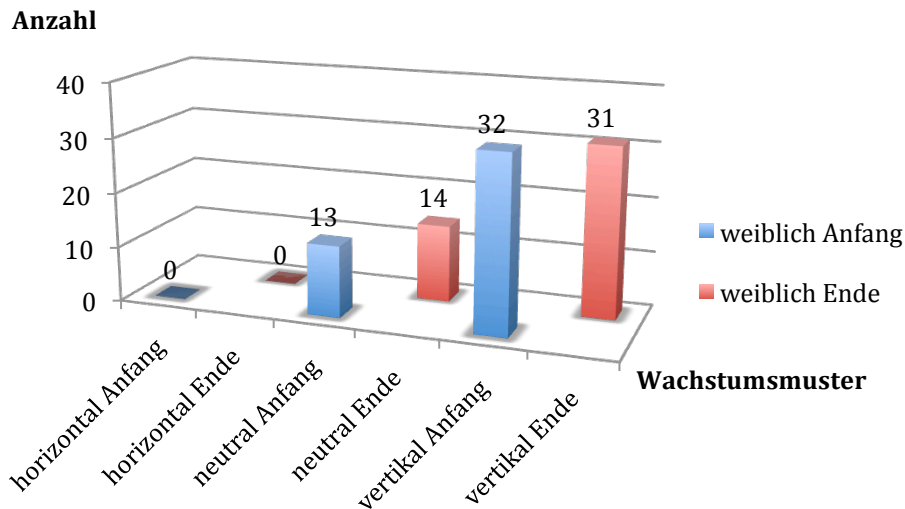


Abb. 33: Anzahl und Verteilung weiblicher Probanden in die jeweiligen Wachstumsmuster am Anfang und am Ende der Behandlung in Bezug zum Winkel ML-NL

Unterteilt nach der Angle-Klassifikation waren zu Therapiebeginn 46,1% der Patientinnen mit einer Angle-Klasse I Okklusion neutralen und 53,9% vertikalen Wachstumstyps. Am Ende der Behandlung gab es 46,2% neutral und 53,8% vertikal Wachsende.

Patientinnen mit einer Angle-Klasse II Okklusion wiesen zu Beginn bei 21,9% ein neutrales und bei 78,1% ein vertikales Wachstumsmuster auf. Am Ende betragen die Werte 31,1% und 68,9% (Abb. 34). Die Unterschiede zwischen den Anfangs- und Endwerten der Untersuchungsgruppe waren statistisch nicht signifikant.

Der Vergleich mit der Kontrollgruppe zeigte jedoch bei den Angle-Klasse I Patientinnen einen hochsignifikanten Unterschied von $p < 0,01$. Die Differenzen der Mittelwerte lagen in der Untersuchungsgruppe bei $-0,57^\circ \pm 2,27^\circ$ und in der Kontrollgruppe bei $1,81^\circ \pm 0,93^\circ$. Damit ist sogar eine Zunahme der Vertikalen durch die Therapie und eine Abnahme durch das Wachstum nachweisbar.

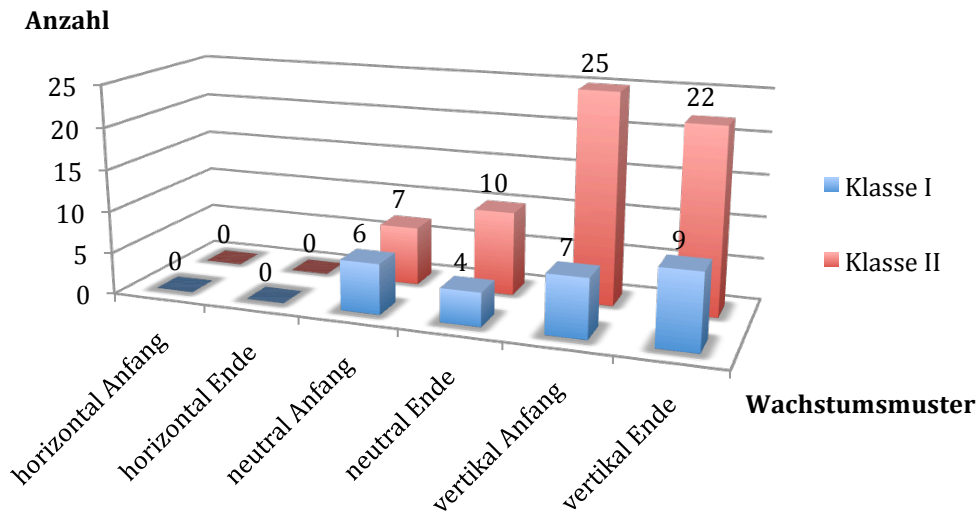


Abb. 34: Anzahl und Verteilung der weiblichen Probandinnen nach der Angle-Klassifikation in die jeweiligen Wachstumsmuster am Anfang und am Ende der Behandlung in Bezug zum Winkel ML-NL

Ein neutrales Wachstumsmuster wiesen zu Beginn 22,5% der Patienten auf und 77,5% ein vertikales. Am Ende betragen die Werte 35,0% sowie 65,0%. Weder am Anfang noch am Ende gab es Patienten mit horizontalem Wachstumsmuster (Abb. 35). Eine statistisch signifikante Änderung zwischen Anfangs- und Endwerten der Untersuchungsklientel und im Vergleich zur Kontrollgruppe lag nicht vor.

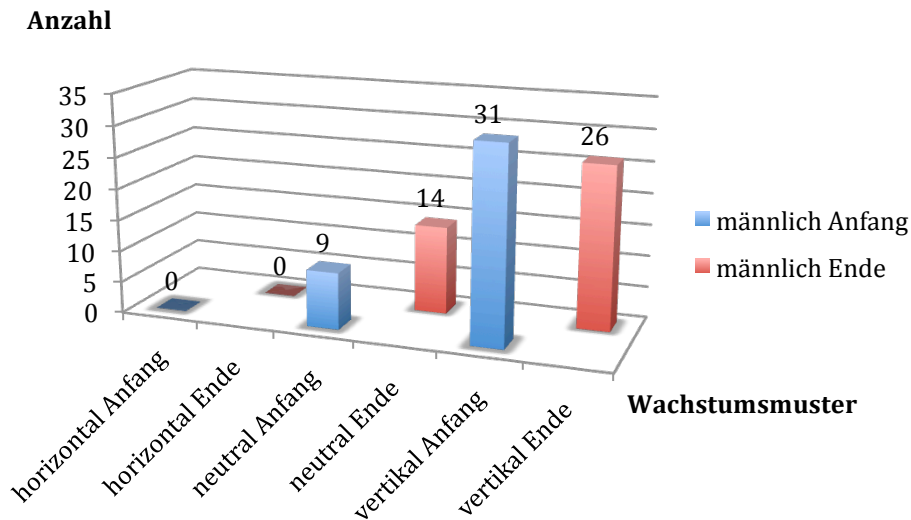


Abb. 35: Anzahl und Verteilung der männlichen Probanden in die jeweiligen Wachstumsmuster am Anfang und am Ende der Behandlung in Bezug zum Winkel ML-NL

Zu Therapiebeginn gab es 30,8% neutral und 69,2% vertikal wachsende männliche Probanden die eine Angle-Klasse I Okklusion aufwiesen. Am Ende der Behandlung waren davon 46,2% neutralen und 53,2% vertikalen Wachstumstyps.

Die Angle-Klasse II Patienten zeigten folgende Aufteilung: Hier waren 18,5% neutral und 81,5% vertikal wachsend. Am Ende wiesen 29,6% ein neutrales und 70,4% ein vertikales Wachstumsmuster auf (Abb. 36). Es lagen weder zwischen den Anfangs- und Endwerten noch gegenüber der Kontrollgruppe statistisch signifikante Veränderungen vor.

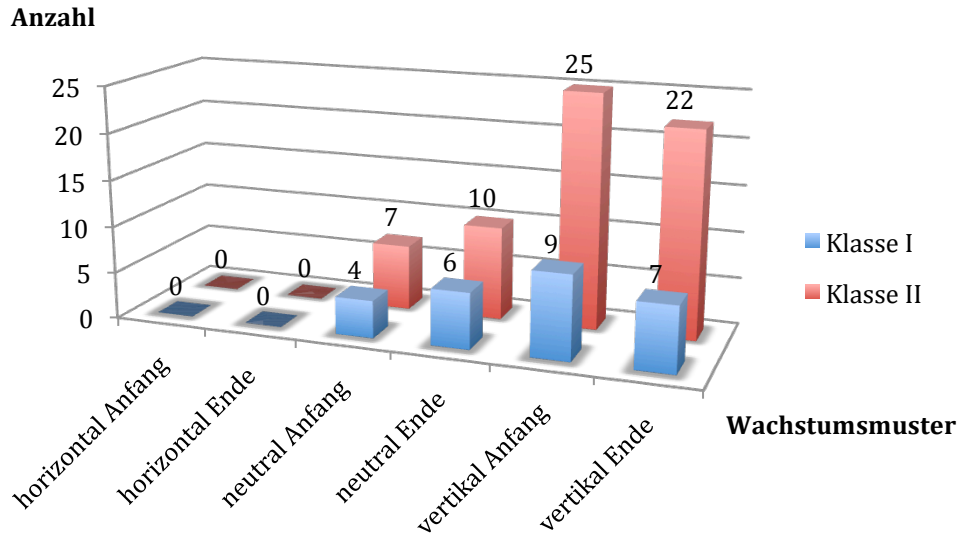


Abb. 36: Anzahl und Verteilung der männlichen Probanden entsprechend der Angle-Klassifikation in die jeweiligen Wachstumsmuster am Anfang und am Ende der Behandlung in Bezug zum Winkel ML-NL

5.5.1 Wechsel des Wachstumsmusters im Bezug zum Winkel ML-NL

Von anfänglich 22 neutral wachsenden Probanden wiesen am Ende noch 18 (81,8%) dieses Wachstumsmuster auf. Die anderen 4 (18,2%) Patienten sind nun dem vertikalen Wachstumstyp zuzuordnen (Abb. 37). In der Gruppe der zu Beginn 63 vertikal wachsenden Patienten waren am Ende noch 53 (84,1%) diesem Muster zugehörig. Die anderen 10 (15,9%) Probanden zeigten nun ein neutrales Wachstumsmuster (Abb. 38). Diese Werte waren statistisch nicht signifikant.

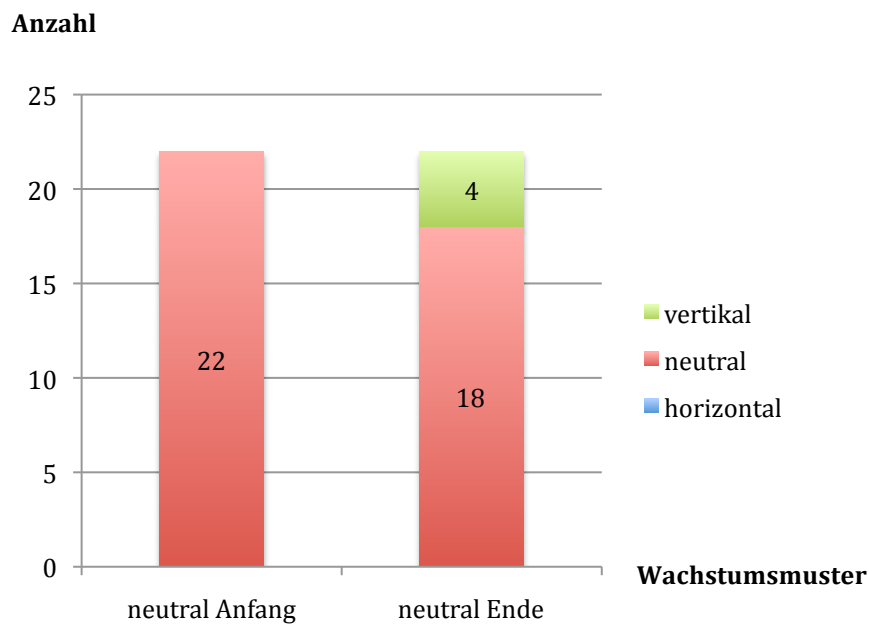


Abb. 37: Anzahl der Wechsel in andere Wachstumsmuster der gesamten neutralen Gruppe vom Anfang zum Ende der Behandlung in Bezug zum Winkel ML-NL

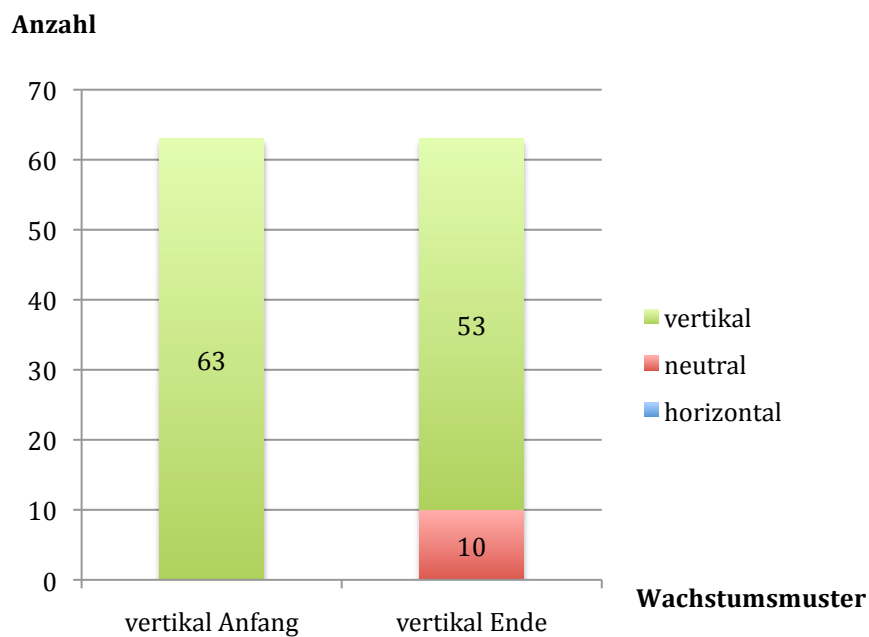


Abb. 38: Anzahl der Wechsel in andere Wachstumsmuster der gesamten vertikalen Gruppe vom Anfang zum Ende der Behandlung in Bezug zum Winkel ML-NL

5.6 Dauer der Multibandbehandlung

Der Mittelwert der Behandlungsdauer aller Patienten lag bei $23,2 \pm 6,0$ Monaten. Eine minimale Therapiezeit von 11 und eine maximale von 48 Monaten wurden ermittelt.

Die Therapiezeiten der jeweiligen Wachstumstypen sahen wie folgt aus:

In der Gruppe mit horizontalem Wachstumsmuster lag das Minimum bei 16 und das Maximum bei 38 Monaten (MW = $25,1 \pm 7,1$). Patienten mit neutralem Wachstumsmuster zeigten eine Minimalzeit von 11 und eine Maximalzeit von 48 Monaten (MW = $22,7 \pm 6,4$) und die vertikal wachsenden Patienten von 14 bzw. 33 Monaten (Abb. 39). Es lagen keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Wachstumsmustern vor.

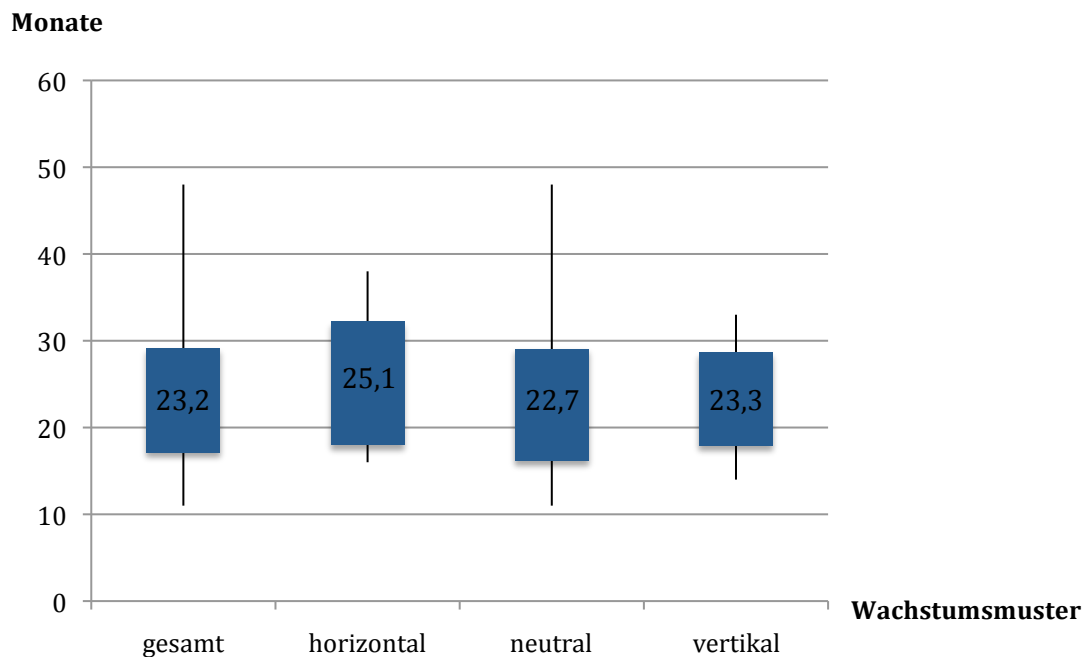


Abb. 39: Behandlungsdauer aller Patienten in Monaten und Unterteilung in die jeweiligen Wachstumsmuster; Mittelwert, Minimum, Maximum, Standardabweichung

Die Patienten mit einer Angle-Klasse I Okklusion wiesen einen Mittelwert von $21,1 \pm 4,0$ Monaten auf, wobei hier das Minimum bei 17 und das Maximum bei 31 Monaten lag.

Der Mittelwert der Patienten mit einer Angle-Klasse II betrug $24,1 \pm 6,4$ Monate mit Minimum- und Maximumwerten von 11 bzw. 48 Monaten (Abb. 40). Es war ein statistisch signifikanter Unterschied von $p < 0,05$ nachweisbar. Die Behandlung bei Patienten mit einer Angle-Klasse I Okklusion verlief schneller.

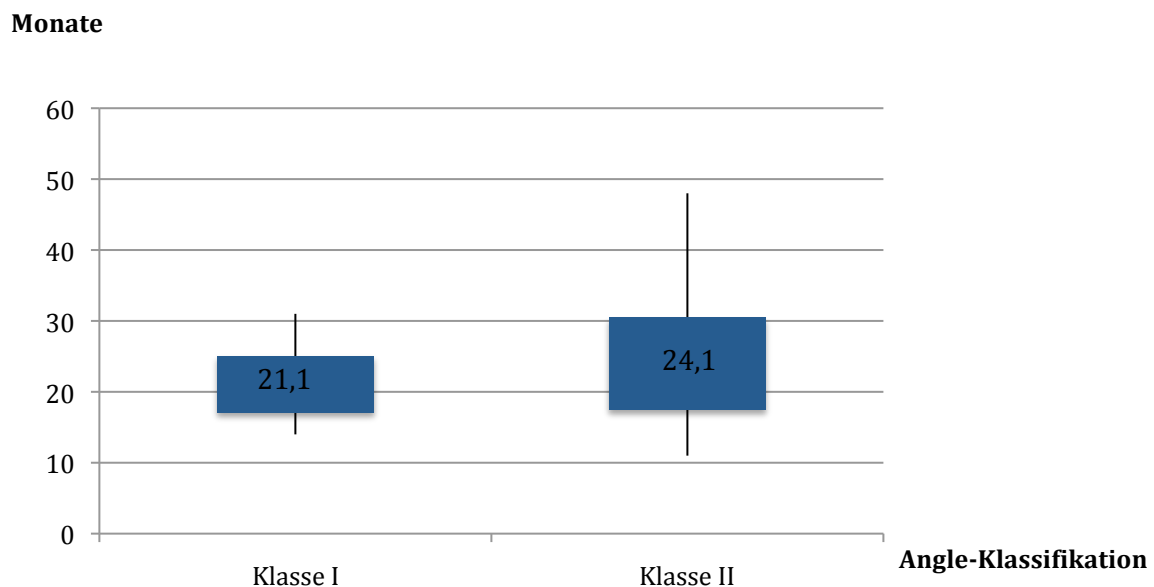


Abb. 40: Behandlungsdauer aller Patienten in Monaten in Bezug zur Angle-Klassifikation; Mittelwert, Maximum, Minimum, Standardabweichung

Betrachtet man die Behandlungszeit in Bezug auf das Geschlecht, zeigten die weiblichen Patienten eine minimale Dauer von 13,0 Monaten. Die längste Therapie dauerte 36,0 Monate und der Mittelwert betrug $22,3 \pm 5,3$ Monate.

Die Werte der männlichen Patienten zeigten 11 sowie 48 Monate Therapiedauer und der Mittelwert lag bei $24,1 \pm 6,7$ Monaten (Abb. 41). Eine statistisch signifikante Änderung lag nicht vor.

Monate

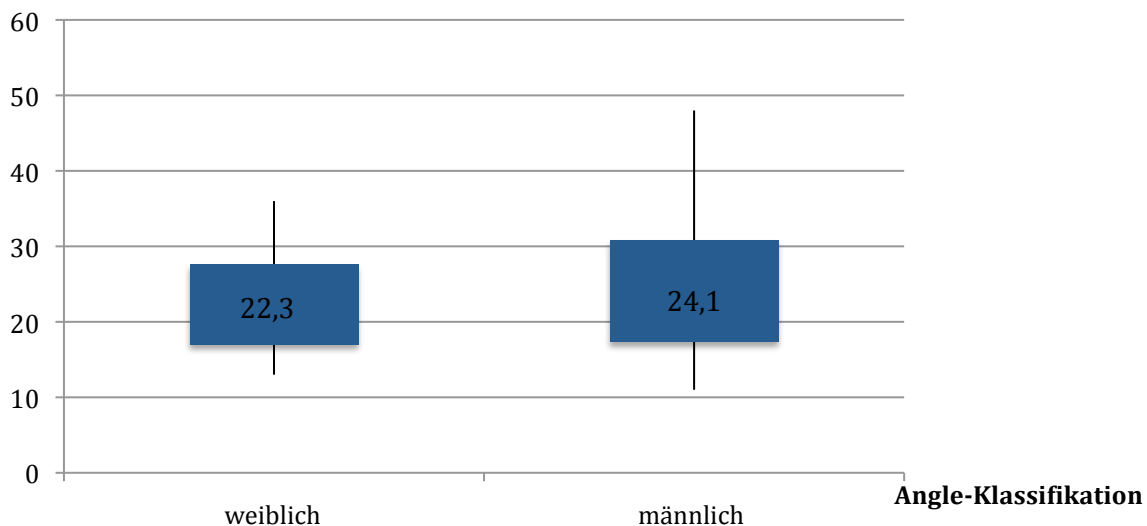


Abb. 41: Vergleich der Behandlungsdauer in Monaten zwischen weiblichen und männlichen Probanden; Mittelwert, Maximum, Minimum, Standardabweichung

Untersucht man auch hier wieder die Geschlechter entsprechend der Angle-Klassifikation, waren folgende Ergebnisse zu ermitteln:

Probandinnen, die der Angle-Klasse I zugeordnet wurden, wiesen einen Mittelwert von $20,3 \pm 4,2$ Monaten auf. Die kürzeste Behandlung dauerte 14 und die längste 32 Monate.

Bei weiblichen Patienten mit einer Angle-Klasse II lag der Mittelwert bei $23,1 \pm 5,5$ Monaten. Bei diesen Probandinnen betrug die Mindesttherapiezeit 13 und das Maximum 36 Monate. Die männlichen Patienten der Angle-Klasse I zeigten einen Mittelwert von $21,9 \pm 3,8$ Monaten. Die kürzeste Zeit lag bei 17 und die längste bei 31 Monaten. In der Gruppe mit einer Angle-Klasse II Okklusion war das Minimum bei 11 Monaten zu finden, die längste Behandlungsdauer lag bei 48 Monaten und der Mittelwert betrug $25,2 \pm 7,5$ Monate (Abb. 42).

Es lagen keine statistisch signifikanten Änderungen zwischen diesen Gruppen vor.

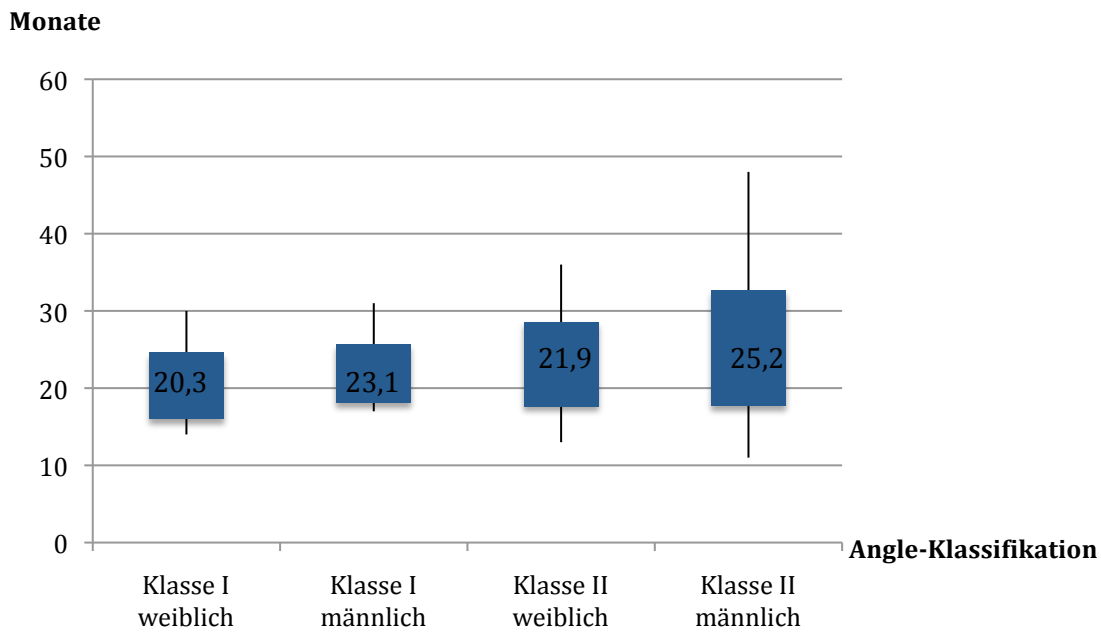


Abb. 42: Behandlungsdauer der weiblichen und männlichen in Monaten Probanden in Bezug zur Angle-Klassifikation; Mittelwert, Maximum, Minimum, Standardabweichung

5.6.1 Dauer der MB-Behandlung in Abhängigkeit von der Y-Achse

Die kürzeste Therapiezeit der horizontal wachsenden Patienten betrug 16, die längste 38 Monate (MW = 25,1 ± 7,1). Die neutral wachsenden Patienten benötigten mindestens 11 und maximal 48 Monate (MW = 22,7 ± 6,4). Bei Patienten mit vertikalem Wachstumstyp war die schnellste Therapie nach 14 und die langsamste nach 33 Monaten beendet (MW = 23,3 ± 5,4) (Abb. 43). Zwischen den jeweiligen Wachstumsmustern gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied.

Monate

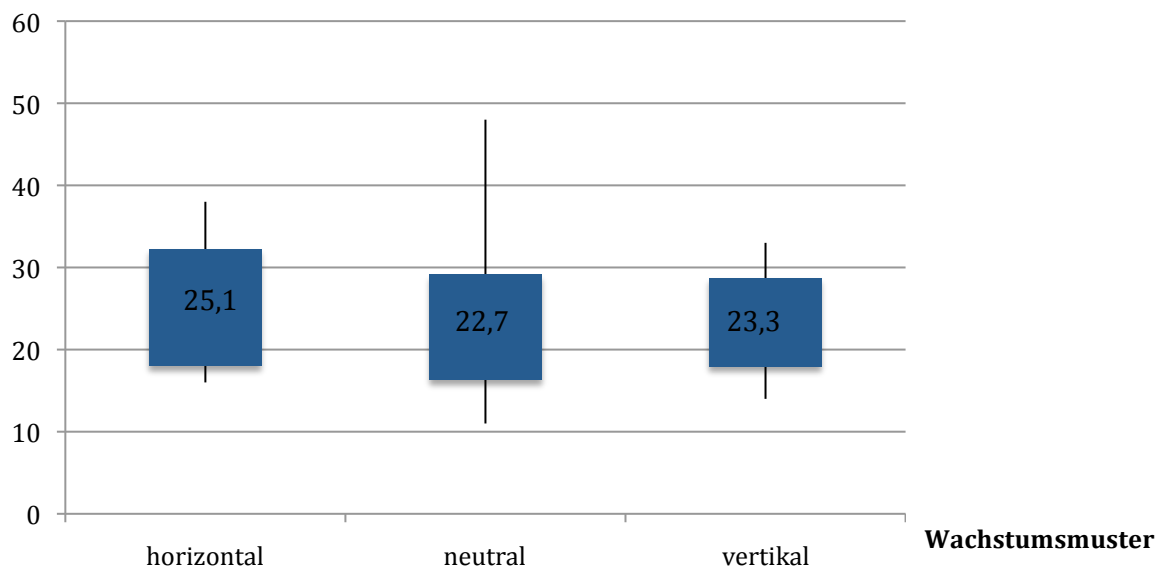


Abb. 43: Behandlungsdauer aller Patienten in Monaten unterteilt in die jeweiligen Wachstumsmuster in Bezug zum Winkel der Y-Achse; Mittelwert, Maximum, Minimum, Standardabweichung

5.6.2 Dauer der MB-Behandlung in Abhängigkeit vom Winkel NSL-ML

Die minimale Behandlungsdauer horizontal wachsender Patienten betrug 16 und die maximale 38 Monate (MW = $26,3 \pm 6,9$). Probanden mit neutralem Wachstumsmuster benötigten mindestens 11 und maximal 36 Monate (MW = $22,4 \pm 5,0$). Die kürzesten und längsten Therapiezeiten von Patienten mit vertikaalem Wachstumstyp lagen bei 14 und 48 Monaten (MW = $24,2 \pm 8,0$) (Abb. 44). Es waren keine statistisch signifikanten Unterschiede festzustellen.

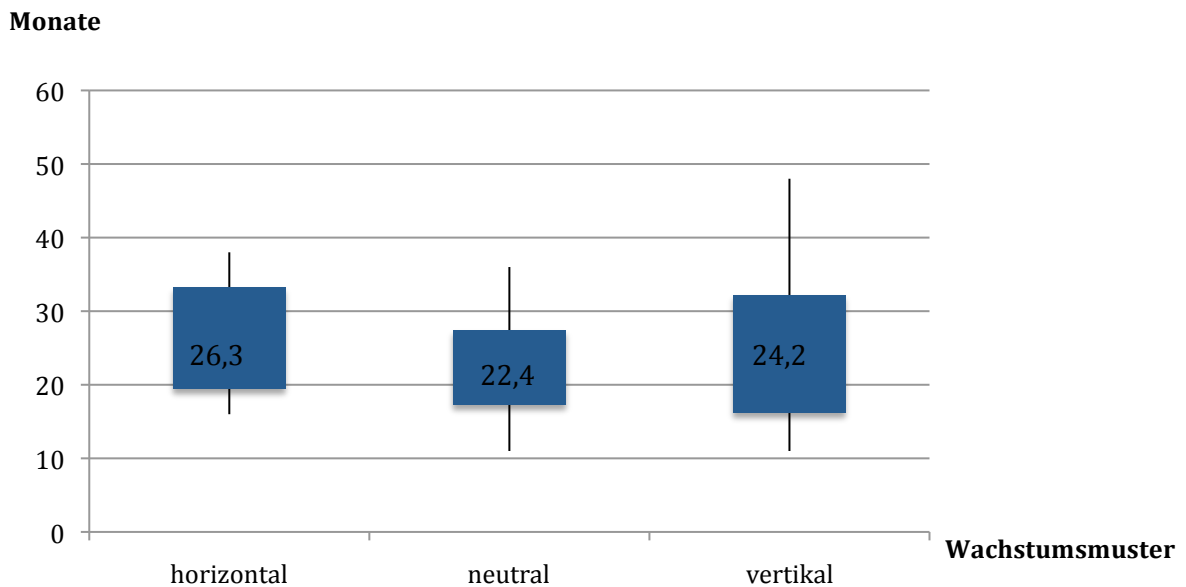


Abb. 44: Behandlungsdauer aller Patienten in Monaten unterteilt in die jeweiligen Wachstumsmuster in Bezug zum Winkel NSL-ML; Mittelwert, Maximum, Minimum, Standardabweichung

5.6.3 Dauer der MB-Behandlung in Abhängigkeit vom Winkel ML-NL

Patienten mit neutralem Wachstumsmuster zeigten eine minimale Behandlungszeit von 13 und eine maximale von 38 Monaten (MW = $23,9 \pm 5,1$). Wenn man Patienten mit vertikalem Wachstumsmuster betrachtet, lag die kürzeste Therapiezeit bei 11 und die längste bei 48 Monaten (MW = $22,8 \pm 6,4$) (Abb.45). Auch hier konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede in der Therapiedauer festgestellt werden.

Monate

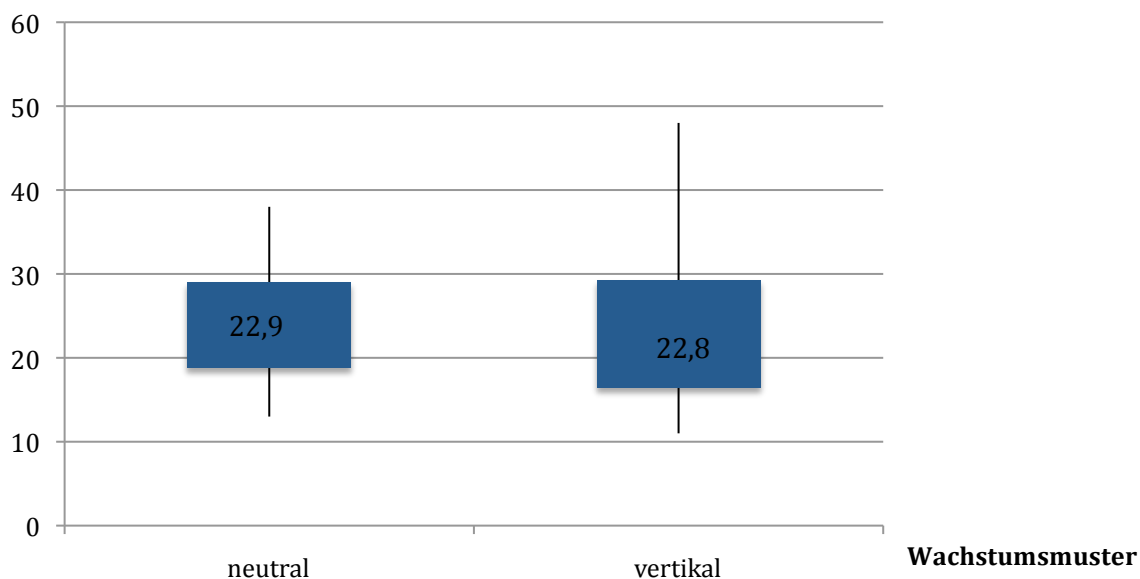


Abb. 45: Behandlungsdauer aller Patienten in Monaten unterteilt in die jeweiligen Wachstumsmuster in Bezug zum Winkel ML-NL; Mittelwert, Maximum, Minimum, Standardabweichung

6. Diskussion

6.1 Patienten

Um die Veränderungen der Vertikalen durch eine kieferorthopädische Extraktionstherapie der 1. permanenten Molaren zu prüfen, wurden 85 Patienten retrospektiv aus einem Probandenkollekt einer kieferorthopädischen Fachpraxis nachuntersucht.

Wie aus den Ergebnissen zu entnehmen ist, bestand bei den untersuchten Patienten eine nahezu geschlechtliche Gleichverteilung von 45 weiblichen zu 40 männlichen Probanden, was positiv zu bewerten ist, da Abhängigkeiten vom Geschlecht besser nachgewiesen werden konnten.

Die Altersverteilung zeigte jedoch starke Schwankungen in beiden Geschlechtern, denn der Mittelwert lag bei $12,4 \pm 3,5$ Monaten, wobei der jüngste Patient 8 und der älteste 32 Jahre alt war. Eine homogenere Gruppe hätte noch geringere Fallzahlen zur Folge gehabt, wodurch Abhängigkeiten schlechter zu erkennen sind. Der Altersdurchschnitt und dessen Abweichungen waren mit anderen Arbeiten vergleichbar (Abu et al., 2000; Al-Nimri, 2006; Hirschfelder et al., 1997), wobei in diesen Untersuchungen weniger Erwachsene

einbezogen wurden. Dadurch waren deutlich geringere Fallzahlen vorhanden (Abu et al., 2000; Al-Nimri, 2006; Aras, 2002; Boley et al., 1998; Hans et al., 2006; Hirschfelder et al., 1997; Klapper et al., 1992; Ong et al., 2001), die ebenfalls die Ergebnisse verzerrt haben können.

6.1 Methode

Die Erfassung der Daten erfolgte nach Auswertung der Fernröntgenseitenbilder. Diese wurde von der Promovendin selbst jeweils 2-mal durchgeführt. Der individuelle Fehler wurde mithilfe des Methodenfehlers nach Dahlberg ermittelt. Er war kleiner als 1 und lag somit unterhalb kritischer Werte.

Alle Röntgenaufnahmen sind mit demselben analogen Röntgengerät und von einer ausgebildeten Röntgenassistentin angefertigt worden. Der Fokus-Film-Abstand betrug wie in der Kontrollgruppe 150cm. Dadurch war auch der Vergrößerungsfaktor gleich und konnte unberücksichtigt bleiben.

Da sich die Mehrzahl der Patienten in der pubertären Wachstumsphase befand, wurden die erhaltenen Werte der Röntgenaufnahmen mit denen der Kontrollgruppe von Droschl (1984) verglichen, bei denen keine kieferorthopädische Therapie erfolgt war. Die jeweiligen Differenzen zwischen den Endwerten der Untersuchungs- und der Kontrollgruppe von Droschl (1984) ergaben den „Therapieeffekt“ durch die kieferorthopädische Behandlung. Dabei ist zu erwähnen, dass von Droschl (1984) die Daten der Fernröntgenseitenbilder nur bis zum 16. Lebensjahr erfasst wurden. Nach dem 16. Lebensjahr wurde kein weiteres Wachstum von Droschl (1984) und Riolo et al. (1974) angenommen. Bei Patienten der Untersuchungsgruppe, die älter als 16 Jahre alt waren, sind die Angaben der 16-jährigen Patienten der Kontrollgruppe verwendet worden. Droschl (1984) untersuchte 756 Patienten und somit war ein großes Altersspektrum vorhanden. Die Patienten der Kontrollgruppe stammten aus Österreich und sind daher mit diesem Patientengut vergleichbar gewesen. In anderen Arbeiten (Riolo et al., 1974) wurden Probanden anderer Kontinente oder anderer Parameter (Bode, 2002; Bock, 2000; Gilbert-Bresler, 2001) untersucht.

6.3 Wachstumsmuster

Die Patienten wurden in die jeweiligen Wachstumsmuster horizontal, neutral und vertikal mithilfe des Winkels NSL-ML, der Y-Achse und des Winkels ML-NL eingeteilt. In allen Gruppen erfolgte nochmals eine Unterteilung nach dem Geschlecht sowie der Angle-Klasse, um Abhängigkeiten der jeweiligen Parameter herausfiltern zu können. Andere Autoren verwendeten diese Parameter ebenfalls (Al-Nimiri, 2006; Aras, 2002; Basciftci et al., 2003; Bishara et al., 1994; Darendeliler et al., 2001; Björk, 1973; Bock, 2000; Bode, 2002; Droschl, 1984; Nötzel et al., 2007; Rakosi et al. 1989; Riolo et al., 1974), wodurch Vergleiche möglich wurden.

Die Werte der einzelnen Parameter (Y-Achse, Winkel NSL-ML, Winkel ML-NL) sowie deren Standardabweichungen können für einen Patienten zu unterschiedlichen Zuordnungen in die jeweiligen Wachstumsmuster horizontal, neutral oder vertikal führen (Bauer, 2009; Eggert, 2007), was sich auch in dieser Arbeit geschah. Dies kann je nach Parameter abweichende Ergebnisse zur Folge haben. Andere Autoren bestätigen dies, wobei hauptsächlich eine Vergrößerung des Overbites, der vorderen und hinteren Gesichtshöhe und die Extrusion der Frontzähne bzw. Molaren nachweisbar waren (Bishara et al., 1994; Bravo et al., 1997; Cusimano et al., 1993; Darendeliler et al., 2001; Kim et al., 2005). In Bezug auf die vertikale Kieferrelation lagen diese Unterschiede durch die Zuordnungen in die verschiedenen Wachstumsmuster nicht vor.

Der Schwerpunkt der Bewertung wurde auf die Y-Achse und den Winkel NSL-ML gelegt, da so Vergleiche mit anderen Studien möglich waren (Ahn, 2000; Böhm, 2000; Bishara et al., 1994; Brodie, 1953; Fränkel, 1968; Hirschfelder et al., 1997; Kim et al., 2005; Segner et al., 1998). Darüber hinaus besteht hohe Korrelation zwischen den einzelnen Einteilungskriterien in Bezug auf die vertikale Relation, sodass Vergleiche und Schlussfolgerungen mit anderen Studien bzw. Parametern möglich waren (Vahlenkamp, 1990).

6.4 Y-Achse

Es zeigte sich eine Gleichverteilung der Patienten mit neutralem bzw. vertikalem Wachstumsmuster. Die Anzahl horizontal wachsender Probanden war jedoch deutlich geringer, was sicherlich in den Auswahlkriterien für die Extraktion der ersten Molaren im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlung zu suchen ist. Andere Autoren beziehen sich meist nur auf das vertikale Wachstumsmuster, um ausschließlich dort die vertikale Entwicklung zu untersuchen (Al-Nimri, 2006; DeBerardinis et al., 2000; Garlington et al., 1990; Kim et al., 2005; Stellzig et al., 1996).

Am Ende der Behandlung sind in dieser Studie eine Verringerung der Patientenzahl mit neutralem und vertikalem Wachstumsmuster und eine Zunahme in der Gruppe des horizontalen Wachstumstyps festzustellen, wobei die Veränderungen statistisch nicht signifikant waren. Auch in Bezug zur Kontrollgruppe konnten keine Änderungen festgestellt werden, die eine statistisch gesicherte Verkleinerung der Vertikalen durch die Extraktion der ersten Molaren bewies. Die Studien von Abu et al. (2000), Al-Nimri (2006), Bishara et al. (1994), Brodie (1953), Hans et al. (2006), Hirschfelder et al. (1997), Kim et al. (2005) bzw. Kocadereli (1999) zeigten ebenfalls keine statistisch signifikante Veränderung nach einer Extraktionsbehandlung. Dabei ist jedoch zu beachten, dass diese Ergebnisse teilweise aus Studien mit Prämolarenextraktionen gewonnen wurden. Ehmer et al. (1995) zeigten auch, dass im Erwachsenenalter keine Änderungen der kephalometrischen Werte mehr auftraten und der offene Biss nur durch Intrusion der ersten Molaren und Extrusion der Frontzähne behoben werden kann. Dies spiegelt sich sicherlich auch in den Werten dieser Arbeit wider, da aufgrund der Altersverteilung Patienten mit abgeschlossenem Wachstum der Untersuchungsklientel angehörten.

Die Verteilung entsprechend der Angle-Klassifikation bestätigt das Ergebnis, denn nur die Patientengruppe mit horizontalem Wachstumsmuster vergrößerte sich, was auch durch das Wachstum zu erklären ist (Bode, 2002; Droschl, 1984; Riolo et al., 1974). Die Anzahl vertikal wachsender Patienten mit einer Angle-Klasse I Okklusion blieb konstant und die Gruppe der neutral wachsenden Patienten nahm ab, aber ohne dass ein signifikanter Unterschied in der Vertikalen zwischen Probandenklientel und der Kontrollgruppe nachweisbar war. Dies zeigten auch Bishara et al. (1994, 2003), Cusimano et al. (1993) bzw. DeBerardinis et al. (2000), denn die Patienten mit einer Angle-Klasse II Okklusion wiesen eine Bissabsenkung auf, die jedoch auch hier nicht statistisch nachweisbar war.

Dabei verwendeten DeBerardinis et al. (2000) zusätzlich einen „High pull-Headgear“, der eine weitere Vertikalisierung vermied.

Auch die Verteilung der Geschlechter bestätigt die Tendenzen. Das wurde durch die Arbeiten von Bode (2002), Droschl (1984) und Riolo et al. (1974) nachvollziehbar, in denen eine Abnahme des Winkels der Y-Achse beim weiblichen Geschlecht allein schon durch das Wachstum zu beobachtet war.

Die kleinen Gruppenstärken in dieser Arbeit müssen dabei erwähnt werden. Da es nur 13 Patientinnen mit einer Angle-Klasse I und 32 mit Angle-Klasse II Okklusion gab, machen sich Schwankungen deutlich stärker bemerkbar (Eggert, 2007). Bravo et al. (1997), welche ausschließlich Mädchen der Angle-Klasse II untersuchten, bestätigten die nicht nachweisbare Verringerung der Vertikalen durch eine Extraktion. Allerdings sind hier die ersten Prämolaren entfernt worden.

Auch bei den männlichen Probanden kam es zwar zu einer leichten Verkleinerung der vertikalen Kieferrelation nach Extraktion der ersten Molaren, was jedoch auch hier statistisch nicht signifikant war. Dabei sind wieder die geringen Probandenzahlen zu beachten. Andere Studien zeigten ebenfalls keinen Unterschied in Bezug auf das Geschlecht, jedoch waren auch in diesen Arbeiten meist sehr geringe Patientenzahlen vorhanden oder eine Unterteilung bezüglich des Geschlechts erfolgte nicht in den Arbeiten mit Extraktion der ersten Molaren (Al-Nimri, 2006; Hans et al., 2006; Hayasaki et al., 2005). Dadurch war die Vergleichbarkeit schwierig.

Die Aufteilung der männlichen Probanden in die Angle-Klasse I oder II lässt jedoch in dieser Arbeit einen signifikanten Unterschied erkennen, denn es liegt eine nachweisbar stärkere Verringerung der Vertikalen männlicher Patienten mit einer Angle-Klasse I von $p=0,025$ im Vergleich zur Kontrollgruppe vor. Die Arbeit von Riolo et al. (1974) gibt sogar für die männlichen Probanden eine Zunahme des Winkelwerts der Y-Achse an, was sich hauptsächlich in den Jahren des pubertären Wachstums zeigt. Andere Arbeiten können diese Tendenz jedoch nicht bestätigen (Eggert, 2007).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich in Bezug zur Y-Achse keine deutlichen Veränderungen der vertikalen Relation durch die Extraktion der ersten Molaren zeigten. Dieses Ergebnis ist auch von Abu et al. (2000), Bock (2000), Bode (2002), Hans et al. (2006) und Hirschfelder et al. (1997) bestätigt worden.

Die Schwierigkeit der Erfassung und Vergleichbarkeit ist sicherlich auch in den verschiedenen verwendbaren vertikalen Parametern zu finden. Die Y-Achse wurde zwar

von vielen Autoren (Bishara et al., 1994; Bock, 2000; Bode, 2002; Brodie, 1953; Droschl, 1984; Gilbert-Bresler, 2001; Riolo et al., 1974) untersucht, aber hier schienen die Auswirkungen auf die vertikale Schädelrelation noch geringer widerspiegelt zu werden. In vielen Arbeiten ist leider nicht immer klar ersichtlich, ob die Daten von „Wachstumswerten“ bereinigt wurden. Darüber hinaus gibt es unterschiedliche Auffassungen, wie lange pubertäres Wachstum anhält (Aras, 2002; Darendeliler et al., 2001; Droschl, 1984; Gilbert-Bresler, 2001; Kim et al., 2005; Riolo et al., 1974).

Die Arbeit von Ahn et al. (2000) wies bereits ein „Rezidiv“ der Vertikalen nach kieferorthopädischer Behandlung in der Retentionsphase auf. Auch die Vergrößerung des Winkels der Y-Achse nach abgeschlossenem Wachstum war möglich, wie Fränkel (1984) zeigte. Dabei sind jedoch keine Zähne extrahiert worden.

6.4.1 Anzahl der Wechsel in andere Wachstumsmuster in Bezug auf die Y-Achse

In der Gruppe mit horizontalem Wachstumsmuster gab es keine Veränderungen, die eine Zunahme der Vertikalen und somit eine Einordnung in ein anderes Wachstumsmuster zuließen. Jedoch ist bei einer Patientenzahl von 4 keine gesicherte Aussage zu erwarten.

In der Patientengruppe mit neutralem Wachstumstyp wechselten 24,4% in ein anderes Wachstumsmuster sowohl ins Horizontale als auch ins Vertikale. Somit ist bei $\frac{1}{4}$ der Patienten eine Veränderung zu erkennen, die dem geringen Toleranzwert ($66^\circ \pm 3^\circ$) des neutralen Wachstumsmusters zuzurechnen ist. Ähnliches spiegelt sich in den Ergebnissen der vertikal wachsenden Patienten wider.

Die Wechsel in andere Wachstumsmuster waren somit bei Patienten zu erwarten, die bereits im Bereich der Standardabweichungen lagen, denn $\pm 3^\circ$ sind sicherlich keine große Veränderung. Dadurch könnten auch die nicht nachweisbaren Unterschiede erklärt werden, obwohl $\frac{1}{4}$ der Probanden das Wachstumsmuster änderte. Arbeiten, die diese These unterstützen bzw. belegen oder widerlegen könnten, sind jedoch nicht vorhanden.

6.5 Winkel NSL-ML

Die Bewertung dieses Winkels zeigt bereits zu Beginn der Therapie einen Unterschied in der Gruppeneinteilung. Hier sind dem neutralen Wachstumsmuster 68,2% der Patienten am Anfang sowie am Ende zugeordnet. Ein hoher prozentualer Anteil von Patienten mit neutralem Wachstumsmuster wurde auch durch die Arbeiten von Askeridis (2006) und Darendeliler et al. (2001) bestätigt. Die Ergebnisse waren auch stark von den Auswahlkriterien einer Untersuchung abhängig.

Trotz gleicher Anzahl von Probanden am Anfang und am Ende der Therapie in dieser Gruppe haben Veränderungen innerhalb dieser stattgefunden, denn die Anzahl horizontal wachsender Patienten nahm auch hier wieder zu. Die Tendenz zur Verkleinerung der vertikalen Relation wird bei der Betrachtung der Mittelwerte aller Patienten in Bezug zum Winkel NSL-ML zwischen Anfangs- und Endbefund der Untersuchungsgruppe ersichtlich, da ein höchstsignifikanter Unterschied vorlag, jedoch nicht im Vergleich zur Kontrollgruppe. Diese Veränderung scheint sich hauptsächlich in der Gruppe mit neutralem Wachstumsmuster zu zeigen. Nur dort sind die statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Anfangs- und Endwerten der Untersuchungsgruppe nachweisbar gewesen. Hier war eine stärkere Verringerung der Vertikalen durch die Therapie zu erkennen. Patienten mit horizontalem und vertikalem Wachstumstyp bestätigten diesen Trend nicht. Ein Vergleich mit anderen Arbeiten war schwierig, denn oftmals wurden nur verschiedene Therapiearten (mit oder ohne Extraktion) untereinander verglichen. In diesen Fällen wurde jedoch auch eine grundsätzliche Verkleinerung des Winkels NSL-ML bestätigt (Aras, 2002; Garlington et al., 1989), die aber nicht immer statistisch signifikant war (Askeridis, 2006; Basciftci et al., 2003; Bode, 2002; Bock, 2000; Basciftci et al., 2003; Ong et al., 2001). Garlington et al. (1989) untersuchten ausschließlich vertikal wachsende Patienten. Kim et al. (2005) zeigten in einer Untersuchung ebenfalls nur hyperdivergent wachsender Patienten, dass es signifikante Unterschiede zwischen den Extraktionsgruppen bei Betrachtung dieses Winkels gab. Patienten mit Extraktion der 2. Prämolaren zeigten ebenfalls signifikant kleinere Werte als die Patienten, die eine Entfernung der 1. Prämolaren erfahren hatten.

Die Unterteilung in die Angle-Klassifikation ließ ähnliche Tendenzen wie die Ergebnisse der Y-Achse erkennen. Somit kann auch hier wieder eine Verringerung der vertikalen Kieferrelation vermutet werden, die jedoch statistisch nicht nachweisbar war. Die meist

kleinen Untersuchungsgruppen von hier 26 Personen sollten bei der Betrachtung der Ergebnisse nicht außer Acht gelassen werden. Die Abnahme der vertikalen Kieferrelation wurde zwar auch durch das Wachstum allein bei den Angle-Klasse II Patienten der Kontrollgruppe bestätigt (Aras, 2002; Droschl, 1984; Riolo et al., 1974), dabei wurden jedoch keine Differenzierungen in die einzelnen Wachstumsmuster vorgenommen. Der Vergleich der beiden Gruppen zeigte, dass der Winkel in der Untersuchungsgruppe signifikant stärker abnahm, was auch Garlington et al. (1989) bestätigten.

Die Aufteilung bezüglich des Geschlechts untermauert die bisherigen Ergebnisse. Es kam ebenfalls zur Verringerung der vertikalen Kieferrelation. Dies war jedoch statistisch nicht signifikant zwischen den Anfangs- und Endwerten der Untersuchungsgruppe. Askeridis (2006), Darendeliler et al. (2001) und Bode (2002) fanden für den Winkel NSL-ML keine signifikante Abnahme der Vertikalen trotz Extraktion (Prämolaren). Auch Janson (1982) und Wedl (1998) gaben zwar eine Verkleinerung des Winkels NSL-ML durch eine Therapie mit herausnehmbarer Apparatur an, diese war jedoch statistisch nicht nachweisbar. Dabei war der frühe Behandlungszeitraum zu berücksichtigen.

Nur die Patientinnen mit einer Angle-Klasse II zeigten eine statistisch nachweisbar stärkere Verkleinerung des Winkels NSL-ML in der Untersuchungsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe, was für einen Therapieeffekt durch die Extraktion der ersten Molaren spricht. Dies wurde jedoch nicht durch die Arbeit von Bravo et al. (1997) bestätigt. Diese Autoren, die ausschließlich weibliche Patienten mit einer Angle-Klasse II untersuchten, konnten keine Verringerung der Vertikalen vor und nach Extraktion feststellen. In dieser Arbeit wurden die 1. Prämolaren extrahiert und eine Kontrollgruppe war nicht vorhanden.

Die Arbeit von Aras (2002) zeigt eine stärkere Verringerung der vertikalen Kieferrelation nach Extraktion der ersten Molaren gegenüber der Entfernung der 2. Prämolaren. Die großen Altersschwankungen in der Untersuchungsgruppe von 8 bis 32 Jahren in dieser Arbeit müssen auch hier wieder kritisch erwähnt werden, da diese bei Aras (2002) nicht vorlagen. Aras (2002) wiederum untersuchte Patientinnen, bei denen der puberale Wachstumsgipfel bereits überschritten war und kam dabei zu gleichen Ergebnissen. In der Kontrollgruppe von Droschl (1984) lag das Alter eher in der pubertären Wachstumsphase, in der das meiste Wachstum stattfindet. Die Werte dieser Arbeit müssen trotzdem kritisch betrachtet werden. Aufgrund der Unterteilungen in die Angle-Klassen I und II und die jeweiligen Wachstumsmuster sind nur geringe Gruppenstärken mit starken Altersschwankungen vorhanden. Somit können Alters- und Geschlechtsabhängigkeiten in

der Untersuchungsgruppe nicht so stark zum Tragen kommen (Askeridis, 2006). Diese zeigten sich in den Studien von Droschl (1984) und Riolo et al. (1974), die deutlich größere Patientenzahlen zur Verfügung hatten. Die Arbeiten von Bode (2002) und Gilbert-Bresler (2001) wiesen diese Unterschiede jedoch nicht auf.

In vielen Arbeiten wird deutlich, dass das Wachstumsmuster oder die untersuchten Parameter widersprüchlich sein können und dadurch das Ergebnis einer Zu- bzw. Abnahme der vertikalen Kieferrelation einzig und allein in der verwendeten Behandlungsmechanik zu suchen ist (Aras, 2002; Al-Nimri, 2006; Bishara et al., 1994; Cusimano et al., 1993; Darendeliler et al., 2001; Hans et al., 2006; Hirschfelder et al., 1997; Kim et al., 2005; Klapper et al., 1992).

Die Verkleinerung des Winkels NSL-ML wird auch durch Wachstum hervorgerufen (Droschl, 1984; Gilbert-Bresler, 2001; Riolo et al., 1974), wobei Abhängigkeiten vom Wachstumstyp nicht erkennbar waren. Vergleiche unter den Therapieformen sind schwierig. Meist waren keine Angaben zu den erhaltenen Werten zu finden, ob diese von den Wachstumswerten bereinigt wurden.

6.5.1 Anzahl der Wechsel in andere Wachstumsmuster in Bezug zum Winkel NSL-ML

Patienten mit horizontalem Wachstumsmuster zeigten wieder keine Veränderung der vertikalen Kieferrelation. Die Probanden neutralen Wachstumstyps wiesen wenige Abweichungen auf, denn nur 6 Patienten änderten ihr Wachstumsmuster. Dies entspricht 10,3%. Davon vergrößerte sich auch nur bei einem Patienten die vertikale Relation, sodass er am Ende ein vertikales Wachstumsmuster aufwies. In der Gruppe mit neutralem Wachstumsmuster waren jedoch statistische Signifikanzen bei der Differenz der Mittelwerte zwischen den End- und Anfangswerten zu erkennen, was für größere Veränderungen spricht. Zu bedenken sind hier die großen Spannweiten von immerhin 12° ($32^\circ \pm 6^\circ$) im Vergleich zur Gruppe mit neutralem Wachstumsmuster der Y-Achse.

Die vertikal wachsenden Patienten zeigten ähnliche Tendenzen. Auch hier wechselten 6 Patienten in ein anderes Wachstumsmuster, was aber aufgrund der kleinen Gruppenstärke

einer prozentualen Verteilung von 25% der Patienten entspricht. Dies zeigt, dass bei $\frac{1}{4}$ der Patienten eine Verringerung der vertikalen Kieferrelation zu verzeichnen war. Trotzdem waren diese Veränderungen nicht statistisch signifikant. Ein Vergleich mit anderen Studien ist hier nicht möglich, da diese keine detaillierten Wechsel in andere Wachstumsmuster darstellten.

6.6 Winkel ML-NL

Auffallend bei diesem Parameter war die Gruppenstärke der Patienten mit vertikalem Wachstumsmuster von 74,1%. Im Vergleich zum Winkel NSL-ML und der Y-Achse zeigte sich damit ein deutlicher Unterschied. Weder am Anfang noch am Ende wies ein Patient ein horizontales Wachstum auf. Dies zeigt die unterschiedliche Wertigkeit der verschiedenen vertikalen Parameter für die Einteilungen in die jeweiligen Wachstumsmuster.

Die Gruppe der neutral wachsenden Probanden vergrößerte sich. Die Anzahl von vertikal wachsenden Patienten nahm ab. Der Trend der Abnahme der vertikalen Relation der beiden anderen Winkelparameter wird auch hier bestätigt, wobei die Änderungen zwischen den Anfangs- und Endwerten der Untersuchungsgruppe statistisch nicht signifikant waren. Al-Nimri (2006), Bravo et al. (1997), Cusimano et al. (1993) und Kim et al. (2005) zeigten bei der Untersuchung dieses Winkels ebenfalls keine statistisch signifikanten Veränderungen bei Prämolarenextraktionen. Ismail et al. (2002) und Parker et al. (1995) wiesen sogar eine Zunahme des Winkels nach, die sie auf das Wachstum und nicht auf die Behandlungsmechanik sowie die Extraktion zurückführten. Die Abnahme des Winkels ML-NL wurde auch von Bode (2002), Garlington et al. (1989), Schmutzler (2005), Schudy (1964) und Wedl (1998) bestätigt, deren Änderungen auch statistisch nachweisbar waren. Sulaiman (2003) stellte ebenfalls eine Verringerung des Winkels ML-NL in einer Studie zweier Mädchen mit Extraktion der ersten Molaren und offenem Biss fest, wobei keine Signifikanz aufgrund der minimalen Fallzahl nachgewiesen werden konnte. Der Trend zur Verringerung der vertikalen Kieferrelation zeigte sich auch bei den untersuchten Winkeln

anderer Studien (Bock, 2000; Brodie, 1953; Droschl, 1984; Gilbert-Bresler, 2001; Riolo et al., 1974) ohne kieferorthopädische Behandlung.

Der Vergleich zwischen der Untersuchungs- und der Kontrollgruppe von Droschl (1984) zeigte eine Abnahme der Vertikalen während der Behandlung. Mit $p < 0,01$ ist zwar ein hochsignifikanter Unterschied der Differenz der Mittelwerte zu erkennen, der aber durch eine stärkere Verringerung der Vertikalen durch das Wachstum verursacht wurde. Die Extraktionstherapie führte bei diesem Parameter sogar teilweise zu einer Zunahme der Vertikalen. Dies untermauert die Tendenz der Arbeiten von Ismail et al. (2002) und Parker et al. (1995), die beide eine Bisserrhöhung nach Extraktion von Prämolaren feststellten.

Die Auswertung der Angle-Klassifikation zeigte keinen statistisch signifikanten Unterschied der Angle-Klasse I und II bezüglich den Anfangs- und Endwerten der Behandlung untereinander. Dies lässt sich leider nur durch die Arbeit von Cusimano et al. (1993) belegen, da in anderen Untersuchungen jeweils nur Patienten der Angle-Klasse I oder II mit diesem Wachstumsparameter ausgewertet wurden (Al-Nimir, 2006; Bravo et al., 1997; Ismail et al., 2002; Kim et al., 2005). In diesen Arbeiten erfolgte die Therapie mit und ohne Extraktion von Prämolaren.

In Bezug auf Patienten der Angle-Klasse I der Kontrollgruppe von Droschl (1984) lag ein hochsignifikanter Unterschied der Mittelwerte von $p < 0,01$ vor. Die Differenz der Änderung war in der Kontrollgruppe deutlich größer, was wieder für eine stärkere Abnahme des Winkels ML-NL durch das Wachstum gegenüber der Therapie spricht (Ismail et al., 2002; Parker et al., 1995). Es liegt die Vermutung nahe, dass die geringere Veränderung des Winkels ML-NL in der Untersuchungsgruppe durch weniger Anteriorrotation der Mandibula hervorgerufen wird, was durch die kieferorthopädische Apparatur bedingt sein kann. Eine durch Wachstum verursachte Rotation der Mandibula wird durch die Arbeiten ohne Therapie von Bock (2000), Droschl (1984) und Gilbert-Bresler (2001) bestätigt, denn es konnten signifikante Änderungen für den Winkel ML-NL und NSL-NL in diesen Arbeiten nachgewiesen werden. Somit kann die Veränderung des Winkels ML-NL durch einen Therapieeffekt im Oberkiefer mit hervorgerufen worden sein. Der Parameter NSL-NL wurde jedoch im Rahmen dieser Arbeit nicht untersucht. Des Weiteren ist es möglich, dass die Art der Behandlung allein für das Ergebnis verantwortlich ist, wie es von einigen anderen Autoren vermutet wird (Boley et al., 1998; Darendeliler et al., 2001; Hans et al., 2006; Klapper et al., 1992; Kocadereli, 1999; Ong et al., 2001; Parker et al., 1995; Stagers et al., 1994).

Bei der Differenzierung bezüglich des Geschlechts ist das Ergebnis der weiblichen und männlichen Probanden ähnlich demjenigen der anderen beiden Winkel. Es gab zwar eine Abnahme in der Patientengruppe mit vertikalem Wachstum und somit eine Zunahme der Probandenzahl mit neutralem Wachstumstyp, aber diese Unterschiede waren nicht statistisch signifikant. Vergleiche mit anderen Arbeiten sind hier nicht möglich, denn diese Geschlechtsabhängigkeit wurde nicht geprüft.

Der Vergleich der weiblichen Patienten mit der Kontrollgruppe ergab einen hochsignifikanten Unterschied von $p < 0,01$ bei der Betrachtung der Differenzen der Mittelwerte, was wieder gegen einen Therapieeffekt durch die Extraktion der ersten Molaren spricht. Die Arbeit von Bode (2002) mit 290 untersuchten Probanden zeigt jedoch eine stärkere Abnahme dieses Winkels ML-NL durch eine Behandlung im Vergleich zur unbehandelten Kontrollgruppe. Dieses Ergebnis ist sicherlich auf die höheren Patientenzahlen in der Arbeit von Bode (2002) zurückzuführen.

Somit lässt sich auch für diesen Parameter keine eindeutige Verringerung der vertikalen Kieferrelation durch die Extraktion der ersten Molaren beweisen.

6.6.1 Anzahl der Wechsel in andere Wachstumsmuster in Bezug zum Winkel ML-NL

Da der Toleranzbereich des Winkels ML-NL für die Einteilung in das neutrale Wachstumsmuster relativ groß ist, kann man die Aussagen der Wechsel in andere Wachstumsmuster nur fließend betrachten. Bei Patienten, die an den jeweiligen Maxi- bzw. Minimumgrenzen liegen, bewirkt eine geringe Veränderung des Winkelwertes schon einen möglichen Wechsel in ein anderes Wachstumsmuster. Andererseits können große Änderungen auch keinen Wechsel des Wachstumstyps hervorrufen. Am Ende der Behandlung wiesen immerhin 18% der Patienten statt des neutralen ein vertikales Wachstumsmuster auf. Die vertikale Kieferrelation nahm bei diesen Patienten somit zu, was auch Darendeliler et al. (2001) und Ismail et al. (2002) zeigten. Bei 15,9% der Patienten des vertikalen Wachstumstyps war eine Verkleinerung der Vertikalen zu

beobachten. Diese Patienten sind nun dem neutralen Wachstumsmuster zugewiesen worden.

Somit kann auch für diesen Parameter festgehalten werden, dass durch eine Extraktion der ersten Molaren nicht grundsätzlich eine Absenkung der vertikalen Kieferrelation erreicht werden kann (Aras, 2002; Bode, 2002; Hans et al., 2006; Schmutzler, 2005; Suleiman, 2003), sondern nur eine Einteilung in ein anderes Wachstumsmuster möglich ist.

6.7 Dauer der MB-Behandlung

Die Behandlungsdauer mit der festsitzenden MBT-Apparatur lag bei den Patienten dieser Studie durchschnittlich bei $23,2 \pm 6,0$ Monaten. Diese Werte wurden von Abu et al. (2000) mit 18 Monaten und Zöller et al. (1999) mit 25 Monaten bestätigt, wobei Abu et al. nur im Unterkiefer ersten Molaren extrahierten. Hans et al. (2006) benötigten dagegen 38 Monate. Vergleicht man die Therapiedauer bei Prämolarenextraktionen, dann ist eine Gesamtbehandlungszeit von 52 Monaten bei Hirschfelder et al. (1997) angegeben. Dort erfolgte jedoch auch eine Vorbehandlung mit herausnehmbaren Apparaturen. Al-Nimri (2006) benötigte 27,3 Monate, Basciftci et al. (2003) etwa 23, Boley et al. (1998) 14 Monate, Klapper et al. (1992) 24-28. Stellzig et al. (1996) wies 25 Monate Behandlungsdauer nach, Schmidt-Rogge (2001) gab eine Therapiezeit für ausschließlich festsitzende Behandlungen von 30,3 Monaten (2001) und Fellner et al. (1996) von 26,2 bzw. 19,8 Monaten an. Die Arbeit von Askeridis (2006) weist bei offenen Bissen eine aktive Behandlungszeit von durchschnittlich 36 Monaten auf, wobei nur Angle-Klasse II Fälle untersucht wurden. In der Arbeit von Böhm (1986) wurde eine durchschnittliche Therapiezeit von 60 Monaten ermittelt. Einige Werte müssen sicherlich noch um die Retentionszeit reduziert werden, dazu sind in den Arbeiten aber keine detaillierten Angaben zu finden. Vig et al. (1990) wiesen die Unabhängigkeit der Therapiezeit von Nonex- oder Extraktionsfällen nach, was auch in den Arbeiten von Basciftci et al. (2003), Bishara et al. (1994), Bravo et al. (1997), Hayasaki et al. (2005) ersichtlich wird. Somit sind diese Vergleiche untereinander möglich.

In der vorliegenden Arbeit waren jedoch große Schwankungen zu erkennen, die auch in den Arbeiten von Chua et al. (1993), Fellner et al. (1996) und Schmidt-Rogge (2001) aufgeführt werden. Die kürzeste Therapie lag in dieser Arbeit bei 11 und die längste bei 48 Monaten. Dies lässt sich vermutlich durch die großen Schwankungen in der Alterszusammensetzung erklären. Die 48 Monate wurden dabei bei einem Jungen benötigt, der einen ausgeprägt vertikalen Wachstumstyp aufwies, denn hier nahm die vertikale Relation während der Behandlung sogar zu. In der Arbeit von Schmidt-Rogge (2001) wurde eine Zeit von maximal 64 Monaten für die festsitzende Apparatur ermittelt. Die Streubreiten sind bei allen sehr hoch (Askeridis, 2006; Chua et al., 1993; Fellner et al., 1996; Garlington et al., 1990; Schmidt-Rogge, 2001).

In einer Arbeit von Turbill et al. (2001) ist die Behandlungszeit in Abhängigkeit von 10 verschiedenen Faktoren wie Alter, Geschlecht und Behandlungsaufgaben ermittelt worden. Dort lag die durchschnittliche Therapiezeit bei 13 Monaten, wobei eine Zunahme der Dauer mit zunehmendem Behandlungsumfang festgestellt wurde. Das wird auch von Schmidt-Rogge (2001) und Vig et al. (1990) bestätigt.

Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass der Lückenschluss nach Extraktion der ersten permanenten Molaren nicht zwangsläufig länger dauert (Schmidt-Rogge, 2001; Vig et al., 1990) gegenüber Prämolarenextraktionen oder Behandlungen ohne Extraktion (Al-Nimri, 2006; Basciftci et al., 2003; Boley et al., 1998; Klapper et al., 1992; Stellzig et al., 1996). Die Mitarbeit des Patienten, die Kontrollzeitpunkte, die Mundhygiene und die Behandlungsmechanik bzw. -apparatur spielen dabei sicherlich eine entscheidende Rolle. Durch die deutlich verbesserten Möglichkeiten der Verankerung (Kyung et al., 2003; Wehrbein et al., 1998) in der heutigen Zeit ist das Lückenmanagement auch im Bereich der Molarenextraktion erheblich erleichtert worden.

Die Unterteilung der Therapiezeiten entsprechend der Wachstumsmuster lässt keine signifikanten Unterschiede der Mittelwerte zwischen den einzelnen Gruppen erkennen, wie dies auch aus den Arbeiten von Al-Nimri (2006), Chua et al. (1993), Cusimano et al. (1993), Darendeliler et al. (2001), Hayasaki et al. (2005), Hirschfelder et al. (1997), Kim et al. (2005), Klapper et al. (1992) sowie Stellzig et al. (1996) hervorgeht.

Bei Patienten mit neutralem Wachstumsmuster sind die kürzesten Therapiezeiten in Bezug zum Mittelwert zu erkennen. Die Erklärung kann vielleicht in dem „harmonischen“ Wachstumsmuster gesucht werden, was weniger Okklusionshindernisse oder günstigere vertikale Entwicklungen vermuten lässt.

Betrachtet man die männlichen und weiblichen Patienten untereinander, zeigten die Mädchen etwas geringere Behandlungszeiten, was jedoch statistisch nicht nachweisbar war. Dies wird von Schmidt-Rogge (2001) und Vig et al. (1990) ebenfalls bestätigt. Hier sind die vermutlich meist bessere Mitarbeit der Mädchen, die in der Pubertät eintretende hormonelle Umstellung und die damit vorhandene Knochendichte oder aber auch der bereits fortgeschrittene Zahnwechsel für die schnellere Therapie verantwortlich. Dies kann aufgrund der geringen Fallzahlen und der nicht vorhandenen Signifikanz dieser Unterschiede aber auch nur vermutet werden.

Nur die Unterteilung entsprechend der Angle-Klassifikation I und II zeigte bei diesem Parameter einen Unterschied. Hier wurde durch einen signifikanten Unterschied von $p < 0,05$ eine kürzere Therapiedauer für Patienten mit einer Angle-Klasse I ermittelt. Dies wird allerdings nur indirekt von Horn et al. (1998) und Schmidt-Rogge (2001) bestätigt, denn es lag zwar eine kürzere Therapiezeit vor, diese war statistisch jedoch in diesen Arbeiten nicht nachweisbar. Andere Untersuchungen lassen keinen Unterschied erkennen (Al-Nimri, 2006; Cusimano et al., 1993; Garlington et al., 1990; Kim et al., 2005). Nur die Arbeit von Ismail et al. (2002) zeigt eine kurze Behandlungszeit von Patienten mit einer Angle-Klasse I von 12 Monaten, wobei die 2. Prämolaren extrahiert wurden und keine Vergleichsgruppe vorlag.

7. Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse dieser Arbeiten zeigen, dass man nicht grundsätzlich von einer Verkleinerung der vertikalen Kieferrelation durch die Extraktion der ersten Molaren und anschließendem kieferorthopädischen Lückenschluss ausgehen kann.

Es ist stattdessen möglich, dass ausgeprägt vertikal wachsende Patienten noch ein verstärktes vertikales Wachstum unabhängig von der Therapieform aufweisen.

Aufgrund der in dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse sollte man die Stellung bzw. Wertigkeit der Extraktion von ersten Molaren im Rahmen einer kieferorthopädischen Therapie überdenken. Jahrelang ist dieses Thema wenig in der Theorie und Praxis berücksichtigt worden, was die mangelnde Literatur über Extraktionen der ersten Molaren

der vergangenen Jahre zeigt. Dies lag eventuell daran, dass keine guten Verankerungsmöglichkeiten vorhanden waren, der zeitliche und technische Aufwand zu groß erschien oder viele nicht wissenschaftlich belegte Expertenmeinungen abschreckend wirkten.

Somit sollte bei einer Extraktionstherapie und gesunden Prämolaren sowie vorhandenen Weisheitszähnen aus heutiger Sicht eine Entfernung geschädigter Sechsjahrmolaren immer noch als therapeutische Option in Erwägung gezogen werden, denn ein Verlust der vertikalen Kieferrelation ist statistisch nicht sicher nachweisbar. Aufgrund neuer Verankerungstechniken mit Miniimplantaten verringern sich die Schwierigkeiten bei einem kieferorthopädischen Lückenschluss nach der Entfernung der ersten Molaren.

Bei der Betrachtung der vorliegenden Ergebnisse kann man feststellen, dass eine Verkleinerung der vertikalen Relation nicht zwangsläufig eintritt. Somit kann die Nullhypothese bestätigt werden. Es zeigte sich stattdessen, dass die weitere Zunahme der vertikalen Kieferrelation trotz Extraktion der ersten Molaren möglich ist. Somit deuten sich im Vergleich mit Prämolarenextraktionen gleiche Gesetzmäßigkeiten an, denn auch hier wurden keine starken vertikalen Absenkungen festgestellt. Auch die oftmals vermuteten längeren Behandlungszeiten konnten nicht bestätigt werden. Dabei ist es jedoch nicht einfach, direkte Vergleiche zu ziehen, da die Behandlungs- und Untersuchungsbedingungen der einzelnen Arbeiten unterschiedlich waren.

Selbst die Entfernung der Weisheitszähne rückt bei dieser Therapieform in den Hintergrund, denn bei allen 85 Patienten konnten diese erhalten und eingeordnet werden.

Trotzdem soll hier nicht der Entfernung der ersten Molaren im Rahmen einer kieferorthopädischen Therapie pauschal der Vorrang gegeben werden. Es geht vielmehr darum, in Situationen mit gefüllten, wurzelbehandelten oder parodontal geschädigten ersten Molaren abzuwägen, ob nicht die Entfernung solcher Zähne sinnvoller ist als diejenige kariesfreier Prämolaren. Da wir wissen, dass der DMF-Wert in diesen Altersgruppen nicht sinkend ist, scheint eine Langzeitprognose für geschädigte Zähne schwer zu treffen zu sein. Die heutigen Verankerungsmöglichkeiten mittels Implantaten lassen vielen Behandlungsmechaniken neuen Spielraum und werden somit einfacher.

8. Literaturliste

1. Abu Aihaija ES, Mc Sheny PF, Richardson A (2000) A cephalometric study of the effects of lower first permanent molars. *J Clin Pediatr dent* 24: 195-198
2. Ahn JG, Schneider BJ (2000) Cephalometric appraisal of treatment vertical changes in adult orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 118: 378-384
3. Al-Nimri KS (2006) Vertical changes in class II division 1 malocclusion after premolar extractions. *Angle Orthod* 76: 52-58
4. Aras A (2002) Vertikal changes following orthodontic extraction treatment in skeletal open bite subjects. *Eur J Orthod* 24: 404-416
5. Askeridis N (2006) Untersuchung über den Therapieerfolg und die Stabilität einer kieferorthopädischen Behandlung bei Patienten mit frontal offenem Biß mit Overbite. Med Diss, Giessen
6. Basciftci FA, Usumez S (2003) Effects of extraction and nonextraction treatment on class I and class II subjects. *Angle Orthod* 73: 36-42
7. Bauer N, Heckmann K, Sand A, Lisson J (2009) Schädelwachstumstendenzen bei Patienten mit Nichtanlagen permanenter Zähne. *J orofacial Orthop* 70: 139-151
8. Baume L (1940) Auswirkung der Extraktion von Zähnen auf das deforme Gebiß. Dosierte Extraktionstherapie. *Schweiz Mschr Zahnheilk* 45: 45-56
9. Berg C (2008) Zur Änderung der Schneidezahnstellung und des Gesichtsprofils in Abhängigkeit von therapeutischen Prämolarenextraktionen bei Patienten mit Angle-Klasse II,1. Med Diss, Homburg
10. Bishara SE, Zaher AR, Cummins DM, Jakobson JR (1994) Effects of orthodontic treatment on the growth of individuals with Class II division 1 malocclusion. *Angle Orthod* 64: 221-230
11. Björk A (1969) Prediction of mandibular growth rotation . *Am J Orthod* 55: 585-599
12. Björk A (1972) The face in Profile. Odontologisk Boghandels Forlag, Copenhagen
13. Bock J (2000) Kephalmetrische Untersuchungen zum offenen Biss unter besonderer Berücksichtigung der Schädelbasis. Med Diss, Halle

14. Bode VS (2002) Eine kephalometrische Longitudinalstudie kieferorthopädisch behandelter Patienten im Alter von 8 bis 18 Jahren. Med Diss, Würzburg
15. Böhm P (1986) Der Einfluss von Zahnextraktionen auf das Gesichtsschädelwachstumsmuster. Med Diss, Rostock
16. Böhm B, Hirschfelder U (2000) Vergleichende Lagebestimmung rechter unterer Molaren im Orthopantomogramm, Fernröntgenseitbild und Denatl-CT. J Orofac Orthop 61: 237-245
17. Boley JC, Pontier JP, Smith S, Fulbright M (1998) Facial changes in extraction and nonextraction patients. Angle Orthod 68: 539-546
18. Bravo LA, Cunat JA, Pacual A, Bravo B (1997) Comparison of the changes in facial profil after orthodontic treatment, with and without extractions. Br J orthod 24: 25-34
19. Bredy B, Reichel I (1977) Zahnextraktionen in der Kieferorthopädie. Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig
20. Brodie AG (1953) Late growth changes in the human face. Angle Orthodont 23: 146-150
21. Butros R (1987) Querschnittsuntersuchung zur Bestimmung der Kariesprävalenz, des Mundhygienezustandes und des Parodontalbefundes von Grundschulern der 6. Klasse in Berlin (West). Med Diss, FU Berlin
22. Chua AL, Lim JYS, Lubit EC (1993) The effects extraction versus nonextraction orthodontic treatment on the growth of the lower anterior face height. Am J Orthod Dentofacial Orthop 104: 361-368
23. Cudovic B, Imhoff V, Schneider T (2003) Kieferorthopädische Therapie einer Klasse II,1 Malokklusion mit Extraktion der vier ersten Molaren. Inf Orthod Kieferorthop 35: 225-231
24. Cusimano C, McLaughlin RP, Zernik JH (1993) Effects of first bicuspid extractions on facial height in high-angle cases. J Clin Orthod 27: 594-598
25. Darendeliler N, Taner-Sarisoy L (2001) The influence of orthodontic extraktion treatment on dental structures: a two-factor evaluation. Eur J Orthod 23: 295-303
26. Dausch-Neumann (1968) Über die Erhaltungswürdigkeit der Sechsjahrmolaren. Fortschr Kieferorthop 29: 73-78

27. Dausch-Neumann D (1986) Die Extraktion im Wandel der Zeit. Dtsch Zahnärztl Z 41: 92-99
28. DeBerardinis M, Stretesky T, Sinha P, Nanda RS (2000) Evaluation of the vertikal holding appliance in treatment of high-angle patient. Am J Orthod Dentofacial Orthod 117: 700-736
29. Derman F (1977) GAT: Weisheitszahnanlagen bei Kindern und Jugendlichen (7.- 16. Lebensjahr). Med Diss, Tübingen
30. Drescher D (2000) Fernröntgenanalyse. Kieferorthopädie I. Urban & Schwarzenberg, München, New York
31. Droschl H (1984) Die Fernröntgenwerte unbehandelter Kinder zwischen dem 6. und 15. Lebensjahr. Quintessenz, Berlin, Chicago, New York
32. Eggert V (2007) Veränderungen der vertikalen Dimension bei kieferorthopädischer Extraktionstherapie – Systematische Literaturübersicht, Med Diss
33. Ehmer U, Wegener H, Kloos R (1995) Therapieeffekte nach dentoalveolärer Kompensation des skelettal offenen Bisses bei Erwachsenen. Skelettal und vertikale Parameter. Fortschr Kieferorthop 56: 309-317
34. Enlow DH, Moyers RE, Hunter WS, McNamara JA Jr. (1969) A procedure for the analysis of intrinsic facial form and growth. Am J Orthod 56: 6-23
35. Fellner U, Schlömer R (1996) Der PAR-Index – eine praktikable Methode der Qualitätssicherung. Kieferorthopädie 10: 10-20
36. Fränkel R (1868) Die Extraktionstherapie bei Tiefbiss unter Einbeziehung der mit Funktionsreglern erzielten Behandlungsergebnisse. Fortschr Kieferorthop 29: 193-204
37. Fränkel R (1984) Funktionskieferorthopädie und der Mundvorhof als apparative Basis. Volk und Wissen, Berlin
38. Gaertner K (1965) Studie über den Kariesbefall der 6-Jahr-Molaren in der kieferorthopädischen Sicht. Fortschr Kieferorthop 26: 350-353
39. Garlington M, Logan LR (1990) Vertical changes in high mandibular plane cases following enucleation of second premolars. Angle Orthod 60: 263-267
40. Giancotti A, Muzzi F, Santini F, Arcuri C (2004) Miniscrew treatment of ectopic mandibular molars. Am J Orthod 126: 113-117

41. Gilbert-Bresler C (2001) Eine kephalometrische Querschnittsstudie von kieferorthopädisch unbehandelten Patienten im Alter von 6-30 Jahren mit verschiedenen Fehlbildungen. Ergebnisse einer Fernröntgenstudie. Med Diss, Würzburg
42. Göz G (2002) Zahnextraktion im Rahmen der Kieferorthopädie. Kieferorthopädie III. Urban & Schwarzenberg, München, New York
43. Hans MG, Groisser G, Damon C, Amberman D, Nelson S, Palomo JM (2006) Cephalometric changes in overbite and vertical height after removal of 4 first molars or first premolars. Am J Orthod Dentofacial Orthop 130: 183-188
44. Hasund A, Janson I (1978) Der kieferorthopädischen Behandlungsplan. Hanser Verlag, München
45. Hayasaki SM, Castanha Henriques JF, Janson G, de Freitas MR (2005) Influence of extraction and nonextraction orthodontic treatment in Japanese-Brazilians with Class I and Class II Division 1 malocclusions. Am J Orthod Dentofacial Orthop 127: 30-36
46. Hirschfelder U, Boulouchou O, Müssig D, Fleischer-Peters A (1997) Einfluß des Wachstumstyps auf das Behandlungsergebnis nach Extraktionstherapie. Fortschr Kieferorthop 58: 154-164
47. Hotz R (1970) Orthodontie in der täglichen Praxis. Huber Verlag, Bern
48. Hotz R (1974) Die Extraktion bleibender Zähne im Rahmen kieferorthopädischer Behandlung. Dtsch Zahnärztl Z 29: 690-694
49. IDZ (Institut der Deutschen Zahnärzte) (2006) Mundgesundheitszustand und –verhalten in der Bundesrepublik Deutschland. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln
50. Ismail SF, Moss JP, Hennessy R (2002) Three-dimensional assessment of the effects of extraction and nonextraction orthodontic treatment on the face. Am J Orthod Dentofacial Orthop 121: 244-256
51. Jarabak JR, Fizzel JA (1972) Light-wire edgewise Appliance. Mosby, St. Louise
52. Kahl-Nieke B (2002) Das Frontzahntrauma. Retention, Stabilität, Rezidiv. Kieferorthopädie III. Urban & Schwarzenberg, München, New York
53. Kim TK, Kim JT, Mah J, Yang WS, Baek SH (2005) First or second premolar extraction effects on facial vertical dimension. Angle Orthod 75: 177-182

54. Kjellgren B (1947) Serial extraction as a corrective procedure in dental orthopedic therapy. *Trans Eur Orthod Soc* 48: 134-147
55. Klapper L, Navarro SF, Bowman D, Pawlowski B (1992) The influence of extraction and nonextraction orthodontic treatment on brachyfacial and dolichofacial growth pattern. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 101: 425-430
56. Klink-Heckmann U, Bredy E (1990) *Kieferorthopädie 3*, Johann Ambrosius Barth, Leipzig-Heidelberg
57. Kocadereli I (1999) The effect of the first premolar extraction on vertical dimension. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 116: 41-45
58. Koch R (1986) Epidemiologische Studie von 5409 Kindern und Jugendlichen aus dem Bamberger Raum, unter besonderer Berücksichtigung der Behandlungsbedürftigkeit von Fehlbildungen und kieferorthopädischen Behandlungsmaßnahmen. *Med Habil Schr*, Würzburg
59. Komposch G (1986) Die Sechsjahrmolarenextraktion im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlung. *Dtsch Zahnärztl Z* 41: 100-105
60. Komposch G, Lux CJ, Stellzig-Eisenhauer A (2000) *Kieferorthopädische Wachstumsbeeinflussung. Kieferorthopädie II*. Urban & Schwarzenberg, München, New York
61. Kyung SH, Choi JH, Park Y (2003) Miniscrew anchorage used to protract lower second molars into first molar. *J Clin Orthod* 37: 321-328
62. Lundström AF (1917) Über Extraktion bei Zahnregulierung und einige damit zusammenhängende Faktoren. *Zahnärztl Orthop und Proth* 11: 54-59
63. McLaughlin RP, Bennett JC (1995) The extraction – nonextraction dilemma as it relates to TMD. *Angle Orthod* 65: 175
64. Meral O, Iscan HN, Okay C, Gursoy Y (2004) Effects of a bilateral upper first premolar extraction on the mandible. *Eur J Orthod* 26: 223-231
65. Nötzel F, Schultz C, Hartung M (2007) *Fernröntgenseitenbild-Analyse*. Deutscher Zahnärzterverlag, Köln
66. Ödegaard J (1988) Der Summenwinkel als Wachstumsindikator. Vortrag auf der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie in Frankfurt
67. Ong HB, Woods MG (2001) An occlusal and cephalometric analysis of maxillary first and second premolar extraction effects. *Angle Orthod* 71: 90-102

68. Parker CD, Nanda RS, Currier GF (1995) Skelettal and dental changes associated with the treatment of deep bite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 107: 382-393
69. Proffit WR (1994) Forty-years review of extraction frequencies as a university orthodontic trial. *Angle Orthod* 64: 407-414
70. Rakosi T, Jonas I (1989) *Kieferorthopädie Diagnostik*. Thieme Verlag, Stuttgart
71. Reck KB (1991) Zur Notwendigkeit des Summenwinkels nach Björk. *Prakt Kieferorthop* 5: 61-65
72. Reichenbach E (1967) Die Extraktionstherapie in historischer Sicht. *Fortschr Kieferorthop* 28: 441-449
73. Rinderer L (1970) Sechsjahrmolarenextraktion in Zürich und deren Überwindung. *Fortschr Kieferorthop* 31: 315-323
74. Riolo ML, Moyers R, McNamara JA, Hunter WS (1974) *An Atlas of craniofacial growth*. University of Michigan
75. Schidt-Rogge (2001) *Qualitative und quantitative Auswertung kieferorthopädischer Behandlungen*. Med Diss, Berlin
76. Schmuth GPF (1968) Folgen von Sechserextraktionen. *Fortschr Kieferorthop* 29: 97-104
77. Schmutzler N (2005) *Morphologische Veränderungen bei der Behandlung Angle Klasse II Anomalie mit der MSR-Platte, eine Variation der Bass-Platte*. Med Diss, München
78. Schopf P (2000) *Curriculum Kieferorthopädie. Band I*, Quintessenz Verlag, Berlin
79. Schopf P (2000) *Curriculum Kieferorthopädie. Band II*, Quintessenz Verlag, Berlin
80. Schudy FF (1964) Vertical growth versus Anteposterior growth as related to function and treatment. *Angle Orthod* 34, 75-81
81. Schulz C (1981) *Lehrbuch der Kieferorthopädie. Band 2*, Quintessenz Verlag, Berlin
82. Schwarz AM (1953) *Lehrgang der Gebissregulierung. Band II*, Urban und Schwarzenberg, Wien

83. Schwarz R (1982) Überlegungen zum Behandlungsbeginn bei skelettal offenem Biss. Fortschr Kieferorthop 43: 373-379
84. Schwarze CW (1980) Die Problematik der kieferorthopädischen Extraktionslücke. Fortschr Kieferorthop 29: 215-218
85. Segner D, Hasund A (1998) Individualisierte Kephalmetrie. Dieter Segner, Hamburg
86. Sergl HG (1988) Kieferorthopädische Behandlung Erwachsener. Kieferorthopädie II, Urban & Schwarzenberg, München, New York
87. Slavicek R (2000) Das Kauorgan, Gamma Medizinisch-wissenschaftliche Fortbildung
88. Stagers JA (1994) Vertikal changes following first premolar extractions. Am J Orthod Dentofacial Orthop 105: 19-24
89. Stellzig A, Basdra EK, Komposch G (1996) Skelettale und dentoalveoläre Veränderungen nach Extraktion der zweiten Molaren im Oberkiefer. J orofac Orthop 57: 288-297
90. Suleiman ESAE (2003) Extraction of first permanent molars in the management of anterior open bite. Saudi Dental J 13: 155-160
91. Turbill EA, Richmond S, Wright JL (2001) The time-factor in orthodontics: what influences the duration of treatment in National Health Service. Community Dent Oral Epidemiol 29: 62-72
92. Tweed CH (1944) Indication for the extraction of teeth in orthodontic procedure. Am J Orthod Oral Surg 30: 405-428
93. Vahlenkamp A, Sergl HG (1990) Untersuchung über den Zusammenhang zwischen verschiedenen Indikatoren des Wachstumstyps. Fortschr Kieferorthop 51: 70-74
94. Vig PS, Weintraub JA, Brown C, Kowalski CJ (1999) The duration of orthodontic treatment with and without extractions: a pilot study of five selected practices. Am J Orthod Dentofac Orthop 97: 45-51
95. Vig PS (1991) Orthodontic Controversies: Their Origins, Consequences and Resolutions. Current Controversies in Orthodontic. Quintessenz Verlag, Chicago

96. Wedl OM (1998) Untersuchungen zum Diagonalwinkel nach Ascher bei Kindern und Jugendlichen während und nach Abschluss einer funktionskieferorthopädischen Behandlung. Med Diss, München
97. Wehrbein H, Merz BR (1998) Aspects of the use of endosseous palatal implants in orthodontic therapy. J Esthet Dent 6: 315-324
98. Witt E (1988) Zahnextraktionen im Rahmen der Kieferorthopädie. Kieferorthopädie II, Urban & Schwarzenberg, München, New York
99. Zöllner C, Panzer H, Cudovic B (1999) Kieferorthopädischer Lückenschluss nach Extraktion von vier bleibenden ersten Molaren - Eine Analyse. IOK 31: 41-50

9. Danksagung

Ich möchte hiermit ganz herzlich Prof. Dr. Jörg Lisson danken, dass er sich bereit erklärt hat, die Arbeit zu betreuen, und mir immer hilfreich zur Seite stand. Ebenso gilt Frau Dr. Stec-Slonicz Dank für die vielen Tipps und Informationen.

Ebenso gilt mein Dank Frau Dr. Onk, die mich bei der statistischen Auswertung begleitet hat.

Für die Bereitstellung der Daten bin ich meinem Vater zu Dank verpflichtet, da die gesamten Probanden aus seiner Praxis stammen.

Ich möchte auch von Herzen meinem Mann danken, denn sein unerschütterlicher Glaube an die Fertigstellung, seine Motivation weiterzumachen und nicht zuletzt auch seine Hilfe haben dies ermöglicht.

10. Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Kathleen Gabler, geb. Stopp
Geboren am: 14.07.1975, in Leipzig
Wohnort: Oldenburg (Olbg.)
Familienstand: verheiratet, ein Sohn

Ausbildung

1982 – 1990 Oberschule in Roßlau
1990 – 1994 Goethe-Gymnasium in Roßlau
1994 – 1999 Studium der Zahnmedizin an der Universität in Leipzig
1999 Staatsexamen und Approbation als Zahnärztin

Praxis

1999 – 2000 zahnärztliche Tätigkeit mit Schwerpunkt Kieferorthopädie in der
Privatordination von Dr. G. Slavicek (St. Pölten, Österreich)
2000 – 2001 Ausbildungsassistentin für das allgemein Zahnärztliche Jahr bei
Dr. V. Scharper (Harpstedt)
2001 – 2004 Weiterbildungsassistentin zum Fachzahnarzt für Kieferorthopädie
in der Praxis von Frau Dr. W. Michaely (Oldenburg)
2001 – 2004 kieferorthopädische Tätigkeit in der kieferorthopädischen
Gemeinschaftspraxis von C. Stopp & Dr. A. Poley (Oldenburg)
7/2004 – 12/2004 Schwangerschaftsvertretung in der kieferorthopädischen Praxis
von Frau G. Lochmann
seit 10/2004 eigene Niederlassung in der Praxisgemeinschaft für Kiefer-
orthopädie mit meinem Vater, Herrn C. Stopp, in Oldenburg