

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

**Kephalometrische Analyse des Lippenprofils bei
kieferorthopädisch indiziertem Lückenschluss nach
Prämolaren- bzw. Molarenextraktion**

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

Erlangung des doctor medicinae dentium

**der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster**

vorgelegt von

Stephanie Henke

aus Trier

2004

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

- Dekan:** Univ.-Prof. Dr. med. H. Jürgens
1. Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. med. dent. U. Ehmer
2. Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Dr. Dr. h.c. U. Joos

Tag der mündlichen Prüfung: 05.10.2004

**Aus dem Universitätsklinikum Münster
Poliklinik für Kieferorthopädie
- Direktorin: Univ.-Prof. Dr. U. Ehmer -**

Referent: Univ.-Prof. Dr. med. dent. U. Ehmer

Koreferent: Univ.-Prof. Dr. Dr. Dr. h.c. U. Joos

ZUSAMMENFASSUNG

Kephalometrische Analyse des Lippenprofils bei kieferorthopädisch indiziertem Lückenschluss nach Prämolaren- bzw. Molarenextraktion

Stephanie Henke

Die für die in der vorliegenden Arbeit formulierte Hypothese lautete dahingehend, daß es nach Extraktionstherapie im anterioren Bereich (Prämolarenextraktion) versus Extraktionstherapie im posterioren Bereich (Molarenextraktion) im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlung zu einer Profilverschlechterung im Bereich der Lippen kommt. Hierzu wurden aus dem Patientengut der Poliklinik für Kieferorthopädie die prä- und posttherapeutischen Fernröntgenseitenbilder von 49 jugendlichen Patienten ausgewertet. Davon wurden 29 Patienten (14 weibliche, 15 männliche) mit der Extraktion der ersten Prämolaren, 20 Patienten (10 weibliche, 10 männliche) mit der Extraktion der ersten Molaren behandelt. Das Durchschnittsalter aller Patienten betrug 11,6 Jahre, beiden Gruppen gleich war der kieferorthopädische Lückenschluß mittels Multibracketapparatur. Die Untersuchung bestand in einer statistischen Auswertung von Fernröntgenseitenbildern. Für die FRS-Analyse wurden entsprechend der Zielstellung hier relevante das Lippenprofil betreffende Winkel- und Streckenmessungen ausgewählt: Oberlippe zur Esthetik-Linie, Oberlippenwinkel, Unterlippe zur Esthetik-Linie und Dicke der Oberlippe. Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen deutlich, daß die in der Literatur umfangreich diskutierte Hypothese bezüglich einer differenten Auswirkung auf das Lippenprofil nach Prämolaren- oder Molarenextraktion bei der statistischen Bearbeitung der eigenen Ergebnisse hinsichtlich der anterioren und posterioren Extraktionsregion abgelehnt werden kann: es besteht kein signifikanter Unterschied. Bezüglich des Geschlechtes für alle Extraktionsarten können allerdings signifikante Differenzen festgestellt werden, wobei der Abstand der Oberlippe zur Esthetik-Linie sich in der männlichen Gruppe signifikant vom Anfangszustand unterschied. Für die Indikationsstellung zur kieferorthopädischen Extraktion im anterioren versus posterioren Bereich spielt nach den eigenen Ergebnissen die Profilwirksamkeit eine untergeordnete Rolle. Eine generelle Zuweisung eines negativen Konfliktpotentials für das Behandlungssystem der Extraktionstherapie ist nach den eigenen Ergebnissen für beide Extraktionsregionen nicht gegeben.

Für meine Eltern

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
1.1. Allgemeiner Überblick.....	1
1.2. Historischer Überblick.....	3
1.3. Extraktionstherapie versus Non-Extraktionstherapie.....	7
1.4. Indikationen der Extraktionstherapie.....	9
1.4.1. Prämolarenextraktion.....	16
1.4.2. Molarenextraktion.....	17
1.4.3. Sonstige Zahnextraktionen.....	21
1.5. Wachstum als Einflußfaktor der Profilveränderung.....	25
1.6. Behandlungsgeräte bei Extraktionsfällen.....	29
1.7. Diagnostische Hilfsmittel zur Extraktionstherapie.....	31
1.7.1. Modellanalyse.....	31
1.7.2. FRS.....	34
1.7.3. Fotoanalyse.....	36
1.8. Zielstellung.....	39
2. Material und Methode.....	40
2.1. Untersuchungskollektiv.....	40
2.2. Methode.....	42
2.2.1. Kephalemtrische Messpunkte.....	44
2.2.2. Definition der Ebenen.....	49
2.3. Kephalemtrische Analyse.....	52
2.3.1. Schädel-Kiefer -Relationen.....	54
2.3.2. Maxilla.....	56
2.3.3. Maxilla-Mandibula-Relationen.....	58
2.3.4. Dentale Relationen.....	60
2.3.5. Weichteilrelationen.....	63
2.4. Statistische Analyse.....	65
2.5. Methodischer Fehler.....	67
3. Ergebnisse.....	68
3.1. Gruppe 1: Prämolarenextraktionsgruppe, weiblich.....	68
3.2. Gruppe 2: Prämolarenextraktionsgruppe, männlich.....	72
3.3. Gruppe 3: Molarenextraktionsgruppe, weiblich.....	76
3.4. Gruppe 4: Molarenextraktionsgruppe, männlich.....	80
3.5. Gruppe 5: Männlich zu weiblich (alle Ex-Gruppen).....	84
3.6. Gruppe 6: Männlich zu weiblich in der Prämolarengruppe.....	88
3.7. Gruppe 7: Männlich zu weiblich in der Molarengruppe.....	92
3.8. Gruppe 8: Molaren zu Prämolaren (alle Geschlechter zusammen).....	96
3.9. Gruppe 9: Molaren zu Prämolaren, weiblich.....	100
3.10. Gruppe 10: Molaren zu Prämolaren, männlich.....	104
4. Diskussion.....	108
4.1. Allgemeine Diskussion.....	108
4.2. Vergleichende Gegenüberstellung der behandlungsbedingten Veränderungen.....	111
4.3. Zusammenfassung.....	120
5. Literaturverzeichnis.....	122
6. Danksagung.....	131

7. Lebenslauf.....132
Anhang.....1

1. Einleitung

1.1. Allgemeiner Überblick

Die Gesichtskonturen sind ein unverzichtbarer Bestandteil der kieferorthopädischen Befunderhebung, Diagnostik, Behandlungsplanung und Behandlungskontrolle. Die Zahnreihen und die sie tragenden skelettalen Teile werden von Weichteilen umgeben, die das Gesicht prägen. Insbesondere die Stellung der Frontzähne, ob in Ante- oder Retroposition, haben eine entscheidende Wirkung auf das Lippenprofil. Betrachtet man das Gesicht eines Menschen, ist das Auffälligste für den Beobachter gewöhnlich die Gesamtheit der drei hervortretenden Profilmerkmale, nämlich Mund, Nase und Kinn. Von der proportionalen Ausgewogenheit dieser drei Merkmale hängen weitgehend Schönheit und Attraktivität des Gesichtes ab. Die Gesamtheit dieser drei in ästhetischer Hinsicht miteinander verbundenen Merkmale bildet die "faziale Ästhetik-Triade" [21]. Ein in einem bestimmten Umfang vorspringender Mund und voluminöse Lippen werden mit einer jugendlichen Erscheinung in Verbindung gebracht.



Abb.1: Pablo Picasso, Femme au corsage à fleurs, Lithographie, 27.12.1958,

Grafikmuseum Pablo Picasso, Münster

Gegensätzliche Ansichten im Fragenkomplex Extraktions- oder Nichtextraktions-therapie und deren Auswirkungen auf die Gesichtsästhetik und das Lippenprofil sind nicht neu. Die Konzepte pendeln weit auseinander und sind Gegenstand kontroverser Diskussionen [1],[22], [24], [57], [115], [116], [120].

Ist die Zahnextraktion eine zulässige und brauchbare kieferorthopädische Behandlungsstrategie? Die Entscheidung über Extraktion oder Nichtextraktion spielt eine wichtige Rolle hinsichtlich der Qualität der erzielten Ergebnisse in funktioneller und ästhetischer Betrachtungsweise und des klinischen Ablaufs der Behandlung. Auch wenn der Trend zu weniger Extraktionen tendiert, macht eine erfolgreiche Korrektur von Okklusionsanomalien häufig die Entfernung bestimmter Zähne erforderlich. Die Extraktion, vor allem die Extraktion der ersten Prämolaren, im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlung zur Korrektur von Engständen, hat heutzutage ihren festen Stellenwert. Therapiealternativen stellen Distalisierungskonzepte wie der Headgear (Kingsley 1866, Case 1921, Hickham 1980), das Pendulum (Hilgers 1992), Implantate (Wehrbein 1994 [122]) oder die Wilson-Apparatur (Wilson 1978) dar [101]. Aber bei einem Engstand von $> 3,5\text{mm}$ pro Quadrant, also einer halben Prämolarenbreite, ist eine Extraktions-therapie in Erwägung zu ziehen. Vorteile bei diesem Therapiekonzept stellen die besseren Langzeitergebnisse dar, die Nachteile mögliche negative Auswirkungen auf das Profil [77]. Einer Extraktionstherapie eilt der Ruf voraus, sie würde das Gesichtsprofil (konkaver Profilverlauf, Großnasenprofil) eines Patienten verschlechtern [124]. Vor allem die Gefahr einer Profilabflachung (dished-in-profiles) wird von manchen Autoren dabei in Verbindung gebracht [19]. So wiesen Drobocky et al. [31] in einer Studie über Prämolarenextraktionsfälle nach, daß es in 10-15% der Fälle nach Extraktion der 1. Prämolaren zu einer Profilabflachung, gemessen an Ricketts E-Line, kam. 80-90% der Behandlungsfälle zeigten jedoch eine Profilverbesserung bzw. keine nachhaltige Profilveränderung.

Mit dem Argument der Profilverschlechterung werden deshalb bei Diskrepanzen zwischen Zahn- und Kiefergröße oft Behandlungen ohne Extraktionen gerechtfertigt, obwohl mittlerweile zahlreiche Studien Anhaltspunkte liefern, daß die Angst vor einer Profilverschlechterung unbegründet ist [9], [10], [23], [26], [53], [66], [69], [110], [126].

1.2. Historischer Überblick

In der Literatur lassen sich schon frühe Schriftstücke finden, die sich mit der Problematik der Extraktionstherapie beschäftigt haben. Schon Rinderer zitiert alte Schriften, wie etwa die von Paul von Ägina, um 636, und die von Hali Abbas aus dem Jahre 994, in denen die Entfernung "überzähliger Zähne" empfohlen wird, dabei stand das ästhetische Ergebnis im Vordergrund des Interesses [92].

Wegbereiter für die neuere Zahnheilkunde war jedoch Pierre Fauchard (1678-1761), der mit seinem 1728 erschienenem Buch "Le Chirurgien dentiste; ou, Traité des dents" die erste größere wissenschaftliche Abhandlung der Zahnheilkunde verfaßte. Zwar wurden schon vor Fauchard Zahnfehlstellungen durch das Bewegen einzelner Zähne korrigiert, jedoch war er der erste, der seine Beobachtungen schriftlich und graphisch dargestellt festhielt [93].

Einer der bedeutendsten Nachfolger Fauchards war Etienne Bourdet (1722-1789), der mit seinen "Recherches et observations sur toutes les parties de l'art du dentiste" 1757 ein weiteres wichtiges Werk der Zahnheilkunde verfaßte, in dem er die Extraktion der ersten Prämolaren empfiehlt, um ein Übereinanderschieben der Zähne zu verhindern [93].

Der englische Chirurg und Anatom John Hunter (1728-1793) entdeckte, daß Engstände durch Wanderungen der Zähne auftreten und nicht, wie vorher angenommen, die Zähne nach dem Durchbruch einem Dickenwachstum unterliegen. In seinem ersten Hauptwerk "The Natural History of the Human Teeth: Explaining Their Structure, Use, Formation, Growth and Disease", welches 1771 veröffentlicht wurde, ist Hunter der Ansicht, daß die ersten bleibenden Molaren zu extrahieren seien, auch wenn sie noch keinerlei Beschwerden verursachen, da ein Lückenschluß zu erwarten sei und Platz für die vorderen Zähne geschaffen werden müsse [51].

Ebenso hat sich Fox 1803 für die Entfernung der ersten Molaren eingesetzt, dem heute vielfach das Primat der Empfehlung dieser Behandlungsmethode eingeräumt wird. Macleans Überlegungen (1855) beeinflussten die Molarenextraktion jedoch noch einmal bedeutend, sie ist später durch ihn als "systematisch angewandte frühzeitige Extraktion der vier ersten permanenten Molaren" bekannt geworden. Er sah 3 Vorteile in dieser Therapie: keine weitere Anwendung von Hilfsmitteln, Erzielung eines gesünderen

Zustandes der anderen Zähne und Platz für die später durchbrechenden Weisheitszähne [67].

Die Extraktionstherapie der 1. Molaren fand in der Folgezeit viele Anhänger, aber auch ebensoviel Gegner. Die Literaturarbeiten von Riesenfeld [91] (1908) und Lipschitz [64] (1927) zeigen in der beachtlichen Zahl ihrer Literaturangaben, wie viele Publikationen es zu dieser Zeit zu diesem Thema schon gab.

Der ausschlaggebende Grund für die Extraktion erster Molaren war deren früher Kariesbefall. Wenn eine Auflockerung der Zahnreihen durch Extraktion angestrebt wurde, dann sollte auch der am häufigsten von Karies befallene Zahn entfernt werden.

Um die Jahrhundertwende entbrannte ein heftiger Meinungsstreit zwischen den Befürwortern (Breen 1866, Lewis 1867, Baume 1890, Lange 1896, Jessen 1899, Sternfeld 1899, Lipschitz 1902, Riesenfeld 1908) und den Gegnern (Brenizer 1868, Mills 1868, Davenport 1888, Greve 1896, Förberg 1901, Ritter 1903, Pfaff 1906) der Molarenextraktionstherapie, dem erst Angle ein Ende machte, dessen Autorität unbestritten war [15]. Seiner Meinung nach war der Verlust keines anderen Zahnes mit so vielfachen und schlimmen Folgen behaftet, wie der des "6ers", wodurch ihm größte Sorgfalt und Erhaltungsmaßnahmen zukommen sollte [1]. Dieser Gedanke erklärt auch das strikte Extraktionsverbot, welches in den USA bis in die 40er Jahre aufrechterhalten wurde. Man kann sich dieses Verbot Angles dadurch erklären, daß er eine Vielzahl von Mißerfolgen festgestellt hatte, da nur wenige Zahnärzte die Extraktion der 1. Molaren planmäßig durchgeführt haben dürften. So stellte auch Reichenbach in seiner aufschlußreichen Arbeit über die Extraktionstherapie fest [85], daß alle möglichen Stellungsanomalien mit der Extraktion der 6-Jahr-Molaren behandelt wurden und die Methode offenbar von vielen Zahnärzten mißverstanden wurde. Seiner Meinung nach hat außerdem der Begriff "Selbstregulierung des Gebisses mittels Extraktion der 1. Molaren" für Verwirrung gesorgt, da die Verfechter dieser Methode diese primär für Neutralbißfälle, welche sich durch eine gedrängte Zahnstellung kennzeichnen, empfohlen hatten und damit keinesfalls Bißlageveränderungen behandeln wollten. Reichenbach stellte ebenfalls richtig fest, daß der Zeitpunkt der Extraktion von ausschlaggebender Bedeutung für den Erfolg der Therapie ist. Schon Coleman (1883), vor allem aber Förberg (1901), warnten davor für die Extraktion ein bestimmtes Alter anzugeben, da zu viele Varianten der Entwicklung speziell im Durchbruch bestünden.

Dieser moderne Ansatz bestätigt sich später in der von Hotz (1947) vorgeschlagenen Steuerung des Zahndurchbruchs durch Extraktionstherapie, bei der es im Wesentlichen auf das dentale Alter des Patienten und nicht auf das chronologische Alter ankommt.

Das strikte Extraktionsverbot Angles blieb schon zu seinen Lebzeiten nicht ohne Kritik, hervorzuheben ist besonders Case [22] und Tweed [120], die sich entschieden für die Extraktionstherapie einsetzten. Case behauptete, daß Angle die Ästhetik außer acht ließe und Angle behauptete dagegen, daß Case die normale Funktion der Kieferbogen hemmte. Es stellte sich heraus, daß in einigen Fällen auf Grund Angels Verbotes Rezidive eintraten, jedoch wurde es erst nach seinem Tode gelockert.

In Deutschland versuchte vor allem Herbst (1913) einen Ausgleich zwischen Case und Angle herbeizuführen und stellte fest, daß je nach Lage des zu behandelnden Falles eine Extraktion in Betracht gezogen werden muß und es eine kategorische Verurteilung jeglicher Extraktion genausowenig geben kann, wie eine kategorische Forderung der normalen Okklusion [85].

Danach jedoch schlug das Pendel besonders in Amerika genau in die entgegengesetzte Richtung.

Schon früher wurde aufgrund des großen Kauwertes der 1. Molaren von einigen Autoren (Kingsley 1881) vorgeschlagen, anstatt dieser zur Raumschaffung lieber die Prämolaren zu opfern. Etwa zur gleichen Zeit, aber aus der Kenntnis der Unwirksamkeit der Molarenextraktion hinsichtlich der Behandlung des frontalen Engstandes heraus, hat Hollaender (1882), später auch Walkhoff (1891) und Herbst (1910), die planmäßige Prämolarenextraktion empfohlen [85]. Diese Autoren hatten schon damals die Fälle im Auge, bei denen es durch frühzeitigen Verlust der ersten oder zweiten Milchmolaren zum Platzmangel für die bleibenden Eckzähne gekommen ist. Besonders die Forschungen der Bonner Schule (Kantorowics, Korkhaus) in den 20er Jahren über die Gesetze, die das Kieferwachstum und die Zahnwanderungen im Gefolge einer Extraktion mit sich führen und die Untersuchungen Baumes [5] in den Jahren 1939/40, sind wahre Grundlagenforschungen der Extraktionstherapie.

Spricht man heute von der Extraktionstherapie, so ist damit primär die Entfernung von Prämolaren gemeint, denen in der Vergangenheit eine bedeutend geringere Beachtung

geschenkt wurde als der Extraktion von Molaren.

Die heute geltenden Regeln zur Extraktionstherapie basieren hauptsächlich auf den von A.M. Schwarz und Brückl aufgestellten Gesetzen [102].

Erfolgreiche Behandlungen und stabile Ergebnisse rechtfertigen heutzutage die Anwendung der Extraktionstherapie. Die früher sehr häufig mit dem Makel des therapeutischen Unvermögens behaftete Therapie, oft nur noch Rettungsring für ausweglose Fälle, oder nach Pfaff als „soziale Notmaßnahme“ [79] bewertete Behandlungsmethode, hat heutzutage ihre feste Berechtigung.

Besonders hervorzuheben sei hier noch die von Kjellgren [59] angegebene "Reihenextraktion" bzw. die "Steuerung des Zahndurchbruches mittels Extraktion", wie Hotz [47] das Verfahren, welches beide unabhängig voneinander entwickelt haben, nannte.

Die Extraktion von 6-Jahr-Molaren findet heute zwar keine direkte kieferorthopädische Indikation, jedoch bleibt die Berechtigung zur Entfernung dieser Zähne bei starker Zerstörung und vorhandener dritter Molaren bestehen.

1.3. Extraktionstherapie versus Non-Extraktionstherapie

Angle (1902) [1] setzte sich für das Konzept einer kieferorthopädischen Behandlung ohne jegliche Extraktion in fast allen Fällen ein. Seine Argumente beruhten auf Gesetzmäßigkeiten der Natur und Vererbung [7], auf Zahnbogenerweiterung sowie auf allen nur erdenklichen Gründen, Extraktionen zu unterlassen. Im Gegensatz zu diesen Prinzipien stand die Meinung von Case (1964) [22], wonach aus Gründen des Evolutionsprozesses, der Ernährungsgewohnheiten und sonstigen Veränderungen oft nicht ausreichend Raum im Kiefer für die Unterbringung aller Zähne vorhanden ist. Deshalb befürwortet er bei Patienten mit Zahnengstand und großer sagittaler Frontzahnstufe die Extraktion von Zähnen.

In den fünfziger Jahren brach die Debatte erneut aus, als Tweed (1944) [120], ein Schüler Angles, und auch Kjellgren (1947) [59] offen für die Extraktion eintraten, um das Gesichtsprofil zu verbessern und den Engstand zu beheben. Tweed tat dies nach einer im Anschluß an die Retention durchgeführten Analyse von Patienten, die von ihm ohne Extraktion behandelt worden waren. Bis zur Mitte der achtziger Jahre wurden dann Extraktionstherapien sehr populär, unterstützt zunächst von Beggs und Jarabaks Behandlungsverfahren (Light-Wire-Technik) [52].

In den letzten Jahren wurden die Auswirkungen von Extraktionen im Hinblick auf die Okklusion, die Kiefergelenke, das Gesichtsprofil, die Funktionseinschätzung und die Stabilität von Behandlungen in den Vordergrund gestellt. Zahlreiche schwerwiegende Folgen wie Bißsenkung, Kiefergelenkbeschwerden, Non-Okklusionen, Zahnkippen und Restlücken seien nur als Beispiele genannt [40].

Dobrocky und Smith (1989) [31] geben auf einer Basis von Langzeitbeobachtungen an, daß die Extraktion von permanenten Zähnen im Rahmen einer kieferorthopädischen Therapie zu Veränderungen des Weichteilprofils führt. In vielen Fällen werden positive substantielle Veränderungen des Weichteilprofils dokumentiert und damit die Extraktion von Zähnen gerechtfertigt. Andererseits spricht man aber von sogenannten "dished-in" Profilen oder aber auch vom "orthodontic-look" nach systematischer Prämolarenextraktion [19]. Die Gefahr einer Profilverschlechterung durch Zahnextraktionen wird in der Literatur immer wieder beschrieben und reicht von einer "Schuldzuweisung" bis zu der Annahme, daß eine negative Profilentwicklung als Nettoeffekt nach Subtraktion von Therapie- und Wachstumseinfluß vorliege, welche

aber schwer bestimmbar sei [13].

Als massiven Vorwurf empfindet Paquette [77] die nach seiner Darstellung häufig anzutreffende Argumentation, "daß die Prämolarenextraktion fast mit Sicherheit das Profil eindrücke, weshalb sie in vielen Fällen eine ungeeignete Strategie wäre, gleichgültig, welche Behandlungstaktik angewendet wird."

Demgegenüber vertreten Dobrocky und Smith [31], Luppapornlap [66] und Bravo [14] die Auffassung daß für die Majorität der Patienten mit Prämolarenextraktion keine signifikante Verschlechterung der kontrollierten Parameter gegenüber den Nichtextraktionspatienten nachweisbar ist. Für die bei diesen Autoren diagnostizierten Profilabflachungen in der Größenordnung von ca. 12-16% könne eine eindeutig induzierte Komponente nicht sicher mit der Intervention der Extraktion in Beziehung gebracht werden. Besonders vielfältig und unterschiedlich sind Meinungen und Messungen, die Aufschluß darüber geben sollen, in welchem Maße die Weichgewebereaktion auf orthodontische Zahnbewegungen quantitativ zu präzisieren oder zu prognostizieren ist [44], [45].

Als Begründung dafür läßt sich darauf verweisen, daß die hohe individuelle Variabilität bei den strukturellen und entwicklungsbedingten Differenzierungsvorgängen für die Weichteilformationen ohnehin schon die Orientierung auf begrenzende quantitative Normative erschwert, auch ohne Berücksichtigung therapeutischer Beeinflussung.

Neben Größe und Lage der Kiefer sowie Frontzahnstellung gehört vor allem die Weichteildicke und der Spannungszustand der circumoralen Muskulatur zu den Determinanten der Profilgestaltung [42]. Durch das Vorhandensein entscheidender Wachstumsphänomene der Oberflächengewebe und der Nase sowie des Kinns in der Kindheit, nimmt die Konvexität des Skelettprofils mit zunehmenden Alter ab [72]

1.4. Indikationen der Extraktionstherapie

Der historische Rückblick zeigt, daß die Extraktion von Zähnen aus kieferorthopädischen Gründen bereits sehr früh, lange vor apparativen Maßnahmen, praktiziert wurde.

Doch seit dem Bestehen dieser Behandlungsmodalität existiert auch die Diskussion der Befürworter und Gegner. Gegensätzliche Ansichten im Fragenkomplex Extraktions- oder Nichtextraktionstherapie und deren Auswirkungen auf die Gesichtsästhetik sind nicht neu. Die Konzepte pendeln weit auseinander und sind Gegenstand kontroverser wissenschaftlicher Diskussionen [21], [22], [24], [57], [80], [115], [116], [120].

Die Entscheidung über Extraktion oder Nichtextraktion spielt eine wichtige Rolle hinsichtlich der Qualität der erzielten Ergebnisse in funktioneller und ästhetischer Betrachtungsweise und des klinischen Ablaufs der Behandlung.

<i>Non-Ex</i>	\Leftrightarrow	<i>Ex</i>
	Okklusion	
	Funktion	
	Faciale Ästhetik	
	Parodontale/Dentale Gesundheit	
	Stabilität	
	Behandlungsmodalitäten	

Auch wenn der Trend zu weniger Extraktionen tendiert, macht eine erfolgreiche Korrektur von Okklusionsanomalien häufig die Entfernung bestimmter Zähne erforderlich. Allerdings wird von unterschiedlichen Behandlern die Grenze zwischen Extraktions- und Nichtextraktionsbehandlung aufgrund der vielfältigen Entscheidungskriterien sehr unterschiedlich gezogen.

Je nach Gesichtsaufbau, Art des Lächelns, Zahnposition, Zustand der Kiefergelenke und anderen diagnostischen Faktoren kann die Extraktion von ersten oder zweiten Prämolaren, seltener auch der ersten oder zweiten Molaren oder Zähnen anderer Zahn-gattungen indiziert sein [78]. Derzeit werden Prämolaren am häufigsten extrahiert.

Nach Schopf werden heute etwa 25-50% der kieferorthopädischen Behandlungen im deutschsprachigen Raum mittels Extraktionstherapie behandelt [101]. In den USA wurde aufgrund der Schule Tweeds die Extraktionstherapie in 80% der Fälle

angewandt, diese Tendenz ist jedoch mittlerweile aufgrund der therapeutischen und apparativen Möglichkeiten deutlich rückläufig geworden.

Extraktionen können grundsätzlich aus pathologischen Gründen (Karies, Parodontopathien, Trauma etc.), die aus allgemeinärztlicher Sicht zu beurteilen sind, oder aus kieferorthopädischen Gründen (Raummangel, Ausgleichsextraktion) indiziert sein.

Das Problem des Platzmangels ist meist ein sagittales Problem, welches auch sagittal gelöst werden sollte.

Bei einem Platzmangel besteht eine Diskrepanz zwischen Platzangebot und Platzbedarf mit eingeeengten Lücken für noch nicht durchgebrochene Zähne. Ursache für einen Engstand können dabei frühzeitiger Milchzahnverlust, Reduktion des mesiodistalen Kronendurchmessers kariöser Milchzähne, aber auch erbliche Faktoren (Deckbiß, Mißverhältnis zw. OK/UK, maxilläre bzw. mandibuläre Mikrognathie, Zahnbreiten/ Kieferbreitendiskrepanz) oder habituelle Faktoren (Lippenbeißen, Lutschen können zu einer Retroinklination der UK-Front führen) sein.

Dadurch kann ein Mesialstand der Seitenzähne, eine Retroinklination der Schneidezähne, ein Distalstand der Front, eine transversale Enge, ein Mißverhältnis zwischen Zahn- und Kiefergröße, eine Mittellinienverschiebung, eine ausgeprägte Spee'sche Kurve sowie eine Staffelstellung bzw. Rotationen der Frontzähne herbeigeführt werden. Der daraus resultierende Platzmangel offenbart sich dabei häufig in einer gedrängten Zahnstellung, häufig im Eckzahnbereich, da dieser im Oberkiefer erst nach dem Durchbruch der Prämolaren durchbricht. Sein Zahndurchbruch findet dabei oft außerhalb des regulären Zahnbogens statt (Außenstand, Lingualstand), auch als Hochlabialstand oder Eckzahndystopie bezeichnet.

Eine sagittale Enge (v.a. durch Stützzoneeinbruch) kommt sehr häufig vor, etwa 80% der kieferorthopädischen Patienten weisen dieses Symptom auf [101]. Eine Behandlungsindikation besteht vor allem in Hinsicht auf eine Karies- und Parodontalprophylaxe, eine Verbesserung der Funktion (Eckzahnführung), eine Verbesserung der Ausgangssituation für eine spätere prothetische Versorgung und nicht zuletzt eine Verbesserung des Aussehens, was sicherlich aus Patientensicht den Schwerpunkt legt.

Prophylaktische Maßnahmen zur Verhinderung eines Stützzoneeinbruchs sollten deshalb möglichst früh durchgeführt werden. *Therapeutische* Maßnahmen werden meist erst in der zweiten Phase des Zahnwechsels eingeleitet, um die Breiten der Eckzähne und Prämolaren besser beurteilen zu können und um genau feststellen zu können, welche permanenten Zähne angelegt sind. Zahnextraktionen permanenter Zähne werden aber genauso in der Erwachsenenbehandlung angewandt, da eine dort bestehende Dysgnathie entweder *dentoalveolär* oder *chirurgisch* behandelt werden kann.

Zur Beseitigung eines Raummangels stehen jedoch nicht nur die Extraktionstherapie als Anpassung des Raumbedarfs an das Raumangebot durch Reduzierung der Zahnzahl zur Verfügung. Man kann auch einen Raumgewinn durch Erweiterung der Zahnbögen sagittal (Distalisieren von Seitenzähnen, Proklinieren der Frontzähne, Aufrichten von gekippten Zähnen, Derotieren gedrehter Zähne, Reduzierung der mesiodistalen Breiten permanenter Zähne, sog. interproximales Polishing) und/oder durch transversale Nachentwicklung im OK (Wangenschilder, aktive Platte, GNE) anstreben. Aus den Analyse- daten der speziellen diagnostischen Unterlagen (Modelle, FRS, OPG), sowie den Ergebnissen der klinischen Untersuchung ergeben sich die Entscheidungen über Therapie und Apparaturen. Jeder Behandler wird einen eigenen Schwerpunkt unter den Entscheidungskriterien haben, wenn es um die Frage einer Extraktions- oder Non-Extraktionstherapie geht.

In der Regel bildet der Mesialstand der 1. Molaren um ca. 1/2 Prämolarenbreite (Pb), also die Notwendigkeit der Distalisation um 3,5mm, einen gewissen Grenzwert zwischen Ex- und Non-Ex-Behandlung. Das Raumdefizit im Unterkiefer hat dabei einen größeren Stellenwert als im Oberkiefer, da eine Distalisation im Unterkiefer mittels Lip-Bumper kaum durchführbar ist und im günstigsten Fall nur einen Raumgewinn von 1mm pro Seite ergibt. Außerdem kommt im Unterkiefer erschwerend hinzu, daß sich die Basis der Mandibula nicht erweitern läßt (max. 4mm), die transversale Erweiterung sehr rezidivfreudig ist, sich häufig ein tertiärer Engstand ausbildet, die Knochenstruktur kompakter ist, die Möglichkeiten der Frontzahnbewegung stark eingeschränkt sind und eine Distalisation den Retromolarraum einengen könnte und damit den Durchbruch der Weisheitszähne

erschweren könnte.

Zusammenfassend kann man festhalten, daß eine *Extraktionsindikation* erwogen werden muß, wenn:

- der Mesialstand der Seitenzähne die Grenze von 3,5mm deutlich überschreitet,
- bei einem ausgeprägten Mißverhältnis zwischen Zahn- und Kiefergröße
- sowie bei starker, therapeutisch nicht korrigierbarer mandibulärer/maxillärer Mikrognathie.

Grundlage dieser Regeln ist außerdem die klinische Beobachtung, daß eine sagittale Erweiterung des Zahnbogens bei NonEx-Therapie, zumindest wenn keine extraorale Verankerung verwendet wird, eher zu einer Protrusion der Frontzähne, als zu der gewünschten Distalisation der Seitenzähne führt, da aufgrund der reziproken Krafteinwirkung die Verankerung der einwurzeligen Frontzähne schwächer ist als die der mehrwurzeligen Seitenzähne.

Als *Vorteile* der Extraktionstherapie seien zu beachten, daß:

- i.d.R. eine kürzere Behandlungszeit resultiert,
- eine geringere Rezidivneigung besteht,
- die Extraktionstherapie eine Vereinfachung der Behandlung bedeutet, da sie von der Kooperationsbereitschaft des Patienten unabhängig ist,
- sie auch bei problematischen Spätfällen eine gute Kompromißlösung darstellt.

Trotz allem müssen folgende *Nachteile* mitbedacht werden, daß:

- permanente, meist gesunde, Zähne extrahiert werden,
- bei unzureichender Mitarbeit des Patienten unkontrollierte Zahnkippen resultieren können
- der zu erwartende Mesialschub der distalen Seitenzähne nicht immer zum Schließen der Restlücken führt,
- für eine sichere und kontrollierte Behandlung meist festsitzende Apparaturen notwendig sind, deren Einsatz besonders im kariesanfälligen Gebiß einen großen Nachteil darstellt und daher von der Mitarbeit des Patienten abhängig ist.

Fällt nach sorgfältiger Befunderhebung die Entscheidung für eine Extraktion sind weitere Überlegungen zu treffen:

<i>Fragestellung</i>	<i>Möglichkeiten</i>
Art des Extraktionsfalles	symmetrisch oder asymmetrisch
Lokalisation	OK+UK, nur OK, nur UK
Extraktionsobjekt	4er, 5er, 6er, andere Zähne
Zeitpunkt	Frühes oder spätes Wechselgebiss, Erwachsenengebiss
Behandlungsgerät	Platten, FKO, festsitzende Apparatur, Headgear

Aus *okklusionsgestalterischen Gründen* wird die Extraktion gleichnamiger Zähne, vor allem auf der gleichen Kieferhälfte, bevorzugt, also 14 und 44 oder 15 und 45 oder 26 und 36. Von der standardgemäßen Extraktion wird natürlich abgesehen, wenn im selben Quadranten nicht erhaltungswürdige Zähne vorhanden sind. Dazu gehören devitale Zähne, große Füllungen oder kariöse Zähne, Schmelzirregularitäten (insbesondere Schmelzhypoplasien an den 1. Molaren), parodontale Defekte oder extrem verlagerte Zähne, die sich nicht mehr einordnen lassen.

Extraktionen aus *kieferorthopädischen Gründen* werden in der Regel symmetrisch in allen vier Quadranten durchgeführt, auch als sogenannte symmetrische Extraktion bezeichnet, da bei einer asymmetrischen Extraktion nur in einem Kiefer die Einstellung einer optimalen Okklusion erschwert sein kann und bei einseitiger Extraktion die Gefahr einer Mittellinienverschiebung besteht. Eine einseitige Extraktion ist daher nur ratsam, wenn ein eindeutiger Raummangel auf der betroffenen Seite besteht und auf der Gegenseite ausreichend Platz vorhanden ist. Müßte auf der Gegenseite auch nur geringgradig distalisiert werden, würde sich eine Mittellinienverschiebung kaum vermeiden lassen.

Abweichend von dieser Regel werden Extraktionen jedoch auch manchmal nur in einem Kiefer vorgenommen, auch mit dem Nachteil der schlechteren Okklusionsgestaltung. Eine *Extraktion nur im Oberkiefer* wird vorgenommen, wenn eine maxilläre Prognathie vorliegt, ferner bei einem hochgradigen Raummangel nur im Oberkiefer und normaler Zahnbogenform im Unterkiefer (jedoch ist die Gefahr eines tertiären Engstandes groß),

desweiteren bei Unterkieferrücklagen, bei denen eine Bißverlagerung erschwert oder altersbedingt unmöglich ist. Der große Nachteil ist, was besonders bei der Therapieentscheidung zu beachten ist, daß die Reduzierung der Frontzahnstufe nach Extraktion im Oberkiefer mit einer Verschlechterung des Profils einhergeht, da die Reduktion der Stufe nur durch Retrudieren der OK-Front, jedoch nicht durch eine Vorverlagerung des Unterkiefers erfolgt. Diese Art der Therapie ist also nur in Fällen mit konvexem Profilverlauf und vollem Lippenprofil möglich, da sonst die Gefahr eines Grobnasenprofils mit schiefem Rückgesicht besteht.

Angezeigt ist eine *Extraktion nur im Oberkiefer* außerdem bei extremem Mißverhältnis zwischen den Zahnbreiten im Ober- und Unterkiefer und ein Ausgleich durch IPP nicht erreicht werden kann.

Im *Unterkiefer* ist eine alleinige Extraktion nur als Kompromiß zu bewerten, da selbst bei einer mandibulären Prognathie und einem zusätzlichem frontalen Engstand eine Lingualkippung der Frontzähne zu befürchten ist. Außerdem besteht das Risiko einer Profilver schlechterung, da die Unterkieferbasis bestehen bleibt und als Folge ein "Kinn zum Anfassen" resultiert. Zur Prophylaxe einer prognathen Entwicklung eignet sich die Extraktion im Unterkiefer jedoch nicht.

Als eiserne Regel gilt jedoch, daß bei *Distalbiß keinesfalls nur im Unterkiefer* extrahiert werden darf und gleichbedeutend für den *Mesialbiß nur im Oberkiefer* extrahiert werden darf.

Ferner ist zu beachten, daß eine *Extraktionstherapie* eher bei *offenem Biß* bzw. *vertikalem Wachstumstypen* indiziert ist, da es durch die Extraktion zu einer Bißsenkung und Autorotation des Unterkiefers nach anterior-kranial kommt, und zwar umso mehr, je weiter distal sie stattfindet. Würde man sagittal oder transversal erweitern, bestünde die Gefahr einen offenen Biß zu provozieren oder einen bereits bestehenden zu verschlechtern. *Zurückhaltung* empfiehlt sich demnach bei bereits vorliegendem *tiefen Biß* bzw. *horizontalem Wachstumstypen*.

Gelegentlich wird die Indikation zur Extraktion von der Anlage der Weisheitszähne abhängig gemacht. Im älteren Schrifttum, das vor allem die Extraktion der 6-Jahr-Molaren berücksichtigt, wurde der Platzbeschaffung für die Weisheitszähne eine große

Bedeutung beigemessen. Allerdings muß berücksichtigt werden, daß der Weisheitszahn meist sehr klein ist und seine Bedeutung als Kaueinheit deshalb nicht überbewertet werden sollte. Seine Anwesenheit erleichtert jedoch die Frage zur Extraktionsindikation, da es meist schwierig, wenn nicht gar unmöglich ist, Lücken im Seitenzahnggebiet gegen den Druck des Weisheitszahnes zu öffnen, und andererseits dieser Zahn bei seinem Durchbruch zum Lückenschluß beiträgt. Da jedoch über die Nichtanlage des Weisheitszahnes nicht vor Ende des 14. Lebensjahres endgültig entschieden werden kann, kann die Extraktionsentscheidung im Wechselgebiß deshalb nicht von deren Anlage abhängig gemacht werden [34]. Im bleibenden Gebiß kann jedoch bei Anlage der Weisheitszähne mit einem zusätzlichen Lückenschluß gerechnet werden

Entscheidend für den Erfolg einer kieferorthopädischen Behandlung, aber auch für das Ausmaß der notwendigen Nachbehandlung ist der Zeitpunkt der Extraktion. Hierbei sind vor allem die von Baume [5] aufgestellten Wanderungsgesetze zu beachten, der umfangreiche Untersuchungen über die Wanderungen der Nachbarzähne nach Extraktion der 1. Molaren und der Prämolaren durchführte. Er kam zu folgenden Feststellungen:

1. Nach Zahnextraktion ohne kieferorthopädische Behandlung erfolgt eine kippende Wanderung der Nachbarzähne in die Lücke.
2. Die Wanderungsgeschwindigkeit ist im Oberkiefer höher (etwa doppelt so schnell) als im Unterkiefer
3. Körperliche Wanderungen sind eher bei noch nicht durchgebrochenen Zähnen (Zahnkeimen) möglich
4. Die durchgebrochenen Prämolaren wandern langsamer nach distal als die durchgebrochenen Molaren nach mesial (zumindest im Oberkiefer)
5. Bei einem Zahnverlust im Seitenzahnggebiet ist ein früherer Durchbruch der 2. und 3. Molaren von bis zu drei Jahren zu erwarten
6. Beschleunigend auf die Wanderung zur Extraktionslücke hin wirken sich aus:
 - der Durchbruch benachbarter Zähne
 - nicht abgeschlossenes Wurzelwachstum
 - noch nicht vollzogener Durchbruch (die Keime wandern schneller)

Baume kam zu der Schlußfolgerung, daß eine "Garantie für absoluten Lückenschluß und sichere Vermeidung von Kippungen der 2. Molaren im Unterkiefer nur bei einem Extraktionsalter von 9-10 Jahren gegeben werden kann. Die Extraktion des unteren 1. Molaren nach dem 13. Lebensjahr führt fast stets zu schweren Okklusionsstörungen."

Als obere Grenze für die Extraktion der Prämolaren wird von Baume das 13. Lebensjahr für die Extraktion im Unterkiefer, und das 14. bis 15. Lebensjahr für die Extraktion im Oberkiefer angegeben. Berücksichtigt muß aber in jedem Fall das häufig vom chronologischen Alter abweichende Zahnalter mitberücksichtigt werden.

1.4.1. Prämolarenextraktion

Speziell die Extraktion der ersten Prämolaren ist heutzutage die häufigste Extraktionsform in der Kieferorthopädie, mit der sich vor allem Frontzahnirregularitäten und Engstände im Bereich der Eckzähne ausgleichen lassen, denn um einen Engstand erfolgreich aufzulösen, sollte man auch engstandnah extrahieren.

Aber auch bei einem Raummangel im Bereich der Stützzone erfolgt standardgemäß die Extraktion der 1. Prämolaren. Die Extraktion erleichtert sowohl die Einordnung des Eckzahnes als auch das Schließen eventueller Restlücken durch Mesialbewegung der 2. Prämolaren und der Molaren.

Neben der Standardextraktion der 1. Prämolaren besteht im Rahmen der kieferorthopädischen Extraktionstherapie seltener auch die Indikation zur Entfernung der 2. Prämolaren. Sie ist zu erwägen bei:

- offenem Biß, da eine Extraktion im distalen Bereich eher zu einer Bißsenkung führt,
- großen Restlücken, da die Bewegung nur der Molaren in die Extraktionslücke des 2. Prämolaren einfacher ist als die Bewegung der Molaren und des 2. Prämolaren in die Lücke der ersten Prämolaren, v.a. wenn die 2. Molaren schon durchgebrochen sind, ist eine Mesialbewegung schwieriger durchzuführen
- bei Aplasie oder Verlust der entsprechenden Antagonisten,
- bei palatinaler Verlagerung oder extremer Dystopie der 2. Prämolaren,

- wenn bei Behandlung mit festsitzenden Apparaturen nur minimale Verankerungsprobleme bestehen sowie
- bei flachem Profilverlauf und neutraler Bißlage.

Die Extraktion von Prämolaren kann in einem unterschiedlichen Umfang erfolgen. So sind sowohl Extraktionen eines einzelnen Prämolaren als auch die systematische Extraktion aller 1. oder 2. Prämolaren indiziert. Ferner ist auch eine Kombination der 1. und 2. Prämolaren möglich. Es muß vor allem die vertikale Lagebeziehung des Oberkiefers zum Unterkiefer mitberücksichtigt werden, wenn bei Extraktion der 2. Prämolaren eine unerwünschte Bißsenkung vermieden werden soll.

1.4.2. Molarenextraktion

Wie der historische Überblick beweist, ist die Extraktion der 1. Molaren eine der ältesten Maßnahmen zur Korrektur von Zahnstellungsfehlern.

Es war jedoch nicht nur Angle, der 1900 ein striktes Extraktionsverbot der 6-Jahrmolaren postulierte, sondern später auch Hotz und A.M. Schwartz [104], die der Auffassung waren, daß es außer Karies keine orthodontische Indikation für die Extraktion der Sechsjahrmolaren gibt, bzw. daß die Extraktion dieser Zähne nur dann in Frage kommt, wenn ihre Erhaltung bis zum 3. Lebensjahrzehnt nicht wahrscheinlich ist. Andrews [3] (1972) ging mit seiner Arbeit "The six keys to normal okklusion" auf die Faktoren einer stabilen Okklusion ein und forderte unter dem Schlüssel 1 die genaue Lagebeziehung des oberen 1. Molaren zum unteren 1. Molaren.

Eine Extraktion des ersten Molaren erfolgte aus kieferorthopädischer Sicht für den allein auf den 6-Jahr-Molaren abgestützten offenen Biß. Die Langzeiterfolge jedoch rechtfertigen dieses Vorgehen nicht, da in den meisten Fällen ein skelettal offener Biß vorlag, der dentoalveolär nicht zu kompensieren war [61]. Die Hauptindikation zur Extraktion der Sechsjahrmolaren bleibt also somit keine orthodontische, sondern die Karies dieser Zähne. Der Kariesbefall ist dabei regional sehr unterschiedlich und in Ländern wie den USA oder der Schweiz wird die Erhaltungsfähigkeit der Sechsjahrmolaren im Rahmen einer kieferorthopädischen Extraktionstherapie nur sehr selten erwägt, wohingegen in Deutschland der Frage nach Erhalt oder Nichterhalt der

6er wesentlich öfter nachgegangen werden muß. Einer Untersuchung der Frankfurter Uniklinik zufolge hatten 1984 etwa 12% der kieferorthopädischen Patienten schon vor Beginn der kieferorthopädischen Behandlung einen oder mehrere Molaren verloren [101]. Eine Untersuchung, die von Dausch-Neumann 1968 durchgeführt wurde [28], stellte fest, daß von 1400 Kindern noch 70% - 85% der 8jährigen Kinder kariesfreie Sechsjahrmolaren hatten, während dann der Kariesbefall rapide anstieg und bei 13-14jährigen nur noch 9% - 18% ohne kariöse Defekte waren. Diese Untersuchung verdeutlicht den hohen Anteil an zerstörten Sechsjahrmolaren, deren Erhaltungswürdigkeit bis zum 30. Lebensjahr oft nicht gegeben ist.

Somit können sich *zwei Notwendigkeiten* für die Extraktion der Sechsjahrmolaren ergeben:

1. in allen Fällen, in denen eine Extraktionstherapie aus kieferorthopädischen Gründen indiziert ist, kann anstelle gesunder Zähne die Extraktion der Sechsjahrmolaren gegeben sein, wenn ihre Erhaltungswürdigkeit nicht gegeben ist.
2. bei Vorliegen eines eugnaten Gebisses kann durch zeitgerechtes Entfernen stark zerstörter Molaren durch mesialisieren der 2. Molaren eine geschlossene Zahnreihe erreicht und eine spätere prothetische Versorgung umgangen werden.

Die Sechsjahrmolarenextraktion unterliegt besonderer Regeln und Faktoren, die dabei zu berücksichtigen sind. Sie muß abhängig gemacht werden vom Platzbedarf in der Front, der Verankerungssituation, dem Durchbruchstand der Nachbarzähne und der Anlage der Weisheitszähne. Diese Faktoren sind außerdem im Ober- und Unterkiefer unterschiedlich zu bewerten und müssen somit getrennt voneinander behandelt werden.

Lokalisation des Zahnverlustes (Ober- oder Unterkiefer):

Oberkiefer: meist erfolgt nach Extraktion der 1. Molaren ein rasches Einwandern der 2. Molaren, v.a. bei frühzeitigem Zahnverlust. Dem Verlauf der Spee'schen Kurve entsprechend liegt primär eine Mesialwanderungstendenz der Zähne vor [104], welche durch die spongiöse Knochenstruktur noch begünstigt wird. Nach Extraktion von 6 wird die Lücke 2/3 von distal und 1/3 von mesial geschlossen. Eine unerwünschte Kippung der 2. Molaren unterbleibt, oft wird auch ein spontanes Schließen der Extraktionslücke

ohne kieferorthopädisches Eingreifen beobachtet. Limitierend kann sich ein ausgeprägter Recessus der Kieferhöhle auswirken, der eine Mesialkipfung des 2. Molaren zur Folge hat.

Unterkiefer: Aufgrund der ausgeprägten Spee'schen Kurve und des kompakten Knochens treten neben der Mesialwanderung des 2. Molaren auch Distalwanderungen der Prämolaren auf, was eine Reihe von schwerwiegenden Folgen nach sich tragen kann (Auflockerung im Prämolarengebiet, deutliche Mesialkipfung der 2. Molaren, Mittellinienverschiebung bei einseitiger Extraktion, oft auch eine Torsion oder Lingualneigung der 2. Molaren). Deshalb ist gerade der Zeitpunkt der Extraktion von entscheidender Bedeutung, je nachdem ob eine Auflockerung im Prämolarengebiet oder ein Lückenschluß von distal erwünscht wird.

Zeitpunkt der Extraktion:

Oberkiefer: Der optimale Zeitpunkt einer Extraktion hängt vom Behandlungsziel ab. Wird bei ausreichendem Raum im Seitenzahngebiet und einem gut ausgeformten Zahnbogen ein Lückenschluß primär von distal erwünscht, so sollten zum Zeitpunkt der Extraktion die Prämolaren in Okklusion stehen und der 2. Molar noch vor dem Durchbruch stehen, damit der Keim in die Lücke einwandern kann und so ein körperlicher Lückenschluß evtl. ohne apparative Maßnahmen erreicht wird. Liegt jedoch ein frontaler Engstand vor und ist im Rahmen der Therapie eine Auflockerung nach distal erforderlich, so ist der Durchbruch des 2. Molaren abzuwarten, damit dieser Zahn gegen eine unerwünschte Mesialwanderung abgesichert werden und zur Verankerung hinzugezogen werden kann [99]. Um Asymmetrien zu vermeiden, sollte die Extraktion symmetrisch durchgeführt werden.

Unterkiefer: Für die Extraktion unterer Sechsjahrmolaren gilt, daß bei ausreichenden Platzverhältnissen die Entfernung des 1. Molaren möglichst erst nach Durchbruch des 2. Prämolaren durchgeführt werden sollte, um eine Distalwanderung dieses Zahnes zu vermeiden, die in seinem Keimstadium besonders ausgeprägt ist. Anzustreben ist aber auch die Extraktion vor Durchbruch des 2. Molaren, um die Mesialwanderungstendenz im Zuge dessen Durchbruchs auszunutzen. Bei Engstand sollte die Extraktion des 1. Molaren so früh wie möglich erfolgen, da in diesem Fall eine Distalwanderung der Prämolaren erwünscht ist. Auf die Gefahr einer Mittellinienverschiebung bei einseitiger

Extraktion und evtl. Torsionen der 2. Molaren ist zu achten.

Anlage der Weisheitszähne:

Besonders im **Unterkiefer** stellt sich die Frage, welchen Einfluß der Weisheitszahn auf die Extraktionsproblematik hat und wie sie sich selbst auf den Weisheitszahn auswirkt. Als günstige Folge einer Sechsjahrmolarenextraktion wird besonders im Unterkiefer eine Vermeidung der dort sonst häufig auftretenden *dentitio difficilis* des Weisheitszahnes angesehen. Einer Untersuchung zufolge konnte ein beschleunigter Durchbruch der Weisheitszähne nach Extraktion festgestellt werden, außerdem erreichten 17,8% die Okklusionsebene, während nur 3,7% der Kontrollgruppe ohne vorangegangene Extraktion die Okklusionsebene erreichten [50].

Ein Lückenschluß von distal sollte nach Komposch [61] nur bei Anlage der Weisheitszähne vorgenommen werden, um die Zahnreihe im Hinblick auf eine spätere prothetische Versorgung nicht weiter zu verkürzen.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß eine Molarenextraktion durchaus gute Ergebnisse erzielen kann, jedoch ist dies mit großem therapeutischem Aufwand und der Notwendigkeit optimaler Mitarbeit seitens des Patienten verbunden.

Die Extraktion von 2. Molaren kommt eventuell als Alternative zur Sechsjahrmolarenextraktion mit ähnlicher Indikation in Frage. Voraussetzungen für die Extraktion 2. Molaren, stellt die Anlage 3. Molaren dar. Der Indikationsbereich besteht nach Ehmer [34] bei einem leichten bis mittleren Platzdefizit. Obwohl das Platzangebot hinsichtlich der mesiodistalen Kronendiameter (OK/M2: 9,0 mm; UK/M2: 10,5 mm) größer ist, als bei der Prämolarenextraktion, liegt der Hauptnachteil darin, daß Platz in der posterioren Zahnbogenrelation geschaffen wird, während die Mehrzahl der Engstände im anterioren Zahnbogenabschnitt lokalisiert ist. Die M2-Extraktion erfordert somit zur Korrektur eines anterioren Engstandes die Bewegung von sehr viel Wurzeloberfläche, da der Platzgewinn erst weit von der Stelle des Platzbedarfs erreicht wird. Die Extraktion der 2. Molaren kann aber auch zur Engstandprophylaxe besonders im Unterkiefer indiziert sein. Nach Ehmer [34] wird die Mesialdrift der 1. Molaren um 2/3 reduziert, während sie nach Entfernung der 3. Molaren nur um die Hälfte vermindert wird. Jedoch bleibt weiterhin das Problem der Weisheitszahneinstellung bestehen, so daß die rein

prophylaktische Indikation kritisch betrachtet werden muß.

Anders verhält es sich hierbei bei Entfernung 3. Molaren. Der Hauptindikationsbereich hierbei wird mit engstandsprophylaktischen Überlegungen begründet. Weiterhin spielen eine möglicherweise spätere Zystenbildung, eine *dentitio difficilis* bei behindertem Durchbruch, sowie andere pathologische Erscheinungen bei der Indikationsstellung eine Rolle [34], [15].

Daneben kann die Entfernung der 3. Molaren die Distalisierung der Molaren im Oberkiefer erleichtern, sowie bei der Molarenaufrichtung aus prothetischer Sicht indiziert sein.

Obwohl die Weisheitszahntfernung die Mesialdrift der Molaren verringert, bleibt nach Ehmer [34] die Extraktion der M3 aus Überlegungen zur Vorbeugung eines Engstandes, in der Dauerdiskussion der Kieferorthopädie.

1.4.3. Sonstige Zahnextraktionen

Grundsätzlich kommen alle Zähne des Gebisses für eine Extraktionstherapie in Frage, jedoch liegt es nahe, daß v.a. Zähne des Frontzahnsegmentes für eine Extraktionstherapie, deren Ziel die Platzbeschaffung ist, nicht erste Wahl sind [78]. Jedoch gibt es auch ein paar wenige Indikationen, die deren Extraktion berechtigt.

So sollte die Extraktion von *Eckzähnen* nur bei hoffnungsloser Verlagerung geplant werden. Der Eckzahn hat eine besonders wichtige Stellung und Aufgabe für das Gebiß: er ist ein stabiler einwurzeliger Zahn mit geringer Kariesanfälligkeit, der eine lange Verweildauer im Munde aufweist. Aus prothetischer Sicht ist er ein wichtiger Pfeilerzahn sowie ein wesentlicher Faktor der optimalen Funktion im Sinne der Eckzahnführung.

Die Extraktion von *Schneidezähnen* ist ebenfalls selten indiziert, da eine deutliche kosmetische Beeinträchtigung, v.a. im Oberkiefer, zu befürchten ist. Außerdem wird die Einstellung einer einwandfreien Okklusion erschwert. Bei Extraktion unterer Inzisivi muß mit einer Verstärkung des vertikalen und horizontalen Frontzahnüberbisses sowie mit einem Rezidiv des frontalen Engstandes gerechnet werden [101].

Eine Indikation der Extraktion *oberer Schneidezähne* ist allenfalls gegeben bei

Mißbildungen (Zwillingszähnen, Dilazeration), hoffnungsloser Verlagerung, irreparabler parodontaler Schäden und evtl. bei devitalen Zähnen, bei Wurzelresorption (z.B. durch einen verlagerten Eckzahn) oder traumatischer Schädigung. Die Extraktion *seitlicher oberer Inzisivi* kann in Betracht gezogen werden bei einseitiger Aplasie, Zapfenzähnen sowie selten bei Dystopie der Eckzähne mit ungünstiger, nach mesial gerichteter Achsenrichtung. An eine Extraktion *unterer Inzisivi* ist zu denken bei mandibulärer Prognathie mit frontalem Engstand und knappem Überbiß, tertiärem Engstand, einem Mißverhältnis zwischen oberer und unterer SI sowie bei Verlagerung, Trauma, parodontalen Schäden und apikalen Veränderungen. Ist die Indikation grundsätzlich gegeben, einen unteren Schneidezahn zu extrahieren, so hängt diese Entscheidung von der Position des Zahnes (lingual/labial), der Zahnbreite (Restlücke), dem Zustand des Parodontiums etc. ab.

Eine besondere Art der Extraktion stellt die *Ausgleichsextraktion* gesunder Zähne dar, die im Gegensatz zur Extraktion im Rahmen einer Platzbeschaffung bei ausreichenden Platzverhältnissen durchgeführt wird. Ausgleichsextraktionen lassen sich, aufgrund der Schwierigkeit einer korrekten Okklusionseinstellung bei reduzierter Zahnzahl (z.B. Aplasien, Zahnverlust durch Trauma, Karies, Parodontopathien etc.), begründen. Ausgleichsextraktionen sind vor allem im Oberkiefer, bei reduzierter Zahnzahl im Unterkiefer erforderlich, da der untere Zahnbogen primär kürzer ist als der obere. Ausnahmen bilden die mandibuläre Prognathie und bedingt auch der Deckbiß. Bei verminderter Zahnzahl im Oberkiefer ist eine Ausgleichsextraktion im Unterkiefer nicht unbedingt erforderlich, notwendig erscheint eine Ausgleichsextraktion bei mandibulärer Prognathie, unterem Frontengstand sowie deutlichem Mesialstand der unteren Sechsjahrmolaren. Bei Unterlassung einer notwendigen Ausgleichsextraktion, kann es zum Vertikalwachstum antagonistischer Zähne, zu Überbelastung einzelner Zähne mit der Folge eines parodontalen Schadens, zu Gleithindernissen, Gelenkbeschwerden und zu Mittellinienabweichungen kommen. Grundsätzlich werden gleichnamige Zähne extrahiert, jedoch sind auch kombinierte Extraktionen von Prämolaren, Molaren und Schneidezähnen möglich, die jedoch immer als Kompromiss angesehen werden müssen. *Milchzahnextraktionen* haben zwar oft schwerwiegende Folgen, jedoch kann ein vorzeitiges Entfernen von Zähnen der ersten Dentition im Wechselgebiß durchaus begründet und für die Gebißentwicklung förderlich sein. Ihre Indikation besteht bei

Durchbruchsbehinderung/dystopischem Durchbruch permanenter Zähne, zum temporären Platzbeschaffen für permanente Zähne, Zwangsbißführungen, Verbesserung der Okklusionsverhältnisse, bei Infraokklusionen sowie zur gezielten Wachstumshemmung. Vielfach sind derartige Extraktionen nur im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlung sinnvoll und möglich, um z.B. einen Stützzoneeinbruch zu vermeiden. Die sog. Serien- oder Reihenextraktion hat eine besondere Stellung im Rahmen der Milchzahnextraktion, da sie gut überlegt und durchdacht sein sollte.

Die durch Kjellgren [59] eingeführte *Serien- oder Reihenextraktion* wurde von Hotz [47] mit dem Ziel weiterentwickelt, Engstände aufzulösen und einen Lückenschluß ohne jegliche kieferorthopädische Geräte nach letztendlich erfolgter Extraktion der ersten vier Prämolaren herbeizuführen. Zu erwarten ist dies jedoch nur bei Vorliegen einer Angle-Klasse I mit ausgeprägten Engständen und durchschnittlichem Gesichtswachstum.

Außerdem stellt es sich als günstig heraus, wenn eine Frontzahnproklination, ein volles Lippenprofil und ein vertikales Wachstumsmuster mit Tendenz zur Bißöffnung vorliegt. Der erste Schritt der Extraktionstherapie beginnt im Wechselgebiß mit der Extraktion der Milcheckzähne im Ober- und Unterkiefer aufgrund eines Platzmangels der Front, der sich entweder in einer Durchbruchshemmung der seitlichen Schneidezähne oder in der typischen Staffelstellung der durchgebrochenen Frontzähne zeigt. Der geschaffene Platz wird meistens vollständig aufgebraucht, aufgrund dessen ist es sehr wichtig, die Reihenextraktion weiter fortzuführen, um keine späteren Platzprobleme im Bereich der Stützzone zu bekommen.

Der weitere Schritt ist die Extraktion der ersten Milchmolaren zu einem Zeitpunkt, zu dem die ersten Prämolaren die Milchmolarenwurzeln weitgehend resorbiert haben. Ziel ist die Beschleunigung des Prämolarendurchbruchs.

Der letzte Schritt ist die Extraktion aller erster Prämolaren, um Platz für die bleibenden Eckzähne zu beschaffen. Gerade bei diesem letzten Schritt ist der Zeitpunkt der Extraktion sehr wichtig, wobei der Durchbruch des Eckzahns kurz bevorstehen sollte oder er schon etwas durchgebrochen sein sollte. Auf keinen Fall darf extrahiert werden, wenn der zweite Prämolare vor dem Eckzahn durchzubrechen droht, denn dies würde zur Folge haben, daß der zweite Prämolare in die Extraktionslücke wandern und dem Eckzahn keinen Platz mehr lassen würde.

Diese Problematik zeigt, daß die Reihenextraktion gut geplant, kontrolliert durchgeführt und regelmäßig röntgenologisch überwacht werden muß. Nachteil dieser Methode ist neben den genannten auftretenden Komplikationen auch die Tatsache, daß der Frontzahnbogen etwas abflacht und die Frontzähne eine etwas steilere Achsenstellung einnehmen. Einmal angefangen, kann die Reihenextraktion nicht abgebrochen werden, sondern muß konsequent fortgeführt werden. Der Vorteil liegt darin, daß bei guter Planung auf kieferorthopädische Geräte gänzlich verzichtet werden kann.

1.5. Wachstum als Einflußfaktor der Profilveränderung

Durch die Existenz individueller Wachstumsphänomene der Oberflächengewebe, wie der Nase und des Kinnes, die in der Kindheit und der Adoleszenz parallel zur kieferorthopädischen Therapie auftreten, wird die genaue Einschätzung der wachstumsbedingten Auswirkungen erschwert.

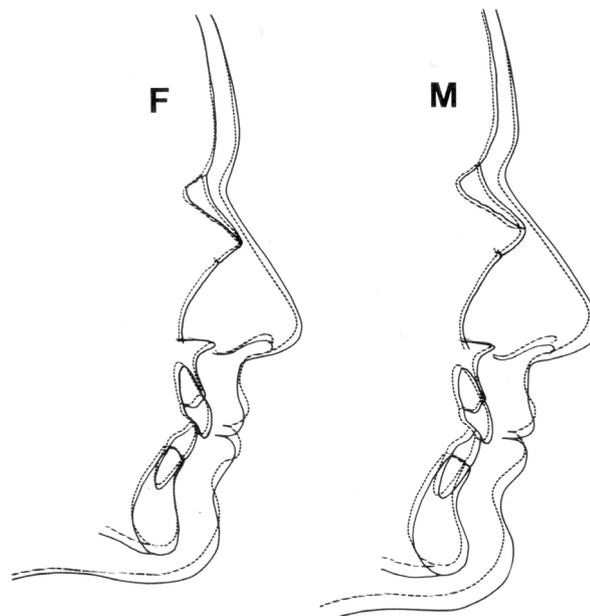


Abb. 2: aus BEHRENTS RG. Soft tissue outlines for composite males and females (initial age/final age). Growth in the aging craniofacial skeleton. Craniofacial Growth Series, Monograph 17. Center for Human Growth and Development. The University of Michigan. Michigan: Ann Arbor, 1985 [8]

Zahlreiche Autoren [75], [72], [115], [116], [119], [121] haben sich mit der Profilveränderung verursacht durch Retraktionsbehandlung der oberen Schneidezähne auseinandergesetzt; jedoch lassen sich solche gruppenspezifischen Untersuchungen nicht direkt auch klinische und auf einzelne Patienten ausgerichtete Entscheidungen übertragen, da die individuellen Überlagerungen von Wachstum und Therapie schwer zu trennen sind.

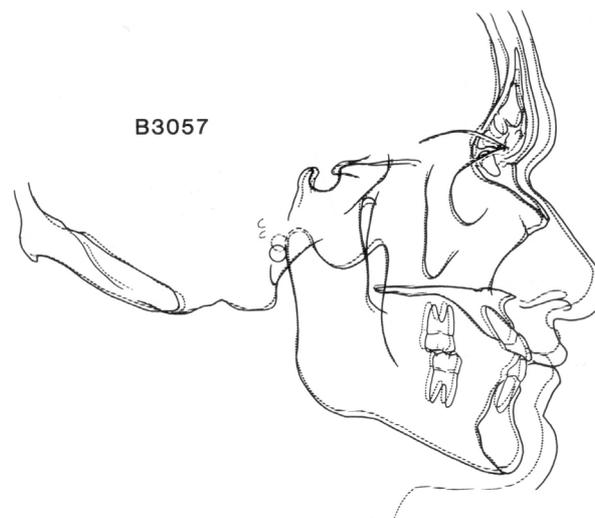
Durch das Wachstum werden die Größe und Proportion des Schädels entscheidend verändert, wobei das kindliche Aussehen, "mit großen Augen, einem im Vergleich zum Gesichtsschädel vorgewölbten Hirnschädel und Pausbacken mit allgemein rundlichem Profil (konvex) geprägt ist. Mehr und mehr gehen diese Züge verloren und in den

Vordergrund treten die Züge eines Erwachsenen (konkav/gerade)" [36].

Alle kieferorthopädischen Maßnahmen, die die Lage der Kiefer zueinander und die Stellung der Zähne auf den Kieferbasen verändern, können zwangsläufig Auswirkungen auf das Profil haben. Sie können Wachstumsveränderungen sowohl verstärken als auch abschwächen und den Eindruck eines Gesichtes positiv aber auch negativ beeinflussen [89].

Subtelny [118] betont die enge Korrelation zwischen den skelettalen Strukturen und den Weichteilen während des Wachstums, weist aber auch auf Wachstumsdifferenzen innerhalb der Weichteilauflage hin. Die Zunahme der Dicke der Weichteile soll besonders stark über dem A-Punkt liegen und weniger stark über der Symphyse und im Stirnbereich sein. Die Veränderung der Nase scheint am meisten für die Ausbildung des adoleszenten Profilverlaufes verantwortlich zu sein. Besonders am Ende der Wachstumsphase verstärkt sich das Nasenwachstum [117], wobei die Nase nach vorne und unten wächst [62], die Länge der Nase unter der Beibehaltung der Neigung des Nasenrückens zunimmt [42] und damit ein Beitrag zur Konkavität des Profilverlaufes erbracht wird [63]. Koch und Witt [60] geben die Zunahme der Größe der Nase in horizontaler Richtung während des pubertären Wachstums mit durchschnittlich 6,6 mm an. Die jährliche Zunahme in vertikaler Richtung ist etwa doppelt so groß wie die horizontale. Bei männlichen Probanden ist das Nasenwachstums deutlich stärker ausgeprägt als bei weiblichen.

Das Wachstum des Kinnes nach anterior verstärkt im Zusammenhang mit dem Nasenwachstum die Konkavität des Mundprofils, wobei Knochen- und Weichteilpogonion sich gleichermaßen nach anterior verlagern. Diese Veränderungen sind bei Männern besonders deutlich [8].



Growth Series, Monograph 17. Center for Human Growth and Development. The University of Michigan. Michigan: Ann Arbor, 1985 [8]

Wie oben dargestellt, tragen viel Faktoren zu dem Erscheinungsbild des Weichteilprofils bei, u.a. Augen, Jochbogen, Nase, Lippenkontur, Weichteildicke und Kinnprominenz [20]. Individuell sind diese Faktoren bei jedem Patienten unterschiedlich ausgeprägt und differenziert zu bewerten. Nach Riedel [90] steht das Weichteilprofil in enger Wechselbeziehung mit den das Knochenprofil beeinflussenden skelettalen und dentoalveolären Strukturen. Subtelny [118] dagegen führt aus, daß nicht alle Komponenten der Muskulatur direkt ihrem Skelettprofil folgen, auch wenn die Lippenhaltung, wie sich herausgestellt hat, eng mit der Position der dentoalveolären Stützstrukturen in Zusammenhang steht. Nach Burstones Beobachtungen [19] hängt die Aufrechterhaltung der ursprünglichen unteren Schneidezahnposition auch von der Haltung der Unterlippe ab. Ferner erwähnt der Autor, daß trotz des engen Zusammenhangs der Zahnstabilität und der Gesichtsästhetik mit der Weichteilmorphologie und der Lippenhaltung die entspannte Lippenposition zum Teil von der Zahnposition unabhängig sein kann.

Ober- und Unterlippe vergrößern sich bis zum 15. Lebensjahr in vertikaler und besonders die Oberlippe auch in horizontaler Richtung [42], [45]. Nanda stellte fest, daß die Dicke der Oberlippe bei unbehandelten Mädchen im Alter von 7 Jahren zu 93% voll entwickelt ist, die der Unterlippe zu 89% [72]. Ein Wachstum bei Mädchen sei bis zum 14., bei Jungen bis zum 18. Lebensjahr zu erwarten. Im Längenwachstum der Ober- und

Unterlippe waren beim männlichen Geschlecht größere Veränderungen festzustellen als beim weiblichen. Auch die Dicke der Ober- und Unterlippe nahm in der männlichen Gruppe erheblich, in der weiblichen nur leicht zu.

Auch Stefani [111] konnte von der mit den dentoalveolären und skelettalen Veränderungen während der Behandlung einhergehender Reaktion des Weichteilprofils berichten. Burstone [19] und Hershey [42] stellten fest, daß sich die perioralen Weichteile durch sich selbst stützen, und daß es außer den Zahnbewegungen noch andere Faktoren geben dürfte, die für die Vielfalt von individuellen Reaktionen verantwortlich sind. Oliver [75] stellte fest, daß die Weichteile in ihrer Dicke, ihrer Länge und ihrem Tonus oft sehr stark differieren, so daß sie je nach Individuum reagieren können. Nach dem Bericht von Anderson [2] nimmt die Dicke der Oberlippe nach der oberen Schneidezahnretraktion erheblich zu, während die Unterlippe nicht beeinflußt wird. Veränderungen in der unteren Schneidezahnposition stünden nicht in Zusammenhang mit Lippenveränderungen und die Reaktion der Unterlippe werde durch verschiedene andere Faktoren, wie etwa der Richtung des Unterkieferwachstums, beeinflußt.

1.6. Behandlungsgeräte bei Extraktionsfällen

Die Auswahl der Behandlungsapparatur ist abhängig von der erforderlichen Zahnbewegung und vom Zeitpunkt der Extraktion. Bei größeren Restlücken sind in der Regel körperliche Zahnbewegungen und somit festsitzende Apparaturen notwendig. Ein Spontanschluß einer Extraktionslücke ohne Geräte kann nur erwartet werden, wenn der Zeitpunkt der Extraktion optimal war und die Wanderungstendenz der Nachbarzähne ausgenutzt werden kann. Dieser Selbstaussgleich darf aber nur bei ausreichenden Platzverhältnissen ausgenutzt werden, da sonst ein Raummangel trotz vorher erfolgter Extraktion zu befürchten ist. Daher bedarf diese Art der Therapie regelmäßiger Beobachtung und Röntgenkontrollen. Bei knappen Platzverhältnissen ist jedoch unbedingt eine Absicherung der Lücken durch eine kieferorthopädische Apparatur zu fordern.

Bei der Auswahl der Apparaturen ist grundsätzliches zu beachten:

- *Platten* hemmen die physiologische Mesialwanderung der Seitenzähne, eine aktive Mesialisierung (z.B. mit offener Schraube) führt in der Regel zu Zahnkippen.

- *Aktivatoren* lassen einen aktiven Lückenschluß nicht zu. Eine Möglichkeit den Mesialtrend der Seitenzähne auszunutzen, besteht im sagittalen Freigeben der Seitenzähne, durch Einschleifen der interdentalen Septen und des okklusalen Reliefs, birgt jedoch ebenfalls die Gefahr der Zahnkippen in sich. Bei extremem Raummangel sind funktionskieferorthopädische Geräte ebenfalls nicht geeignet, da ein Offenhalten der Extraktionslücken aufgrund des lockeren Sitzes der Apparatur nicht möglich ist.

- *Festsitzende Apparaturen* erlauben als einzige einen körperlichen Lückenschluß. Schwierigkeiten können bei der Notwendigkeit einer Verankerung der Molaren auftreten. Man unterscheidet hierbei verschiedene Formen der Verankerung, die von der Ausprägung des Engstandes abhängig sind. Es wird zwischen maximaler, mittlerer und minimaler Verankerung unterschieden. Bei maximaler Verankerung werden die Molaren in ihrer Position gehalten und ein Lückenschluß durch Distalisation der Frontzähne angestrebt, hierbei ist der Einsatz extraoraler Geräte (Headgear) bzw. intraoraler Abstützungskomponenten (Nance, Palatinalbogen, im UK Lingualbogen) erforderlich.

Bei mittlerer Verankerung wird die Lücke zur Hälfte durch Mesialisierung der

Seitenzähne und zur Hälfte vom Front-Eckzahn-Block eingenommen. Minimale Verankerung bedeutet, daß die Lücke ausschließlich durch Mesialisieren der Seitenzähne geschlossen wird.

Die kieferorthopädische Behandlung eines Extraktionsfalles mit festsitzenden Apparaturen ist daher am sichersten und läßt sich meist wie folgt durchführen:

Zahnbewegung	Art der Apparatur
1. Nivellierung und Einordnung dys- topischer Zähne	- Twistflex-, Nitinol- oder TMA-Draht
2. Retraktion der Eckzähne	- Retraktions- oder Teilbögen, coils, Gummiketten
3. Schließen der Restlücken	- Kontraktionsbögen, Loops, Gummiketten
4. Feinausformung der Zahnbögen	- Vierkant-Idealbögen
5. Retention	- Positioner, Hawley-Platten, 3-zu-3- Retainer, Tiefziehschienen

1.7. Diagnostische Hilfsmittel zur Extraktionstherapie

1.7.1. Modellanalyse

Die Modellvermessung gehört seit jeher zu einem wichtigen und festen Bestandteil der kieferorthopädischen Basisdiagnostik und gibt dem Behandler wesentliche Hinweise bei der Beurteilung von Dysgnathien und für die Erstellung des kieferorthopädischen Behandlungsplanes. Die visuelle und metrische Modellanalyse wird an Gipsmodellen durchgeführt. Zur Herstellung der Modelle werden Alginat-Abdrücke von Ober- und Unterkiefer genommen und 2x mit Gips ausgegossen (Spezialhartgips für das Schaummodell, Hartgips für das Arbeitsmodell). Mit Hilfe eines Wachsbisses (Zentrik-Registret) werden die Modelle dreidimensional zur Raphe-Median-, Tuber- und Kau-ebene orientiert [56].

Zur Beurteilung der Modelle und deren Ausmessung hat man bereits vor Jahren verschiedene Hilfsmittel entwickelt, wie das Abtasten der Referenzpunkte mittels Zirkel, Stahllineare, durchsichtige Schablonen und Schieblehren (Körbnitz 1909, Korkhaus 1926, Beerendonk 1951, Bernklau 1953). Im Zuge der digitalen Datenverarbeitung sind es auch mehr und mehr Software-Programme, die die Vermessung der Modelle auf herkömmliche Art verdrängen.

Zahnstatus und Zahnzahl:

In den Modellanalysebogen wird zuerst der Zahnstatus eingetragen. Die noch nicht durchgebrochenen, röntgenologisch zu beurteilenden Zähne werden in das Zahnschema ebenso eingetragen, wie die schon durchgebrochenen oder sich im Durchbruch befindenden Zähne, wobei eine Klassifizierung von Milchzähnen und bleibenden Zähnen erfolgt.

Zahnbreitenanalyse:

Mit Hilfe eines Stechzirkels oder einer Schieblehre werden die mesio-distalen Breiten der bleibenden oberen 1er und 2er gemessen. Die Summe der Breiten der Schneidekanten der Frontzähne (BSI OK) wird zur Beurteilung der Harmonie zwischen OK- und UK-Frontzahnsegment verwendet. Nach *Tonn* existiert eine Korrelation zwischen der Breitensumme der bleibenden Schneidezähne des Oberkiefers (SI) und des Unterkiefers (si). Dabei soll nach der Formel: $\frac{3}{4} (SI-k) = si$, die BSI UK 74% der BSI OK betragen (Tonn-Index). Tonn errechnete dabei die Indexzahl 1:0,74 zuzüglich

eines Korrekturfaktors k . Ist $si : SI > 0,74$, besteht im unteren Schneidezahnbereich ein Überschuß an Zahnmaterial, bei einem umgekehrten Verhältnis liegt zuviel Zahnmaterial im oberen Schneidezahnbereich vor. k ist dabei abhängig von der gemessenen SI:

$k = 0,4$	bei einer SI $< 22,2$ mm
$k = 0,5$	bei einer SI von 22,3 bis 28,1 mm
$k = 0,6$	bei einer SI $> 28,2$ mm

Im Gegensatz zum Tonn'schen Index, der sich nur auf die 4 Frontzähne bezieht, errechnete Bolton das Verhältnis der bleibenden Frontzähne einschließlich der Eckzähne des Ober- zum Unterkiefer, auch als 'anterior ratio' genannt. Seinen Errechnungen nach besteht ein harmonisches Verhältnis, wenn die *BSI 33-43* 77,2 % der *BSI 13-23* beträgt. Eine Abweichung von diesem harmonischen Verhältnis wird 'Bolton-Diskrepanz' genannt.

Stützzonenanalyse:

Der Zahnbogenabschnitt, in den der bleibende Eckzahn und die Prämolaren durchbrechen, wird als Stützzone bezeichnet. Gemessen wird also bei einem 6jährigen Kind von der distalen Fläche des 2ers bis zur mesialen Fläche des 6ers. In der ersten Phase des Wechselgebisses, also bei noch vorhandenen Milch-3er, -4er und -5er, kann man anhand der *BSI UK* den Platzbedarf und die Wahrscheinlichkeit, mit der die bleibenden Zähne spontan durchbrechen, errechnen (Moyers 1975). Dabei wird in der Regel die 75%-Zeile gewählt, mit der Moyers die Wahrscheinlichkeit angibt, mit der bei einer bestimmten Stützzonenbreite die bleibenden Zähne Platz finden.

Segmentanalyse:

Lundström hat für das permanente Gebiß eine Segmentanalyse entwickelt, die die Zahnbreiten zu der Zahnbogenlänge vergleicht. Dabei werden die mesio-distalen Durchmesser der einzelnen Zähne pro Kiefer summiert und so der Platzbedarf pro Kiefer errechnet. Das Platzangebot ergibt sich aus der Messung der einzelnen Segmente (je zwei Zähne, z. B. 11-12, 13-14) und der Addition der Segmentbreiten. Aus dieser Summe ergibt sich dann die gegebene Zahnbogenlänge, die bei Engständen eine negative Differenz ergibt, da das Platzangebot nicht dem Platzbedarf entspricht.

Transversale Platzanalyse:

Basierend auf zahlreichen Untersuchungen an der südfranzösischen Population errechnete Pont [81] schon 1909 die Korrelation zwischen den Schneidezahnbreiten und dem Zahnbogenbreitenindex. In Abhängigkeit von der mesiodistalen Breite der vier oberen Inzisiven, wird die Zahnbogenbreite im Prämolaren- und Molarenbereich berechnet. Da mehrere Studien ergeben haben, daß im individuellen Fall nur selten so errechnete Zahnbreiten bestanden, wurden verschiedene Tabellen zusammengestellt, die zumeist etwas größere Werte für die transversale Breite angeben, als sie Pont angegeben hatte. Der modifizierte Pont'sche Index lautet:

Prämolarenbreite: $Pb = BSI\ OK \times 100/85$

Molarenbreite: $Mb = BSI\ OK \times 100/65$

Gemessen wird im Oberkiefer von Hauptfissur zu Hauptfissur jeweils des ersten Prämolaren und des ersten Molaren, im Unterkiefer erfolgt die Messung anhand der antagonistischen Kontaktpunkte, d.h. zwischen dem Kontaktpunkt des 1. und 2. Prämolaren und für die Molarenbreite vom mediobukkalen Höcker des unteren 6ers. Falls Zähne auf-/abgewandert sind, erfolgt die Messung rechts und links getrennt senkrecht zur Raphe-Median-Ebene.

Bei korrekter Okklusion sollten die zugehörigen Bezugspunkte aufeinander liegen. Bei Abweichung des Ist- vom Sollwert, liegt ein Missverhältnis in der Transversalen vor.

Modelldiagnostik: Einzelkiefer:

Die Modelldiagnostik der Einzelkiefer betrachtet die Stellung der Zähne in den drei Raumebenen (sagittal, vertikal, transversal), wobei zu beachten ist, daß eine Beurteilung der Achsenneigung der Frontzähne (Inklination/Proklination) nur anhand der FRS-Auswertung beurteilt werden kann.

Modelldiagnostik: Okklusion:

Den Grundstock für die Analyse der okklusalen Beziehungen legte Angle bereits 1887 in seinen "Notes on Orthodontia", in denen er die erste Klassifikation der Gebißanomalien veröffentlicht. Im Vordergrund seiner Diagnostik steht die Okklusion. Bei seiner Einteilung geht Angle von der Konstanz des OK einschließlich des 6-Jahr-Molaren in der Sagittalebene aus.

Sagittale Okklusionsangaben erfolgen i.d.R. für die Eckzähne und die 1. Molaren der rechten und linken Seite. Dabei wird der obere Zahn als Fixpunkt angesehen und die

Position des Antagonisten in 1/4, 1/2, 3/4 oder 1 Prämolarenbreite (Pb) nach mesial oder distal bzw. neutral angegeben. Neutral bedeutet, daß der mesio-bukkale Höcker des 6-Jahr-Molaren in die bukkale Querfissur des unteren greift (Angle Kl. I). Zu den sagittalen Angaben gehört die Beurteilung der Frontzähne des OK/UK zueinander, ob ein vergrößerter Overjet oder eine positive Frontzahnstufe vorliegt.

Vertikale Okklusionsangaben beziehen sich ebenso auf Front und Seitenzahngebiet des OK/UK zueinander und lassen z. B. einen offenen Biß, tiefen Biß oder einen Kopfbiß diagnostizieren.

Transversale Okklusionsangaben beschreiben eine Mittellinienabweichung in der Front oder eine bestehende Nonokklusion (bukkal/lingual), einen Kopf- oder Kreuzbiß in der Seite.

1.7.2. FRS

Das Fernröntgenseitenbild und seine kephalometrische Auswertung stellt zusammen mit der klinischen Untersuchung und Erhebung des Modellbefundes ein wichtiges diagnostisches Hilfsmittel für die Beschreibung einer Dysgnathie und die Planung der sich daraus ergebenden Therapie dar [54]. Die FRS ermöglicht die genaue Analyse des Gesichtsschädelaufbaus sowie der vertikalen und sagittalen Kieferlagebeziehungen, eine Unterscheidung zwischen skelettaler und dentaler Anomalie, die Erfassung dentaler Beziehungen, bestimmt das Wachstumsmuster und kann anhand von Überlagerungen wachstums- und therapiebedingte Veränderungen darstellen. Im Gegensatz zu photographischen Aufnahmen erlaubt das Fernröntgenseitenbild eine Analyse des Gesichtsprofils im Zusammenhang mit den knöchernen Strukturen.

Die Kephalmetrie beruht auf der Festlegung von Bezugspunkten sowie von den sich daraus ergebenden Bezugslinien [83]. Zum Ausdruck der Räumlichkeit werden die Bezugslinien häufig auch als Bezugsebenen bezeichnet, die eigentliche Erfassung der Morphologie erfolgt durch lineare und anguläre Messungen [83].

Verfolgt man die Geschichte der Orthodontie, so wird deutlich, daß man zur besseren diagnostischen Beurteilung der Anomalien schon sehr früh bemüht war über die Erkennung alveolärer Stellungsfehler hinaus auch Informationen über die Einlagerung des Gebisses in den Gesichtsschädel zu erhalten.

Vor der Einführung geeigneter Röntgentechniken wurden derartige Messungen am mazerierten Schädel vorgenommen. Am lebenden Menschen waren allenfalls Messungen anhand von Photographien möglich. Nach dem Simon'schen Gnathostatverfahren (1919 und 1921) konnte man zwar nach Registrierung von Schädelpunkten (Porion, Orbitale) speziell geformte Gipsmodelle schädelbezüglich zuordnen, jedoch war das Verfahren sehr aufwendig [30]. Erst mit der aus der Kardiologie übernommenen Technik der Fernröntgen-Aufnahme gelang es 1931 Hofrath (Düsseldorf) [43] und Broadbent (Cleveland) [17] unabhängig voneinander eine verzerrungsarme, nahezu größenrichtige Darstellung des Schädels in der Norma lateralis zu erreichen.

Broadbent beschreibt schon eine genaue Anwendung des Craniostaten, er gibt an, daß der Mindestabstand zwischen Anode und Mitte des Cephalostaten mindestens 5 Fuß (etwa 1,5m) betragen müsse, um Vergrößerungen und Verzerrungen zu vermeiden. Hofrath hält seinerseits einen Fokus-Platten-Mindestabstand von 2m für nötig [17]. Broadbents Untersuchungsgut enthält bereits Aufnahmen von 1700 Kindern im Alter von 9.-20. Jahren.

Auf der Grundlage des Fernröntgenseitenbildes entwickelte sich die Röntgenkephalometrie (*kephalé*, Kopf; *metreín*, messen). Bereits 1957 wurden in einem Syllabus bereits 45 Auswertungsverfahren des Fernröntgenbildes beschrieben; heute sind weit mehr als 100 Analyseverfahren bekannt [101]. Größere Beachtung fanden die Analysen von Bjoerk (1947), Steiner (1953), Tweed (1954), Sassouni (1955), A.M. Schwarz (1955), Downs (1956), Jarabak (1960), Ricketts (1961), Enlow (1982) und Bimler (1985) [101], [114]. Die verschiedenen Analysen unterscheiden sich einmal hinsichtlich ihres Umfanges (Gesamtanalysen wie z.B. nach Ricketts, oder solche mit einem bestimmten Augenmerk auf eine bestimmte Region wie z.B. die Tweed'sche Analyse: Lagebestimmung des unteren Eisers, Bedeutung hinsichtlich Prognose, Stabilität und Extraktionstherapie) und ihrer eigentlichen Konzeption (wie z.B. die Bogen-Analyse nach Sassouni). Durch die jeweilige Analyse vorgegebene Normwerte werden seitens der Autoren durch Untersuchungen an Probandengruppen, die als "ideal" betrachtet werden, festgelegt.

Die in dieser Arbeit durch Ehmer [35] entwickelte XX-Punkte-Analyse nach Münster

orientiert sich hauptsächlich an den Analysen Rakosis [83] und Ricketts' [88], auf die im entsprechendem Kapitel näher eingegangen wird.

1.7.3. Fotoanalyse

Im Rahmen der kieferorthopädischen Befunderhebung, v.a. der Profildiagnostik, werden Fotografien des Kopfes eines Patienten angefertigt und metrisch analysiert.

Die Aufnahmen stellen nicht nur einen Teil der Diagnostik dar, sondern sind auch Bestandteil der Dokumentation; die Fotografien erleichtern einen notwendigen Rückblick und helfen, Erklärungen sowohl für erreichte Therapieerfolge als auch für unerwünschte Veränderungen während und nach einer kieferorthopädischen Behandlung abzuleiten. Somit kommt ihnen auch große forensische Bedeutung zu. Durch die wiederholte vergleichende Beurteilung des aktuellen klinischen Bildes während einer Behandlung mit den Bildern des Anfangsbefundes können Veränderungen, durch wachstumsbedingte oder kieferorthopädische Einflußnahme verursacht, erkannt werden.

Schon lange vor Einführung der Fotografie in die Kieferorthopädie versuchten Künstler wie Leonardo da Vinci und Albrecht Dürer das Gesicht des Menschen zu "zergliedern" und regelmäßige Proportionen herauszufinden.

Erst später machte man sich die Fotografie zu Nutze wie z.B. Angle, der mit einem Kunstprofessor befreundet war, sie zum Zwecke der Dokumentation und zur Schulung des Blickes gebrauchte, jedoch noch nicht zur diagnostischen Hilfe. Es waren jedoch erst Martin (1928) und Rosenstern (1930), die die Fotografie des Gesichtes im Rahmen einer Untersuchung wissenschaftlich nutzten, um Wachstumsveränderungen während der Pubertät studieren zu können. Diesen folgten in den 50ern Stoner, Wylie, Matsukura und Sakai [41].

Den Grundstein für die fotografische Profilanalyse, legten schon früher Simon und Korkhaus mit dem von ihnen entwickelten Fotostatverfahren (1919 und 1921). Mit Hilfe von Fotostateinrichtungen ist es möglich, Aufnahmen in gleicher Größe und unter gleichen Bedingungen herzustellen, die dadurch eine exakte Auswertung und Vergleichsuntersuchung zulassen. Die Fotos werden sowohl in der Seitenansicht als auch als Enface-Bild hergestellt. Die Aufnahme sollte bei ungezwungener Lippenhaltung im Schlußbiß angefertigt werden, wobei der Kopf möglichst nach der

Frankfurter Horizontalen auszurichten ist. Das Ohr darf von Haaren nicht bedeckt sein, um den dort lokalisierten Meßpunkt erkennen zu können.

- *Seitenbild (Profildarstellung):*

Am lateralen Gesichtsfoto werden Harmonie und Disharmonie durch sagittale und vertikale Messungen festgestellt.

Die von A.M. Schwarz (1958) vorgelegten Kriterien zur sagittalen Bewertung des Gesichtsprofils stützen sich auf das Kieferprofilfeld (KPF). Zwei senkrechte Linien zur Ohr-Augen-Ebene, die Orbitalsenkrechte und die Hautnasionsenkrechte, schließen das KPF ein. Dabei ergeben sich neun Varianten zur Bestimmung des Profils in der Sagittalebene.

Bei regelrechtem Profilverlauf (*Biometgesicht*) tangiert die Oberlippe und das Subnasale die Nasionsenkrechte, das Pogonion molle liegt in der Mitte des KPF.

Bei einem *geraden Vorgesicht* liegt der Oberlippenpunkt und Subnasale vor der Nasionsenkrechten, das Pogonion molle tangiert diese Bezugslinie. Bei einem *geraden Rückgesicht* liegt das Subnasale hinter der Nasionsenkrechten, das Pogonion tangiert die Orbitalsenkrechte. Bei einem *schiefen Rückgesicht* liegt das Subnasale in der Nähe der Nasionsenkrechten, während das Pogonion molle aus der Mitte des KPF deutlich nach dorsal abweicht und häufig hinter der Orbitalsenkrechten liegt. Beim *schiefen Vorgesicht* nähert sich das Weichteilpogonion der Nasionsenkrechten.

Gerade Gesichter, ob parallel nach ventral oder dorsal verschoben, weisen eine "gleichwertig harmonische Schönheit" zum Mittelwertgesicht auf, wohingegen dem nach hinten oder vorne *schiefen* Rück-, Duchschnitts- und Vorgesicht durch nicht parallele Verschiebungen der Kieferbasen nach ventral oder dorsal entstanden, eine "verminderte Schönheit" bescheinigt wird, welche auch schon dem ungeübten Betrachter auffällt.

- *Enface-Bild:*

Das Enface-Bild dient der Beurteilung von Disproportionen und Asymmetrien des Gesichts in transversaler und vertikaler Ebene. Zum Erkennen transversaler Abwegigkeiten, dient die Beurteilung von Rakosi und Jonas [84], zu deren Analyse die Orbitalpunkte, der Nasionpunkt, der Subnasalpunkt und der Punkt Stomion

eingezeichnet werden. Als vertikale Bezugsebene dient die Verbindung des Nasionpunktes mit dem Subnasalpunkt, als obere Horizontalebene die Bipupillarebene und als untere Horizontalebene die Parallele zur Bipupillarebene durch das Stomion. Mandibuläre Kieferschwenkungen sowie auch Muskelhyperplasien (m. masseter) können so fotoanalytisch festgestellt werden.

Vertikale Abweichungen können anhand der *Kollmann'schen Proportionen* beurteilt werden. Unter den Kollmann'schen Proportionen wird die vertikale Aufteilung des Gesichtes in drei möglichst gleiche Teile verstanden. Zur Analyse werden folgende Meßpunkte herangezogen: Trichion, Nasion, Subnasale und Menton. Oberes- (Trichion-Nasion), mittleres- (Nasion-Subnasale) und unteres Drittel (Subnasale-Menton) sollten dabei im Verhältnis 1:1:1 stehen. Das untere Drittel kann nochmal unterteilt werden, dabei sollten die Proportionen folgendermaßen im Verhältnis zueinander stehen: Subnasale-Stomion $1/3$, Stomion-Menton $2/3$.

1.8. Zielstellung

Ziel der eigenen Untersuchung war es festzustellen, ob die Extraktionstherapie im anterioren Bereich (Prämolarenextraktion) versus Extraktionstherapie im posterioren Bereich (Molarenextraktion) im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlung differente Veränderungen und Einflüsse auf das Lippenprofil erbringt oder erzielt.

Da grundsätzlich alle Zähne für eine Extraktionstherapie in Frage kommen [78], erscheint die Frage interessant, ob im Oberkiefer durch Extraktion erster Prämolaren eine differente Profilveränderung speziell im Bereich der Lippen stattfindet, als durch Extraktion erster Molaren.

Allgemein und durch zahlreiche Literaturstudien unterstützt gilt die Regel, je weiter posterior die Extraktionsregion, desto geringer der Einfluß auf die Gesichtsform. Die Indikation für die Extraktionsregion wird je nach Gesichtsaufbau, Art des Lächelns, Zahnposition, Zustand der Kiefergelenke und anderen diagnostischen Faktoren differenziert, wonach die Extraktion von ersten oder zweiten Prämolaren, zweiten Molaren oder Zähnen anderer Zahngattungen indiziert sein kann [78].

Für die eigene Studie wird somit entsprechend der überwiegenden Literaturquellen folgende Hypothese formuliert:

Die stärker anterior orientierte Extraktion hat stärkere Auswirkungen auf das Lippenprofil als die weiter posterior orientierte Extraktionsregion. Zielstellung dieser Arbeit ist es, diese Hypothese zu bestätigen oder abzulehnen.

2. Material und Methode

2.1. Untersuchungskollektiv

Das Patientenkollektiv bestand aus dem Patientengut der kieferorthopädischen Poliklinik der WWU Münster aus den Jahren 1973-2000. Zur Auswertung gelangten laterale Fernröntgenseitenaufnahmen (FRS) von [n = 49] jugendlichen Patienten, die entweder mit der Extraktion der ersten vier Prämolaren und einer Multibracketapparatur oder der Extraktion der ersten vier Molaren und ebenfalls einer Multibracketapparatur behandelt wurden.

Um in die Studie aufgenommen zu werden, mußte ein Patient die folgenden Bedingungen vorweisen:

- Keiner der Patienten hatte angeborene Entwicklungsstörungen, ausgeprägte Asymmetrien oder nicht angelegte Zähne.
- Die Befundunterlagen jedes Patienten mußten vollständig vorliegen, dazu gehörten die kephalometrischen Fernröntgenseitenbilder, die vor und nach Abschluß der kieferorthopädischen Behandlung erstellt worden sind
- Das Alter der Patienten lag zwischen dem 10. und 14. Lebensjahr.

Inkludiert konnten 45 Sätze von Befundunterlagen. Die untersuchten Gruppen wurden sowohl prä- als auch posttherapeutisch in Geschlechter und Art der Extraktion unterteilt und gruppenspezifisch verglichen.

Die Prämolarenextraktionsgruppe besteht aus 29 (n) Patienten, davon 14 weiblichen, mit einer Altersverteilung zwischen 10,1 und 13,5 Jahren, und 15 männlichen, mit einer ähnlichen Altersverteilung zwischen 10,0 und 12,2 Jahren. Die Molarenextraktionsgruppe besteht aus 20 (n) Patienten, jeweils 10 weiblichen, zwischen 10,9 und 12,5 Jahren, und 10 männlichen Patienten, zwischen 10,5 und 13,7 Jahren.

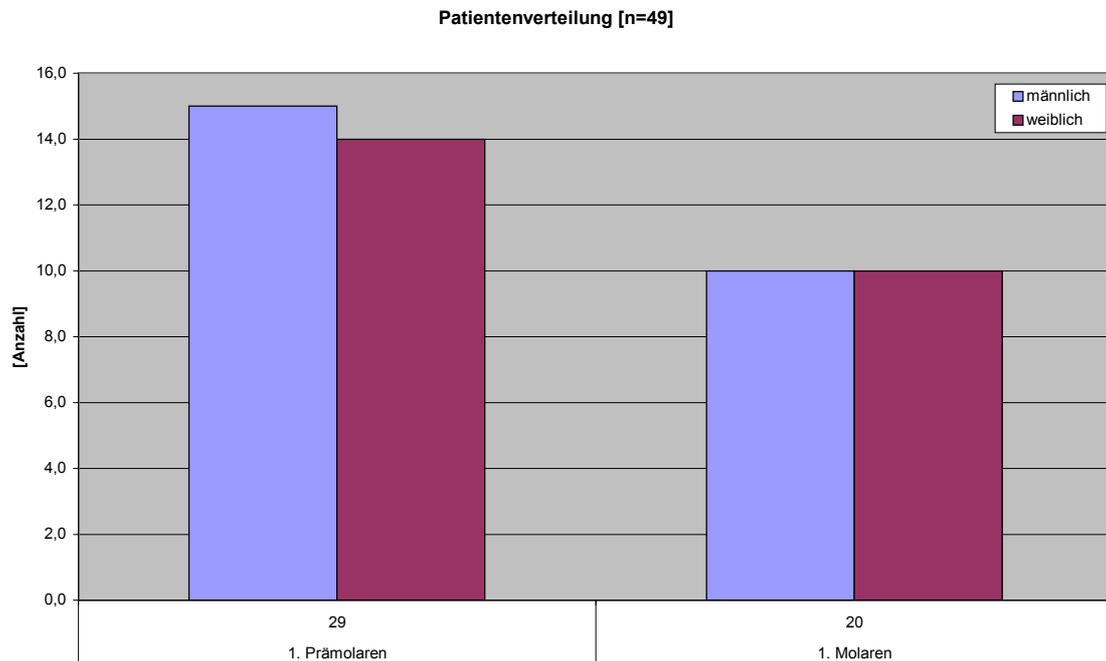


Abb. 4: Patientenverteilung nach Anzahl jeweils in der Prämolaren als auch in der Molarengruppe

Das Durchschnittsalter aller Patienten beträgt 11,6 Jahre, das aller *weiblichen* Patienten 11,5 Jahre und das aller *männlichen* Patienten 11,6 Jahre.

Für den kephalometrischen Vergleich wurden die Patienten in 4 Gruppen unterteilt, wobei der Unterscheidungsfaktor wie folgt beschrieben wird:

Gruppe 1: Prämolarenextraktionsgruppe, weiblich

Gruppe 2: Prämolarenextraktionsgruppe, männlich

Gruppe 3: Molarenextraktionsgruppe, weiblich

Gruppe 4: Molarenextraktionsgruppe, männlich

Unterschieden wurden alle Gruppen auf Signifikanz jeweils innerhalb der Gruppen als auch zwischen den Gruppen, um eventuelle Unterschiede herauszustellen.

2.2. Methode

Die Anfertigung der Röntgenbilder für diese retrospektive Studie erfolgte für die kieferorthopädische Diagnostik und Therapiekontrolle mittels des Fernröntgen-seitengerätes der Firma Siemens. Die für diese Arbeit verwendeten Röntgenaufnahmen wurden mit einem Film/Focus-Abstand von 3,50 m erstellt, was ca. 1% Vergrößerung entspricht. Je nach Schädelgröße und Filmempfindlichkeit ergeben sich 12-25 mAs und 72-81 kV.

Bei der Ausrichtung des Patientenkopfes wurde darauf geachtet, daß sowohl die Objektebene (Medianebene) als auch die Filmebene senkrecht zum Zentralstrahl ausgerichtet waren. Mit Hilfe eines Kephalostaten wurde der Patientenkopf über Ohrlöcher und die Nasenstütze sicher fixiert, um die Reproduzierbarkeit der Aufnahmen zu gewährleisten.

Entsprechend den Anweisungen für alle Röntgenaufnahmen wurde der Patient jeweils in der habituellen Okklusion und mit entspannter mimischer Muskulatur geröntgt. Die Filmkassette wurde parallel zur Frankfurter Horizontalen ausgerichtet. Das Filmformat betrug 18 x 24 cm² zur Darstellung des Viszerocraniums. Um die Strahlendosis möglichst gering zu halten, waren die Filmkassetten mit einer Verstärkerfolie (Lanex Regular Kodak, Empfindlichkeit 400) ausgestattet.

Im Gegensatz zu den knöchernen Strukturen unterliegt das Weichteilprofil wegen seiner erheblich höheren Strahlendurchlässigkeit oft der Gefahr überbelichtet zu werden. Der Röntgenfilm kann diese Differenzen in der Strahlendurchgängigkeit aufgrund seines begrenzten Kontrastumfangs nicht ausgleichen. Zur selektiven Abschwächung der Strahlung nahm man sich daher einen keilförmig angeordneten Weichteilfilter aus Kupfer zu Hilfe, um einen weichen Übergang zwischen gefilterten und ungefilterten Arealen zu gewährleisten.

Kodak-Röntgenfilme (T-MAT Plus G Film) wurden im Filmentwicklungsgerät der Firma Kodak (X-OMAT 480 RA Processor) entwickelt.

Die Auswertung der Röntgenbilder erfolgte digital mit Hilfe eines Computerprogramms der Firma "computer konkret" (Auswertungssoftware: FR-Win®)

Die Bilder wurden mit einem Durchlicht-Scanner (UMAX) und einer Auflösung von

150 dpi eingescannt und dann auf dem Computerbildschirm bearbeitet.

Die kephalometrisch relevanten Strukturen der Fernröntgenseitenaufnahmen wurden mit dem Profilverlauf nach rechts „durchgezeichnet“, wobei doppelt dargestellte, paarige Strukturen gemittelt wurden.

Die so gewonnenen Datensätze wurden auf einem Personalcomputer mit einem speziell dafür ausgerichteten FRS-Analyse-Programm (Software: FR-Win®, Firma: computer konkret/Dental Software) verrechnet und nach der XX-Punkte-Analyse ausgewertet. Diese Kombinationsanalyse orientiert sich dabei nach Angaben von Rakosi (1979) und Ricketts (1982).

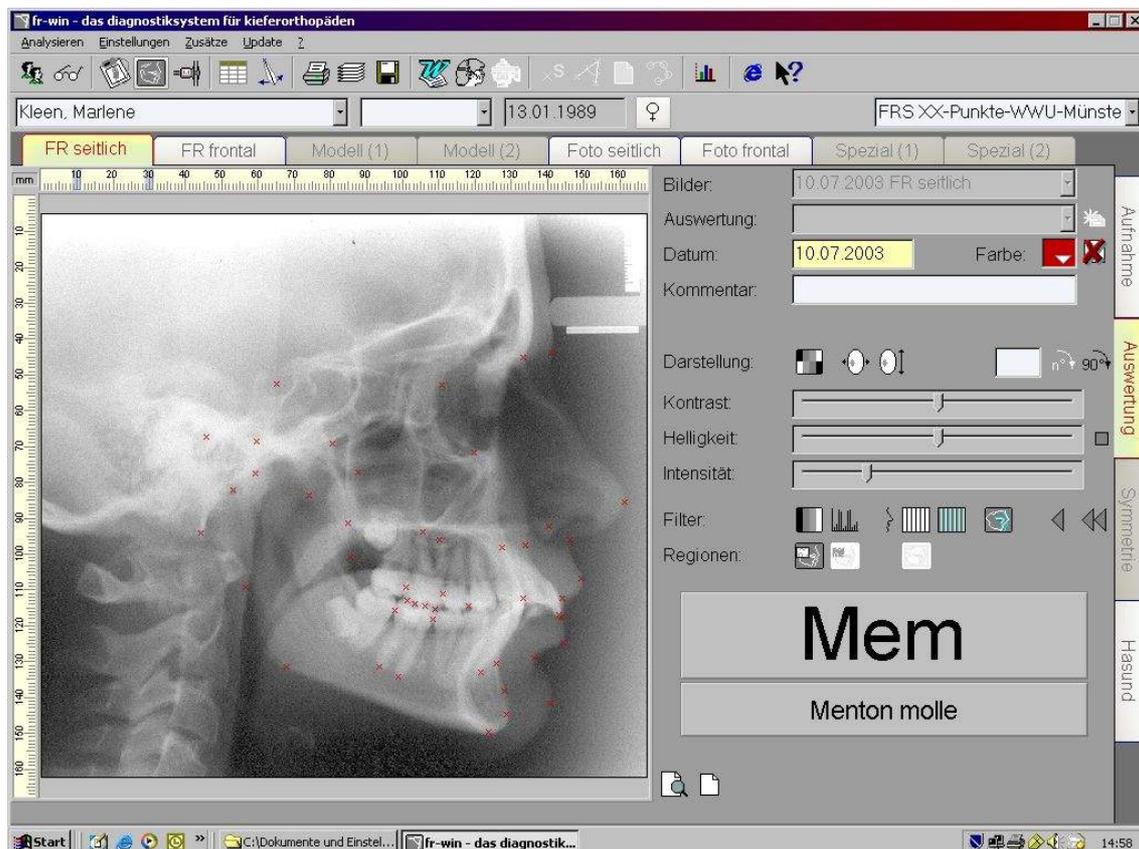


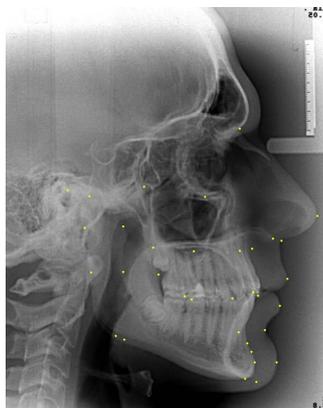
Abb. 5: Screenshot Analysesoftware "FR-Win®" (Firma "computer konkret")

2.2.1. Kephalometrische Messpunkte

Das Fernröntgenseitenbild ist eine zweidimensionale Abbildung eines dreidimensionalen Gebildes, dadurch ergeben sich nur Informationen über den sagittalen und vertikalen Schädelaufbau.

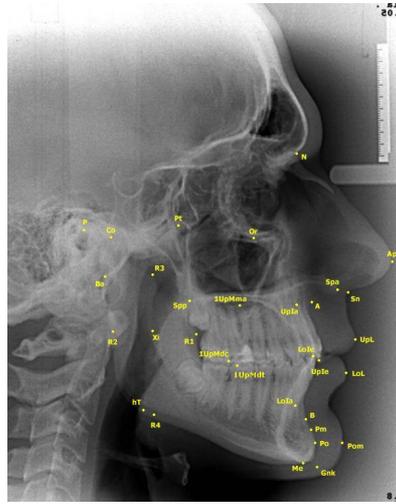


Bezugspunkte ergeben sich aus der Abbildung und Überlagerung anatomischer Strukturen, welche wie folgt unterschieden werden:



- Anatomische (anthropologische) Punkte: Bezugspunkte, die sich an oder innerhalb der Knochenstruktur befinden
- Röntgenologische Punkte: Bezugspunkte, die nur durch die vorliegende Projektion bestimmt sind, d.h. an Schnittpunkten röntgenologischer Strukturen liegen
- Konstruierte Punkte: Bezugspunkte, welche durch geometrische Konstruktion, also sekundär von anatomischen und/oder röntgenologischen Punkten ausgehend, ermittelt

werden.



In der Poliklinik für Kieferorthopädie am Universitätsklinikum Münster wird routinemäßig zur Auswertung der Fernröntgenaufnahme in der Norma lateralis die XXPunkteKombinationsanalyse nach Prof. Dr. Ulrike Ehmer [35] verwandt, die auch im Internet unter: http://medweb.uni-muenster.de/institute/zmk/einrichtungen/kfo/lehre/bildung/analysen/frs/f_index.html zu finden ist. Dieses Konzept basiert auf 20 exakt definierten Referenzpunkten. Im Folgenden werden die verwendeten Knochen-, Zahn- und Weichteilpunkte, sowie die Definition der waagerechten und senkrechten Ebenen aufgeführt.

Übersicht der Schädelpunkte:

	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Definition
1.	Nasion	N; NA (Ricketts)	Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Sutura nasofrontalis in der Median-Sagittal-Ebene (unpaarig)
2.	Orbitale	Or; OR (Ricketts, Riolo)	Tiefster Punkt der knöchernen Orbita
3.	Pterygoid-Punkt	Pt (Ricketts)	Schnittpunkt der hinteren Wand der Fossa pterygopalatina mit der unteren Grenze des Foramen rotundum
4.	Porion	P, Pr (Ricketts), PO (Riolo)	Der oberste Punkt des Porus acusticus externus
5.	Basion	Ba; BA (Ricketts, Riolo)	Unterster Punkt am Vorderrand des Foramen occipitale magnum (Clivus) in der Median-Sagittal-Ebene

Übersicht der Maxilla-Punkte:

	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Definition
6.	A-Punkt	A	Der tiefste Punkt der Einziehung an der äußeren Kurvatur zwischen Oberkieferbasis und dem Alveolarfortsatz in der Median-Sagittal-Ebene
7.	Spina nasalis anterior	Spa	Der am weitesten anterior gelegene Punkt der knöchernen Spina nasalis anterior in der Median-Sagittal-Ebene
8.	Spina nasalis posterior	Spp	Der am weitesten posterior gelegene Punkt der spina nasalis posterior in der Median-Sagittal-Ebene

Übersicht der Mandibula-Punkte:

	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Definition
9.	Condylion	Co	Höchster Punkt des Gelenkkopfes Co (Riolo), Dorsocranialster Punkt der gemittelten Condylen
10.	Mittlerer Condylus-Punkt	DC (Ricketts)	Konstruierter Schnittpunkt auf der Ba-N Linie und dem Zentrum des Condylus-Halses

	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Definition
11.	Ramus-Mittelpunkt	Xi (Ricketts)	Konstruierter Punkt im Zentrum des Ramus mandibulae, er wird konstruiert aus: R1: Ramus-Vorderrand (tiefste Einziehung der Krümmung) R2: Ramus-Hinterrand (parallel zu R1) R3: kaudalster Punkt der Incisura semilunaris R4: Ramus-Unterrand (parallel zu R3)
12.	horizontaler Tangentialpunkt	hT	Kaudalster Punkt am Unterrand des Corpus mandibulae
13.	Menton	Me; ME (Riolo)	Der kaudalste Punkt der Symphysenkontur
14.	Suprapogonion, Protuberantia menti	Pm, PM (Ricketts)	Wendepunkt von der Konkavität in die Konvexität am Vorderrand der Symphyse
15.	Pogonion	Po, Pog (Ricketts, Riolo)	Der ventralste Punkt des knöchernen Kinns in der Median-Sagittal-Ebene
16.	Gnathion	Gnk, Gn	Konstruierter Schnittpunkt der Mandibula-Corpus-Tangente (hT-Me) und der Verbindung von N-Po

Übersicht der Zahn-Punkte:

	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Definition
17.	Upper Incisor Edge	UpIe, A1 (Ricketts), UIE (Riolo)	Spitze der Inzisalkante des am weitesten anterior gelegenen oberen mittleren Schneidezahnes
18.	Upper Incisor Apex	UpIa, AR (Ricketts), UIA (Riolo)	Wurzelspitze des am weitesten anterior gelegenen oberen mittleren Schneidezahnes
19.	Lower Incisor Edge	LoIe, B1 (Ricketts), LIE (Riolo)	Spitze der Inzisalkante des am weitesten anterior gelegenen unteren mittleren Schneidezahnes
20.	Lower Incisor Apex	LoIa, BR (Ricketts), LIA (Riolo)	Wurzelspitze des am weitesten anterior gelegenen unteren mittleren Schneidezahnes
21.	First Upper Molar Mesial Apex	1UpMma	Spitze der mesialen Wurzel des ersten oberen Molaren

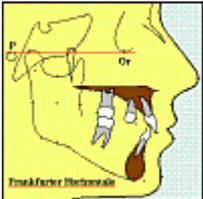
	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Definition
22.	First Lower Molar Distal Apex	1LoMda	Spitze der distalen Wurzel des ersten unteren Molaren
23.	First Upper Molar Distal Contactpoint	1UpMdc	Distaler Kontaktpunkt bzw. größte mesio-distale Breite der Kronenkontur des ersten oberen Molaren
24.	First Lower Molar Distal Contactpoint	1LoMdc	Distaler Kontaktpunkt bzw. größte mesio-distale Breite der Kronenkontur des ersten unteren Molaren
25.	First Upper Molar Mesial Tip	1UpMmt	Spitze des mesio-bukkalen Höckers des ersten oberen Molaren
26.	First Lower Molar Distal Tip	1LoMdt	Spitze des disto-bukkalen Höckers des ersten unteren Molaren
27.	First Upper Incisor Buccal Contactpoint	1UpIbc	Mitte der bukkalen Fläche der oberen mittleren Schneidezahnkrone

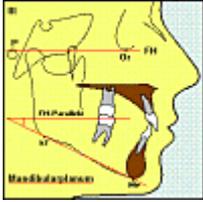
Übersicht der Weichteilpunkte:

	Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Definition
28.	Apex nasi	Ap, EN (Ricketts)	Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Krümmung des Weichteil-Nasenprofils
29.	Subnasale	Sn	Der am weitesten posterior superior gelegene Punkt der nasolabialen Krümmung, wird auch als Nasenwinkel bezeichnet
30.	Upper Lip	UpL	Der am Übergang von Oberlippe zu Philtrum gelegene Punkt
31.	Lower Lip	LoL	Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Unterlippe
32.	Stomion	Sto	Punkt des Zusammentreffens von Ober- und Unterlippe, bei inkompetenten bzw. potentiell inkompetenten Lippen als Sto1 der Oberlippe und als Sto2 der Unterlippe bezeichnet
33.	Pogonion molle	Pom	Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Weichteilkrümmung des Kinns

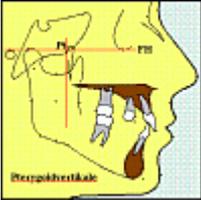
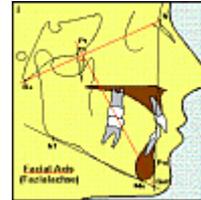
2.2.2. Definition der Ebenen

Waagerechte Ebenen:

Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Definition
Basion-Nasion-Ebene 	Ba-N	Die sogenannte Schädelebene oder auch kraniale Basis nach Ricketts, die das Neurocranium vom Viszerocranium trennt.
Frankfurter Horizontale 	FH	Sie wird auch als Ohr-Augen-Ebene (P-Or) bezeichnet und hat als horizontale Bezugsebene nicht nur eine starke klinische Bedeutung, sondern dient auch in der Photographie als Orientierungshilfe.
Palatinalplanum 	PP	Das Palatinalplanum (Spp-Spa) stellt die Oberkiefergrundebene dar.

Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Definition
Funktionelles Okklusalplanum 	fu OP	Das funktionelle Okklusalplanum ist OK bezogen und ist eine durch die Molaren- und Prämolarenokklusionskontakte gezogene Okklusionsebene. Der Vorteil besteht darin, daß die Frontzähne zur Konstruktion nicht mit einbezogen werden und daher Aussagen über Verkürzungen oder Verlängerungen der Front gemacht werden können. Meist schneidet sie auch die Lippenschlußlinie (Sto).
Corpus-Achse 	CA	Die horizontale UK-Körperlinie (Xi-Pm) ist eine sehr wachstumsstabile Zone, die von Veränderungen am UK-Hinter- und Vorder- rand nicht beeinflußt wird.
Mandibularplanum 	MP	Die klassische UK-Grundebene ist eine Tangente, die durch hT und Me gezogen wird. Besonders hT kann durch starke Masseterprotuberanzen so verändert werden, daß Abweichungen zum eigentlichen basalen Mandibularplanum entstehen.

Senkrechte Ebenen:

Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Definition
Pterygoidvertikale 	PtV	Die Pterygoidvertikale ist eine Senkrechte zur FH durch den Punkt Pt und dient zur Bestimmung der linearen sagittalen Position der oberen Molaren. Je nach Wert sollten die Molaren mesialisiert oder distalisiert werden.
Fazialplanum 	FP	Das Fazialplanum gilt als vordere Gesichtsebene und verläuft durch N und Po. Die Verlängerung dieser Ebene liefert zusammen mit dem Mandibularplanum im Schnittpunkt den Punkt GnK.
Ramus-Achse 	RA	Die Achse des aufsteigenden UK-Astes verläuft durch Xi-DC und stellt, wie auch die Corpus-Achse, eine wachstumsstabile Zone dar.
Fazialachse 	FA	Ricketts Facial axis verläuft durch die Punkte Pt-Gnk. Die sog. Wachstumsachse erlaubt zusammen mit der Schädelbasisebene Aussagen über den Wachstumstyp und kann nur therapeutisch geändert werden.

Bezeichnung	Kurzbezeichnung	Definition
APo-Ebene 	APo	Vertikale maxillo-mandibuläre Referenzebene, die nach Ricketts zur Beurteilung der Inzisalachsen und -kanten dient.
Esthetic-Line 	EL	Die Esthetic-Line oder E-Line ist eine Ebene am Weichteilprofil, die Nasenspitze (Ap) und Weichteilpogonion (Pom) verbindet. Sie gilt als Maß für die Weichteilbalance zwischen Lippen und Profil.
Upper Lip Drape 	UpLD	Die Oberlippenneigung (UpL-Sn) wird als hinten offener Winkel in Verlängerung zur FH gemessen. Therapeutisch wird ein etwas größerer Winkel angestrebt, wegen der abnehmenden Lippenfülle im Laufe des Alters.

2.3. Kephalometrische Analyse

Als Kephalometrische Analyse oder auch einfach nur FRS-Analyse bezeichnet man einen nach einer bestimmten Systematik zusammengestellten Satz kephalometrischer Meßwerte.

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der kephalometrischen Auswertung wiedergegeben. Die Kombinationsanalyse nach Ehmer [35] gibt dabei Hinweise über sagittale und vertikale Abweichungen, wobei Probleme meistens aus sagittalen, weniger aus vertikalen Differenzen resultieren.

Deswegen bevorzugt man heute hauptsächlich Winkel- und Streckenverhältnismessungen. Nur sehr wenige Meßwerte, vorwiegend die über die Dentition Auskunft gebenden, beruhen auf der Messung einfacher Strecken.

Wie vorhergehend ausgeführt, gibt es seit Anwendung von Fernröntgenseitenbildern eine Großzahl von Analysen, von denen jedoch nur wenige einen hohen Verbreitungsgrad gefunden haben, wie z.B. die Analysen nach Steiner [112], Korkhaus [114], Ricketts [88] und Holdaway [44], [45].

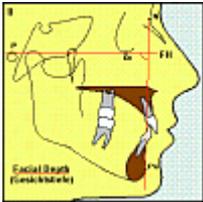
Die XX-Regionen FRS-Analyse Kombination nach Prof. Ehmer [35] orientiert sich nach den Angaben von Ricketts [88] und Rakosi [83], und gibt Auskunft über die sagittalen und vertikalen Strukturmerkmale des Schädels, die Lage der Dentition bezüglich der Kieferbasen, die Achsenstellung der Inzisivi und den Weichteilprofilverlauf. Dabei ist stets zu berücksichtigen, daß Winkelwerte stets unabhängig von der Entfernung gleich groß sind und dadurch reproduzierbar werden, lineare Werte jedoch der Verzerrung und Vergrößerung des Film-Focus-Abstandes unterliegen und deshalb immer die Vergrößerung miteingerechnet werden muß.

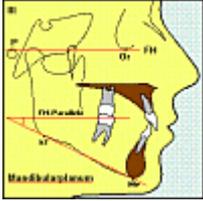
Zur Beurteilung des Profilverlaufs wurden außerdem Angaben aus Arbeiten von Katsaros [57], [58] herangezogen, um das Oberlippenprofil besser beurteilen zu können.

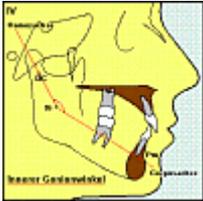
Die kephalometrische Kombinationsanalyse:

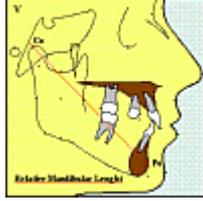
2.3.1. Schädel-Kiefer -Relationen

<p>I. Facial Axis</p> 	<p>Der Winkel wird nach hinten gemessen zwischen dem Schnittpunkt der Nasion-Basion-Ebene (Ba-N; Schädelbasis ebene nach Ricketts) und der Facial-Axis-Ebene (Pt-GnK), die sogenannte Wachstumsachse nach Ricketts, die seiner Meinung nach eine Aussage über die Entwicklungsrichtung des Unterkiefers zulässt.</p> <p>Er dient zur Bestimmung des Wachstumstyps oder dem skelettalem Typ bei Erwachsenen. Fällt sein Wert größer als 90° aus, so liegt ein horizontaler Wachstumstyp vor, bei kleinerem Winkel ein vertikaler.</p> <p>Dieser Winkel ist nicht altersabhängig und kann nur therapeutisch geändert werden.</p>
<p>Normwert:</p>	<p>90°</p>
<p>Standardabweichung:</p>	<p>± 3°</p>

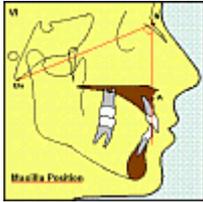
<p>II. Facial Depth</p> 	<p>Dieser Winkel nach Ricketts setzt sich aus dem Fazialplanum (N-Po) und der Frankfurter Horizontalen (P-Or) als Bezugsebene zusammen. Er ermöglicht eine Aussage über die Lage von Pogonion in der Sagittalen und somit über die anterior-posteriore Position des Unterkiefers im Verhältnis zum Gesichtsschädel.</p> <p>Der Winkel wird im Alter größer (+ 0,3° pro Jahr ab dem 9. Lj.) [101]. Po wächst außerdem stärker als N. Große Winkel verdeutlichen eine Vorlage des Kinns, kleine dementsprechend eine Rücklage.</p>
Normwert:	87°
Standardabweichung:	± 3°

<p>III. Mandibular Plane</p> 	<p>Der Mandibularplanumwinkel, (sog. Björk-Winkel) beschreibt die Neigung der Mandibula gegenüber der anterioren Schädelbasis. Der Winkel wird nach vorne zwischen der Frankfurter Horizontalen (P-Or) und dem Mandibularplanum (hT-Me), der sog. klassischen UK-Grundebene, gemessen.</p> <p>Fällt der Winkel klein aus, liegt ein horizontaler Wachstumstyp vor (besonders brachyfaziale Patienten mit starker Muskulatur und tiefem Biß), bei größerem Winkel ein vertikaler mit einer posterioren Neigung des Unterkiefers (dolichofaziale Patienten mit schwacher Muskulatur). In der Regel findet sich dann auch ein vergrößerter Innerer Gonionwinkel, ebenso wie eine vergrößerte Untere Gesichtshöhe.</p> <p>Er wird mit dem Alter kleiner (- 0,3° pro Jahr ab dem 9. Lj.) [101], da der Unterkiefer nach vorne wächst.</p>
Normwert:	26°
Standardabweichung:	± 4°

<p>IV. Innerer Gonionwinkel</p> 	<p>Der Innere Gonionwinkel wird aus der wachstumsstabilen Ramus-Achse (DC-Xi) und der Corpus-Achse (Xi-Pm) gebildet und nach vorne hin abgelesen. Er beschreibt die Form der Mandibula hinsichtlich der Relation zwischen Corpus und Ramus. Vergrößerte Werte weisen bei nicht kompensiertem Längenwachstum des Ramus auf eine posterior gerichtete Rotationstendenz des Corpus hin. Der Winkel wird, ebenso wie der Mandibularplanumwinkel, im Alter kleiner.</p>
Normwert:	154°
Standardabweichung:	± 5°

<p>V. Relative Mandibular Length</p> 	<p>Die Relative Unterkieferlänge ist ein linearer Wert, der zwischen dem Condylion (Co) und dem ventralsten Punkt der knöchernen Kinnprominenz, dem Pogonion (Po), in mm gemessen wird.</p> <p>Während des Wachstums verzeichnet er eine deutliche Zunahme, er ist außerdem vergrößert bei Syndromen wie dem Gigantismus, bei Akromegalie oder einfach nur bei einem zu stark ausgeprägtem Unterkiefer. Eine Verkleinerung ist oft bei Syndromen wie dem Robin-, Goldenhaar- oder dem Franceschetti-Syndrom festzustellen, bei denen eine Unterkieferhypoplasie vorliegt. Es kann aber auch einfach ein unterentwickelter Unterkiefer vorliegen.</p>
Normwert:	106 mm
Standardabweichung:	± 6 mm

2.3.2. Maxilla

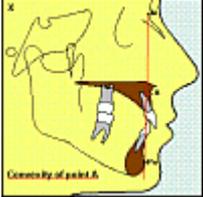
<p>VI. Maxillaposition</p> 	<p>Der Winkel Maxillaposition ermöglicht eine Bestimmung der apikalen Oberkieferbasis in der Sagittalen in Bezug zum Schädel. Er wird nach hinten gemessen zwischen der Basion-Nasion-Ebene (Ba-N) und der Ebene Nasion zu A-Punkt (N-A).</p> <p>Während des Wachstums weist dieser Winkel eine Konstanz auf. Einen kleineren Winkel findet man bei maxillärer Retrognathie, dementsprechend bei maxillärer Prognathie einen vergrößerten Winkel.</p>
<p>Normwert:</p>	<p>64°</p>
<p>Standardabweichung:</p>	<p>± 2°</p>

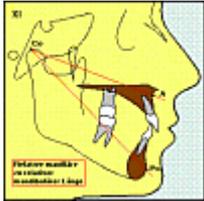
<p>VII. Palatal Plane</p> 	<p>Das Palatal Plane ist der nach vorne offene Winkel, der gemessen wird zwischen der Frankfurter Horizontalen FH (Po-Or) und dem Palatinal Planum PP (Spp-Spa), welches die Oberkiefergrunde Ebene darstellt. Dabei sollten FH und PP annähernd parallel sein.</p> <p>Bei Daumenlutschern findet man oft positive Werte und das Palatinal Planum erscheint nach oben gekippt, negative Werte und ein nach unten geneigtes PP können auf einen skelettalen Tiefbiß hindeuten.</p>
<p>Normwerte:</p>	<p>1°</p>
<p>Standardabweichung:</p>	<p>± 4°</p>

<p>VIII. Relative Maxillary Length</p> 	<p>Die Relative Unterkieferlänge ist ein linearer Wert, der zwischen dem Condylion (Co) und dem A-Punkt (A) in mm gemessen wird. Er ist eigentlich kein für den Oberkiefer spezifischer Punkt und wird im Wachstum größer.</p> <p>Sein Wert kann dazu genutzt werden, aus der relativen OK-Länge im Verhältnis dazu die relative UK-Länge zu bestimmen. Dadurch kann die Harmonie von Maxilla zu Mandibula bestimmt werden (1:1,2).</p>
<p>Normwert: Standardabweichung:</p>	<p>86 mm ± 6 mm</p>

2.3.3. Maxilla-Mandibula-Relationen

<p>IX. Lower Facial Height</p> 	<p>Der nach vorne offene Winkel der unteren Gesichtshöhe wird zwischen der Spina nasalis anterior (Spa), dem konstruierten Ramus-Mittelpunkt (Xi) und dem atrophiestabilen Suprapogonion (Pm) gebildet. Er dient zur Bestimmung der vertikalen Relation und verändert sich im Wachstum nicht.</p> <p>Er stellt den wichtigsten Winkel bei Beurteilung der vertikalen Relation dar. Ist der Normwert vergrößert, liegt ein vertikaler Wachstumstyp vor, ein kleiner Winkel deutet auf einen horizontalen Wachstumstyp hin.</p>
<p>Normwert: Standardabweichung:</p>	<p>45° $\pm 4^\circ$</p>

<p>X. Convexity of Point A</p>  <p><small>Convexity of point A</small></p>	<p>Die Konvexität des Punktes A wird senkrecht zum Fazialplanum (N-Po) in mm gemessen und ist ein linearer Wert. Liegt A ventral des Fazialplanums, spricht man von einer positiven Konvexität, eine negative Konvexität liegt demnach bei einer dorsalen Lage von A zur N-Po vor. Die Lage vom A-Punkt zum Fazialplanum stellt eine wichtige Beziehung dar, und sollte etwa darauf liegen. Bei horizontalem Wachstumsmuster wird anfangs ein größerer Wert toleriert, der sich im Laufe des Wachstums ausgleicht, da der Wert um etwa - 0,3 mm pro Jahr ab dem 8 1/2 Lj. abnimmt, was mit dem meist stärkeren Wachstum der Mandibula zusammenhängt [100] [101].</p> <p>Man geht von der Annahme aus, daß A richtig liegt und kann so gut die Beziehung der Maxilla zur Mandibula beurteilen. Da jedoch nicht mit Sicherheit gesagt werden kann, in welchem Kiefer die Schuld liegt, müßten die Analysepunkte II und IV mitbeurteilt werden.</p>
Normwert:	+ 2 mm
Standardabweichung:	± 2 mm

<p>XI. Relative maxilläre zu relativer mandibulärer Länge</p> 	<p>Dieser Wert stellt das Größenverhältnis zwischen Maxilla und Mandibula dar. Mittels Dreisatz wird das Verhältnis von der Strecke Co-A zur Strecke Co-Po errechnet.</p> <p>Idealerweise sollte der Unterkiefer ein Fünftel größer sein als der Oberkiefer.</p>
<p>Normwert:</p> <p>Standardabweichung:</p>	<p>1 : 1,2</p> <p>± 0</p>

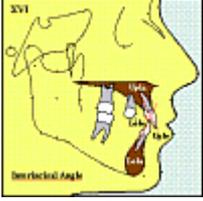
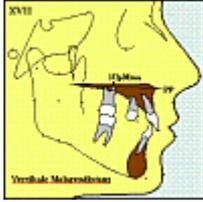
2.3.4. Dentale Relationen

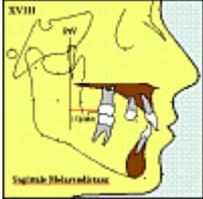
<p>XII. Lower Incisor Position</p> 	<p>Die Position des am weitesten anterior stehenden unteren Schneidezahnes ist ein linearer Wert (mm), der den Abstand derselben Schneidekante (LoIe) senkrecht zur A-Po-Ebene beschreibt. Die lineare Entfernung der unteren Schneidezahnkanten beeinflusst Ästhetik und Stabilität des Kausystems und ist daher ein wichtiger Schlüssel in der kieferorthopädischen Planung [100].</p> <p>Dabei kann festgestellt werden, ob eine Retro- oder Anteposition (Kantenstellung) der Schneidezähne vorliegt, oder die Lage der Frontzähne korrekt ist und lediglich eine falsche Inklination vorherrscht.</p>
<p>Normwert:</p> <p>Standardabweichung:</p>	<p>+ 1 mm</p> <p>± 2 mm</p>

<p>XIII. Lower Incisor Inclination</p> 	<p>Die Inklination des am weitesten anterior stehenden unteren Schneidezahnes wird mit diesem nach kaudal gemessenen Winkel bestimmt. Der Winkel wird gebildet aus der Zahnachse (LoIe-LoIa) des Einsers und der A-Po-Ebene.</p> <p>Wenn die Zahnachse etwa 90° zum Mandibularplanum ist die Inklination korrekt.</p>
<p>Normwert: Standardabweichung:</p>	<p>22° ± 4°</p>

<p>XIV. Upper Incisor Position</p> 	<p>Die Position des am weitesten anterior stehenden oberen Schneidezahnes ist ein linearer Wert (mm), der den Abstand derselben Schneidekante (UpIe) senkrecht zur A-Po-Ebene beschreibt.</p>
<p>Normwert: Standardabweichung:</p>	<p>+ 4 mm ± 2 mm</p>

<p>XV. Upper Incisor Inclination</p> 	<p>Die Inklination des am weitesten anterior stehenden oberen Schneidezahnes wird mit diesem nach kaudal gemessenen Winkel bestimmt. Der Winkel wird gebildet aus der Zahnachse (UpIe-UpIa) des Einsers und der A-Po-Ebene.</p>
<p>Normwert: Standardabweichung:</p>	<p>28° ± 4°</p>

<p>XVI. Interincisal Angle</p> 	<p>Der nach vorne gemessene Winkel zwischen der Zahnachse des am weitesten anterior stehenden oberen Iers (UpIe-UpIa) und des anteriorsten unteren Iers (LoIe-LoIa). Bei richtiger Inklination muß der Interinzisalwinkel stimmen.</p> <p>Bei größeren Werten weist dies auf eine inklinierte Front hin, bei kleineren dementsprechend auf eine Proklination der Front.</p>
<p>Normwert: Standardabweichung:</p>	<p>130° ± 5°</p>
<p>XVII. Vertikale Molarendistanz</p> 	<p>Die vertikale Molarendistanz stellt den in mm gemessenen linearen Abstand des mesialen Wurzelapex des ersten oberen Molaren senkrecht zum Palatinalplanum PP (Spa-Spp) gemessen dar.</p>
<p>Normwert: Standardabweichung:</p>	<p>0 mm ± 2 mm</p>

XVIII. Sagittale Molarendistanz 	<p>Gemessen wird der Abstand zwischen dem distalen Kontaktpunkt des ersten oberen Molaren (1 UpMdc) und der Pterygoidvertikalen (PtV) in mm. Daran kann gemessen werden wie der 6-Jahr-Molar im Kiefer steht, und ob er distalisiert werden muß. Liegt der Wert im Normbereich, sollte der 6er zur Platzgewinnung nicht zu weit distalisiert werden, umgekehrt sollte er bei einer vergrößerten sagittalen Molarendistanz distalisiert werden.</p>
Normwert: Standardabweichung:	12 mm (Alter + 3 mm) ± 2 mm

2.3.5. Weichteilrelationen

XIX. Lower Lip zur E-Line 	<p>Dieser lineare Wert wird senkrecht von der Unterlippe (LoL) zur Esthetic-Line (Ap-Pom) gemessen, wobei die Unterlippe normalerweise auf der E-Line liegen sollte. Abweichungen werden durch die UK-Position beeinflusst. Bei Erwachsenen liegt die Unterlippe jedoch meist 1-2 mm hinter der E-Line, da der Wert ab dem 8 1/2 Lj. um etwa 0,2 mm pro Jahr abnimmt [101].</p>
Normwert: Standardabweichung:	0 mm ± 2 mm

<p>XX. Upper Lip Drape</p> 	<p>Die Oberlippenneigung ist der nach hinten gemessene Winkel der Verbindung von Upper Lip zu Subnasale (UpL-Sn) und der Frankfurter Horizontalen (P-Or). Die Oberlippe wird hauptsächlich von den Frontzähnen gestützt. Der Winkel wird mit zunehmenden Alter kleiner, deswegen sollte bei kieferorthopädischen Einstellung der Frontzahnstellung ruhig ein etwas größerer Winkel angestrebt werden.</p>
<p>Normwert: Standardabweichung:</p>	<p>99° ± 5°</p>

<p>XXI. Upper Lip zur ELine</p> 	<p>Der Abstand der Oberlippe zur Esthetic-Line ist ein linearer Wert, der senkrecht von der E-Line (Ap-Pom) zur Oberlippe (UpL) gemessen wird. Nach einer Studie von Katsaros et al [58] sollte die Oberlippe vor der E-Line liegen, also dorsal der E-Line (-0,3 mm), bei einer sagittalen Frontzahnstufe von mind. 6 mm.</p> <p>Zu beachten ist , daß sich die Position der Oberlippe im Laufe des Lebens nach dorso-kaudal entwickelt. Nach einer Studie von Droschl et al. zeigt sich eine signifikant altersbedingte Zunahme des Abstandes bei Klasse I Patienten, sowohl männlich als auch weiblich. Bei Klasse II/1 Patienten konnte lediglich bei weiblichen Patienten eine Signifikanz festgestellt werden [32].</p>
<p>Normwert: Standardabweichung:</p>	<p>- 3,8 mm ± 2 mm</p>

XXII. Oberlippen dicke 	Die Oberlippendicke ist ein ebenfalls linearer Wert, der von der Mitte der bukkalen Fläche der oberen mittleren Schneidezahnkrone (1UpIbc) zur Oberlippe (UpL) gemessen wird. Nach Katsaros et al [58] beträgt die durchschnittliche Dicke der Oberlippe 12,3 mm
Normwert:	13,4 mm
Standardabweichung:	± 2,3 mm

2.4. Statistische Analyse

Die Meßwerte aller festgelegten Variablen wurden mit einem Personalcomputer mit dem Betriebssystem Windows 2000 erfaßt. Die Textverarbeitung erfolgte mit StarOffice 5.2, die Tabellenkalkulation mit Excel 2000 und die statistische Auswertung mit SPSS 11.0 für Windows.

Die Veränderungen der Parameter zwischen beiden Gruppen wurden mit dem t-Test für unverbundene Stichproben oder dem Mann-Whitney-U-Test (nichtparametrischer Test), im Falle von nicht normal verteilten Daten, geprüft.

Die Unterschiede zwischen den zwei Registrierungszeiten wurden statistisch mit dem t-Test für verbundene Stichproben oder dem Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test, im Falle von nicht normal verteilten Daten, geprüft.

Weitere Definitionen:

Arithmetisches Mittel:

Summe aller Beobachtungen, dividiert durch die Anzahl dieser Beobachtungen.

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Median:

Merkmalswert, der bei ungeraden n in der nach der Größe geordneten Reihe an $\left(\frac{n+1}{2}\right)$ -ter, bei geraden n an $\frac{n}{2}$ -ter und $\left(\frac{n}{2}+1\right)$ -ter Stelle steht.

Varianz:

Quadrat der Standardabweichung, sie (auch Dispersion oder Streuung genannt) ist die mittlere quadratische Abweichung der x -Werte vom Mittelwert. Die Varianz wird als Maß für die Genauigkeit betrachtet.

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Signifikanz:

nicht signifikant	= $p > 0,05$
signifikant	= $p < 0,05$
hoch signifikant	= $p < 0,01$
höchst signifikant	= $p < 0,001$

2.5. Methodischer Fehler

In Anlehnung an Katsaros et al. [58] wurden nach dem Zufallsprinzip von 20 Patienten Fernröntgenseitenbilder von beiden Registrierungsstadien ausgewählt. Diese wurden nach acht Wochen zum 2. Mal durchgezeichnet, ausgewertet und der Methodenfehler bestimmt.

Die Größe des kombinierten Methodenfehlers wurde nach der Formel von Dahlberg berechnet.

$$\mathbf{\ddot{a}} = \sqrt{\frac{d^2}{2n}}$$

$\mathbf{\ddot{a}}$ ist dabei die Differenz zwischen dem einzelnen Messwert und dem Mittelwert aus den Einzelmessungen desselben Röntgenbildes. d ist der Unterschied zwischen zwei Registrierungen und n die Anzahl der doppelten Messungen. Der berechnete Wert entspricht in etwa der Standardabweichung, d.h. je kleiner das Ergebnis ist, um so genauer ist auch die Messung. Da die Differenzen quadriert werden, beeinflusst ein einzelner Ausreißer die Größe des Methodenfehlers deutlich.

3. Ergebnisse

3.1. Gruppe 1: Prämolarenextraktionsgruppe, weiblich

Untersuchungsparameter: Unterlippe zu E-Line

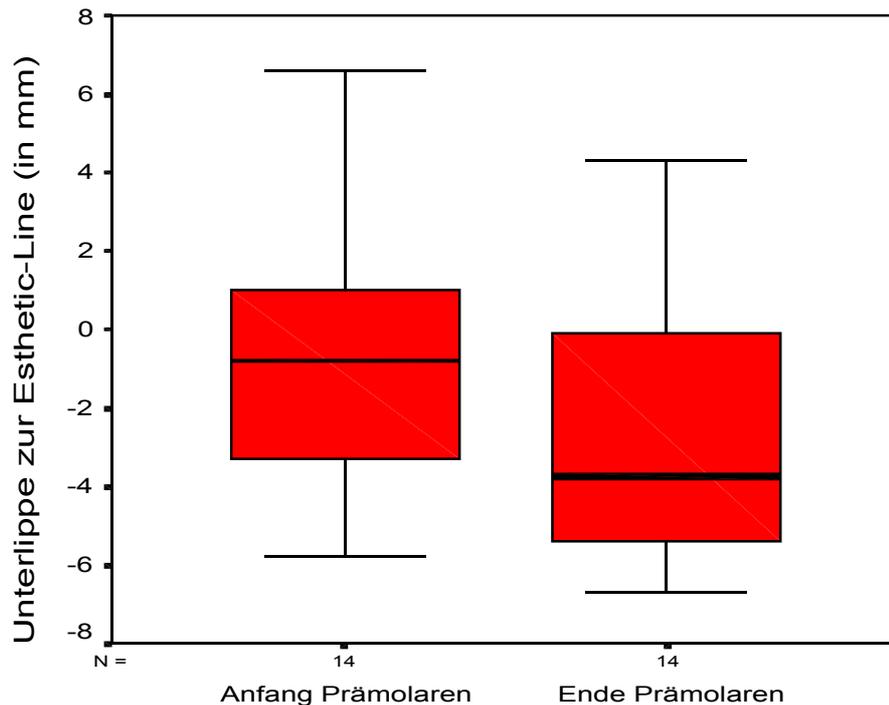


ABB. 6: VERÄNDERUNGEN DES WERTES UNTERLIPPE ZUR ESTHETIC-LINE IN DER GRUPPE PRÄMOLAREN/WEIBLICH.

Innerhalb der untersuchten Gruppe gab es keinen signifikanten Unterschied ($p > 0,05$), jedoch war ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen beiden Gruppen festzustellen.

Der Mittelwert des Anfangsbefundes Unterlippe zur Esthetic-Line beträgt - 0,74 mm mit einem Minimum von -5,8 mm und einem Maximum von 6,6 mm. Der Endbefund weist einen Mittelwert von 2,5 mm, ein Minimum von - 6,7 mm und ein Maximum von 4,3 mm auf.

Es ist also eine Abnahme des Parameters festzustellen, den besonders deutlich der Medianwert veranschaulicht. Der Anfangsmedian beträgt -0,8 mm, der Endmedian -3,8 mm.

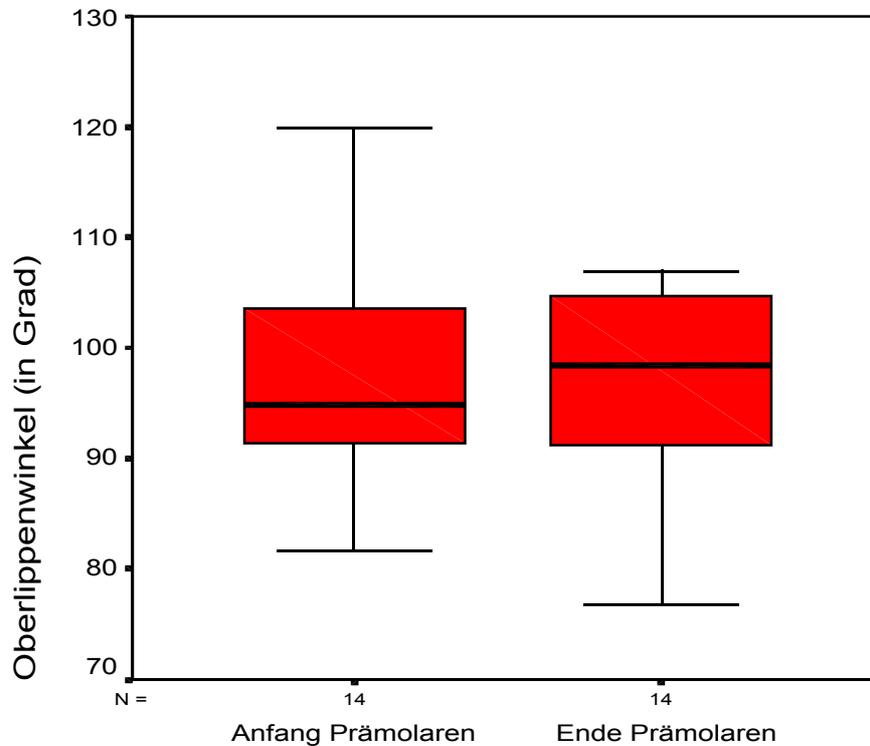
Untersuchungsparameter: Oberlippenwinkel

Abb. 7: Veränderungen des Wertes Oberlippenwinkel in der Gruppe Prämolaren/weiblich.

Der Mittelwert des Anfangsbefundes Oberlippenwinkel beträgt $97,4^\circ$ mit einem Minimum von $81,6^\circ$ und einem Maximum von $119,9^\circ$. Der Endbefund weist einen Mittelwert von $95,764^\circ$, ein Minimum $76,8^\circ$ von und ein Maximum von $106,9^\circ$, auf. Weder innerhalb, noch zwischen den beiden Gruppen war eine Signifikanz feststellbar.

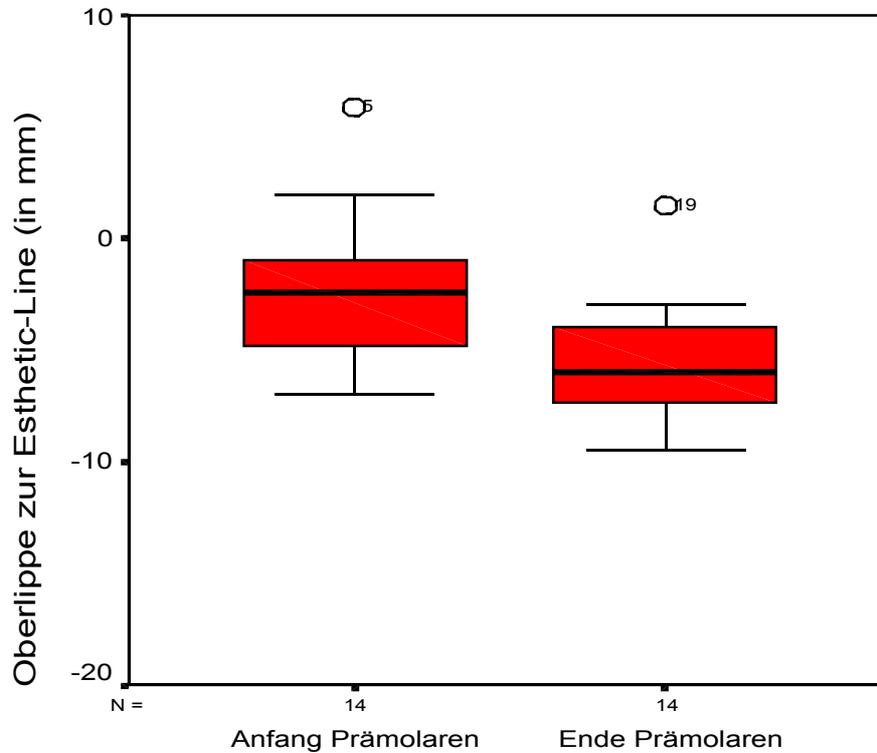
Untersuchungsparameter: Oberlippe zur Esthetic-Line

Abb. 8: Veränderungen des Wertes Oberlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe Prämolaren/weiblich.

Der Untersuchungsparameter Oberlippe zur E-Line zeigt innerhalb der untersuchten Gruppe eine Signifikanz ($p < 0,05$) auf. Zwischen den beiden Gruppen liegt sogar ein höchst signifikantes ($p < 0,001$) Ergebnis vor, was die Boxplotdarstellung deutlich veranschaulicht.

Der Mittelwert Oberlippe zur E-Line liegt in der Anfangsgruppe bei 3,6 mm (Minimalwert -7,0 mm, Maximalwert 5,9 mm), in der Gruppe nach Behandlungsende bei 2,8 mm (Minimalwert -9,5 mm, Maximalwert 1,5 mm). Deutlich ist hier eine Abnahme der Oberlippe zur Esthetic-Line zu erkennen.

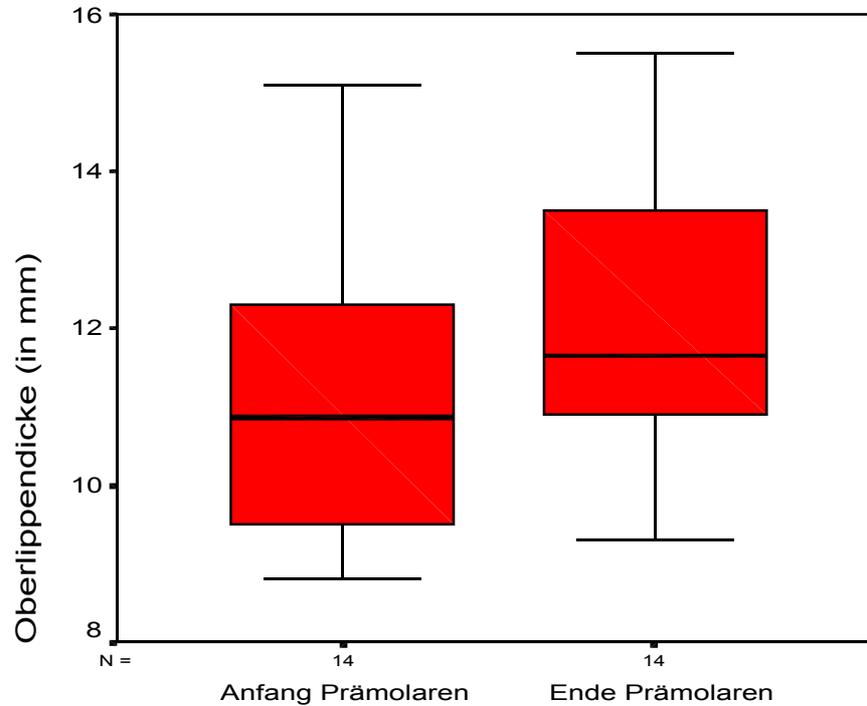
Untersuchungsparameter: Oberlippendicke

Abb. 9: Veränderungen des Wertes Oberlippendicke in der Gruppe Prämolaren/weiblich.

Die Veränderung der Oberlippendicke zeigt bei Betrachtung innerhalb der untersuchten Gruppe Prämolarenextraktion/weiblich keine signifikanten Ergebnisse ($p > 0,05$). Auch der Vergleich zwischen Anfangs- und Endgruppe ist nicht signifikant ($p > 0,01$). Es ist auf jeden Fall eine Zunahme der Oberlippendicke zu verzeichnen, die am Anfang 11,2 mm (Minimum 8,8 mm, Maximum 15,1 mm) und am Schluß der Behandlungsphase nach Extraktion der Prämolaren sogar 12,2 mm im Mittel (Minimum 9,3 mm, Maximum 15,5 mm) beträgt.

3.2. Gruppe 2: Prämolarenextraktionsgruppe, männlich

Untersuchungsparameter: Unterlippe zu Esthetic-Line

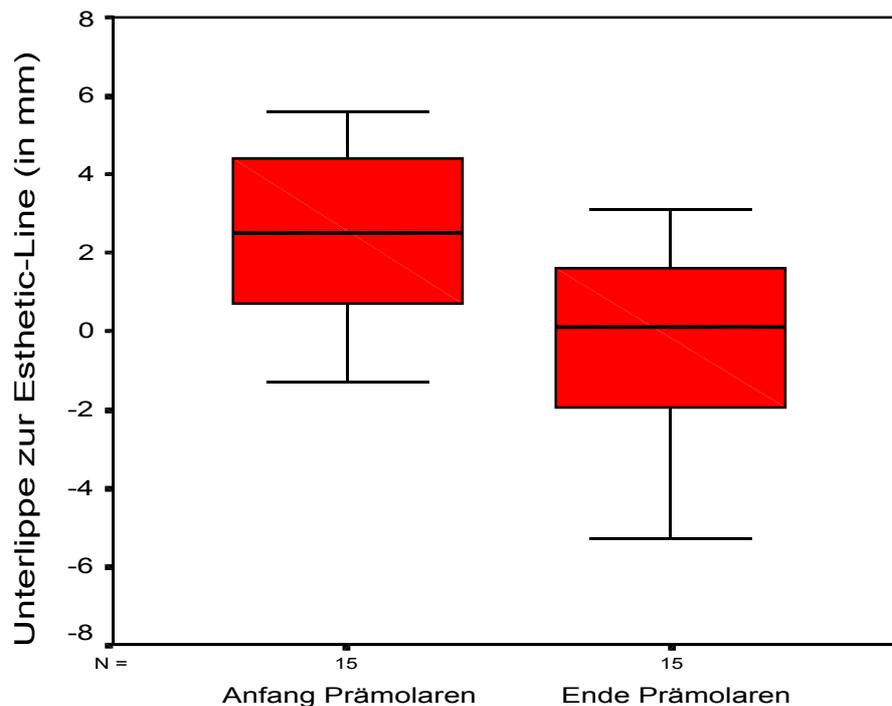


Abb. 10: Veränderungen des Wertes Unterlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe Prämolaren/männlich.

In der Prämolarenextraktionsgruppe/männlich ist innerhalb der Gruppe ein hoch signifikantes ($p < 0,01$) Ergebnis zu erkennen, was bei der Untersuchung zwischen den Gruppen ebenfalls deutlich wird, da der Wilcoxon-Test ein signifikantes ($p < 0,05$) Ergebnis herausstellte.

Der ermittelte Medianwert der Anfangsgruppe beträgt 2,5 mm, der der Endgruppe 0,1 mm. Es ist eine deutlich Abnahme des Wertes Unterlippe zur Esthetic-Line zu verzeichnen, welches auch in Anbetracht des Mittelwertes veranschaulicht wird. Hier beträgt er in der Anfangsgruppe 2,5 mm (Minimum -1,3 mm, Maximum 5,6), in der Gruppe nach Behandlungsende nur noch -0,45 mm (Minimum -5,3 mm, Maximum 3,1 mm).

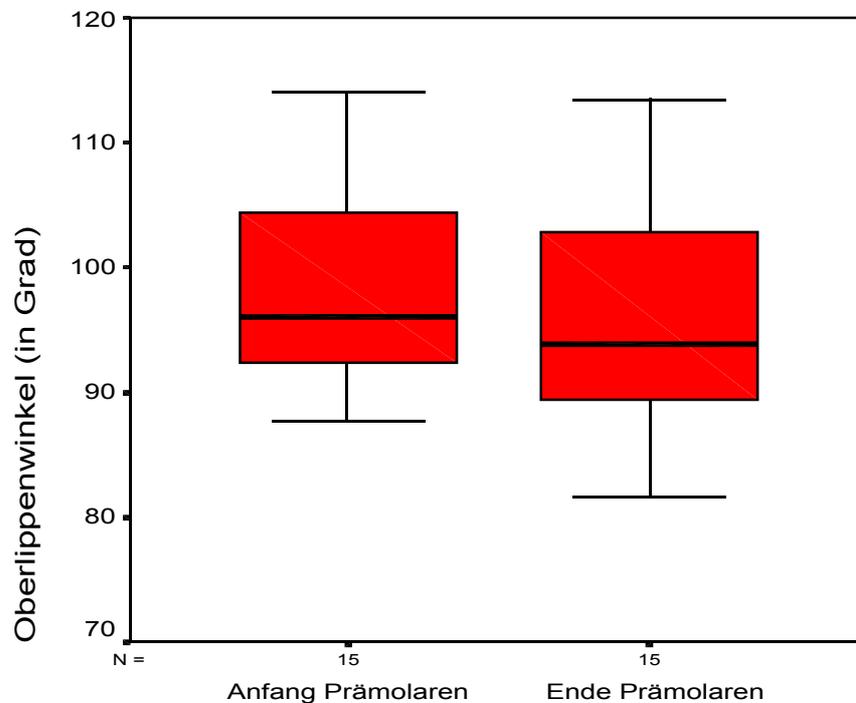
Untersuchungsparameter: Oberlippenwinkel

Abb. 11: Veränderungen des Wertes Oberlippenwinkel in der Gruppe Prämolaren/männlich.

Trotz einer Abnahme des Oberlippenwinkels in der untersuchten Gruppe ist diese weder bei Vergleich innerhalb noch zwischen den Gruppen signifikant ($p > 0,05$).

Die Abnahme des Winkels stellt sich wie folgt dar. Der Mittelwert am Anfang der Untersuchung beträgt $98,5^\circ$ (Medianwert $96,0^\circ$), mit Minimal- und Maximalwerten von $87,7^\circ$ und $114,0^\circ$. Der Endmittelwert beträgt $95,55^\circ$ (Medianwert $93,9^\circ$), mit einem Minimalwert von $81,5^\circ$ und einem Maximalwert von $113,5^\circ$.

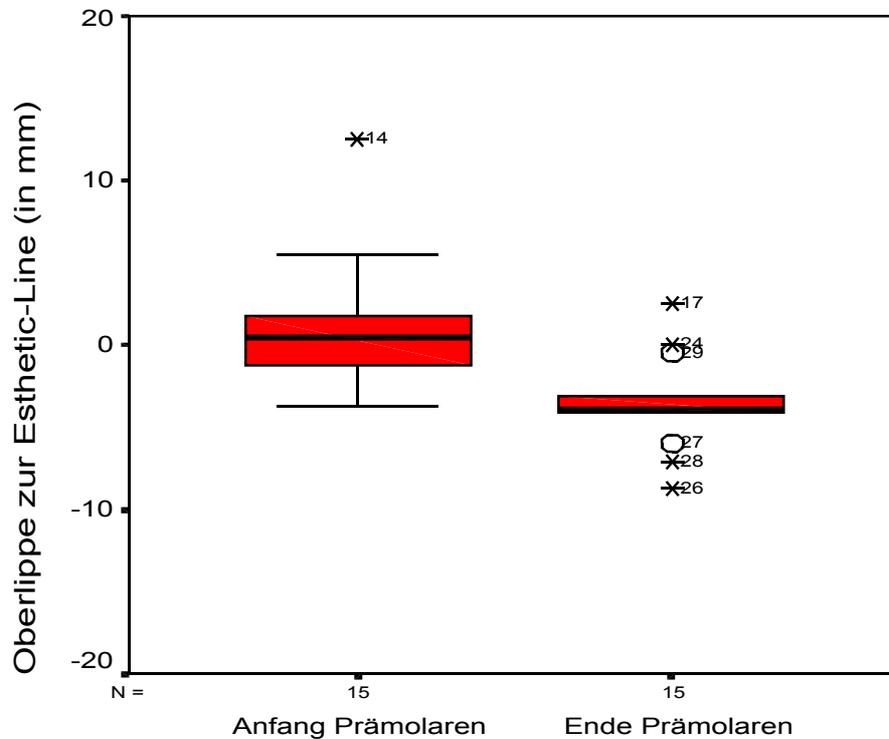
Untersuchungsparameter: Oberlippe zur Esthetic-Line

Abb. 12: Veränderungen des Wertes Oberlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe Prämolaren/männlich.

Die Veränderung der Oberlippe zur Esthetic-Line ist für den Vergleich innerhalb der Gruppe sowie auch beim Vergleich zwischen den beiden Gruppen von höchster Signifikanz ($p < 0,001$).

Die Veränderung des Wertes wird bei Betrachtung des Boxplots deutlich. Der Mittelwert am Anfang beträgt 0,97 mm (Medianwert 0,4 mm), die jeweiligen Minimal- bzw. Maximalwerte betragen -3,7 bzw. 12,5 mm. Die Werte der Endgruppe sind deutlich geringer, der Mittelwert liegt bei -3,59 mm (Medianwert -3,9 mm), das Minimum liegt bei -8,7 mm, und das Maximum bei 2,5 mm.

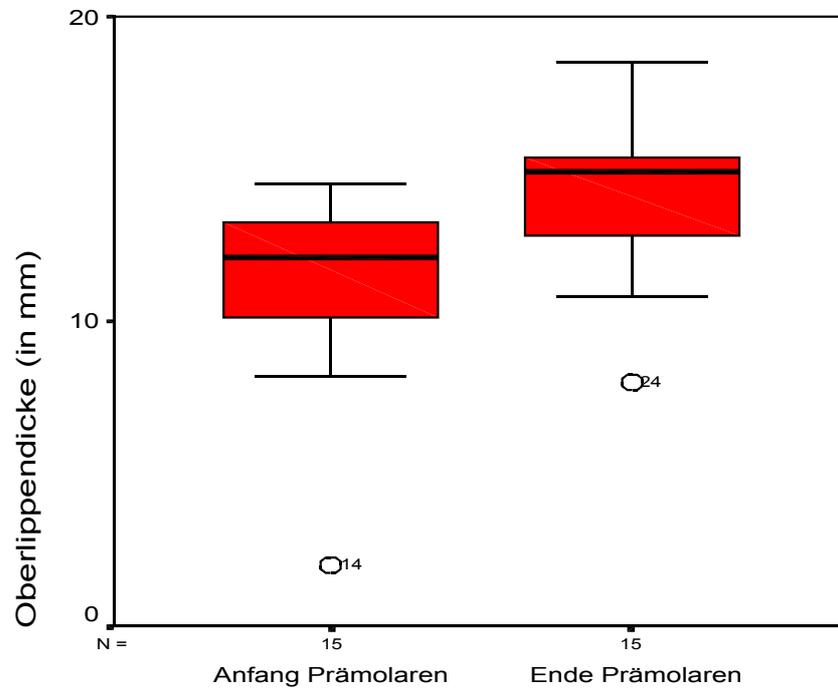
Untersuchungsparameter: Oberlippendicke

Abb. 13: Veränderungen des Wertes Oberlippendicke in der Gruppe Prämolaren/männlich.

Der in mm gemessene lineare Wert der Oberlippe ist beim Test innerhalb der Gruppe hoch signifikant ($p < 0,01$). Er vergrößert sich bei Betracht der Mittelwerte von 11,17 mm (Medianwert 12,1 mm) auf 14,167 mm, also um exakt 3 mm.

Die Minima bzw. Maxima der Anfangsgruppe liegen bei 2,0 mm bzw. 14,0 mm, die der Endgruppe bei 8,0 mm bzw. 18,5 mm.

Der Vergleich zwischen den Gruppen ist dabei nur noch signifikant ($p < 0,05$).

3.3. Gruppe 3: Molarenextraktionsgruppe, weiblich

Untersuchungsparameter: UK-Lippe zu E-Line

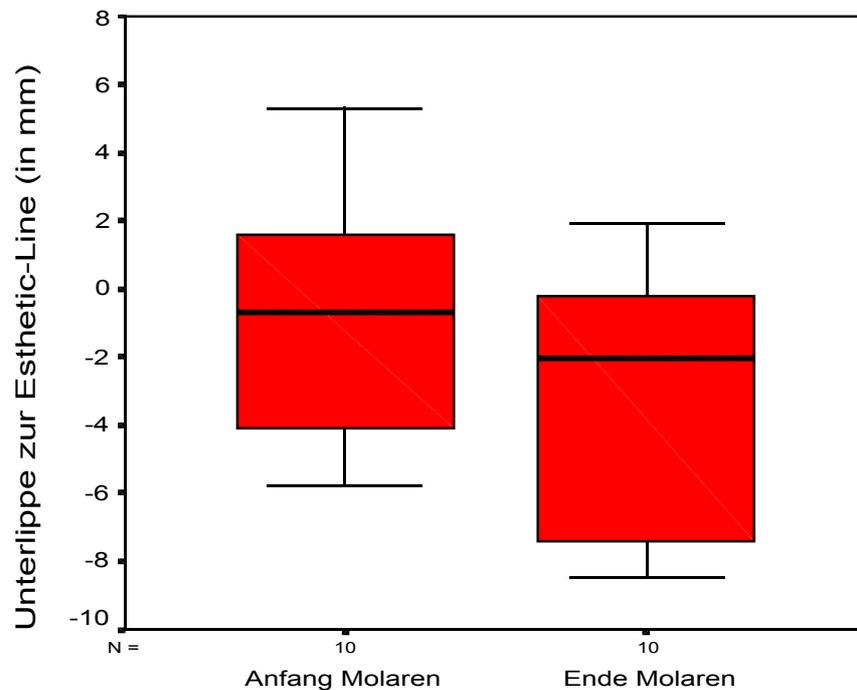


Abb. 14: Veränderungen des Wertes Unterlippe zur E-Line in der Gruppe Molaren/weiblich.

Die Reduktion des Abstandes der Unterlippe zur Esthetic-Line innerhalb der Gruppe war nicht signifikant ($p > 0,05$). Jedoch beim Vergleich zwischen den Gruppen war er hoch signifikant ($p < 0,01$).

Im Mittel reduzierte sich die Unterlippe um -2,34 mm, von -0,71 auf -3,05 mm. Der Medianwert betrug anfangs -0,7, am Ende -2,05 mm.

Die jeweiligen Niedrig- und Höchstwerte betragen am Anfang bzw. Ende -5,8 mm und 5,3 mm bzw. -8,5 mm und 1,9 mm.

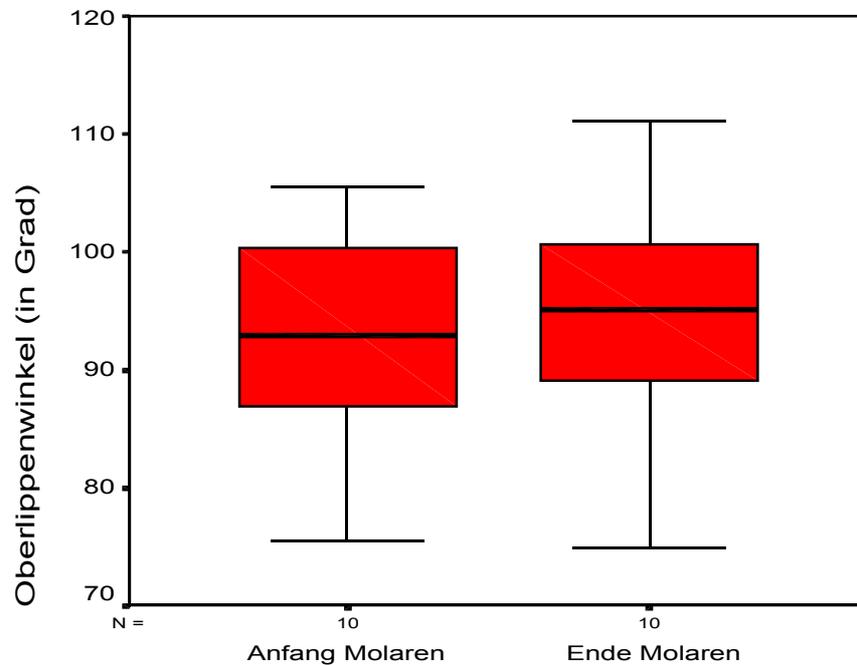
Untersuchungsparameter: Oberlippenwinkel

Abb. 15: Veränderungen des Wertes Oberlippenwinkel in der Gruppe Molaren/weiblich.

Weder innerhalb der untersuchten Gruppe noch bei der Untersuchung zwischen den Gruppen waren die Veränderungen des Oberlippenwinkels signifikant ($p > 0,05$).

Die Boxplotdarstellung veranschaulicht dies.

Der Mittelwert am Anfang der Untersuchung betrug $92,84^\circ$ (Median $92,9^\circ$), Minimum und Maximum jeweils $75,4^\circ$ und $105,4^\circ$. Am Ende hatte der Winkel sich nur geringfügig mit $93,96^\circ$ (Medianwert $95,1^\circ$) verändert, Niedrig- und Höchstwerte bei $74,8^\circ$ und $111,1^\circ$.

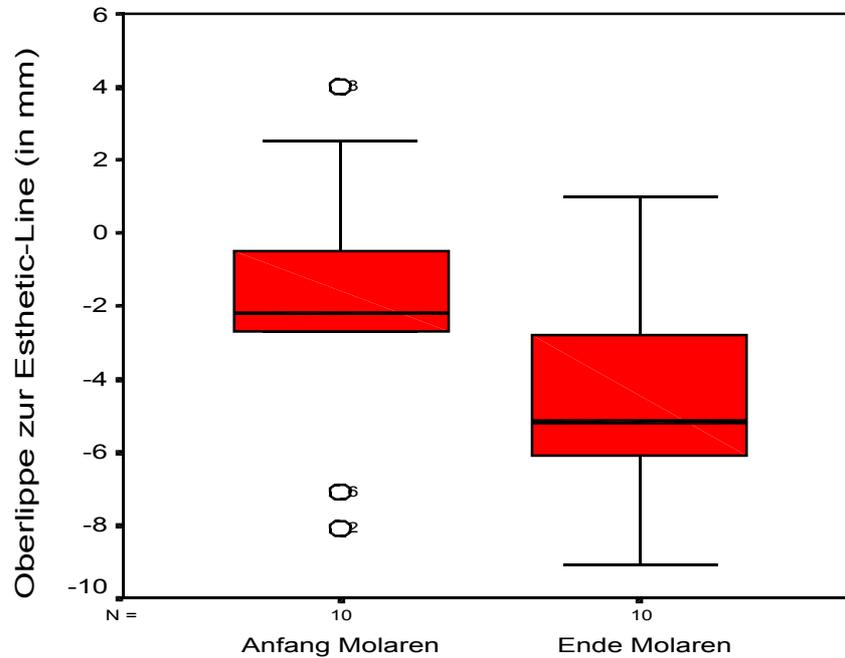
Untersuchungsparameter: Oberlippe zu E-Line

Abb. 16: Veränderungen des Wertes Oberlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe Molaren/weiblich.

Der höchste Punkt der Oberlippe reduzierte sich in der Molarenextraktionsgruppe/weiblich um 2,69 mm und ist dabei beim Vergleich der Gruppen zueinander hoch signifikant ($p < 0,01$). Innerhalb der Gruppe ist er nicht signifikant ($p > 0,05$).

Der Mittelwert anfangs betrug -1,98 mm (Medianwert -2,2 mm), Minimalwert -8,1 mm und Maximalwert 4,0 mm. Am Ende der Untersuchung betrug der Mittelwert nur noch -4,67 mm (Medianwert -5,15 mm), das Minimum lag bei -9,1 mm, das Maximum bei 1,0 mm.

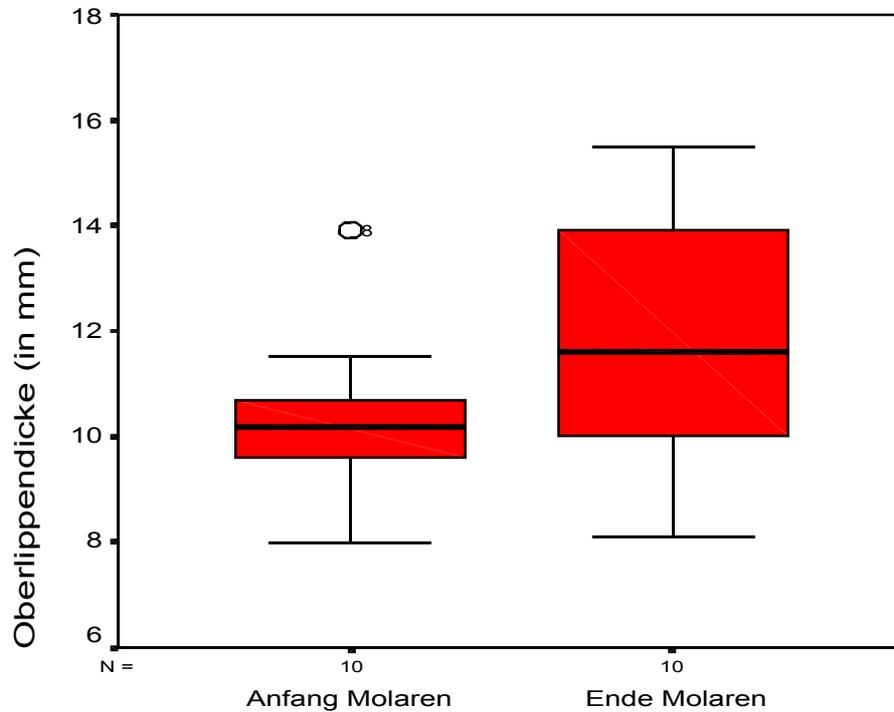
Untersuchungsparameter: Oberlippendicke

Abb. 17: Veränderungen des Wertes Oberlippendicke in der Gruppe Molaren/weiblich.

Die Veränderung der Oberlippendicke war nur beim Vergleich der beiden Gruppen zueinander signifikant ($p < 0,05$).

Die Oberlippe nahm, gemessen an den Mittelwerten, um 1,4 mm zu.

Anfangs betrug die Oberlippendicke im Mittel 10,39 mm (Medianwert 10,2 mm), am Ende 11,79 mm (Medianwert 11,6 mm). Jeweilige Höchst-/Niedrigwerte waren mit 13,9 mm/8,0 mm bzw. 15,5 mm/ 8,1 mm zu verzeichnen.

3.4. Gruppe 4: Molarenextraktionsgruppe, männlich

Untersuchungsparameter: Unterlippe zu E-Line

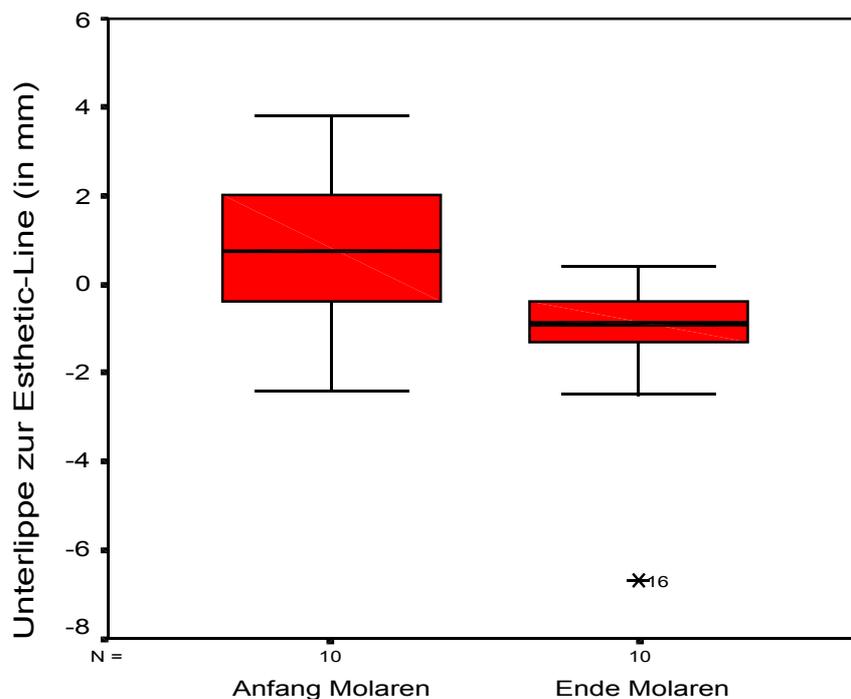


Abb. 18: Veränderungen des Wertes Unterlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe Molaren/männlich.

Die Veränderung des Abstandes der Unterlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe der Molarenextraktion/männlich war innerhalb der Gruppe hoch signifikant ($p < 0,01$), beim Vergleich zwischen den Gruppen war er signifikant ($p < 0,05$).

Im Mittel reduzierte sich die Unterlippe um -0,63 mm, von 0,76 mm auf -1,39 mm. Der Medianwert betrug anfangs 0,75 mm, am Ende -0,9 mm.

Die jeweiligen Minima bzw. Maxima betragen am Anfang bzw. Ende -2,4 mm und 3,8 mm bzw. -6,7 mm und 0,4 mm.

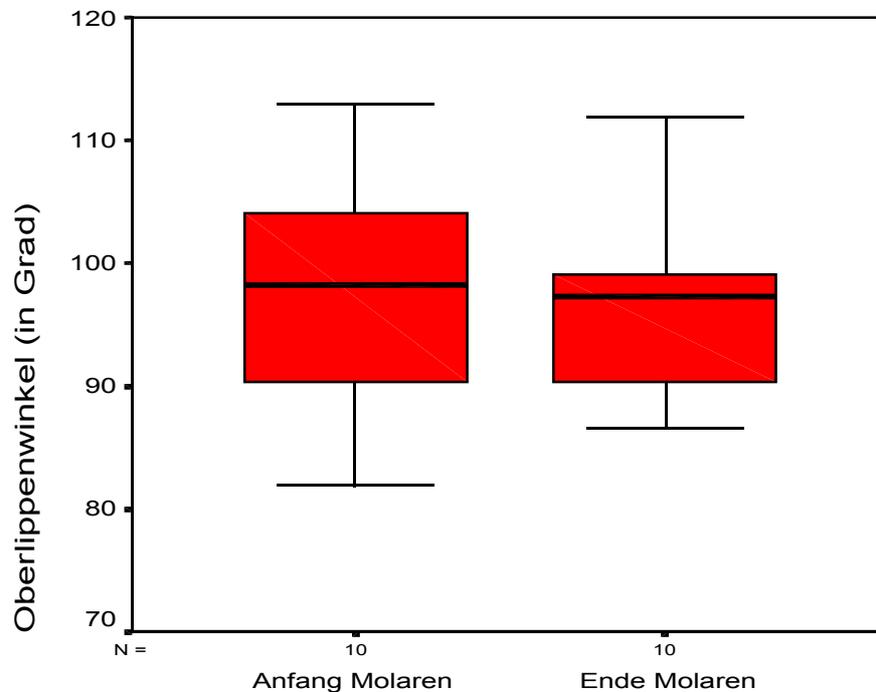
Untersuchungsparameter: Oberlippenwinkel

Abb. 19: Veränderungen des Wertes Oberlippenwinkel in der Gruppe Molaren/männlich.

Die Veränderungen des Oberlippenwinkels sind weder innerhalb noch bei Vergleich zwischen den Gruppen signifikant ($p > 0,05$).

Die Boxplotdarstellung veranschaulicht deutlich, daß es kaum zu Änderungen vor und nach Ex-Therapie kam. Die jeweiligen Mittelwerte für den Anfang mit $97,29^\circ$ (Medianwert $98,2^\circ$) und Ende mit $97,14^\circ$ (Medianwert $97,25^\circ$) unterscheiden sich kaum voneinander.

Das Angangminimum/-maximum liegt bei $81,8^\circ/113^\circ$, das Endminimum/-maximum bei $86,5^\circ/111,8^\circ$.

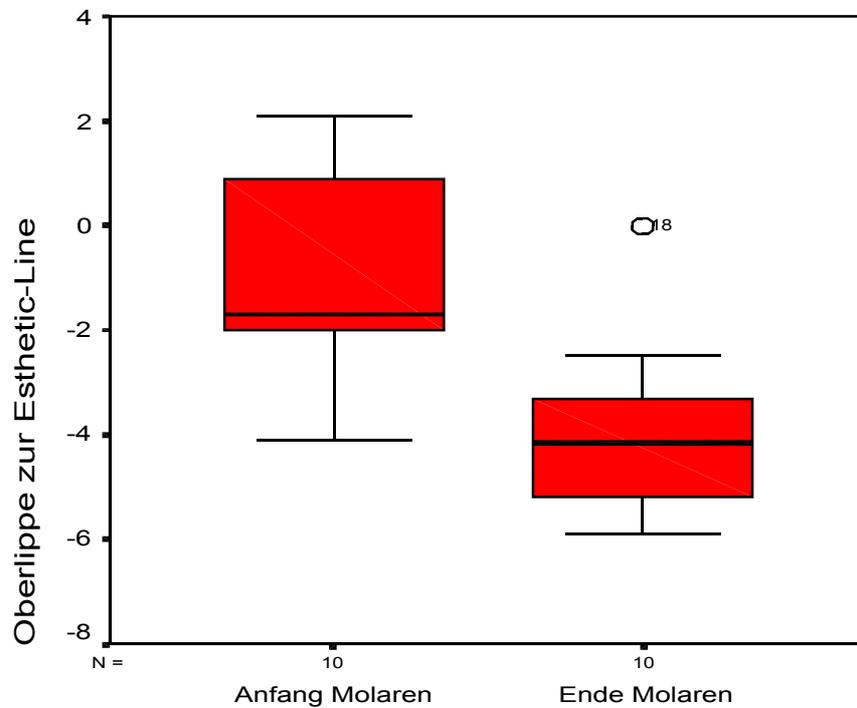
Untersuchungsparameter: Oberlippe zur Esthetic-Line

Abb. 20: Veränderungen des Wertes Oberlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe Molaren/männlich.

Die Verminderung der Entfernung Ls zu E-Line ist sowohl innerhalb- als auch bei Vergleich zwischen den Gruppen hoch signifikant ($p < 0,01$).

Sie reduzierte sich im Schnitt um 3,0 mm. Der Mittelwert zu Beginn betrug -0,9 mm (Medianwert -1,7 mm), nach der Behandlung -3,9 mm.

Der Höchstwert anfangs betrug 2,1 mm, danach 0,0 mm, der Niedrigwert lag anfangs bei -4,1 mm danach bei -5,9 mm.

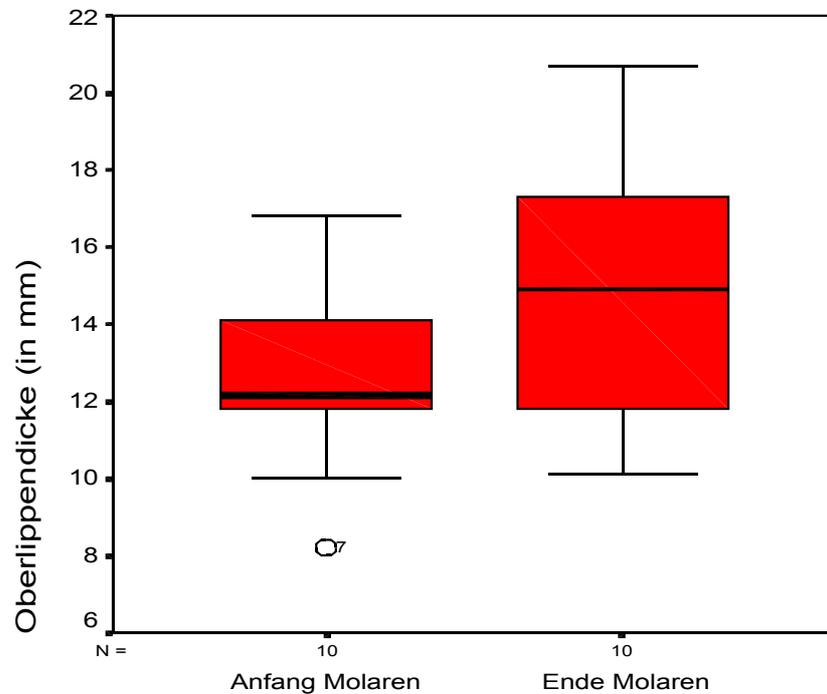
Untersuchungsparameter: Oberlippendicke

Abb. 21: Veränderungen des Wertes Oberlippendicke in der Gruppe Molaren/männlich.

Die Oberlippendicke nahm im Laufe der Therapie bei Vergleich beider Gruppen zueinander signifikant ($p < 0,05$) zu, innerhalb der Gruppe ist der Vergleich nicht signifikant ($p > 0,05$).

Durchschnittlich betrug die Zunahme 2,12 mm (Anfang: Mittelwert 12,54 mm/ Medianwert 12,15 mm; Ende: Mittelwert 14,66 mm/Medianwert 14,9 mm).

Die Höchst-/Niedrigwerte anfangs: 16,8 mm/ 8,2 mm, die jeweiligen Endwerte: 20,7 mm/7,1 mm.

3.5. Gruppe 5: Männlich zu weiblich (alle Ex-Gruppen)

Untersuchungsparameter: Unterlippe zur Esthetic-Line

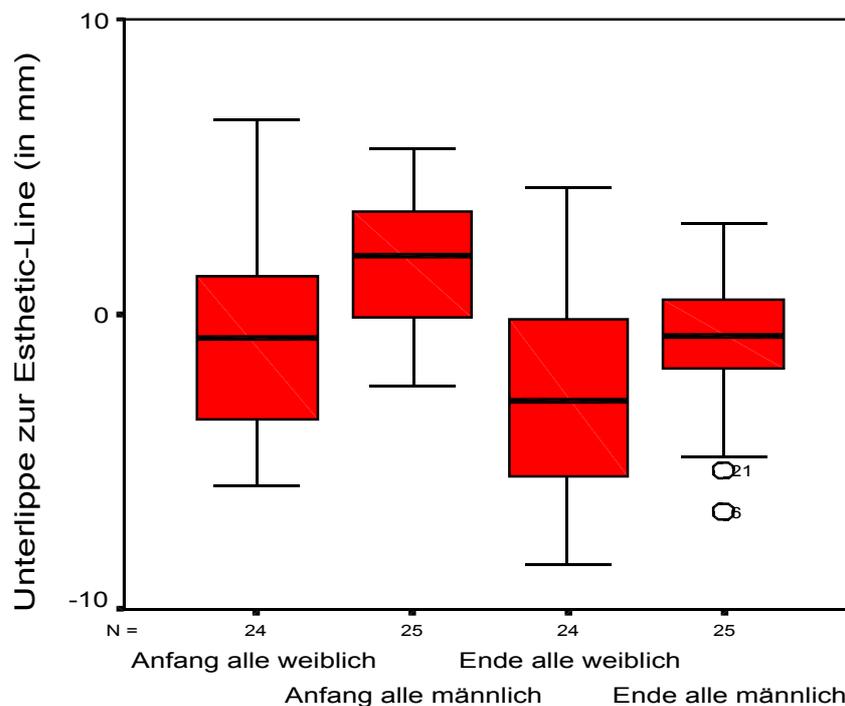


Abb. 22: Veränderungen des Wertes Unterlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe alle Ex-Gruppen weiblich zu männlich.

Beim Vergleich der Anfangsgruppe/weiblich zu der Anfangsgruppe/männlich, sind die Anfangswerte hoch signifikant ($p < 0,01$). Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen liegt bei Betrachtung des Mittelwertes (weiblich: -0,7 mm, Medianwert -0,8 mm; männlich: 1,8 mm, Medianwert 2,0 mm) bei 2,5 mm.

Nach der Behandlung sind die beiden Gruppen signifikant zueinander ($p < 0,05$). Der Wert Unterlippe zur Esthetic-Line nimmt zwar insgesamt ab, er unterscheidet sich jedoch von der weiblichen zur männlichen Gruppe um nur noch 1,9 mm. Die jeweiligen Mittel- und Medianwerte der weiblichen Gruppe: -2,7 mm/ -2,9 mm und der männlichen Gruppe: -0,8 mm/ -0,7 mm.

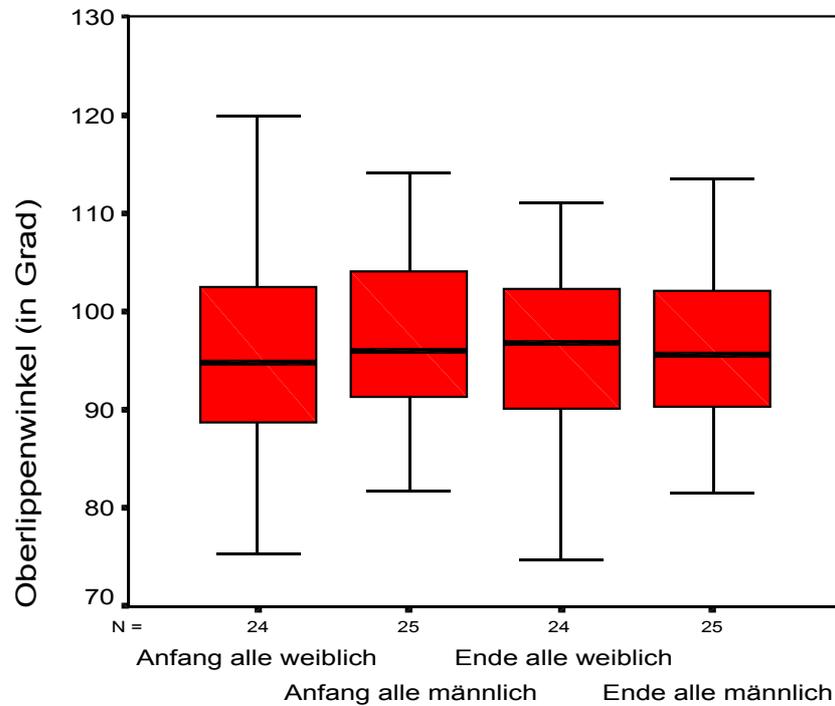
Untersuchungsparameter: Oberlippenwinkel

Abb. 23: Veränderungen des Wertes Oberlippenwinkel in der Gruppe alle Ex-Gruppen weiblich zu männlich.

Der Oberlippenwinkel ist bei Vergleich beider Gruppen zueinander weder anfangs, noch am Ende signifikant ($p > 0,05$).

Der Winkel verändert sich in beiden Gruppen kaum. Die Boxplotdarstellung veranschaulicht, daß der Medianwert der weiblichen Gruppe geringfügig zunimmt (Medianwert Anfang/Ende: $94,85^\circ/96,8^\circ$), in der männlichen Gruppe jedoch sogar eine leichte Reduktion erfährt (Medianwert Anfang/Ende: $96,0^\circ/95,6^\circ$).

Diese Veränderung ist jedoch nicht signifikant ($p > 0,05$).

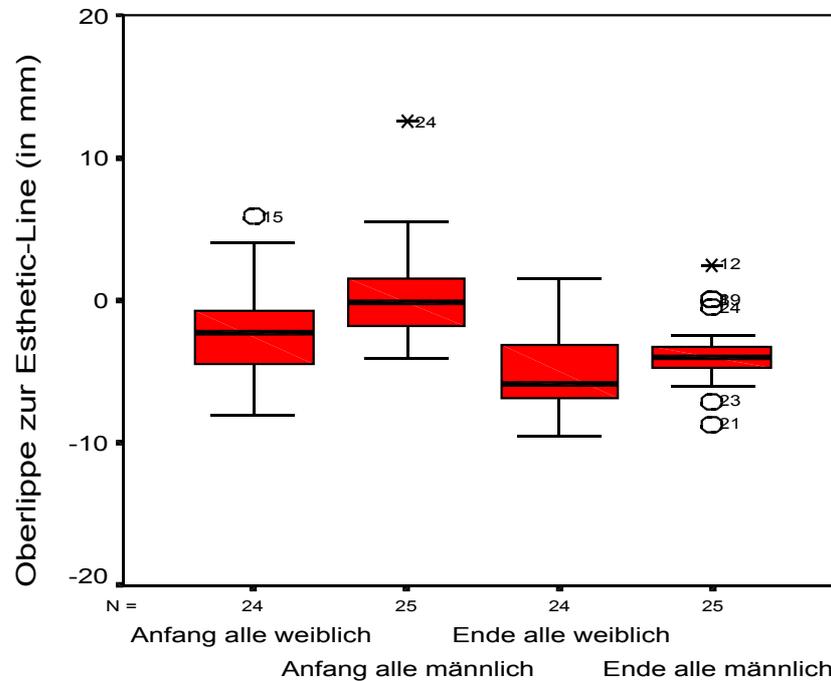
Untersuchungsparameter: Oberlippe zur Esthetic-Line

Abb. 24: Veränderungen des Wertes Oberlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe alle Ex-Gruppen weiblich zu männlich.

Der lineare Wert der Oberlippe zur Ästhetik-Linie ist bei Vergleich beider Gruppen zueinander lediglich beim Anfangsbefund signifikant ($p < 0,05$).

Der Mittelwert der Gruppe/weiblich beträgt zu Anfang -2,104 mm, der der männlichen Gruppe 0,220 mm, der Unterschied zwischen beiden Gruppen beträgt demnach 2,324 mm.

Der Unterschied zwischen beiden Gruppen liegt am Ende der Untersuchung nur noch bei 1,405 mm und ist nicht signifikant ($p > 0,05$). Anhand der Mittelwerte ist zwar insgesamt eine Reduktion des Wertes festzustellen, jedoch ist er bei Vergleich beider Gruppen zueinander nicht signifikant ($p > 0,05$).

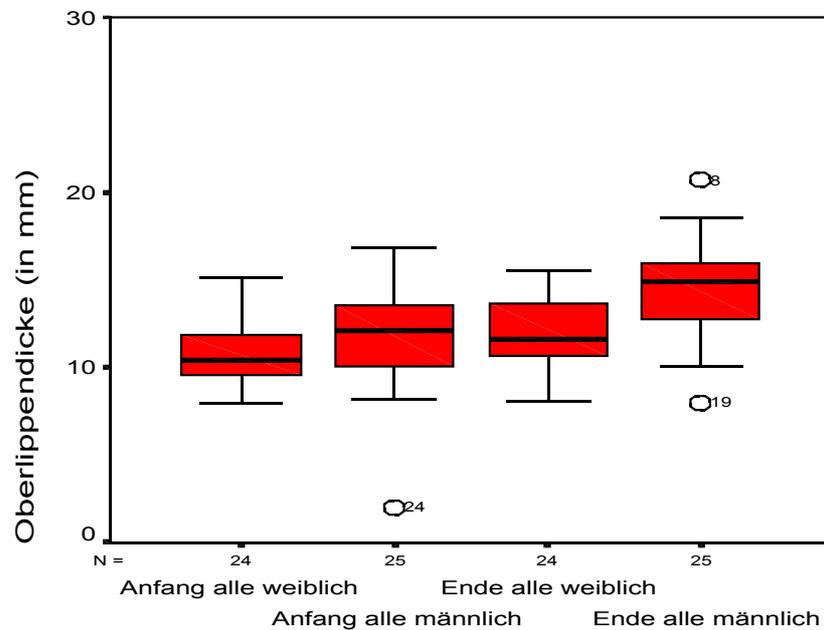
Untersuchungsparameter: Oberlippendicke

Abb. 25: Veränderungen des Wertes Oberlippendicke in der Gruppe alle Ex-Gruppen weiblich zu männlich.

Die Dicke der Oberlippe erfährt in der weiblich als auch in der männlichen Gruppe eine Zunahme.

Die beiden Anfangsgruppen unterscheiden sich nicht signifikant voneinander ($p > 0,05$), auch wenn die Oberlippendicke in der Anfangsgruppe/männlich um 0,9 mm größer ist (Mittelwert/männlich 11,7 mm) als in der weiblichen Anfangsgruppe (Mittelwert 10,8 mm).

Die beiden Endgruppen weisen jedoch einen hoch signifikanten Unterschied auf ($p < 0,01$). Die Oberlippendicke der männlichen Gruppe beträgt 14,4 mm, die der weiblichen Gruppe 12,0 mm, demnach besteht hier eine statistisch hochsignifikante Differenz von 2,4 mm.

3.6. Gruppe 6: Männlich zu weiblich in der Prämolarengruppe

Untersuchungsparameter: Unterlippe zur Esthetic-Line

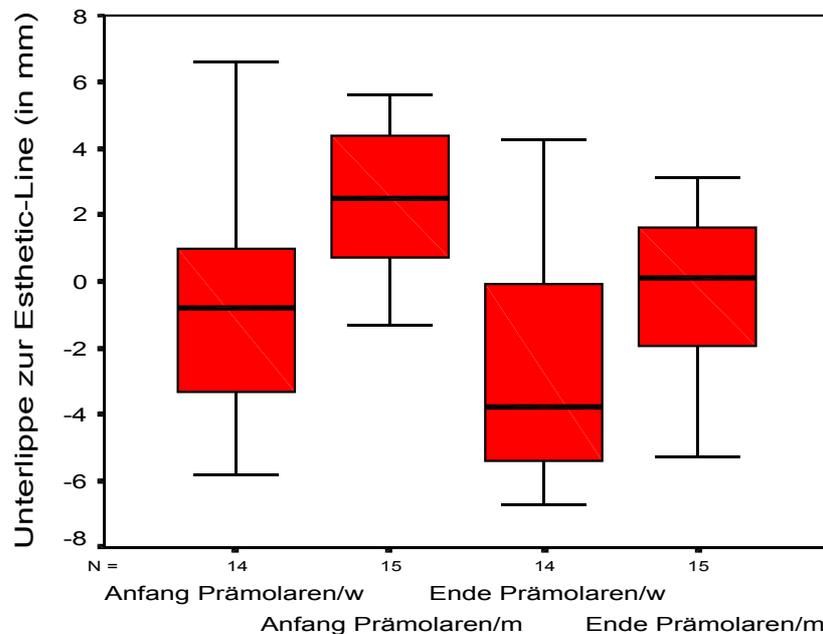


Abb. 26: Veränderungen des Wertes Unterlippe zur Esthetic-Line in der Prämolarengruppe weiblich zu männlich.

Die Veränderungen der Oberlippe zur Esthetic-Line bei Vergleich des Anfangs- zum Endbefund erfährt sowohl in der Prämolarengruppe weiblich als auch in der Prämolarengruppe männlich eine Reduktion.

Unterschiede zwischen den beiden Gruppen sind jedoch nur im Anfangsbefund hoch signifikant ($p < 0,01$). Der linear gemessene Unterschied zwischen der weiblichen und der männlichen Gruppe beträgt 3,2 mm.

Der Unterschied von 2,05 mm bei Vergleich der beiden Endgruppen zueinander ist dabei nicht mehr signifikant ($p > 0,05$).

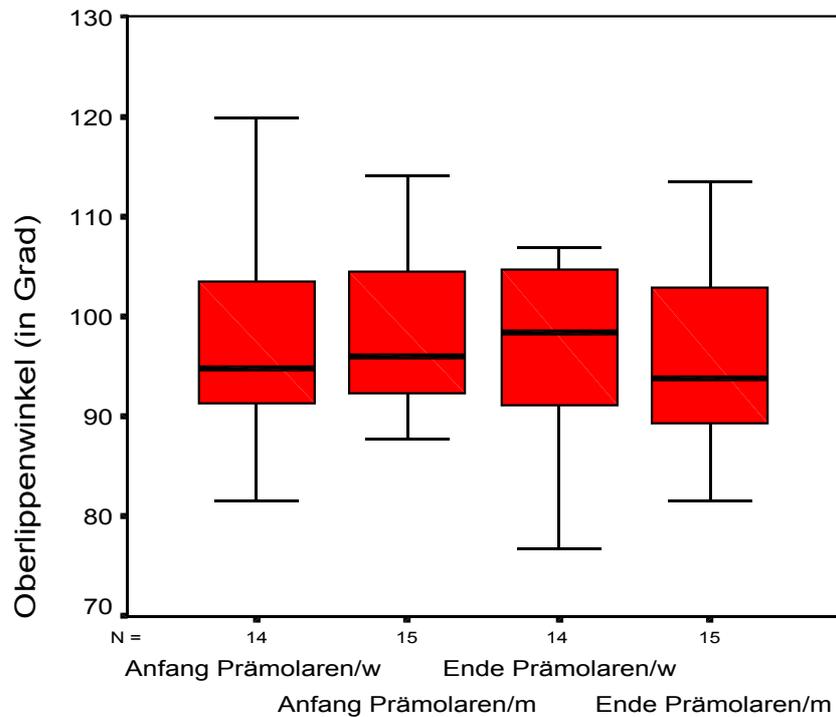
Untersuchungsparameter: Oberlippenwinkel

Abb. 27: Veränderungen des Wertes Oberlippenwinkel in der Prämolarengruppe weiblich zu männlich.

Der Oberlippenwinkel ändert sich weder in der weiblichen, noch in der männlichen Gruppe signifikant ($p > 0,05$). Auch die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen sind weder am Anfang noch am Ende signifikant ($p > 0,05$).

Der Mittelwert der weiblichen Gruppe beträgt Anfangs $97,4^\circ$, am Ende $95,8^\circ$. In der männlichen Gruppe sind die Ergebnisse sehr ähnlich, anfangs $98,5^\circ$ und zum Ende $95,5^\circ$.

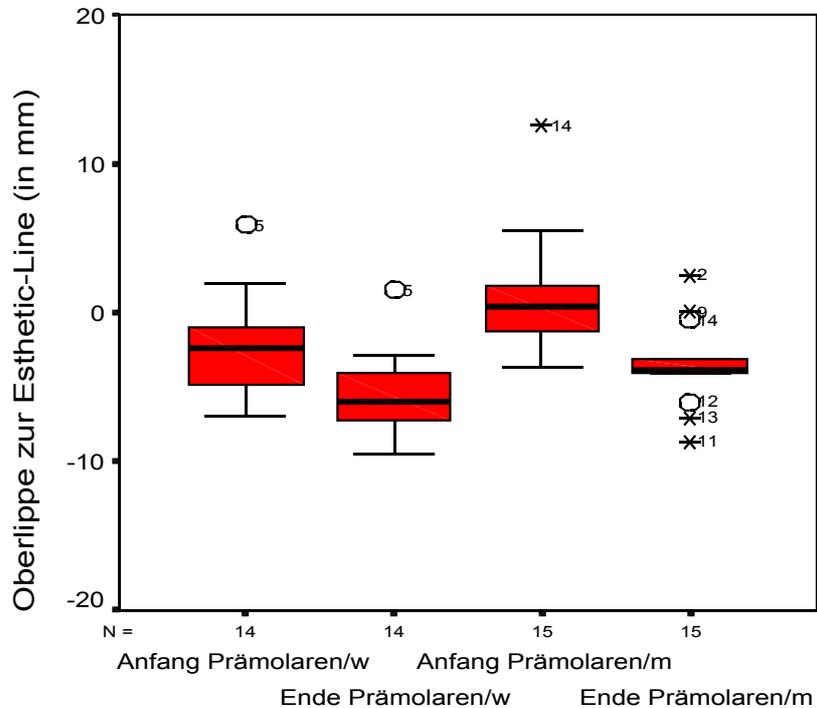
Untersuchungsparameter: Oberlippe zur Esthetic-Line

Abb. 28: Veränderungen des Wertes Oberlippe zur Esthetic-Line in der Prämolarengruppe weiblich zu männlich.

Der linear gemessene Abstand der Oberlippe zur Esthetic-Line erfährt in beiden Gruppen eine Zunahme der Strecke.

Zwar ist die Entfernung der Oberlippe bei den weiblichen Patienten (-2,2 mm) von Anfang an größer als die der männlichen (0,9 mm), stellt jedoch keinen signifikanten Unterschied dar ($p > 0,05$).

Nach Abschluß der Behandlung haben die Werte in beiden Gruppen zugenommen (w: -5,4 mm; m: -3,6 mm), sind jedoch bei Vergleich beider Gruppen zueinander nicht signifikant ($p > 0,05$).

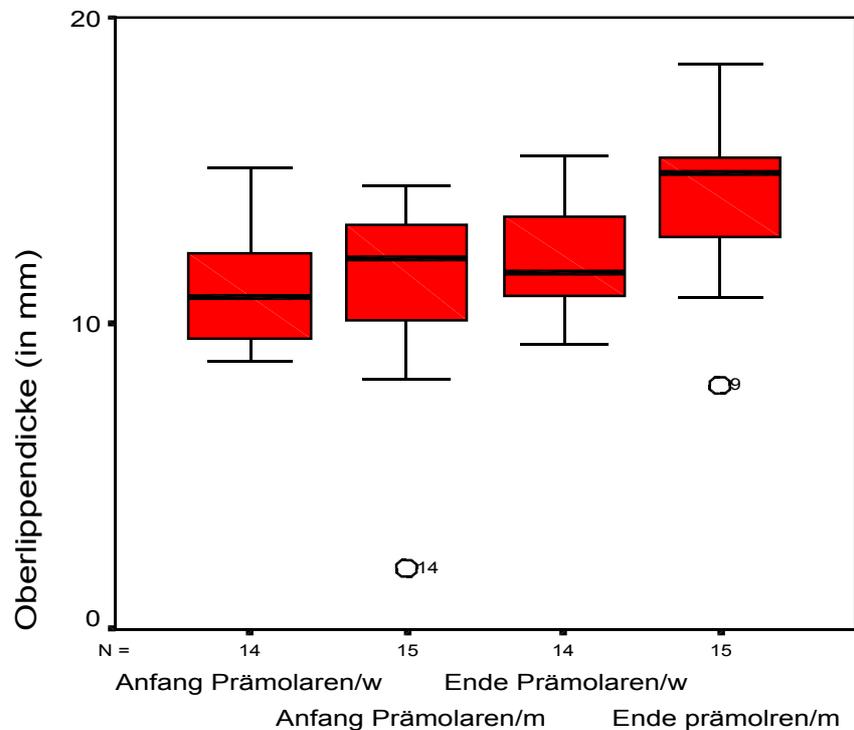
Untersuchungsparameter: Oberlippendicke

Abb. 29: Veränderungen des Wertes Oberlippendicke in der Prämolarengruppe weiblich zu männlich.

Die Oberlippendicke hat nach Abschluß der Behandlung in beiden Gruppen zugenommen, dabei im männlichen Patientenkollektiv mehr, als im weiblichen.

Trotz dieses Unterschiedes in beiden Gruppe ist das Ergebnis nicht signifikant ($p > 0,05$), weder am Anfang noch am Ende bei Vergleich der männlichen zu der weiblichen Gruppe zueinander.

Anfangs- und Endmittelwert der weiblichen Gruppe ist 11,15 mm und 12,16 mm, die Werte der männlichen Gruppe sind etwas höher und liegen bei 11,17 mm und 14,17 mm.

3.7. Gruppe 7: Männlich zu weiblich in der Molarengruppe

Untersuchungsparameter: Unterlippe zur Esthetic-Line

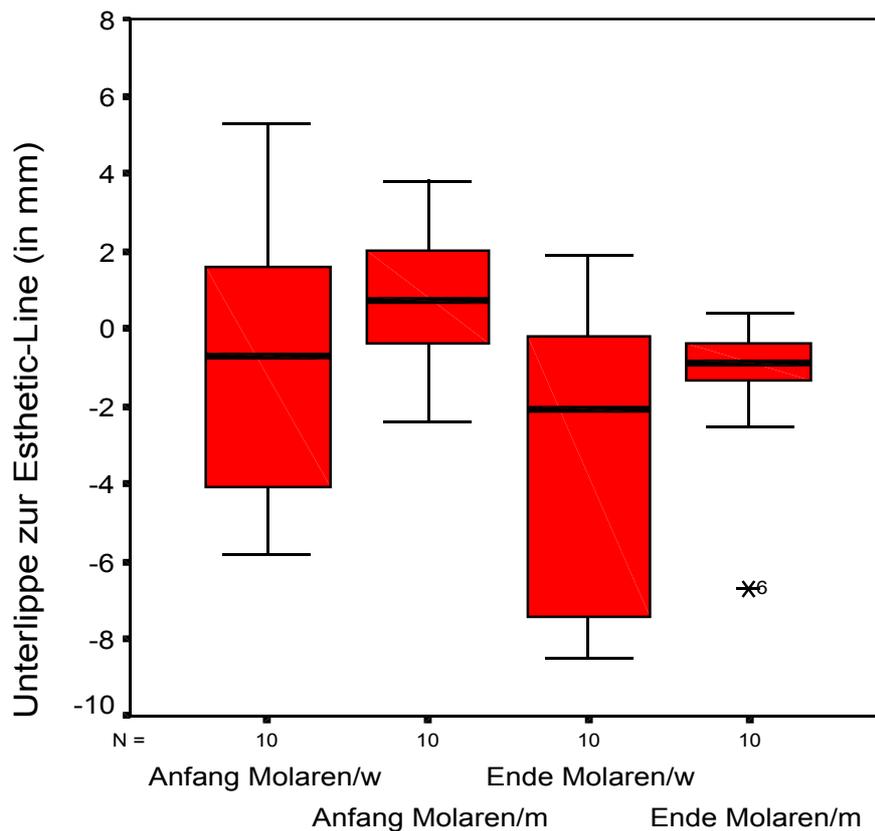


Abb. 30: Veränderungen des Wertes Unterlippe zur Esthetic-Line in der Molarengruppe weiblich zu männlich.

Beide Patientengruppen erfahren eine Zunahme des Abstandes der Oberlippe zur Esthetic-Line.

Obwohl beide Gruppen verschiedene Ausgangs- und Endwerte haben, ist der Unterschied zwischen den beiden Gruppen weder am Anfang noch am Ende signifikant ($p > 0,05$).

Anfangs- und Endwert in der Gruppe Molaren/weiblich: -0,71 mm und -3,05 mm, also eine Zunahme des Wertes um -2,34 mm; die Werte der Gruppe Molaren/männlich: 0,76 mm und -1,39 mm, hier eine Zunahme des Wertes um -2,15 mm.

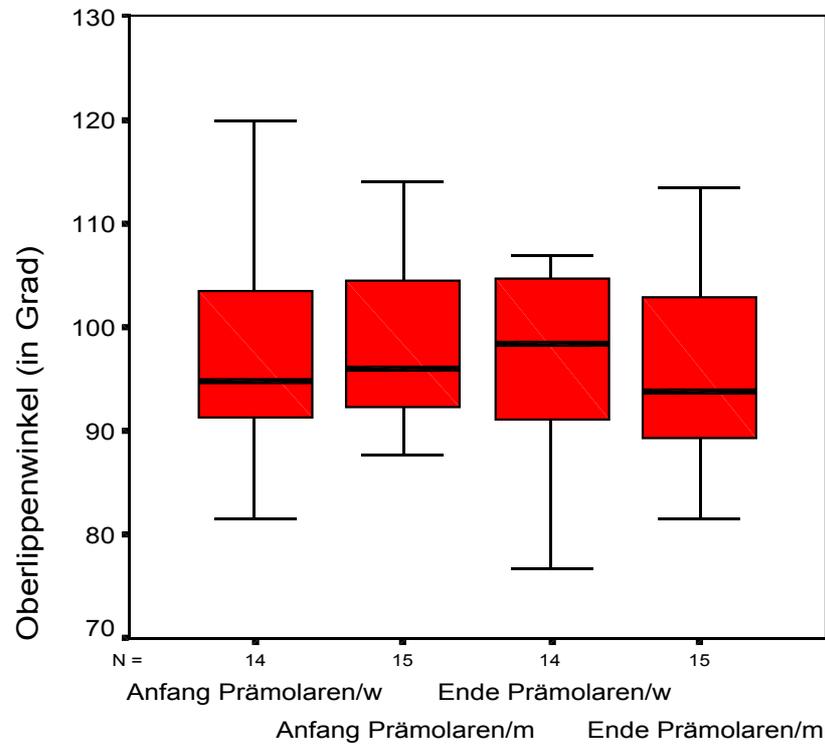
Untersuchungsparameter: Oberlippenwinkel

Abb. 31: Veränderungen des Wertes Oberlippenwinkel in der Molarengruppe weiblich zu männlich.

Der Oberlippenwinkel erfährt in der Gruppe Molaren/weiblich eine geringe Zunahme des Winkels ($1,12^\circ$) nach Abschluß der Behandlung, die Molarengruppe/männlich erfährt eine geringfügige Reduktion des Winkels ($0,15^\circ$).

Trotzdem sind die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen weder am Anfang noch am Ende signifikant ($p > 0,05$).

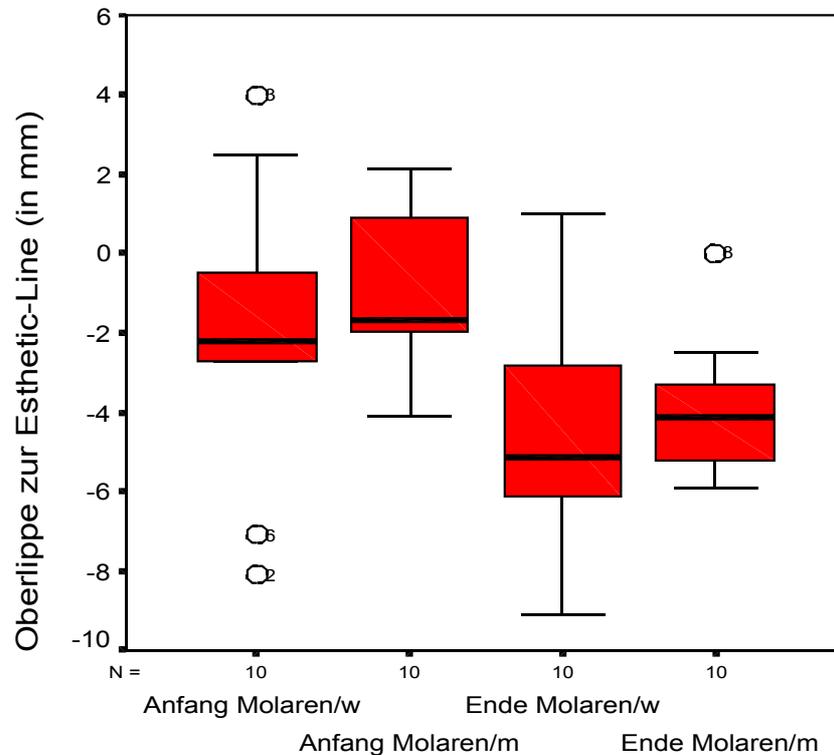
Untersuchungsparameter: Oberlippe zur Esthetic-Line

Abb. 32: Veränderungen des Wertes Oberlippe zur Esthetic-Line in der Molarengruppe weiblich zu männlich.

Die Entfernung der Oberlippe zur Esthetic-Line erfährt in beiden Patientenkollektiven eine Zunahme der Strecke. In der weiblichen Gruppe beträgt die Zunahme 2,69 mm, in der männlichen Gruppe 3,00 mm, gemessen an den Mittelwerten des jeweiligen Anfangs- und Endbefundes.

Die Unterschiede zwischen der weiblichen und der männlichen Gruppe sind weder im Anfangs- noch im Endbefund signifikant ($p > 0,05$).

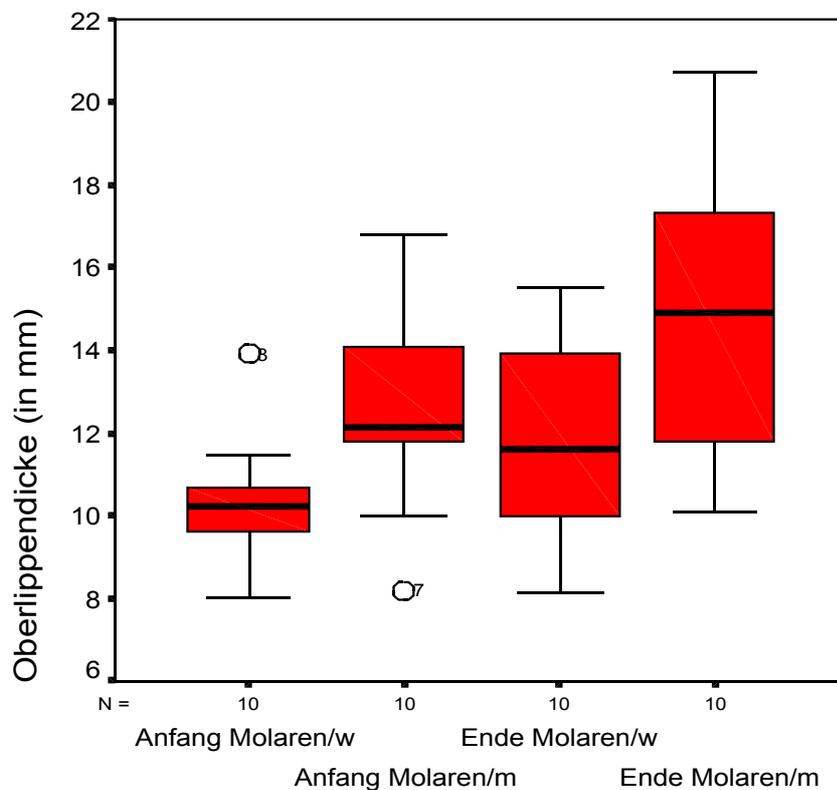
Untersuchungsparameter: Oberlippendicke

Abb. 33: Veränderungen des Wertes Oberlippendicke in der Molarengruppe weiblich zu männlich.

Die Oberlippendicke nimmt in beiden Gruppen zu, gemessen am Mittelwert in der weiblichen Gruppe um 1,40 mm, in der männlichen Patientengruppe um 2,12 mm.

Die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen sind nur am Anfang signifikant zueinander ($p < 0,05$).

Der Anfangswert für die weiblichen Patienten liegt bei 10,39 mm, der für die männlichen bei 12,54 mm, der Unterschied beträgt demnach 2,15 mm, der Endwert für die weibliche Gruppe liegt bei 11,79 mm, der der männlichen Patienten bei 14,66 mm. Hier beträgt die Differenz 2,87 mm, dieser Wert ist nicht signifikant.

3.8. Gruppe 8: Molaren zu Prämolaren (alle Geschlechter zusammen)

Untersuchungsparameter: Unterlippe zur Esthetic-Line

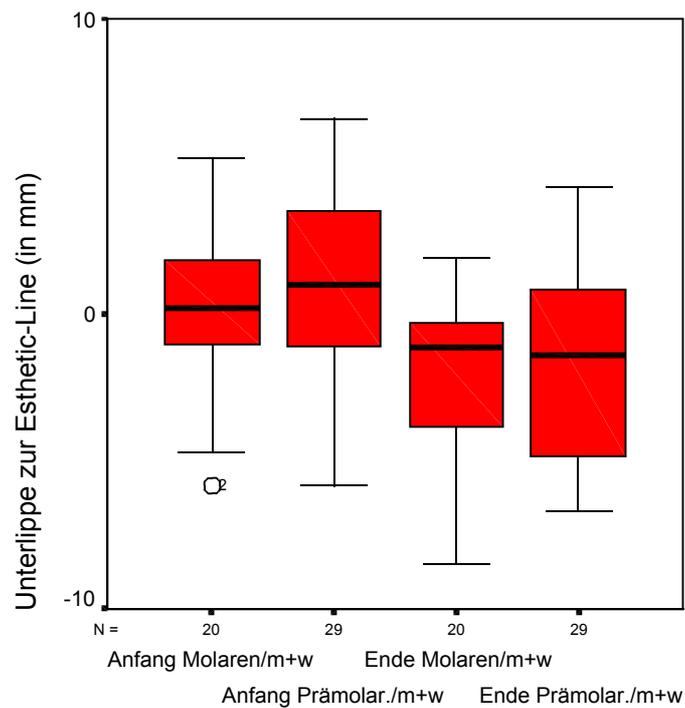


Abb. 34: Veränderungen des Wertes Unterlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe alle Geschlechter/
Molaren zu Prämolaren.

Der Abstand der Unterlippe zur Esthetic-Line wird sowohl in der Molaren- als auch in der Prämolarengruppe größer.

In der Gruppe der Molaren vergrößert sich der Abstand um 2,3 mm, in der Gruppe der Prämolaren um 2,4 mm.

Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen ist weder im Anfangs- noch im Endbefund signifikant ($p > 0,05$).

Der linear gemessene Unterschied zwischen der Molarengruppe und der Prämolarengruppe des Anfangsbefundes beträgt 0,9 mm, der des Endbefundes 0,8 mm.

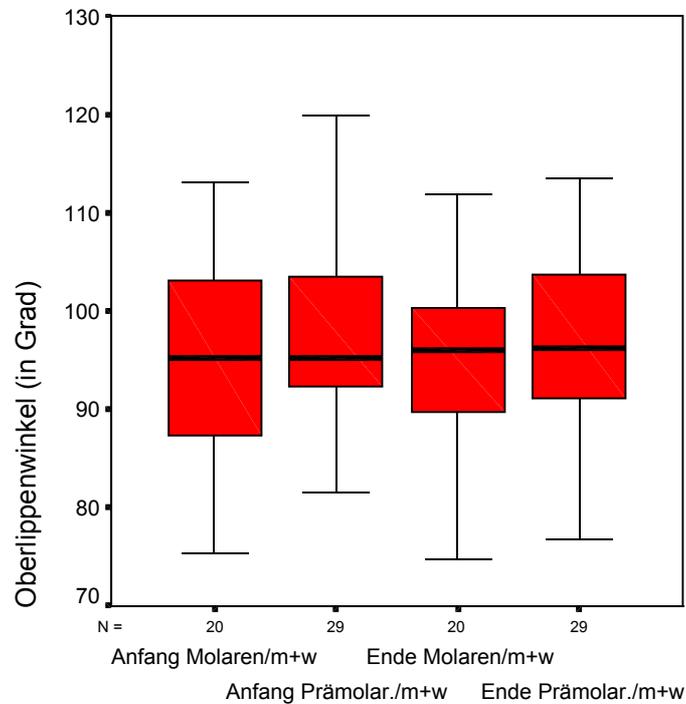
Untersuchungsparameter: Oberlippenwinkel

Abb. 35: Veränderungen des Wertes Oberlippenwinkel in der Gruppe alle Geschlechter/Molaren zu Prämolaren.

Der Oberlippenwinkel ändert sich sowohl in der Molaren- als auch in der Prämolarengruppe kaum.

Die Molarengruppe erfährt eine minimale Zunahme des Winkels von $0,5^\circ$, die Prämolarengruppe eine geringfügige Abnahme von $2,3^\circ$, beide Werte sind bezogen auf die jeweiligen Mittelwerte des Anfangs- bzw. Endbefundes.

Unterschiede zwischen der Molaren- zur Prämolarengruppe sind weder am Anfang noch am Ende signifikant ($p > 0,05$).

Der Unterschied anfangs beträgt $2,9^\circ$, zum Ende nur noch $0,1^\circ$.

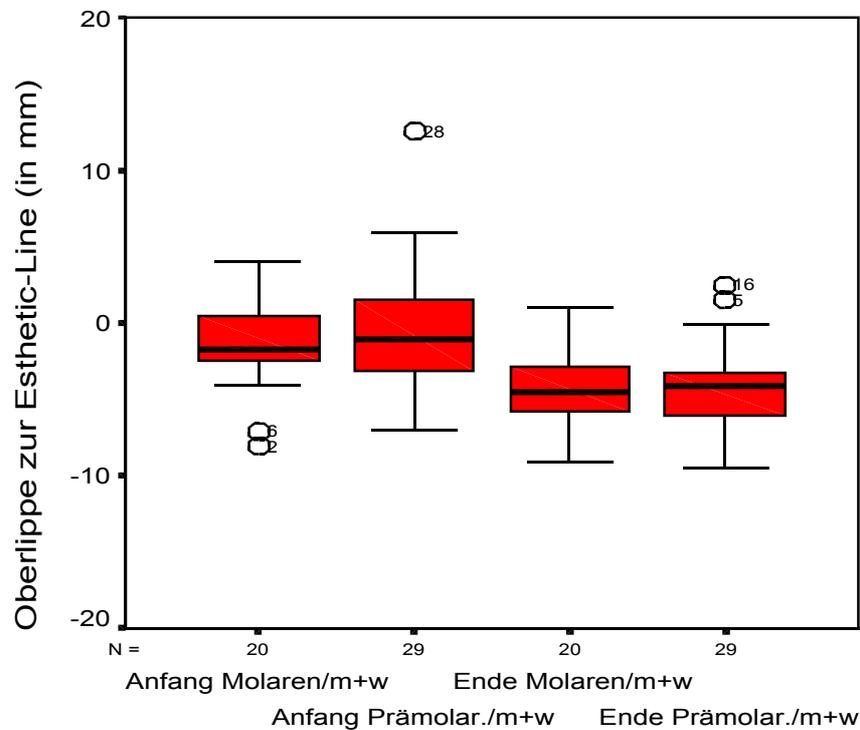
Untersuchungsparameter: Oberlippe zur Esthetic-Line

Abb. 36: Veränderungen des Wertes Oberlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe alle Geschlechter/Molaren zu Prämolaren.

Der Abstand der Oberlippe zur Esthetic-Line wird sowohl in der Molaren- als auch in der Prämolarengruppe größer.

In der Gruppe der Molaren vergrößert sich der Abstand um 2,85 mm, in der Gruppe der Prämolaren um 3,9 mm.

Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen ist jedoch weder im Anfangs- noch im Endbefund signifikant ($p > 0,05$).

Der linear gemessene Unterschied zwischen der Molarengruppe und der Prämolarengruppe des Anfangsbefundes beträgt 0,9 mm, der des Endbefundes 0,2 mm.

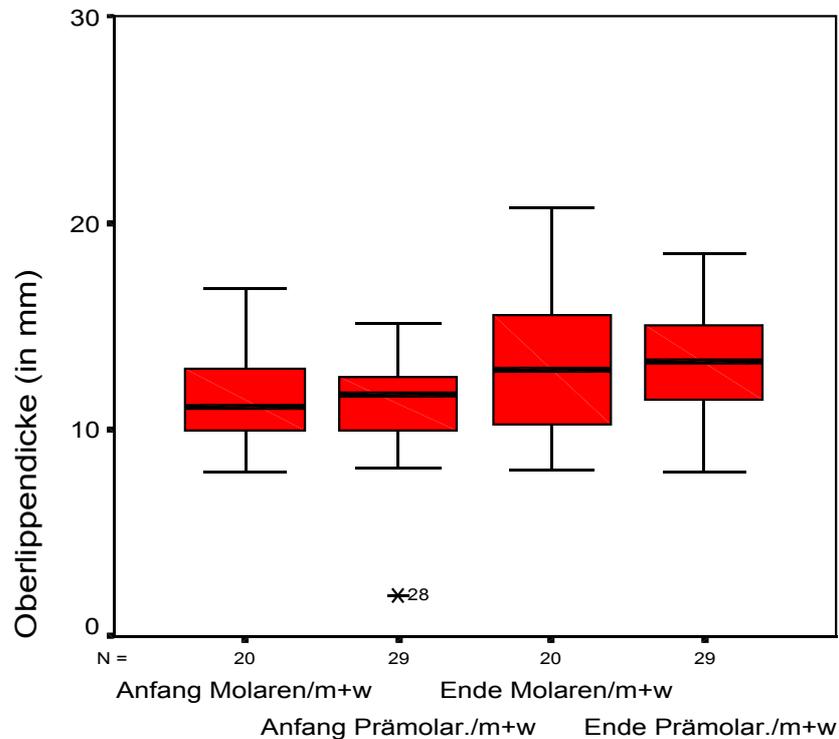
Untersuchungsparameter: Oberlippendicke

Abb. 37: Veränderungen des Wertes Oberlippendicke in der Gruppe alle Geschlechter/Molaren zu Prämolaren.

Die Dicke der Oberlippe nimmt in beiden Gruppen zu.

In der Molarengruppe um 1,8 mm, in der Prämolarengruppe um 2,0 mm.

Signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen in Bezug auf den Anfangs- und Endbefund gibt es nicht ($p > 0,05$).

Der Unterschied im Anfangsbefund beträgt 0,3 mm, im Endbefund 0,03 mm.

3.9. Gruppe 9: Molaren zu Prämolaren, weiblich

Untersuchungsparameter: Unterlippe zur Esthetic-Line

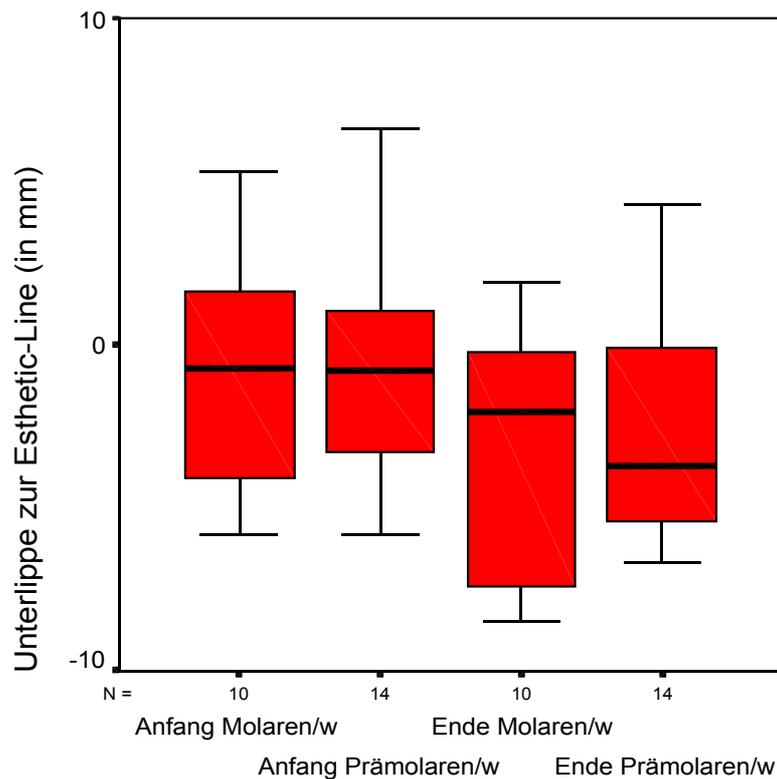


Abb. 38: Veränderungen des Wertes Unterlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe weiblich/ Molaren zu Prämolaren.

Der Abstand der Unterlippe zur Esthetic-Line wird in beiden Untersuchungsgruppen größer, jedoch ist der Unterschied zwischen den Gruppen weder im Anfangs- noch im Endbefund signifikant ($p > 0,05$).

Der Unterschied zwischen beiden Gruppen beträgt am Anfang 0,03 mm, am Ende 0,56 mm.

Der Abstand in der Molarengruppe vergrößert sich um 2,34 mm, in der Prämolarengruppe um 1,76 mm.

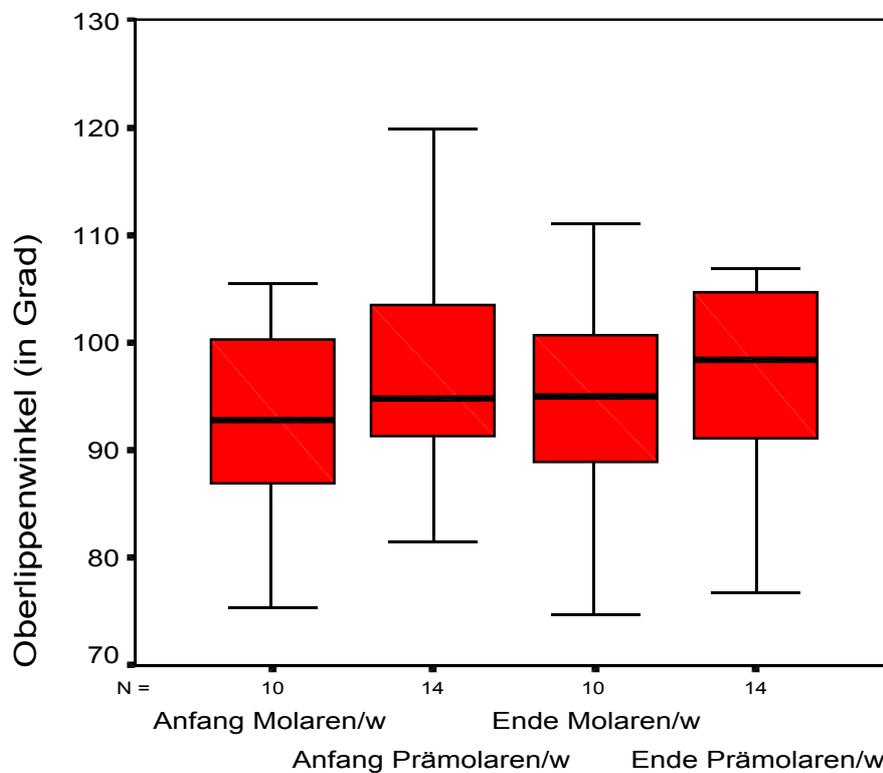
Untersuchungsparameter: Oberlippenwinkel

Abb. 39: Veränderungen des Wertes Oberlippenwinkel in der Gruppe weiblich/Molaren zu Prämolaren.

Der Oberlippenwinkel wird, gemessen am Mittelwert, in der Molarengruppe größer, in der Prämolarengruppe kleiner.

Unterschiede zwischen den beiden Gruppen sind weder in Anfangs-, noch im Endbefund signifikant ($p > 0,05$).

Im Anfangsbefund ist der Winkel in der Prämolarengruppe um $4,55^\circ$ größer als in der Molarengruppe, am Ende ist er nur noch um $1,8^\circ$ größer.

Die Abnahme des Winkels beträgt in der Prämolarengruppe $1,6^\circ$, in der Molarengruppe nimmt der Winkel um $1,12^\circ$ zu.

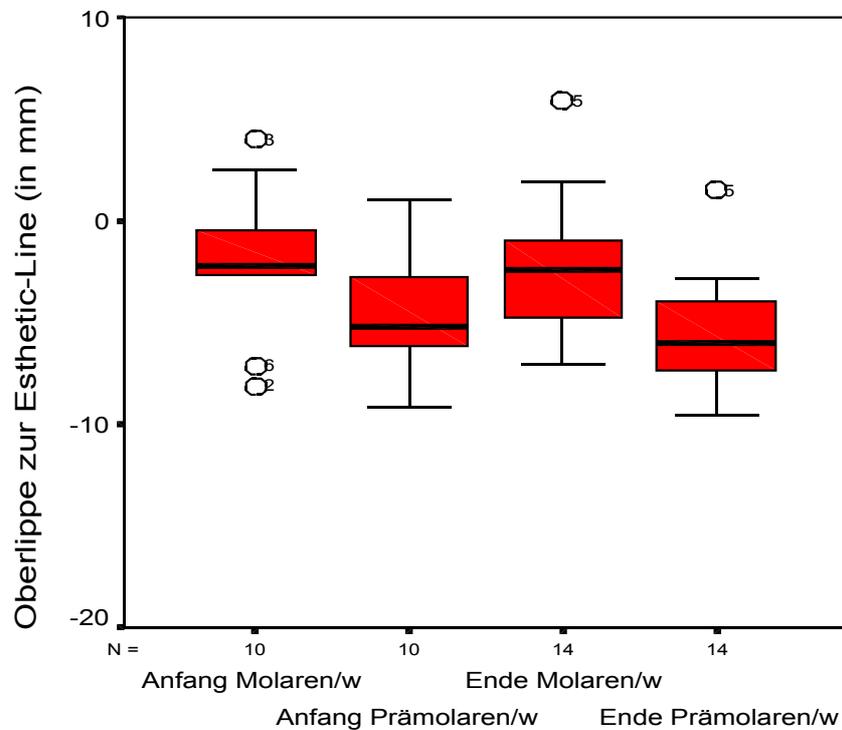
Untersuchungsparameter: Oberlippe zur Esthetic-Line

Abb. 40: Veränderungen des Wertes Oberlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe weiblich/Molaren zu Prämolaren.

Der Abstand der Oberlippe zur Esthetic-Line wird sowohl in der Molaren- als auch in der Prämolarengruppe größer.

In der Gruppe der Molaren vergrößert sich der Abstand um 2,69 mm, in der Gruppe der Prämolaren um 3,2 mm.

Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen ist jedoch weder im Anfangs- noch im Endbefund signifikant ($p > 0,05$).

Der linear gemessene Unterschied zwischen der Molarengruppe und der Prämolarengruppe des Anfangsbefundes beträgt 0,15 mm, der des Endbefundes 0,8 mm.

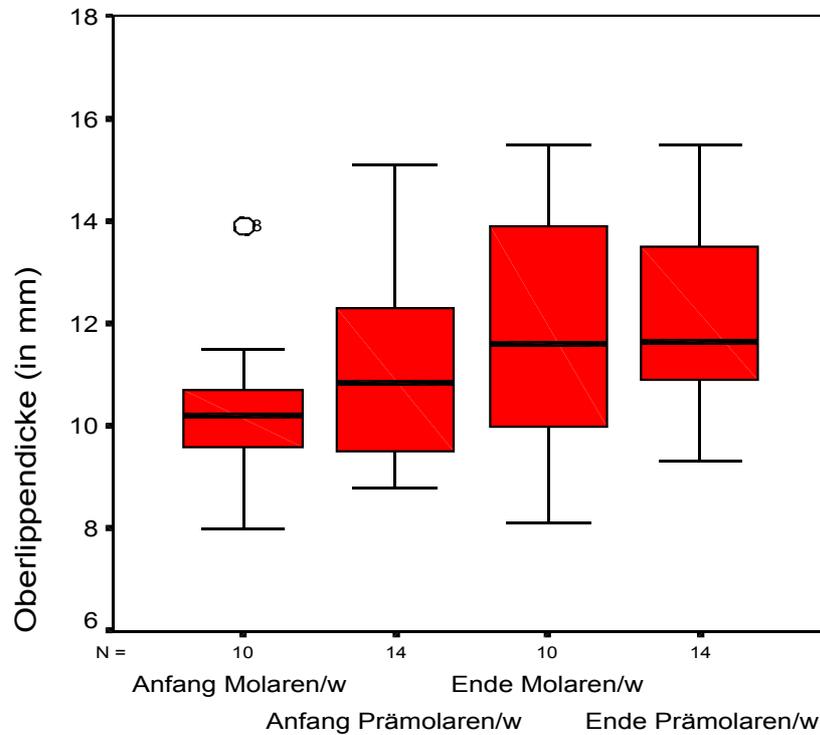
Untersuchungsparameter: Oberlippendicke

Abb. 41: Veränderungen des Wertes Oberlippendicke in der Gruppe weiblich/Molaren zu Prämolaren.

Die Dicke der Oberlippe nimmt in beiden Gruppen zu.

In der Molarengruppe um 1,4 mm, in der Prämolarengruppe um 1,0 mm.

Signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen in Bezug auf den Anfangs- und Endbefund gibt es jedoch nicht, da $p > 0,05$.

Der Unterschied im Anfangsbefund beträgt 0,8 mm zwischen der Molaren- und der Prämolarengruppe, im Endbefund 1,0 mm.

3.10. Gruppe 10: Molaren zu Prämolaren, männlich

Untersuchungsparameter: Unterlippe zur Esthetic-Line

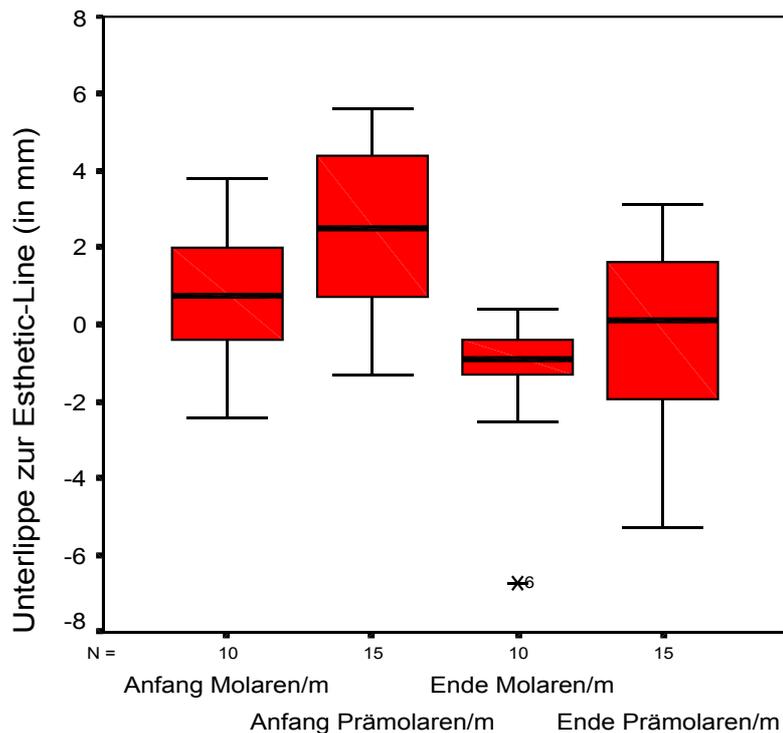


Abb. 42: Veränderungen des Wertes Unterlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe männlich/ Molaren zu Prämolaren.

Der Abstand der Unterlippe zur Esthetic-Line wird in beiden Untersuchungsgruppen größer, jedoch ist der Unterschied zwischen den Gruppen nur im Anfangsbefund signifikant ($p < 0,05$), der des Endbefundes ist nicht mehr signifikant ($p > 0,05$).

Der Unterschied zwischen beiden Gruppen beträgt am Anfang 1,7 mm ($p < 0,05$), am Ende 0,9 mm ($p > 0,05$).

Der Abstand in der Molarengruppe vergrößert sich um 2,15 mm, in der Prämolarengruppe um 2,9 mm.

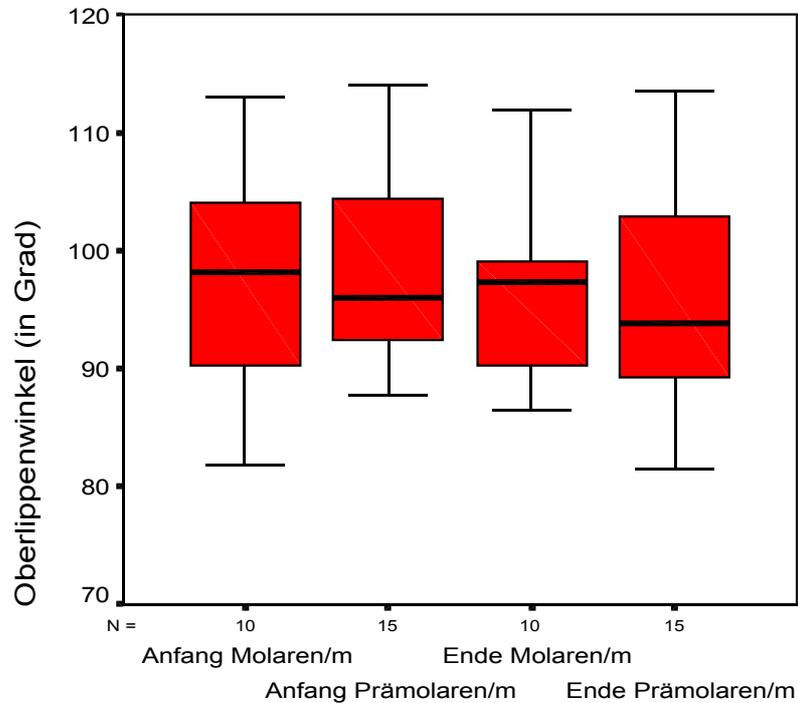
Untersuchungsparameter: Oberlippenwinkel

Abb. 43: Veränderungen des Wertes Oberlippenwinkel in der Gruppe männlich/Molaren zu Prämolaren.

Der Oberlippenwinkel nimmt in der Molaren- wie auch in der Prämolarengruppe ab.

Unterschiede sind weder im Anfangs-, noch im Endbefund signifikant ($p > 0,05$).

Der linear gemessene Unterschied in der Anfangsgruppe beträgt $1,2^\circ$, in der Endgruppe $1,6^\circ$.

Der Winkel nimmt in der Molarengruppe um $0,15^\circ$ ab, in der Prämolarengruppe um $2,9^\circ$.

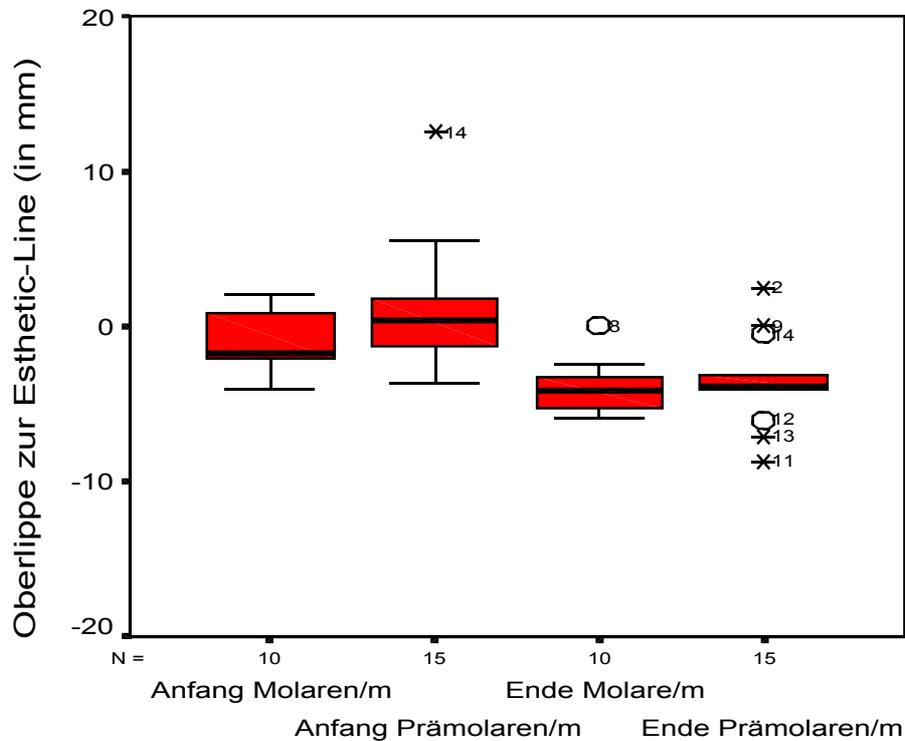
Untersuchungsparameter: Oberlippe zur Esthetic-Line

Abb. 44: Veränderungen des Wertes Oberlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe weiblich/Molaren zu Prämolaren.

Der Abstand der Oberlippe zur Esthetic-Line wird sowohl in der Molaren- als auch in der Prämolarengruppe größer.

In der Gruppe der Molaren vergrößert sich der Abstand um 3,0 mm, in der Gruppe der Prämolaren um 4,55 mm.

Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen ist jedoch weder im Anfangs- noch im Endbefund signifikant ($p > 0,05$).

Der linear gemessene Unterschied zwischen der Molarengruppe und der Prämolarengruppe des Anfangsbefundes beträgt 1,9 mm, der des Endbefundes 0,3 mm.

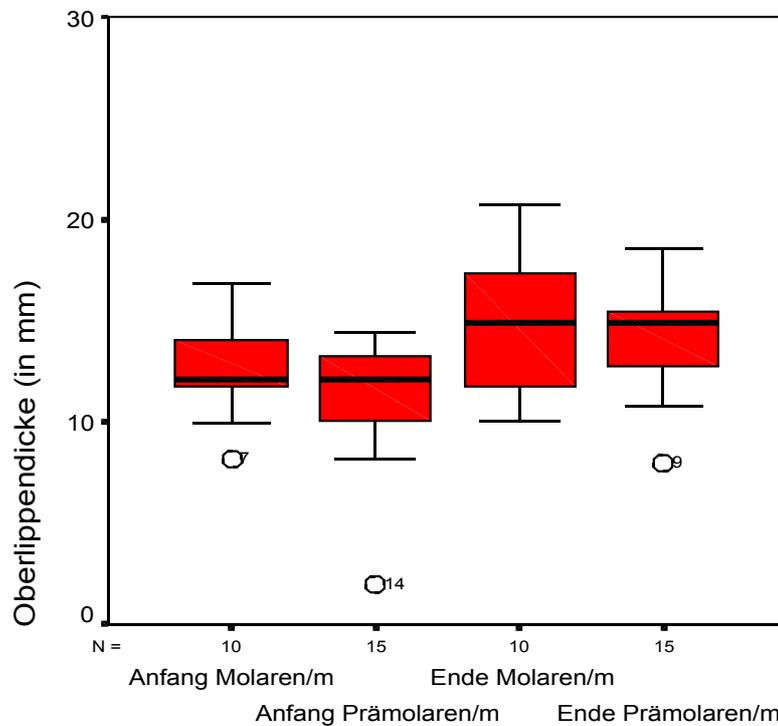
Untersuchungsparameter: Oberlippendicke

Abb. 45: Veränderungen des Wertes Oberlippendicke in der Gruppe männlich/Molaren zu Prämolaren.

Die Dicke der Oberlippe nimmt in beiden Gruppen zu.

In der Molarengruppe um 2,12 mm, in der Prämolarengruppe um 3,00 mm.

Signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen in Bezug auf den Anfangs- und Endbefund gibt es jedoch nicht ($p > 0,05$).

Der Unterschied im Anfangsbefund beträgt 1,4 mm zwischen der Molaren- und der Prämolarengruppe, im Endbefund 0,5 mm.

4. Diskussion

4.1. Allgemeine Diskussion

Eine der grundlegenden Voraussetzungen für die vergleichenden Effekte der kieferorthopädischen Behandlung auf das Lippenprofil unter besonderer Berücksichtigung von Prämolaren- beziehungsweise Molarenextraktionstherapie ist die Homogenität der Untersuchungsgruppen vor der Behandlung. Vergleichenden Studien von Paquette et al. [77] sowie von Katsaros et al. [58] war es möglich, mit einem großen Patientenpool und einer umfassenden Diskriminanzanalyse vergleichbare Gruppen von 33 Extraktions- und 30 Nichtextraktionsfällen bzw. 40 weibliche Non- sowie 40 weibliche Extraktionsfälle zusammenzustellen. Diesem Ansatz wird die Studie weitestgehend gerecht, da das Untersuchungsklientel nur Patienten zwischen dem 10.-14. Lebensjahr einbezog. Die vorliegende Untersuchung kann aufgrund ihrer Homogenität mit dem komplexen methodischen Ansatz von Paquette und Katsaros verglichen werden. Bei der Selektionsmethode der eigenen Studie nach Alter, Geschlecht und Extraktionsobjekt konnten initial zwischen den Gruppen keine statistisch signifikanten Differenzen gefunden werden, was als Voraussetzung für die Homogenität der Gruppen und somit für die Vergleichbarkeit spricht. Damit dürfen die vier Gruppen der eigenen Studie als homogen hinsichtlich der kephalometrischen Charakteristika bezeichnet werden.

Bei der Differenzierung der Veränderungen des Lippenprofils zwischen prä- und posttherapeutischem Befund, muß als wichtiger Aspekt die Überlagerung von wachstumsbedingten Veränderungen genannt werden.

Da jedoch die kieferorthopädische Indikation für die dargestellten Extraktionen überwiegend in den untersuchten Altersgruppen liegt, konnte verständlicherweise keine repräsentative Extraktionsgruppe von erwachsenen Patienten etabliert werden, so daß das Selektionskriterium: kein Wachstum, nicht eingeführt wurde. Von Bedeutung für die eigene Studie ist eine Differenzierung ausreichend großer Untersuchungsgruppen nach Mädchen und Jungen, um diesbezüglich Abweichungen zu analysieren. Weiterhin wird die Homogenität der Studie durch die Vergleichbarkeit des Durchschnittsalters zu Beginn und zum Abschluß der Behandlung in allen vier Altersgruppen sichergestellt.

Wie ausgeführt, konnte ohne Altersselektion in der retrospektiven Studie eine größere Probandengruppe selektiert werden, die jedoch mit Priorität auf die Homogenität auf vergleichbare Altersgruppen reduziert wurde.

Mit der Auswahl der Winkel- und Streckenmessungen in der vorliegenden Studie werden sowohl die Weichteil- als auch die dentoalveolären Veränderungen erfaßt. So fanden auch Czarnecky und Nanda [27] in ihrer Studie über die Normalstandards des Profils, daß die Position der Lippe im Zusammenhang mit der Position der Nase und des Kinnes beurteilt wird, weshalb man stets nach einem Ausgleich zwischen diesen Komponenten sucht.

Wie unvorhersehbar die Einflußdeterminante des Wachstums ist, stellte Behrents [8] in seinen Untersuchungen fest. Nicht nur Nase und Kinn werden im Laufe des Lebens, sondern auch noch nach Abschluß des Körperlängenwachstum etwas prominenter in ihrem Ausmaß, auch das Lippenprofil wird konkaver [8] und der Biß senkt sich.

Außerdem sei zu berücksichtigen, daß ungeachtet der Therapie die Konvexität des Skelettprofils mit wachsendem Alter abnimmt. Das Profil hat die Tendenz merklich geradliniger zu werden. Dies betrifft beide Geschlechter und ist als Grundtendenz den Überlegungen für oder gegen eine Zahnzahlreduktion hinzuzufügen [29].

In der Literatur finden sich bezüglich der Profilentwicklung differenzierte Meinungen. Laut Subtelny [118] verringert sich die Gesamtkonvexität des Profils auffällig bei Jungen und steht in Verbindung zum Wachstum des Unterkiefers. Aus den Ergebnissen dieser Studie geht ebenfalls hervor, daß sich in der Gruppe der Jungen der Abstand der Oberlippe zur Esthetic-Line vergrößert.

Subtelny's Untersuchungen nach ist die Verteilung der oberen Gewebeschichten im Alter von drei Jahren relativ regelmäßig (ca. 10 mm), im Stirnbereich bleibt diese Schicht während des Wachstums gleich. Am Kinn wächst sie um zwei bis drei Millimeter. In erheblichem Maße betrifft dies auch den Unternasenbereich. Dieser wächst von 10 auf 17,5 mm bei Jungen und von 9 auf 15,5 mm bei Mädchen an [117]. Diese starke Veränderung könnte erklären, weshalb die Konvexität des Weichteilprofils relativ stabil bleibt, während die des darunter liegenden harten Gewebes sich deutlich verringert. Burstone [19] bezeichnet dies als Stabilität der labialen Konvexität. Nach Feststellungen von Holdaway [45] scheinen Profilveränderungen mit Faktoren wie prätherapeutisch individuellen Lippenanspannungen, Lippenstruktur- und

Lippendickenveränderungen sowie unterschiedlichen Reaktionen auf den Umfang der Schneidezahnretraktion in Zusammenhang zu stehen. Talass et al [119] stellten fest, daß Lippendickenveränderungen bei Individuen mit dickeren Lippen größer seien, als bei denen mit dünneren Lippen. Demgegenüber steht die Beobachtung Olivers [75]: ihm zufolge findet eine größere Lippendickenabnahme bei tendenziell dünneren Lippen statt. Aus den Ergebnissen unserer Studie geht hervor, daß es trotz Extraktionstherapie sowohl bei den Mädchen als auch bei den Jungen zu einer Zunahme der Lippendicke kommt, sogar deutlich mehr beim männlichen Geschlecht, als beim weiblichen.

Da jedoch über die Art und Weise, nach der in der Kieferorthopädie Entscheidungen getroffen werden, kein umfangreiches Schrifttum mit Gegenüberstellung von Darstellung und Bewertung von Therapiemaßnahmen existiert [6], ist der Grenzbereich zwischen der Indikation zur Extraktions- oder Nichtextraktionsbehandlung bis heute von fachlicher Seite unterschiedlich definiert. Die Konzepte pro und kontra Extraktion pendeln hin und her und sind Brennpunkt immer wiederkehrender Debatten [22], [115]. Ein Dogma hinsichtlich der Entscheidung, Zähne zu entfernen, gibt es nicht. Die größte Schwierigkeit ergibt sich, wenn die Okklusion des Patienten die Extraktion fordert, aber das Profil diese nicht erlaubt. Eine Studie Staggers [110], die die Ergebnisse nach kieferorthopädischer Extraktionstherapie erster Prämolaren und zweiter Molaren verglich, fand heraus, daß es zwar zu einer stärkeren Abnahme des Nasolabialwinkels nach Prämolarenextraktion als nach Molarenextraktion kam, dieser Unterschied jedoch statistisch nicht signifikant erschien. Ihre Ergebnisse bestätigen die in der eigenen Untersuchung aufgestellte Hypothese, daß bei entsprechender Indikation ein anteriorer Extraktionsort keine größeren Profilveränderungen verursacht, als ein posterior gelegener. Somit kann die medizinische Indikation von differenten Faktoren wie Lokalisation und Ausmaß des Engstandes, sowie von der Erhaltungswürdigkeit von Zähnen abhängig gemacht werden. Damit reiht sich diese Studie in die Reihe weniger Studien ein, welche tatsächlich keine signifikanten Differenzen bei kritischen homogenen Gruppen (Paquette [77], Katsaros [58]) und bei Vergleich zwischen anteriorem und posteriorem Extraktionsort [110] herausfanden.

4.2. Vergleichende Gegenüberstellung der behandlungsbedingten Veränderungen

Zieht man einen Vergleich zu anderen Publikationen, die sich mit der Veränderungen des Weichteilprofils durch die Extraktionstherapie beschäftigten, stellt man fest, daß die Vielzahl der Ergebnisse individuell interpretiert wird und eine einheitliche Position dazu noch nicht gefunden wurde [73].

Aussagen über die direkte Korrelation von Weichteil- und Hartgeweben sind bei Anderson [2], Bloom [11] und Rudee [95] zu finden. Hershey [42], Subtelny [118] und Burstone [19] beschreiben, daß keine engen Relationen zwischen diesen Strukturen bestehen.

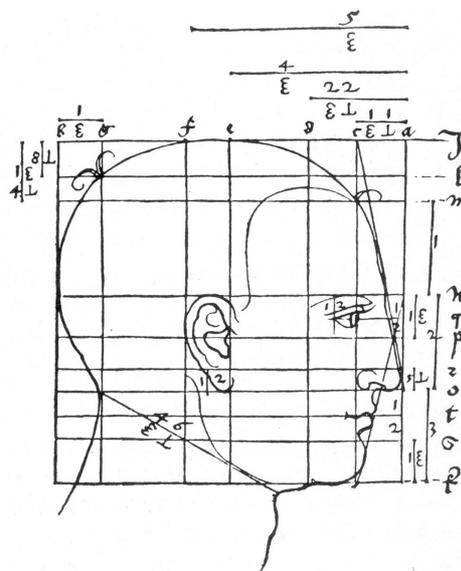


Abb. 46: Albrecht Dürer (1471-1528), Die Proportionslehre; Nürnberg, 31.10.1528 [83]

Bravo [14] zeigt in seiner Arbeit über die Weichteilveränderungen durch vier Prämolarenextraktionen bei 16 weiblichen Patienten, die durchschnittlich 13 Jahre alt waren, daß sich Ober- und Unterlippe im Mittel um 3,4 mm und 3,8 mm zur Ästhetiklinie reduzierten. Sulcus superior und Sulcus inferior verringerten sich im Durchschnitt um 1,6 mm und 2,3 mm zur Ästhetiklinie. Der Labiomentalwinkel änderte sich nicht, der Nasiolabialwinkel vergrößerte sich im Mittel um 3,7°. Seinen Ergebnissen zufolge kommt es in 12% aller Fälle mit Prämolarenextraktion zu einer deutlichen Profilreduktion, gemessen an den oben genannten Parametern.

Die in der vorliegenden Studie ermittelten Werte lagen niedriger: die Reduktion der

Unterlippe zur Ästhetiklinie lag bei den Mädchen (alle Extraktionen) bei 2,00 mm, bei den Mädchen die mittels Prämolarenextraktion behandelt wurden bei 1,76 mm, bei denen mit Molarenextraktion behandelten bei 2,34 mm. Bei den Jungen (alle Extraktionen) verringerte sich der Abstand Unterlippe zur Ästhetiklinie gemessen am Mittelwert um 2,6 mm, bei denen mit Prämolarenextraktion Behandelten lag die durchschnittliche Reduktion bei 2,9 mm, bei denen mit Molarenextraktion bei 2,15 mm. Ähnlich verhielt es sich mit der Oberlippe: der Abstand der Oberlippe zur Ästhetiklinie verringerte sich in der weiblichen Probandengruppe (alle Extraktionen) um 3,01 mm, bei der Prämolarenextraktionsgruppe um 3,24 mm, bei der Molarenextraktionsgruppe um 2,69 mm. Anders als in der männlichen Untersuchungsgruppe (alle Extraktionen), bei denen die Reduktion der Oberlippe deutlich ausgeprägter war und bei 3,9 mm lag. Differenziert man weiter, so beträgt die Reduktion bei ausschließlich mit Prämolarenextraktion behandelten Jungen sogar 4,55 mm, bei denen mit Molarenextraktion behandelten Jungen lag die Reduktion bei 3,0 mm.

Der Oberlippenwinkel blieb stabil, das heißt die Reduktion des Winkels betrug in der weiblichen Extraktionsgruppe aller Extraktionen lediglich $0,5^\circ$, in der männlichen $1,8^\circ$.

In Bezug auf die Lippendicke und Spannung der Weichteile fand Oliver [75], daß die Gewebereaktion bei Personen mit dicken bzw. dünnen Lippen stark variieren. Die Reaktion, die durch Zahnbewegung hervorgerufen wird, differiert daher erheblich. Er fand bei Patienten mit dünnen Lippen signifikante Korrelationen zwischen den dentalen und kutanen Verhältnissen, wohingegen bei Personen mit dicken Lippen keine signifikanten Reaktionen durch dentale Veränderungen am Weichteilprofil meßbar waren. Weichteilveränderungen zeigten signifikante Unterscheidungen zwischen den Geschlechtern, wobei gravierendere Unterschiede bei den Jungen gefunden wurden.

In der hier vorliegenden Studie liegt die Ober- und auch die Unterlippe bei den männlichen Patienten sowohl der Prämolaren-, als auch der Molarengruppe weiter anterior in Bezug zur Ästhetiklinie, als in der weiblichen Gruppe.

Nach Young und Smith [127] erfährt die Oberlippe eine Retrusion um ca. 2 mm. Nach Burstone [19] retrudiert die Oberlippe um 1,10 mm und die Unterlippe um 1,00 mm zu Sn-Pg', wogegen Bravo [14] eine durchschnittliche Reduzierung der Unterlippe von

2,40 mm und 3,10 mm der Oberlippe angibt. Die Stellungsänderung der unteren Inzisivi zur Grundebene verringerte sich um $2,10^\circ$, welches zur potentiellen Rückverlagerung von Labrale inferius von 1 mm führen kann.

Dobrocky und Smith [31] untersuchten 160 kieferorthopädische Patienten, davon 54 männliche und 116 weibliche Patienten, die mit der Extraktion von vier Prämolaren behandelt wurden. Die Veränderung des Nasiofazialwinkels wird von ihnen mit einer Zunahme von $5,20^\circ$ konstatiert. Die Retraktion der Ober- und Unterlippe werden mit 3,40 mm und 3,60 mm zur Ästhetiklinie nach Ricketts beschrieben. In 10-15% der Fälle kam es nach der Behandlung zu einem allzu flachen Profil, gemessen an Ricketts E-Line. Bei 80-90% aller Behandlungsfälle zeigte sich eine Profilverbesserung bzw. keine Weichteilprofilveränderung.

Stellt man diese Werte den eigenen Ergebnissen dieser Studie gegenüber, wobei nicht nach Geschlecht differenziert wird, so wurden in der eigenen geringere Werte ermittelt. Die Retraktion der Unterlippe in der Prämolarenextraktionsgruppe (beide Geschlechter zusammen) beträgt im Durchschnitt 2,35 mm. Die Retraktion der Oberlippe zur Ästhetiklinie liegt etwas höher als in der Vergleichsstudie, daß heißt die Oberlippe wird etwas flacher und weist im Mittel einen Wert von 3,90 mm auf. Der Oberlippenwinkel ändert sich kaum in dieser Gruppe, er erfährt eine Reduktion von $2,30^\circ$.

Eine Untersuchung von James [53] an 170 Patienten, stellte die Unterschiede zwischen Prämolarenextraktions- und Nichtextraktionspatienten heraus. Erstaunlicherweise war der Abstand der Unterlippe zur Ästhetiklinie in der Nichtextraktionsgruppe nach abgeschlossener Therapie größer als in der Extraktionsgruppe. Wenn man sich jedoch die Anfangswerte beider Gruppen betrachtet wird klar, daß die Nichtextraktionsgruppe schon von Beginn an einen größeren Abstand zur Ästhetiklinie besaß als die Extraktionsgruppe. James begründet dies damit, daß die Extraktionsgruppe anfangs mit viel größeren fazialen "Unstimmigkeiten" (protrusiveres Profil, dadurch vollere Lippen) die Therapie begann, als die Kontrollgruppe. Mit anderen Worten: die Extraktionsgruppe beendete die Behandlung ungefähr dort, wo bei der Nichtextraktionsgruppe die Behandlung begann. Bewertet man in dieser Gruppe den linearen Wert der Reduktion der Unterlippe zur Ästhetiklinie, wird deutlich, daß trotz weniger negativer Werte, die Extraktionsgruppe eine relativ größere Reduktion der

Unterlippe erfuhr, daß heißt, das die Homogenität zwischen der Extraktionsgruppe und der Nichtextraktionsgruppe initial erhebliche Differenzen aufweist. So nimmt in der Ex-Gruppe die Unterlippe um 3,67 mm ab, in der Non-Ex-Gruppe jedoch nur um 1,47 mm.

Genecov [39] stellte in seiner Erhebung fest, daß Mädchen einen großen Anteil ihrer fazialen Weichteilentwicklung mit dem Alter von zwölf Jahren erreicht haben, Jungen hingegen verändern ihre Gesichtsmorphologie noch bis über das siebzehnte Jahr hinaus, was auch Nanda [72] bestätigt. Ihre Weichteildimensionen sind gegenüber denen der Mädchen auch extensiver konfiguriert, was ebenfalls von Lundström [65] bestätigt wird.

Das Wachstum als ein wichtiger Faktor bei der Veränderung der behandlungsbedingten Maßnahmen verändert die Größe und Proportion des Schädels entscheidend [6]. Alle kieferorthopädischen Maßnahmen, die die Lage der Kiefer zueinander und die Stellung der Zähne auf den Kieferbasen verändern, können Auswirkungen auch auf das Profil haben. Sie verstärken oder schwächen Wachstumsrichtungen ab. Somit kann ein Gesicht positiv oder negativ beeinflusst werden [62].

Ein generelles Problem der Vergleichbarkeit vieler Patientenkollektive bei der Beurteilung der Auswirkungen von therapeutischen Interventionen von Extraktions- und Nichtextraktionsbehandlungen betrifft die Art und Dauer des Lückenschlusses nach Extraktion, die zeitliche Einordnung der Behandlungsmaßnahmen und vor allem auch Zeitpunkt und Auswahl der Extraktionsobjekte. Young und Smith [127] finden keine wesentlichen Unterschiede in den von ihnen analysierten Probandengruppen hinsichtlich der angewendeten Multibandtechniken, mit Ausnahme der Probanden, bei denen funktionskieferorthopädische Behandlungsaufgaben durchgeführt wurden.

Hinsichtlich der Befundauswertung imponiert in der vorliegenden Studie von Young und Smith [127] in erster Linie eine individuelle Vielfalt, die für den Zeitraum abgelaufener präpubertärer und pubertärer Entwicklungsabschnitte zu erwarten ist. Die reduzierten Lippenprotrusionswerte in Bezug auf die E-Line und Sn-Pg' lassen die Tendenz zum geradlinigen Profil erkennen. Der Eindruck einer unerwünschten Konkavität entsteht jedoch nicht und kann somit nicht aufrechterhalten werden.

In einer allgemeinen Einschätzung der Lippenposition und ihrer Korrelation zur

Inzisiviretraktion differieren Prognose und Realität vielfach nicht unerheblich. Assuncao [4] beschreibt in ihrer Studie über die Inzisiviretraktion und die daraus resultierenden Weichteilveränderungen, daß keine relevante Beziehung zwischen Ober- und Unterlippenretraktion zu finden ist. Die Einschätzung der Veränderung der Lippen als Indikator für die Schneidezahnstellung ist somit häufig nicht anzutreffen.

Profileinschätzungen müssen jedoch auch aus einer ganz anderen Perspektive beleuchtet werden. Zurecht betont Sergl [107], [108], daß für die Aussagefähigkeit von Profilbeurteilungen in erster Linie dem Patienten als der maßgeblichen Entscheidungsebene die oberste Priorität zukommt. Die subjektiv ausgerichtete Resonanz des Patienten auf eine Profilkonfiguration kristallisiert sich aus sehr verschiedenen Motivationen heraus, wobei immer ein Gesamteindruck favorisiert wird und als Summationswirkung imponiert. Katsaros [57] stellte ein monozygoten Zwillingpaar gegenüber. Die Ausgangssituation beider Patienten waren annähernd gleich, einer wurde mit der Extraktionstherapie von vier Prämolaren therapiert, der andere nicht. Obwohl infolge der Protrusion der Schneidezähne im Nichtextraktionsfall ein deutlicher Unterschied in der sagittalen Position der Schneidezähne in Relation zur N-Pog-Linie zwischen den Zwillingen nach der Behandlung gefunden werden konnte, war die Weichgewebereaktion deutlich geringer ausgeprägt (2,00 mm Labrale superius und 3,2 mm Labrale inferius Unterschied) und hat sich ein Jahr nach Behandlungsende weiter abgeschwächt, so daß in der Beschreibung eine kaum noch bedeutungsvolle Differenz angegeben wird.

Eine Studie von Boley [12] fand heraus, daß erfahrene Zahnärzte und Kieferorthopäden durch visuelle Beurteilung von Profil- und Frontalaufnahmen eines Patienten am Behandlungsanfang und -ende nicht in der Lage waren festzustellen, ob die Behandlung mit oder ohne Extraktion von vier Prämolaren erfolgt war. Ihre Einschätzung war nur wenig besser, als es dem Zufall entsprach. Diese visuelle Beurteilung entsprach in dieser Untersuchung auch der kephalometrischen Bewertung des Weichteilprofils, das heißt, es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Extraktions- und Nicht-extraktionspatienten.

Eine zweite Studie Katsaros [58] über den Einfluß der kieferorthopädischen Extraktions- bzw. Nichtextraktionsbehandlung auf das Weichteilprofil untersuchte 40

weibliche Patienten, die zu Beginn der Behandlung mindestens zwölf Jahre alt waren. Der Autor versuchte die Möglichkeit der Vorhersagbarkeit von Weichteiländerungen zu ermitteln. Der bemerkenswerteste Aspekt der Ergebnisse war die beachtliche Variabilität der Weichteilveränderungen. Diese Veränderungen waren im einzelnen nicht prognostizierbar und die benutzten Regressionsmodelle lieferten einen breiten individuellen Vorhersagespielraum. Bei der Anwendung der Überlagerungsmethode waren die Veränderungen der sagittalen Lippenposition relativ klein im Vergleich zu den ausgeprägten Veränderungen, die sich bei Heranziehen der Ästhetiklinie als Referenzlinie ergaben. Die Dicke der Oberlippe (gemessen als Ls-U1) sowohl in der Extraktionsgruppe als auch in der Nichtextraktionsgruppe erfuhr, in guter Übereinstimmung mit den Ergebnissen der eigenen Untersuchung, eine relative Zunahme. In den Gruppen dieser Studie betrug die Zunahme in der Molarenextraktionsgruppe (weiblich) 1,4 mm und in der Prämolarengruppe 1,00 mm. Trotzdem konnte Katsaros [58] auch unter Benutzung der Dicke der Oberlippe die Vorhersage der Oberlippenbehandlung posttherapeutisch nicht verbessern. Ebenso waren die Veränderungen in der Sagittalen in der Überlagerungsmethode bei Ls nicht signifikant.

Die lineare Veränderung des Wertes Ls-EL bei Katsaros [58] zeigte in der weiblichen Extraktionsgruppe eine Reduktion um 4,7 mm in der Non-Ex-Gruppe um 2,9 mm, der Unterschied zwischen beiden Gruppen war jedoch weder am Anfang noch am Ende signifikant. Auch diese Ergebnisse sind mit denen der eigenen Studie vergleichbar, wobei die Reduktion in der Molarengruppe 2,7 mm, in der Prämolarengruppe 3,24 mm, betrug und auch hier weder am Anfang noch am Ende eine Signifikanz aufgetreten ist. Ebenso ist der Wert Li zur Esthetic-Line mit dem eigenen Ergebnis vergleichbar. Es finden sich auch bei Katsaros [58] keine Signifikanzen am Anfang oder am Ende der Untersuchung. Die Änderung in der Ex-Gruppe um 3,5 mm und in der Non-Ex-Gruppe um 1,6 mm ist mit den eigenen Werten vergleichbar: in der Molarengruppe ändert sich der Wert um - 2,7 mm, in der Prämolarengruppe um - 3,24 mm. Unterschiede zwischen den beiden Gruppen der eigenen Studie waren nicht signifikant.

Wie schon erwähnt war der bemerkenswerteste Aspekt der Ergebnisse der beachtliche Umfang der Variabilität der Weichteiländerungen.

Es soll weiter diskutiert werden, daß die eigenen Beobachtungen bei noch wachsenden

Jugendlichen den Ergebnissen von Hershey [42] bei Erwachsenen mit Extraktions-therapie sehr ähnlich sind. Hershey, dessen Stichprobe aus 36 erwachsenen Frauen bestand, von denen 15 eine Klasse-II-Okklusion hatten, folgerte, daß für die Vorhersage der Weichteilreaktion auf kieferorthopädische Änderungen der Inzisiviposition weder einfache noch multiple Korrelationskoeffizienten nützlich sind. Der Autor gibt an, daß der Einfluß der Wachstumsänderungen auf die Lippendicke als unwichtig betrachtet werden könnte, weil die Lippendicke bei unbehandelten Mädchen im Alter von sieben Jahren am Punkt Ls zu 93% und am Punkt Li zu 89% voll entwickelt ist, bei Jungen in diesem Alter ist die Lippendicke noch nicht ganz so weit entwickelt, am Punkt Ls zu 82% und am Punkt Li zu 85%. Zu diesem Ergebnis kam auch Assuncao [4] die in ihrer Veröffentlichung konstatierte, daß eine Veränderung der Ober- und Unterkieferfrontzähne keinen großen Einfluß auf die Position der Lippenkontur hat, da die Adaptation durch die verschiedenen Lippendicken die absoluten Endergebnisse maskiert.

Wenn man sich der Extraktions- kontra Nichtextraktionsdiskussion stellt, sollte die Variabilität des Lippenprofils bei Individuen mit Normokklusion nicht außer Acht gelassen werden. Forsberg und Odenrick [37] beobachteten für die Distanz Labrale inferius zur Ästhetiklinie eine Standardabweichung von ungefähr 2,5 mm bei erwachsenen Frauen und 3,5 mm bei erwachsenen Männern mit regelrechter Okklusion.

Einige spätere Studien über die Extraktions- kontra Nichtextraktionsbehandlung haben sich auf durchschnittliche Werte und Unterschiede konzentriert [9], [10], [37].

Bestimmte Faktoren werden hierbei in der Bewertung hervorgehoben:

- die Variabilität und Unvorhersagbarkeit der Weichteiladaptation zu den gefundenen Hartgewebeänderungen
- der Prozeß der Weichteiladaptation nach der Behandlung
- die Höhe der Variabilität von Weichteilprofilen bei Individuen mit normaler Okklusion.

Interessant erscheint aus Nandas [72] Untersuchungen die Ergebnisse zur Dicke der Oberlippe. Ebenso wie an den eigenen Fernröntgenbildern von der Mitte der bukkalen

Fläche der Schneidezahnkrone bis zum Punkt Ls gemessen, kommt Nanda zu dem Schluß, daß die Dicke der Oberlippe von 13,9 mm auf 17,1 mm bei Jungen zunimmt, bei Mädchen nur von 11,8 mm auf 12,5 mm, jeweils im Alter von 7 bis 18 Jahren. Die Zunahme bei den Jungen ist seinen Untersuchungen nach zufolge also wesentlich höher als bei den Mädchen. Er vermutet, daß das Wachstum der Oberlippe bei den Mädchen mit deren Wachstumskurve übereinstimmt, die sich ab dem 14. Lebensjahr deutlich nivelliert. Das Wachstum der Jungen, also auch der Oberlippe, geht nach seinen Untersuchungen jedoch sogar noch über das 18. Lebensjahr hinaus.

In diesem Fall stimmen die Ergebnisse Nandas mit den eigenen überein. Auch in der eigenen Untersuchung ist die Dicke der Oberlippe bei den Jungen stärker ausgeprägt als bei den Mädchen. Am Anfang beträgt der Wert bei den Mädchen 10,8 mm, bei den Jungen 11,7 mm, der Unterschied von 0,9 mm ist nicht signifikant ($p > 0,05$). Der posttherapeutische Wert bei den Mädchen unterscheidet sich jedoch hoch signifikant ($p < 0,01$) von dem der Jungen, bei den Mädchen liegt er bei 12,0 mm, bei den Jungen bei 14,4 mm, es liegt ein Unterschied von 2,4 mm vor. Die eigenen Untersuchungen beziehen sich auf die Entwicklungen bis zum 14. Lebensjahr, was möglicherweise den etwas geringeren Wert der männlichen Patienten in der eigenen Untersuchung im Vergleich zur Altersstruktur der Arbeit von Nanda erklären könnte.

Seine Untersuchungen der Ober- und Unterlippe zur Esthetic-Line können außerdem mit den eigenen verglichen werden. Die Retrusion der Oberlippe bei den Jungen geht vom 7. Lebensjahr bis zum 18. Lebensjahr von -0,8 mm auf - 4,2 mm zurück, bei den Mädchen von - 0,9 mm auf - 5,4 mm. In der eigenen Untersuchung liegt er initial bei den Mädchen bei -2,1 mm, bei den Jungen bei 0,2 mm, am Ende der Untersuchung bei den Mädchen bei -5,1 mm und bei den Jungen bei -3,7 mm. Die Veränderungen der Unterlippe bei Nanda verhalten sich ähnlich: - 0,4 mm bei den Jungen zu Anfang, - 2,7 mm am Ende, bei den Mädchen - 0,6 mm am Anfang und - 2,5 mm am Ende. Bei der eigenen Untersuchung liegt der Wert bei den Mädchen anfangs bei - 0,7 mm, bei den Jungen bei 1,8 mm, am Ende bei den Mädchen bei -2,7 mm, bei den Jungen bei -0,8 mm. Die etwas geringeren Werte bei den Jungen lassen sich wahrscheinlich auch hier daraufhin zurückführen, daß die posttherapeutischen Ergebnisse der eigenen Untersuchung im Sinne der Homogenität der eigenen Studie bis zum 14. Lebensjahr einbezogen waren. Nanda vermutet, daß das Wachstum der Nase, des Kinnes sowie des

Unterkiefers mit dem 18. Lebensjahr noch nicht abgeschlossen ist, was auch Behrents [8] bestätigt und so möglicherweise trotz Zunahme der Dicke der Oberlippe durch Kinn- und Nasenwachstum bedingt eine relative Relation zur Esthetik-Line festzustellen ist.

Weiterhin sollen eigene, in der Literatur genannte Normen diskutiert werden: so werden auch als repräsentativ angesehene Normwerte, wie beispielsweise die Angaben von Schwarz [103], bei eingehender Überprüfung aus Mittelwerten von Stichproben eruiert, die nicht genau beschrieben sind. Zusätzlich liegen differente Normwertangaben für entscheidende Variablen vor: so haben Jarabak und Fizzell [52] die Abstände der Lippenkanten zur E-Line folgendermaßen definiert: $Ls-E = -2$ bis -3 mm und $Li-E = -1$ bis -2 mm. Für die Abstände der Lippenkanten zur Mundtangente sind die Werte von Burstone mit 3,5 mm für die Oberlippe und mit 2,2 mm für die Unterlippe festgelegt worden.

Damit der Anspruch, es handele sich um allgemeingültige und verbindliche "ästhetische Normen", ist bei den in der Literatur genannten Richtwerten nur bedingt gerechtfertigt [6],[108]. Ungeachtet dessen haben sie Normwertcharakter und werden für die Diagnostik häufig herangezogen. Auf die Bedeutung der individuellen, sowohl visuellen als auch kephalometrischen Analyse des Gesichtes, kann in diesem Zusammenhang nochmals verwiesen werden.

Abschließend läßt sich in der Diskussion feststellen, daß die eigenen Ergebnisse mit Extraktionen in anteriorer und posteriorer Region keine differenten Profilveränderungen ergeben haben. Damit kann die in der Zielstellung formulierte Hypothese, welche sich auf eine Vielzahl bisheriger Literaturquellen stützt und eine Differenzierung der Profilauswirkungen nach Extraktionsregion annimmt, abgelehnt werden.

4.3. Zusammenfassung

Verschiedene Behandlungsphilosophien in der Geschichte der Kieferorthopädie haben zu geographisch und zeitlich variierenden Einstellungen in der Frage der Notwendigkeit von Extraktionen geführt. Immer wieder wird die Frage aufgeworfen, ob es im Rahmen der kieferorthopädischen Extraktionsbehandlung in anteriorer oder posteriorer Region zu einer Profilverschlechterung kommt.

Anhand von lateralen Fernröntgenseitenbildern wurden in der vorgelegten Untersuchung die Weichteilkonfigurationen von 49 Patienten nach systematischer Prämolaren- bzw. Molarenextraktion auf der Grundlage prä- und posttherapeutischer Profilauswertungen beurteilt.

Um dem Anspruch der Homogenität gerecht zu werden, gelangten lediglich die Fernröntgenbilder von 10-14 Jährigen zur Untersuchung. Die Gruppen setzten sich wie folgt zusammen: Gruppe 1 (weiblich) und Gruppe 2 (männlich) wurden mit der Extraktion der 1. Prämolaren behandelt, Gruppe 3 (weiblich) und Gruppe 4 (männlich) mit der Extraktion der 1. Molaren. Das Durchschnittsalter aller Patienten betrug 11,6 Jahre, das aller *weiblichen* Patienten 11,5 Jahre und das aller *männlichen* Patienten 11,6 Jahre. Die Untersuchung bestand in einer statistischen Auswertung von Fernröntgenseitenbildern. Für die FRS-Analyse wurden entsprechend der Zielstellung hier relevante das Lippenprofil betreffende Winkel- und Streckenmessungen ausgewählt: Oberlippe zur Esthetik-Linie, Oberlippenwinkel, Unterlippe zur Esthetik-Linie und Dicke der Oberlippe. Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen deutlich, daß die in der Literatur umfangreich diskutierte Hypothese bezüglich einer differenten Auswirkung auf das Lippenprofil nach Prämolaren- oder Molarenextraktion bei der statistischen Bearbeitung der eigenen Ergebnisse hinsichtlich der anterioren und posterioren Extraktionsregion keinen signifikanten Unterschied herausstellen konnte.

Die vergleichende Gegenüberstellung hinsichtlich des Extraktionsortes (alle Geschlechter zusammen), konnte keinen signifikanten Unterschied herausstellen. Der Abstand Unterlippe zu Esthetic-Line vergrößerte sich in der Molarengruppe um 2,3 mm, in der Gruppe der Prämolaren um 2,4 mm. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen war weder im Anfangs- noch im Endbefund signifikant ($p > 0,05$). Auch der Abstand Oberlippe zur Esthetic-Line verhielt sich ähnlich: in der Gruppe der Molaren vergrößerte sich der Abstand um 2,85 mm, in der Gruppe der Prämolaren um

3,9 mm. Auch hier war der Unterschied nicht signifikant ($p > 0,05$). Der Wert der Oberlippendicke verhielt sich in beiden Gruppen fast gleich: er vergrößerte sich in der Molarengruppe um 1,8 mm, in der Prämolarengruppe um 2,0 mm.

Bezüglich des Geschlechtes (alle Extraktionen) konnten Unterschiede herausgestellt werden. Der Wert Unterlippe zur Esthetic-Line zeigte schon im Anfangsbefund weiblich zu männlich einen hoch signifikanten Unterschied ($p < 0,01$), der sich nach Behandlungsende etwas relativierte. Der Wert nahm zwar insgesamt ab, er unterschied sich jedoch von der weiblichen zur männlichen Gruppe um nur noch 1,9 mm. Der Wert der Oberlippe zur Esthetic-Line verhielt sich hingegen etwas anders: anhand der Mittelwerte war zwar insgesamt eine Reduktion des Wertes festzustellen, jedoch war er bei Vergleich beider Gruppen zueinander nicht signifikant ($p > 0,05$). Anders verhielt sich der Wert der Oberlippendicke. Die beiden Endgruppen wiesen einen hoch signifikanten Unterschied auf ($p < 0,01$). Die Oberlippendicke der männlichen Gruppe betrug 14,4 mm, die der weiblichen Gruppe 12,0 mm, demnach ein Unterschied von 2,4 mm.

Dieser Unterschied korreliert mit den Untersuchungen Nandas, der feststellte, daß die Dicke der Oberlippe bei unbehandelten Mädchen im Alter von 7 Jahren zu 93% voll entwickelt ist, die der Unterlippe zu 89% [72]. Ein Wachstum bei Mädchen sei bis zum 14., bei Jungen bis zum 18. Lebensjahr zu erwarten. Im Längenwachstum der Ober- und Unterlippe waren beim männlichen Geschlecht größere Veränderungen festzustellen als beim weiblichen. Auch die Dicke der Ober- und Unterlippe nahm in der männlichen Gruppe erheblich, in der weiblichen nur leicht zu.

Für die Indikationsstellung zur kieferorthopädischen Extraktion im anterioren versus posterioren Bereich spielt nach den eigenen Ergebnissen die Profilwirksamkeit eine untergeordnete Rolle. Eine generelle Zuweisung eines negativen Konfliktpotentials für das Behandlungssystem der Extraktionstherapie ist nach den eigenen Ergebnissen für beide Extraktionsregionen nicht gegeben.

5. Literaturverzeichnis

- [1] ANGLE EH (1913) Die Okklusionsanomalien der Zähne. Hermann Meusser Verlag, Berlin
- [2] ANDERSON JP (1973) Orthodontically treated cases ten years out of retention. Angle Orthod 45:324-36
- [3] ANDREWS LF (1972) The six keys to normal occlusion. Am J Orthod 62:296-309
- [4] ASSUNCAO Z (1994) Incisor retraction and profile changes in adult patients. Int J Adult orthod orthogn Surgery 1:31-6
- [5] BAUME LJ (1939) Auswirkungen der Extraktion von Zähnen auf das deforme Gebiß. Schweiz Mschr Zahnheilkunde 49:295
- [6] BAUMRIND S (1986) Clinical judgement versus prediction: towards a new paradigm for orthodontic research. Science and clinical judgement in orthodontics. University of Michigan, Ann Arbor
- [7] BEGG PR (1954) Stone age man's dentition. Am J Orthod 40:298-312
- [8] BEHRENTS RG (1985) Growth in the aging craniofacial sceleton. Craniofacial Growth Series, Monograph 17. Center for Human Growth and Development. The University of Michigan, Ann Arbor
- [9] BISHARA S, CUMMINS D, JAKOBSEN J, ZAHER A (1995) Dentofacial and soft tissue changes in Class II, Division 1 cases treated with and without extractions. Am J Orthod Dentofacial Orthop 107:28-37
- [10] BISHARA S, CUMMINS D, ZAHER A (1997) Treatment and posttreatment changes in patients with Class II, Division 1 malocclusion after extraction and nonextraction treatment. Am J Orthod Dentofacial Orthop 111:18-27
- [11] BLOOM F (1961) Perioral profile changes in orthodontic treatment. Am J Orthod 47:371-79
- [12] BOLEY JC (2000) Profilveränderungen bei kieferorthopädischer Behandlung mit und ohne Prämolarenextraktion. Kieferorthop 14:183-190
- [13] BOWBEER GRN (1990) The seven keys to facial beauty and TMJ health. Part 2. Funct Orthod 7:4-32
- [14] BRAVO LA (1994) Soft tissue facial profile changes after orthodontics treatment with four premolars extracted. Angle Orthod 64:31-42

- [15] BREDY E, REICHEL I (1971) Zahnextraktionen in der Kieferorthopädie. Johann Ambrosius Barth, Leipzig
- [16] BROADWAY ES, HEALY MJ, POYTON HG. (1966) The accuracy of tracings from cephalometric lateral skull radiographs. Dent Pract 12: 422
- [17] BROADBENT BH (1931) A new x-ray technique and its application to orthodontia. Angle Orthod 1:45-66
- [18] BROADBENT JM (1989) Wesensmerkmale des schönen Gesichts. Funct Orthod 6:18-30
- [19] BURSTONE CJ (1967) Lip posture and its significance in treatment planning. Am J Orthod 53:262-284
- [20] BURSTONE CJ (1958) The integumental profile. Am J Orthod 44:1-25
- [21] CANUT J (1995) Extraktion oder Nichtextraktion: Ästhetische Erwägungen. In: Bolender CJ, Bounoure GM, Barat Y (Hrsg) Extraction versus NonExtraction. Neuer Merkur, München, S 203-13
- [22] CASE CS (1964) The question of extraction in orthodontia. Am J Orthod 50:660,751,843,900
- [23] CASSIDY D, HERBOSA E, ROTSKOFF K, JOHNSTON L (1993) A comparison of surgery and orthodontics in „borderline“ adults with Class II Division 1 malocclusions. Am J Orthod Dentofacial Orthop 104:455-70
- [24] CETLIN NM (1995) Erwachsenenbehandlung ohne Extraktion. In: Bolender CJ, Bounoure GM, Barat Y (Hrsg) Extraction versus NonExtraction. Neuer Merkur, München, S 214-33
- [25] CHEDIAK W (1966) Röntgenkephalometrische Untersuchungen über die Wachstumsverhältnisse in der Nasenregion. Fortschr Kieferorthop 28:483-6
- [26] CONLIN R (1989) Finished cases and their faces. J Clin Orthod 23:751-54
- [27] CZARNECKY ST, NANDA RS, CURRIER GF (1993) Perception of balanced facial profile. Am J Orthod Dentofacial Orthop 104:180-187
- [28] DAUSCH-NEUMANN D (1968) Über die Erhaltungswürdigkeit der Sechsjahrmolaren. Fortschr Kieferorthop 29:73-8
- [29] DOWNS WB (1956) Analysis of the dentofacial profile. Angle Orthod 26:191-212

- [30] DRESCHER D (2000) Fernröntgenanalyse. In: Diedrich P (Hrsg) Praxis der Zahnheilkunde, Kieferorthopädie I, Urban & Fischer, München, Bd 11/I, 4. Aufl.
- [31] DROBOCKY O, SMITH RJ (1989) Changes in facial profile during orthodontic treatment with extraction of four first premolars. Am J Orthod Dentofacial Orthop 95:220-30
- [32] DROSCHL H (1984) Die Fernröntgenbilder unbehandelter Kinder zwischen dem 6. und 15. Lebensjahr. QuintessenzVerlagsGmbH, Berlin
- [33] EHMER U, GRAF H (1975) Kieferorthopädische Therapie durch Zahnentfernungen - Indikation und Prognose. Stomat DDR 25:167-72
- [34] EHMER U (1992) Praktische Gesichtspunkte zur kieferorthopädischen Extraktionsindikation 2. und 3. Molaren. Prakt Kieferorthop 6:25-38
- [35] EHMER U XX-Punkte-Analyse Fernröntgenseitenbildanalyse. http://medweb.uni-muenster.de/institute/zmk/einrichtungen/kfo/lehre/bildung/analysen/frs/f_index.html.
- [36] FLÜGEL B (1986) Anthropologischer Atlas. Edition Wötzel, Frankfurt a. M.
- [37] FORSBERG CM, ODENRICK L (1979) Changes in the relationship between the lips and the aesthetic line from eight years of age to adulthood. Eur J Orthodont 1:265-70
- [38] FREISFELD M (1973) Fehlerquellen an Einzeichnungsserien kephalometrischer Bezugspunkte. Fortschr Kieferorthop 40:296-9
- [39] GENECOV JS, SINCLAIR PM, DECHOW PC (1960) Development of the nose and soft tissue profile. Angle Orthod 60:191-8
- [40] GIANELLY AA (1995) Extraktion oder Nichtextraktion, In: Bolender CJ, Bounoure GM, Barat Y (Hrsg) Extraction versus Nonextraction. Neuer Merkur, München, S 190-201
- [41] HAUTVAST JGAJ (1967) Growth changes in the human head, face and stature. Thoben Offset, Nijmegen
- [42] HERSHEY G (1972) Incisor tooth retraction and subsequent profile change in postadolescent female patients. Am J Orthod 43:45-53
- [43] HOFRATH H (1931) Die Bedeutung der Röntgenfern- und Abstandsaufnahme für die Diagnostik der Kieferanomalien. Forsch Orthodont 1:232-58

- [44] HOLDAWAY RA (1983) A soft-tissue cephalometric analysis and its use in Orthodontic treatment planning. Part I. Am J Orthod 84(1):1-28
- [45] HOLDAWAY RA (1984) A soft-tissue cephalometric analysis and its use in Orthodontic treatment planning. Part II. Am J Orthod 85:279-93
- [46] HOLTGRAVE EA (1984) Die Bedeutung der Spina nasalis anterior für das Mittelgesichtsprofil. Forschr Kieferorthop 45:15-23
- [47] HOTZ R (1947-48) Active supervision of the eruption of the teeth by extraction. Trans Eur Orthodont Soc,34
- [48] HOUSTON WJB (1983) The analysis of error in orthodontic measurement. Am J Orthod 83:382
- [49] HOUSTON WJB, MAHER RE, McELROY D, SHERRIFF M (1986) Sources of error in measurements from cephalometric radiographs. Eur J Orthodont 8:149-51
- [50] HUMMEL C (1986) Einfluß der Extraktion der ersten unteren Molaren auf die Einstellung des Weisheitszahnes. Med Diss, Heidelberg
- [51] HUNTER J (1771) Natural history of human teeth. J. Johnson, London, 2. Aufl.
- [52] JARABAK JR, FIZZELL JA (1972) Technique and treatment with light-wire edgewise appliances. C.V. Mosby Comp, Saint Louis
- [53] JAMES RD (1998) A comparative study of facial profile in extraction and nonextraction treatment. Am J Orthod Dentofacial Orthop 114:265-76
- [54] JOHNSON JS, EID AA (1980) Recent developments in diagnosis and treatment planning of antero-posterior jaw discrepancies from lateral skull cephalostat radiograph. Br J Oral Surg 18:256-264
- [55] JOST-BRINKMANN PG, BARTELS A, MIETHKE RR (1989) Computergestützte Analyse von Frontal- und Profild Fotografien. Prakt Kieferorthop 3:49-60
- [56] KAHL-NIEKE B (2001) Einführung in die Kieferorthopädie. Urban&Fischer, München Jena
- [57] KATSAROS C, RIPPLINGER B, HÖGEL A, BERG R (1996) Der Einfluß der kieferorthopädischen Extraktions- bzw. Nichtextraktionstherapie auf das Weichteilprofil. Fortschr Kieferorthop 57:354-65
- [58] KATSAROS C (1996) Profilveränderungen im Zusammenhang mit kieferorthopädischer Extraktions- bzw. Nichtextraktionsbehandlung bei einem einseitigen Zwillingsspaar. Fortschr Kieferorthop 57:56-59

- [59] KJELLGREN B (1947-48) Serial extraction as a corrective procedure in dental orthopedic therapy. Trans Eur Orthodont Soc, 134
- [60] KOCH R, WITT E (1978) Das Verhalten der Weichteile und der skelettalen Parameter bei kieferorthopädischer Behandlung. Fortschr Kieferorthop 39:123-32
- [61] KOMPOSCH G (1986) Die Sechsjahrmolarenextraktion im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlung. Deutsch Zahnärztl Z 41:100-4
- [62] KREB K (1991) Altersabhängige Weichteilveränderungen des Gesichts: Fortschr Kieferorthop 51:373-77
- [63] LEJOYEUX E, FLAGEUL F (1985) Die Nase und die Entwicklung des Weichteilprofils. Inf Orthod Kieferorthop 1:9-24
- [64] LIPSCHITZ M (1927) Die Selbstregulierung des Gebisses. Hermann Meusser Verlag, Berlin
- [65] LUNDSTRÖM A, FORSBERG CM, PECK S, McWILLIAM J (1992) A proportional analysis of the soft tissue facial profile in young adults with normal occlusion. Angle Orthod 62:127-34
- [66] LUPPANAPORN LAP S, JOHNSON L (1993) The effects of premolar-extraction: A long-term comparison of outcomes in „clear cut“ extraction and nonextraction Class II patients. Angle Orthod 63:257-72
- [67] MACLEAN S (1855) Über die systematisch angewandte früzeitige Entfernung der vier permanenten ersten Backenzähne, wenn, wie dies so häufig der Fall, beginnende Karies vorhanden ist. Der Zahnarzt 10: 140
- [68] MONN W (1968) Über die Entfernung der Zwölfjahrmolaren. Fortschr Kieferorthop 29:105-12
- [69] McLAUGHIN R, BENNETT J (1995) The extraction-nonextraction dilemma as it relates to TMD. Angle Orthod 65:175-86
- [70] MILLER AJ (1994) Experimentelle Studie im Zusammenhang mit Veränderungen und Modifizierungen der vertikalen Gesichtsdimension. Inf Orthod Kieferorthop 2:157-74
- [71] MÜLLER GH (1966) Der Zeitfaktor in der kieferorthopädischen Behandlung. Fortschr Kieferorthop 27:7-21

- [72] NANDA RS, MENG HP, KAPILA S, GOORHUIS J (1990) Growth changes in the soft tissue facial profile. *Angle Orthod* 60:177-90
- [73] NANDA RS (1995) Biomechanische Aspekte der Frage Extraktions- oder Nicht-extraktionstherapie, In: Bolender CJ, Bounoure GM, Barat Y (Hrsg) *Extraction versus Nonextraction*. Neuer Merkur, München, S 94-111
- [74] NEGER M (1959) A quantitative methode for the evaluation of the soft tissue profile. *Am J Orthod* 45:738
- [75] OLIVER BM (1982) The influence of lip-thickness and strain on upper lip response to incisor retraction. *Am J Orthod* 62:141-9
- [76] O'MEYER RX (1968) Theorie und praktische Anwendung der Extraktion in der Kieferorthopädie. *Fortschr Kieferorthop* 29:165-80
- [77] PAQUETTE DE, BEATTIE JR, JOHNSTON LE. (1992) A long-term comparison of non-extraction and premolar extraction edgewise therapy in "borderline" Class II patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 102:1-14
- [78] PECK H, PECK S (1979) Frequency of tooth extraction in orthodontic treatment. *Am J Orthod* 76:491-5
- [79] PFAFF W (1921) *Lehrbuch der Orthodontie für Studierende und Zahnärzte*. Klinkhardt Verlag, Leipzig, 3. Aufl.
- [80] POLLOCK HC (1964) The extraction debate of 1911 by Case, Dewey and Cryer. *Am J Orthod* 50:656-57
- [81] PONT A (1909) Der Zahn-Index in der Orthodontie. *Z Zahnärztl Orthop* 3:306-321
- [82] RAINS MD, NANDA R (1982) Soft-tissue changes associated with maxillary incisor retraction. *Am J Orthod* 81:481-8
- [83] RAKOSI T (1979) *Atlas und Anleitung zur praktischen Fernröntgenanalyse*. C. Hanser-Verlag, München
- [84] RAKOSI T, JONAS I (1989) *Kieferorthopädie-Diagnostik, Farbatlanten der Zahnmedizin*. Thieme, Stuttgart
- [85] REICHENBACH E (1967) Die Extraktionstherapie in historischer Sicht. *Fortschr Kieferorthop* 28:441-56
- [86] RICKETTS RM, ROTH RH, CHACONAS SJ, SCHULHOF RJ, ENGEL GA (1982) *Orthodontic Diagnosis and Planning*. Rocky Mountain Data Systems

- [87] RICKETTS RM (1972) Planning treatment on the basis of the facial pattern and an estimate of its growth. *Angle Orthod* 42:368-86
- [88] RICKETTS RM (1961) Cephalometric analysis and synthesis. *Angle Orthod* 31:141
- [89] RICKETTS RM (1960) The influence of orthodontic treatment of facial growth and development. *Angle Orthod* 30:103-33
- [90] RIEDEL RA (1957) An analysis of dentofacial relationship. *Am J Orthod* 43:103-119
- [91] RIESENFELD K (1908) Über die systematische Extraktion der sechsjährigen Molaren. *Deutsch Mschr Zahnheilk* 26:633,713,793
- [92] RINDERER L (1959) Aus der frühen Geschichte der Zahnheilkunde unter besonderer Berücksichtigung orthodontischer Interessen. *Schweiz Mschr Zahnheilkunde* 69:21-32
- [93] RING ME (1997) *Geschichte der Zahnmedizin*. Könenmann Verlagsgesellschaft mbH, Köln
- [94] RIOLO ML, MOYERS RE, MCNAMARA JA, HUNTER WS (1974) *An Atlas of Craniofacial Growth*. Craniofacial Growth Series, Center for Human Growth and Development. University of Michigan, Ann Arbor
- [95] RUDEE DA (1964) Proportional profile changes concurrent with orthodontic therapy. *Am J Orthod* 50:421-34
- [96] SASSOUNI V (1956) Diagnosis and treatment planning via roentgenographic cephalometry. *Am J Orthod* 44:433-463
- [97] SCHMUTH G (1983) *Kieferorthopädie: Grundzüge und Probleme*. Thieme Verlag, Stuttgart, 2. Aufl.
- [98] SCHMUTH PF (1988) Gesichts- und Schädelprofilanalyse als Hilfe bei der kieferorthopädischen Diagnose und Behandlungsplanung. *Zahn- Mund- Kieferheilk* 76:367-73
- [99] SCHMUTH PF (1968) Folgen von Sechserextraktionen. *Fortschr Kieferorthop* 29:97-104
- [100] SCHNEIDER H (1990) *Kieferorthopädie*. Apollonia Verlag, Aachen, 3. Aufl.
- [101] SCHOPF P (1994) *Curriculum Kieferorthopädie*. Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin, Band I und II, 2. Aufl.

- [102] SCHWARZ AM. (1955) Das Ziehen von Zähnen im Dienste der Gebißregelung. In: Häupl K, Meyer W, Schuchardt K (Hrsg) Die Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Urban & Schwarzenberg, München Berlin, Bd. V, S 553
- [103] SCHWARZ AM (1958). Die Röntgenostatik. Urban & Schwarzenberg, München Berlin
- [104] SCHWARZ AM (1966) Lehrgang der Gebißregelung II. Urban & Schwarzenberg, Wien Innsbruck, 2. Aufl.
- [105] SHAW WC (1981) The influence of children's dentofacial appearance on their social attractiveness as judged by peers and lay adults. Am J Orthod 79:399-415
- [106] SHEARN BN, WOODS MG (2000) An occlusal and cephalometric analysis of lower first and second premolar extraction effects. Am J Orthod Dentofacial Orthop 117:351-61
- [107] SERGL HG, SAFFARIZADEH P, KLUEGLEIN A (1984) Die ästhetische Wirkung von aus verschiedenen Perspektiven dargestellten Gesichtern. Fortschr Kieferorthop 45:233-45
- [108] SERGL HG, LAUTENBACH B (1984) Über den Wert ästhetischer Normen im Rahmen der Profilbeurteilung. Fortschr Kieferorthop 45:87-100
- [109] SKOTNICKY F (1972) Problem der Projektionsverzerrung bei Fernröntgenaufnahmen des Schädels. Fortschr Kieferorthop 33:277-303
- [110] STAGGERS JA (1990) A comparison of results of second molar and first premolar extraction treatment. Am J Orthod Dentofacial Orthop 98:430-6
- [111] STEFANI E (1984) Veränderungen der Weichgewebe nach funktionskieferorthopädischer Behandlung im Fernröntgen-Seitenbild – eine statistische Untersuchung bei der Anomalie Angle-Klasse II, 2. Forschr Kieferorthop 45:49-54
- [112] STEINER CC (1953) Cephalometrics for you and me. Am J Orthod 39:729
- [113] STEYN CL, DU PREEZ RJ, HARRIS AMP (1997) Differential premolar extractions. Am J Orthod Dentofacial Orthop 112:480-6
- [114] STOCKFISCH H (1980) Fernröntgen-Diagnose, Fernröntgen-Prognose für die kieferorthopädische Allgemein- und Facharztpraxis. Hüthig-Verlag, Heidelberg, 2. Aufl.

- [115] STÖCKLI PW (1995) Funktionskieferorthopädie und die Extraktions-/Non-extraktions Entscheidung. In: Bolender CJ, Bounoure GM, Barat Y (Hrsg) Extraction versus NonExtraction. Neuer Merkur, München, S 21-47
- [116] STROMBONI Y (1979) Facial esthetics in orthodontic treatment with and without extractions. Eur J Orthodont 1:201-6
- [117] SUBTELNY JD (1961) The soft tissue profile, growth and treatment changes. Am J Orthod 31:105-22
- [118] SUBTELNY JD (1959) A longitudinal study of soft tissue facial structures and their profile characteristics, defines in relation to underlined skeletal structures. Am J Orthod 45:481-507
- [119] TALASS MF, TALASS L, BAKER RC. (1987) Soft-tissue profile changes resulting from retraction of maxillary incisors. Am J Orthod Dentofac Orthop 91:385-394
- [120] TWEED CH (1944) Indication for the extraction of teeth in orthodontic procedure. Am J Orthodont Oral Surg 30:405
- [121] WALDMAN BH (1982) Change in lip contour with maxillary incisor retraction. Angle Orthod 52:129-34
- [122] WEHRBEIN H (1994) Endosseous titanium implants as orthodontic anchoring elements. Experimental studies and clinical application. Fortschr Kieferorthop 55:236-50
- [123] WILSON JR, LITTLE RM, JOONDEPH DR, DOPPEL DM (1999) Comparison of soft tissue profile changes in serial extraction and late premolar extraction. Angle Orthod 69:165-74
- [124] WITZIG JW, SMITH R (1986) The clinical management of basic maxillofacial orthopedics appliances. PSG Publishing, Littleton
- [125] YOGOSAWA F (1990) Predicting soft tissue profile changes concurrent with orthodontic treatment. Angle Orthod 60:199-205
- [126] YOUNG T, SMITH R (1993) Effects of orthodontics on facial profile: A comparison of changes and four premolar extraction treatment. Am J Orthod Dentofacial Orthop 103:452-58
- [127] YOUNG T, SMITH R (1994) Auswirkungen der kieferorthopädischen Behandlung auf das Gesichtsprofil. Inf Orthod Kieferorthop 1:87-95

6. Danksagung

Die Anregung und Entstehung dieser Arbeit ging von Frau Prof. Dr. Ulrike Ehmer aus. Ihre umfassende Kenntnis der kephalometrischen Analyse und deren klare Systematisierung waren wesentliche Voraussetzungen für diese Arbeit. Mit viel Verständnis und konsequente Förderung begleitete sie deren Entstehung.

An dieser Stelle möchte ich ihr deshalb meinen besonderen Dank aussprechen.

Herrn Dr. Gholamreza Danesh stand mir bei meiner Promotionsarbeit freundschaftlich und mit vielen Anregungen zur Seite. In ihm fand ich einen Betreuer, der bei Fragen aller Art jederzeit ansprechbar war und aufkommende Probleme schnell zu lösen vermochte. Für die umfassende Betreuung in dieser Zeit möchte ich mich bei ihm herzlich bedanken.

Ein besonderer Dank gilt besonders meinen Eltern, die mit unermüdlicher Geduld mein Studium und meine Arbeit unterstützten.

7. Lebenslauf**A. Persönliche Daten**

Name: Henke

Vorname: Stephanie

Wohnort: Bogenstr.6, 48143 Münster

Geburtsort: Trier

Geburtsdatum: 23. Februar 1976

Staatsangehörigkeit: deutsch

Familienstand: ledig

Eltern: Dr. Johannes Michael Henke, Internist
Gudrun Philomene Henke geb. Knapp, Lehrerin

Geschwister: Michaela, Miriam, Ulrike

B. Ausbildung

1981-1985 Keune-Grundschule Trier

1985-1994 Angela-Merici-Gymnasium Trier

1994-1995 Studium der Geschichte und Romanistik an der Universität Trier

1995-1997 Studium der Zahnheilkunde an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen

1997 Zahnärztliche Vorprüfung

1997-2001 Studium der Zahnheilkunde an der WWU Münster

2001 Staatsexamen u. Approbation als Zahnärztin Dezember 2001

C. Beruf

Aug./Sept. 1994 Famulatur in Siena, Italien

Aug./Sept. 1999 Famulatur in Recife, Brasilien

**1.4.2002 -
31.3.2003** Wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik/Münster bei Prof. Dr. Dr. F. Bollmann

seit 1.4.2003 Weiterbildungsassistentin in der Poliklinik für Kieferorthopädie/Münster bei Prof. Dr. U. Ehmer

Münster, den 15.07.2004

Anhang**Abbildungsverzeichnis**

Abb.1: Pablo Picasso, Femme au corsage à fleurs, Lithographie, 27.12.1958, Grafikmuseum Pablo Picasso, Münster	1
Abb. 2: aus BEHRENTS RG. Soft tissue outlines for composite males and females (initial age/ final age). Growth in the aging craniofacial skeleton. Craniofacial Growth Series, Monograph 17. Center for Human Growth and Development. The University of Michigan. Michigan: Ann Arbor, 1985	25
Abb. 3: Superimposition, male age (17-49), aus: Growth in the aging craniofacial skeleton. Craniofacial Growth Series, Monograph 17. Center for Human Growth and Development. The University of Michigan. Michigan: Ann Arbor, 1985	27
Abb. 4: Patientenverteilung nach Anzahl jeweils in der Prämolaren als auch in der Molarengruppe	41
Abb. 5: Screenshot Analysesoftware "FR-Win®" (Firma "computer konkret")	43
Abb. 6: Veränderungen des Wertes Unterlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe Prämolaren/weiblich	68
Abb. 7: Veränderungen des Wertes Oberlippenwinkel in der Gruppe Prämolaren/weiblich	69
Abb. 8: Veränderungen des Wertes Oberlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe Prämolaren/weiblich	70
Abb. 9: Veränderungen des Wertes Oberlippendicke in der Gruppe Prämolaren/weiblich	71
Abb. 10: Veränderungen des Wertes Unterlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe Prämolaren/männlich	72
Abb. 11: Veränderungen des Wertes Oberlippenwinkel in der Gruppe Prämolaren/männlich	73
Abb. 12: Veränderungen des Wertes Oberlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe Prämolaren/männlich	74
Abb. 13: Veränderungen des Wertes Oberlippendicke in der Gruppe Prämolaren/männlich	75
Abb. 14: Veränderungen des Wertes Unterlippe zur E-Line in der Gruppe Molaren/weiblich	76
Abb. 15: Veränderungen des Wertes Oberlippenwinkel in der Gruppe Molaren/weiblich	77
Abb. 16: Veränderungen des Wertes Oberlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe Molaren/weiblich	78
Abb. 17: Veränderungen des Wertes Oberlippendicke in der Gruppe Molaren/weiblich	79
Abb. 18: Veränderungen des Wertes Unterlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe Molaren/männlich	80
Abb. 19: Veränderungen des Wertes Oberlippenwinkel in der Gruppe Molaren/männlich.	81

Abb. 20: Veränderungen des Wertes Oberlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe Molaren/männlich.	82
Abb. 21: Veränderungen des Wertes Oberlippendicke in der Gruppe Molaren/männlich.	83
Abb. 22: Veränderungen des Wertes Unterlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe alle Ex-Gruppen weiblich zu männlich.	84
Abb. 23: Veränderungen des Wertes Oberlippenwinkel in der Gruppe alle Ex-Gruppen weiblich zu männlich.	85
Abb. 24: Veränderungen des Wertes Oberlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe alle Ex-Gruppen weiblich zu männlich.	86
Abb. 25: Veränderungen des Wertes Oberlippendicke in der Gruppe alle Ex-Gruppen weiblich zu männlich.	87
Abb. 26: Veränderungen des Wertes Unterlippe zur Esthetic-Line in der Prämolarengruppe weiblich zu männlich	88
Abb. 27: Veränderungen des Wertes Oberlippenwinkel in der Prämolarengruppe weiblich zu männlich	89
Abb. 28: Veränderungen des Wertes Oberlippe zur Esthetic-Line in der Prämolarengruppe weiblich zu männlich.	90
Abb. 29: Veränderungen des Wertes Oberlippendicke in der Prämolarengruppe weiblich zu männlich.	91
Abb. 30: Veränderungen des Wertes Unterlippe zur Esthetic-Line in der Molarengruppe weiblich zu männlich.	92
Abb. 31: Veränderungen des Wertes Oberlippenwinkel in der Molarengruppe weiblich zu männlich.	93
Abb. 32: Veränderungen des Wertes Oberlippe zur Esthetic-Line in der Molarengruppe weiblich zu männlich.	94
Abb. 33: Veränderungen des Wertes Oberlippendicke in der Molarengruppe weiblich zu männlich.	95
Abb. 34: Veränderungen des Wertes Unterlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe alle Geschlechter/ Molaren zu Prämolaren.	96
Abb. 35: Veränderungen des Wertes Oberlippenwinkel in der Gruppe alle Geschlechter/Molaren zu Prämolaren.	97
Abb. 36: Veränderungen des Wertes Oberlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe alle Geschlechter/Molaren zu Prämolaren.	98
Abb. 37: Veränderungen des Wertes Oberlippendicke in der Gruppe alle Geschlechter/Molaren zu Prämolaren.	99
Abb. 38: Veränderungen des Wertes Unterlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe weiblich/ Molaren zu Prämolaren.	100
Abb. 39: Veränderungen des Wertes Oberlippenwinkel in der Gruppe weiblich/Molaren zu	

Prämolaren.	101
Abb. 40: Veränderungen des Wertes Oberlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe weiblich/Molaren zu Prämolaren	102
Abb. 41: Veränderungen des Wertes Oberlippendicke in der Gruppe weiblich/Molaren zu Prämolaren.	103
Abb. 42: Veränderungen des Wertes Unterlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe männlich/ Molaren zu Prämolaren.	104
Abb. 43: Veränderungen des Wertes Oberlippenwinkel in der Gruppe männlich/Molaren zu Prämolaren.	105
Abb. 44: Veränderungen des Wertes Oberlippe zur Esthetic-Line in der Gruppe männlich/Molaren zu Prämolaren.	106
Abb. 45: Veränderungen des Wertes Oberlippendicke in der Gruppe männlich/Molaren zu Prämolaren	107
Abb. 46: Albrecht Dürer (1471-1528), Die Proportionslehre; Nürnberg, 31.10.1528	111