

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

**Veränderungen der vertikalen Dimension  
bei kieferorthopädischer Extraktionstherapie  
- Systematische Literaturübersicht -**

**INAUGURAL - DISSERTATION**

**zur**

**Erlangung des doctor medicinae dentium**

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

**vorgelegt von**

**Eggert, Vanessa**

**aus Warendorf**

**2007**



**Dekan:** Univ.-Prof. Dr. med. V. Arolt

**1. Berichterstatter:** Univ.-Prof. Dr. med. dent. U. Ehmer

**2. Berichterstatter:** Prof. Dr. med. Dr. med. dent. J. Kleinheinz

**Tag der mündlichen Prüfung: 10.12.2007**

---

**Aus dem Universitätsklinikum Münster**  
**Poliklinik für Kieferorthopädie**  
**- Direktorin: Univ.-Prof. Dr. med. dent. U. Ehmer -**  
Referent: Univ.-Prof. Dr. med. dent. U. Ehmer  
Koreferent: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. J. Kleinheinz

## **ZUSAMMENFASSUNG**

### **Veränderungen der vertikalen Dimension bei kieferorthopädischer Extraktionstherapie – Systematische Literaturübersicht**

Eggert, Vanessa

Es wird die Hypothese überprüft, inwiefern Extraktionstherapien mit kieferorthopädischer Indikation zu einem Verlust der vertikalen Dimension führen. Die Analyse erfolgt auf Grundlage einer systematischen Literaturübersicht. Nach dem Literaturstudium werden die Keywords sowie deren Kombinationen definiert und die Recherche in den entsprechenden Datenbanken durchgeführt.

Es können für den Zeitraum 1973 – 2006 31 relevante Publikationen selektiert werden. Die Aussagefähigkeit dieser Arbeiten wird in den Bereichen zwischen dem Evidenzgrad IIa (systematische Übersicht aus Kohortenstudien) und IV (Fall-Kontrollstudien niederer Qualität) bewertet. Es liegen keine RCT's (Evidenzgrad Ib) zur Fragestellung vor. Bei der Auswertung werden Case Reports (Evidenzgrad IV) aufgrund der geringen Validität excludiert. Die Analyse der Ergebnisse zeigt fünf Studien (16 %) mit guter Evidenz (Grad IIb), in denen eine Verringerung der skelettalen vertikalen Dimension festgestellt wird, während in acht teilweise schwächer evidenten Studien (26 %) die gegenteilige Entwicklung, eine Vergrößerung, ermittelt wird. 17 der 31 einbezogenen Publikationen (55 %) weisen eine unveränderte skelettale vertikale Dimension auf. Unter diesen befinden sich fünf Arbeiten mit dem Evidenzgrad IIb, in denen Patienten mit hyperdivergentem Wachstumstyp betrachtet werden. Die hier festgestellte unveränderte vertikale Dimension lässt sich so interpretieren, dass keine weitere Vertikalisierung im Wachstum aufgetreten ist und somit eine "relative" Bissabsenkung stattgefunden hat. Demzufolge wird die eingangs formulierte Annahme, dass Extraktionstherapien in einem Verlust der vertikalen Dimension resultieren, zusätzlich bekräftigt.

Die Ergebnisse dieser systematischen Literaturübersicht stützen demnach die Hypothese einer Reduktion der vertikalen Dimension, ohne dass höchste Evidenzkriterien erfüllt sind.

**Tag der mündlichen Prüfung: 10.12.2007**

Für meine Eltern

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1. Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Zielsetzung.....	1
1.2 Historischer Überblick über die Extraktionstherapie.....	1
<b>2. Kieferorthopädische Grundlagen.....</b>	<b>7</b>
2.1 Kieferorthopädische Extraktionstherapie.....	7
2.2 Postnatale Schädelentwicklung.....	18
2.3 Kieferorthopädische Wachstumsbeeinflussung.....	25
2.4 Analysen der kieferorthopädischen Diagnostik.....	26
<b>3. Grundlagen der wissenschaftlichen Literaturrecherche.....</b>	<b>36</b>
3.1 Evidenz-basierte Medizin.....	36
3.1.1 Studiendesigns.....	37
3.1.2 Systematischer Fehler (Bias).....	42
3.1.3 Kriterien zur Bewertung klinischer Studien.....	45
3.2 Systematische Literaturrecherche.....	50
3.2.1 Internationale Literaturquellen.....	50
3.2.2 Strategien der Literaturrecherche.....	58
3.2.3 Selektion und Analyse relevanter Studien.....	61
<b>4. Spezifische Literaturrecherche zum Arbeitsthema.....</b>	<b>62</b>
4.1 Quellen der individuellen Literaturrecherche.....	62
4.2 Strategie der individuellen Literaturrecherche.....	63
4.3 Ergebnisse der individuellen Literaturrecherche.....	67
4.3.1 Sichtung und Ausarbeitung relevanter Originalarbeiten.....	72
4.3.2 Synoptische Analyse der relevanten Literatur.....	108
<b>5. Diskussion.....</b>	<b>122</b>
5.1 Vergleich der Patienten/Probanden.....	122
5.2 Vergleich der Interventionen.....	125
5.3 Vergleich der Studienqualität.....	130
<b>6. Literaturverzeichnis.....</b>	<b>134</b>
<b>7. Danksagung.....</b>	<b>145</b>
<b>8. Lebenslauf.....</b>	<b>146</b>
<b>Anhang.....</b>	<b>1</b>

## **1. Einleitung**

### **1.1 Zielsetzung**

Durch Missverhältnisse zwischen der Summe der Zahnbreiten und der Länge der zahntragenden Alveolarfortsätze kommt es schon während des Zahndurchbruchs der zweiten Dentition bei vielen Menschen zu verschachtelten Zahnstellungen, den "primären Zahnengständen". Bei erheblichem Platzmangel wird neben anderen kieferorthopädisch-orthodontischen Therapievarianten, wie z.B. einer Distalisierung von Seitenzähnen oder einer transversalen Expansion der Zahnbögen, auch die Möglichkeit in Betracht gezogen, den notwendigen Platzgewinn durch die Entfernung von Zähnen (Extraktion) zu erzielen, um die permanente Dentition in harmonische, funktionell ausgerichtete Zahnbögen einstellen zu können. Da es sich bei den zu extrahierenden Zähnen häufig um gesunde Prämolaren handelt, ist eine sehr sorgfältige Indikationsstellung mit Abwägung aller Vor- und Nachteile einer Zahnentfernung sowie aller möglichen Differentialtherapien obligat. Die in der kieferorthopädischen Lehre verbreitete Annahme, dass Extraktionstherapien mit einer "Absenkung des Bisses" einhergehen würden, ist in der Vergangenheit zunehmend hinterfragt worden oder zumindest einer differenzierteren Betrachtung unterworfen worden, so dass sich die Aufgabe stellt, der Beantwortung dieser kontrovers diskutierten Fragestellung durch eine umfassende, internationale Literaturrecherche mit systematischer Analyse der publizierten Forschungsergebnisse näher zu kommen.

### **1.2 Historischer Überblick über die Extraktionstherapie**

Bereits in alten Schriften wie denen von PAUL VON ÄGINA um 636 oder denen von HALI ABBAS anno 994 wurde die "Entfernung überzähliger oder außerhalb der Zahnreihe stehender Zähne zur Verbesserung der Ästhetik" empfohlen [139]. Als erste größere wissenschaftliche Abhandlung der Zahnheilkunde gilt das 1728 erschienene Buch "Le Chirurgien Dentiste ou Traité des dents" von PIERRE FAUCHARD (1678-1761). In dieser Monographie sind auch Hinweise auf den gezielten Einsatz von Zahnextraktionen als "Regulierungsmaßnahme" zu finden [28].

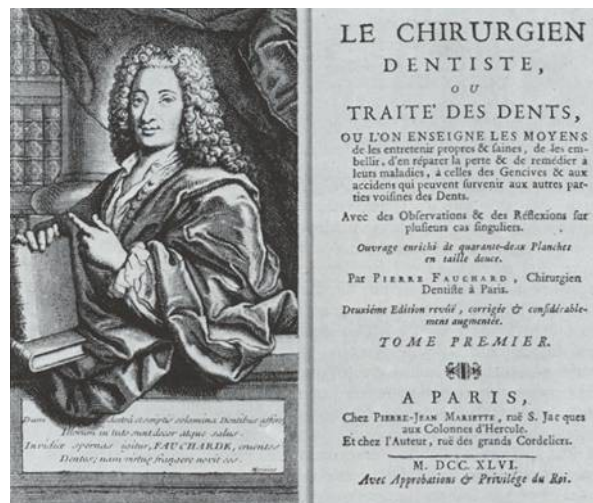


Abbildung 1: "Le Chirurgien Dentiste ou Traité des dents" von PIERRE FAUCHARD

Einer der bedeutendsten Nachfolger FAUCHARDS war ETIENNE BOURDET (1722-1789), der 1757 mit seinen "Recherches et observations sur toutes les parties de l'art du dentiste" ein weiteres wichtiges Werk der Zahnheilkunde verfasste. In diesem empfahl er die Ex-  
 traktion der ersten Prämolaren, um ein "Übereinanderschieben der Zähne" zu verhindern [140]. Im Jahr 1771 lieferte der englische Chirurg und Anatom JOHN HUNTER (1728-1793) in seinem berühmten Buch "National History of the Human Teeth" ausführliche Anleitungen zur Zahnextraktion bei Zahnengständen. Er formulierte folgenden Grundsatz: „Kariöse erste bleibende Mahlzähne sollten frühzeitig entfernt werden, auch wenn sie noch keine Beschwerden verursachen, da Lückenschluß zu erwarten ist und Platz für die vorderen Zähne geschaffen werden kann“ [179]. REICHENBACH [132] bezeichnet dieses Zitat als den ersten Hinweis auf die systematische Extraktion. 1803 publizierte Fox die Empfehlung, Sechsjahrmolaren aus kariesprophylaktischen Gründen zu extrahieren [132]. Ihm wird noch heute vielfach das Primat des Vorschlags dieser Behandlung eingeräumt. MACLEANS Überlegungen von 1855 beeinflussten die Molarenextraktion jedoch noch einmal bedeutend. Er sah in der „systematisch angewandten frühzeitigen Extraktion der vier ersten permanenten Molaren“ [138] folgende Vorteile:

- „Erzielung eines gesünderen Zustandes in den übrigen Zähnen; wahrscheinliche Vorbeugung der Karies
- Vorbeugung der peinlichen, in manchen Fällen sogar sehr ernsthaften Symptome, welche häufig den Durchbruch der Weisheitszähne in engen Kiefern begleiten



- Vorbeugung und Verbesserung der einfachen Formen von Unregelmäßigkeiten, wie sie so häufig vorkommen, in der leichtesten und wünschenswertesten Weise ohne die Mitwirkung mechanischer Hilfsmittel“ [132]

Beim letzten Punkt, der sich mit der Veränderung des Gebisses und der Zahnstellung als Folge der Extraktion befasst, wird auf die Möglichkeit der "Selbstregulierung" verwiesen. Die Erwartung einer problemlosen "Selbstregulierung" führte zeitweise zu unkritischen Extraktionsentscheidungen. Später stellte sich heraus, dass aufgrund der Wandergesetze nach BAUME [14] diese eher zufällig eintrat und vielfach überschätzt wurde. Ein früher Kritiker der Durchführung von Zahnextraktionen war ABBOTT (1875), der die Sechsjahrmolaren als die wichtigsten Zähne des Gebisses ansah [132]. Auch KINGSLEY (1881) distanzierte sich von der verbreiteten Meinung, dass Extraktionen zur Fehlstellungskorrektur ohne anschließende apparative Kontrolle zu einer Gebissregulierung führen würde. Er vertrat die Ansicht, „daß die Extraktion eines Zahnes ohne sofortige darauf folgende mechanische Behandlung sogar unwissenschaftlich und fehlerhaft sei“ [38]. Vor der Jahrhundertwende fand die Anwendung der systematischen Extraktion der ersten Molaren sowohl begeisterte Anhänger als auch rigorose Gegner. So äußerten sich beispielsweise BRENZIGER und MILLS 1868 sehr entschieden gegen die Sechsjahrmolaren-Extraktion, während ANDRIEU (1888) die Auffassung vertrat, dass dem ersten Molaren als einem angeblich „zum Milchgebiss gehörenden Zahn“ nur die Aufgabe der Erhaltung der Bisshöhe während des Zahnwechsels zukäme [114]. Hinsichtlich des vorliegenden Arbeitsthemas ist diese Diskussion als ein erster Hinweis auf die Vorstellung zu verstehen, dass kieferorthopädische Extraktionstherapien in einem Verlust der vertikalen Dimension resultieren. Ausschlaggebend für die Empfehlung zur Extraktion erster Molaren war für die meisten Autoren die hohe Kariesanfälligkeit dieser Zähne. Sie rechtfertigten ihre Ansicht mit der Argumentation, dass im Dienste der Kariesprophylaxe der am häufigsten von Karies befallene Zahn entfernt werden sollte, wenn eine „Auflockerung der Zahnreihen durch Extraktion“ angestrebt wurde [28]. 1882 distanzierte sich jedoch HOLLAENDER [138] als erster von der üblichen Methode der Sechsjahrmolaren-Extraktion zur Platzbeschaffung und sprach sich im Falle gesunder erster Molaren für das planmäßige Entfernen der ersten oder zweiten Prämolaren aus. Dieser Meinung schloss sich 1891 auch WALKHOFF an [132].

Die „Zeit des wilden Extrahierens“ [88] und den Streit um die Vor- und Nachteile der Extraktion beendete vorerst EDWARD H. ANGLE (1855-1930), dessen fachliche Autorität unbestritten war, im Jahre 1900 mit dem "Postulat der absoluten Erhaltung der Zähne". Sein Leitsatz war: „Jeder Zahn ist ein notwendiger Baustein für die normale Okklusion. Nach jeder Extraktion resultiert folglich eine Okklusionsanomalie mit schweren Störungen“ [14].

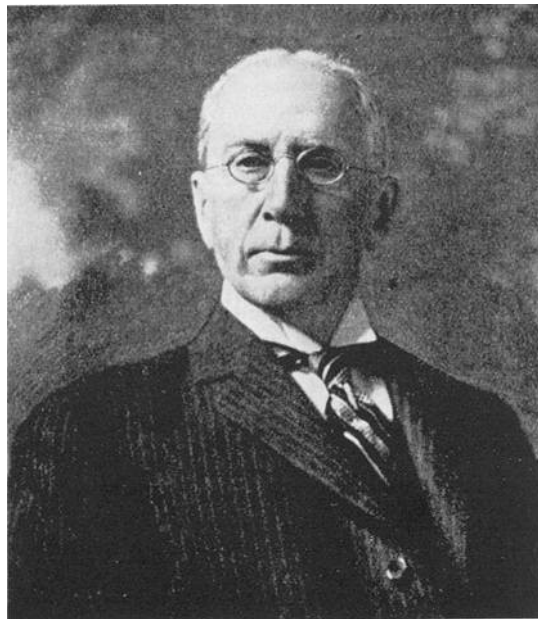


Abbildung 2: EDWARD H. ANGLE (1855-1930)

Ferner untermauerte ANGLE sein dogmatisches Extraktionsverbot, indem er auf den Wert des ersten Molaren verwies: „Der Verlust keines anderen Zahnes ist von so vielfachen und schlimmen Folgen begleitet. Seine Größe und Stellung im Zahnbogen sowie seine Beziehungen zu den anderen Zähnen sind derart, daß man ihm die größte Sorgfalt zuwenden sollte, um ihn so lange wie möglich zu erhalten. Ist dies aber nicht möglich, muß er sofort auf irgendeine Art künstlich ersetzt werden“ [28].

Allerdings wurde ANGLES Auffassung schon zu seinen Lebzeiten nicht widerspruchlos hingenommen. Einer seiner bedeutendsten Gegner war CALVIN S. CASE (1847-1923) [34], der sich sehr entschieden für die Extraktionstherapie einsetzte. Er befürwortete die Theorie, dass aus Gründen des Evolutionsprozesses, der Ernährungsgewohnheiten und sonstigen Veränderungen oft nicht ausreichend Raum im Kiefer für die Unterbringung

aller Zähne vorhanden sei. Somit sei besonders bei Patienten mit Zahnengstand und großer sagittaler Frontzahnstufe eine Zahnextraktion indiziert.



Abbildung 3: CALVIN S. CASE (1847-1923)

In den fünfziger Jahren brach die Kontroverse erneut aus, als TWEED (1944), ein Schüler ANGLES, sowie KJELLGREN (1947) offen für die Extraktionstherapie eintraten, um das Gesichtprofil zu verbessern und vorliegende Zahnengstände zu beheben. TWEED begründete seine Haltung, indem er darauf verwies, dass ANGLE aufgrund seines strikten Extraktionsverbotes bei weniger als 20 Prozent seiner Behandlungen rezidivfreie Ergebnisse aufweisen konnte. In diesem Zusammenhang war auch der spätere Hinweis auf die apikale Basis durch LUNDSTRÖM, der feststellte, dass „ein bleibendes Mißverhältnis zwischen Zahnbogen und apikaler Basis bestehen kann“ [152], von besonderer Bedeutung. Als Konsequenz, die TWEED für seine kieferorthopädische Behandlung aus seinen Beobachtungen zog, führte er Extraktionen in 80 Prozent der Fälle durch. Einen wesentlichen Beitrag zu einer differenzierteren Sicht der Extraktion aus kieferorthopädischen Gründen leistete im Jahr 1913 HERBST, der die Ansicht vertrat, dass der Behandler hinsichtlich orthodontischer Gründe gezwungen sei, „in jedem Einzelfall die Frage der Extraktion mit in Erwägung zu ziehen. Die kategorische Forderung nach normaler Okklusion und die kategorische Verurteilung jeglicher Extraktion sind zwei Extreme, denen der

Arzt nicht ohne weiteres zustimmen kann“ [132]. Ihre Legitimation erhielt die Extraktion durch die von KANTOROWICZ [70] vertretene Richtung, die nicht mehr die Regelverzahnung, sondern die gesicherte Okklusion anstrebte. Mit der Extraktionstherapie auf „wissenschaftlichem Fundament“ [70] verstummten die "no extraction under any circumstances"-Stimmen durch ANGLE immer mehr, während die Auffassung von den "extractions when necessary", vertreten durch CASE, immer mehr Anhänger gewann [20].

## **2. Kieferorthopädische Grundlagen**

Zur Beurteilung wissenschaftlicher Untersuchungen, die sich mit der Fragestellung beschäftigen, ob Extraktionstherapien zu einer Absenkung der Bisshöhe führen, sind umfassende Kenntnisse über Wachstumsprozesse im Schädelbereich, kieferorthopädische Diagnostikmethoden, Therapieformen sowie Einflüsse kieferorthopädischer Therapiegeräte auf das Wachstum notwendig.

### **2.1 Kieferorthopädische Extraktionstherapie**

Nachdem in den 50'er und 60'er Jahren in den USA rund 80 % der kieferorthopädischen Patienten mit Hilfe von Extraktionen behandelt wurden, hat sich die heute angenommene Frequenz erheblich reduziert und liegt etwa auf europäischem Niveau [38],[129]. SCHOPF [146] gibt die Häufigkeit der kieferorthopädischen Fälle, die im deutschsprachigen Raum mittels Extraktionstherapie behandelt werden, mit 25-50 % an. Vor allem ästhetische Überlegungen im Hinblick auf eine im Alter zunehmende Lippenkonkavität sowie der Wunsch nach einem vollen Lippenprofil haben dazu beigetragen, dass die Häufigkeit kieferorthopädischer Prämolarenextraktionen deutlich zurückgegangen ist [59].

Allerdings lässt sich feststellen, dass aufgrund der vielfältigen Entscheidungskriterien die Grenze zwischen Nicht-Extraktions- und Extraktionstherapie von verschiedenen Behandlern sehr unterschiedlich gezogen wird. Zur Entscheidungsfindung werden sowohl klinische als auch radiologische Parameter herangezogen, aus denen sich Hinweise auf mögliche Indikationen und Kontraindikationen ergeben. Prinzipiell können Extraktionen aus pathologischen Gründen (Karies, Parodontopathien, Trauma), die aus allgemeinärztlicher Sicht zu beurteilen sind, oder aus kieferorthopädischen Gründen erforderlich sein. Die Hauptindikation zur kieferorthopädischen Extraktion stellt der Platzmangel dar. Bei einem Platzmangel besteht eine Diskrepanz zwischen Platzangebot und Platzbedarf mit eingengten Lücken für noch nicht durchgebrochene Zähne. Als mögliche Ursachen sind anzuführen [67]:

- frühzeitiger Milchzahnverlust
- Reduktion des mesiodistalen Kronendurchmessers kariöser Milchzähne
- erbliche Faktoren wie z.B. Deckbiss, Missverhältnis zwischen Ober- und Unterkiefer, maxilläre bzw. mandibuläre Mikrognathie, Zahnbreiten-/Kieferbreiten-diskrepanz
- habituelle Faktoren wie z.B. Lippenbeißen oder Lutschen

Der daraus resultierende Platzmangel offenbart sich z.B. durch [67]:

- Mesialstand der Seitenzähne
- Reklination der Schneidezähne
- Distalstand der Frontzähne
- transversale Enge
- Mittellinienverschiebung
- ausgeprägte Spee'sche Kurve
- Staffel- bzw. Dachziegelstellung oder Rotationen der Frontzähne

In der Regel stellt der Mesialstand der Sechsjahrmolaren um etwa eine halbe Prämolarbreite (Pb) – dies entspricht der Notwendigkeit der Distalisation um 3,5 mm – einen Grenzwert bei der Entscheidung für oder gegen eine Extraktionstherapie dar. Dabei wird dem Platzdefizit im Unterkiefer ein größerer Stellenwert zugeschrieben als dem im Oberkiefer, da eine Distalisation im Unterkiefer mittels Lip-Bumper kaum durchführbar ist und im günstigsten Fall einen Platzgewinn von nur 1 mm pro Seite ergibt. Außerdem kommt im Unterkiefer erschwerend hinzu, dass sich die Basis der Mandibula nur um maximal 4 mm erweitern lässt, die transversale Erweiterung sehr rezidivfreudig ist, sich häufig ein tertiärer Engstand ausbildet, die Knochenstruktur im Vergleich zur Maxilla kompakter ist, die Möglichkeiten der Frontzahnbewegung stark eingeschränkt sind und eine Distalisation den Retromolarraum einengen und damit den Durchbruch der Weisheitszähne erschweren könnte.

Daraus ableitend kann die Entscheidung zugunsten einer Extraktionstherapie fallen, wenn:

- der Mesialstand der Seitenzähne die Grenze von 3,5 mm deutlich überschreitet.
- ein ausgeprägtes Missverhältnis zwischen Zahn- und Kiefergröße besteht.
- eine starke, therapeutisch nicht anders korrigierbare maxilläre oder mandibuläre Mikrognathie vorliegt.

Von entscheidender Bedeutung 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 [14] aufgestellten "Wanderungsgesetze" zu beachten. Diesen liegen umfangreiche Untersuchungen über die Wanderungen der Nachbarzähne nach Extraktion der Sechsjahrmolaren und der Prämolaren zugrunde. BAUME 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 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 (vor allem im Oberkiefer).
5. Bei einem Zahnverlust im Seitenzahnggebiet ist ein früherer Durchbruch der zweiten und dritten Molaren von bis zu drei Jahren zu erwarten.
6. Beschleunigend auf die Wanderung zur Extraktionslücke hin wirken sich der Durchbruch benachbarter Zähne, ein nicht abgeschlossenes Wurzelwachstum sowie ein noch nicht vollzogener Durchbruch aus.

BAUME [14] kam zu dem Schluss, 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 Prämolarenentfernung wird von BAUME das 13. Lebensjahr für die Extraktion im Unterkiefer und das 14. bis 15. Lebensjahr für die Extraktion im Oberkiefer angegeben. In jedem Fall aber muss das häufig vom chronologischen Alter abweichende dentale Alter Berücksichtigung finden.

Fällt nach sorgfältiger Befunderhebung die Entscheidung zugunsten einer Extraktionstherapie, ergeben sich gegenüber einer Nicht-Extraktionstherapie folgende Vorteile [67]:

- kürzere Behandlungszeiten
- geringere Rezidivneigung
- Vereinfachung der Behandlung, da die Extraktionstherapie in den meisten Fällen von der Kooperationsbereitschaft des Patienten unabhängig ist
- gute Kompromisslösung auch bei problematischen Spätfällen

Als Nachteile müssen jedoch bedacht werden [67]:

- Extraktion meist gesunder permanenter Zähne
- unkontrollierte Zahnkippungen bei mangelnder Patientencompliance, wenn extra-orale Geräte zum Einsatz kommen
- ausbleibender Schluss der Restlücken durch einen zu geringen Mesialschub der distalen Seitenzähne
- Einsatz meist festsitzender Apparaturen, die besonders im kariesanfälligen Gebiss als kritisch anzusehen sind

In der internationalen Literatur wird häufig die Hypothese beschrieben, dass kieferorthopädische Extraktionstherapien mit einer Absenkung des Bisses einhergehen würden. Diese Annahme hat Auswirkungen auf Therapiekonzepte und somit auch auf die Wahl der Extraktionsobjekte (Milchzähne, Frontzähne, Prämolaren, Molaren), welche im Folgenden näher erläutert werden.

#### Gesteuerte Milchzahnextraktion

Um die Notwendigkeit einer apparativen Begleittherapie im Sinne einer „kostengünstigeren bzw. sozialen Behandlung“ [59] zu reduzieren, wurden von KJELLGREN [92] und HOTZ [73] Regeln verfasst, die eine „Steuerung des Zahndurchbruchs mittels Extraktionen“ vorsahen. Das entsprechend diesen Regeln durchgeführte Vorgehen wird auch als "Reihen- oder Serienextraktion" bezeichnet und verfolgt das Ziel, frontale Engstände aufzulösen und einen Lückenschluss nach letztlich erfolgter Extraktion der vier ersten Prämolaren ohne kieferorthopädische Geräte zu bewirken. Indikationen für die Einleitung einer Reihenextraktion sind nach Göz [59]:

- ausgeprägter frontaler Engstand bei einem Missverhältnis zwischen Zahn- und Kiefergröße
- Frontzahnproklination
- volles Lippenprofil
- Tendenz zur Bissöffnung bei vertikalem Wachstumsmuster

Als Kontraindikationen führt er an:

- große apikale Basis
- steile Frontzahnstellung
- konkaves Lippenprofil, schmale Lippen
- Tiefbiss mit horizontaler Wachstumstendenz



Diese Aufzählung verdeutlicht, dass durch eine Extraktion bei knappem Überbiss, offenem Biss oder vertikalem Wachstumsmuster eine mögliche Bissabsenkung in das Indikationsprofil und somit in die Therapie einbezogen wird.

Bei einem primären Engstand, der sich durch typische Frontzahnirregularitäten wie z.B. der Staffel- oder Dachziegelstellung äußert, wird die Reihenextraktion in drei Schritten vollzogen [59]. Der erste Schritt beginnt bereits in der ersten Wechselgebissphase und besteht in der Extraktion der Milcheckzähne (Abbildung 4a). Der so gewonnene Platz im Eckzahnbereich wird durch die Stellungskorrektur der Frontzähne teilweise oder vollständig aufgebraucht. Der auf diese Weise induzierte Platzmangel im Stützzonenbereich muss im weiteren Verlauf der Reihenextraktion ausgeglichen werden. Im zweiten Schritt erfolgt die Entfernung der ersten Milchmolaren (Abbildung 4b). Der Zeitpunkt sollte röntgenologisch bestimmt werden. Es wird gewünscht, dass die ersten Prämolaren die Milchmolarenwurzeln bereits weitgehend resorbiert haben und durch die Extraktion eine Beschleunigung des Zahndurchbruchs der ersten Prämolaren ausgelöst werden kann. Erfolgt die Extraktion der Milchmolaren zu früh, bildet sich eine neue Knochen-schicht über dem Prämolarenkeim, die zu einer Verzögerung des Zahndurchbruchs führt. Im dritten und letzten Schritt der Reihenextraktion werden die ersten Prämolaren entfernt (Abbildung 4c). Dadurch soll der Zahndurchbruch in den Stützzonen so gesteuert werden, dass die permanenten Eckzähne und die zweiten Prämolaren gezielt durchbrechen können und günstigenfalls ein Restlückenschluss nach Durchbruch der zweiten Molaren erfolgt (Abbildung 4d).

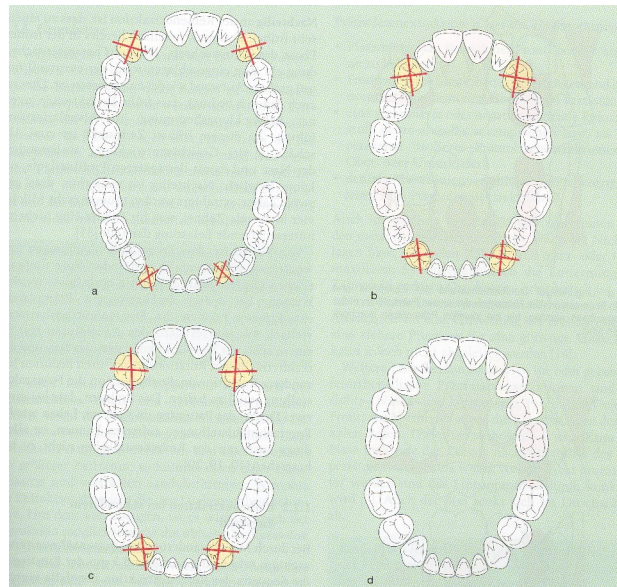


Abbildung 4: Gesteuerte Milchzahnextraktion [59]

Die Reihenextraktion kann nach Ansicht von Göz [59] auch zur Behebung eines durch Mesialwanderung von Seitenzähnen verursachten sekundären Engstandes eingesetzt werden. Auf diese Weise können Verlagerungen und Retentionen von Zähnen der Stützzone vermieden werden.

In jedem Fall muss die Reihenextraktion anhand sämtlicher diagnostischer Unterlagen ausführlich geplant, kontrolliert durchgeführt und regelmäßig überwacht werden. Der Behandler muss sich bewusst sein, dass er in einer frühen Phase des Zahnwechsels einen Therapieweg einschlägt, der eventuell nur mit großem Aufwand wieder verlassen werden kann. Eine Abschätzung der Gesichtsentwicklung ist vor allem während der ersten Wechselgebissphase oft nur schwer möglich. Ferner müssen mögliche Entwicklungshemmungen im Alveolarfortsatz in die Planung mit einbezogen werden. Diesen Nachteilen steht günstigenfalls die Korrektur von Frontzahnfehlstellungen und -engständen ohne umfangreichen Geräteinsatz gegenüber. Allerdings kann auch die Reihenextraktion das Auftreten eines Rezidivs, das bei etwa zwei Drittel der Patienten im späteren Leben wieder in Form von Frontzahnfehlstellungen auftritt, nicht verhindern [63],[101]. Zur Vermeidung von Misserfolgen ist daher dennoch in vielen Fällen der Einsatz kieferorthopädischer Geräte erforderlich, so dass die Reihenextraktion in der ursprünglichen Form an Bedeutung verloren hat. Ihre Regeln leisten dem Behandler jedoch einen

wichtigen Beitrag zum elementaren Verständnis kieferorthopädischer Extraktionen, um erwünschte und unerwünschte Extraktionsfolgen im Wechselgebiss abschätzen zu können [59].

#### Front- und Eckzahnextraktion

Die Extraktion von Eckzähnen sollte nur bei extremen Verlagerungen in Erwägung gezogen werden, wenn eine Einstellung derselben durch chirurgische Freilegung und aktive orthodontische Elongation nicht möglich ist, da diese Zähne eine funktionell besonders wichtige Stellung im Gebiss einnehmen. In diesen Fällen sind sorgfältig die Vor- und Nachteile eines Lückenschlusses zu erwägen [59].

Eine Frontzahnextraktion im Oberkiefer wird in der Kieferorthopädie in der Regel nicht durchgeführt. Eine Ausnahme bilden nach Göz [59] hypoplastische oder nicht erhaltungswürdige seitliche Schneidezähne, die im Rahmen einer Ausgleichsextraktion entfernt werden können. Da die unteren Frontzähne nur einen unwesentlichen Einfluss auf die dentofaziale Ästhetik haben, kann hier gelegentlich eine Einzelzahnextraktion durchgeführt werden, um Frontzahnengstände zu korrigieren [54],[94]. Auch bei Vorliegen einer ausgeprägten Bolton-Diskrepanz, z.B. durch hypoplastische obere seitliche Schneidezähne, kommt die Einzelzahnextraktion im Unterkiefer-Frontzahnbereich zum Einsatz [59]. Zur Korrektur extremer Frontzahnengstände in der permanenten Dentition kann in seltenen Fällen die Extraktion von zwei Unterkiefer-Inzisivi indiziert sein. Diese wird bezüglich der Stabilität im Frontzahnbogen im Vergleich zur Prämolarenextraktion von RIEDEL ET AL. [137] als günstig beurteilt.

Die durch den Platzgewinn resultierende Reklination der Frontzähne kann eine Vergrößerung des Overbites zur Folge haben. Demzufolge können nach der Extraktion von Frontzähnen dentale Effekte der vertikalen Dimension beobachtet werden.

#### Prämolarenextraktion

Prämolarenextraktionen stellen die häufigste Extraktionsform in der Kieferorthopädie dar. Wichtige Entscheidungskriterien wie Gesichts-, Nasen- und Lippenform, Profil und Tiefe des Frontzahnüberbisses sowie die Abmessungen der apikalen Basen sind sorgfältig mit in die Planung einzubeziehen. Dabei gilt der wenig vorhersehbare Prominenz

von Kinn und Nase, die im Laufe des Lebens zu einer Abflachung des Lippenprofils führt, besondere Beachtung [18]. Als Indikationen, die für die Extraktion von Prämolaren sprechen, nennt Göz [59]:

- Behebung eines sagittalen und transversalen Platzmangels im Front- oder Seitenzahnbereich
- Korrektur einer ausgeprägten Frontzahnproklination und Vertiefung des frontalen Überbisses
- dento-alveoläre Kompensation einer großen sagittalen Frontzahnstufe durch isolierte Prämolarenextraktion im Ober- oder Unterkiefer
- Korrektur dentaler Mittellinienverschiebungen durch einseitige Prämolarenextraktionen

Kontraindikationen stellen dar:

- konkaves Lippenprofil
- prominente Nase
- Steilstand der Frontzähne
- Tiefbiss
- horizontale Wachstumstendenz

Die beiden zuletzt angeführten Punkte "Tiefbiss" und "horizontale Wachstumstendenz" lassen den Schluss zu, dass Göz [59] nach erfolgter Extraktionstherapie eine Absenkung des Bisses erwartet.

Im Gegensatz zur Reihenextraktion, die zu einem sehr frühen Zeitpunkt im Wechselgebiss erfolgt, wird bei der systematischen Extraktion von Prämolaren die Entwicklung des Alveolarfortsatzes weniger beeinträchtigt. Nach Durchbruch der Nachbarzähne ist ein körperlicher Lückenschluss ohne Kippungen jedoch nur noch mit festsitzenden Apparaturen möglich. Dieser soll nach Möglichkeit etwa zwei bis vier Wochen nach der Extraktion erfolgen, um einer transversalen und vertikalen Atrophie im Extraktionsbereich vorzubeugen.

In Abhängigkeit von der Lokalisation und vom Ausmaß des Platzmangels sowie von der Achsenstellung der Frontzähne wird beim Lückenschluss in der sagittalen Dimension zwischen maximaler, mittlerer und minimaler Verankerung unterschieden. Die Art der Verankerung führt zu unterschiedlichen Auswirkungen auf das Profil [59]. Schwieriger als die sagittale Kontrolle ist jedoch die vertikale, da während der Behandlung mit festsitzenden Apparaturen häufig der sogenannte "Eiszapfen-Effekt" zu beobachten ist. Dabei zeigen Zähne während sagittaler Bewegung die Tendenz zur Extrusion, „wie ein in

der Hand gehaltener Eiszapfen“ [59]. Diese extrusiven Bewegungen könnten dazu genutzt werden, einer angenommenen Absenkung des Bisses entgegenzuwirken.

Man differenziert bei der Prämolarenextraktion zwischen symmetrischer und asymmetrischer Extraktion. Die symmetrische Extraktion der ersten Prämolaren wird vor allem zur Korrektur von Frontzahnirregularitäten und dystopem Durchbruch der Eckzähne eingesetzt. Der engstandsnahe Platzgewinn erfordert geringere Zahnbewegungen, stellt weniger Anforderungen an die Verankerung und führt somit zu kürzeren Behandlungszeiten. Alternativ kann die symmetrische Entfernung der zweiten Prämolaren in Erwägung gezogen werden. Diese bietet sich insbesondere dann an, wenn weiter distal im Zahnbogen vorliegende Engstände behoben werden sollen oder wenn die zweiten Prämolaren im Gegensatz zu den ersten Prämolaren bereits größere Füllungen aufweisen. Einige Autoren schreiben den zweiten Prämolaren aufgrund der kleineren Zahnkrone und der schwächer ausgebildeten Wurzel gar eine geringere Wertigkeit als den ersten Prämolaren zu. Die verschiedenen Auswirkungen der Extraktion erster und zweiter Prämolaren können auch in Form einer kombinierten Extraktion für Mittenkorrekturen genutzt werden. Dabei sind die unterschiedlichen Mesialwanderungstendenzen in Ober- und Unterkiefer zu berücksichtigen. Auch kann eine symmetrische Extraktion von Prämolaren in nur einem Kiefer sinnvoll sein, wie z.B. im Unterkiefer in speziellen Fällen bei Patienten mit ausgeprägten Klasse III-Verzahnungen. Die asymmetrische Prämolarenextraktion ist indiziert bei einseitiger Mesialwanderung und dadurch verursachtem Platzmangel in einem Quadranten oder bei dentaler Mittellinienverschiebung. Deren Korrektur ist umso eher zu erreichen, je weiter mesial extrahiert wird. Bei korrekter Mittellinie muss bei einseitiger Extraktion streng auf den Erhalt der Zahnbogensymmetrie geachtet werden [59].

### Molarenextraktion

Extraktionen der ersten und zweiten Molaren haben unterschiedliche Indikationen. Während die Entfernung der Sechsjahrmolaren aus rein kieferorthopädischen Gründen als obsolet zu bewerten ist, kann laut Göz [59] eine Extraktion der Zwölfjahrmolaren in bestimmten Fällen die kieferorthopädische Therapie erleichtern.

Bei uneingeschränkter Erhaltungswürdigkeit der Sechsjahrmolaren ist deren Extraktion

aus kieferorthopädischer Sicht nicht indiziert. Ist die Erhaltungswürdigkeit jedoch eingeschränkt und eine Erhaltung bis zum dritten Lebensjahrzehnt nicht wahrscheinlich, z.B. aufgrund einer Caries profunda, sollte bei angezeigter Extraktionstherapie die Entfernung der ersten Molaren anstelle gesunder Prämolaren in Erwägung gezogen werden [59],[152]. SANDLER ET AL. [142] geben neben Karies, Hypoplasien, großflächigen Füllungen und Wurzelkanalbehandlungen auch das Vorliegen eines offenen Bisses als Indikationskriterium für die Entfernung von Sechsjahrmolaren an. Es wird angenommen, dass durch die Mesialisierung der Zwölfjahrmolaren die posteriore Abstützung verringert wird und dadurch der Unterkiefer nach anterior-kranial rotiert. Die daraus resultierende Verringerung der vertikalen Dimension soll Einfluss auf das Gesichtsprofil haben.

Im Vergleich zur Prämolarenextraktion wird die Therapie mittels der Entfernung von Sechsjahrmolaren durch die Größe der entstandenen Lücke und die Gefahr der Kippung von Nachbarzähnen erheblich erschwert. Ferner müssen Faktoren wie der Platzbedarf im Frontzahnbereich, die Verankerungssituation und die Angle-Klasse Berücksichtigung finden, die in Ober- und Unterkiefer unterschiedlich bewertet werden. Bei einer Angle-Klasse I kann im Oberkiefer aufgrund der guten Mesialwanderungstendenz der zweiten Molaren einfacher ein Lückenschluss erzielt werden, ohne dass im Unterkiefer eine Ausgleichsextraktion notwendig wird. Anders verhält es sich bei der Sechsjahrmolarenextraktion im Unterkiefer. Bei Nichtanlage der unteren Weisheitszähne und Mesialisierung der unteren Zwölfjahrmolaren fehlt die Abstützung der zweiten Molaren im Oberkiefer, so dass häufig eine Ausgleichsextraktion dieser Zähne erforderlich wird. Wenn keine Angle-Klasse I vorliegt, müssen häufig weitere Maßnahmen zur Kompensation bzw. Okklusionskorrektur ergriffen werden. Im Falle einer Angle-Klasse II und Verlust eines ersten Molaren im Oberkiefer kann eine kontralaterale intramaxilläre Ausgleichsextraktion die Behandlung erleichtern. Entsprechend verhält es sich bei einer Angle-Klasse III und Verlust im Unterkiefer [59].

Die Entfernung erhaltungswürdiger Zwölfjahrmolaren aus kieferorthopädischen Gründen wird kontrovers diskutiert, da nur dann von einem Behandlungserfolg gesprochen werden kann, wenn vollwertige, gut eingestellte Weisheitszähne die Rolle der zweiten Molaren übernehmen. Diese Entwicklung ist jedoch oft schwer vorhersehbar [82]. Eine

Extraktionsindikation besteht laut EHMER [51] bei einem leichten bis mittleren Platzdefizit. Obwohl das Platzangebot hinsichtlich der mesiodistalen Kronendiameter (obere Zwölfjahrmolaren: 9,0 mm; untere Zwölfjahrmolaren: 10,5 mm) größer ist als bei der Prämolarenextraktion, besteht ein wesentlicher Nachteil darin, dass Platz in der posterioren Zahnbogenregion geschaffen wird, während die Mehrzahl der Engstände im anterioren Zahnbogenabschnitt lokalisiert ist. Die Extraktion der Zwölfjahrmolaren erfordert somit zur Korrektur eines anterioren Engstands die Bewegung von sehr viel Wurzeloberfläche, da der Platzgewinn zunächst weit von der Stelle des Platzbedarfs erreicht wird. Am häufigsten kommt die Extraktion der zweiten Molaren bei Angle-Klasse II/2-Patienten zur Anwendung. Hier werden die Zwölfjahrmolaren im Oberkiefer entfernt, um durch Distalisation der ersten Molaren eine Klasse I-Beziehung zu erzielen und Engstände aufzulösen. Dabei wird eine weitere Zunahme der oberen Frontzahnreklination vermieden [13]. STELLZIG [166] beobachtet darüberhinaus eine effizientere Reduktion eines tiefen Bisses im Vergleich zur Prämolarenextraktion. Somit wird bei der Entfernung zweiter Molaren eine Vergrößerung der vertikalen Dimension erwartet und in die Therapie bei vorliegenden Tiefbissen einbezogen.

Die Extraktion der Zwölfjahrmolaren wird auch zur Engstandsprophylaxe, vor allem im Unterkiefer, eingesetzt. Laut EHMER [51] wird die Mesialdrift der ersten Molaren um zwei Drittel reduziert, während sie nach Entfernung der dritten 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.

## 2.2 Postnatale Schädelentwicklung

In der kieferorthopädischen Therapie werden viele Behandlungsmaßnahmen zu einem Zeitpunkt vorgenommen, an dem das Wachstum des Gesichtsschädels noch nicht abgeschlossen ist. Daher ist das Wissen um Ausmaß und Ablauf des Schädelwachstums für den Behandler von besonderer Bedeutung.

Im Rahmen einer kritischen Betrachtung kieferorthopädischer Extraktionstherapien und ihrer Auswirkungen auf die vertikale Dimension ist die Kenntnis der physiologischen dreidimensionalen Wachstumsprozesse von Ober- und Unterkiefer sowie der Alveolarfortsätze von besonderer Bedeutung.

### Grundlagen der Schädelentwicklung

Das Neurokranium unterliegt in der pränatalen Phase einem sehr viel intensiveren Wachstum als das Viszerokranium, welches Ober- und Unterkiefer umfasst. Demzufolge besteht beim Neugeborenen ein Größenverhältnis von 8:1. Auch in der ersten postnatalen Phase übertrifft die Wachstumsgeschwindigkeit des Gehirns und damit des Hirnschädels jene des Eingeweideschädels. Um das fünfte Lebensjahr findet jedoch ein Übergang von der Schädel- zur Gesichtswachstumsdominanz statt [107]. Die vormals ausgeprägte Diskrepanz zwischen Hirn- und Eingeweideschädel wird sukzessive verkleinert (Abbildung 5).

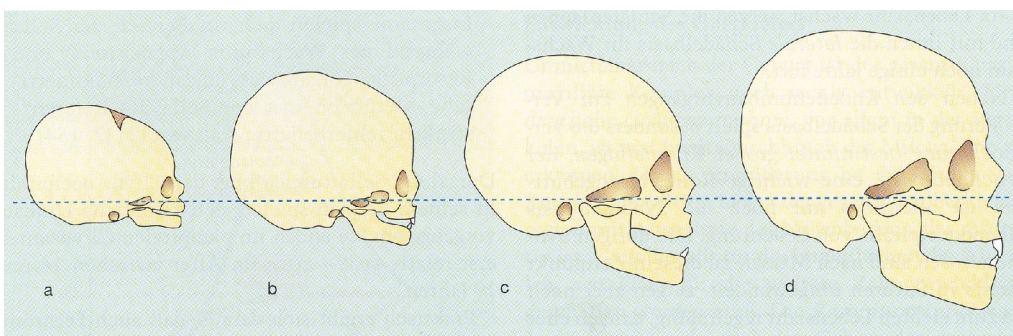


Abbildung 5: Schädelzeichnungen im gleichen Maßstab: zum Zeitpunkt der Geburt (a), im Alter von einem Jahr (b), sechs Jahren (Schneidezahnwechsel) (c) und 20 Jahren (d) [108].



Besonders auffällig wird diese Proportionsverschiebung am Ende der ersten Wechselgebissperiode, da im Alter von acht Jahren das Wachstum des Neurokraniums praktisch abgeschlossen ist. Mit der Weiterentwicklung des Viszerokraniums und damit des stomatognathen Systems erfolgt eine Gestaltsumproportionierung, die mit der Schnauzenbildung bei Tieren vergleichbar ist. Zu dieser Umproportionierung tragen sowohl die Translation von Ober- und Unterkiefer nach fronto-kaudal als auch eine vertikale Drift der beiden Alveolarfortsätze bei [178]. Somit entwickelt sich das Viszerokranium unter dem Neurokranium hervor nach vorn und unten. Der Prognathiegrad nimmt zu, das Gesicht wird höher und prominenter. Die letzten Schädelwachstumsvorgänge sind beim weiblichen Geschlecht mit etwa 18 Jahren abgeschlossen, beim männlichen erst mit zirka 21 Jahren [168]. Das Verhältnis von Neurokranium zu Viszerokranium beträgt nach Wachstumsabschluss nur noch 2,5:1.

Bevor im Folgenden die Wachstumsvorgänge von Ober- und Unterkiefer detaillierter beschrieben werden, soll noch einmal die Rolle der Schädelbasis betont werden. Diese hat als Dach des nasomaxillären Komplexes ebenfalls wichtige Bedeutung für die Entwicklung des Viszerokraniums. Das Wachstum der Schädelbasis ist durch Resorption auf der endokranialen und Apposition auf der ektokranialen Seite geprägt (Abb. 6).

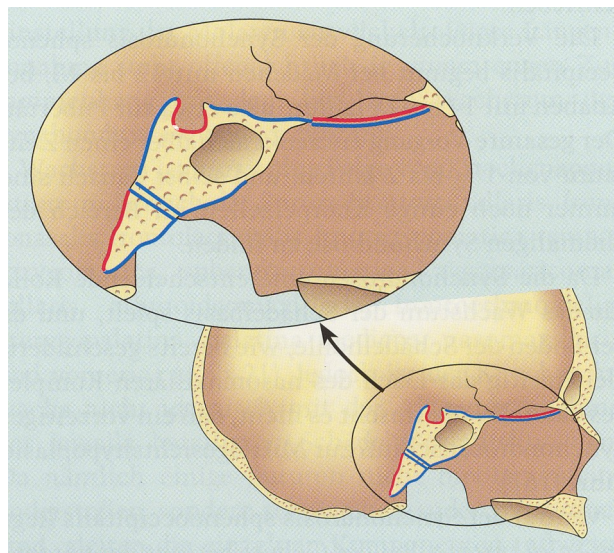


Abbildung 6: Appositions- (blau) und Resorptionsvorgänge (rot) an der ventralen Schädelbasis [108]

Die daraus resultierende Verlagerung nach vorne und unten setzt sich in den nasomaxillären Komplex fort, beeinflusst den Unterkiefer hingegen nur wenig. ENLOW [52] geht ferner davon aus, dass das Wachstum der Schädelbasis autonom ist. Demnach scheint für diese Wachstumsprozesse eine Extraktionstherapie im Hinblick auf eine Bissenkung oder Bisshebung keine Rolle zu spielen. Das Wachstum der Schädelkalotte hängt hingegen von der funktionellen Matrix ab. Wachstumsstimuli sollen hierbei die sich vergrößernden Hirnlappen sein. Als wichtige Nahtstelle zwischen Neuro- und Viszerokranium wird die Synchrondrosis sphenoccipitalis angesehen, die noch lange nach dem Schließen der übrigen Synchrondrosen aktiv bleibt. Sie wird vielfach als das primäre oder sekundäre (postnatale) Wachstumszentrum der Schädelbasis beschrieben [108]. Die Verknöcherung der Synchrondrosis sphenoccipitalis beginnt etwa mit Einsetzen der Pubertät, bei Mädchen mit 12 bis 13 Jahren, bei Jungen mit 14 bis 15 Jahren.

#### Postpartales Kieferwachstum

Wachstum des Oberkiefers:

Der gesamte nasomaxilläre Komplex ist postnatal noch wenig entwickelt und erfährt erst bei Durchbruch der Milchzähne eine deutliche Größenzunahme, die vor allem in der Vertikalen erfolgt [108]. Diese Größenzunahme basiert auf einer Knochenapposition in fast der gesamten Oberkieferregion. Eine Ausnahme bildet der Nasenboden, an dem Resorption stattfindet. Diese wird durch eine Apposition auf der gegenüberliegenden Knochenenseite, dem Gaumengewölbe, kompensiert. Dadurch erfolgt ein Kaudalwachstum des Oberkiefers von etwa 0,3 mm pro Jahr [16]. Parallel findet eine Verlängerung des harten Gaumens an dessen dorsalem Ende sowie der Alveolarfortsätze im Bereich der Tubera maxillae statt, so dass sich der erforderliche Raum für die Einstellung der Molaren entwickelt. Da sich das vertikale Wachstum im Sinne des sogenannten V-Prinzips realisiert, resultiert zugleich eine Breitenzunahme des oberen Alveolarfortsatzes, denn die Verlängerung der beiden Schenkel führt automatisch zu einer Verbreiterung der V-Öffnung. Überdies findet Knochenapposition und somit Wachstum an zahlreichen Suturen des Oberkiefers statt [177].

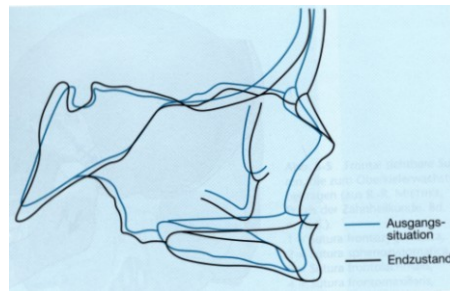


Abbildung 7: Wachstum des Oberkiefers

Allerdings ist der Knochenzuwachs nicht identisch mit der Abstandszunahme der jeweils beteiligten Schädel-Gesichtsknochen, da einige Suturen schräg zueinander angeordnet sind und die einzelnen Komponenten teilweise aneinander vorbei gleiten. Die Suture zwischen Prämaxilla und Maxilla schließt sich mit etwa ein bis zwei Jahren [52]. Nach dem vierten Lebensjahr leisten die Suturen keinen aktiven Wachstumsbeitrag mehr [108]. Mit Abschluss der Pubertät sind die Umbauvorgänge des Oberkiefers deutlich reduziert [16]. Er verknöchert als ungeteilte Einheit.

Wachstum des Unterkiefers:

Der postnatale Unterkiefer weist eine relativ einfache Form auf. Er ist durch kurze, überproportional breite Rami, vergleichsweise große Kieferwinkel und rudimentäre Processus condylares gekennzeichnet. Nur die Muskelfortsätze sind bereits kräftig ausgeprägt und zeigen individuell recht unterschiedliche Formen. Auffällig ist ferner die Verbindung der rechten und linken Knochenspanne durch eine Synarthrose. Diese geht jedoch noch im ersten Lebensjahr in eine Synostose über, so dass sie für die Breitenentwicklung des Unterkiefers praktisch keine Rolle spielt [108]. Die weitere Entwicklung der Mandibula ist durch Transformationen charakterisiert, die zu der endgültigen Unterkieferform führen. Es dominiert das sagittale Wachstum, das vor allem an den Rami realisiert wird. Während der gesamten Morphogenese ist der vordere Ramusrand durch eine starke Resorption gekennzeichnet, die gleichzeitig eine Relokation des Processus muscularis bewirkt. Kompensatorisch zu diesem Knochenabbau findet am Hinterrand des Ramus eine Apposition statt, deren Ausmaß das der Resorption übertrifft, so dass insgesamt die Breite des aufsteigenden Unterkieferastes zunimmt. SARNAT [143] formulierte dieses Phänomen so, dass der "Ramus mandibulae von heute" das "Corpus

mandibulae von morgen" sei. Ferner entsteht während der ersten Wechselgebissphase durch sagittales Wachstum das sogenannte Molarenfeld, die Voraussetzung für den Durchbruch der zweiten Molaren. Die Längenzunahme beträgt etwa 10,0 bis 12,0 mm, wohingegen die Breitenzunahme der Kieferbögen mit durchschnittlich 2,0 bis 3,0 mm nur gering ausfällt [108]. Der postpartal vergleichsweise offene Kieferwinkel erfährt durch Transformation ebenfalls eine Veränderung und wird von etwa  $140^\circ$  auf  $126^\circ$  verkleinert [39]. Diese Verkleinerung kommt durch differenzierte Resorption und kompensatorische Apposition zustande und ist vermutlich eine Folge veränderter Muskelfunktionen [89]. Nachdem sich das endgültige Funktionsmuster etabliert hat, ist der Kieferwinkel praktisch konstant [31].

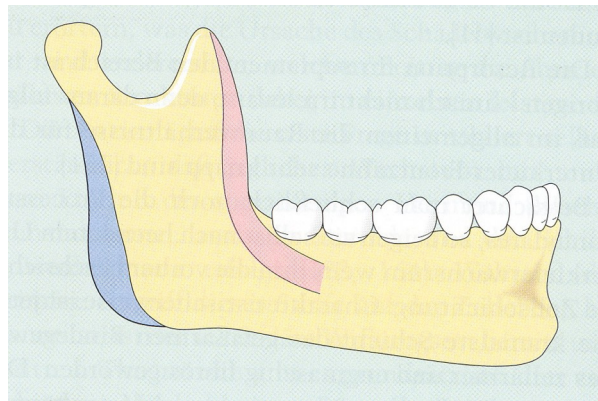


Abbildung 8: Knochenapposition (blau) und –resorption (rosafarben) [108]

Die Höhenzunahme des Corpus mandibulae ist eine Folge der Alveolarfortsatzbildung, diejenige des Ramus mandibulae wird dem intensiven Wachstum des Processus condylaris zugeschrieben. Dessen Bedeutung als Wachstumszentrum wird damit begründet, dass eine Zerstörung des Gelenkknorpels zu einer starken Gesichtskyphose führt [111]. Die Wachstumsrichtung des Kondylus zeigt deutliche Variationen, so dass eine sehr individuelle Unterkieferrotation resultiert. Die sich daraus ergebenden Wachstums- bzw. Gesichtstypen werden im Zusammenhang mit röntgenkephalometrischen Analysen (Kapitel 2.4) genauer dargestellt. Alle genannten Umbauvorgänge bewirken eine Verlagerung des Unterkiefers nach kaudoventral. Die daraus resultierende Verschiebung der sagittalen Kieferlagebeziehung gleicht die postnatal vorliegende physiologische Unterkiefernücklage aus. Auf die Änderungen der vertikalen Kieferlagebeziehungen wird im Folgenden gesondert eingegangen.

### Vertikale Kieferlagebeziehungen

Die vertikalen Kieferlagebeziehungen unterliegen bei Kindern und Jugendlichen sich stetig ändernden wachstumsbedingten Veränderungen. Es lassen sich dentale und skelet-tale Faktoren differenzieren.

Einen wichtigen dentalen Faktor, zu dem zahlreiche wissenschaftliche Publikationen in der Literatur zu finden sind, stellt der "Overbite" dar. MAY und LUZI [104] veröffentlichten im Jahr 1967 eine Studie, deren Ergebnisse eine Tendenz zur Verringerung des Overbites zwischen dem 9. und 17. Lebensjahr aufwiesen. Diese Ergebnisse waren jedoch klinisch nicht signifikant. BERGERSEN [19] befasste sich 1988 mit Veränderungen des Overbites vom 8. bis zum 20. Lebensjahr. Die Auswertung seiner Studie ergab, dass das Ausmaß des Overbites vom 8. bis zum 12. Lebensjahr zunahm und sich danach bis zum 18. Lebensjahr wieder verringerte. Unterschiede zwischen den männlichen und weiblichen Probanden wurden nicht festgestellt. Als Ursache für die Veränderungen des Overbites vermutete BERGERSEN einen Zusammenhang mit der Exfoliation der ersten Dentition und der Eruption der permanenten Zähne. So fiel die Zunahme des Overbites mit dem Wechsel der Zähne im Frontzahnbereich und der Exfoliation der Milchmolaren zusammen (8.-11. Lebensjahr). In der Zeit vom 11.-12. Lebensjahr lagen keine Veränderungen des Overbites vor. Die Verringerung des Ausmaßes begann mit dem Durchbruch der zweiten Molaren (12.-13. Lebensjahr). Zwischen dem 13. und 16. Lebensjahr waren wiederum sowohl bei der Dentition als auch beim Overbite keine Veränderungen festzustellen. Erst mit der Eruption der dritten Molaren fand erneut ein Abfall des Ausmaßes des Overbites bis zum 19. Lebensjahr statt. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch SINCLAIR und LITTLE [158]. In ihrer Publikation von 1983 wurde zunächst ein Anstieg des Overbites vom Wechselgebiss zum permanenten Gebiss (9.-13. Lebensjahr) beschrieben. Während der Reifung der bleibenden Dentition vom frühen permanenten zum jungen Erwachsenenengebiss (13. bis 20. Lebensjahr) war hingegen eine Abnahme zu verzeichnen. Die Ergebnisse von BARROW und WHITE [11], BJÖRK [23] und MOORREES [112] gehen mit diesen Angaben ebenfalls konform. Somit ist zusammenfassend festzuhalten, dass die Veränderungen des Overbites während der Gebissentwicklung ein Ausdruck der sogenannten "physiologischen Bisshebung" sind und demnach nur in Zusammenhang mit den oben beschriebenen skelettalen Wachstumsvorgängen

beurteilt werden können.

Mit Durchbruch der ersten Milchmolaren kommt es zur "ersten physiologischen Bisshebung" [108], bei der ein vertikales Klaffen der noch zahnlosen Alveolarfortsatzbereiche zu beobachten ist. Anders als von SCHWARZ [153] propagiert, werden hierbei die Alveolarfortsätze durch die Milchmolaren nicht wie die Stempel einer Druckpresse voneinander entfernt. Vielmehr handelt es sich bei der vertikalen Gesichtsstreckung und dem Durchbruch der ersten Milchmolaren um zwei isoliert voneinander zu betrachtende Wachstumsvorgänge, die jedoch zeitlich zusammenfallen [171]. Mit Durchbruch der bleibenden Schneidezähne sowie der ersten Molaren tritt die "zweite physiologische Bisshebung" ein. Nach STEINHARDT [164] und BAKER [9] kommt es in deren Folge und aufgrund der Eruptionskraft der ersten Molaren zu einem „Auseinanderrücken“ von Ober- und Unterkiefer in vertikaler Richtung. DIAMOND [43],[44] und SICHER [156] sind hingegen der Ansicht, dass primär das Wachstum des aufsteigenden Astes zu einer Senkung des Unterkiefers führt und die Zähne sich sekundär einstellen. Dieselbe Problematik stellt sich bei der "dritten physiologischen Bisshebung". Diese fällt zeitlich mit der Eruption der bleibenden Eckzähne sowie der zweiten Molaren zusammen und ist somit gemeinsam mit der zweiten physiologischen Bisshebung als ein Phänomen der übergeordneten Schädelstreckung anzusehen [108]. Die als "vierte physiologische Bisshebung" bezeichnete Adoleszentenbissöffnung wird dem Durchbruch der dritten Molaren zugeschrieben. Sie beendet das gesamte vertikale Wachstum, das etwa mit dem 18. bis 20. Lebensjahr erreicht ist [108].

Vor diesem Hintergrund ist es wichtig, die möglichen skelettalen und dentalen Effekte nach erfolgter kieferorthopädischer Extraktionstherapie differenziert zu betrachten und nicht blindlings in kausalen Zusammenhang zu bringen.

### 2.3 Kieferorthopädische Wachstumsbeeinflussung

Die Vorhersage des individuellen Wachstumsmusters sowie die Frage, inwieweit kieferorthopädische Geräte das Wachstum fördern oder hemmen respektive die vertikale Dimension des Untergesichts beeinflussen können, ist von großem Interesse für die Indikation einer kieferorthopädischen Extraktionstherapie und stellt für den Kieferorthopäden die entscheidende Frage der Behandlungsplanung dar. Die iatrogene Beeinflussung des Wachstums erfolgt durch funktionskieferorthopädische Geräte und wird in der Literatur mit tierexperimentell-histologischen ([106],[126],[160],[173]) sowie mit kephalometrischen ([17],[23],[83],[84],[97],[123],[180]) Untersuchungen abzuklären versucht.

Generell lassen sich die heute in der Kieferorthopädie zur Verfügung stehenden Hilfsmittel in zwei Gruppen einteilen:

- abnehmbare Apparaturen (z.B. U-Bügelaktivator, Bionator)
- festsitzende Apparaturen (z.B. Herbst-Scharnier)

Diese Apparaturen können uni- oder bimaxillär zum Einsatz kommen. Darüberhinaus werden sie nach intraoralen (z.B. Gummizüge) und extraoralen (z.B. Headgear) Anwendungsmöglichkeiten differenziert. Die Wirkung dieser Geräte bezieht sich auf morphologische und funktionelle Veränderungen im stomatognathen System, die dentoalveolären und/oder skelettalen Ursprungs sein können. Dabei spielt die Wachstumsanalyse des einzelnen Patienten eine maßgebliche Rolle bezüglich des skelettalen Reifegrades sowie der zu erwartenden Wachstumsrichtung und des Wachstumspotentials. Demzufolge sind diese Parameter im Vorfeld einer kieferorthopädisch indizierten Extraktionstherapie sorgfältig zu eruieren.

## 2.4 Analysen der kieferorthopädischen Diagnostik

In der Kieferorthopädie ist die klinische Untersuchung für eine Diagnose allein nicht ausreichend. Aus diesem Grund wurde eine Vielzahl von wichtigen Hilfsmitteln entwickelt, die die klinische Untersuchung ergänzen und der Aufklärung über Schädel-, Kiefer- und Gesichtsskelettmorphologie dienen. Erst mit Hilfe dieser Informationen ist eine Beurteilung der vorliegenden Dysgnathie möglich.

Zwei dieser Hilfsmittel sind die Modellanalyse und die röntgenkephalometrische Analyse, die im Folgenden kurz dargestellt werden.

### Modellanalyse

Die dreidimensionale Modellanalyse, auch bezeichnet als metrische Analyse des Gebissmodells, ist ein wichtiger Bestandteil der kieferorthopädischen Basisdiagnostik und gibt dem Behandler wesentliche Hinweise für die Beurteilung von Dysgnathien. Ferner ist sie für die Erstellung des kieferorthopädischen Behandlungsplanes, für Verlaufskontrollen sowie für die Dokumentation des Behandlungserfolges unverzichtbar [87].

Die Modellanalyse wird seit Beginn des 19. Jahrhunderts verstärkt in der Kieferorthopädie eingesetzt. Im Jahr 1899 führte ANGLE [6] die "Classification of malocclusion" ein, in der die sagittale Relation der Ober- und Unterkieferzahnbögen zueinander dargestellt wurde. Um 1900 befassten sich GYSI (1895) [61], HERBER (1907) [68] und KÖRBNITZ (1909) [96] mit der geometrischen Konstruktion idealer "normaler" Zahnbögen. PONT (1909) [128], TONN (1937) [174] und BOLTON (1958,1962) [25],[26] beschäftigten sich mit der intermaxillären Zahnbreitenkongruenz der Ober- und Unterkieferzähne ("Tonn-Index", "Bolton-Diskrepanz") sowie mit den Zahnbreiten zu den transversalen Zahnbogenbreiten ("Pont'scher Index") und definierten klinische Indices. NAWARTH (1968) [116], MOYERS (1973) [113] und DRÖSCHL (1977) [46] befassten sich mit der Beurteilung der Stützzonen im Seitenzahnbereich und publizierten Wahrscheinlichkeitstabellen mit Sollwert-Angaben für die Stützzonengröße.



Die wesentlichen Komponenten der Modellanalyse sind:

- Beurteilung der Breite und Länge der Zahnbögen nach Richt- oder Sollwerten
- Symmetrievergleich in der sagittalen und transversalen Ebene einschließlich der Feststellung von mandibulären Abweichungen, Zahnbogenmittenverschiebungen, Vergleiche der Kongruenz bzw. Inkongruenz zwischen Zahnbogenmitten und Kiefermitten
- Erfassung von Stellungsanomalien einzelner Zähne
- Einschätzung und Messung der Platzverhältnisse in den Zahnbögen (Platzbedarf und Platzangebot)
- Feststellung von Disharmonien und Beurteilung der Zahnbreiten
- Okklusionsbefund

Der zuletzt genannte Punkt ist hinsichtlich der Fragestellung, ob kieferorthopädisch indizierte Zahnextraktionen zu einem Bisshöhenverlust führen, von besonderer Bedeutung. Als ein wichtiger Messparameter dient dabei der sogenannte "Overbite", der in der Literatur auch als "vertikale Frontzahnstufe" oder "frontaler Überbiss" bezeichnet wird. Der Overbite ist als der Abstand zwischen den oberen und unteren Inzisalkanten der mittleren Schneidezähne definiert. Die Messung erfolgt senkrecht zur Okklusionsebene.

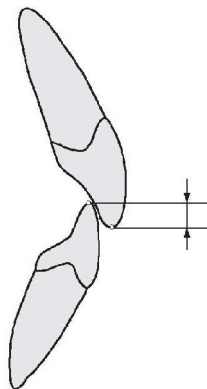


Abbildung 9: Overbite – Vertikale Frontzahnstufe [117]

In der Literatur finden sich differierende Mittelwertangaben. So wird der Normwert von DRESCHER [45] mit 2 mm +/- 2 mm angegeben, von NÖTZEL [117] mit 2-3 mm. Von einem dentalen Tiefbiss spricht man, wenn ein Überbiss von mehr als 3 mm vorliegt, der bis hin zu einem traumatischen Einbiss in die Gaumenschleimhaut oder vestibuläre Mukosa reichen kann.

Röntgenkephalometrische Analyse

Die Röntgenkephalometrie ist eine metrische Analyse zur diagnostischen Beurteilung der Schädel- und Gesichtsstrukturen (*kephalé*, Kopf; *metrein*, messen). Die Darstellung des Schädels erfolgt dabei in der Seitenansicht, der sogenannten "Norma lateralis", so dass Aussagen über sagittale und vertikale Strukturmerkmale möglich sind [45]. Neben Modellbefunden und der Panorama-Schicht-Aufnahme gilt die Röntgenkephalometrie als wichtigstes Hilfsmittel der kieferorthopädischen Diagnostik und dient zur Beschreibung einer Dysgnathie sowie zur Planung der sich daraus ergebenden Therapie [85]. Sie ermöglicht die genaue Analyse des Gesichtsschädelaufbaus sowie der vertikalen und sagittalen Kieferlagebeziehungen, die Unterscheidung zwischen skelettaler und dentaler Anomalie, die Erfassung dentaler Beziehungen, die Bestimmung des Wachstumsmusters und die Darstellung wachstums- und therapiebedingter Veränderungen anhand von Überlagerungen. Im Gegensatz zu fotografischen Aufnahmen erlaubt die Röntgenkephalometrie eine Analyse des Gesichtsprofils im Zusammenhang mit den knöchernen Strukturen und kann somit skelettale Ursachen für dentale Befunde aufdecken [45].

Röntgenkephalometrische Analysen beruhen auf der Festlegung von Bezugspunkten und den sich daraus ergebenden Bezugslinien. Die Bezugspunkte stehen stellvertretend für bestimmte anatomische Strukturen, die die Hauptkomponenten des Gesichtsschädels repräsentieren: Schädelbasis, Oberkiefer (Mittelgesicht), Unterkiefer (Untergesicht) und Dentition. Tabelle 1 zeigt einige ausgewählte Bezugspunkte, die in Abbildung 10 graphisch dargestellt werden.

<b>Ausgewählte Bezugspunkte der Fernröntgenseitenanalyse</b>		
<b>Bezeichnung</b>	<b>Abkürzung</b>	<b>Definition</b>
A-Punkt	A	Der tiefste Punkt der Einziehung an der äußeren Kurvatur zwischen Oberkieferbasis und dem Alveolarfortsatz in der Median-Sagittal-Ebene
Anterior nasal spine	ANS	Der am weitesten anterior gelegene Punkt der knöchernen Spina nasalis anterior in der Median-Sagittal-Ebene; identisch mit "Spa"
Articulare	Ar	Schnittpunkt des Unterrandes der Schädelbasis mit der dorsalen Kontur des Collum mandibulae
Basion	Ba	Untester Punkt am Vorderrand des Foramen occipitale magnum (Clivus) in der Median-Sagittal-Ebene
Condylion	Co	Höchster Punkt des Gelenkkopfes CO (Riolo), Dorsocranialster Punkt der gemittelten Condyle
Mittlerer Condylus-Punkt	DC	Konstruierter Schnittpunkt auf der Ba-N Linie und dem Zentrum des Condylus-Halses
Gnathion	Gn	Der kaudalste Punkt der Symphysenkontur; identisch mit "Me"
Konstruiertes Gnathion	Gnk	Konstruierter Schnittpunkt des Mandibularplanums (Go-Me) und der Verbindung von N-Po

Ausgewählte Bezugspunkte der Fernröntgenseitenanalyse		
Gonion	Go	Schnittpunkt des Mandibularplanums (Go-Me) mit der Ramus-Linie (Tangente an die posteriore Auswölbung des Kieferwinkels ausgehend von Ar)
Lower first molar	L6	Mesiale Höcherspitze des ersten unteren Molaren
Lower first molar distal tip	L6D	Distale Fläche des ersten unteren Molaren
Menton	Me	Der kaudalste Punkt der Symphysenkontur; identisch mit "Gn"
Nasion	N	Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Sutura nasofrontalis in der Median-Sagittal-Ebene (unpaarig)
Protuberantia menti/ Suprapogonion	Pm	Wendepunkt von der Konkavität in die Konvexität am Vorder- rand der Symphyse
Pogonion	Po	Der ventralste Punkt des knöchernen Kinns in der Median- Sagittal-Ebene
Pterygoid-Punkt	Pt	Schnittpunkt der hinteren Wand der Fossa pterygopalatina mit der unteren Grenze des Foramen rotundum
Sella	S	Konstruierter Punkt im Zentrum der knöchernen Krypte der Sella turcica
Spina nasalis anterior	Spa	Der am weitesten anterior gelegene Punkt der knöchernen Spina nasalis anterior in der Median-Sagittal-Ebene; identisch mit "ANS"
Upper first molar	U6	Mesiale Höcherspitze des ersten oberen Molaren
Upper first molar distal tip	U6D	Distale Fläche des ersten oberen Molaren
Ramus-Mittelpunkt	Xi	Konstruierter Punkt im Zentrum des Ramus mandibulae

Tabelle 1: Ausgewählte Bezugspunkte der Fernröntgenseitenanalyse

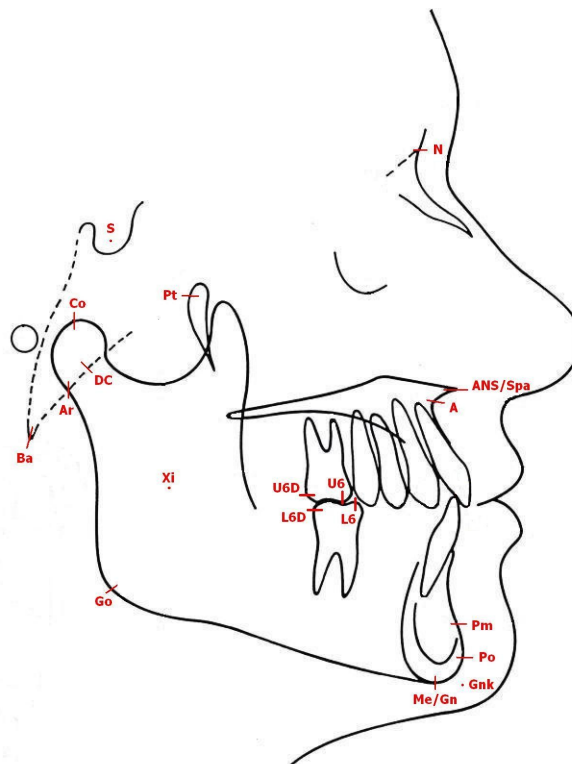


Abbildung 10: Ausgewählte Bezugspunkte der Fernröntgenseitenanalyse

Die Bezugslinien werden zum Ausdruck der Räumlichkeit häufig auch als Bezugsebenen bezeichnet und liefern somit den Hinweis darauf, dass ein Fernröntgenseitenbild die zweidimensionale Abbildung eines dreidimensionalen Gebildes ist. Die eigentliche Erfassung der Morphologie erfolgt durch lineare und anguläre Messungen [130]. Dabei dienen weniger die absoluten Maße zur diagnostischen Beurteilung der Schädelstruktur, sondern vielmehr die relativen Proportionen. Diese unterliegen in der Wachstumsphase relativ geringen Schwankungen, während die absolute Größe des Schädels je nach Alter und Geschlecht stark variiert [45]. Daher beschränkt sich die Röntgenkephalometrie weitgehend auf Winkelmessungen und die Bestimmung von Streckenverhältnissen. Diese Werte zeigen im Gegensatz zu absoluten Streckenmessungen keine Abhängigkeit vom Fokus-Film-Abstand, d.h. eine Korrektur der ermittelten Werte durch Umrechnung mit einem Vergrößerungsfaktor ist nicht nötig.

Im Verlauf der Entwicklung der Röntgenkephalometrie entstanden historisch mehr als 100 verschiedene Analysen, von denen jedoch nur wenige einen hohen Verbreitungsgrad gefunden haben. Beispiele hierfür sind die Analysen nach STEINER [163], KORKHAUS [167], RICKETTS [135] und HOLDAWAY [71],[72]. Viele Kieferorthopäden verwenden in der Praxis aber auch eine eigene, individuell zusammengestellte Analyse [45].

Wissenschaftliche Studien, die sich mit der Fragestellung beschäftigen, ob es durch kieferorthopädisch indizierte Zahnextraktionen zu Bisshöhenverlusten kommt, verwenden zur Objektivierung häufig spezielle Werte von Fernröntgenseitenanalysen, vor allem für die Beurteilung der skelettalen vertikalen Relationen. Diese Werte sind in Tabelle 2 in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt und werden in den Abbildungen 11-13 graphisch dargestellt. Anschließend wird die Bestimmung von sogenannten Wachstums- bzw. Gesichtstypen anhand von Fernröntgenseitenbildern erläutert.

<b>Röntgenkephalometrische Messwerte der vertikalen Dimension</b>		
<b>Bezeichnung</b>	<b>Definition</b>	<b>Darstellung</b>
AFH (mm)	Vordere Gesichtshöhe ("Anterior face height"): N-Me	Abbildung 11
AGV (mm)	Vertikaler Abstand der Strecken "ANS-SV" und "Go-SV" zueinander [SV = Sella-Vertikale (senkrecht zur Sella-Horizontalen SH, die 7° unter der Sella-Nasion-Linie verläuft)]	Abbildung 13
AMV (mm)	Vertikaler Abstand der Strecken "ANS-SV" und "Me-SV" zueinander [SV = Sella-Vertikale (senkrecht zur Sella-Horizontalen SH, die 7° unter der Sella-Nasion-Linie verläuft)]	Abbildung 13
ANS-Me (mm)	Identisch mit "LFH" – siehe dort	s. "LFH"
APFHR (%)	Anteroposteriores Gesichtshöhenverhältnis ("Anteroposterior facial height ratio" = S-Go/N-Me = PFH/AFH)	Abbildung 11
Ar-GoMe (mm)	Abstand des Articulare zum Mandibularplanum (GoMe)	Abbildung 12
Ar-Go-Me (°)	Kieferwinkel (Goniontangentialwinkel/Gonionwinkel) (klinischer Richtwert: 128° ± 7°)	Abbildung 12
BaN-Gn (°)	Winkel zwischen der Schädellebene (Basion-Nasion) und der Nasion-Gonion-Ebene	Abbildung 12
Co-Go (mm)	Ramus-Höhe	Abbildung 12
Dc-Xi-Pm (°)	Mandibularbogen (mandibular arc)	Abbildung 12
Facial axis angle (FAX) (°)	Winkel zwischen den Ebenen Pt-GnK und Basion-Nasion (klinischer Richtwert: 90° ± 3°)	Abbildung 12
Facial depth angle (°)	Winkel zwischen FH und NPo (klinischer Richtwert: 87° ± 3°)	Abbildung 13
Facial taper (conic angle) (°)	Winkel zwischen Ba-GnK und GnK-Me	Abbildung 13
FH-SGn (°)	Winkel zwischen der Frankfurter Horizontalen und der Y-Achse (Sella-Gnathion-Ebene)	Abbildung 12
FMA (°)	Winkel zwischen der Frankfurter Horizontalen und dem Mandibularplanum (GoMe) (klinischer Richtwert: 26° ± 4°)	Abbildung 13
Gonial angle (°)	Identisch mit "Ar-Go-Me" – siehe dort	s. "Ar-Go-Me"
HP-MP (°)	Winkel zwischen Horizontalebene (= SN-Ebene + 7°) und Mandibularplanum (GoMe)	Abbildung 13
IMPA (°)	Winkel zwischen der Längsachse der unteren Inzisivi und dem Mandibularplanum (GoMe)	Abbildung 13
Inferior facial height (°)	Winkel zwischen ANS-Xi-Pm	Abbildung 12
Interincisal angle (°)	Winkel zwischen der Längsachse der oberen und unteren Inzisivi (klinischer Richtwert: 130° ± 5°)	Abbildung 13
L6-MP (mm)	Senkrechte Strecke von der mesialen Höckerspitze des mandibulären ersten Molaren zum Mandibularplanum	Abbildung 13
LAFH (mm)	Identisch mit "LFH" – siehe dort	s. "LFH"
LFH (mm)	Untere Gesichtshöhe ("Lower face height/LFH"): ANS-Me	Abbildung 11
Lower facial height (°)	Identisch mit "Inferior facial height" – siehe dort	s. "Inferior facial height"
Mandibular arc (°)	Identisch mit "Dc-Xi-Pm" – siehe dort	s. "Dc-Xi-Pm"
Mandibular plane (°)	Identisch mit "FMA" – siehe dort	s. "FMA"
Max/Mand (°)	Basiswinkel (Grundebenenwinkel nach A.M. SCHWARZ): Winkel zwischen Palatinalplanum (Spa-Spp) und Mandibularplanum (GoMe) (klinischer Richtwert: 23,5° ± 3°)	Abbildung 12
Me-PP (mm)	Senkrechte Strecke vom Menton zum Palatinalplanum (Spa-Spp)	Abbildung 12
MM angle (°)	Identisch mit "Max/Mand" – siehe dort	s. "Max/Mand"
MP angle (°)	Identisch mit "FMA" – siehe dort	s. "FMA"
MP-FH (°)	Identisch mit "FMA" – siehe dort	s. "FMA"
MP-SN (°)	Winkel zwischen Mandibularplanum (GoMe) und vorderer Schädelbasis (SN) (klinischer Richtwert: 32° ± 2°)	Abbildung 12
N-ANS (mm)	Identisch mit "UFH" – siehe dort	s. "UFH"
N-Me (mm)	Identisch mit "AFH" – siehe dort	s. "AFH"
Overbite (mm)	Strecke zwischen den Spitzen der oberen und unteren Inzisivi senkrecht zum Okklusplanum (klinischer Richtwert: 2,0 ± 2 mm)	Abbildung 9, Seite 27

Röntgenkephalometrische Messwerte der vertikalen Dimension		
Palatal plane (°)	Winkel zwischen dem Palatinalplanum (Spa-Spp) und der FH (klinischer Richtwert: $1^\circ \pm 4^\circ$ )	Abbildung 12
PFH (mm)	Hintere Gesichtshöhe ("Posterior face height"): S-Go	Abbildung 11
PP-GoGn (°)	Identisch mit "Max/Mand" – siehe dort	s. "Max/Mand"
PP-MP (°)	Identisch mit "Max/Mand" – siehe dort	s. "Max/Mand"
Ramus height (mm)	Ramushöhe (Go-Ar)	Abbildung 13
S-Go (mm)	Identisch mit "PFH" – siehe dort	s. "PFH"
SN-GoGn (°)	Identisch mit "MP-SN" – siehe dort	s. "MP-SN"
SGn-NBa (°)	Winkel zwischen den Ebenen Sella-Gnathion und Nasion-Basion	Abbildung 12
SNGn (°)	Y-Achsenwinkel (vergrößert: dolichofazialer Typ; verkleinert: brachyfazialer Typ) (klinischer Richtwert: $66^\circ$ )	Abbildung 12
Spa-Me (°)	Identisch mit "LFH" – siehe dort	s. "LFH"
TAFH (mm)	Identisch mit "TFH" – siehe dort	s. "TFH"
TFH (mm)	Totale Gesichtshöhe ("Total face height" = UFH + LFH); entspricht "AFH"	Abbildung 11
U6-PP (mm)	Senkrechte Strecke von der mesialen Höckerspitze des maxillären ersten Molaren zum Palatinalplanum (Spa-Spp)	Abbildung 13
UAFH (mm)	Identisch mit "UFH" – siehe dort	s. "UFH"
UFH (mm)	Obere Gesichtshöhe ("Upper face height/UFH"): N-ANS	Abbildung 11

Tabelle 2: Vertikale Parameter der Fernröntgenseitenanalyse

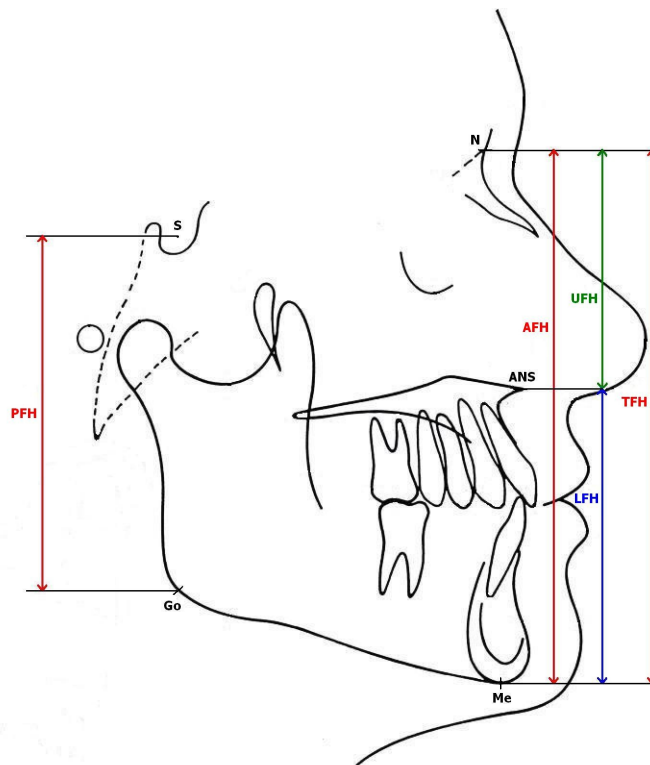


Abbildung 11: Werte der Gesichtshöhe aus Tabelle 2

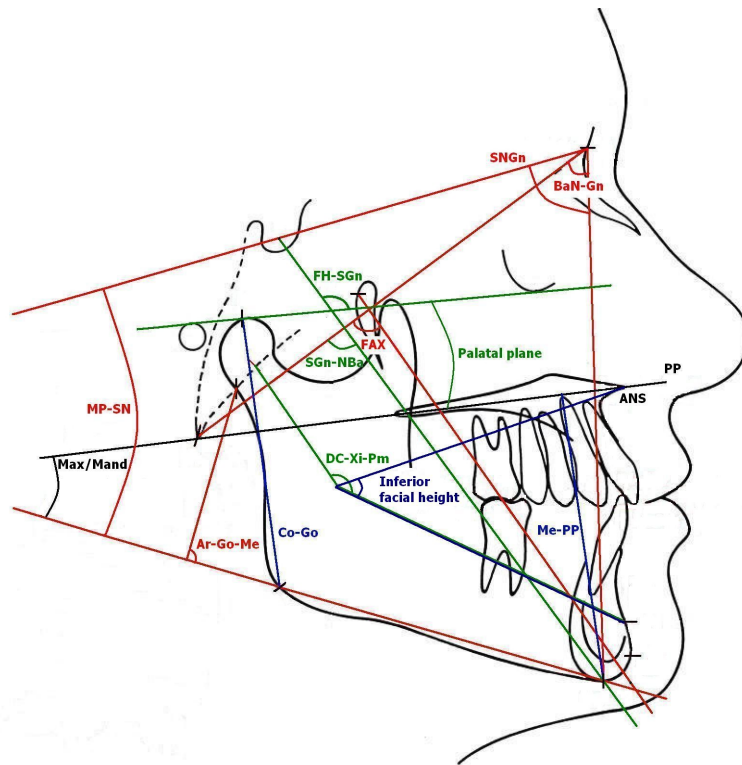


Abbildung 12: (a) Winkel- und Streckenmaße der Fernröntgenseitenanalyse aus Tabelle 2

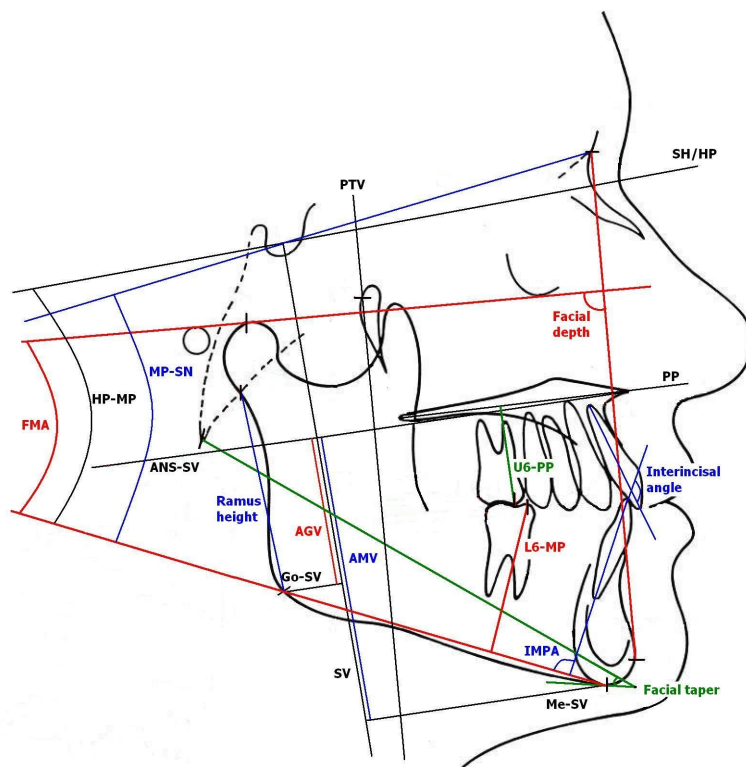


Abbildung 13: (b) Winkel- und Streckenmaße der Fernröntgenseitenanalyse aus Tabelle 2

### Wachstums- und Gesichtstypen

Anhand von Fernröntgenseitenbildern lassen sich Aussagen über die vertikale Relation und das Wachstumsverhalten der Mandibula treffen. Diese sind in der internationalen Literatur vielfach beschrieben worden (z.B. [29],[30],[32],[134],[135],[136],[148],[149],[159]). Jedoch finden sich unterschiedliche Werte, anhand derer die wachstumsbedingte Rotation des Unterkiefers prognostiziert wird. So gibt z.B. der "Fazialachsenwinkel" nach RICKETTS [134],[135],[136] die Richtung des Kinnwachstums an und drückt das Verhältnis von Gesichtshöhe zu Gesichtstiefe aus. Er wird gebildet von der Fazialachse, die vom Foramen rotundum zum konstruierten Gnathion verläuft, und der Basion-Nasion-Linie (Abbildung 12). Abhängig vom Wachstumspotential wird zwischen Wachstums- und Gesichtstypen differenziert. Ist Wachstum vorhanden, spricht man von "Wachstumstypen", bei bereits abgeschlossenem Wachstum von "Gesichtstypen". Je nach Richtung der wachstumsbedingten Rotation der Mandibula unterscheidet man neutrale, horizontale oder vertikale Wachstums- bzw. Gesichtstypen. Der Fazialachsenwinkel hat beim neutralen Gesichtstyp einen Wert von  $90^\circ \pm 3^\circ$ , der während des Wachstums konstant bleibt. Man spricht auch vom "mesiofazialen" Typ. Beim horizontalen Gesichtstyp ist der Winkelwert höher. Es liegt eine hypodivergente Schädelstruktur bzw. ein Counterclockwise-Wachstum der Mandibula vor. Es ist auch der aus der Anthropologie stammende Begriff "brachyfazial" (brachýs: kurz) üblich. Beim vertikalen Wachstums- bzw. Gesichtstyp findet sich ein kleiner Wert für den Fazialachsenwinkel. Es liegt ein sogenannter hyperdivergenter Schädelaufbau bzw. ein Clockwise-Wachstum des Unterkiefers vor. Der entsprechende Begriff aus der Anthropologie lautet "dolichofazial" (dolichós: lang).

Abbildung 14 zeigt schematisch die Rotationsrichtung des Unterkiefers bei einem brachyfazialen bzw. dolichofazialen Wachstumsmuster. Spricht man von einer Counterclockwise- bzw. Clockwise-Rotation der Mandibula, so ist dabei zu berücksichtigen, dass das anteriore Gesichtsprofil nach rechts orientiert ist.



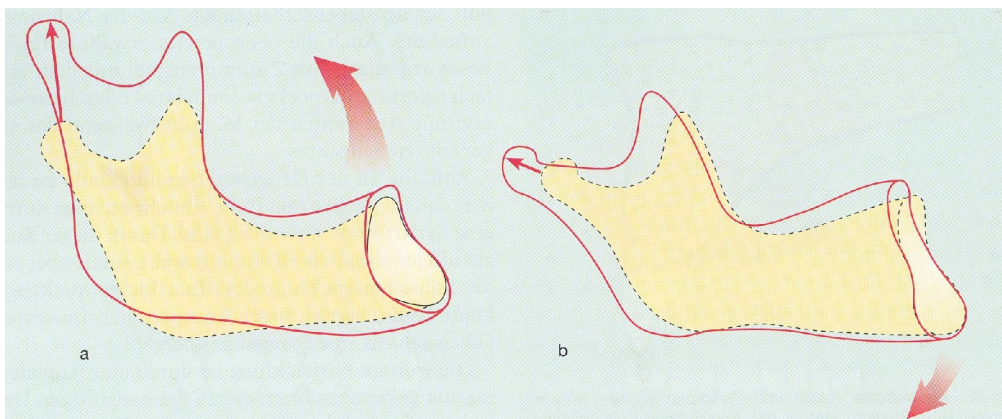


Abbildung 14: Brachyfaziales (a) und dolichofaziales (b) Wachstumsmuster [108]

### **3. Grundlagen der wissenschaftlichen Literaturrecherche**

Um Entscheidungen in der medizinischen Versorgung individueller Patienten gewissenhaft und abwägend treffen zu können, ist es für den praktisch tätigen Arzt von großer Bedeutung, seine individuelle klinische Expertise mit der bestmöglichen Evidenz aus der internationalen, systematischen Forschung zu kombinieren [141]. Zur Einschätzung der Qualität wissenschaftlicher Arbeiten sind grundlegende Kenntnisse über die Evidenz-basierte Medizin sowie die Methoden der systematischen Literaturrecherche erforderlich.

Die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit bezieht sich auf den Einfluss der kieferorthopädischen Extraktionstherapie auf die skelettale und dentale vertikale Dimension. Zu deren Eruiierung werden die folgenden Kriterien einer Evidenz-basierten Literaturrecherche verwendet.

#### **3.1 Evidenz-basierte Medizin**

Durch den international exponentiellen Zuwachs medizinischer Publikationen zu ähnlichen Fragestellungen sieht sich der Wissenschaftler sowie der klinisch tätige Arzt verstärkt mit kontroversen Ergebnissen und Meinungen zahlreicher Autoren konfrontiert. Vor diesem Hintergrund entwickelte sich die "Evidenz-basierte Medizin", die sich mit den Resultaten klinischer Forschung kritisch auseinandersetzt, Qualitätskriterien zur Beurteilung von Studien schafft sowie Verfahren entwickelt hat, Ergebnisse von Studien deskriptiv oder analytisch-statistisch zusammenzufassen. Das Ziel ist die Kombination der individuellen klinischen Expertise mit der bestmöglichen externen Evidenz aus der systematischen Forschung [141]. Die Grundlage für gemeinsam mit dem Patienten zu treffende diagnostische und therapeutische Entscheidungen soll dadurch verbessert werden.

Es werden die verschiedenen Studiendesigns näher beschrieben und die jeweiligen methodischen Unterschiede erläutert. Zusammenhänge mit systematischen Fehlern, den sogenannten "Bias", werden dargestellt sowie Kriterien für die Bewertung klinischer Studien genannt. Qualitätsabstufungen spiegeln sich in einer hierarchischen Ordnung der Studien wider, den "Evidenzgraden". Diese werden tabellarisch dargestellt (Tabelle 5, Seite 48).

### 3.1.1 Studiendesigns

Das Studiendesign beschreibt den methodologischen Aufbau einer wissenschaftlichen Studie. Das jeweilige Konzept beinhaltet Aussagen über die Population, die Umgebung, die Methode der Datensammlung, das Vorgehen sowie über die Analyse der Daten. Es lassen sich folgende Typen von Studiendesigns unterscheiden (Tabelle 3):

<b>Studiendesigns klinischer Studien</b>	
<b>Primärstudien</b>	<b>Sekundärstudien</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primärstudien basieren auf Original-Patientendaten</li> <li>• mehrere Primärstudien werden in einem Review zusammengefasst und bewertet</li> <li>• Beispiele: Fallstudien/Fallserien, Fall-Kontrollstudien, Kohortenstudien, randomisierte kontrollierte Studien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Beschreibung bzw. Bewertung einer einzelnen oder mehrerer Studien wird entsprechend als Sekundärstudie bezeichnet</li> <li>• Beispiele: systematische Übersichten (Reviews) und Meta-Analysen</li> </ul>
<b>Experimentelle Studien (klinisch)</b>	<b>Beobachtungsstudien (epidemiologisch)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• unsharp definierter Begriff für eine Studie, in der Wirksamkeit und Sicherheit einer klinischen Intervention an einer Gruppe von Patienten untersucht werden</li> <li>• Oberbegriff für unterschiedliche Studientypen</li> <li>• Beispiele: nicht kontrollierte, kontrollierte und randomisierte klinische Studien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nicht-experimentelles (epidemiologisches) Studiendesign, in dem die Personen (im Gegensatz zu einer Interventionsstudie) nicht einer Intervention zugewiesen werden</li> <li>• die Personen werden zu einem Zeitpunkt oder über eine Zeitspanne hinweg hinsichtlich des Vorliegens interessierender Expositionsfaktoren und Zielgrößen beobachtet bzw. befragt</li> <li>• Beispiele: Querschnitts-, Fall-Kontroll- und Kohorten-Studien</li> </ul>
<b>Querschnittstudien</b>	<b>Longitudinalstudien</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• deskriptive epidemiologische Studie, bei der die interessierenden Expositionsfaktoren und Zielgrößen zum selben Zeitpunkt (bzw. innerhalb eines relativ engen Zeitraumes) erfasst werden</li> <li>• es handelt sich also um "Momentaufnahmen" (Prävalenz)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• in Longitudinal- oder Längsschnittstudien wird jeder Studienteilnehmer mehrmals untersucht oder beobachtet, es entstehen also zeitliche Verläufe</li> </ul>
<b>Prospektive Studien</b>	<b>Retrospektive Studien</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• in prospektiven Studien ist das interessierende Ereignis zum Zeitpunkt des Studienbeginns noch nicht eingetreten</li> <li>• Kohortenstudien sind in der Regel prospektiv angelegt</li> <li>• randomisierte klinische Studien sind immer prospektiv angelegt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bei retrospektiven Studiendesigns (z.B. Fall-Kontroll-Studien, seltener Kohortenstudien) ist die Erkrankung zu Beginn der Studie schon eingetreten</li> <li>• es wird in der Vergangenheit nach Risikofaktoren bzw. Expositionen für die Erkrankung gesucht</li> </ul>

Tabelle 3: Studiendesigns klinischer Studien [99]

Die unterschiedlichen Designs der zuerst genannten Primär- und Sekundärstudien werden im Folgenden detaillierter erläutert.

Zu den **Primärstudien**, die auf Original-Patientendaten basieren, zählen:

- Fallstudien/Fallserien
- Fall-Kontrollstudien
- Kohortenstudien
- Randomisierte kontrollierte Studien

#### Fallstudie/Fallserie:

Bei einer Fallstudie handelt es sich um einen meist retrospektiven Bericht über einen interessanten oder ungewöhnlichen klinischen Fall. Eine Fallserie beschreibt das zeitlich und/oder örtlich gehäufte Auftreten mehrerer solcher ungewöhnlicher Fälle [99]. Häufig sind Fallstudien bzw. -serien Ausgangspunkt für weitergehende epidemiologische Untersuchungen. Nachteil dieser Berichterstattung ist jedoch, dass die beschriebenen Fälle in der Regel nicht repräsentativ sind [115].

#### Fall-Kontrollstudie:

Eine Fall-Kontrollstudie ist ein nicht-experimenteller, epidemiologischer Studientyp. Es handelt sich dabei um eine analytische, retrospektive Beobachtungsstudie, bei der eine Gruppe von "Fällen" (Erkrankte) mit einer Gruppe von "Kontrollen" (Nicht-Erkrankte) hinsichtlich des Vorhandenseins von Expositionsfaktoren (Risiko- oder protektive Faktoren) verglichen wird (der Risikofaktor wird rückwirkend gemessen). Der Zusammenhang zwischen Exposition und Zielerkrankung wird mit Hilfe eines speziellen Risikomaßes, der "Odds ratio", quantifiziert [99]. Die Vorteile einer Fall-Kontrollstudie sind ihre schnelle Durchführbarkeit im Vergleich zu Kohortenstudien, ihre gute Eignung für seltene Krankheiten und ihre kostengünstige Ausführung. Nachteilig ist, dass der zeitliche Zusammenhang zwischen Risikofaktor und Endpunkt oft nicht klar ist. Außerdem ist dieses Studiendesign wegen seiner retrospektiven Natur sehr anfällig für Bias (z.B. Selektionsbias bei Erstellung des Kontrollkollektivs; Informationsbias durch "Reporting Bias" der Patienten und "Observer Bias" der Untersucher) und liefert häufig nur eine unzulängliche Datenqualität. Es können ferner keine seltenen Risikofaktoren untersucht werden [115]. Für die Qualität einer Fall-Kontrollstudie sind die Kriterien für die Aus-

wahl der Fälle sowie der Kontrollen von entscheidender Bedeutung. Bei der Auswahl der Fälle ist man bemüht, ein generalisierbares Patientengut zu erhalten, das heißt ein Patientengut, das repräsentativ für die Population der Fälle ist. Die Auswahl der Kontrollen erfolgt stets nach dem Zufallsprinzip. Dabei sollte das Kontrollkollektiv der Population entsprechen, aus der auch die Fälle kommen. Die drei am häufigsten verwendeten Kontrollgruppen, die durch Randomisierung ermittelt werden, sind nach MÜLLNER [115]:

1. Zufallsstichprobe von Patienten mit anderen Erkrankungen  
(wichtig: kein Zusammenhang zwischen der Erkrankung der Kontrollpatienten und dem gesuchten Endpunkt)
2. Zufallsstichprobe aus der Bevölkerung  
(repräsentativ, aber technisch und logistisch schwer zu erheben)
3. Freunde und Verwandte der "Fälle"  
(Kontrolle des sozioökonomischen Status und genetischer Faktoren)

Sind die Kontrollgruppen nicht randomisiert, können andere Störfaktoren, die den Therapieeffekt beeinflussen oder sogar verursachen können, nicht ausgeschlossen werden. Eine objektive Auswahl ist niemals gegeben. Es liegt ein "Selektions-Bias" vor. Ferner formulierten IOANNIDIS ET AL. [79] die These, dass nicht-randomisierte Studien den Effekt einer Intervention generell überschätzen.

#### Kohortenstudie:

Die Kohortenstudie gehört wie die Fall-Kontrollstudie zu dem epidemiologischen Studientyp. Sie ist eine analytische, vergleichende Beobachtungsstudie, in der eine Gruppe von Personen (eine Kohorte) mit einem bestimmten Merkmal oder einer Exposition mit einer anderen Gruppe ohne dieses Merkmal über einen längeren Zeitraum hinsichtlich des Auftretens eines Endpunkts verglichen wird, für den ein Zusammenhang mit dem Merkmal oder der Exposition postuliert wird. Der Zusammenhang zwischen der Exposition und dem Endpunkt wird mit einem speziellen Maß, dem "Relativen Risiko", quantifiziert [99]. Kohortenstudien können prospektiv oder retrospektiv durchgeführt werden. Die Vorteile dieses Studiendesigns liegen in der Erfassung der Inzidenz eines Endpunktes und dem klaren zeitlichen Zusammenhang zwischen Risikofaktor und Endpunkt. Außerdem sind mehrere Endpunkte möglich. Als Nachteil ist zu nennen, dass zur Erfassung seltener Endpunkte eine sehr große Anzahl an Studienteilnehmern zu beob-

achten ist, was einen großen Aufwand bedeutet. Daher sind Kohortenstudien kostenintensiv, erfordern lange Beobachtungszeiten und unterliegen häufig dem "Selektions-Bias", v.a. durch den Verlust von Studienteilnehmern in der Nachbeobachtungsphase [115].

Randomisiert kontrollierte Studie (Randomised controlled trial - RCT):

Eine randomisiert kontrollierte Studie ist eine experimentelle, prospektive Interventionsstudie, bei der Patienten nach dem Zufallsprinzip (mit verdeckter Zuordnung) einer Therapiegruppe bzw. einer Kontrollgruppe zugeordnet werden (Randomisierung). Dadurch werden zwei Gruppen gebildet, die bis auf die Intervention in allen bekannten und unbekanntem Risiko- und prognostischen Faktoren vergleichbar sind. RCT's werden zur Feststellung der Wirksamkeit von Interventionen als "Goldstandard" angesehen [99]. Sie sind nicht durchführbar, wenn es unethisch wäre, eine Randomisierung durchzuführen, wenn die Teilnehmerzahl sehr hoch sein müsste, um Unterschiede nachzuweisen, oder wenn eine eindeutig erfolgreiche Intervention bei einer bisher unheilbaren Krankheit entdeckt wird. Ein wichtiger Vorteil dieses Studientyps ist der klare kausale Zusammenhang zwischen Risikofaktor und Endpunkt. Auch sind bei der Untersuchung die Erfassung mehrerer Endpunkte sowie der Inzidenz möglich. Jedoch sind randomisierte kontrollierte Studien technisch aufwendig, teuer und ethisch teilweise nicht angezeigt. Außerdem sind seltene Endpunkte in der Regel nicht zu untersuchen [115].

Da kontrollierte klinische Studien häufig durch inkonsistente Ergebnisse geprägt sind, kann die Entscheidungsfindung über den Einsatz bzw. den Nicht-Einsatz einer Therapie erschwert sein. Alternativ besteht die Möglichkeit, dass die Fallzahlen der einzelnen Studien zu klein sind, um einen Effekt, der vielleicht gering ausfällt, auch nachweisen zu können [183]. Daher ist die gemeinsame Betrachtung und Analyse der gesamten Evidenz zu einer Fragestellung sowie deren qualifizierte Bewertung unerlässlich. Diese Aufgabe übernehmen systematische Übersichten bzw. Reviews und Meta-Analysen, die auch als **Sekundärstudien** bezeichnet werden.

Systematischer Review:

Der systematische Review ist Bestandteil der Sekundärforschung, bei der zu einer klar formulierten Fragestellung alle verfügbaren Primärstudien systematisch und anhand expliziter Kriterien identifiziert, ausgewählt und kritisch bewertet werden. Die Ergebnisse werden extrahiert und deskriptiv oder mit statistischen Methoden quantitativ (Meta-Analyse) zusammengefasst [99]. Allerdings führt nicht jeder systematische Review zu einer Meta-Analyse. Bei der Erstellung eines systematischen Reviews wird versucht, die Nachteile eines klassischen Reviews zu vermeiden, indem methodische Standards sowohl bei der Identifikation und Selektion der einzuschließenden Originalstudien als auch bei der Synthese der Ergebnisse Anwendung finden [115]. Ein wichtiger Bestandteil ist die systematische Literaturrecherche. Hierbei wird zunächst alle vorhandene Evidenz, auch nicht publizierte Studien, zusammengetragen, um das Problem des Publikationsbias zu umgehen [50]. Wichtig ist auch die Erwähnung des Publikationszeitraums der Suche. Anschließend erfolgt die Datenextraktion sowie die Beurteilung der Studienqualität. Dabei finden grundsätzlich nur solche Studien Berücksichtigung, die hohe Qualitätskriterien erfüllen [144]. Je nach Studiendesign gibt es bestimmte Merkmale, die die Qualität einer Studie beschreiben. JADAD ET AL. [81] nennen verschiedene Checklisten, mit deren Hilfe man die Qualität einer interventionellen Studie erfassen kann. Allerdings gibt es keine eindeutige Konvention darüber, wie man am Besten mit offenkundig qualitativ minderwertigen Studien umgeht. Bei deren Ausschluss bleiben häufig nur wenige Studien zur Beschreibung übrig, bei deren Einschluss entspricht das Ergebnis womöglich nicht der Wahrheit. Im Idealfall werden nur solche Studien eingeschlossen, die randomisiert, doppelblind und nach "intention-to-treat" analysiert wurden.

Meta-Analyse:

Als Meta-Analyse wird ein statistisches Verfahren bezeichnet, das die Ergebnisse einzelner Studien oder aller individuellen Patientendaten quantitativ zu einem Gesamtergebnis zusammenfasst und dadurch die Aussagekraft (Genauigkeit der Effektschätzer) gegenüber Einzelstudien erhöht. Voraussetzung dafür ist eine Vergleichbarkeit der Studien, d.h. eine geringe Heterogenität (Unterschiede zwischen Studien hinsichtlich Patientencharakteristika, Intervention oder Endpunkte). Bei größerer Heterogenität erlaubt

die Meta-Analyse die Identifikation von Subgruppen, die in sich homogener sind. Meta-Analysen werden mit zunehmender Häufigkeit in systematischen Reviews eingesetzt. Der Begriff Meta-Analyse wird oft unscharf benutzt. Inzwischen ist der allgemein anerkannte Sprachgebrauch, als Oberbegriff systematische Reviews zu benutzen, die als einen Teil eine Meta-Analyse enthalten können. Allerdings beruht nicht jeder systematische Review auf einer Meta-Analyse [99].

Wie bereits erwähnt, ist für die Qualität einer interventionellen Studie die sogenannte "Verblindung" maßgeblich. Hierbei wird die Gruppenzuordnung (Therapie oder Kontrolle) vor den Patienten und/oder den Studienärzten geheim gehalten, um zu verhindern, dass durch das Wissen um die Gruppenzugehörigkeit die Therapieantwort der Patienten, das Verhalten der Ärzte oder die Bewertung der Ergebnisse beeinflusst wird und sich somit systematische Fehler (Bias) in die Studie einschleichen [99]. In einfach-blinden Studien wissen nur die Patienten nicht über ihre Zuordnung Bescheid, in doppel-blinden Studien bleibt die Zuordnung Patient und behandelndem Arzt verborgen. Die Verblindung von Ärzten und Patienten ist nicht immer durchführbar. Hingegen ist eine Verblindung der Endpunkt-Auswerter in der Regel möglich.

Den verblindeten Studien stehen sogenannte "offene Studien" gegenüber, bei denen sowohl die Patienten als auch die Untersucher über die Art der Behandlung informiert sind. SCHULZ [150] bezeichnet diesen Studientyp als äußerst anfällig für systematische Fehler (Bias), die sich aus den Erwartungshaltungen der Patienten und Untersucher ergeben. Ferner kann ein nicht-verblindetes Design unerwünschte Einflüsse auf eine Studie nehmen [115]. Beispielsweise führt ein schlechtes Design meist zu einer Überschätzung des Effektes einer Intervention [150], aber auch eine gleich bleibende Einschätzung oder Unterschätzung sind möglich.

### **3.1.2 Systematischer Fehler (Bias)**

Unter "Bias" versteht man die "Tendenz von Studienergebnissen zur systematischen Abweichung von dem unbekanntem wahren Wert" [99]. Bias führt entweder zu einer Über- oder Unterschätzung der wahren Wirkung einer Maßnahme oder Exposition. Die Ursachen dafür liegen, wie oben bereits erwähnt, vor allem im Design und der Durchführung



der Studie und führen zu systematischen Unterschieden zwischen den Vergleichsgruppen. Gemäß einer Studie von EGGER [50] sind die häufigsten Formen des Bias:

- Selektionsbias (Selection bias)
- Publikationsbias (Publication bias)
- Datenbank-Bias (Database bias)
- Zitier-Bias (Citation bias)
- Viel-Veröffentlichungs-Bias (Multiple publication bias)
- Bias in der Daten-Verfügbarkeit (Bias in provision of data)

#### Selektionsbias (Selection bias):

Beim Selektionsbias werden die Ergebnisse durch systematische Unterschiede in der Art der Auswahl der Teilnehmer oder in der Art der Zuweisung der Teilnehmer zu den Untersuchungsgruppen verzerrt. Durch eine ungewollte Selektion von Patienten können bereits bei Studienbeginn systematische Unterschiede zwischen den Gruppen, die miteinander verglichen werden sollen, entstehen. So kann ein Unterschied im "Outcome" lediglich darauf beruhen, dass in der einen Gruppe z.B. Patienten mit schweren Erkrankungsformen oder ausgeprägterem Risikoprofil beobachtet wurden. Der gemessene Unterschied ist dann lediglich ein scheinbarer Unterschied [50].

#### Publikationsbias (Publication bias):

Diese Form des Bias entsteht aufgrund einer selektiven Publikationspraxis, bei der Studien mit positiven und signifikanten Ergebnissen eine größere Chance haben, publiziert zu werden als Studien mit negativen und nicht-signifikanten Resultaten [47],[50]. Ein systematischer Review oder eine Meta-Analyse, die sich ausschließlich auf publizierte Studien stützt, läuft Gefahr, den Effekt der untersuchten Intervention zu überschätzen. Eine Sonderform eines Publikationsbias ist der "English-Language-Bias", der einerseits durch die selektive Bevorzugung englisch-sprachiger Studien bei der Erstellung systematischer Übersichtsarbeiten entsteht und andererseits darauf beruht, dass Studien mit positiven und signifikanten Resultaten eine größere Chance haben, in angesehenen englisch-sprachigen Zeitschriften publiziert zu werden [50].

Datenbank-Bias (Database bias):

Die meisten westeuropäischen Journale, die nicht in englischer Sprache veröffentlicht werden, sind in EMBASE oder MEDLINE indiziert [50]. Dies verhält sich jedoch nicht so bei Journalen, die in weniger entwickelten Ländern veröffentlicht werden. Nur 2 % der in MEDLINE oder EMBASE indizierten Journale stammen hierher [184]. Somit sind Studien, die in Journalen veröffentlicht werden, welche nicht in einer der großen Datenbanken indiziert sind, weitaus schwieriger auffindbar für das Erstellen einer systematischen Übersichtsarbeit oder einer Meta-Analyse.

Zitier-Bias (Citation bias):

Viele Studien berufen ihre Quellen auf das Zitieren aus Referenzlisten. Dabei ergibt sich eine höhere Wahrscheinlichkeit, Studien zu zitieren, die eine bestimmte Hypothese unterstützen als diese zu verwerfen. Somit besteht die Gefahr, spätere Meta-Analysen möglicherweise zu verfälschen. Darüberhinaus ist es denkbar, dass Studien, die in einem Journal mit großer Auflage veröffentlicht wurden, häufiger zitiert werden [50].

Viel-Veröffentlichungs-Bias (Multiple publication bias):

Vielfache Veröffentlichung von einzelnen Studien kann auf verschiedenen Wegen zu Bias führen [78]. Laut EASTERBROOK [47] besteht eine höhere Wahrscheinlichkeit, dass Studien mit signifikanten Ergebnissen vielfach veröffentlicht werden und somit häufiger in eine Meta-Analyse eingeschlossen werden. Außerdem ist es nicht immer offensichtlich, dass mehrere Publikationen von einer einzigen Studie stammen, z.B. durch unterschiedliche Autoren, so dass dasselbe Patientengut mehrfach in eine Meta-Analyse eingeht [78]. Auf diese Weise kann ein Behandlungseffekt leicht überschätzt werden.

Bias in der Daten-Verfügbarkeit (Bias in provision of data):

Für die Erstellung einer Meta-Analyse bedarf es zusätzlicher Daten, die nicht gedruckt oder veröffentlicht werden und als "Graue Literatur" bezeichnet werden. Zu dieser zählen z.B. persönliche Webseiten, digitale Bibliotheken und Konferenzberichte. Mitunter kann es größere Schwierigkeiten bereiten, Informationen aus "grauer Literatur" zu erhalten. Daher ist die Bereitschaft des Untersuchers für diesen Aufwand maßgeblich [50].

Damit Ergebnisse als valide angesehen werden, muss es das Ziel einer Studie sein, das Auftreten eines Bias weitestgehend zu reduzieren. Bei Sekundärstudien wie den systematischen Reviews oder den Meta-Analysen wurden eine Vielzahl wichtiger Bias-Formen identifiziert, z.B. die einseitige Auswahl von Studien, die selektive Verfügbarkeit von Studien mit positiven Ergebnissen (Publikationsbias) oder die selektive Veröffentlichung von positiven Studienergebnissen in englisch-sprachigen Zeitschriften (Language Bias). Durch die Kenntnis dieser systematischen Fehler ist deren Einschränkung auf ein Minimum möglich. Eine wichtige Technik zur Vermeidung von Bias in Interventionsstudien ist die Randomisierung bei der Therapiezuweisung. Diese ist definiert als die „Zuteilung von Individuen zu einer Gruppe durch einen Prozess, bei dem jedes Individuum die statistisch gleiche, von der Zuteilung anderer Individuen unabhängige Chance hat, in eine Gruppe zu gelangen“ [115]. Auf diese Weise kann der Störfaktor "Selektion" ausgeschaltet werden. Andere Faktoren können in den Gruppen konstant gehalten werden, wodurch sich ihr Einfluss minimiert und Unterschiede im Therapieerfolg nur durch die Intervention zu erklären sind. Somit erlauben nur randomisierte kontrollierte Studien den Nachweis der Effektivität einer Intervention [99].

### ***3.1.3 Kriterien zur Bewertung klinischer Studien***

Bei der Einschätzung der Ergebnisse aus klinischen Studien stellt sich dem Leser das Problem, die Validität der Studie zu erkennen, d.h. das Ausmaß, in dem das Studienergebnis die Wirklichkeit widerspiegelt und frei von systematischen Fehlern (Bias) ist [99]. Der Leser muss in der Lage sein, das Design, die Durchführung, die Analyse und die Interpretation der Studie nachzuvollziehen. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die Autoren ihre Methoden vollständig transparent gestalten. Zu diesem Zweck wurde Mitte der 90er Jahre das CONSORT-Statement ("Consolidated Standards of Reporting Trials" - Gemeinsame Standards für die Beschreibung von Studien) gegründet. Dies ist in erster Linie dazu bestimmt, beim Verfassen, Beurteilen und Auswerten von Berichten über randomisiert kontrollierte Studien behilflich zu sein. Der dem CONSORT-Statement zugrunde liegende Grundgedanke kann jedoch auch für Berichte anderer Studiendesigns verwendet werden. In Zukunft sollen zusätzliche Empfehlungen für andere Studiendesigns ausgearbeitet werden [110].

Das CONSORT-Statement besteht aus einem Flussdiagramm und einer Checkliste zur Beschreibung von randomisiert kontrollierten Studien. Das Flussdiagramm (Abbildung 15) zeigt den Verlauf der Studienteilnehmer innerhalb der vier Studienabschnitte ("Aufnahme", "Interventionszuordnung", "Nachbeobachtung" und "Auswertung"). Darüberhinaus enthält es explizit die Anzahl der Studienteilnehmer für jede Interventionsgruppe, so dass der Leser anhand dieser Daten beurteilen kann, ob die Autoren eine "Intention-to-treat"-Analyse durchgeführt haben [110]. Die Checkliste schließt 22 Punkte ein, die sich mit den Inhalten der Überschrift, der Zusammenfassung, der Einführung, der Methoden, der Ergebnisse sowie der Diskussion befassen (Tabelle 4). Diese Informationen sind notwendig, um die Reliabilität oder Relevanz der Ergebnisse beurteilen zu können. Bei der Auswertung vorläufiger Studienergebnisse kommt EGGER [48] zu dem Schluss, dass der Gebrauch von CONSORT tatsächlich dazu beiträgt, die Qualität der Beschreibung von randomisiert kontrollierten Studien zu verbessern.

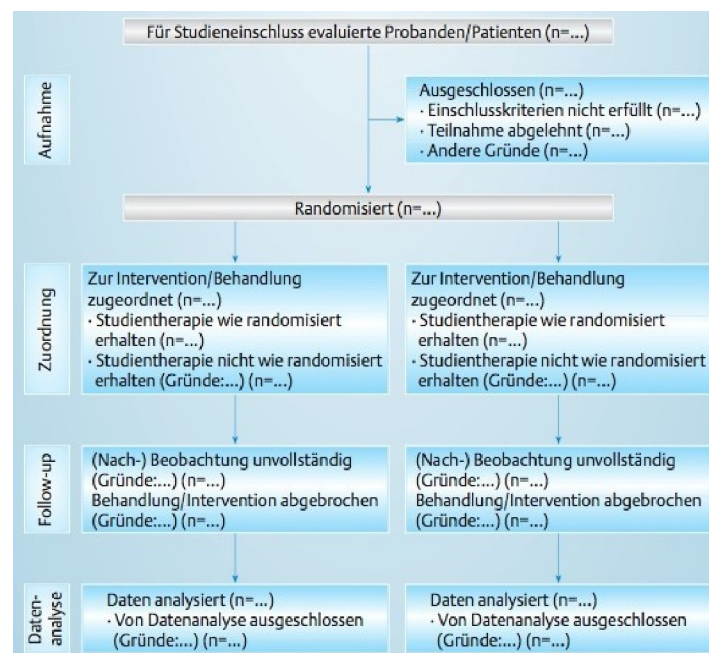


Abbildung 15: "Flussdiagramm" des CONSORT-Statements [110]

Checkliste des CONSORT-Statements		
Studienabschnitt		Beschreibung
<b>Titel und Zusammenfassung</b>	1	Zuordnung zu Therapiegruppen (z.B. "randomisierte Verteilung", "randomisiert", "randomisierte Zuordnung").
<b>Einleitung</b> Hintergrund	2	Wissenschaftlicher Hintergrund und Begründung der Studie.
<b>Methoden</b> Probanden/Pat.	3	Einschlusskriterien der Probanden/Patienten, Studienorganisation und Ort der Studiendurchführung (z.B. im Krankenhaus oder nicht-stationär)
Intervention/Behandl.	4	Präzise Angaben zu den geplanten Interventionen jeder Gruppe und zur Durchführung
Ziele	5	Genauere Ziele, Fragestellung und Hypothesen
Zielkriterien	6	Klar definierte primäre und sekundäre Zielkriterien und ggf. alle zur Optimierung der Ergebnisqualität verwendeten Methoden (z.B. Training der Prüfer)
Fallzahlbestimmung	7	Wie wurden die Fallzahlen bestimmt und, falls notwendig, Beschreibung von Zwischenanalysen und Kriterien für einen vorzeitigen Studienabbruch
Randomisierung Erzeugung der Behandlungsfolge	8	Methode zur Generierung der zufälligen Zuteilung einschließlich aller Einzelheiten (wie z.B. Block-Randomisierung, Stratifizierung)
Geheimhaltung der Behandlungsfolge	9	Durchführung der Zuteilung (z.B. zentrale Randomisierung per Fax/Telefon); Angabe, ob Geheimhaltung bis zur Zuteilung gewährleistet war
Durchführung	10	Wer führte die Zuteilung durch, wer nahm die Probanden/Patienten in die Studie auf und wer teilte die Probanden/Patienten den Gruppen zu
Verblindung	11	Waren a) die Probanden/Patienten und/oder b) diejenigen, die die Intervention/Behandlung durchführten und/oder c) diejenigen, die die Zielgröße beurteilten verblindet oder nicht verblindet. Wie wurde der Erfolg der Verblindung evaluiert?
Statistische Methoden	12	Statistische Methoden zur Bewertung des primären Zielkriteriums; weitere Analysen wie z.B. Subgruppenanalysen und adjustierte Analysen
<b>Ergebnisse</b> Ein- und Ausschlüsse	13	Anzahl der Studienteilnehmer für jede durch Randomisierung gebildete Behandlungsgruppe, die a) tatsächlich die geplante Intervention/Behandlung erhalten haben b) die Studie protokollgemäß beendeten c) in der Analyse des primären Zielkriteriums berücksichtigt wurden
Aufnahme/Rekrutierung	14	Nähere Angaben über den Zeitraum der Studienaufnahme der Probanden/ Patienten und der Nachbeobachtung
Patientencharakteristika zu Studienbeginn	15	Demografische und klinische Charakteristika aller Gruppen
Anzahl der ausgewerteten Patienten	16	Anzahl der Probanden/Patienten (Nenner) in jeder Gruppe, die in die entsprechende Gruppe eingeschlossen wurden, und Angabe, ob es sich dabei um eine "Intention to treat"-Analyse handelt
Ergebnisse/ Schätzmethode	17	Zusammenfassung der Ergebnisse aller primären und sekundären Zielkriterien für jede Gruppe und die geschätzte Effektgröße sowie ihre Präzision
Zusätzliche Analysen	18	Angabe von weiteren Tests, insbesondere von Subgruppenanalysen und adjustierten Analysen (vorher geplant oder nachträglich durchgeführt)
Unerwünschte Wirkungen	19	Angabe aller wichtigen unerwünschten Wirkungen oder Nebenwirkungen innerhalb jeder Behandlungsgruppe

Checkliste des CONSORT-Statements		
Diskussion Interpretation	20	Interpretation der Ergebnisse unter Berücksichtigung der Studienhypothesen, möglicher Ursachen von Verzerrungen ("Bias") sowie Problemen durch multiples Testen und multiple Zielkriterien
Generalisierbarkeit	21	Generalisierbarkeit der Studienergebnisse (externe Validität)
Bewertung der Evidenz	22	Allgemeine Interpretation der Ergebnisse unter Berücksichtigung des aktuellen Forschungsstandes und anderer Publikationen zur untersuchten Fragestellung

Tabelle 4: Checkliste zur Publikation randomisierter Studien nach CONSORT [110]

Da das CONSORT-Statement, wie bereits erwähnt, in erster Linie für die Erstellung von randomisiert kontrollierten Studien entworfen wurde und zur Zeit kaum bei anderen Studiendesigns Verwendung findet, kommt es bei den verschiedenen Studiendesigns zu Unterschieden in der Glaubwürdigkeit der Ergebnisse. Um jedoch die Resultate wissenschaftlicher Studien vergleichen zu können, bedient man sich einer Klassifizierung, bei der die externe Evidenz nach Validitätskriterien hierarchisch in sogenannte "Evidenzgrade" eingeordnet wird. Man unterscheidet nach den Empfehlungen der "Agency for Health Care Policy and Research" (AHCPR) die Evidenzgrade Ia bis V [2]. Je höher der Evidenzgrad einer Studie ist, desto breiter ist ihre wissenschaftliche Basis. Studien des Grades Ia haben die höchste Evidenz, Studien des Grades V die geringste. Diese Klassifikation ist allerdings nicht als dogmatisch zu verstehen. Vielmehr sollte unbedingt die Qualität der jeweiligen Studien Berücksichtigung finden [115].

Tabelle 5 zeigt die Einteilung publizierter Literatur in Evidenzgrade gemäß ihrer wissenschaftlichen Aussagekraft (modifiziert nach AHCPR).

Hierarchische Ordnung der externen Evidenz	
Evidenzgrad	Definition
Ia	Meta-Analyse randomisiert kontrollierter Studien (RCT's)
Ib	Individuelle randomisiert kontrollierte Studie (RCT) mit engem Konfidenzintervall
IIa	Systematische Übersicht aus Kohortenstudien
IIb	Individuelle Kohortenstudie oder kontrollierte Studien niederer Qualität
IIIa	Systematische Übersicht aus Fall-Kontroll-Studien
IIIb	Individuelle Fall-Kontroll-Studien
IV	Fall-Studien, Fall-Serien, Fall-Kontroll-Studien niederer Qualität
V	Expertenmeinung

Tabelle 5: Evidenzgrade zur Bewertung publizierter Literatur [2]

Abzugrenzen von der Klassifikation der Evidenzgrade sind Einteilungen in Härtegrade von Empfehlungen, z.B. in Anlehnung an das "Scottish Intercollegiate Guidelines Network" (SIGN) [76] (Tabelle 6). Sie wurden in einem interdisziplinären Konsensusverfahren in den Bereichen festgelegt, in denen die klinische Evidenz abweichend von der wissenschaftlichen Evidenz gewichtet werden muss. Empfehlungen, für die die verfügbare externe Evidenz nicht ausreichend bis nicht vorhanden ist, die aber erfahrungsgemäß für den klinischen Ablauf unabdingbar sind, können den höchsten Härtegrad A erhalten. Interventionen, für die Evidenzklassen Ia oder Ib vorliegen, können dagegen wegen ihrer geringfügigen klinischen Bedeutung den niedrigsten Härtegrad D erhalten. Die notwendige Transparenz wird dadurch erzielt, dass den jeweiligen Empfehlungen sowohl die zugrunde liegende externe Evidenz als auch der Härtegrad der Empfehlung zugeordnet wird.

<b>Härtegrade der Empfehlung externer Evidenz</b>	
<b>Härtegrad</b>	<b>Erläuterung</b>
A	Evidenzklassen Ia, Ib oder aus klinischer Sicht erstrangig
B	Evidenzklassen IIa, IIb oder aus klinischer Sicht zweitrangig
C	Evidenzklasse IIIa, IIIb, IV oder aus klinischer Sicht drittrangig
D	Evidenzklasse V

Tabelle 6: Einteilung in Härtegrade von Empfehlungen nach SIGN [76]

Diese Tabellen implizieren jedoch nicht, dass nur solche Interventionen sinnvoll sind, deren Nutzen durch eine randomisiert kontrollierte Studie nachgewiesen wurde. Für viele Fragestellungen gibt es keine randomisiert kontrollierten Studien. Die Klassifizierung der verschiedenen Studien in Evidenzgrade ist aber ein Instrument, um die Validität der Resultate zu vergleichen, d.h., wenn für eine Frage das Resultat einer Fallstudie und das einer randomisiert kontrollierten Studie vorliegen und die Ergebnisse widersprüchlich sind, so ist in aller Regel das Ergebnis der randomisiert kontrollierten Studie glaubwürdiger als das der Fallstudie [115]. Die Einteilung in Evidenzgrade liefert jedoch keine inhaltliche Betrachtung. Es wird demnach nicht erfasst, ob eine methodisch gut durchgeführte Studie auch eine sinnvolle Frage beantwortet [99].

### 3.2 Systematische Literaturrecherche

Die systematische Literatursuche ist ein mehrstufiger, iterativer Vorgang, dessen Effizienz die Genauigkeit und Validität der gefundenen Ergebnisse maßgeblich bestimmt. Das Ziel besteht darin, alle vorhandene Evidenz zusammenzutragen – unabhängig davon, ob die Ergebnisse der einzelnen Studien veröffentlicht wurden oder nicht. Auf diese Weise soll der oben bereits erwähnte Publikationsbias vermieden werden, der dadurch bedingt ist, dass die Resultate nicht veröffentlichter Studien systematisch von denen publizierter abweichen können [50] und eine Verzerrung in Richtung des positiven Effekts entsteht.

#### 3.2.1 Internationale Literaturquellen

Die Suchstrategie beinhaltet die systematische Durchsichtung verschiedener Quellen nach spezifischen Keywords. Als Quellen dienen:

- Fachbücher
- Hochschulschriften
- Zeitschriftenartikel
- "Graue Literatur"

#### Recherche nach Fachbüchern:

Fachbücher enthalten grundlegende Informationen zu medizinischen Fragestellungen. Ihre Inhalte dienen dem Einstieg in das jeweilige Thema und helfen, einleitende Texte für z.B. historische Überblicke zu erstellen. Darüberhinaus findet man im Literaturverzeichnis Verweise auf Autoren, die wissenschaftliche Arbeiten zur betreffenden Fragestellung publiziert haben. Mit Hilfe dieser Literaturangaben können erste relevante Volltexte von Originalarbeiten beschafft werden.

Tabelle 7 zeigt relevante Quellen, die bei der Recherche nach Fachbüchern gesichtet werden.



<b>Suche nach Fachbüchern</b>	
<b>Institute/Portale</b>	<b>Erläuterung</b>
<b>Universitäts- und Landesbibliothek (ULB) Münster</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.ulb.uni-muenster.de">http://www.ulb.uni-muenster.de</a></li> <li>• Katalog der lokalen Universitätsbibliothek Münster</li> <li>• Suche im OPAC (Online Public Access Catalogue), der ca. 2,5 Mio. Titel erfasst</li> </ul>
<b>Deutsche Zentralbibliothek für Medizin in Köln (ZB Med Köln)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.zbmed.de">http://www.zbmed.de</a></li> <li>• Größte Medizinbibliothek Europas mit 9.000 laufenden Zeitschriften, 70.000 Kongressberichten und 1 Mio. Bücher</li> <li>• Suche im OPAC Medizin und Gesundheitswesen (<a href="http://opac.zbmed.de">http://opac.zbmed.de</a>)</li> </ul>
<b>Deutsche Nationalbibliothek (DNB)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.d-nb.de">http://www.d-nb.de</a></li> <li>• Standorte Frankfurt (Bücher seit 1945) und Leipzig (Bücher seit 1913)</li> </ul>
<b>National Library of Medicine (NLM)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.nlm.nih.gov">http://www.nlm.nih.gov</a></li> <li>• Größte Medizinbibliothek der Welt mit Hinweisen auf 1,5 Mio. Fachbücher und 90.000 Zeitschriften</li> </ul>
<b>Karlsruher Virtueller Katalog (KVK)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://kvk.uni-karlsruhe.de">http://kvk.uni-karlsruhe.de</a></li> <li>• Meta-Suchmaschine für hunderte Bibliothekskataloge und Buchhandelsverzeichnisse weltweit [121]</li> </ul>
<b>Digitale Bibliothek (DigiBib) des Landes Nordrhein-Westfalen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.hbz-nrw.de/recherche/digibib">http://www.hbz-nrw.de/recherche/digibib</a></li> <li>• Hochschulbibliothekszentrum des Landes NRW in Köln</li> <li>• Parallele Suche in großen Bibliothekskatalogen und Literaturdatenbanken aus aller Welt</li> </ul>

Tabelle 7: Quellen für die Suche nach Fachbüchern [127]

Recherche nach Hochschulschriften:

Die Suche nach Hochschulschriften ist zum einen nützlich, um mögliche vorherige Promotionen zur gleichen Fragestellung auszuschließen, zum anderen gilt es, sich anhand bereits eingereichter Dissertationen einen Überblick über das zu untersuchende Thema zu verschaffen. Auf diese Weise können Literaturlisten gesichtet werden, die der Beschaffung weiterer Volltexte dienen. Für die Suche nach Hochschulschriften bieten sich folgende Quellen an (Tabelle 8):

<b>Suche nach Dissertationen</b>	
<b>Institute/Portale</b>	<b>Erläuterung</b>
<b>Münstersches Informations- und Archivsystem für multimediale Inhalte (MIAMI)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://miami.uni-muenster.de">http://miami.uni-muenster.de</a></li> <li>• frei zugänglicher Dokumentenserver für Publikation und Archivierung digitaler und multimedialer Dokumente an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster</li> </ul>
<b>Dissertationen Online (DissOnline)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.dissonline.de">http://www.dissonline.de</a></li> <li>• Dokumentenserver zum Auffinden von Hochschulschriften anderer Universitäten</li> <li>• Koordinierungsstelle für digitale Dissertationen im Internet, die eine Zusammenstellung relevanter Adressen mit Archivservern der Heimatuniversitäten der Promovenden liefert</li> </ul>
<b>Deutsche Nationalbibliothek (DNB)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://opac.dbf.ddb.de">http://opac.dbf.ddb.de</a></li> <li>• Sammlung und Katalogisierung aller in Deutschland erfolgreich eingereichten Dissertationen seit 1945</li> </ul>
<b>Lotse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://lotse.uni-muenster.de/medizin">http://lotse.uni-muenster.de/medizin</a></li> <li>• Anleitungen und Internetadressen für die Suche nach Dissertationen</li> </ul>
<b>Thesis Online (TheO)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.iwi-iuk.org/dienste/TheO">http://www.iwi-iuk.org/dienste/TheO</a></li> <li>• Suchmaschine, die im Rahmen des Projektes "Dissertationen Online" entwickelt wurde</li> <li>• Indexierung von Servern von 46 Universitätskatalogen</li> <li>• sehr differenzierte Suchfunktionen</li> </ul>
<b>OPUS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://elib.uni-stuttgart.de/opus">http://elib.uni-stuttgart.de/opus</a></li> <li>• Indexierung aller Arten von Hochschulschriften (neben Dissertationen/Habilitationen auch Reports, Aufsätze, Diplomarbeiten u.a.)</li> </ul>

Tabelle 8: Quellen für die Suche nach Dissertationen [127]

Recherche nach Zeitschriftenartikeln:

Zeitschriftenartikel (Originalarbeiten) stellen bei der systematischen Literaturrecherche die wichtigsten Quellen dar. Die manuelle Suche in medizinischen Bibliotheken ist heute aufgrund der Verfügbarkeit von Volltexten im Internet durch die elektronische Recherche weitestgehend ersetzt worden. Spezifische Online-Datenbanken geben einen Überblick über die gesamte medizinische Zeitschriftenliteratur. Zu diesen gehören u.a. die in Tabelle 9 gelisteten Portale.

<b>Suche nach Zeitschriftenartikeln</b>	
<b>Institute/Portale</b>	<b>Erläuterung</b>
<b>MEDlars OnLINE (MEDLINE) via PubMed</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed</a></li> <li>• zentrale medizinische Literaturdatenbank, die von der NLM verfasst wird und den gedruckten Verzeichnissen des "Index Medicus", "Index to Dental Literature" und "International Nursing Index" entspricht</li> <li>• mehr als 15 Millionen Aufsatznachweise aus etwa 4.800 laufenden internationalen Zeitschriften der Zahn-, Veterinär- und Biomedizin sowie den Gesundheits- und Pflegewissenschaften [121]</li> <li>• beste fachliche Abdeckung in der Medizin [118]</li> <li>• bibliografische Erfassung und Indexierung der Zeitschriftenliteratur seit 1966</li> <li>• Indexierung von 39 internationalen KFO-Zeitschriften</li> </ul>
<b>Internet-Portal der Poliklinik für Kieferorthopädie des UKM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://zmkweb.klinikum.uni-muenster.de/einrichtungen/kfo/forschung/literatur/index.html">http://zmkweb.klinikum.uni-muenster.de/einrichtungen/kfo/forschung/literatur/index.html</a></li> <li>• Meta-Suche in kieferorthopädischen Zeitschriften via PubMed</li> </ul>
<b>Oldmedline via NLM-Gateway</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://gateway.nlm.nih.gov/gw/Cmd">http://gateway.nlm.nih.gov/gw/Cmd</a></li> <li>• Suche nach Jahrgängen von 1958-1965 (1,1 Mio. Artikel)</li> </ul>
<b>Current Contents Medizin (CC Med) via ZB Med</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://opac.zbmed.de/wocccmed/start.do">http://opac.zbmed.de/wocccmed/start.do</a></li> <li>• eine der besten Ergänzungen zu Medline in der Zahnheilkunde [118]</li> <li>• über 600 deutschsprachige Zeitschriften ab Jahrgang 2000</li> </ul>
<b>Excerpta Medica DataBASE (EMBASE)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.embase.com">http://www.embase.com</a></li> <li>• neben Medline eine der wichtigsten biomedizinischen Datenbanken mit einem Verzeichnis der Literatur ab 1974 [90]</li> <li>• Identifikation von wichtigen Arbeiten, die nicht in Medline gelistet sind [181]</li> <li>• Aufsatznachweise von etwa 3.800 laufenden Zeitschriften</li> <li>• kostenpflichtige Recherche bei MedPilot möglich</li> </ul>
<b>BIOSIS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.biosis.org">http://www.biosis.org</a></li> <li>• Recherche in den Datenbanken Biological Abstracts (BA) und Biological Abstracts/RRM</li> <li>• guter Abdeckungsgrad in den Bereichen der Biowissenschaften wie Biochemie, Biomedizin, Biotechnologie, Mikrobiologie, Pharmakologie u.a.</li> <li>• Indexierung von etwa 2.000 biomedizinischen Zeitschriften, die nicht in Medline enthalten sind [121]</li> </ul>
<b>Web of Science</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.isiwebofknowledge.com">http://www.isiwebofknowledge.com</a></li> <li>• multidisziplinäre Datenbank mit Veröffentlichungen aus 8.600 Zeitschriften</li> </ul>
<b>Elektronische Zeitschriftenbibliothek (EZB) via ZB Med</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://rzblx1.uni-regensburg.de/ezeit">http://rzblx1.uni-regensburg.de/ezeit</a></li> <li>• Verzeichnis der frei zugänglichen sowie von Bibliotheken abonnierten Zeitschriften</li> <li>• ein kooperativer Service von 373 Bibliotheken mit dem Ziel, ihren Nutzern einen einfachen und komfortablen Zugang zu elektronisch erscheinenden wissenschaftlichen Zeitschriften zu bieten</li> <li>• Aufnahme aller Zeitschriften, die Artikel im Volltext anbieten</li> </ul>

Suche nach Zeitschriftenartikeln	
<b>MedPilot (Virtuelle Fachbibliothek Medizin)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.medpilot.de">http://www.medpilot.de</a></li> <li>• ein Service der ZB Med und DIMDI</li> <li>• zentrales medizinisches Informationsportal zur Simultansuche in den Verlagsdatenbanken von Springer, Kluwer und Thieme</li> <li>• Verlinkung des Rechercheergebnisses auf die Artekelebene möglich, sofern vor Ort eine Lizenz zur Zeitschrift besteht</li> </ul>
<b>Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information in Köln (DIMDI)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.dimdi.de">http://www.dimdi.de</a></li> <li>• größter medizinischer Datenbank-Host in Deutschland [121]</li> <li>• Angebot von mehr als 100 biomedizinischen Datenbanken</li> </ul>

Tabelle 9: Quellen für die Suche nach Zeitschriftenartikeln [127]

Um aktuelle, qualitativ hochwertige Informationen und Evidenz zu therapeutischen Fragen möglichst gebündelt zu erhalten, empfiehlt sich die Durchsicht der "Cochrane Library". Diese hat es sich zum Ziel gesetzt, Medizinern Entscheidungen zu erleichtern und Patienten aufzuklären. Sie ist das Hauptprodukt der Cochrane Collaboration, wird vierteljährlich aktualisiert und ist im Abonnement auf CD-Rom oder im Internet erhältlich [42]. In der Cochrane Library sind unterschiedliche Datenbanken enthalten, die seit der Ausgabe 2/2006 mit besser verständlichen Bezeichnungen als den zuvor gebräuchlichen Abkürzungen versehen sind:

- "Cochrane Reviews" (etwa 1.600 Einträge)  
enthält alle systematischen Übersichtsarbeiten, die von Collaborative Review Groups nach Cochrane-Richtlinien verfasst wurden, sowie Protokolle zu laufenden Reviews [90],[98].
- "Other Reviews" (etwa 3.700 Einträge)  
enthält strukturierte Abstracts und Bewertungen von anderen systematischen Übersichtsarbeiten, die nicht primär in der Cochrane Library publiziert wurden, aber dennoch detaillierten Qualitätskriterien genügen [42],[98]. Die Reviews werden durch regelmäßige Recherchen bibliografischer Datenbanken, Handsuchen in wichtigen medizinischen Fachzeitschriften sowie durch Sichtung der grauen Literatur identifiziert [90].
- "Clinical Trials" (345.000 Einträge)  
enthält die Referenzen und teilweise auch die Zusammenfassungen kontrollierter klinischer Studien [98].
- "Technology Assessments"  
enthält Informationen zur Technologiebewertung im Gesundheitswesen [42].
- "Economic Evaluations"  
enthält strukturierte Abstracts von Arbeiten zur ökonomischen Evaluation von Leistungen des Gesundheitswesens [42].

- "About Cochrane"  
ist ein Abschnitt mit Kontaktadressen und weiteren Informationen über Review-Gruppen, Zentren und andere Cochrane-Entitäten sowie Informationen zur Cochrane Collaboration [42].

Da die Indexierung von Artikeln und Fachzeitschriften in elektronischen bibliografischen Datenbanken häufig ungenau oder unvollständig ist, kann bei einer systematischen Literaturrecherche die zusätzliche manuelle Sichtung entsprechender Quellen erforderlich sein. Zum einen ist eine Handsuche in "Index Medicus" und "Excerpta Medica" sinnvoll, um Studien zu finden, die aus der Zeit vor dem Aufkommen elektronischer Datenbanken stammen. Zum anderen kann eine Handsuche in den entsprechenden Ausgaben einschlägiger Zeitschriften durchgeführt werden, um auch die allerneuesten Studien aufzuspüren, da diese in der Regel erst später elektronisch veröffentlicht werden [90].

#### Recherche nach "grauer Literatur":

Als "graue Literatur" bezeichnet man in der Bibliothekswissenschaft Bücher und andere Publikationen, die nicht über den Buchhandel vertrieben werden und/oder nicht offiziell z.B. über eine konsistente Internetadresse (URN) "zitierbar" sind. Diese Veröffentlichungen werden häufig von Vereinen, Organisationen o.ä. herausgegeben. (z.B. Kongress-Poster oder Abstract-Bände von Kongressen, Fort- und Weiterbildungsartikel, Ausbildungsskripte, Patienten-Informationsschriften). Laut ALBERANI ET AL. [4] spielen sie eine wichtige Rolle für die Einschätzung von medizinischen Studienergebnissen. Schon seit längerer Zeit wird der grauen Literatur durch Forscher und Anwender eine höhere Bedeutung beigemessen, jedoch besteht von Seiten der Bibliothekare eher Zurückhaltung [65]. Die Gründe dafür resultieren sowohl aus praktischen als auch aus theoretischen Überlegungen. Zum einen stellen sich Probleme bei der Identifikation grauer Literatur wegen einer fehlenden Standardisierung der Formate, was einen enormen Zeitaufwand erfordert [155]. Zum anderen ist selbst nach erfolgter Identifikation die Beschaffung der Literatur unter Umständen unmöglich oder nur mit einem hohen Kostenaufwand verbunden [66]. Eine Klassifikation oder Katalogisierung wird durch das Fehlen geeigneter Titel oder beschreibender Informationen erheblich erschwert [65]. Häufig haben Veröffentlichungen der grauen Literatur keinen "Peer-Review"-Prozess

durchlaufen. Hierdurch ergibt sich häufig eine fragliche Qualität und Bedeutung aus Sicht der Bibliothekare [155]. Auch EGGER [49] vermutet, dass Studien, die schwierig aufzufinden sind, von geringerer Qualität sind.

Mit Entwicklung der "Neuen Medien" (Internet, Software-Programme wie z.B. Adobe Acrobat Writer) hat sich eine Vielzahl neuer Formen von grauer Literatur gebildet, die den eher konventionellen Formen gegenüber stehen (Tabelle 10).

<b>Medientypen der "Grauen Literatur"</b>	
<b>Neue Formen</b>	<b>Konventionelle Formen</b>
Persönliche Webseiten	Lehr- und Übungsmaterialien
Digitale Bibliotheken	Wissenschaftliche Schriftenreihen
Newsgroup-Archive	Tagungs- und Konferenzberichte
e-prints	Programmhefte
Preprints	Flugblätter
	Informelle Mitteilungen in Telefongesprächen, Meetings etc.
	Übersetzungen

Tabelle 10: Medientypen der "Grauen Literatur"

Die Verfügbarkeit der konventionellen Formen im Internet nimmt jedoch stetig zu. Trotz des verbesserten Zugangs zum Internet stellen sich nach wie vor Schwierigkeiten beim Auffinden von grauer Literatur bzw. von bestimmten Webseiten. Dies hängt vor allem damit zusammen, dass über 800 Millionen Seiten im World Wide Web existieren, aber nur etwa 16 % der erhältlichen Informationen durch Suchmaschinen indiziert sind [100]. Aus diesem Grund haben sich eine Vielzahl von Initiativen darum bemüht, die Verfügbarkeit grauer Literatur zu verbessern. Zu diesen gehören u.a. (Tabelle 11):

<b>Initiativen zum Auffinden grauer Literatur</b>	
<b>Portale</b>	<b>Erläuterung</b>
<b>Health Technology Assessment Database (HTA)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.crd.york.ac.uk/crdweb">http://www.crd.york.ac.uk/crdweb</a></li> <li>• eine der besten Datenbanken für das Auffinden grauer Literatur im Bereich des Gesundheitswesens</li> <li>• herausgegeben von dem NHS Centre for Reviews and Dissemination(CRD) in Zusammenarbeit mit dem International Network of Agencies for Health Technology Assessment (INAHTA)</li> </ul>
<b>Grey Net</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.greynet.org">http://www.greynet.org</a></li> <li>• gegründet 1993, aufgelöst im Herbst 2000, wieder gegründet 2004</li> <li>• u.a. Link zu den Grey Literature Databases</li> </ul>
<b>New York Academy of Medicine</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.nyam.org/library">http://www.nyam.org/library</a></li> <li>• Herausgeber von The Grey Literature Report</li> </ul>

Tabelle 11: Initiativen zum Auffinden grauer Literatur [127]

Der große Vorteil der grauen Literatur liegt darin, dass eine größere Wahrscheinlichkeit besteht, Berichte über Studien mit nicht-signifikanten Ergebnissen zu finden als in "Peer-reviewed"-Literatur. Dadurch ist ein Ausgleich des Publikationsbias möglich und die "Peer-reviewed"-Arbeiten, die z.B. in MEDLINE gefunden wurden, können kritischer betrachtet werden [10]. Außerdem kann die Suche über MEDLINE und andere konventionelle Datenbanken hinaus ausgeweitet werden, so dass zusätzlich relevante Information identifiziert wird. HELMER [66] gibt in einer seiner Arbeiten an, dass bei ausschließlicher Suche in den großen Datenbanken wie MEDLINE oder EMBASE gar eine Ignoranz von 29,2 % der Information zu einem Thema besteht. Um auch aktuellste Forschungsberichte und -ergebnisse elektronisch auffinden zu können, sind umfassende prospektive Forschungsregister angelegt sowie Suchmaschinen mit dem Schwerpunkt "Gesundheitswesen" entwickelt worden [90]. Einige von ihnen werden in Tabelle 12 genannt.

<b>Forschungsregister und Suchmaschinen</b>	
<b>Portale</b>	<b>Erläuterung</b>
<b>Google Scholar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://scholar.google.de">http://scholar.google.de</a></li> <li>• Globale Meta-Suchmaschine</li> <li>• Suche nach Zusammenfassungen und Artikeln, die aus Quellen wie akademischen Verlagen, Berufsverbänden, Magazinen für Vorabdrucke, Universitäten und anderen Bildungseinrichtungen stammen</li> </ul>
<b>National Research Register (NRR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.doh.gov.uk">http://www.doh.gov.uk</a></li> <li>• prospektives Forschungsregister</li> </ul>
<b>MetaRegister of Current Controlled Trials</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.controlled-trials.com">http://www.controlled-trials.com</a></li> <li>• prospektives Forschungsregister</li> </ul>
<b>MedNet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.mednets.com">http://www.mednets.com</a></li> <li>• Suchmaschine mit dem Schwerpunkt Gesundheitswesen</li> </ul>

Tabelle 12: Quellen für die Suche nach grauer Literatur [127]

Nach wie vor ist jedoch nicht bekannt, welchen Stellenwert die Suche nach grauer Literatur im Rahmen systematischer Literaturrecherchen tatsächlich einnimmt [90].

### **3.2.2 Strategien der Literaturrecherche**

Die Grundlage jeder systematischen Literaturrecherche ist die Formulierung einer genau definierten Fragestellung. Diese lässt sich in verschiedene Komponenten gliedern wie z.B. "Populationen", "Interventionen", "Studiendesigns" und "Endpunkte". Für jede dieser Komponenten kann eine Liste von Begriffen, die die Autoren in ihren Studien dafür möglicherweise verwendet haben, erstellt werden. Anhand bereits bekannter Studien können darüberhinaus Synonyme mit unterschiedlichen Schreibweisen gesammelt werden. Somit erhält man für die Einstiegsrecherche eine vorläufige Liste mit freien Textwörtern, sogenannten "Keywords". Im weiteren Verlauf der Recherche empfiehlt sich die Aufstellung einer Liste möglicher Schlagwörter, die Indexierer beim Verfassen ihrer Einträge benutzt haben könnten. Dabei ist zu beachten, dass jede Datenbank ihren eigenen Thesaurus bzw. ihre eigene Indexierungsstruktur besitzt. Somit ist vor Beginn der Recherche zunächst die Abfrage-Syntax der Datenbank-Quellen zu eruieren. In jedem Fall sollten die gewählten Suchbegriffe eine ausreichende Anzahl freier Textwörter wie auch Schlagwörter enthalten, um jeder einzelnen Fragenkomponente Rechnung zu tragen. Auch angebotene Suchmodi, die die Recherche auf Kriterien wie z.B. ausgewählte



Fachzeitschriften oder Publikationszeiträume einschränken, sollten zum Einsatz kommen. Auf diese Weise erhöht sich die Sensitivität der Recherche [90].

Das prinzipielle Vorgehen der systematischen Literaturrecherche wird im Folgenden exemplarisch für die Suche nach Zeitschriftenartikeln in der Datenbank MEDLINE via PubMed dargestellt. Die Suche wird über die Eingabe von Suchbegriffen in die Kommandozeile gestartet. Dabei wird zunächst nach den zuvor ermittelten freien Textwörtern recherchiert, die logisch mittels der Boole'schen Suchoperatoren "AND", "OR" und "NOT" verknüpft werden. Sollen zwei Wörter als zusammenhängender Ausdruck erkannt und gesucht werden, müssen sie zwischen Anführungszeichen gesetzt werden. Zusammengehörende Begriffskombinationen werden eingeklammert. Um alle Formen eines Begriffs finden zu können, bietet sich die Endtrunkierung mit Jokerzeichen (z.B. "\*\*") zur Wortstammsuche an. Die Treffermengen der einzelnen Schlüsselwörter müssen anschließend durch den Operator "AND" logisch verknüpft werden. Dies geschieht über die Benutzung der entsprechenden Suchnummern im Suchmodus "History", z.B. #1 AND #2.

<b>Exemplarisches Suchprofil für "Keywords"</b>	
<b>#</b>	<b>Suchaufträge</b>
1	extraction* OR enucleation*
2	orthodont* OR orthodontic* OR orthodontia OR orthopaedic* OR orthodontology OR odontorthosis*
3	((lower OR anterior OR posterior) "facial height") OR ((lower OR anterior OR posterior) "face height")
4	"vertical dimension"
5	skeletal
6	occlusion OR bite
7	((lower OR upper) jaw) OR mandible OR maxilla
8	#1 AND #2
9	#1 AND #3
10	#1 AND #4
11	#4 AND #5 AND (#6 OR #7)
12	#8 AND #9
13	#12 AND #4
14	#13 AND (#6 OR #7)

Tabelle 13: Exemplarisches Suchprofil für "Keywords"

Diese Stichwortsuche wird durch eine Suche mit Schlagworten, den sogenannten "Medical Subject Headings" (MeSH), ergänzt. MeSH sind hierarchisch geordnet und werden jedem Artikel, der in PubMed veröffentlicht wird, dezidiert zugeordnet. Sie erhöhen signifikant die Effizienz der Literaturrecherche, indem sie die Ignoranz relevanter Artikelzitate, die bei einer ausschließlichen Stichwortsuche auftritt, minimieren [121]. Nach Aufruf der MeSH-Datenbank wird in die Eingabezeile das zu suchende

Thema eingegeben. PubMed bietet alle gelisteten Schlagworte zu diesem Thema an und stellt darüberhinaus weitere "Subheadings" für eine gezielte Einschränkung der Suche zur Verfügung. Durch Anklicken des Feldes "Search PubMed" startet die Recherche in der Datenbank. Allerdings sind die Themenbäume der MeSH in speziellen Fachgebieten, wie der Kieferorthopädie, noch nicht sehr stark differenziert, so dass man in der aktuell angebotenen MeSH-Baumstruktur zunächst "browsen" muss, um die Klassifikationsbegriffe für die Suchstringeingabe zu eruieren. Da nicht alle Artikelzitate mit MeSH versehen sind bzw. MeSH-Begriffe, wie oben erläutert, mit einem gewissen Verzug eingeführt werden, ist für eine umfassende Literaturrecherche die Kombination von Stich- und Schlagwortsuche unabdingbar. Mit Hilfe des von PubMed angebotenen Suchmodus "Limits" wird die Recherche weiter präzisiert. In verschiedenen Auswahlfeldern werden geeignete Einschränkungen vorgenommen. Unter "Fields" kann z.B. festgelegt werden, in welchem Teil des gesuchten Artikels der Suchbegriff vorkommen soll. Das Feld "Publication Types" bietet u.a. "Randomized Controlled Trial", "Review" und "Meta-Analysis" als qualitativ sinnvolle Einschränkungen in Bezug auf die Methodik bei der Durchführung und Auswertung einer Studie an. In der Kategorie "Subsets" wird die Auswahl eines bestimmten Themengebiets, z.B. "dental journals", ermöglicht. Unter dem Suchmodus "Clinical Queries" wird nach systematischen Reviews und einer der vier Kategorien "Therapie", "Diagnose", "Ätiologie" und "Prognose" gesucht. Der Schwerpunkt der Recherche liegt hierbei auf der Genauigkeit ("specificity") mit einer intern eng gefassten Suchstrategie. Nachdem einige potenziell relevante Artikelzitate vorliegen, wird die Suche mit Hilfe des "Single Citation Matchers" sinnvoll ergänzt. Hier werden Titel des Beitrags, Name der Zeitschrift, Erscheinungsdatum etc. angegeben. Per Mausklick können anschließend "Related Articles", also thematisch ähnliche Beiträge, eingesehen werden. Die Sortierung der daraufhin angezeigten Artikel erfolgt nach Relevanz, d.h. nach Ähnlichkeit zu dem ausgewählten Artikel. Um die Recherche in PubMed auf die Meta-Suche in kieferorthopädischen Zeitschriften zu beschränken, kann auf das Internet-Portal der Poliklinik für Kieferorthopädie des UKM (<http://zmkweb.klinikum.uni-muenster.de/einrichtungen/kfo/forschung/literatur/index.html>) zurückgegriffen werden. Die Suchergebnisse lassen sich dadurch präzisieren, indem z.B. Autorennamen oder Publikationszeiträume angegeben werden.

### **3.2.3 Selektion und Analyse relevanter Studien**

Nach dem Auffinden potenziell relevanter Literaturstellen besteht der nächste Schritt in der Selektion aller Studien, die sich explizit mit der jeweiligen Fragestellung beschäftigen. Wichtig ist hierbei, dass die Studiauswahlkriterien bereits im Vorfeld eindeutig festgelegt werden, um systematische Verzerrungen im späteren Auswahlprozess zu vermeiden. Die Kriterien orientieren sich an der formulierten Fragestellung und beinhalten z.B. Angaben über Populationen, Interventionen, Studiendesigns oder Endpunkte. Die Entscheidung darüber, wie weit oder eng die Auswahlkriterien gefasst werden, beeinflusst die Anwendbarkeit der Ergebnisse [90]. Zunächst sollten die Auswahlkriterien relativ großzügig auf die Liste mit den recherchierten Literaturstellen angewendet werden. Nach Durchsicht der Titel und Abstracts empfiehlt es sich, alle Studien, die potenziell relevant erscheinen, miteinzubeziehen und später anhand der Volltexte genauer zu prüfen. Die bereits in dieser Phase als definitiv irrelevant eingestuft Studien werden ausgeschlossen [90]. Der nächste Schritt besteht in der Beschaffung der Volltexte von Studien, die die Auswahlkriterien höchstwahrscheinlich erfüllen. Dies kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Zum einen ist der Direktzugriff via Internet möglich. Hierbei wird zwischen Publikationen, die frei verfügbar sind ("Open Access"), und Publikationen, die ausschließlich kostenpflichtig zu erwerben sind, unterschieden. Daneben gibt es sogenannte Embargo-Zeitschriften, die Publikationen enthalten, welche erst nach Ablauf einer bestimmten Frist frei zur Verfügung stehen [121]. Häufig ist auch die Bestellung eines Artikels bei Dokumentenlieferdiensten wie z.B. "Subito" erforderlich. Außer durch die Nutzung elektronischer Quellen können Volltexte auch durch die Print-Ausgaben der Fachzeitschriften in den lokalen Universitäts- oder Stadtbibliotheken beschafft werden. Bestellungen von Artikeln per Fernleihe sind ebenfalls möglich [90]. Um endgültig über den Ein- und Ausschluss von Studien zu entscheiden, müssen diese detailliert überprüft werden. Dazu werden die Volltextversionen aller potenziell relevanten Literaturstellen im Hinblick auf die zuvor definierten Auswahlkriterien untersucht. Die ausgeschlossenen Studien sollten aufgelistet und der jeweilige Ausschlussgrund vermerkt werden.

#### 4. Spezifische Literaturrecherche zum Arbeitsthema

Hinsichtlich des Arbeitsthemas "Veränderungen der vertikalen Dimensionen im Rahmen kieferorthopädischer Extraktionstherapien" wird eine spezifische Literaturrecherche durchgeführt. Die zur Verfügung stehenden Quellen werden genannt, individuelle Schlüsselwörter definiert, eine Suchstrategie festgelegt, Suchergebnisse zusammengetragen, selektiert, gesichtet und analysiert.

##### 4.1 Quellen der individuellen Literaturrecherche

Die bereits zuvor genannten elektronischen Quellen der systematischen Literaturrecherche sind in Tabelle 14 noch einmal taxonomisch aufgeführt. Sie weisen zum Teil große Unterschiede hinsichtlich ihrer Abdeckungsgrade zu zahnmedizinischen Fragestellungen auf [118] und ergänzen sich gegenseitig.

Quellen der individuellen Literaturrecherche	
Art	Institute/Portale
<b>Fachbücher</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ULB Münster (<a href="http://www.ulb.uni-muenster.de">http://www.ulb.uni-muenster.de</a>)</li> <li>• ZB Med Köln (<a href="http://www.zbmed.de">http://www.zbmed.de</a>)</li> <li>• DNB (<a href="http://www.d-nb.de">http://www.d-nb.de</a>)</li> <li>• NLM (<a href="http://www.nlm.nih.gov">http://www.nlm.nih.gov</a>)</li> <li>• KVK (<a href="http://kvk.uni-karlsruhe.de">http://kvk.uni-karlsruhe.de</a>)</li> <li>• DigiBib (<a href="http://www.hbz-nrw.de/recherche/digibib">http://www.hbz-nrw.de/recherche/digibib</a>)</li> </ul>
<b>Hochschul-Schriften</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MIAMI (<a href="http://miami.uni-muenster.de">http://miami.uni-muenster.de</a>)</li> <li>• DissOnline (<a href="http://www.dissonline.de">http://www.dissonline.de</a>)</li> <li>• Lotse (<a href="http://lotse.uni-muenster.de/medizin">http://lotse.uni-muenster.de/medizin</a>)</li> <li>• TheO (<a href="http://www.iwi-iuk.org/dienste/TheO">http://www.iwi-iuk.org/dienste/TheO</a>)</li> <li>• OPUS (<a href="http://elib.uni-stuttgart.de/opus">http://elib.uni-stuttgart.de/opus</a>)</li> </ul>
<b>Zeitschriften-Artikel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MEDLINE via PubMed (<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed</a>)</li> <li>• Oldmedline via NLM-Gateway (<a href="http://gateway.nlm.nih.gov/gw/Command">http://gateway.nlm.nih.gov/gw/Command</a>)</li> <li>• CC Med via ZB Med (<a href="http://opac.zbmed.de/wocccmed/start.do">http://opac.zbmed.de/wocccmed/start.do</a>)</li> <li>• EMBASE (<a href="http://www.embase.com">http://www.embase.com</a>)</li> <li>• BIOSIS (<a href="http://www.biosis.org">http://www.biosis.org</a>)</li> <li>• Web of Science (<a href="http://www.isiwebofknowledge.com">http://www.isiwebofknowledge.com</a>)</li> <li>• Elektronische Zeitschriftenbibliothek (EZB) (<a href="http://rzblx1.uni-regensburg.de/ezeit">http://rzblx1.uni-regensburg.de/ezeit</a>)</li> <li>• MedPilot (<a href="http://www.medpilot.de">http://www.medpilot.de</a>)</li> <li>• DIMDI (<a href="http://www.dimdi.de">http://www.dimdi.de</a>)</li> <li>• Cochrane Library (<a href="http://www.cochrane.de/de/clibintro.htm">http://www.cochrane.de/de/clibintro.htm</a>)</li> </ul>

Quellen der individuellen Literaturrecherche	
<b>"Graue Literatur"</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HTA Database (<a href="http://www.crd.york.ac.uk/crdweb">http://www.crd.york.ac.uk/crdweb</a>)</li> <li>• Grey Net (<a href="http://www.greynet.org">http://www.greynet.org</a>)</li> <li>• New York Academy of Medicine (<a href="http://www.nyam.org/library">http://www.nyam.org/library</a>)</li> <li>• National Research Register (NRR) (<a href="http://www.doh.gov.uk">http://www.doh.gov.uk</a>)</li> <li>• metaRegister of Current Controlled Trials (<a href="http://www.controlled-trials.com">http://www.controlled-trials.com</a>)</li> <li>• Google Scholar (<a href="http://scholar.google.de">http://scholar.google.de</a>)</li> <li>• MedNet (<a href="http://www.mednets.com">http://www.mednets.com</a>)</li> </ul>

Tabelle 14: Quellen der spezifischen Literaturrecherche

#### 4.2 Strategie der individuellen Literaturrecherche

Zu Beginn der systematischen Literaturrecherche steht die präzise Formulierung der fokussierten Fragestellung:

„Verändert sich die vertikale Dimension im Rahmen kieferorthopädischer Extraktionstherapien?“

In Bezug auf diese Fragestellung wird eine Liste mit spezifischen Suchbegriffen erstellt und die englischen Pendanten ("Keywords") gelistet. Dabei finden mögliche Synonyme ebenfalls Berücksichtigung.

Schlüsselwörter (Keywords)	
Deutsch	Englisch
(Zahn-)Extraktion	tooth extraction (enucleation)
Biss	bite (e. g. closed, open, deep)
Okklusion	(dental) occlusion
Kiefer	jaw, gnatho*
Mandibula	mandible, lower jaw
Maxilla	maxilla, upper jaw
Kieferrelation	jaw relation
Kieferorthopädie	orthodontics, orthodontia, dental orthopaedics, orthodontology, odontorthosis
skelettal	skeletal
vertikale Dimension	vertical dimension
(untere/vordere/hintere) Gesichtshöhe	(lower/anterior/posterior) facial height, face height

Tabelle 15: Spezifische Suchbegriffe deutsch – englisch

Nach diesen Keywords wird taxonomisch in den genannten Quellen gesucht. Dabei sind die Begriffe für sich allein relativ unspezifisch, in der gezielten Verknüpfung mit "Boole'schen Operatoren" [75] und Beschränkungen auf spezielle Datenbankfelder lassen sich jedoch sehr spezifische Rechercheergebnisse finden.

Recherche in Fachbüchern:

Die individuelle Literaturrecherche beginnt mit der Einstiegssuche im Bestand der Universitäts- und Landesbibliothek (ULB) Münster (<http://www.ulb.uni-muenster.de>) über die Nutzung des Bibliothekskatalogs OPAC. Im Eingabefeld "Titelwörter" wird zunächst der Suchbegriff "extraktion\*" eingegeben. Die Trunkierung dient der Wortstammsuche, so dass auch Stichwörter miteinbezogen werden, die andere Endungen aufweisen. Da mittels dieser ersten Suche nur die Bücher zu finden sind, in deren Titeln das gesuchte Stichwort explizit vorkommt, erfolgt eine erneute Suche mit dem Begriff "extraktion\*" im Eingabefeld "Schlagwort". Weil der Begriff "Extraktion" z.B. auch in der Biochemie oder Geburtshilfe Verwendung findet, muss er genauer definiert werden. Es wird eine neue Suche mit dem Stichwort "zahnextraktion\*" im Eingabefeld Titelwörter durchgeführt. Durch Kombinationen mit den weiteren Titelwörtern "kieferorthop\*", "vertikal\*", "skelettal\*" und "bisshöhe\*" sowie durch die Einbeziehung von Synonymen und englischen Begriffen wird die Suche präzisiert.

Die Recherche wird nachfolgend in der Deutschen Zentralbibliothek für Medizin in Köln (ZB Med Köln: <http://www.zbmed.de>) ausgeweitet. Für die Suche nach Fachbüchern im Bereich der Kieferorthopädie empfiehlt sich hier die Nutzung des OPAC "Medizin und Gesundheitswesen" (<http://opac.zbmed.de/wocsis/start.do>). Auch die Sichtung von Buchkatalogen wie der Deutschen Nationalbibliothek (DNB: <http://www.d-nb.de>) oder der National Library of Medicine (NLM: <http://www.nlm.nih.gov>) ist, vor allem in Hinblick auf die Suche nach englischsprachigen Werken, sinnvoll. Desweiteren werden Metasuchmaschinen wie der Karlsruher Virtuelle Katalog (KVK: <http://kvk.uni-karlsruhe.de>) und die DigiBib (Digitale Bibliothek: <http://www.hbz-nrw.de/recherche/digibib>) in die Recherche einbezogen, da sie die simultane Suche in Bibliothekskatalogen und Buchhandelsverzeichnissen (z.B. Buchhändler "Amazon") über ein Internetportal ermöglichen. Eine Beschränkung der Suche ausschließlich auf Buchhandelsverzeichnisse verbietet sich aus dem Grund, da nicht jeder Online-Großhändler auch alle Bücher anbietet, die auf dem Markt vorhanden sind, und somit womöglich relevante Werke nicht aufgefunden werden [121].

Recherche nach Hochschulschriften:

Bei der Recherche nach Dissertationen und Habilitationen erfolgt zunächst eine Schlüsselwortsuche im MIAMI. Es wird systematisch nach den Begriffen "(zahn)extraktion\*", "kieferorthop\*", "vertikal\*", "skelettal\*", "kieferrelation\*", "gesichtshöhe\*" und "bisshöhe\*" bzw. nach deren Kombinationen recherchiert. Zur Durchsichtung von Hochschulschriften anderer Universitäten wird die Suche auf die Internet-Portale DissOnline, Lotse, TheO und OPUS entsprechend ausgeweitet.

Recherche nach Zeitschriftenartikeln:

Für die Recherche nach Zeitschriftenartikeln muss ein auf die Fragestellung bezogenes individuelles Suchprofil entwickelt werden, das sich – wie oben bereits erläutert – von Datenbank zu Datenbank unterscheidet.

Tabelle 16 zeigt exemplarisch für die Datenbank MEDLINE die Anzahl der Suchergebnisse für die recherchierten Varianten kombinierter "Keywords".

Exemplarisches spezifisches Suchprofil für "Keywords"		
#	Suchaufträge	Ergebnisse
1	extraction* OR enucleation*	120.945
2	orthodont* OR orthodontic* OR orthodontia OR orthopaedic* OR orthodontology OR odontorthosis*	101.869
3	((lower OR anterior OR posterior) "facial height") OR ((lower OR anterior OR posterior) "face height")	1.156
4	"vertical dimension"	4.174
5	skeletal	137.464
6	occlusion OR bite	114.359
7	((lower OR upper) jaw) OR mandible OR maxilla	59.390
8	#1 AND #2	3.099
9	#1 AND #3	60
10	#1 AND #4	177
11	#4 AND #5 AND (#6 OR #7)	455
12	#8 AND #9	45
13	#12 AND #4	23
14	#13 AND (#6 OR #7)	19

Tabelle 16: Exemplarisches spezifisches Suchprofil für "Keywords"

Diese Stichwortsuche wird durch eine Suche mit Schlagworten, den sogenannten "Medical Subject Headings" (MeSH), ergänzt. Tabelle 17 zeigt die ausgewählten MeSH, ihre Kombinationen sowie die Anzahl der erzielten Treffer.

Spezifisches Suchprofil für Schlagworte (MeSH)		
#	Suchaufträge	Ergebnisse
1	"Serial Extraction"[MeSH] OR "Tooth Extraction"[MeSH]	11.992
2	("Orthodontics"[MeSH] OR "Orthodontic Space Closure"[MeSH] OR "Orthodontic Appliances, Functional"[MeSH] OR "Orthodontic Brackets"[MeSH] OR "Orthodontic Wires"[MeSH] OR "Orthodontic Extrusion"[MeSH] OR "Orthodontics, Corrective"[MeSH] OR "Orthodontics, Preventive"[MeSH])	31.233
3	"Vertical Dimension"[MeSH]	3.779
4	"Dental Occlusion"[MeSH]	15.214
5	"Jaw"[MeSH] OR "Maxilla"[MeSH] OR "Mandible"[MeSH]	62.155
6	#1 AND #2	2.307
7	#1 AND #3	137
8	#3 AND (#4 OR #5)	3.779
9	#6 AND #7	89
10	#9 AND (#4 OR #5)	89

Tabelle 17: Exemplarisches spezifisches Suchprofil für Schlagworte (MeSH)

Zur Optimierung des Suchergebnisses erfolgt zusätzlich eine Kombination von Stich- und Schlagwortsuche. Die Recherche in den anderen ausgewählten Datenbanken wird mit entsprechend angepassten Suchprofilen durchgeführt.

Ergänzend zu der elektronischen Suche erfolgt die manuelle Sichtung entsprechender Quellen. Die systematische Handsuche in "Index Medicus" und "Excerpta Medica" dient der Identifikation von Studien, die aus der Zeit vor dem Aufkommen elektronischer Datenbanken stammen. Darüberhinaus wird eine Handsuche in der "Deutschen Zahnärztlichen Zeitung" (DZZ) bis zum Jahrgang 2006 durchgeführt, um auch die allerneuesten Studien aufspüren zu können, da diese erst später elektronisch veröffentlicht werden [90].

#### Recherche nach "grauer Literatur":

Auf der Suche nach "grauer Literatur" wird zunächst die "HTA-Database" (<http://www.crd.york.ac.uk/crdweb>) systematisch nach den Keywords "extraction\*", "orthodont\*", "skeletal", "vertical dimension", "(lower/anterior/posterior) face height", "(closed/open/deep) bite" und "occlusion" bzw. deren Kombinationen durchsucht. Der Datenbank-spezifische Thesaurus ermöglicht darüberhinaus die Suche nach systematisch geordneten Schlagworten (MeSH). In der globalen Meta-Suchmaschine "Google Scholar" (<http://scholar.google.de>) wird eine entsprechende Suche durchgeführt. Dabei wird die Genauigkeit und Effizienz der Recherche durch den Einsatz verschiedener



Suchoperatoren optimiert. Die Option "Veröffentlichungsbeschränkung" liefert z.B. nur Ergebnisse mit bestimmten Wörtern aus bestimmten Veröffentlichungen. Die Option "Datumsbeschränkung" kann für die Suche nach aktuellen wissenschaftlichen Publikationen hilfreich sein, während der Operator "Autorensuche" bei Kenntnis des Autors die effektivste Möglichkeit bietet, einen bestimmten Artikel zu finden. Mit Hilfe der Datenbanken "GreyNet" (<http://www.greynet.org>) und "New York Academy of Medicine" (<http://www.nyam.org/library>) wird die Recherche erweitert. Daneben werden die Suchmaschinen "National Research Register" (<http://www.doh.gov.uk>), "metaRegister of Current Controlled Trials" (<http://www.controlled-trials.com>) und "MedNet" (<http://www.mednets.com>) systematisch nach den genannten Keywords durchsucht. Sie zeichnen sich durch den Schwerpunkt "Gesundheitswesen" aus und enthalten prospektive Forschungsregister, die das Auffinden aktuellster Forschungsberichte ermöglichen.

### **4.3 Ergebnisse der individuellen Literaturrecherche**

#### Fachbücher:

Die Suche nach Fachbüchern ergibt die in Tabelle 18 aufgeführten Treffer. Dabei dient die Fachbuchrecherche nicht dem Auffinden neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse, sondern vielmehr dem Einstieg in das Arbeitsthema durch Grundlagenvermittlung, wie sie z.B. für das Verständnis von Kapitel 2 notwendig ist.

Fachbücher zum Thema "Kieferorthopädische Extraktionstherapie"		
Autor	Jahr	Titel
Bock, Jens J.; Bock, Johannes	2005	Grundwissen Kieferorthopädie. Interdisziplinäre Zusammenarbeit, Diagnostik, Therapie.
Bolender, Charles J.	1995	Extraction versus nonextraction.
Brannin, Dan E.	1952	Correction of deformity of jaws.
Bredy, Edmund	1977	Zahnextraktionen in der Kieferorthopädie.
de Castro, N.	1975	Cardinal points on bicuspid extraction.
Dewel, B. F.	1968	Serial extraction: requirements and precautions.
Göz Gernot	2002	Zahnextraktion im Rahmen der Kieferorthopädie.
Hinz, Rolf	1983	Die Extraktions-Therapie.
International Conference for Orthodontists	1999	Orthodontic management of facial height: long face and short face.
Kahl-Nieke, Bärbel	2001	Einführung in die Kieferorthopädie.
Klammt, Johannes	1993	Praxis der Zahntfernung.
Knak, Sabine	2004	Praxisleitfaden Kieferorthopädie.
Korkhaus, Gustav	1921	Die Extraktionsfrage in der Orthodontie mit besonderer Berücksichtigung der Extraktion der oberen Eckzähne.
Linden, Franz; Boersma, Herman	1988	Diagnose und Behandlungsplanung in der Kieferorthopädie.
Nötzel F., Schultz C.	2001	Leitfaden der kieferorthopädischen Diagnostik.
Schneider, Henry	2002	Kieferorthopädie: ein Lehrbuch.
Schneiderbauer, Hans	1930	Die systematische Extraktion und ihre Beurteilung in der modernen Orthodontie.
Schopf, Peter	1994	Curriculum Kieferorthopädie.
Schulze, Christian	1981	Lehrbuch der Kieferorthopädie/2 - Die kieferorthopädische Behandlung mit abnehmbaren Geräten einschließlich der sogenannten Extraktionstherapie und der Rezidivverhütung.
Schwarz, Artur Martin	1966	Lehrgang der Gebißregelung.

Tabelle 18: Fachbücher zum Thema "Kieferorthopädische Extraktionstherapie"

Hochschulschriften:

Die genannten Dokumentenserver liefern bei der Suche nach bereits eingereichten Dissertationen oder Habilitationen zum Thema "Kieferorthopädische Extraktionstherapie" die in Tabelle 19 gelisteten Ergebnisse. Diese dienen, ähnlich wie die Treffer bei der Fachbuchrecherche, dem Einstieg in das Arbeitsthema. Jedoch findet sich kein Treffer, der explizit der betreffenden Fragestellung entspricht. Somit kann ausgeschlossen werden, dass bereits zuvor über das Arbeitsthema promoviert wurde.

<b>Dissertationen zum Thema "Kieferorthopädische Extraktionstherapie"</b>		
<b>Autor</b>	<b>Jahr</b>	<b>Titel</b>
Christ, Eva-Maria	2004	Eine retrospektive, röntgenologische Studie über das retromolare Platzangebot für die Weisheitszähne bei kieferorthopädisch behandelten Patienten mit Extraktion von vier Prämolaren.
Pfleger, Wolfgang	2002	Die Suffizienz des Lückenschlusses und der Approximalkontakte nach Extraktion von vier Prämolaren bei abgeschlossenen kieferorthopädischen Fällen.
Misch, Britta	2001	Weichteilprofilveränderungen nach der kieferorthopädischen Extraktions- und Non-Extraktionstherapie.
Granzow, Jörg-Dietrich	2000	Extraktionen aus kieferorthopädischen Gründen.
Buurman, Christine	1999	Zur Geschichte der Zahnextraktionen als kieferorthopädische Therapie.
Willmann, Christiane	1998	Langzeitveränderungen kieferorthopädisch behandelter Patienten mit atypischen Extraktionsentscheidungen.
El-Kabarity, Amre Ahmad	1997	Die Extraktion der zweiten Molaren aus kieferorthopädischer Sicht.
Kling, Andreas	1994	Extraktionstherapie in der Poliklinik für Kieferorthopädie in Mainz 1972 bis 1988.
Klaiber, Manfred	1994	Zur Stabilität der Stellung von Unterkiefer-Inzisivi bei kieferorthopädisch behandelten Patienten mit vier-Prämolaren Extraktion.
Pommrich, Heidrun	1990	Die Auswirkungen von Zahnextraktionen im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlung auf den Periodontalzustand.
Hagmann, Thomas Jürgen	1990	Die kritische Bewertung der Extraktion der zweiten Molaren aus kieferorthopädischer Sicht.
Neumayer, Leo	1989	Stabilität der Veränderungen im Bereich der Unterkieferinzisivi während einer kieferorthopädischen Behandlung ohne zusätzliche Extraktionstherapie.
Kumpart, Hannelore	1988	Behandlungsergebnisse indikationsgerechter Extraktionstherapie ohne kieferorthopädische Nachbehandlung an der Bezirks-Jugendzahnklinik Rostock.
Veith, Ulrike	1986	Die Extraktionstherapie aus morphologischer und funktioneller Sicht
Hummel, Cornelia	1986	Einfluss der Extraktion des ersten unteren Molaren auf die Einstellung des Weisheitszahnes aus kieferorthopädischer Sicht.
Fabian, Kristine	1986	Folgen der Zahnextraktion im Seitenzahnbereich, Aussagewert der Panoramaschichtaufnahme für die kieferorthopädische Behandlung.
Fricke, Heinz-Joachim	1986	Der Einfluß von Sechsjahrmolarenextraktionen auf die Entwicklung des Gesichtsprofils.
Laessing, Dietlind	1985	Untersuchungen über die Einbeziehung der Extraktion erster Molaren in die kieferorthopädische Behandlungsplanung unter besonderer Berücksichtigung kariesprotektiver Massnahmen.
Sowa, Thomas	1985	Die Extraktion der 1. Molaren aus kieferorthopädischer Sicht im Wandel der Zeit.
Blüthner-Haessler, Agnes	1981	Vergleich zwischen zwei nachuntersuchten kieferorthopädischen Patientengruppen, behandelt mit und ohne Extraktion bleibender Zähne, durchgeführt nach dem Mess- und Bewertungssystem von D. Eismann.
Keller, Iris	1980	Das kieferorthopädische Spätergebnis, ein Vergleich zwischen Extraktions- und Nichtextraktionsfällen.
Holtz, Jürgen	1977	Die Steuerung des Zahndurchbruchs mittels Extraktion als alleinige kieferorthopädische Massnahme.
Dittert, Maria Alice	1976	Nachuntersuchungsergebnisse bei 100 [hundert] Fällen kieferorthopädischer Extraktionstherapie.

<b>Dissertationen zum Thema "Kieferorthopädische Extraktionstherapie"</b>		
Pape, Ulrike	1976	Die Auswirkung abnehmbarer kieferorthopädischer Behandlungsgeräte auf die Folgen der Extraktion erster Molaren.
Guerrero, Sonia	1974	Ergebnis kieferorthopädischer Behandlung nach systematischer Extraktion der ersten Molaren.
Kleinhans, Jürgen Friedrich	1969	Ein Beitrag zur Dokumentation und maschinentechnischen Auswertung von kieferorthopädischen Behandlungsmerkmalen am Beispiel der Extraktionstherapie.
Stephan, Heide-Marie	1969	Die Bedeutung der 6-Jahr-Molaren für die Planung der kieferorthopädischen Behandlung mittels Extraktionstherapie beim Schmalkiefer.
Heinrich, Ute	1969	Nachuntersuchungen kieferorthopädisch behandelter Extraktionsfälle.
Poppe, Hans-Dietrich	1967	Nachuntersuchungen kieferorthopädischer Behandlungsergebnisse nach Extraktion der vier ersten Prämolaren.
Jordan, Brigitte	1966	Die Bedeutung der Fernröntgen-Profil-Aufnahme für die Indikation der kieferorthopädischen Extraktionstherapie.
Kison, Leonore	1950	Die Extraktion als therapeutisches Mittel in der Kieferorthopädie.
Ruhland, Günther	1949	Die Extraktion als Therapie in der Kieferorthopädie.
Noll, Günter	1939	Extraktionen in der Kieferorthopädie.
Strobel, Walter	1935	Die Zahn-Extraktion im bewußten Dienste der Kariesprophylaxe und der Orthodontie.
Stern, Walter Karl	1931	Die Extraktionsfrage in der Orthodontie.
Jahn, Karlheinz	1931	Die Extraktion in der Kieferorthopädie.
Schneiderbauer, Hans	1930	Die systematische Extraktion und ihre Beurteilung in der modernen Orthodontie.
Brose, Ulrich	1927	Extraktionen als Kunstfehler in der Orthodontie.
Feige, Ernst	1921	Die Geschichte der Zahnextraktion.

Tabelle 19: Dissertationen zum Thema "Kieferorthopädische Extraktionstherapie"

"Graue Literatur":

Die Recherche nach "grauer Literatur" liefert keine auf die Fragestellung bezogenen, ausreichend evidenten Quellen.

Zeitschriftenartikel:

Bei der systematischen Recherche nach internationalen Zeitschriftenartikeln können zunächst 78 Publikationen identifiziert werden, die für die genannte Fragestellung relevant erscheinen. Fall-Studien (Case Reports) werden auf Grund ihrer niedrigen Evidenz (Grad IV) und ihrer geringen Validität ausgeschlossen. Nach Durchsicht der Abstracts werden 31 Originalarbeiten selektiert, die sich explizit mit dem Arbeitsthema beschäftigen. Diese sind alphabetisch nach Erstautoren sortiert in Tabelle 20 dargestellt.

Publizierte Originalarbeiten zum Arbeitsthema		
Autor(en)	Jahr	Titel
Abu Aihajja ES et al.	2000	A cephalometric study of the effect of extraction of lower first permanent molars.
Al-Nimri KS	2006	Vertical changes in class II division 1 malocclusion after premolar extractions.
Aras A	2002	Vertical changes following orthodontic extraction treatment in skeletal open bite subjects.
Basciftci FA et al.	2003	Effects of extraction and nonextraction treatment on class I and class II subjects.
Bishara SE et al.	1995	The morphologic basis for the extraction decision in Class II, Division 1 malocclusions: A comparative study.
Bishara SE et al.	1994	Effects of orthodontic treatment on the growth of individuals with Class II division 1 malocclusion.
Boley JC et al.	1998	Facial changes in extraction and nonextraction patients.
Bravo LA et al.	1997	Comparison of the changes in facial profile after orthodontic treatment, with and without extractions.
Chua AL et al.	1993	The effects of extraction versus nonextraction orthodontic treatment on the growth of the lower anterior face height.
Cusimano C et al.	1993	Effects of first bicuspid extractions on facial height in high-angle cases.
Darendeliler N et al.	2001	The influence of orthodontic extraction treatment on dental structures: a two-factor evaluation.
DeBerardinis M et al.	2000	Evaluation of the vertical holding appliance in treatment of high-angle patients.
Garlington M et al.	1990	Vertical changes in high mandibular plane cases following enucleation of second premolars.
Hans MG et al.	2006	Cephalometric changes in overbite and vertical facial height after removal of 4first molars or first premolars.
Hayasaki SM et al.	2005	Influence of extraction and nonextraction orthodontic treatment in Japanese-Brazilians with Class I and Class II Division 1 malocclusions.
Hirschfelder U et al.	1997	A. Influence of facial growth pattern on outcome of extraction therapy.
Ismail SF et al.	2002	Three-dimensional assessment of the effects of extraction and nonextraction orthodontic treatment on the face.
Kader HMA	1983	Vertical lip height and dental height changes in relation to the reduction of overjet and overbite in Class II, Division 1 malocclusion.
Kim TK et al.	2005	First or second premolar extraction effects on facial vertical dimension.
Klapper L et al.	1992	The influence of extraction and nonextraction orthodontic treatment on brachyfacial and dolichofacial growth patterns.
Kocadereli I	1999	The effect of first premolar extraction on vertical dimension.
McLaughlin RP et al.	1995	The extraction – nonextraction dilemma as it relates to TMD.
Ong HB et al.	2001	An occlusal and cephalometric analysis of maxillary first and second premolar extraction effects.
Parker CD et al.	1995	Skeletal and dental changes associated with the treatment of deep bite malocclusion.
Richardson ME et al.	1993	The effect of extraction of four second permanent molars on the incisor overbite.
Simons ME et al.	1973	Change in overbite: A ten-year postretention study.

Publizierte Originalarbeiten zum Arbeitsthema		
Staggers JA	1990	A comparison of results of second molar and first premolar extraction treatment.
Staggers JA	1994	Vertical changes following first premolar extractions.
Stellzig A et al.	1996	Skelettale und dentoalveoläre Veränderungen nach Extraktion der zweiten Molaren im Oberkiefer.
Taner-Sarisoy L et al.	1999	The influence of extraction orthodontic treatment on craniofacial structures: evaluation according to two different factors.
Yamaguchi K et al.	1991	The effects of extraction and nonextraction treatment on the mandibular position.

Tabelle 20: Publierte Originalarbeiten zum Arbeitsthema

Die Volltexte der oben aufgeführten Zeitschriftenpublikationen werden, unabhängig von den Abstracts, in eigenen strukturierten Zusammenfassungen inhaltlich nochmals komprimiert aufbereitet, da viele Abstracts, gerade älterer Publikationen, keine ausreichend umfassende Zusammenfassung der Kernergebnisse wiedergeben.

Nachfolgend werden die relevanten Studien zunächst in alphabetischer Reihenfolge isoliert beschrieben und relevante Ergebnisse synoptisch zusammengefasst, um Kriterien für spätere Evidenz-Einschätzungen sowie Vergleichsparameter herauszuarbeiten, die in Kapitel 4.3.2 dargestellt werden.

#### 4.3.1 Sichtung und Ausarbeitung relevanter Originalarbeiten

ABU AIHAJA ET AL.: „A cephalometric study of the effect of extraction of lower first permanent molars“, 2000

ABU AIHAJA ET AL. [1] untersuchten im Jahr 2000 in ihrer retrospektiven Studie „A cephalometric study of the effect of extraction of lower first permanent molars“ 28 Patienten (16 Mädchen und 12 Jungen) zwischen dem 8. und 14. Lebensjahr, deren durchschnittliches Alter bei 12,4 Jahren lag. Der Beobachtungszeitraum betrug 18 Monate. Zur Art der Dysgnathie wurden keine Angaben gemacht. Die Extraktionsobjekte in dieser Studie waren beide Unterkiefersechsjahrmolaren, die aufgrund eines starken Kariesbefalls als nicht erhaltungswürdig eingeschätzt wurden. Während der sich anschließenden Beobachtungsperiode wurde keine weitere Behandlung durchgeführt. Als Kontrollgruppe dienten Probanden aus der "Belfast Growth Study". Zur Analyse wurden Fernröntgenseitenaufnahmen herangezogen, die vor und 18 Monate nach der Extraktion

angefertigt und nachträglich digitalisiert worden waren. Parameter zur Ermittlung der vertikalen Dimension waren (Definitionen der Werte: siehe Tabelle 2, Seite 32):

- Max/Mand (°)
- AGV (mm)
- AMV (mm)
- AFH (mm)
- LFH (mm)
- Overbite (mm)

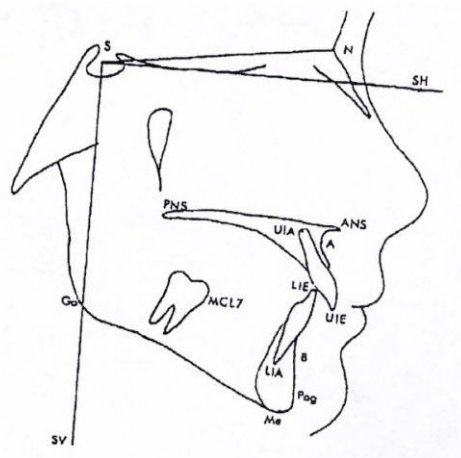


Abbildung 16: Röntgenkephalometrische Messpunkte der Auswertung von ABU AIHAJJA [1]

Bei der Auswertung ergab sich eine signifikante Zunahme der Indikatoren AGV, AMV und LFH, die lineare Parameter für vertikale Entwicklungstendenzen darstellten. Darüberhinaus zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Probandengruppen. Während in der Kontrollgruppe die unteren Inzisivi eine Proklination aufwiesen und der Overbite abnahm, traten in der Extraktionsgruppe genau gegensätzliche Phänomene auf. Hier kam es zur Reklination der Unterkieferinzisivi sowie zur Zunahme des Overbite. ABU AIHAJJA ET AL. diskutierten auf Grundlage dieser Ergebnisse die sogenannte "dentale Theorie" und die "skelettale Theorie". Die dentale Theorie besagt, dass Reklination und Elongation des Unterkiefer-Frontzahnbereiches durch den fehlenden abstützenden Effekt der bukkalen Segmente bedingt seien, während die skelettale Theorie von einer Annäherung beider Kiefer durch die Extraktion selbst ausgeht. Da jedoch keine signifikanten Veränderungen im Winkel zwischen den Kieferbasen, in der "Anterior facial height" oder in einer anderen vertikalen Beziehung auftraten, ließen die Ergebnisse auf eine

Favorisierung der dentalen Theorie schließen. Die Extraktionen der unteren Sechsjahrmolaren hatte laut dieser Studie keinen Einfluss auf die skelettalen vertikalen Dimensionen, es kam lediglich zu dem dentalen Effekt "Vergrößerung des Overbites" (= vertikale Frontzahnstufe).

AL-NIMRI: „Vertical changes in class II division 1 malocclusion after premolar extractions“, 2006

AL-NIMRI [3] veröffentlichte im Jahr 2006 die retrospektive Studie „Vertical changes in class II division 1 malocclusion after premolar extractions“. Das Ziel dieser Studie bestand in der Evaluation des Effektes von Prämolarenextraktionen auf die faciale vertikale Dimension bei kieferorthopädisch behandelter Klasse II/1-Malokklusion. Dabei wurden Änderungen in der Gesichtshöhe bei Fällen mit 4'er- bzw. 5'er-Extraktionen miteinander verglichen. AL-NIMRI untersuchte insgesamt 52 Patienten, die er in zwei gleich große Gruppen mit jeweils 10 Mädchen und 16 Jungen einteilte. In der ersten Gruppe, deren Patienten ein durchschnittliches Alter von 13,2 Jahren aufwiesen, wurden in Ober- und Unterkiefer jeweils die ersten Prämolaren extrahiert. Bei der zweiten Gruppe mit einem durchschnittlichen Alter von 13,4 Jahren wurden im Oberkiefer die ersten, im Unterkiefer dagegen die zweiten Prämolaren entfernt. Eine Kontrollgruppe ohne Extraktionstherapie existierte nicht. Hinsichtlich Geschlecht, Alter und Wachstumstyp (hyperdivergent) wurde jedem Patienten aus der ersten Gruppe ein vergleichbarer Patient aus der zweiten Gruppe zugeordnet. Der Wachstumstyp wurde anhand des "Maxillary-mandibular plane angle" (MM angle) (Tabelle 2, Seite 32) und des Verhältnisses "Posterior facial height" zu "Total anterior facial height" (PFH/TAFH) (Tabelle 2) bestimmt. Die Dauer der Behandlung betrug in der ersten Gruppe 27,3 Monate, in der zweiten 28,4 Monate. Alle Patienten wiesen eine Angle-Klasse II/1 auf. Als Behandlungsmechanik wurde eine Multiband-/Multibracket-Edgewise-Technik mit "Sliding mechanics" zum vollständigen Schluss der Extraktionslücken eingesetzt. Es wurden weder Headgear noch funktionskieferorthopädische Geräte eingesetzt, da diese einen extrusiven Effekt auf die hinteren Zähne ausüben und so einen möglichen Verlust der vertikalen Dimension maskieren könnten. Vor und nach der Behandlung wurden Fernröntgenseitenbilder angefertigt. Als Referenzebene diente die "Corpusachse" (Pm-Xi).



Bei der Auswertung zeigte sich ein genereller Anstieg der "Total anterior facial height" (TAFH), "Lower anterior facial height" (LAFH) und "Posterior facial height" (PFH) (Tabelle 2) in beiden Gruppen, der bei den männlichen Patienten größer ausfiel. In der ersten Gruppe traten in "MP angle", "MM angle" und "PFH/TAFH" keine Änderungen auf. Dagegen vergrößerte sich die LAFH um 4,2 mm, die Unterkiefermolaren wurden um 2,9 mm mesialisiert. Die zweite Gruppe wies einen statistisch signifikanten Anstieg in PFH/TAFH auf. LAFH stieg um 3,8 mm (kein signifikanter Unterschied), die Unterkiefermolaren mesialisierten um 4,7 mm (signifikanter Unterschied). Der Anstieg in TAFH und LAFH war nach Ansicht des Autors durch das generelle Wachstumspotential der Patienten bedingt. Die Mandibula verlagerte sich nach vorn und unten. Die Ergebnisse dieser Studie unterstützen nicht die Hypothese, dass eine Extraktion der Prämolaren mit einer skelettalen Bissabsenkung in Klasse II/1-Fällen assoziiert ist (die klinische Relevanz des statistisch signifikanten Anstiegs in PFH/TAFH in der zweiten Gruppe ist fraglich). Beide Gruppen zeigten vergleichbare Veränderungen in der vertikalen Dimension (LAFH) trotz stärkerer Mesialisierung der unteren Molaren in der zweiten Gruppe. Somit führte diese Mesialisierung nicht zu einer skelettalen Bissabsenkung.

ARAS: „Vertical changes following orthodontic extraction treatment in skeletal open bite subjects“, 2002

ARAS [7] veröffentlichte im Jahr 2002 die prospektive Studie „Vertical changes following orthodontic extraction treatment in skeletal open bite subjects“. Er untersuchte 32 Patienten, 20 Mädchen und 12 Jungen, mit einem durchschnittlichen Alter von 14,9 Jahren. Handröntgenaufnahmen belegten, dass der puberale Wachstumsgipfel bereits überschritten war. Angaben zum Gesichtstyp wurden nicht gemacht. Die Patienten wurden in drei Gruppen eingeteilt. Die erste Gruppe bestand aus 15 Patienten (9 weiblich, 6 männlich), bei denen die ersten Prämolaren entfernt wurden (E4). Darüberhinaus wiesen die Patienten einen frontoffenen Biss auf. Gruppe 2 setzte sich aus 9 Patienten (6 weiblich, 3 männlich) zusammen, bei denen die Extraktion der zweiten Prämolaren erfolgte (E5). In die dritte Gruppe wurden 8 Patienten (5 weiblich, 3 männlich) eingeteilt. Hier wurden die ersten Molaren entfernt (E6). Alle Patienten der Gruppen E5 und E6 hatten einen offenen Biss im Seitenzahnbereich. Das gesamte Patientenkollektiv

wies eine Angle-Klasse I oder II mit 0-5 mm Overjet auf. Zur Dauer der Behandlung wurden keine Angaben gemacht. Als Behandlungsmechanik wurde eine Multibracket-"Straight-wire"-Technik eingesetzt, der Lückenschluss mittels "Coil-springs" durchgeführt. Extraorale Apparaturen wurden nicht eingesetzt. Die Auswertung erfolgte anhand von Fernröntgenseitenaufnahmen vor und nach der Behandlung im Sinne eines "Zwei-Faktoren-Experimentes":

- Faktor 1 (Behandlungsgruppe) mit drei Ebenen (E4, E5, E6),
- Faktor 2 (Zeit) mit zwei Ebenen (vor und nach der Behandlung).

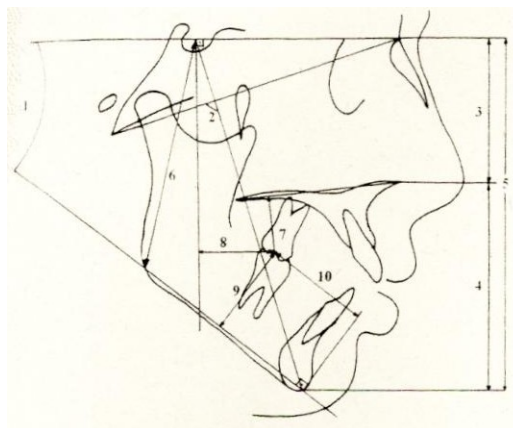


Abbildung 17: Röntgenkephalometrische Messpunkte der Auswertung von ARAS [7]:  
 (1) SN-GoGn, (2) SGn-NBa, (3) N-ANS, (4) ANS-Me, (5) N-Me, (6) S-Go,  
 (7) Upper Molar-PP, (8) Upper Molar-SN, (9) Lower Molar-MP, (10) Lower Molar-Gn

In Gruppe E4 traten keine signifikanten Veränderungen der Winkel SN-GoGn und SGn-NBa (Tabelle 2, Seite 32) auf. Dagegen wurden bei den Gruppen E5 und E6 signifikante Veränderungen dieser Werte festgestellt, die in einer Bissabsenkung resultierten. Diese fiel nach 6'er-Extraktion, bedingt durch die Mesialisierung der 7'er, am stärksten aus. Gestützt durch diese Ergebnisse vertritt ARAS [7] die sogenannte "Keilhypothese", die besagt, dass es durch Mesialisierung posteriorer Zähne zum Zweck des Lückenschlusses zu einer "counterclockwise"-Rotation der Mandibula und dadurch bedingt zur Bissabsenkung kommt.

BASCIFTCI ET AL. : „Effects of extraction and nonextraction treatment on class I and class II subjects“, 2003

BASCIFTCI ET AL. [12] untersuchten in ihrer retrospektiven Studie „Effects of extraction and nonextraction treatment on class I and class II subjects“ aus dem Jahr 2003 87 Patienten (53 weiblich und 34 männlich). Bei 42 Patienten wurden die ersten Prämolaren entfernt, 45 Patienten wurden ohne Extraktionstherapie behandelt. Die Patienten waren durchschnittlich 14,3 Jahre alt. Die Dauer der Behandlung betrug 1,9 Jahre. Hinsichtlich ihrer Dysgnathie wurden die Patienten in zwei Gruppen eingeteilt. In Gruppe 1 wiesen alle Patienten eine Angle-Klasse I auf. Bei 22 Patienten (13 weiblich, 9 männlich) wurde eine Prämolarenextraktion durchgeführt, bei 25 Patienten (15 weiblich, 10 männlich) fand keine Zahnentfernung statt. Gruppe 2 bestand aus Patienten mit Angle Klasse II/1-Befunden. Hier lagen 20 Extraktionsfälle (13 weiblich, 7 männlich) und 20 Nicht-Extraktionsfälle (12 weiblich, 8 männlich) vor. Zur Mechanik gab es keine Angaben. Vor und nach der Behandlung wurden Fernröntgenseitenaufnahmen angefertigt und nachträglich digitalisiert. In Gruppe 1 zeigten sich vor der Behandlung keine signifikanten Unterschiede zwischen den Extraktions- und den Nicht-Extraktionsfällen hinsichtlich der betrachteten Parameter. Nach der Behandlung stiegen IMPA (Winkel zwischen Längsachse des unteren Schneidezahns und dem Mandibularplanum) und der Interinzisalwinkel (Tabelle 2, Seite 32) signifikant an. Die Extraktionsfälle der Gruppe 2 wiesen im Vergleich zu den Nicht-Extraktionsfällen vor der Behandlung signifikant höhere Werte für SN-GoGn, Co-Go und Overbite (Tabelle 2) auf. Nach der Behandlung bestand nur noch ein Unterschied in SN-GoGn. Desweiteren traten zusätzlich signifikante Unterschiede im "Facial axis"-Winkel und IMPA (Tabelle 2) auf. Nach erfolgreichem Abschluss der Behandlung traten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Extraktions- und den Nicht-Extraktionsgruppen auf mit Ausnahme der Schneidezahnposition. Diese zeigte in den Fällen ohne Extraktionstherapie eine signifikante Protrusion.

BISHARA ET AL.: „Effects of orthodontic treatment on the growth of individuals with Class II division 1 malocclusion“, 1994

BISHARA ET AL. [22] veröffentlichten 1994 die prospektive Studie „Effects of orthodontic treatment on the growth of individuals with Class II division 1 malocclusion“. Das Patientengut bestand aus 91 Probanden (50 weiblich, 41 männlich) nordeuropäischen Ursprungs mit einer vorliegenden Angle-Klasse II/1. Bei 44 Patienten (23 weiblich, 21 männlich) wurde eine Extraktion der ersten Prämolaren in allen Quadranten durchgeführt, 47 Patienten (27 weiblich, 20 männlich) wurden ohne Extraktionstherapie behandelt. Das Patientenalter lag zu Behandlungsbeginn bei durchschnittlich 11,5 Jahren. Die Dauer der Therapie betrug 2,6 Jahre. Der Beobachtungszeitraum wurde mit insgesamt 5 Jahren angegeben. Die angewendete Mechanik bestand in der Multibracket-Edgewise-Technik. Als Kontrolle diente eine Angle-Klasse I-Gruppe mit 35 Personen (15 weiblich, 20 männlich) aus der "Iowa Facial Growth Study", die keine interventionelle Behandlung erfahren hatte. Vor der Behandlung sowie 2-3 Jahre nach Therapieabschluss wurden Fernröntgenseitenbilder ausgewertet und getrennt nach Geschlechtern beurteilt, um systematische Verzerrungen durch geschlechtsbedingte Differenzen, wie z.B. größere lineare Werte in der Gesichtshöhe bei männlichen Patienten, zu verhindern. Als Werte für die vertikale Dimension wurden herangezogen (Tabelle 2, Seite 32):

- MP-SN
- MP-FH
- NSGn (Y-Achsen-Winkel)
- FH-SGn
- N-ANS ("Upper face height")
- N-Me ("Anterior face height")
- S-Go ("Posterior face height")
- Overbite

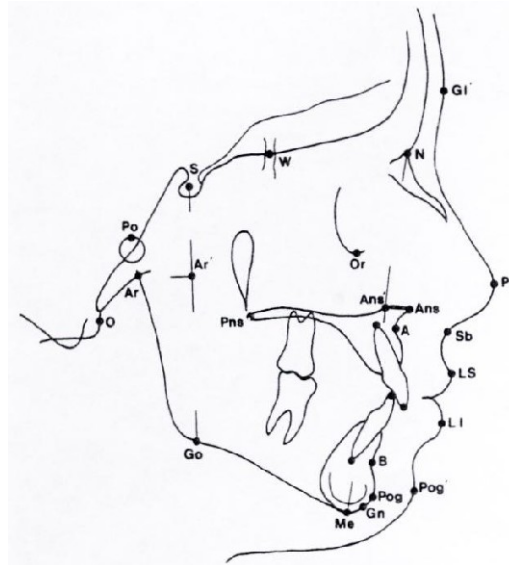


Abbildung 18: Röntgenkephalometrische Messpunkte der Auswertung von BISHARA [22]

In der Kontrollgruppe wurde ein Wachstum der Maxilla nach vorne (SNA) festgestellt. In den Klasse II-Fällen erfolgte das Wachstum der Maxilla nur mäßig, wobei der Effekt in der Extraktionsgruppe noch stärker ausfiel als in der Nicht-Extraktionsgruppe. Die Werte für die skelettale vertikale Dimension variierten zwischen den Gruppen nicht signifikant. Im Hinblick auf dentale Werte zeigte sich sowohl in der Extraktions- als auch in der Nicht-Extraktionsgruppe eine Abnahme des Overbites, die in der Kontrollgruppe weniger deutlich ausfiel. BISHARA ET AL. folgerten aus ihren Ergebnissen, dass der Behandlungserfolg im Allgemeinen von den Fähigkeiten des Behandlers und einem günstigen Wachstumsmuster abhängig sei. Ferner führten sie an, dass die Klasse II/1-Patienten morphologisch in ihren dentofazialen Relationen variierten, unterschiedlich auf die Behandlung ansprachen und individuelle Wachstumsmuster zeigten. Somit übte nach Ansicht der Autoren die Extraktionstherapie selbst keinen maßgeblichen Einfluss auf die dentale oder skelettale vertikale Dimension aus.

BISHARA ET AL.: „The morphologic basis for the extraction decision in Class II, Division 1 malocclusions: A comparative study“, 1995

1995 veröffentlichten BISHARA ET AL. [21] die Studie „The morphologic basis for the extraction decision in Class II, Division 1 malocclusions: A comparative study“, die auf Grundlage desselben Patientenguts erstellt wurde wie die Publikation aus dem Jahr 1994. Die Ergebnisse ergaben keinen signifikanten Unterschied zwischen der Extraktions- und der Nicht-Extraktionsgruppe bezüglich der skelettalen Werte für die Bisshöhe.

BOLEY ET AL.: „Facial changes in extraction and nonextraction patients“, 1998

Im Jahr 1998 erschien die Publikation „Facial changes in extraction and nonextraction patients“ von BOLEY ET AL. [24]. Es wurden 50 Patienten (28 weiblich, 22 männlich) untersucht. Bei der Hälfte dieser Patienten wurde die Extraktion von vier Prämolaren durchgeführt, je nach Fall die 4'er oder die 5'er. Alle Patienten, mit Ausnahme von zweien (22 bzw. 34 Jahre), befanden sich im "Jugendalter", welches nicht weiter spezifiziert wurde. Die Dauer der Behandlung betrug mindestens 14 Monate. Es wurden weder Angaben zur Art der Dysgnathie noch zur Mechanik oder Studienart gemacht. Eine Kontrollgruppe existierte nicht. Die Studie setzte sich aus zwei Teilen zusammen. Im ersten Teil wurden En face- und Profil-Fotos ausgewertet. Dabei sollten 192 unabhängige Kieferorthopäden abschätzen, ob eine Extraktionstherapie durchgeführt worden war oder nicht. Im zweiten Teil der Studie wurde das Weichteilprofil anhand von Fernröntgenseitenaufnahmen vor und nach der Behandlung beurteilt (Distanz von Subnasale zur Holdaway H-line oder harmony line). Nur 54 % der befragten Kieferorthopäden beurteilten die Situation richtig, da sowohl bei den Extraktions- als auch bei den Nicht-Extraktionsfällen eine Abflachung des Profils auftrat – das entsprach nach Ansicht der Autoren beinahe einem Ergebnis bei reinem Zufallsraten. Es wurde eine leichte "counterclockwise"-Rotation der Mandibula festgestellt. BOLEY ET AL. schlossen aus ihren Ergebnissen, dass nicht nur die Extraktion selbst, sondern auch weitere Faktoren wie falsche Diagnose und Behandlungstechnik einen gewichtigen Einfluss auf die spätere Gesichtsharmonie hätten.

BRAVO ET AL.: „Comparison of the Changes in Facial Profile After Orthodontic Treatment, With and Without Extractions“, 1997

1997 veröffentlichten BRAVO ET AL. [27] die prospektive Studie „Comparison of the Changes in Facial Profile After Orthodontic Treatment, With and Without Extractions“. Untersucht wurden 31 Patienten (alle weiblich) mit einem durchschnittlichen Alter von 13,2 Jahren. Die Dauer der Multibracket-Edgewise-Behandlung lag bei 2,7 Jahren. Alle Patientinnen wiesen eine Angle-Klasse II mit einem Overjet von mehr als 5,5 mm auf. Laut der Autoren ist kein Wachstum mehr vorhanden. Bei 16 Patientinnen wurden vier Prämolaren, die nicht genauer bezeichnet wurden, entfernt, 15 Patientinnen wurden ohne Extraktionen von Zähnen behandelt. Eine Kontrollgruppe war nicht vorhanden. Die angewandte Mechanik bestand in der Multibracket-Edgewise-Technik. Vor und nach der Behandlung wurden Fernröntgenseitenbilder nach den Analyse-Methoden von RICKETTS ausgewertet. Relevante Werte der vertikalen Dimension waren (Tabelle 2, Seite 32):

- Overbite (mm)
- Interincisor angle (°)
- Inferior facial height (°)
- Facial depth (°)
- Facial axis (°)
- Facial taper (°)
- Mandibular plane (°)
- Palatal plane (°)
- Maxillary depth (°)
- Mandibular arc (°)

Es traten keine signifikanten skelettalen Effekte auf. Dagegen konnten dentale Veränderungen beobachtet werden. So kam es z.B. in der Extraktionsgruppe zur Reklination der Frontzähne. Darüberhinaus verringerte sich in beiden Gruppen der Overbite signifikant. Dieser Effekt war bei den Extraktionsfällen ausgeprägter als bei den Nicht-Extraktionsfällen.

CHUA ET AL.: „The effects of extraction versus nonextraction orthodontic treatment on the growth of the lower anterior face height“, 1993

CHUA ET AL. [35] veröffentlichten 1993 die retrospektive Studie „The effects of extraction versus nonextraction orthodontic treatment on the growth of the lower anterior face height“. Das Patientengut bestand aus 174 Probanden, von denen 108 weiblich und 66 männlich waren. Das durchschnittliche Patientenalter lag zu Behandlungsbeginn bei 11,6 Jahren. Die Therapiedauer variierte zwischen 25 und 42 Monaten. Die Patienten wurden entsprechend ihrer Dysgnathie in zwei gleichgroße Gruppen eingeteilt. Die erste Gruppe bestand aus Probanden mit Angle-Klasse I-Befunden. Bei 45 Patienten (23 weiblich, 22 männlich) wurden vier – nicht näher benannte – Prämolaren extrahiert. Bei 42 Patienten (31 weiblich, 11 männlich) wurde die Behandlung ohne Extraktion durchgeführt. In der zweiten Gruppe, die aus Probanden mit Angle-Klasse II-Befunden bestand, wurde bei 40 Patienten (18 weiblich, 22 männlich) eine Prämolarenextraktionstherapie durchgeführt, während 47 Patienten (26 weiblich, 21 männlich) eine Nicht-Extraktionstherapie erhielten. Bei den insgesamt 85 Extraktionsfällen lag ein vertikales Wachstumsmuster vor. Die 89 Nicht-Extraktionsfälle wiesen ein horizontales Wachstumsmuster auf. Die Behandlung wurde mittels der einer Multiband-/Multibracket-Technik nach RICKETTS unter zusätzlicher Verwendung von zervikalen Headgears und intermaxillären Gummizügen durchgeführt. Die Beurteilung der "Lower anterior face height" (Spa-Me) (Tabelle 2, Seite 32) erfolgte anhand des "Michigan Growth Standards". Der Vorteil dieser Methode lag nach Ansicht der Autoren in der Vergleichsmöglichkeit von Patienten, die zu Beginn der Behandlung unterschiedlichen Alters waren und unterschiedlich lange Behandlungszeiten aufwiesen. Das Vorgehen bestand dabei in der Ermittlung sogenannter "Z scores" (standardisierte Werte) der "Lower anterior face height" für jeden Patienten. Änderungen der "Z scores" wurden durch Subtraktion der "Z scores" zu Beginn der Behandlung von den "Z scores" nach Abschluss der Behandlung festgestellt. Es ergab sich bei den Nicht-Extraktionsfällen eine signifikante Zunahme der Messwerte für die "Lower anterior face height" (Spa-Me). Die Mandibula erfuhr eine Rotation nach unten und hinten. In der Extraktionsgruppe trat dagegen kein Zusammenhang zwischen der Extraktionstherapie und einer Änderung der "Lower anterior face height" auf.



CUSIMANO ET AL.: „Effects of first bicuspid extractions on facial height in high-angle cases“, 1993

Ebenfalls im Jahr 1993 erschien die Publikation „Effects of first bicuspid extractions on facial height in high-angle cases“ von CUSIMANO ET AL. [36]. Untersucht wurden hier 37 Patienten (21 weiblich, 16 männlich) in einem durchschnittlichen Alter von 11,8 Jahren zu Behandlungsbeginn. Alle Patienten wiesen einen Winkel zwischen Schädelbasis und Mandibularplanum (SN-GoGn) (Tabelle 2, Seite 32) von 36° und größer auf. Als Formen der Dysgnathie wurden die Angle-Klasse I und II genannt, wobei keine genauen Angaben zu Verteilung oder Untergruppen gemacht wurden. Bei allen Patienten wurden die vier ersten Prämolaren entfernt. Eine Kontrollgruppe existierte nicht. Die Therapiedauer und die Behandlungsmechanik wurden nicht näher benannt. Vor und nach der Behandlung wurden Fernröntgenseitenbilder ausgewertet. Dabei erfolgte die Konstruktion eines modifizierten Mandibularplanums, das nach Ansicht der Autoren nicht durch Knochen-Remodeling beeinflusst würde. Die Referenzpunkte wurden durch die Autoren dorsal am Mandibularkanal und anterior an der inneren Grenze der Symphyse festgelegt. Nach der Behandlung wurden keine signifikanten Veränderungen in den angulären Werten (SN-GoGn, modifizierter Mandibularplanumwinkel) festgestellt. Die oberen und unteren Sechsjahrmolaren zeigten eine Mesialwanderung, während die oberen und unteren 1'er reklinierten. Sowohl die oberen als auch die unteren 1'er und 6'er erfuhren eine Extrusion.

Die Publikation beinhaltet ebenfalls einen Case Report, in dem eine weibliche Patientin mit großem Mandibularplanumwinkel und der Tendenz zu einem frontal offenen Biss gezeigt wird. Die Behandlung bestand in der Extraktion aller ersten Prämolaren und der orthodontischen Extrusion der posterioren Zähne. Es traten keine Veränderungen des modifizierten Mandibularplanumwinkels (56°) auf. Als dentale Änderungen waren zu ermitteln:

- OK-6'er: 3,0 mm Mesialwanderung, 1,0 mm Extrusion
- UK-6'er: 3,5 mm Mesialwanderung, 1,0 mm Extrusion
- OK-1'er: 5,5 mm Distalwanderung, 1,0 mm Extrusion
- UK-1'er: 2,5 mm Distalwanderung, 2,0 mm Extrusion.

Diese dentalen Bewegungen kompensierten sich gegenseitig, so dass die vertikale Dimension unverändert blieb. Somit widerlegten die Ergebnisse des Case Reports und

auch der zuvor beschriebenen Studie die Hypothese, dass es nach Extraktion aller 4'er aufgrund der Mesialbewegung der Molaren zu einer Abnahme der Gesichtshöhe käme. Da die Extrusion der posterioren Zähne mit der Zunahme der vorderen Gesichtshöhe einherging, blieb der Mandibularplanumwinkel unverändert und die Bissabsenkungstendenz wurde ausgeglichen.

DARENDELILER ET AL.: „The influence of orthodontic extraction treatment on dental structures: a two-factor evaluation“, 2001

DARENDELILER ET AL. [37] untersuchten in ihrer Studie „The influence of orthodontic extraction treatment on dental structures: a two-factor evaluation“ aus dem Jahr 2001 41 Patienten, wobei keine Angaben zum Geschlecht gemacht wurden. Das durchschnittliche chronologische Patientenalter lag bei 14 Jahren und 7 Monaten, skelettal wurde das Alter mit 14 Jahren und 6 Monaten angegeben. Dies wurde mit Hilfe von Handröntgenaufnahmen ermittelt. Die Dauer der Behandlung betrug 2 Jahre und 10 Monate. 30 Probanden wiesen eine Angle-Klasse I-Okklusion auf, bei 11 Probanden lag eine Angle-Klasse II/1 vor. Das Wachstumsmuster war bei allen Probanden mesio- bzw. hyperdivergent. Es erfolgte die Extraktion aller ersten Prämolaren. Die orthodontische Behandlung wurde mit einer Multibracket-/Multiband-Edgewise-Mechanik (mit oder ohne Headgear) durchgeführt. Dabei wurde bei mesiodivergentem Wachstum (SN-GoGn: 27°-37°) ein zervikaler Headgear und bei hyperdivergentem Wachstum (SN-GoGn: 38°-46°) ein "High pull-Headgear" eingesetzt. Bei Bedarf kamen Klasse II-Gummizüge zum Einsatz. Insgesamt wurde das Patientenkollektiv in vier Untergruppen eingeteilt: mesiodivergent mit und ohne Headgear, hyperdivergent mit und ohne Headgear. Eine Kontrollgruppe existierte nicht. Vor und nach der Behandlung wurden Fernröntgenseitenbilder angefertigt. In der mesiodivergenten Headgear-Gruppe nahm der Overbite (Tabelle 2, Seite 32) signifikant ab. Außerdem traten eine signifikante Extrusion der oberen und unteren ersten Molaren sowie eine Reklination der unteren Frontzähne auf. In der hyperdivergenten Gruppe ohne Headgear kam es zu einer signifikanten Zunahme des Overbites. Die hyperdivergente Headgear-Gruppe war durch eine signifikante Extrusion der unteren Frontzähne gekennzeichnet. Beide Subgruppen zeigten eine Extrusion der oberen und unteren Molaren sowie eine Reklination der unteren Front-

zähne. Zwischen der Headgear- und der Nicht-Headgear-Gruppe bestanden keine signifikanten Unterschiede bezüglich der für die vertikale Dimension relevanten Winkel (SN-GoGn, BaN-Gn) (Tabelle 2). Die mesio- und die hyperdivergente Gruppe unterschieden sich signifikant in Overbite und Extrusion der unteren Molaren. DARENDELILER ET AL. führten diese unterschiedlichen Ergebnisse in Bezug auf den Overbite und die Molarenposition bei den verschiedenen Wachstumstypen auf die unterschiedlichen Behandlungsmechaniken zurück. Die meisten orthodontischen Mechaniken, inklusive Klasse II-Gummizügen und zervikalem Headgear, seien nach Ansicht der Autoren von Natur aus extrusiv, so dass die vertikale Dimension in Fällen mit Extraktion und festen Apparaturen erhalten oder gar vergrößert werden könne. Somit blieb ein Verlust der skelettalen vertikalen Gesichtshöhe aus.

DEBERARDINIS ET AL.: „Evaluation of the vertical holding appliance in treatment of high-angle patients“, 2000

Im Jahr 2000 veröffentlichten DEBERARDINIS ET AL. [40] die retrospektive Studie „Evaluation of the vertical holding appliance in treatment of high-angle patients“. Das Patientenkollektiv bestand aus 22 Mädchen und 10 Jungen mit vertikalem Gesichtswachstum und einem durchschnittlichen Alter von 13,4 Jahren. Bei allen Patienten wurden die ersten Prämolaren entfernt, Angaben zur Angle-Klassifizierung existierten nicht. Die Patienten wurden in zwei gleichgroße Gruppen mit jeweils 11 Mädchen und 5 Jungen eingeteilt. Die Probanden der Gruppe 1 wurden mittels einer festzementierten transpalatalen Apparatur, der "Vertical holding appliance" (VHA) (Abbildung 19), und Multi-bracket-Edgewise-Technik für eine Dauer von durchschnittlich 17,4 Monaten behandelt. In Gruppe 2 wurde keine VHA angewandt. Stattdessen erfolgte die Therapie durch eine Multibracket-/Multiband-TWEED-Technik in Kombination mit einem "High-pull J-hook-Headgear".



Abbildung 19: Vertical holding appliance

Vor und nach der Behandlung wurden Fernröntgenseitenbilder angefertigt. Die Auswertungen ergaben bei Gruppe 1 eine Zunahme der "Lower anterior face height" (Tabelle 2, Seite 32) um 1,5 mm und eine Elongation der Unterkiefersechsjahrmolaren um durchschnittlich 2,9 mm. In Gruppe 2 trat eine Zunahme der "Lower anterior face height" um 3,4 mm und eine Elongation der Oberkiefersechsjahrmolaren um 1,2 mm sowie der UK-6'er um 2,7 mm auf. Darüberhinaus nahm der Overbite (Tabelle 2) um 1,5 mm ab. Im Vergleich beider Gruppen fiel auf, dass in Gruppe 1 eine signifikant geringere Zunahme der "Lower anterior face height" stattfand. In ihren Schlussfolgerungen betonten DeBERARDINIS ET AL., dass bei der Behandlung von Patienten mit vertikalem Gesichtswachstum folgende Prinzipien beachtet werden sollten:

- Vermeidung einer posterioren Rotation des Unterkiefers mit anteriorer Bissöffnung
- Vermeidung einer Zunahme der "Lower anterior face height"
- Vermeidung einer maxillären Molarenextrusion

Laut der Autoren stelle der "High-pull-Headgear" zu diesem Zweck eine erfolgversprechende Technik dar, sei aber im Hinblick auf die Patientencompliance problematisch. Daher würde sich die VHA als vergleichsweise "unkompliziertes" Gerät anbieten. Sie limitiere signifikant die Zunahme der "Lower anterior face height".

GARLINGTON ET AL.: „Vertical changes in high mandibular plane cases following enucleation of second premolars“, 1989

Die 1989 erschienene Studie „Vertical changes in high mandibular plane cases following enucleation of second premolars“ von GARLINGTON ET AL. [57] fokussierte die Untersuchung von 23 Patienten (11 weiblich, 12 männlich), die zufällig nach zuvor festgelegten Kriterien ausgewählt worden waren. Als Selektionskriterien wurde ein SN-GoGn-Winkel (Tabelle 2) von initial größer als  $38^\circ$  festgelegt. Darüberhinaus durfte kein Headgear vor der mechanischen orthodontischen Therapie eingesetzt worden sein. Alle Patienten wiesen eine Angle-Klasse II/1 mit vertikalem Wachstumsmuster (hyperdivergent) auf. Das Patientenalter lag bei den Mädchen zu Beginn der Therapie bei 9,1 Jahren und bei Therapieabschluss bei 15,2 Jahren. Das Alter der Jungen betrug am Anfang der Behandlung 8,9 Jahre und am Ende 13,5 Jahre. Die Extraktionstherapie bestand aus der Entfernung der zweiten Prämolaren im Unterkiefer während der frühen Wechselgebissperiode. Zur eingesetzten Mechanik wurden keine genaue Angaben gemacht. Nach Behandlungsabschluss wurden die Veränderungen der "Anterior face height" (Tabelle 2, Seite 32) mit einem Patientenkollektiv aus einer früheren Studie von GARLINGTON ET AL. verglichen. Hierzu wurden Fernröntgenseitenbilder ausgewertet.

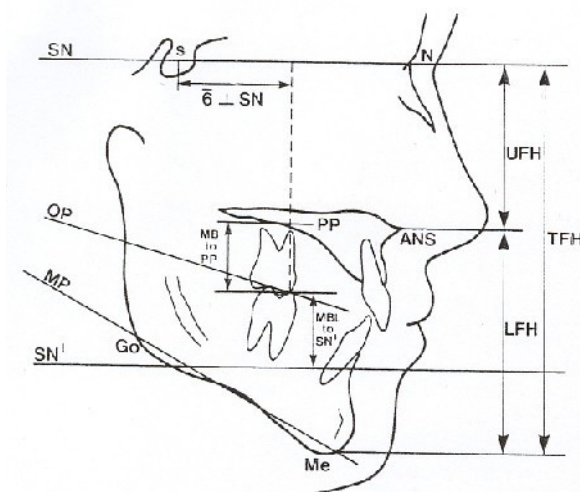


Abbildung 20: Röntgenkephalometrische Messpunkte der Auswertung von GARLINGTON [57]

Es ergab sich eine signifikante Abnahme der "Lower anterior face height" (Tabelle 2) durch eine "counterclockwise"-Rotation der Mandibula. Die "Total face height" (Tabelle 2) nahm hingegen nicht ab. Der Mandibularplanumwinkel reduzierte sich durchschnittlich um  $0,8^\circ$ . Darüberhinaus traten eine Mesialisierung der Unterkiefer-6'er um 6,8 mm und eine Extrusion um 1,9 mm auf. Somit ließ sich in dieser Studie ein Zusammenhang zwischen der Extraktionstherapie und einer Änderung der skelettalen vertikalen Dimension feststellen, die sich in einer Bissabsenkung manifestierte.

HANS ET AL.: „Cephalometric changes in overbite and vertical facial height after removal of 4 first molars or first premolars“, 2006

Im Jahr 2006 veröffentlichten HANS ET AL. [62] die retrospektive Studie „Cephalometric changes in overbite and vertical facial height after removal of 4 first molars or first premolars“. Insgesamt wurden 61 Patienten (33 weiblich, 28 männlich) untersucht. Diese wurden entsprechend der Extraktionsobjekte in zwei Gruppen eingeteilt. Gruppe 1 bestand aus 31 Patienten (15 weiblich, 16 männlich), bei denen die Extraktion der ersten Prämolaren erfolgte (4xT). Das durchschnittliche Alter betrug 12 Jahre und 11 Monate. Gruppe 2 setzte sich aus 30 Patienten (18 weiblich, 12 männlich) zusammen, die durchschnittlich 12 Jahre und 4 Monate alt waren. Hier wurden alle ersten Molaren entfernt (6xT). In Gruppe 1 wurde zur Kontrolle des vertikalen Wachstums während der Behandlung die TWEED-Edgewise-Mechanik eingesetzt, während in Gruppe 2 keine speziellen Mechaniken zur Kontrolle des vertikalen Wachstums angewandt wurden. Die Patienten der 4xT-Gruppe wiesen einen normalen bis tiefen Overbite auf. In der 6xT-Gruppe wurde bei allen Patienten ein sehr geringer Overbite festgestellt. Bei beiden Gruppen dauerte die Behandlung 3 Jahre und 2 Monate. Angaben zur Angle-Klasse wurden nicht gemacht. Als Kontrolle diente eine Gruppe mit insgesamt 56 unbehandelten Personen, die den Patienten gemäß Alter und Geschlecht zugeordnet wurden. Die Kontrollgruppe für die 4xT-Gruppe bestand aus 31 Personen (15 weiblich, 16 männlich) (4xC), diejenige für die 6xT-Gruppe aus 25 Personen (15 weiblich, 10 männlich) (6xC). Vor und nach der Behandlung wurden Fernröntgenseitenbilder angefertigt und anhand von sechs linearen Variablen ausgewertet (Abbildung 21):

- MXSK: maxillary skeletal change
- BUI: bodily movement of the upper incisor
- TUI: tipping movement of the upper incisor
- TLI: tipping movement of the lower incisor
- BLI: bodily movement of the lower incisor
- MNSK: mandibular skeletal change

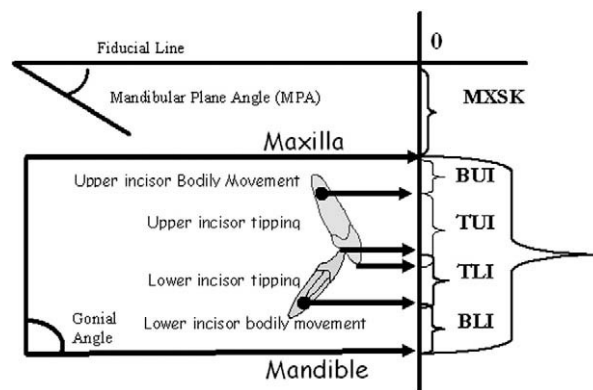


Abbildung 21: Röntgenkephalometrische lineare Variablen der Auswertung von HANS [62]

Es ergaben sich statistisch signifikante Unterschiede zwischen der 4xT- und der 4xC-Gruppe, die in einer Abnahme des Overbites um 4,1 mm durch Intrusion der Oberkiefer- und Unterkiefer-Inzisivi in der Gruppe 4xT bestanden. Zwischen der 6xT- und der 6xC-Gruppe lagen keine Unterschiede vor. Weder die 4xT- noch die 6xT-Gruppe wiesen eine Änderung in der mandibulären vertikalen Höhe während der Behandlung auf. Daraus folgerten HANS ET AL., dass beide genannten Behandlungsansätze eine gute Kontrolle des vertikalen mandibulären Wachstums ermöglichen und unerwünschte Effekte wie z.B. einen Bisshöhenverlust unterbinden könnten.

HAYASAKI ET AL.: „Influence of extraction and nonextraction orthodontic treatment in Japanese-Brazilians with Class I and Class II Division 1 malocclusions“, 2005

Die retrospektive Longitudinalstudie „Influence of extraction and nonextraction orthodontic treatment in Japanese-Brazilians with Class I and Class II Division 1 malocclusions“ von HAYASAKI ET AL. [64] stammte aus dem Jahr 2005. Es wurden 59 Patienten japanischer Herkunft (japanische Eltern oder Großeltern) untersucht, darunter 31 Mädchen und 28 Jungen. Das Patientenalter lag zu Behandlungsbeginn bei 12,1 Jahren. Die

Dauer der Therapie betrug 2,5 Jahre. Es wurden ausschließlich Patienten mit einem mesiofazialen Wachstumstyp, d.h mit Standardwerten für SN-GoGn (33,2° für Mädchen, 30,8° für Jungen) (Tabelle 2, Seite 32) in die Studie eingeschlossen, um eine bessere Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu erzielen. Als Dysgnathieformen traten Angle-Klasse I- und II/1-Befunde auf. Es lag demnach, laut Angabe der Autoren, ein relativ kleines, aufgrund der Auswahlkriterien aber recht „standardisiertes“ Patientenkollektiv vor. Die Patienten wurden in vier Gruppen eingeteilt:

- Gruppe 1: 15 Patienten mit Angle-Klasse I (9w, 6m) und Extraktion der 4'er
- Gruppe 2: 15 Patienten mit Angle-Klasse I (8w, 7m) ohne Extraktion
- Gruppe 3: 14 Patienten mit Angle-Klasse II/1 (7w, 7m) und Extraktion der 4'er
- Gruppe 4: 15 Patienten mit Angle-Klasse II/1 (7w, 8m) ohne Extraktion

Als Behandlungsmechanik wurde eine Multibracket-Edgewise-Technik angegeben. Kontrollgruppen existierten nicht. Vor und direkt nach Abschluss der Behandlung wurden Fernröntgenseitenbilder angefertigt und das Verhältnis dentoalveolärer und skelettaler vertikaler Werte zueinander bestimmt (Tabelle 2, Seite 32).

Dentoalveoläre  
Komponenten

- U6-PP (mm)
- L6-MP (mm)

Skelettale  
Komponenten

- Ar-GoMe (mm)
- Me-PP (mm)
- Ar-GoMe/Me-PP
- PFH (mm)
- TAFH (mm)
- UAFH (mm)
- LAFH (mm)
- LAFH/TAFH (%)

Wachstumsmuster

- SN-GoGn (°)



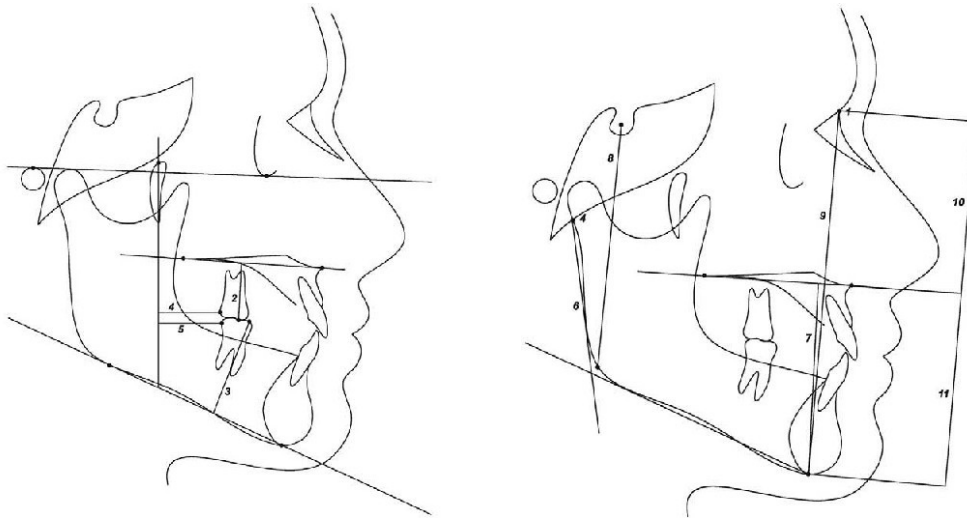


Abbildung 22: Dentoalveoläre (links) und skelettale Werte der FRS-Analyse von HAYASAKI [64]

Da zwischen den Extraktions- und den Nicht-Extraktionsfällen keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die vertikale Gesichtshöhe bzw. auf das Verhältnis LAFH/TAFH auftraten, zogen HAYASAKI ET AL. den Schluss, dass die verschiedenen Behandlungsansätze (Extraktion/Nicht-Extraktion) sich nicht maßgeblich auf die vertikalen Proportionen des Gesichts auswirken würden.

**HIRSCHFELDER ET AL.: „Einfluß des Wachstumstyps auf das Behandlungsergebnis nach Extraktionstherapie“, 1997**

Im Jahr 1997 veröffentlichten HIRSCHFELDER ET AL. [69] die retrospektive Studie „Einfluß des Wachstumstyps auf das Behandlungsergebnis nach Extraktionstherapie“. Das Patientengut bestand aus 56 Patienten (36 weiblich, 20 männlich) mit einem durchschnittlichen Alter von 12,3 Jahren zu Behandlungsbeginn. Zum Zeitpunkt der Extraktion lag das Alter bei 13,9 Jahren, nach Abschluss der aktiven Behandlungsphase bei 16,9 Jahren. Die gesamte Therapie dauerte durchschnittlich 4,6 Jahre. Als Dysgnathieformen wurden alle Angle-Klassen I, II/1, II/2 und III eingeschlossen. Das Untersuchungskollektiv wurde in drei Morphologiegruppen eingeteilt. Gruppe 1 setzte sich aus 25 Patienten mit einem neutralen Gesichtsschädelaufbau zusammen. Der zweiten Gruppe wurden 12 Patienten mit einem horizontalen Gesichtsschädelaufbau zugeordnet, während sich in Gruppe 3 19 Patienten mit einem vertikalen Wachstumsmuster befanden. Bei jedem

Patienten wurden vier Zähne extrahiert, dabei variierten die Zahngruppen:

- 27 Patienten mit Extraktion aller ersten Prämolaren
- 9 Patienten mit Extraktion aller zweiten Prämolaren
- 15 Patienten mit Extraktion der oberen ersten und unteren zweiten Prämolaren
- 4 Patienten mit Extraktion aller ersten Molaren
- 1 Patient mit Extraktion von 6'er, 5'er, 4'er (nicht genau benannt)

75 % der Patienten wurden mittels Funktionskieferorthopädie und einer ROTH-Straight-Wire-Multibandapparatur behandelt. In 14 % der Fälle wurde nur eine festsitzende Multibracket-Behandlung durchgeführt, während in 11 % ausschließlich herausnehmbare Mechaniken zum Einsatz kamen. Als Kontrolle diente eine morphologisch korrespondierende Nicht-Extraktionsgruppe. Darüberhinaus wurden Vergleichswerte aus der Literatur ("Michigan-Studie") herangezogen. Vor und nach der Behandlung wurden Fernröntgenseitenbilder angefertigt. Zusätzlich erfolgten Modellanalysen, anhand derer der Overbite, die Größe der sagittalen Frontzahnstufe sowie die Größe der Restlücken bei Behandlungsabschluss bestimmt wurden. In der Auswertung zeigte sich bei den Probanden mit neutralem und horizontalem Gesichtsschädelaufbau eine signifikante Reduktion des Overbites von 3,7 mm auf 2,5 mm. Unabhängig vom Wachstumstyp war bei den untersuchten Extraktionsgruppen ein signifikanter Zuwachs im Bereich der vorderen (N-Me) und hinteren (S-Go) Gesichtshöhe (Tabelle 2, Seite 32) zu ermitteln. Diese Ergebnisse entsprachen denjenigen der Kontrollprobanden. HIRSCHFELDER ET AL. zogen daher den Schluss, dass die vertikale Entwicklung des Gesichtsschädels durch die Extraktionstherapie nicht beeinträchtigt wurde.

ISMAL ET AL.: „Three-dimensional assessment of the effects of extraction and nonextraction orthodontic treatment on the face“, 2002

2002 erschien die prospektive Studie „Three-dimensional assessment of the effects of extraction and nonextraction orthodontic treatment on the face“ von ISMAIL ET AL. [80]. Untersucht wurden 24 Patienten mit Angle-Klasse I-Befunden. Die Geschlechterverteilung wurde nicht angegeben. Das Alter der Patienten lag zwischen 11 und 19 Jahren. Bei 12 Probanden erfolgte die Extraktion aller zweiten Prämolaren, die übrigen 12 wurden ohne Extraktion von Zähnen behandelt. Als angewandte Mechanik wurde die Multibracket-Edgewise-Technik genannt. Vor und nach der Behandlung wurden Fernröntgen-

seitenbilder angefertigt und ausgewertet. Parameter zur Ermittlung der vertikalen Dimension waren (Tabelle 2, Seite 32):

- MM-angle
- UFH
- LFH
- Overbite

Zusätzlich erfolgte der Einsatz eines 3D-Oberflächenscanners.

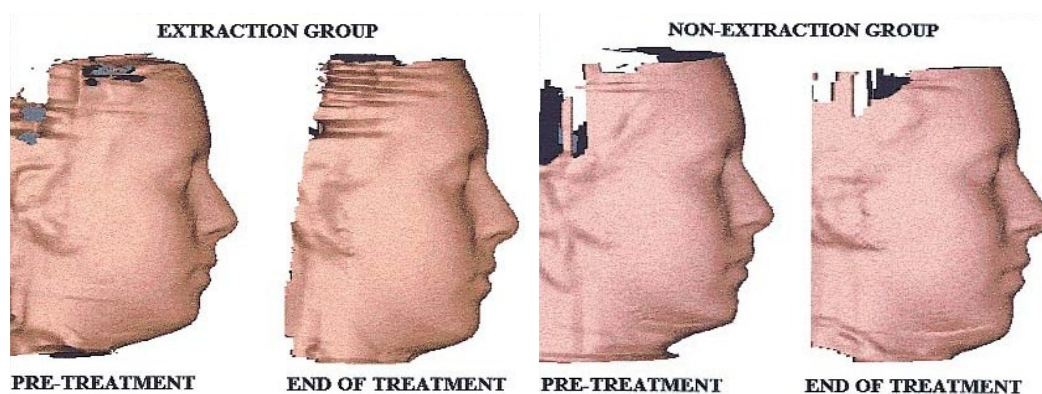


Abbildung 23: Extraktionsgruppe (links) und Nicht-Extraktionsgruppe vor und nach der Behandlung

In beiden Gruppen trat keine signifikante Abnahme des Overbites auf. Die Nicht-Extraktionsgruppe wies im Vergleich zur Extraktionsgruppe vor und nach Behandlung längere und breitere Gesichter auf, jedoch verringerte sich die Differenz im Laufe der Behandlung. ISMAIL ET AL. folgerten aus diesen Ergebnissen, dass eine Vergrößerung der Gesichtshöhe in der Extraktionsgruppe auf das Wachstum während der Behandlungszeit zurückzuführen sei und in keinem direkten Zusammenhang zur Extraktionstherapie stehe.

KADER: „Vertical lip height and dental height changes in relation to the reduction of overjet and overbite in Class II, Division 1 malocclusion“, 1983

Im Jahr 1983 veröffentlichte KADER [86] die prospektive Studie „Vertical lip height and dental height changes in relation to the reduction of overjet and overbite in Class II, Division 1 malocclusion“. Das Untersuchungskollektiv bestand aus 22 ausschließlich männlichen Patienten im Alter von 18 bis 20 Jahren. In allen Fällen lag eine Angle-

Klasse II/1 vor, die mittels Extraktion der ersten Prämolaren sowie einer Multibracket-Edgewise-Technik behandelt wurde. Zur Dauer der Behandlung oder zum Wachstumstyp wurden keine Angaben gemacht. Vor und nach der Therapie erfolgte die Anfertigung und Auswertung von Fernröntgenseitenaufnahmen.

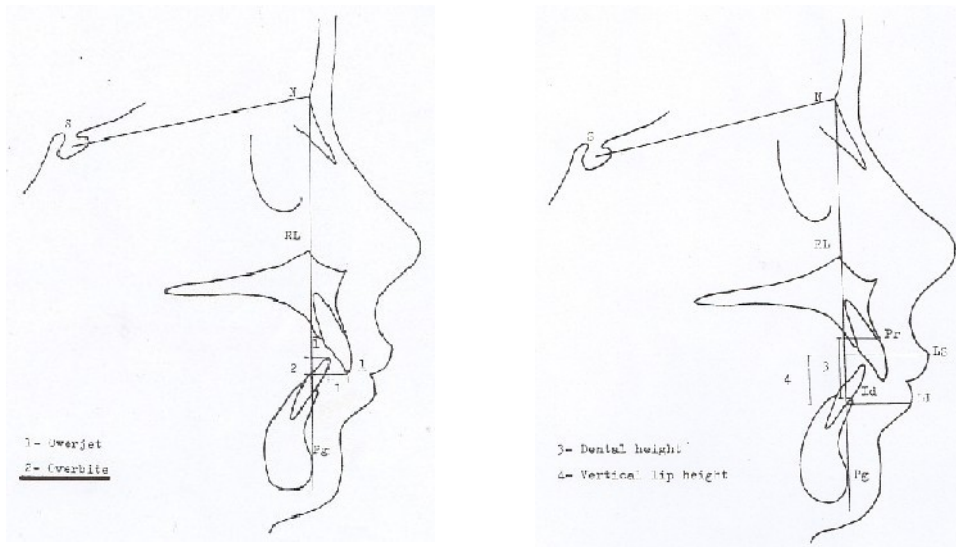


Abbildung 24: Röntgenkephalometrische Messpunkte der Auswertung von KADER [86]

Es wurde eine signifikante Verringerung des Overbites (Tabelle 2, Seite 32) um 2,1 mm festgestellt. Betrachtungen, die die skelettalen Veränderungen betrafen, wurden nicht gemacht.

KIM TK ET AL.: „First or second premolar extraction effects on facial vertical dimension“, 2005

In ihrer retrospektiven Studie „First or second premolar extraction effects on facial vertical dimension“ aus dem Jahr 2005 untersuchten KIM ET AL. [91] ein Patientenkollektiv von insgesamt 54 Personen (42 weiblich, 12 männlich) mit hyperdivergentem Wachstumstyp. Die Probanden wurden in zwei gleichgroße Gruppen mit jeweils 27 Probanden (21 weiblich, 6 männlich) eingeteilt. In Gruppe 1 erfolgte die Extraktion der ersten Prämolaren. Die Patienten waren durchschnittlich 15,6 Jahre alt. Bei den Patienten der Gruppe 2, die im Mittel 16,2 Jahre alt waren, wurden die zweiten Prämolaren entfernt. Die Dauer der Behandlung betrug in der ersten Gruppe 2,3 Jahre, in der

zweiten 2,5 Jahre. Alle Patienten wiesen eine Angle-Klasse I auf. Die eingesetzte Behandlungsmechanik bestand aus einer Edgewise-Apparatur mit "Closing loop mechanics". Extrusiv wirkende Mechaniken, wie z.B. extraorale Apparaturen oder intermaxilläre Gummizüge, wurden nicht angewandt. Vor und nach der Behandlung wurden Fernröntgenseitenbilder angefertigt und 14 anguläre sowie 7 lineare Werte ausgewertet. Darunter befanden sich die für die vertikale Dimension relevanten Parameter MP-SN, MP-FH, Gonion-Winkel, MM-Winkel, FAX, FMA, SNGn, IMPA, AFH, PFH, UFH, LFH und TFH (Tabelle 2, Seite 32).

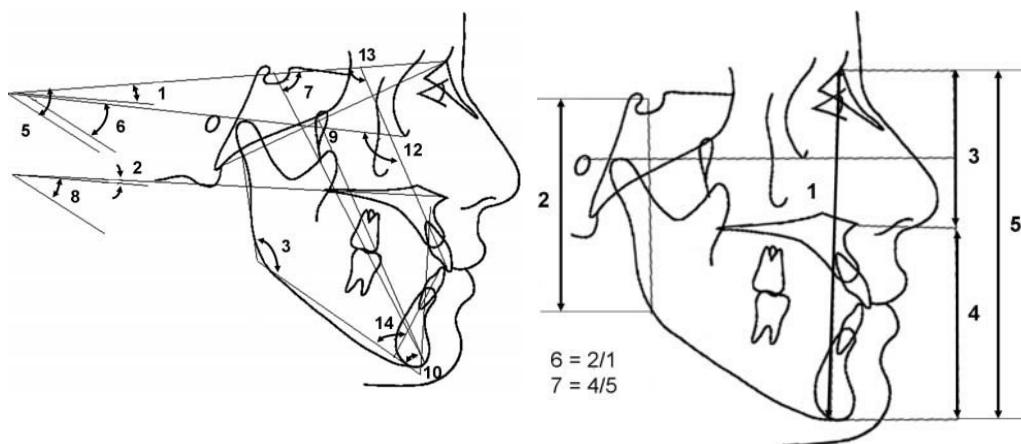


Abbildung 25: Anguläre (links) und lineare Werte der Fernröntgenanalyse von KIM [91]

(1) SN-PP, (2) FH-PP, (3) Gonion-Winkel, (4) Björk-Summe, (5) SN-MP, (6) FMA, (7) Y-Achsen-Winkel, (8) MMA, (9) FAX, (10) AB-MP, (11) ODI (2+10), (12) U1-FH, (13) U1-SN, (14) IMPA

(1) AFH, (2) PFH, (3) UAFH, (4) LAFH, (5) TFH, (6) APFHR, (7) LFHR

In der Gruppe 2 (Extraktion der zweiten Prämolaren) trat eine stärkere Mesialisierung der Oberkiefer- und Unterkiefermolaren im Vergleich zu Gruppe 1 auf. Dagegen fiel die Reklination der Oberkiefer- und Unterkiefer-Inzisivi geringer aus. Bezüglich der Werte für den SN-MP-Winkel ergaben sich ebenfalls signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Darüberhinaus fanden sich in weiteren Parametern der vertikalen Dimension keine klinisch relevanten Unterschiede. Zwar stiegen die linearen Werte wie AFH und PFH signifikant an, nicht jedoch die angulären und proportionalen. Dies führten KIM ET AL. auf das allgemeine Wachstum zurück. Da keine Proportionsverschiebungen auftraten, zogen die Autoren das Resümee, dass die Extraktionstherapien nicht zu einer Veränderung der skelettalen vertikalen Dimension führten.

KLAPPER ET AL.: „The influence of extraction and nonextraction orthodontic treatment on brachyfacial and dolichofacial growths patterns“, 1992

Im Jahr 1992 veröffentlichten KLAPPER ET AL. [93] die retrospektive Studie „The influence of extraction and nonextraction orthodontic treatment on brachyfacial and dolichofacial growths patterns“. Das Patientenkollektiv bestand aus 30 männlichen Probanden im Alter zwischen 12 und 15 Jahren mit Angle-Klasse II-Befunden. Die Dauer der Therapie betrug 24 bis 30 Monate. Das Wachstumsmuster der Patienten war horizontal oder vertikal. Bei 15 Patienten wurde die Extraktion der ersten Prämolaren durchgeführt, die übrigen 15 Probanden des Kollektivs wurden ohne Zahnextraktionen behandelt. Als Behandlungsmechanik wurde eine Multiband-/Multibracket-Edgewise-Technik eingesetzt. Zusätzlich wurden bei den Patienten mit horizontalem Wachstum ein zervikaler Headgear sowie Klasse II-Gummizüge eingesetzt. Die Behandlung bei vertikalem Wachstum wurde durch einen "High-pull"-Headgear unterstützt. Klasse II-Gummizüge kamen bei Patienten mit vertikalem Wachstumsmuster nicht zum Einsatz. Vor und nach der Behandlung erfolgte die Auswertung von Fernröntgenseitenbildern nach der RICKETTS-Analyse. Dabei dienten fünf Werte der Beschreibung der vertikalen Dimension (Tabelle 2, Seite 32):

- "Mandibular plane angle" (FH-MP)
- "Lower facial height" (ANS-Xi-Pm)
- "Mandibular arc" (Dc-Xi-Pm)
- "Facial axis angle" (BaN plane to constructed Gn)
- "Facial depth" (FH-NPo)

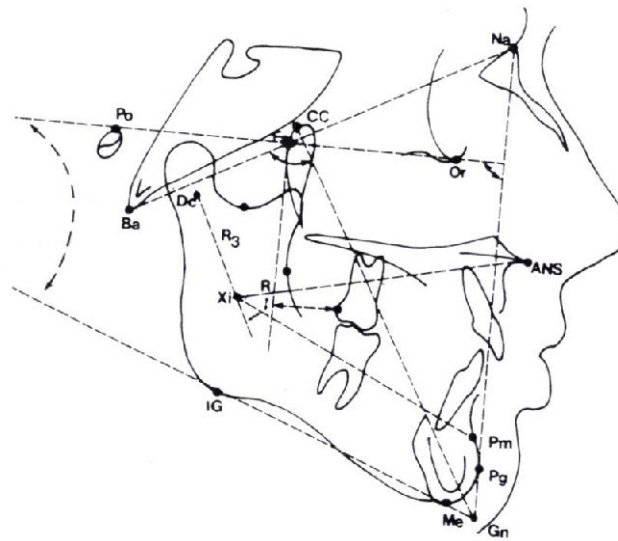


Abbildung 26: Röntgenkephalometrische Messpunkte der Auswertung von KLAPPER [93]

In der Extraktionsgruppe zeigten die Molaren eine Bewegung nach mesial. Die Patienten mit horizontalem Wachstumsmuster wiesen nach der Extraktionstherapie eine Bissvertiefung auf (Vergrößerung des "Facial axis"-Winkels), während bei den Patienten mit vertikalem Wachstumsmuster eine leichte Bissanhebung beobachtet wurde (Verkleinerung des "Facial axis"-Winkels). In der Gruppe ohne Extraktion trat bei beiden Wachstumsmustern eine leichte Bissanhebung auf. KLAPPER ET AL. folgerten aus diesen Ergebnissen, dass die richtige Behandlungsmechanik in Bezug auf den Wachstumstyp von maßgeblicher Bedeutung sei. Die Entscheidung für oder gegen eine Extraktion hätte dann nur noch geringe Auswirkungen auf die Bisshöhe.

KOCADERELI: „The effect of first premolar extraction on vertical dimension“, 1999

1999 erschien die retrospektive Studie „The effect of first premolar extraction on vertical dimension“ von KOCADERELI [95]. Es wurden 80 Patienten (47 Mädchen, 33 Jungen) mit Angle-Klasse I-Okklusionen selektiert. Das Alter der Patienten lag bei durchschnittlich 12,5 Jahren. Die Dauer der Beobachtungszeit wurde nicht genannt. Bei 40 Patienten (23 weiblich, 17 männlich) wurden alle ersten Prämolaren entfernt, die anderen 40 Probanden (24 weiblich, 16 männlich) wurden ohne Extraktion behandelt. Es kam eine Multiband-/Multibracket-Edgewise-Technik ohne extraorale Apparaturen zum Einsatz. Vor und nach der Behandlung wurden Fernröntgenseitenbilder angefertigt. Bei

der Auswertung wurden fünf lineare und acht anguläre Messwerte zur Ermittlung vertikaler Veränderungen berücksichtigt (Tabelle 2, Seite 32):

Lineare Parameter (mm)

- "A6 molar position to PTV"
- "Posterior face height"
- "Anterior face height"
- "Menton to ANS"
- "Ramus height (Co-Go)"

Anguläre Parameter (°)

- "Lower facial height angle"
- "Facial depth angle"
- "Facial axis angle"
- "Mandibular plane to FH"
- "Total face height angle"
- "Mandibular arc angle"
- "SellaNasion to GonionGnathion"
- "Facial taper (conic angle)"

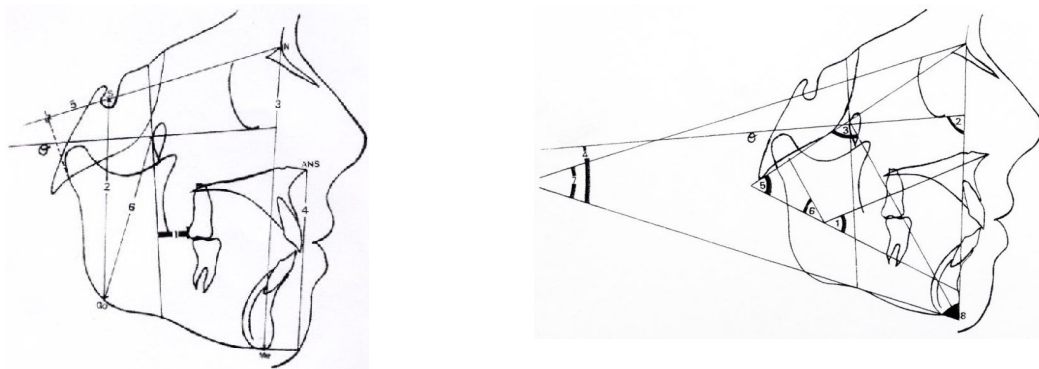


Abbildung 27: Lineare (li.) und anguläre Werte der Fernröntgenanalyse von KOCADERELI [95]

Es stellte sich heraus, dass durch die Prämolarenextraktion keine signifikante Veränderung der skelettalen vertikalen Dimension stattfand. Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Extraktions- und den Nicht-Extraktionsfällen. Laut KOCADERELI war die beobachtete Zunahme der "Facial height" in beiden Gruppen durch das allgemeine Gesichtswachstum bedingt. Er schloss daher aus seinen Ergebnissen, dass sich die Richtung des Gesichtswachstums zwar durch funktionskieferorthopädische Geräte, nicht aber durch Extraktionstherapien beeinflussen ließe.

McLAUGHLIN ET AL.: „The extraction – nonextraction dilemma as it relates to TMD“, 1995

McLAUGHLIN ET AL. [105] veröffentlichten im Jahr 1995 den Review „The extraction – nonextraction dilemma as it relates to TMD“. Es erfolgte hierbei keine Untersuchung



eines Patientenkollektivs, sondern die Analyse und Zusammenfassung ausgewählter Artikel. Im Fokus der Betrachtung stand die weit verbreitete These, dass es nach Extraktion von Prämolaren aufgrund der darauffolgenden Mesialbewegung der Molaren zu einem Verlust in der vertikalen Dimension und dadurch bedingt zu Kiefergelenksbeschwerden komme. In ihren Referenzen bezogen sich McLAUGHLIN ET AL. u.a. auf die Publikationen von CUSIMANO [36], GARLINGTON [57], KLAPPER [93] und STAGGERS [161]. Deren Auswertung ergab keinen evidenten Beweis, dass die Extraktion von Prämolaren zu einem Verlust in der vertikalen Dimension führe. Tatsächlich sei in der Literatur beschrieben, dass orthodontische Behandlungen gewöhnlich zu einer leichten Vergrößerung der vertikalen Dimension führen würden. Darüberhinaus finde man häufig den Hinweis, dass die Prämolarenextraktion in der Behandlung von "high angle openbite cases" hilfreich sein könne, indem diese Art der Therapie der Bisssschließung diene. Diese Bissabsenkung sei allerdings hauptsächlich auf vordere dentale statt auf skelettale Veränderungen (Verkleinerung des Mandibularplanumwinkels, Verlust der vertikalen Dimension) zurückzuführen.

ONG ET AL.: „An Occlusal and Cephalometric Analysis of Maxillary First and Second Premolar Extraction Effects“, 2001

Im Jahr 2001 erschien die prospektive geplante Studie „An Occlusal and Cephalometric Analysis of Maxillary First and Second Premolar Extraction Effects“ von ONG ET AL. [122]. Einbezogen wurden 71 Patienten (37 weiblich, 34 männlich) mit einem durchschnittlichen Alter von 13,6 Jahren. Die Dauer der Untersuchung wurde nicht angegeben. Alle Patienten wiesen entweder eine Angle-Klasse I oder II auf. Die Extraktionsobjekte waren die ersten und zweiten Prämolaren. Bei 15 Patienten wurden die oberen und unteren ersten Prämolaren extrahiert. 26 Patienten ließen sich die oberen und unteren zweiten Prämolaren entfernen, und bei 30 Patienten wurden im Oberkiefer die 4'er und im Unterkiefer die 5'er gezogen. Die angewandte Behandlungsmechanik war eine Multi-bracket-Edgewise-Technik. Vor und nach der Behandlung wurden Fernröntgenseitenbilder angefertigt und ausgewertet. Es trat in allen drei Extraktionsgruppen eine leichte, aber nicht signifikante Abnahme der Werte für den Overbite, den "Facial axis"-Winkel und den Mandibularplanumwinkel (SN-GoMe) (Tabelle 2, Seite 32) auf. Ferner wurde

eine Reklination des Oberkieferfrontzahnsegmentes ermittelt, die vor allem nach 4'er-Extraktion deutlich zu erkennen war. ONG ET AL. kamen darüberhinaus zu dem Schluss, dass Veränderungen der Untersuchungsparameter abhängig von der Behandlungsmechanik, der Vorbehandlung und vom Wachstumstyp seien. Somit dürften Ergebnisse nach Extraktionstherapien nicht ausschließlich auf die Extraktion selbst zurückgeführt werden, sondern müssten stets im Zusammenhang mit den genannten Parametern betrachtet werden, da sonst falsche Schlussfolgerungen gezogen werden könnten.

PARKER ET AL.: „Skeletal and dental changes associated with the treatment of deep bite malocclusions“, 1995

PARKER ET AL. [124] publizierten im Jahr 1995 die retrospektive Studie „Skeletal and dental changes associated with the treatment of deep bite malocclusions“. Das Patientenkollektiv bestand aus 132 Probanden im Alter zwischen 11 und 16 Jahren. Die Geschlechterverteilung wurde nicht angegeben. Der Beobachtungszeitraum erstreckte sich auf durchschnittlich 31 Monate. Entsprechend ihrer Dysgnathieformen wurden die Patienten in drei Gruppen eingeteilt:

- Gruppe 1: Angle-Klasse I: 61 Patienten (26 mit, 35 ohne Extraktion)
- Gruppe 2: Angle-Klasse II/1: 27 Patienten (10 mit, 17 ohne Extraktion)
- Gruppe 3: Angle-Klasse II/2: 44 Patienten (11 mit, 33 ohne Extraktion)

Es wurden verschiedene Extraktionssequenzen angegeben (OK-4'er und UK-4'er; OK-4'er und UK-5'er; OK-5'er und UK-5'er). Daneben wurde der Einsatz von sechs verschiedenen, nicht weiter benannten Behandlungsmethoden erwähnt. Vor und nach der Behandlung erfolgte die Auswertung von Fernröntgenseitenbildern. Als vertikale Parameter dienten (Tabelle 2, Seite 32):

- "Palatal plane to mandibular plane" angle (MM angle)
- SN-Gn
- Ar-Go-Me
- "Facial axis" angle
- TAFH
- LAFH

In den Fällen mit einer Angle-Klasse I ergab sich eine signifikante Bisserrhöhung, die u.a. anhand des Winkels "Palatal plane to mandibular plane" ermittelt wurde. Weitere signifikante Veränderungen in Bezug auf die vertikale Dimension traten nicht auf.

PARKER ET AL. zogen das Resümee, dass eine Bisshöhenveränderung primär von der Behandlungsmechanik (dentale Werte) und vom Wachstum (skelettale Werte), nicht aber von der Extraktionstherapie abhängig sei.

RICHARDSON ET AL.: „The effect of extraction of four second permanent molars on the incisor overbite“, 1993

In ihrer prospektiven Studie „The effect of extraction of four second permanent molars on the incisor overbite“ aus dem Jahr 1993 untersuchten RICHARDSON ET AL. [133] insgesamt 33 Patienten, 23 weibliche und 10 männliche Probanden. Das durchschnittliche Patientenalter lag zu Beginn der Behandlung bei 14 Jahren. Angaben zur Dauer der Behandlung wurden nicht gemacht. Vier Probanden wiesen eine leichte Angle-Klasse II/1 auf, die übrigen zeigten eine Angle-Klasse I-Verzahnung. Bei allen Patienten wurden zum Zeitpunkt des Therapiebeginns die zweiten Molaren extrahiert. Sechs Patienten wurden mit einer Multiband-/Multibracket-Edgewise-Therapie oder herausnehmbaren Geräten weiterbehandelt, während der größte Teil (27 Patienten) gar nicht aktiv weiterbehandelt wurde. Als Kontrolle diente eine unbehandelte Gruppe von 33 Personen (24 weiblich, 9 männlich), die genau wie das Kontrollkollektiv in der Studie von ABU AIHAJJA ET AL. [1] aus der "Belfast Growth Study" stammten. Vor der Behandlung und mindestens fünf Jahre nach den Extraktionen wurden Fernröntgenseitenbilder angefertigt und ausgewertet. Es fiel eine Zunahme des Overbites und der "Lower facial height" (Tabelle 2, Seite 32) auf. Die posterioren Zähne zeigten eine Distalisierung, die Frontzahnbereiche eine Reklination (Abbildung 28).

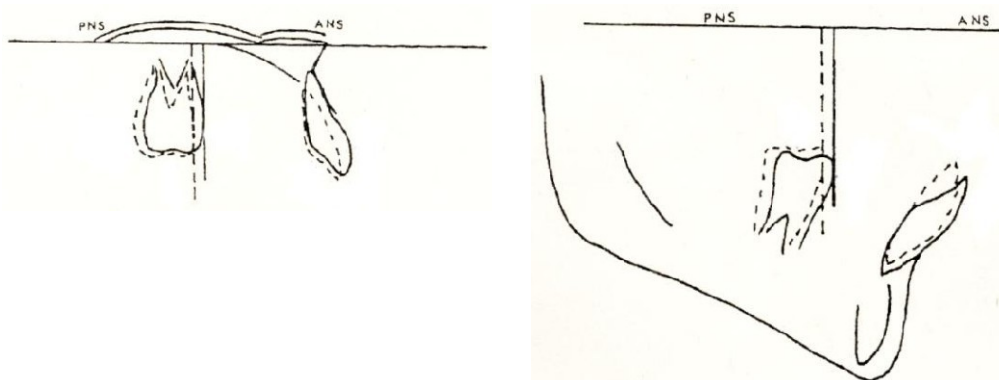


Abbildung 28: Distalisierung der posterioren Zähne und Reklination der Inzisivi [133]

In der Kontrollgruppe wurde ebenfalls eine Vergrößerung der "Lower facial height" ermittelt, der Overbite nahm dagegen signifikant ab. Die posterioren Zähne tendierten zu einer Mesialisierung. Diese bedingte die Proklination der Frontzähne bzw. die Entstehung eines Engstandes. Beide Gruppen wiesen keine Veränderungen des intermaxillären Winkels (PP-MP) (Tabelle 2) auf. RICHARDSON ET AL. kamen daher zu dem Schluss, dass die Extraktion der zweiten Molaren allein aus Gründen der Bissabsenkung nicht sinnvoll sei.

SIMONS ET AL.: „Change in overbite: A ten-year postretention study“, 1973

Die retrospektive Studie „Change in overbite: A ten-year postretention study“ von SIMONS ET AL. [157] wurde im Jahr 1973 veröffentlicht. Das Untersuchungskollektiv bestand aus 70 Patienten (42 weiblich, 28 männlich) mit einem durchschnittlichen Alter von 13 Jahren zu Beginn der Behandlung. Die Jungen befanden sich noch am Anfang des puberalen Wachstumsspurts, während die Mädchen ihre maximale Wachstumsgeschwindigkeit bereits erreicht hatten. Zur Dauer der Behandlung wurden keine Angaben gemacht. In dem Patientengut waren alle Formen der Angle-Klassen vertreten. 18 Probanden wiesen eine Klasse I auf, 37 eine Klasse II/1. Bei 12 Patienten wurde eine Angle-Klasse II/2 diagnostiziert und 3 Patienten zeigten eine Klasse III. 19 Patienten wurden ohne Extraktionen behandelt, in 51 Fällen wurde eine Extraktionstherapie durchgeführt, wobei die Zahngruppen variierten:

- 43 Patienten mit Extraktion aller ersten Prämolaren
- 3 Patienten mit Extraktion der oberen ersten Prämolaren
- 2 Patienten mit Extraktion der oberen ersten und unteren zweiten Prämolaren
- 1 Patient mit Extraktion der oberen seitlichen Inzisivi
- 1 Patient mit Extraktion der oberen zweiten Prämolaren und unteren ersten Inzisivi
- 1 Patient mit Extraktion der unteren zweiten Inzisivi

Vor und direkt nach der Behandlung sowie mindestens zehn Jahre später wurden Fernröntgenseitenbilder angefertigt und anhand eines X-Y-Koordinatensystems ausgewertet. Als Werte für die vertikale Dimension dienten N-Me ("Anterior face height"), N-ANS ("Upper face height"), ANS-Me ("Lower face height") und der Overbite (Tabelle 2, Seite 32). In den Parametern für die skelettale vertikale Dimension wurden keine Veränderungen nach der Extraktionstherapie ermittelt. Jedoch nahm der Overbite signifikant

ab, während er in den Nicht-Extraktionsfällen stabil blieb. SIMONS ET AL. kamen daher zu dem Schluss, dass Extraktionstherapien keinen Einfluss auf die vertikale skelettale, wohl aber auf die dentale Dimension hätten.

STAGGERS: „A comparison of results of second molar and first premolar extraction treatment“, 1990

Aus dem Jahr 1990 stammte die Publikation „A comparison of results of second molar and first premolar extraction treatment“ von STAGGERS [161]. Es wurden 44 Patienten (29 weiblich, 15 männlich) im Alter zwischen 9 und 16 Jahren untersucht. Zur Dauer der Behandlung gab es keine Angaben. Die Patienten wiesen eine Angle-Klasse I oder II/1 auf. Sie wurden entsprechend den Extraktionsobjekten in zwei gleichgroße Gruppen eingeteilt. In der ersten Gruppe wurden die oberen und unteren ersten Prämolaren extrahiert, in der zweiten Gruppe alle zweiten Molaren entfernt. Die sich anschließende Behandlungstechnik wurde nicht näher beschrieben. Vor und nach der Behandlung erfolgte die Auswertung von Fernröntgenseitenbildern. Dabei ergaben sich zwischen der Prämolaren- und der Zwölfjahrmolaren-Extraktionsgruppe keine signifikanten Veränderungen in der vertikalen Dimension (Horizontalebene zur Mandibularplanum-Ebene: HP-MP) (Tabelle 2, Seite 32). Zwar kam es in Gruppe 1 zu einer signifikant größeren Mesialbewegung der 6'er als in Gruppe 2. Da aber in beiden Gruppen eine Extrusion der 6'er auftrat, resultierte insgesamt kein Unterschied in der vertikalen Höhe. STAGGERS ging in ihren abschließenden Ausführungen auf die weit verbreitete These ein, dass die Extraktion der ersten Prämolaren einen Verlust der vertikalen Dimension verursache. Das damit verbundene "overclosure" der Mandibula führe zu einer Verkürzung der Kaumuskulatur und zu Kiefergelenksbeschwerden. Nach Ansicht der Autorin ignorierte diese These jedoch das Faktum, dass orthodontische Mechaniken bis zu einem gewissen Grad extrusiv wirken würden und somit die vertikale Dimension beibehalten oder sogar vergrößern könnten.

STAGGERS: „Vertical changes following first premolar extractions“, 1994

1994 veröffentlichte STAGGERS [162] die retrospektive Studie „Vertical changes following first premolar extractions“. Das Patientenkollektiv bestand aus 83 Probanden

mit einer Angle-Klasse I-Okklusion. Die Geschlechterverteilung wurde nicht erwähnt. Bei 38 Patienten, die im Durchschnitt 14,4 Jahre alt waren, wurden die ersten Prämolaren entfernt. 45 Patienten wurden ohne Extraktion behandelt. Sie waren durchschnittlich 12,8 Jahre alt. Angaben zur Dauer der Behandlung wurden nicht gemacht. Die angewandte Behandlungsmechanik bestand in einer Multiband-/Multibracket-"Straightwire"-Technik. Vor und nach der Behandlung wurden Fernröntgenseitenbilder ausgewertet. Relevante vertikale Parameter waren N-Me ("Anterior face height"), HP-MP, U6-PP, L6-MP und PFH (Tabelle 2, Seite 32).

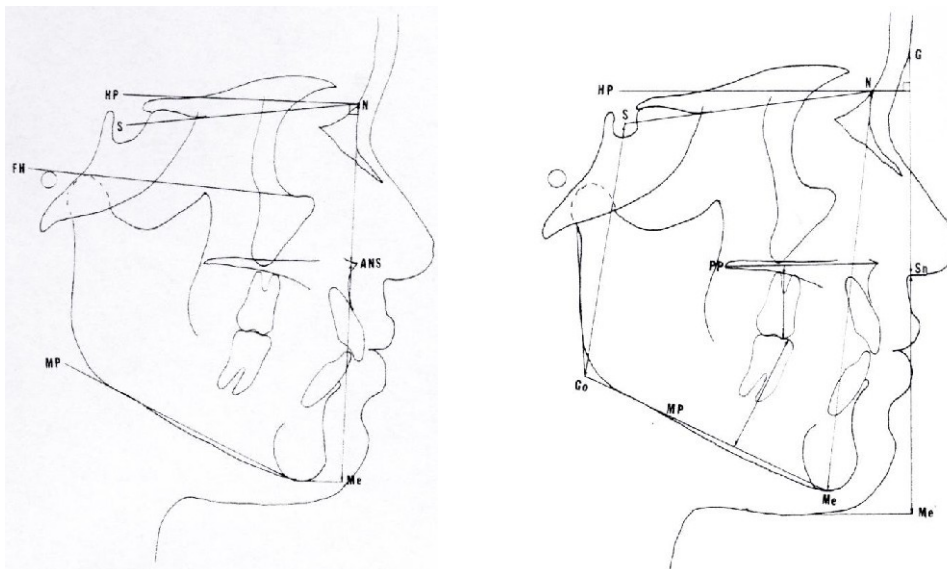


Abbildung 29: Röntgenkephalometrische Messpunkte der Auswertung von STAGGERS [162]

Hinsichtlich der vertikal-skelettalen Parameter konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen der Extraktions- und der Nicht-Extraktionsgruppe festgestellt werden. Der erwartete Bisshöhenverlust in der Extraktionsgruppe blieb aus. Im Durchschnitt zeigte sich sogar eine leichte Zunahme der vertikalen Dimension in beiden Gruppen. Dies führte STAGGERS auf extrusiv wirkende Mechaniken wie Klasse II-Gummizüge oder der parallelen Anwendung von Headgears zurück. Sie widerlegte somit mit den Ergebnissen dieser Studie die Hypothese, dass die Extraktion der ersten Prämolaren in einem Verlust der vertikalen Dimension resultiere.

STELLZIG ET AL.: „Skelettale und dentoalveoläre Veränderungen nach Extraktion der zweiten Molaren im Oberkiefer“, 1996

In ihrer retrospektiven Studie „Skelettale und dentoalveoläre Veränderungen nach Extraktion der zweiten Molaren im Oberkiefer“ aus dem Jahr 1996 untersuchten STELLZIG ET AL. [165] 25 Patienten, darunter 14 Mädchen und 11 Jungen, mit einem durchschnittlichen Alter von 13,8 Jahren zu Beginn der Therapie. Die aktive Behandlungszeit betrug 2,1 Jahre. Bei allen Probanden lag eine Angle-Klasse II mit Tiefbiss und horizontalem Wachstumsmuster vor. 23 Patienten unterzogen sich der Extraktion beider oberen Zwölfjahrmolaren, bei zwei Patienten wurde nur der linke obere zweite Molar entfernt. Es wurde ein Headgear mit zervikaler Zugrichtung zur Distalisation der oberen 6'er eingesetzt. Prä- und posttherapeutisch erfolgte die Vermessung von Kiefermodellen der 25 Patienten (Ausmaß der Distalverzahnung, vertikaler Überbiss). Zusätzlich wurden Fernröntgenseitenbilder ausgewertet. Als Werte, die für die vertikale Dimension relevant sind, wurden der Overbite und der "Maxillary-mandibular plane angle" (Tabelle 2, Seite 32) angegeben. Der Overbite reduzierte sich durchschnittlich von 4,7 auf 2,7 mm. Bei 23 Patienten (92 %) wurde eine Neutralbiss-Stellung erreicht, während bei zwei Patienten (8 %) einseitig eine geringe distale Verzahnung von einer Viertel-Prämolarenbreite verblieb. Trotz des horizontalen Wachstumsmusters wurde bei keinem der Probanden eine posttherapeutische skelettale Bissabsenkung festgestellt.

TANER-SARISOY ET AL.: „The influence of extraction orthodontic treatment on craniofacial structures: Evaluation according to two different factors“, 1999

TANER-SARISOY ET AL. [169] publizierten im Jahr 1999 die Studie „The influence of extraction orthodontic treatment on craniofacial structures: Evaluation according to two different factors“. Das Untersuchungskollektiv bestand aus 41 Patienten im Alter von durchschnittlich 14,6 Jahren. Angaben zur Geschlechterverteilung wurden nicht gemacht. Die Behandlungszeit betrug im Durchschnitt 2 Jahre und 10 Monate. Alle Patienten wiesen eine Angle-Klasse I oder II/1 auf und unterzogen sich einer Extraktionstherapie, bei der die vier ersten Prämolaren entfernt wurden. Als Behandlungsmechanik wurde eine Multibracket-Edgewise-Technik verwendet. Die Probanden wurden in zwei Beobachtungsgruppen eingeteilt. Die erste Gruppe wurde anhand des Parameters

"Wachstumsmuster" (mesio- oder hyperdivergent), die zweite Gruppe anhand des Parameters "Behandlungstechnik" (zervikaler bzw. "High-pull"-Headgear oder kein Headgear) zusammengestellt. Vor und nach der Behandlung wurden Fernröntgenseitenbilder ausgewertet sowie Handröntgenaufnahmen nach GREULICH und PYLE [60] analysiert.

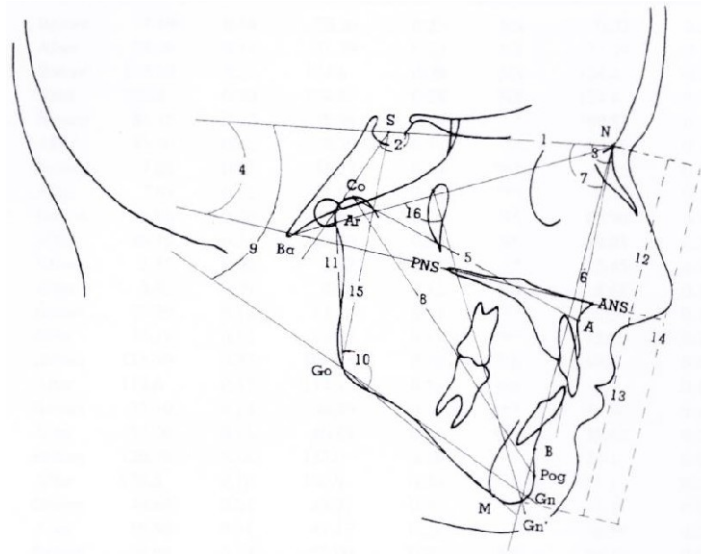


Abbildung 30: Röntgenkephalometrische Messpunkte der Auswertung von TANER-SARISOY [169]  
 (1) S-N, (2) N-S-Ar, (3) SNA, (4) SN/ANS-PNS, (5) Co-A, (6) ANB, (7) SNB, (8) Co-Pog, (9) SN/GoGn, (10) ArGoM, (11) Go-Ar, (12) N-ANS, (13) ANS-M, (14) N-M, (15) S-Go, (16) BaN/Gn

Es ergab sich eine signifikante Vergrößerung der "Upper facial height" und der "Posterior facial height" (Tabelle 2, Seite 32) in der Headgear-Gruppe. Beide Gruppen zeigten einen signifikanten Zuwachs der "Lower facial height" und der "Total facial height" (Tabelle 2). Der "Facial axis"-Winkel (Tabelle 2) nahm aufgrund von Wachstumsvorgängen und Molarenextrusion ab. Durch die kombinierte Behandlung von Multibracket-Edgewise-Technik und Prämolarenextraktion konnte nach Ansicht der Autoren keine signifikante Beeinflussung des Wachstumsmusters erreicht werden. Der zusätzliche Einsatz eines Headgears wirkte sich nicht mindernd auf die vertikale Dimension aus. Daher zogen TANER-SARISOY ET AL. den Schluss, dass das Ausmaß der Veränderung der Gesichtshöhe hauptsächlich abhängig vom genetisch festgelegten Wachstumstyp, nicht aber von der Extraktionstherapie sei.



YAMAGUCHI ET AL.: „The effects of extraction and nonextraction treatment on the mandibular position“, 1991

Aus dem Jahr 1991 stammte die prospektive Studie „The effects of extraction and nonextraction treatment on the mandibular position“ von YAMAGUCHI ET AL. [182]. Untersucht wurden 121 Patienten (65 weiblich, 56 männlich). Das Patientenalter lag bei durchschnittlich 12,2 Jahren. Die Dauer der Behandlung betrug 2,2 Jahre. Die Patienten wurden in zwei Gruppen eingeteilt:

- Gruppe 1: 73 Patienten (46 weiblich, 27 männlich) mit Extraktionstherapie, darunter 35 Patienten mit Angle-Klasse I und 38 Patienten mit Angle-Klasse II
- Gruppe 2: 48 Probanden (19 weiblich, 29 männlich) ohne Extraktionstherapie, darunter 25 Probanden mit Angle-Klasse I und 23 Probanden mit Angle-Klasse II

Es existierten keine Angaben darüber, welche Zähne extrahiert wurden. Als Mechanik wurde eine Multibracket-Edgewise-Technik eingesetzt. Ergänzt wurden die Behandlungen durch einen zervikalen bzw. "High-pull"-Headgear und durch intermaxilläre Gummizüge, die sowohl bei den Extraktions- als auch bei den Nicht-Extraktionsfällen Anwendung fanden. Vor und nach der Behandlung wurden Fernröntgenseitenbilder ausgewertet.

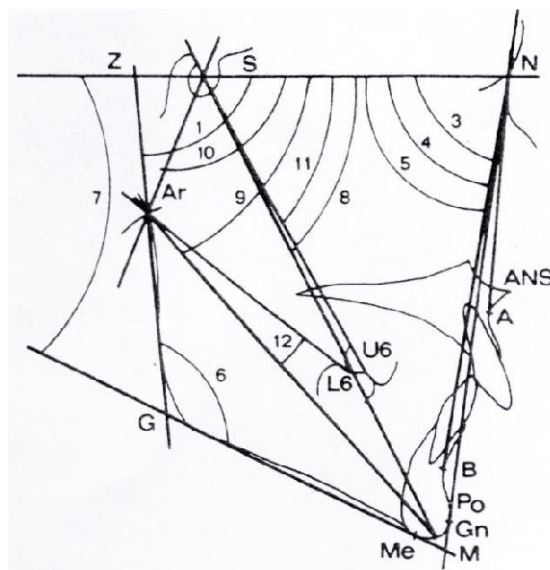


Abbildung 31: Röntgenkephalometrische Messpunkte der Auswertung von YAMAGUCHI [182]

- (1) GZN, (2) ANB, (3) SNA, (4) SNPo, (5) SNB, (6) Gonion-Winkel, (7) G-Me/SN, (8) S-Gn/SN, (9) Ar-Gn/SN, (10) Ar-S-n, (11) U6-S-N, (12) L6-Ar-Gn

In der Extraktionsgruppe ergab sich eine signifikante Zunahme des Winkels MP-SN, der "Posterior facial height" sowie der "Lower anterior facial height" (Tabelle 2, Seite 32). Durch den Einsatz intermaxillärer Gummizüge kam es laut den Ergebnissen der Autoren zu einem Anstieg der "Anterior facial height" (Tabelle 2) und einer posterioren Rotation des Unterkiefers. Darüberhinaus trat eine signifikante Extrusion der Sechsjahrmolaren im Oberkiefer auf. Es fand demnach eine Bissanhebung statt. In der Nicht-Extraktionsgruppe wurden keine signifikanten skelettalen oder dentalen Effekte ermittelt.

#### ***4.3.2 Synoptische Analyse der relevanten Literatur***

Aufgrund der Heterogenität der Studien wird auf eine statistische Auswertung der Ergebnisse verzichtet, um Fehlinterpretationen zu vermeiden. Stattdessen werden die Studien anhand der in Kapitel 3.2.2 genannten Parameter "Patienten/Probanden", "Interventionen", "Studienqualität" und "Endpunkt" aufbereitet und in den Tabellen 21-25 zusammengefasst.

Parameter der Patienten/Probanden					
Autoren	Anzahl	Alter	Geschlecht	Angle-Klasse	Wachstumstyp
Abu Aihajja ES et al.	28	12,4 Jahre	16 ♀, 12 ♂	---	---
Al-Nimri KS	52	13,2 bzw. 13,4 Jahre	20 ♀, 32 ♂	Klasse II/1	Hyperdivergent
Aras A	32	14,9 Jahre	20 ♀, 12 ♂	Klasse I und II	Keine Angaben; puberaler Wachstumsgipfel überschritten
Basciftci FA et al.	87	14,3 Jahre	53 ♀, 34 ♂	Klasse I und II	---
Bishara SE et al.('95)	91	11,5 Jahre	50 ♀, 41 ♂	Klasse II/1	---
Bishara SE et al.('94)	91	11,5 Jahre	50 ♀, 41 ♂	Klasse II/1	---
Boley JC et al.	50	"Jugendalter" (2 Ausnahmen: 22 bzw. 34 J.)	28 ♀, 22 ♂	---	---
Bravo LA et al.	31	13,2 Jahre	31 ♀, 0 ♂	Klasse II mit Overjet >5,5 mm	Kein Wachstum vorhanden
Chua AL et al.	174	11,6 Jahre	108 ♀, 76 ♂	Klasse I und II	Vertikal bzw. horizontal
Cusimano C et al.	37	11,8 Jahre	21 ♀, 16 ♂	Klasse I und II	SN-GoGn >36°
Darendeliler N et al.	41	14,5 Jahre (Handröntgenaufnahmen)	---	Klasse I und II	Mesio- bzw. hyperdivergent
DeBerardinis M et al.	32	13,4 Jahre	22 ♀, 10 ♂	---	Vertikal
Garlington M et al.	33	9,0 Jahre	11 ♀, 12 ♂	Klasse II/1	Vertikal
Hans MG et al.	61	12,9 bzw. 12,3 Jahre	33 ♀, 28 ♂	---	---
Hayasaki SM et al.	59	12,1 Jahre	31 ♀, 28 ♂	Klasse I und II/1	Mesiofazial
Hirschfelder U et al.	56	12,3 Jahre	36 ♀, 20 ♂	Klasse I, II/1, II/2 und III	Neutral, horizontal, vertikal
Ismail SF et al.	24	11-19 Jahre	---	Klasse I	---
Kader HMA	22	18-20 Jahre	0 ♀, 22 ♂	Klasse II/1	---
Kim TK et al.	54	15,6 bzw. 16,2 Jahre	42 ♀, 12 ♂	Klasse I	Hyperdivergent
Klapper L et al.	30	12-15 Jahre	0 ♀, 30 ♂	Klasse II	Horizontal bzw. vertikal
Kocadereli I	80	12,5 Jahre	47 ♀, 33 ♂	Klasse I	Vertikal bzw. neutral
McLaughlin RP et al.	---	---	---	---	---
Ong HB et al.	71	13,6 Jahre	37 ♀, 34 ♂	Klasse I und II	---
Parker CD et al.	132	11-16 Jahre	---	Klasse I, II/1 und II/2	Horizontal
Richardson ME et al.	33	14,0 Jahre	23 ♀, 10 ♂	Klasse I und II/1	---
Simons ME et al.	70	13,0 Jahre	42 ♀, 28 ♂	Klasse I, II/1, II/2 und III	---

Parameter der Patienten/Probanden					
Staggers JA ('90)	44	9-16 Jahre	29 ♀, 15 ♂	Klasse I und II/1	---
Staggers JA ('94)	83	14,4 bzw. 12,8 Jahre	---	Klasse I	---
Stellzig A et al.	25	13,8 Jahre	14 ♀, 11 ♂	Klasse II	Horizontal
Taner-Sarisoy L et al.	41	14,6 Jahre (Handröntgenaufnahmen)	---	Klasse I und II/1	Neutral bzw. vertikal
Yamaguchi K et al.	121	12,2 Jahre	65 ♀, 56 ♂	Klasse I und II	---

Tabelle 21: Angaben zu den Patienten/Probanden

Die Anzahl der in den Studien untersuchten Patienten schwankt zwischen 22 (KADER [86]) und 174 (CHUA [35]). Fast alle Autoren wählen für ihre Studien Kinder bzw. Jugendliche als Probanden. Ausnahmen bilden die Publikationen von BOLEY [24] und KADER [86] (zwei bzw. 22 erwachsene Patienten). DARENDELILER [37] und TANER-SARISOY [169] liefern die einzigen Studien, in denen explizit zwischen chronologischem und skeletalem Alter differenziert wird. Als diagnostisches Hilfsmittel werden hierzu Handröntgenaufnahmen nach GREULICH und PYLE [60] eingesetzt, anhand derer das Wachstumspotential abgeschätzt werden kann. SIMONS [157] gibt in seiner Publikation an, dass sich die von ihm untersuchten Jungen noch vor dem puberalen Wachstumsspur befinden, während die Mädchen bereits über dieses Stadium hinaus sind. HIRSCHFELDER [69] beschreibt in seiner Studie Unterschiede im Beginn der kieferorthopädischen Behandlung bei Nicht-Extraktions- und Extraktions-Fällen. Die Therapie der Patienten, die ohne Extraktionen behandelt werden, wird durchschnittlich ein Jahr früher begonnen und abgeschlossen.

Die überwiegende Anzahl der Autoren hat ihre Untersuchungsgruppen nach Geschlechtern aufgeteilt. DARENDELILER [37], ISMAIL [80], PARKER [124], STAGGERS [161] und TANER-SARISOY [169] liefern keine Angaben zur Geschlechterverteilung. Einige Autoren beziehen ausschließlich männliche Patienten in ihre Studien ein (KADER [86], KLAPPER [93]), während BRAVO [27] nur weibliche Probanden untersucht.

In den meisten Studien werden Patienten mit einer Angle-Klasse I und/oder II betrachtet. Die Untersuchungen von HIRSCHFELDER [69] und SIMONS [157] beziehen daneben auch Probanden mit einer Angle-Klasse III-Verzahnung ein. In den Publikationen von ABU

AIHAJA [1], BOLEY [24], DEBERARDINIS [40] und HANS [62] finden sich keine Angaben zur Angle-Klasse.

Häufig liegen in den Studien keine Daten zum Wachstumstyp vor (z.B. ABU AIHAJA [1], BASCIFTCI [12], BISHARA [21], BOLEY [24]). Daneben gibt es Publikationen, in denen Patienten mit ausschließlich horizontalem (z.B. PARKER [124]), vertikalem (z.B. DEBERARDINIS [40]) oder neutralem (HAYASAKI [64]) Wachstumsmuster Berücksichtigung finden. Die Studien von CHUA [35], DARENDELILER [37], HIRSCHFELDER [69], KLAPPER [93], KOCADERELI [95] und TANER-SARISOY [169] betrachten Patienten mit unterschiedlichen Wachstumstypen. BRAVO [27] gibt an, dass in seinem Untersuchungskollektiv überhaupt kein Wachstum vorhanden ist.

Parameter der Interventionen				
Autoren	Behandlungs- technik	Dauer der Behandlung	Extraktions- objekte	Analyse- methoden
Abu Aihajja ES et al.	Kein Einsatz von Behandlungsme- chaniken	1,5 Jahre	UK-6'er	FRS vor und 18 Monate nach der Behandlung (nachträgliche Digitalisierung)
Al-Nimri KS	MB-Edgewise- Technik	27,3 bzw. 28,4 Monate	OK-4'er/UK-4'er OK-4'er/UK-5'er	FRS vor und nach der Behandlung
Aras A	Straight-Wire- Technik mit "Coilsprings"	---	OK-4'er/UK-4'er OK-5'er/UK-5'er OK-6'er/UK-6'er	FRS vor und nach der Behandlung (2-Faktoren-Exp.)
Basciftci FA et al.	---	1,9 Jahre	OK-4'er/UK-4'er	FRS vor und nach der Behandlung (nachträgliche Digitalisierung)
Bishara SE et al.('95)	---	2,6 Jahre	OK-4'er/UK-4'er	FRS vor und 2-3 Jahre nach der Behandlung
Bishara SE et al.('94)	---	2,6 Jahre	OK-4'er/UK-4'er	FRS vor und 2-3 Jahre nach der Behandlung
Boley JC et al.	---	1,2 Jahre	OK-4'er/UK-4'er OK-5'er/UK-5'er	En Face- und Profil- Fotos, FRS vor und nach der Behandlung (mehrere Endpunkt- Auswerter)
Bravo LA et al.	MB-Edgewise- Technik	2,7 Jahre	OK-4'er/UK-4'er	FRS vor und nach der Behandlung
Chua AL et al.	MB-Technik nach RICKETTS, zervikaler HG, intermaxilläre Gummizüge	25-42 Monate	OK-4'er/UK-4'er	Beurteilung der "Lower anterior face height" anhand des Michigan Growth Standards
Cusimano C et al.	---	---	OK-4'er/UK-4'er	FRS vor und nach der Behandlung (modifizierter MP- Winkel)
Darendeliler N et al.	MB-Edgewise- Technik mit und ohne HG	2,8 Jahre	OK-4'er/UK-4'er	FRS vor und nach der Behandlung
DeBerardinis M et al.	MB-Edgewise- Technik mit VHA; MB-TWEED-Technik mit "High pull"-HG	14,7 Monate	OK-4'er/UK-4'er	FRS vor und nach der Behandlung
Garlington M et al.	MB-Edgewise- Technik	4,5-6 Jahre	UK-5'er	FRS vor und nach der Behandlung
Hans MG et al.	TWEED-Edgewise- Technik	3,2 Jahre	OK-4'er/UK-4'er OK-6'er/UK-6'er	FRS vor und nach der Behandlung
Hayasaki SM et al.	MB-Edgewise- Technik	2,5 Jahre	OK-4'er/UK-4'er	FRS vor und nach der Behandlung
Hirschfelder U et al.	75 % FKO und MB (ROTH-Straight- Wire), 14 % MB, 11 % herausnehm- bare Geräte	4,6 Jahre	OK-4'er/UK-4'er OK-5'er/UK-5'er OK-4'er/UK-5'er OK-6'er/UK-6'er OK/UK 4'er, 5'er, 6'er	FRS vor und nach der Behandlung, Modellanalyse, Vergleichswerte aus der Michigan-Studie

Parameter der Interventionen				
Ismail SF et al.	MB-Edgewise-Technik	1 Jahr	OK-5'er/UK-5'er	FRS vor und nach der Behandlung, 3D-Oberflächenscan
Kader HMA	MB-Edgewise-Technik	---	OK-4'er/UK-4'er	FRS vor und nach der Behandlung
Kim TK et al.	MB-Edgewise-Technik und "Closing loop mechanics"	2,3 bzw. 2,5 Jahre	OK-4'er/UK-4'er OK-5'er/UK-5'er	FRS vor und nach der Behandlung
Klapper L et al.	MB-Edgewise-Technik	2,0-2,5 Jahre	OK-4'er/UK-4'er	FRS vor und nach der Behandlung (nach RICKETTS)
Kocadereli I	MB-Edgewise-Technik	---	OK-4'er/UK-4'er	FRS vor und nach der Behandlung
McLaughlin RP et al.	---	---	---	---
Ong HB et al.	MB-Edgewise-Technik	2,5 Jahre	OK-4'er/UK-4'er OK-5'er/UK-5'er OK-4'er/UK-5'er	FRS vor und nach der Behandlung
Parker CD et al.	Sechs verschiedene, nicht näher benannte Techniken	31 Monate	OK-4'er/UK-4'er OK-5'er/UK-5'er OK-4'er/UK-5'er	FRS vor und nach der Behandlung
Richardson ME et al.	OK-Platte; UK-Platte; MB-Edgewise-Technik; keine	5 Jahre	OK-7'er/UK-7'er	FRS vor und mindestens 5 Jahre nach der Behandlung
Simons ME et al.	Technik nach der "Pacific Northwest TWEED Study Group"	---	OK-4'er/UK-4'er OK-4'er OK-4'er/UK-5'er OK-2'er OK-5'er/UK-1'er UK-2'er	FRS vor und nach der Behandlung sowie mindestens 10 Jahre nach Abschluss der Behandlung
Staggers JA ('90)	---	---	OK-4'er/UK-4'er OK-7'er/UK-7'er	FRS vor und nach der Behandlung
Staggers JA ('94)	MB-Straight-wire-Technik	---	OK-4'er/UK-4'er	FRS vor und nach der Behandlung
Stellzig A et al.	MB-Edgewise-Technik, zervikaler HG	2,1 Jahre	OK-7'er	FRS vor und nach der Behandlung, Modellanalyse
Taner-Sarisoy L et al.	MB-Edgewise-Technik mit und ohne HG	2,8 Jahre	OK-4'er/UK-4'er	FRS vor und nach der Behandlung
Yamaguchi K et al.	MB-Edgewise-Technik mit HG und intermaxillären Gummizügen	2,2 Jahre	---	FRS vor und nach der Behandlung

Tabelle 22: Angaben zu den Interventionen

Die Behandlungsmechaniken differieren in den verschiedenen Studien. Häufig kommt die Multibracket-Edgewise-Technik zum Einsatz (z.B. AL-NIMRI [3], BRAVO [27], GARLINGTON [57]). Auch extraorale Geräte (Headgear, z.B. CHUA [35]), extrusive intraorale Mechaniken (Gummizüge, z.B. YAMAGUCHI [182]) oder FKO (HIRSCHFELDER [69]) werden angewendet. In der Studie von ABU AIHAJJA [1] wird nach erfolgter Extraktion auf den Einsatz weiterer Behandlungsmechaniken vollständig verzichtet. BASCIFTCI [12], BISHARA [21], [22], BOLEY [24], CUSIMANO [36] und STAGGERS [161] liefern keinerlei Angaben zu den eingesetzten Behandlungstechniken.

Das Intervall der aktiven Behandlungsphase schwankt in den vorliegenden Studien zwischen einem (ISMAIL [80]) und sechs Jahren (GARLINGTON [57]).

Als Extraktionsobjekte kommen die ersten Prämolaren (z.B. CUSIMANO [36]), die zweiten Prämolaren (z.B. ISMAIL [80]), die ersten Molaren (z.B. ABU AIHAJJA [1]) oder die zweiten Molaren (z.B. RICHARDSON [133]) in Betracht. SIMONS [157] führt daneben auch die Entfernung von Inzisivi durch. Darüberhinaus werden intermaxillär differierende Extraktionsobjekte (z.B. HIRSCHFELDER [69]) sowie unimaxilläre Extraktionen (z.B. STELLZIG [166]) beschrieben. YAMAGUCHI [182] liefert in seiner Studie keine Angaben zur Art der extrahierten Zähne.

Die Ermittlung der Veränderungen in der vertikalen Dimension erfolgt in den meisten Studien durch die Auswertung von Fernröntgenseitenbildern, die jeweils vor und nach der Behandlung angefertigt wurden. In zwei Fällen wird eine nachträgliche Digitalisierung der Bilder durchgeführt (ABU AIHAJJA [1], BASCIFTCI [12]). CHUA [35], DEBERARDINIS [40], HANS [62], KADER [86] und SIMONS [157] verwenden ausschließlich lineare Streckenmaße zur Ermittlung der vertikalen Parameter, während sich ARAS [7], KLAPPER [93] und STAGGERS [161] auf Winkelmessungen beschränken. Die übrigen Autoren greifen sowohl auf lineare als auch auf anguläre Werte zurück. Als weitere diagnostische Hilfsmittel kommen die Modellanalyse (HIRSCHFELDER [69], STELLZIG [165]) sowie die Auswertung von En-Face- und Profil-Fotos (BOLEY [24]) zum Einsatz.



Parameter der Studienqualität			
Autoren	Evidenzgrad	Studiendesign	Kontrollgruppe
Abu Aihajja ES et al.	Evidenzgrad IV (Fall-Kontrollstudie niederer Qualität)	Retrospektive Studie	Ja (unbehandelte Probanden aus der "Belfast Growth Study")
Al-Nimri KS	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Retrospektive Studie	Nein
Aras A	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Prospektive Studie	Nein
Basciftci FA et al.	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Retrospektive Studie	Nein
Bishara SE et al.('95)	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Prospektive klinische Studie	Ja (unbehandelte Probanden aus der "Iowa Facial Growth Study")
Bishara SE et al.('94)	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Prospektive klinische Studie	Ja (unbehandelte Probanden aus der "Iowa Facial Growth Study")
Boley JC et al.	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Retrospektive Studie	Nein
Bravo LA et al.	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Prospektive klinische Studie	Nein
Chua AL et al.	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Retrospektive klinische Studie	Nein
Cusimano C et al.	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Retrospektive Studie	Nein
Darendeliler N et al.	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Retrospektive Studie	Nein
DeBerardinis M et al.	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Retrospektive Studie	Nein
Garlington M et al.	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Randomisiert prospektive Studie	Nein
Hans MG et al.	Evidenzgrad IV (Fall-Kontrollstudie niederer Qualität)	Retrospektive Studie	Ja (unbehandelte Probanden)
Hayasaki SM et al.	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Retrospektive Longitudinalstudie	Nein
Hirschfelder U et al.	Evidenzgrad IIIb (individuelle Fall- Kontrollstudie)	Retrospektive klinisch- röntgenologische Studie	Ja (morphologisch korres- pondierende Nicht-Extrak- tionsgruppe mit Intervention)
Ismail SF et al.	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Prospektive Studie	Nein
Kader HMA	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Prospektive Studie	Nein
Kim TK et al.	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Retrospektive Studie	Nein
Klapper L et al.	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Retrospektive Studie	Nein

Parameter der Studienqualität			
Kocadereli I	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Retrospektive Studie	Nein
McLaughlin RP et al.	Evidenzgrad IIa (systematische Übersicht aus Kohortenstudien)	Review	---
Ong HB et al.	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Randomisiert prospektive klinische Studie	Nein
Parker CD et al.	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Retrospektive Studie	Nein
Richardson ME et al.	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Prospektive klinische Studie	Ja (unbehandelte Probanden aus der "Belfast Growth Study")
Simons ME et al.	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Retrospektive Studie	Nein
Staggers JA ('90)	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Retrospektive Studie	Nein
Staggers JA ('94)	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Retrospektive Studie	Nein
Stellzig A et al.	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Retrospektive Studie	Nein
Taner-Sarisoy L et al.	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Retrospektive Studie	Nein
Yamaguchi K et al.	Evidenzgrad IIb (individuelle Kohortenstudie)	Prospektive Studie	Nein

Tabelle 23: Angaben zur Studienqualität

Im Zuge der systematischen Literaturrecherche konnten keine randomisierten, klinisch kontrollierten Studien zum Arbeitsthema gefunden werden. Case Reports wurden aufgrund ihrer geringen Validität nicht inkludiert. Es wurden insgesamt 27 Kohortenstudien (Evidenzgrad IIb), drei Fall-Kontrollstudien (Evidenzgrad IIIb/IV) und ein Review (Evidenzgrad IIa) identifiziert. Das Studiendesign ist sowohl prospektiver als auch retrospektiver Natur, wobei die überwiegende Anzahl der Studien retrospektiv angelegt ist.

In sechs der 31 vorliegenden Originalarbeiten wird die Untersuchung einer Kontrollgruppe beschrieben. Die Kontrollgruppen von ABU AIHALJA [1], BISHARA [21],[22], HANS [62] und RICHARDSON [133] bestehen aus einem Kollektiv unbehandelter Probanden. HIRSCHFELDER [69] betrachtet eine morphologisch korrespondierende Nicht-Extraktionsgruppe, die einer orthodontischen Intervention unterliegt.

<b>Parameter des Endpunktes: "Vertikale Dimension – Dentale Effekte"</b>			
<b>Autoren</b>	<b>Bissabsenkung</b>	<b>Bisserhöhung</b>	<b>Kein vertikaler Effekt</b>
Abu Aihajja ES et al.	Ja (Zunahme des Overbites)	Nein	Nein
Al-Nimri KS	Nein	Nein	Ja
Aras A	Ja (Mesialisierung der 7'er)	Nein	Nein
Basciftci FA et al.	Nein	Nein	Ja (Protrusion der Inzisivi in den Nicht-Extraktionsfällen)
Bishara SE et al.('95)	Nein	Ja (Abnahme des Overbites in den Ex- und Non-Ex-Fällen)	Nein
Bishara SE et al.('94)	Nein	Ja (Abnahme des Overbites in den Ex- und Non-Ex-Fällen)	Nein
Boley JC et al.	Nein	Nein	Ja
Bravo LA et al.	Nein	Ja (Reklination der Inzisivi in den Extraktionsfällen; Abnahme des Overbites in den Extraktions- und Nicht-Extraktionsfällen)	Nein
Chua AL et al.	Nein	Nein	Ja
Cusimano C et al.	Ja (Mesialisierung der OK- und UK-6'er; Reklination der OK- und UK-Inzisivi)	Nein	Nein
Darendeliler N et al.	Ja (Zunahme des Overbites in der hyperdivergenten Gruppe mit und ohne HG)	Ja (Abnahme des Overbites und Extrusion der Molaren in der mesiodivergenten Gruppe mit HG)	Nein
DeBerardinis M et al.	Nein	Ja (Abnahme des Overbites und Extrusion der Molaren)	Nein
Garlington M et al.	Nein	Nein	Ja (Mesialisierung und Extrusion der unteren Sechsjahrmolaren)
Hans MG et al.	Nein	Ja (statistisch relevante Abnahme des Overbite um 4,1 mm durch Intrusion der OK- und UK-Inzisivi)	Nein
Hayasaki SM et al.	Ja (Mesialisierung der Sechsjahrmolaren)	Nein	Nein
Hirschfelder U et al.	Nein	Ja (Abnahme des Overbites bei neutralem und horizontalem Wachstum)	Nein
Ismail SF et al.	Nein	Ja (Abnahme des Overbites)	Nein
Kader HMA	Nein	Ja (Abnahme des Overbites)	Nein
Kim TK et al.	Ja (Mesialisierung der Molaren, Reklination der Inzisivi)	Nein	Nein
Klapper L et al.	Ja (Mesialisierung der Molaren)	Nein	Nein
Kocadereli I	Nein	Nein	Ja

<b>Parameter des Endpunktes: "Vertikale Dimension – Dentale Effekte"</b>			
McLaughlin RP et al.	Nein (kein evidenter Beweis)	Ja (durch extrusive Wirkung orthodontischer Geräte)	Nein
Ong HB et al.	Nein	Ja (nicht signifikante Abnahme des Overbites)	Nein
Parker CD et al.	Nein	Nein	Ja
Richardson ME et al.	Ja (Zunahme des Overbites, Distalisation der Molaren und Reklination der Inzisivi in den Extraktionsfällen)	Ja (Abnahme des Overbites, Mesialisation der Molaren und Proklination der Inzisivi in den Nicht-Extraktionsfällen)	Nein
Simons ME et al.	Nein	Ja (Abnahme des Overbites in den Extraktionsfällen)	Nein
Staggers JA ('90)	Ja (Mesialisierung der Molaren)	Ja (Extrusion der Molaren)	Nein
Staggers JA ('94)	Nein	Ja (Extrusion der Molaren)	Nein
Stellzig A et al.	Nein	Ja (Abnahme des Overbites)	Nein
Taner-Sarisoy L et al.	Nein	Nein	Ja
Yamaguchi K et al.	Nein	Ja (Extrusion der oberen Sechsjahrmolaren in den Extraktionsfällen)	Nein

Tabelle 24: Angaben zum Endpunkt: "Vertikale Dimension – Dentale Effekte"

<b>Parameter des Endpunktes "Vertikale Dimension – Skelettale Effekte"</b>			
<b>Autoren</b>	<b>Horizontalisierung</b>	<b>Vertikalisation</b>	<b>Kein vertikaler Effekt</b>
Abu Aihajja ES et al.	Nein	Nein	Ja
Al-Nimri KS	Nein	Nein	Ja
Aras A	Ja (signifikante "counterclockwise"-Rotation der Mandibula bei E5 und E6)	Nein	Nein
Basciftci FA et al.	Nein	Nein	Ja
Bishara SE et al.('95)	Nein	Nein	Ja
Bishara SE et al.('94)	Nein	Nein	Ja
Boley JC et al.	Ja (leichte "counterclockwise"-Rotation der Mandibula)	Nein	Nein
Bravo LA et al.	Nein	Nein	Ja
Chua AL et al.	Nein	Ja (nur Nicht-Extraktionsfälle)	Nein
Cusimano C et al.	Nein	Nein	Ja
Darendeliler N et al.	Nein	Nein	Ja
DeBerardinis M et al.	Nein	Ja (HG-Gruppe mehr als VHA-Gruppe)	Nein
Garlington M et al.	Ja (signifikante "counterclockwise"-Rotation der Mandibula)	Nein	Nein
Hans MG et al.	Nein	Nein	Ja
Hayasaki SM et al.	Nein	Nein	Ja
Hirschfelder U et al.	Nein	Ja (Extraktionsfälle und Kontrollkollektiv)	Nein
Ismail SF et al.	Nein	Ja (Extraktions- und Nicht-Extraktionsfälle; nicht signifikant)	Nein
Kader HMA	Nein	Nein	Ja
Kim TK et al.	Nein	Nein	Ja
Klapper L et al.	Ja (Extraktionsfälle mit horizontalem Wachstum)	Ja (Extraktionsfälle mit vertikalem Wachstum, Nicht-Extraktionsfälle)	Nein
Kocadereli I	Nein	Nein	Ja
McLaughlin RP et al.	Nein (kein evidenter Beweis)	Ja (durch extrusive Wirkung orthodontischer Geräte)	Nein
Ong HB et al.	Ja (nicht signifikante Abnahme des "Facial axis"- und MP-Winkels)	Nein	Nein
Parker CD et al.	Nein	Ja (Vergrößerung von PP-MP in den Klasse I-Fällen)	Nein
Richardson ME et al.	Nein	Ja (Zunahme der LFH in den Extraktions- und den Nicht-Extraktionsfällen)	Nein
Simons ME et al.	Nein	Nein	Ja
Staggers JA ('90)	Nein	Nein	Ja

Parameter des Endpunktes "Vertikale Dimension – Skelettale Effekte"			
Staggers JA ('94)	Nein	Ja (Extraktions- und Nicht-Extraktionsfälle)	Nein
Stellzig A et al.	Nein	Nein	Ja
Taner-Sarisoy L et al.	Nein	Nein	Ja
Yamaguchi K et al.	Nein	Ja (Zunahme der AFH und "clockwise"-Rotation der Mandibula durch den Einsatz intermaxillärer Gummizüge)	Nein

Tabelle 25: Angaben zum Endpunkt: "Vertikale Dimension – Skelettale Effekte"

Die Angaben zu dem Endpunkt "Veränderungen der vertikalen Dimension" differieren in den vorliegenden Studien und betreffen sowohl dentale als auch skelettale Effekte. BISHARA [21], BRAVO [27], DARENDELILER [37], HANS [62], KADER [86], SIMONS [157] und STELLZIG [165] stellen in ihren Untersuchungen ausschließlich Veränderungen des Overbites fest (dentale Effekte). Während DARENDELILER [37] und STAGGERS [161] in ihren Studien zwar extrusive Bewegungen der Molaren konstatieren (dentale Effekte), jedoch keine Auswirkungen auf skelettale Werte der vertikalen Dimension ermitteln können, beobachten ARAS [7], DEBERARDINIS [40], GARLINGTON [57], STAGGERS [162] und YAMAGUCHI [182] als Folge der Molarenextrusion eine Veränderung der skelettalen vertikalen Dimension. AL-NIMRI [3], CUSIMANO [36], HAYASAKI [64], KIM [91], KLAPPER [93] und STAGGERS [161] finden in ihren Untersuchungen hingegen keine skelettalen Effekte, die sich auf die stattgefundenene Mesialisierung von Molaren zurückführen lassen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass insgesamt fünf Publikationen identifiziert werden können, in denen eine skelettale Verringerung der vertikalen Dimension nach kieferorthopädischer Extraktionstherapie festgestellt wird (ARAS [7], BOLEY [24], GARLINGTON [57], KLAPPER [93], ONG [122]). KLAPPER [93] ermittelt daneben auch eine skelettale Vergrößerung der vertikalen Dimension in einer zweiten Untersuchungsgruppe, in der Patienten mit einem differenten Wachstumstyp betrachtet werden. Die fünf Originalarbeiten mit dem Evidenzgrad IIb liefern Daten zu Patientenkollektiven zwischen 32 (ARAS [7]) und 71 (ONG [122]) Probanden, die sich im Alter zwischen neun (GARLINGTON [57]) und 15 (ARAS [7], KLAPPER [93]) Jahren befinden, d.h. in einem

Intervall zwischen aktivem und Rest-Wachstum. Die Studie von BOLEY [24] schließt darüberhinaus auch zwei erwachsene Patienten (22 bzw. 34 Jahre) ein, bei denen kein Wachstum mehr vorhanden ist. Mit Ausnahme von KLAPPER [93], der ausschließlich männliche Patienten untersucht, inkludieren die übrigen vier Autoren sowohl Mädchen als auch Jungen in etwa gleicher Gewichtung in ihre Studien. Kontrollgruppen sind nicht vorhanden. In allen fünf Publikationen erfolgt die Extraktion von ersten oder zweiten Prämolaren. Bei der Untersuchung von ARAS [7] werden daneben auch Extraktionen von Sechsjahrmolaren durchgeführt. Bezüglich der genannten Parameter weisen die Studien also ein vergleichbares Patientenpotential auf. ARAS [7], BOLEY [24] und ONG [122] liefern keine Angaben zum Wachstumstyp. GARLINGTON [57] betrachtet Patienten mit vertikaler Wachstumstendenz, während KLAPPER [93] daneben auch Patienten mit einem horizontalen Wachstumsmuster beobachtet.

## **5. Diskussion**

Für die kieferorthopädische Praxis ist das Wissen um Wachstumsprozesse im Schädelbereich und deren Beeinflussung durch kieferorthopädische Extraktionstherapien von großer Relevanz. Die kontrovers diskutierte Hypothese, dass Extraktionstherapien mit einer "Absenkung des Bisses" einhergehen würden, ist in der Vergangenheit zunehmend einer differenzierteren Betrachtung unterworfen worden.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, dieser Fragestellung durch eine internationale Literaturrecherche mit systematischer Analyse der publizierten Forschungsergebnisse näher zu kommen. Insgesamt konnten 31 relevante Studien identifiziert werden. Unter diesen befanden sich fünf Studien, in denen eine Verringerung der skelettalen vertikalen Dimension nach kieferorthopädischer Extraktionstherapie beobachtet wurde (ARAS [7], BOLEY [24], GARLINGTON [57], KLAPPER [93], ONG [122]). Die Validität dieser Publikationen wird im Folgenden anhand der in Kapitel 4.3.2 dargestellten Untersuchungsparameter diskutiert.

### **5.1 Vergleich der Patienten/Probanden**

#### Anzahl

Die Anzahl der Studienteilnehmer schwankt bei den fünf genannten Publikationen zwischen 32 (ARAS [7]) und 71 (ONG [122]). Verglichen mit dem Untersuchungskollektiv von CHUA [35] (174 Probanden) sind dies eher geringe Patientenzahlen, so dass die statistische Aussagekraft ("power") dieser Studien niedriger einzustufen ist. Darüber hinaus gilt es zu bedenken, dass bei kleinen Probandenzahlen die Studienergebnisse durch systematische Unterschiede in der Art der Auswahl der Patienten oder in der Art der Zuweisung der Patienten zu den Untersuchungsgruppen verzerrt werden können ("Selektionsbias").

#### Alter

ARAS [7], BOLEY [24], GARLINGTON [57], KLAPPER [93] und ONG [122] wählen für ihre Studien Kinder bzw. Jugendliche als Probanden. Die Altersspanne reicht dabei von neun (GARLINGTON [57]) bis 15 (ARAS [7], KLAPPER [93]) Jahren. Dies stellt ein recht großes Intervall dar, so dass deutliche Unterschiede im Wachstumspotential der Probanden ver-



mutet werden müssen (aktives Wachstum bis hin zu Restwachstum). Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass das chronologische Alter eines heranwachsenden Kindes nicht immer dessen körperlichem Entwicklungsstand, d.h. dem "skelettalen Alter", entspricht. Ferner ist die Kenntnis der Gebissentwicklung, des sogenannten "dentalen Alters", von Bedeutung. Skelettales und dentales Alter eines Individuums können sowohl von dessen chronologischem Alter abweichen als auch untereinander beträchtlich variieren [147]. Die Bestimmung des Reifegrades dieser beiden Gewebesysteme und die Analyse, inwieweit das physiologische Alter des einen Systems mit dem anderen übereinstimmt oder von diesem abweicht, entscheidet über die gesamte kieferorthopädische Behandlungsstrategie und deren Erfolg. Auf das dentale Alter wird jedoch in keiner der fünf Publikationen, in denen eine Verringerung der skelettalen vertikalen Dimension festgestellt wurde, näher eingegangen. BOLEY [24] untersucht neben den jugendlichen auch zwei erwachsene Patienten im Alter von 22 bzw. 34 Jahren, bei denen kein Wachstum mehr vorhanden ist. Allerdings betrachtet er diese bei der Auswertung seiner Ergebnisse nicht differenziert, so dass unklar ist, ob bei den erwachsenen Patienten tatsächlich eine Horizontalisierung stattgefunden hat. In den Studien von KADER [86] (ausschließlich erwachsene Patienten) und BRAVO [27] (kein Wachstum mehr vorhanden) werden – wie erwartet – keine skelettalen, sondern lediglich dentale Effekte (Abnahme des Overbites) festgestellt.

#### Geschlecht und Angle-Klassen

ARAS [7], BOLEY [24], GARLINGTON [57] und ONG [122] schließen sowohl Mädchen als auch Jungen in ihre Studien ein, während KLAPPER [93] ein ausschließlich männliches Patientengut untersucht. Laut TANNER [170] besteht ein signifikanter Unterschied zwischen weiblichem und männlichem Wachstumsverhalten. Dieser zeigt sich besonders deutlich während der Pubertät (Jungen durchschnittlich 9,8 cm pro Jahr, Mädchen 8,4 cm pro Jahr). Zudem setzt der puberale Wachstumsspur bei Mädchen durchschnittlich zwei Jahre früher ein (Maximum bei 12,1 Jahren), so dass sich das kindliche Wachstum bei Jungen um diesen Zeitraum verlängert [170]. Für die Jungen scheinen daher grundsätzlich längere Behandlungsintervalle zu bestehen, in denen Wachstum vorhanden ist [147]. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass laut BISHARA [21] und

YAMAGUCHI [182] bei Männern lineare Messwerte in Bezug auf die Gesichtshöhe größer sind als bei Frauen, lässt sich anhand der vorliegenden Studien jedoch feststellen, dass für die Veränderung der vertikalen Dimension offensichtlich keine geschlechtsspezifischen Unterschiede vorliegen. Gleiches gilt offenbar auch für die meist einbezogenen Angle-Klasse I- und II-Formen.

### Wachstumstyp

Die fünf Studien, in denen eine Verringerung der skelettalen vertikalen Dimension festgestellt wurde, unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Angaben zum vorliegenden Wachstumstyp. ARAS [7], BOLEY [24] und ONG [122] liefern keine Informationen über das Wachstumsmuster ihrer Patienten. Es ist nur zu vermuten, dass der Wachstumstyp einen Ausschlag bei der Indikationsstellung gab, jedoch in der weiteren Untersuchung nicht weiter differenziert wurde. GARLINGTON [57] betrachtet in seiner Studie Patienten mit ausschließlich vertikalem Wachstumstyp. KLAPPER [93] schließt sowohl Probanden mit vertikalem als auch horizontalem Wachstumstyp in seine Untersuchung ein und beobachtet bei diesen signifikante Unterschiede hinsichtlich der skelettalen vertikalen Dimension. Die Patienten mit vertikalem Wachstumsmuster weisen nach der Extraktionstherapie eine leichte Vertikalisierung auf (Verkleinerung des Facial axis-Winkels), während bei den Patienten mit horizontalem Wachstumsmuster eine Horizontalisierung auftritt (Vergrößerung des Facial axis-Winkels). Diese Horizontalisierung führt KLAPPER [93] auf die stattgefundene Mesialbewegung der Molaren zurück, die in einer "counterclockwise"-Rotation der Mandibula resultiert. Dadurch wird die Annahme bekräftigt, dass kieferorthopädische Extraktionstherapien bei mesiodivergentem Wachstumsmuster nur einer sehr eingeschränkten Indikationsstellung unterliegen. CHUA [35] berücksichtigt diese Annahme in seiner Studie, indem er ein horizontales Wachstumsmuster als Ausschlusskriterium für eine Extraktionstherapie wertet und diese ausschließlich bei Patienten mit vertikalem Wachstumstyp durchführt. Jedoch gibt es auch Autoren, die Extraktionen bei Patienten mit horizontalem Wachstumstyp vornehmen und zu Ergebnissen gelangen, die von denen KLAPPERS [93] abweichen. So stellt STELLZIG [165] in ihrer Studie keine Veränderung der skelettalen vertikalen Dimension fest, während PARKER [124] eine signifikante Vertikalisierung ermittelt. Eine Vertikali-

sierung nach Extraktionstherapie wird auch in anderen Publikationen beschrieben, in denen Patienten mit vertikalem Wachstumstyp untersucht werden (DEBERARDINIS [40]) oder bei denen der Wachstumstyp nicht weiter spezifiziert wird (HIRSCHFELDER [69], ISMAIL [80], RICHARDSON [133], STAGGERS [162], YAMAGUCHI [182]). AL-NIMRI [3], CHUA [35], DARENDELILER [37], KIM [91] und KOCADERELI [95] führen in ihren Untersuchungen Extraktionstherapien bei Patienten mit vertikalem Wachstumsmuster durch und beobachten dabei keine Veränderung der skelettalen vertikalen Dimension. DARENDELILER [37] und KIM [91] stellen lediglich eine dentale Bissabsenkung fest, die sich in einer Zunahme des Overbites äußert. Es gilt jedoch zu bedenken, dass die fehlende Abnahme der skelettalen vertikalen Dimension bedeuten kann, dass eine weitere Vertikalisierung im Wachstum verhindert wurde und somit eine "relative" Horizontalisierung stattgefunden hat, die im Ergebnis eine gleichbleibende Bisshöhe erbringt. Somit wird die Hypothese, dass Extraktionstherapien mit einer "Absenkung des Bisses" einhergehen würden, durch die fünf Studien von AL-NIMRI [3], CHUA [35], DARENDELILER [37], KIM [91] und KOCADERELI [95] zusätzlich schwach gestützt.

## 5.2 Vergleich der Interventionen

### Behandlungsmechaniken und Dauer der Behandlung

In den meisten der 31 identifizierten Publikationen kommt nach erfolgter Extraktionstherapie die Multi-Bracket-Edgewise-Technik zum Einsatz, so auch in den Studien von GARLINGTON [57], KLAPPER [93] und ONG [122]. ARAS [7] wendet die Straight-Wire-Technik an. In der Arbeit von BOLEY [24] finden sich keine gesonderten Angaben zu den eingesetzten Behandlungsmechaniken. Jedoch ist davon auszugehen, dass auch hier – wie in den vier zuvor genannten Studien – auf den Einsatz extrusiv wirkender Geräte verzichtet wurde. Diese finden z.B. in Form von intermaxillären Gummizügen in den Arbeiten von CHUA [35] und YAMAGUCHI [182] Anwendung. Während CHUA [35] in seiner Extraktionsgruppe keine Veränderung der vertikalen Dimension feststellt, beobachtet YAMAGUCHI [182] eine zunehmende Vertikalisierung ("clockwise"-Rotation der Mandibula). Dieses Ergebnis bestätigt die Hypothese von AL-NIMRI [3] und KIM [91], welche besagt, dass extrusive Behandlungseffekte eine mögliche Verringerung der vertikalen Dimension nach erfolgter Extraktionstherapie reduzieren oder überdecken

können. Jedoch treten Vertikalisierungen auch in Studien auf, in denen keine extrusiv wirkenden Mechaniken zum Einsatz kommen (HIRSCHFELDER [69], ISMAIL [80], PARKER [124], RICHARDSON [133], STAGGERS [162]). Somit scheint die Behauptung von KIM [91], dass extrusive Behandlungseffekte zu einer Verfälschung von Studienergebnissen führen, nicht generalisierbar zu sein.

Das Intervall der aktiven Behandlungsphase schwankt in den 31 vorliegenden Studien zwischen einem (ISMAIL [80]) und sechs Jahren (GARLINGTON [57]). Jedoch ist zu beachten, dass häufig nicht erläutert wird, ob die Extraktionstherapie zu Behandlungsbeginn oder später, wie z.B. bei HIRSCHFELDER [69], erfolgt. Dies kann im Hinblick auf die Art der stattgefundenen Vorbehandlung von Bedeutung sein, da diese ebenfalls Einfluss auf die vertikale Dimension ausüben kann.

#### Extraktionsobjekte

In allen fünf Publikationen, in denen eine Verringerung der skelettalen vertikalen Dimension festgestellt wird, erfolgt die Extraktion von Prämolaren. GARLINGTON [57] vollzieht ausschließlich asymmetrische Extraktionen der unteren zweiten Prämolaren. ARAS [7], BOLEY [24], KLAPPER [93] und ONG [122] führen symmetrische Extraktionen entweder der vier ersten oder der vier zweiten Prämolaren durch. ONG [122] beschreibt in seiner Studie außerdem kombinierte Extraktionen der oberen 4'er und der unteren 5'er. Bei der Untersuchung von ARAS [7] werden neben der Entfernung von Prämolaren auch Extraktionen von Sechsjahrmolaren durchgeführt. Die Ergebnisse dieser fünf Studien bestätigen somit die verbreitete Annahme, dass die Entfernung von Prämolaren bzw. Sechsjahrmolaren und die anschließende Mesialisierung der posterioren Zähne das kraniofaziale Wachstumsmuster in eine "counterclockwise"-Richtung lenken und zu einer "Absenkung des Bisses" führen. Jedoch konnten im Zuge der Literaturrecherche auch Publikationen identifiziert werden, die eine gegenteilige Aussage beinhalten. So stellen DEBERARDINIS [40], HIRSCHFELDER [69], ISMAIL [80] und PARKER [124] nach erfolgter Prämolarenextraktion eine Vertikalisierung in ihren Untersuchungskollektiven fest. Zusätzlich ermitteln sie – mit Ausnahme von PARKER [124] – eine dentale Bisserrhöhung, die sich durch eine Abnahme des Overbites äußert. Andere Autoren beobachten in ihren Untersuchungen keine Veränderung der skelettalen vertikalen Dimension nach erfolgter

Prämolarenextraktion (AL-NIMRI [3], BASCIFTCI [12], BISHARA [21],[22], BRAVO [27], CHUA [35], CUSIMANO [36], DARENDELILER [37], HAYASAKI [64], KADER [86], KIM [91], SIMONS [157], STAGGERS [162], TANER-SARISOY [169]). BISHARA [21],[22], BRAVO [27], KADER [86] und SIMONS [157] entdecken lediglich eine dentale Bisserrhöhung (Abnahme des Overbites). Studien, in denen die Entfernung von Molaren beschrieben wird, kommen ebenfalls zu unterschiedlichen Ergebnissen. Während ARAS [7], wie oben erwähnt, eine Horizontalisierung nach der Extraktion von Sechsjahrmolaren feststellt, beobachten ABU AIHAJA [1] und HANS [62] keine Veränderung der skelettalen vertikalen Dimension nach Entfernung dieser Zähne. HIRSCHFELDER [69] ermittelt dagegen eine Vertikalisierung. Die Extraktion der zweiten Molaren liefert ebenfalls differierende Ergebnisse. RICHARDSON [133] findet in seiner Studie eine Vertikalisierung bei den Probanden. Dies entspricht der oft formulierten Erwartung, dass nach erfolgter Extraktion der Zwölfjahrmolaren durch Distalisation der anterioren Zähne eine Vergrößerung der vertikalen Dimension auftritt. Diese Vergrößerung können STAGGERS [161] und STELLZIG [165] in ihren Studien jedoch nicht bestätigen. Sie stellen eine unveränderte skelettale vertikale Dimension fest. Hervorzuheben ist hierbei, dass sich STAGGERS [161] in ihrer Untersuchung explizit mit dem Vergleich der Auswirkung von Prämolaren- bzw. Zwölfjahrmolarenextraktionen auf die skelettale vertikale Dimension beschäftigt hat und keinen Unterschied ermitteln konnte.

#### Analysemethoden

Zur Beurteilung der skelettalen vertikalen Dimension werden in allen 31 identifizierten Studien röntgenkephalometrische Analysen als Mittel der Wahl herangezogen, wobei unterschiedliche Analyseverfahren zur Anwendung kommen. Jedoch gibt es einige Parameter zur Ermittlung vertikaler Veränderungen, die gehäuft in den vorliegenden Studien zu finden sind. Zu diesen Parametern zählen u.a. die linearen Werte zur Beschreibung der Gesichtshöhe: "Anterior/Total face height" (N-Me), "Upper face height" (N-ANS), "Lower face height" (ANS-Me), "Posterior face height" (S-Go) (Tabelle 2, Seite 32). Diese sind zum einen in Studien zu finden, in denen eine Horizontalisierung nach erfolgter Extraktionstherapie festgestellt wird (ARAS [7], GARLINGTON [57]), treten aber auch in Arbeiten auf, in denen eine Vertikalisierung

(DeBERARDINIS [40], HIRSCHFELDER [69], PARKER [124], RICHARDSON [133], STAGGERS [162], YAMAGUCHI [182]) oder keine Veränderung der skelettalen vertikalen Dimension festgestellt wird (ABU AIHAJA [1], AL-NIMRI [3], BISHARA [21],[22], CHUA [35], HAYASAKI [64], KIM [91], KOCADERELI [95], SIMONS [157], TANER-SARISOY [169]). Neben den genannten linearen Parametern zur Beschreibung der Gesichtshöhe greifen die meisten Autoren auch auf anguläre Werte zurück. Diese erweisen sich, wie in Kapitel 2.4 beschrieben, oftmals als stabiler als absolute Streckenmaße, da sie in der Wachstumsphase nur relativ geringen Schwankungen unterliegen und unabhängig vom Fokus-Film-Abstand sind. Zu den angulären Werten, die gehäuft in den vorliegenden Studien auftreten, gehört u.a. der Mandibularplanum-Winkel, der der Feststellung des Wachstumstyps dient. Allerdings ist zu erwähnen, dass zu diesem unterschiedliche Definitionen vorliegen (z.B. SN-GoGn bei ARAS [7], OrP-GoGn bei KLAPPER [93]; Tabelle 2). Es ist jedoch davon auszugehen, dass Tendenzen in der Veränderung der skelettalen vertikalen Dimension in gleicher Sensitivität aufgedeckt werden. Der Mandibularplanum-Winkel hilft sowohl bei der Ermittlung einer Horizontalisierung (ARAS [7], GARLINGTON [57], KLAPPER [93], ONG [122]) als auch einer Vertikalisierung (ISMAIL [80], YAMAGUCHI [182]). Andere Autoren stellen in ihren Untersuchungen keine Veränderung des Mandibularplanum-Winkels fest (AL-NIMRI [3], BASCIFTCI [12], BISHARA [21],[22], BRAVO [27], CUSIMANO [36], DARENDELILER [37], HANS [62], HAYASAKI [64], KIM [91], KOCADERELI [95]). Der Facial axis-Winkel (Ba-N – Pt-GnK; Tabelle 2), der zur Bestimmung des Wachstumstyps genutzt wird, ist ebenfalls in mehreren Studien aufzufinden. Er ist als sehr aussagekräftiger Parameter zu werten, da er nicht altersabhängig ist und nur therapeutisch verändert werden kann. KLAPPER [93] und ONG [122] stellen mit Hilfe des Facial axis-Winkels eine Verringerung der skelettalen vertikalen Dimension fest, während PARKER [124] eine Vertikalisierung beobachtet. BRAVO [27], DARENDELILER [37], KIM [91], KOCADERELI [95] und TANER-SARISOY [169] ermitteln dagegen einen unveränderten Winkelwert.

Einige Autoren betrachten neben den skelettalen auch dentale Parameter der vertikalen Dimension. Dabei lassen sich Effekte, die anterior im Zahnbogen gelegen sind, von solchen, die sich posterior im Zahnbogen befinden, unterscheiden. Zu den erst-genannten zählt z.B. der Overbite, zu dem in den vorliegenden Studien häufig Aussagen getätigt werden. ABU AIHAJA [1] und RICHARDSON [133] stellen eine Zunahme des Overbites

fest (dentale Bissabsenkung), während BISHARA [21],[22], BRAVO [27], HANS [62], HIRSCHFELDER [69], ISMAIL [80], ONG [122], SIMONS [157] und STELLZIG [165] eine Abnahme des Overbites ermitteln (dentale Bisserrhöhung). DARENDELILER [37] kommt, abhängig vom Wachstumstyp, zu unterschiedlichen Ergebnissen bezüglich des Overbites. In seiner hyperdivergenten Untersuchungsgruppe stellt er eine Zunahme des Overbites fest, während er in der mesiodivergenten Gruppe eine Abnahme beobachtet. KADER [86] lässt in seiner Studie skelettale Effekte gänzlich außer Acht und ermittelt Veränderungen der vertikalen Dimension ausschließlich mittels dentaler Parameter (Abnahme des Overbites: Bisserrhöhung). Dadurch verliert diese Arbeit im Vergleich zu den übrigen Studien an Aussagekraft bezüglich der eingangs formulierten Fragestellung. Darüberhinaus muss berücksichtigt werden, dass es während der Gebissentwicklung, wie in Kapitel 2.2 beschrieben, zu physiologischen Veränderungen des Overbites kommt. Aus diesem Grund ist es nur schwer zu beurteilen, ob die in den oben erwähnten Publikationen festgestellten Veränderungen des Overbites eindeutig auf die Extraktionstherapie bzw. die kieferorthopädische Intervention zurückzuführen sind oder Folge physiologischer Wachstumsprozesse sind.

Neben den anterior im Zahnbogen gelegenen Effekten werden auch Effekte weiter posterior beobachtet, die von einigen Autoren in direkten Zusammenhang mit skelettalen Veränderungen der vertikalen Dimension gestellt werden. Während DARENDELILER [37] und STAGGERS [161] in ihren Studien zwar extrusive Bewegungen der Molaren konstatieren, jedoch keine Auswirkungen auf skelettale Werte der vertikalen Dimension ermitteln können, stellen DEBERARDINIS [40], STAGGERS [162] und YAMAGUCHI [182] als Folge der Molarenextrusion eine Zunahme der skelettalen vertikalen Dimension fest. Scheinbar widersprüchlich zu diesen Ergebnissen beobachtet GARLINGTON [57] nach Molarenextrusion eine Abnahme der vertikalen Dimension. Diese begründet er mit der gleichzeitig auftretenden Mesialisierung posteriorer Zähne, die den Effekt der Extrusion überwiegt. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt auch ARAS [7], der die Hypothese vertritt, dass es durch Mesialisierung posteriorer Zähne zum Zweck des Lückenschlusses zu einer "counterclockwise"-Rotation der Mandibula und dadurch bedingt zu einer Verringerung der skelettalen vertikalen Dimension kommt. AL-NIMRI [3], CUSIMANO [36], HAYASAKI [64], KIM [91], KLAPPER [93] und STAGGERS [161] finden in ihren Untersuchun-

gen hingegen keine skelettalen Effekte, die sich auf die stattgefundene Mesialisierung von Molaren zurückführen lassen.

Neben der röntgenkephalometrischen Analyse führen HIRSCHFELDER [69] und STELLZIG [165] auch Modellanalysen durch, um dentale Veränderungen der vertikalen Dimension aufzudecken. BOLEY [24] lässt daneben En face- und Profil-Fotos auswerten. Genauere Untersuchungsdaten zu diesen zusätzlichen Analyseverfahren werden jedoch nicht genannt, so dass deren Aussagekraft und Gewichtung bei der Ermittlung der Ergebnisse nicht adäquat beurteilt werden können.

### 5.3 Vergleich der Studienqualität

#### Evidenzgrad

Im Rahmen der systematischen Literaturrecherche werden 31 relevante Studien selektiert, die im Zeitraum von 1973 bis 2006 publiziert wurden. Es können keine randomisierten, klinisch kontrollierten Studien zum Arbeitsthema gefunden werden. Case Reports werden aufgrund ihrer geringen Validität nicht inkludiert.

Die identifizierten Studien sind entsprechend ihres Designs unterschiedlichen Evidenzgraden zuzuordnen. 27 Studien weisen den Evidenzgrad IIb auf (Kohortenstudien), drei Studien entsprechen dem Evidenzgrad IIIb bzw. IV (Fall-Kontrollstudien) und eine Studie dem Evidenzgrad IIa (Review). Letzt-genannte, ein im Jahr 1995 veröffentlichter Review von McLAUGHLIN [105], enthält eine Analyse und Zusammenfassung ausgewählter Artikel und bezieht sich u.a. auf die Publikationen von CUSIMANO [36], GARLINGTON [57], KLAPPER [93] und STAGGERS [161]. McLAUGHLIN [105] kann in seiner abschließenden Auswertung keinen evidenten Beweis für die Hypothese erbringen, dass die Extraktion von Prämolaren zu einem Verlust in der skelettalen vertikalen Dimension führt. Eine möglicherweise auftretende Bissabsenkung sei hauptsächlich auf vordere dentale (Overbite) statt auf skelettale Effekte zurückzuführen. Jedoch ist in diesem Zusammenhang kritisch anzumerken, dass der Review von McLAUGHLIN [105] eher narrativen als analytischen Charakter besitzt und weder inhaltlich noch strukturell den heute z.B. von der Cochrane Collaboration geforderten Kriterien entspricht.

Die fünf Studien, in denen eine Horizontalisierung nach erfolgter Extraktionstherapie festgestellt wird, weisen den Evidenzgrad IIb auf (ARAS [7], BOLEY [24],



GARLINGTON [57], KLAPPER [93], ONG [122]). Die gleiche wissenschaftliche Güte besitzen die Publikationen von DEBERARDINIS [40], ISMAIL [80], PARKER [124], RICHARDSON [133], STAGGERS [162] und YAMAGUCHI [182], in denen eine Vertikalisierung ermittelt wird. Eine Ausnahme bildet hier die Arbeit von HIRSCHFELDER [69], die den Evidenzgrad IIIb aufweist (individuelle Fall-Kontrollstudie). Die Studien, in denen keine Veränderung der skelettalen vertikalen Dimension gefunden wird, sind ebenfalls durch den Evidenzgrad IIb gekennzeichnet. Ausgenommen sind hier die Veröffentlichungen von ABU AIHAJA [1] und HANS [62]. Deren Arbeiten sind Fall-Kontrollstudien niedriger Qualität und somit dem Evidenzgrad IV zuzuordnen.

20 der insgesamt 31 identifizierten Studien sind retrospektiver Natur. Darunter befinden sich die Arbeiten von BOLEY [24] und KLAPPER [93], in denen eine Horizontalisierung nach erfolgter Prämolaren-Extraktion festgestellt wurde. DEBERARDINIS [40], HIRSCHFELDER [69], PARKER [124] und STAGGERS [162] stellen in ihren retrospektiv angelegten Studien eine Vertikalisierung fest, während ABU AIHAJA [1], AL-NIMRI [3], BASCIFTCI [12], CHUA [35], CUSIMANO [36], DARENDELILER [37], HANS [62], HAYASAKI [64], KIM [91], KOCADERELI [95], SIMONS [157], STAGGERS [161], STELLZIG [166] und TANER-SARISOY [169] keine Veränderung der skelettalen vertikalen Dimension beobachten. Es ist jedoch zu beachten, dass dieses Studiendesign, wie in Kapitel 3.1.1 beschrieben, sehr anfällig für Bias ist (z.B. "Selektionsbias" bei Erstellung des Patienten- oder Kontrollkollektivs, "Observer-Bias" der Untersucher) und häufig eine unzulängliche Datenqualität liefert. Somit ist die wissenschaftliche Güte retrospektiver Studien geringer einzustufen als die prospektiv angelegter Arbeiten. Ein prospektives Design weisen die Studien von ARAS [7], GARLINGTON [57] und ONG [122] auf, die eine Verringerung der skelettalen vertikalen Dimension ermitteln. Die Arbeiten von BISHARA [21],[22], BRAVO [27] und KADER [86] (keine Veränderung skelettaler vertikaler Parameter) sowie von ISMAIL [80], RICHARDSON [133] und YAMAGUCHI [182] (Vergrößerung der skelettalen vertikalen Dimension) sind ebenfalls prospektiver Natur.

Besonders hervorzuheben ist die Studie von BOLEY [24], welche als einzige der betrachteten Publikationen Angaben darüber liefert, dass eine Verblindung bei der Auswertung der Fernröntgenseitenbilder stattgefunden hat (Verblindung der Endpunkt-Auswerter). Die Beurteilung möglicher Veränderungen der vertikalen Dimension erfolgt hier durch

192 unabhängige Kieferorthopäden, denen das Wissen um die Gruppenzugehörigkeit der Patienten vorenthalten bleibt. Auf diese Weise werden systematische Fehler ("Observer-Bias") in den Ergebnissen reduziert, so dass die hier festgestellte skelettale Bissabsenkung – trotz des retrospektiven Designs der Studie – in der Evidenz höher anzusetzen ist.

### Kontrollgruppe

In sechs der 31 vorliegenden Originalarbeiten wird die Untersuchung einer Kontrollgruppe beschrieben. Es ist jedoch festzustellen, dass der Begriff "Kontrollgruppe" von den Autoren unterschiedlich definiert wird. ABU AIHAJA [1], BISHARA [21],[22], HANS [62] und RICHARDSON [133] verstehen darunter ein Kollektiv unbehandelter Probanden, während HIRSCHFELDER [69] eine morphologisch korrespondierende Nicht-Extraktionsgruppe betrachtet, die einer orthodontischen Intervention unterliegt. Somit liegen Kontrollgruppen mit unterschiedlicher Aussagekraft vor. AL-NIMRI [3] erwähnt in seiner Publikation kritisch, dass Nicht-Extraktionsgruppen als Kontrollgruppen weniger geeignet seien, da bei diesen häufig der Einsatz von Headgear und/oder funktionellen Geräten erforderlich wäre und somit Verfälschungen der Therapieergebnisse auftreten könnten. Darüberhinaus ist zu bedenken, dass bei der Erstellung eines Kontrollkollektivs ein Selektionsbias auftreten kann, so dass es generell schwierig ist, ein Patientengut zu erhalten, das repräsentativ für die Population der Fälle ist.

Zusammenfassend lässt sich also feststellen, dass im Rahmen der systematischen Literaturrecherche, selektiert für wachsende Patienten und Prämolarenextraktionen, in fünf Studien eine skelettale Bissabsenkung gefunden wurde (ARAS [7], BOLEY [24], GARLINGTON [57], KLAPPER [93], ONG [122]), wobei offensichtlich der Arbeit von BOLEY [24] eine höhere Qualität zuzuschreiben ist. Durch die Ermittlung einer unveränderten skelettalen vertikalen Dimension respektive einer "relativen" Horizontalisierung bei Patienten mit vertikalem Wachstumstyp, die in den Arbeiten von AL-NIMRI [3], CHUA [35], DARENDELILER [37], KIM [91] und KOCADERELI [95] beschrieben wurde, wird die Hypothese, dass Extraktionstherapien mit einer "Absenkung des Bisses" einhergehen

würden, zusätzlich schwach gestützt.

Bezogen auf den überwiegend vorliegenden Evidenzgrad IIb werden in der Mehrzahl der Publikationen (17 von 31 Studien) unveränderte skelettal-vertikale Relationen ermittelt. Diese Ergebnisse könnten, entgegen der eingangs formulierten Fragestellung, eine gewisse Unabhängigkeit der vertikalen Schädelentwicklung von der Dentition dokumentieren. Demnach scheint es von höchstem Interesse zu sein, höher qualifizierte Studien durchzuführen, um eine Verbesserung der Evidenzlage hinsichtlich der Indikation für kieferorthopädische Extraktionstherapien zu erreichen.

**6. Literaturverzeichnis**

- [1] ABU AIHAJJA ES, McSHENY PF, RICHARDSON A. A cephalometric study of the effect of extraction of lower first permanent molars. *J Clin Pediatr Dent.* 2000;24:195-8.
- [2] AGENCY FOR HEALTH CARE POLICY AND RESEARCH (AHCPR). Publication 1992;92-0032:100-7. <http://www.cochrane.de/de/gradesys.htm>.
- [3] AL-NIMRI KS. Vertical changes in class II division 1 malocclusion after premolar extractions. *Angle Orthod.* 2006;76:52-8.
- [4] ALBERANI V, DE CASTRO PIETRANGELI P, MAZZA AM. The use of grey literature in health sciences: a preliminary survey. *Bull Med Libr Assoc.* 1990;78:358-63.
- [5] ALDINGER CS. Evaluierung der Wachstumsanalyse nach Björk – Eine Langzeitstudie. *Med. Diss., Ludwigs-Maximilians-Universität München, 2002.*
- [6] ANGLE EH. Classification of malocclusion. *Dental Cosmos.* 1899;41:248.
- [7] ARAS A. Vertical changes following orthodontic extraction treatment in skeletal open bite subjects. *Eur J Orthod.* 2002;24:407-16.
- [8] BACHER M, GÖZ G, LEBER E ET AL. Kieferorthopädie und Implantologie. Verlauf und Ergebnisse nach gemeinsamer Planung. *Fortschr Kieferorthop.* 1994;55:261.
- [9] BAKER LW. The influence of the formative dental organs on the growth of the bones of the face. *Am J Orthod.* 1941;27:489.
- [10] BANKS M. Connections between open access publishing and access to gray literature. *J Med Libr Assoc.* 2004;92:164-6.
- [11] BARROW GV, WHITE JR. Developmental changes of the maxillary and mandibular dental arches. *Angle Orthod.* 1952;22:41-6.
- [12] BASCIFTCI FA, USUMEZ S. Effects of extraction and nonextraction treatment on class I and class II subjects. *Angle Orthod.* 2003;73:36-42.
- [13] BASDRA EK, STELLZIG A, KOMPOSCH G. Extraction of maxillary second molars in the treatment of Class II malocclusion. *Angle Orthod.* 1996;66:287-92.
- [14] BAUME LJ. Auswirkungen der Extraktion von Zähnen auf das deforme Gebiß. *Schweiz Mschr Zhk.* 1939;49:295-337, 1940;50:45-64.
- [15] BAUMRIND S, FRANTZ R. The reliability of head film measurements. First landmark identification. *Am J Orthod.* 1971;60:111-27.
- [16] BAUMRIND S, KORN EL, BEN-BASSAT J. Quantitation of maxillary remodelling. *Am J Orthod.* 1987;29:91.
- [17] BAUMRIND S, KORN E, ISAACSON R. Superimpositional assessment of treatment-associated changes in the temporo-mandibular joint and the mandibular symphysis. *Am J Orthod.* 1983;84:433.

- [18] BEHRENTS RG. Growth in the aging craniofacial skeleton. Craniofacial Growth Series, Monograph 17. Center for Human Growth and Development. The University of Michigan. Ann Arbor, Michigan 1985.
- [19] BERGERSEN EO. A longitudinal study of anterior vertical overbite from eight to twenty years of age. *Angle Orthod.* 1988;58:237-56.
- [20] BERNSTEIN L. Edward H. Angle versus Calvin S. Case: extraction versus non-extraction. Part I. Historical revisionism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992;102:464-70.
- [21] BISHARA SE, CUMMINS DM, JAKOBSEN JR. The morphologic basis for the extraction decision in Class II, Division 1 malocclusions: A comparative study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;107:129-35.
- [22] BISHARA SE, ZAHER AR, CUMMINS DM, JAKOBSEN JR. Effects of orthodontic treatment on the growth of individuals with Class II division 1 malocclusion. *Angle Orthod.* 1994;64:221-30.
- [23] BJÖRK A. Variability and age changes in overjet and overbite. *Am J Orthod.* 1953;39:774-801.
- [24] BOLEY JC, PONTIER JP, SMITH S, FULBRIGHT M. Facial changes in extraction and nonextraction patients. *Angle Orthod.* 1998;68:539-46.
- [25] BOLTON WA. Disharmony in tooth size and its relation to the analysis and treatment of malocclusion. *Angle Orthod.* 1958;28:113-30.
- [26] BOLTON WA. The clinical application of a tooth-size analysis. *Am J Orthod.* 1962;48:504-29.
- [27] BRAVO LA, CANUT JA, PASCUAL A, BRAVO B. Comparison of the changes in facial profile after orthodontic treatment, with and without extractions. *Br J Orthod.* 1997;24:25-34.
- [28] BREDY E, REICHEL I, EDS. Zahnextraktionen in der Kieferorthopädie. Leipzig: Johann Ambrosius Barth, 1971.
- [29] BRODIE AG. Late Growth Changes in the Human Face. *Angle Orthod.* 1953;23:146.
- [30] BRODIE AG. On the Growth Pattern of the Human Head from the Third Month of the Eighth Year of Life. *Am J Anat.* 1941;68:209.
- [31] BRODIE AG. Some recent observations on the growth of the mandible. *Angle Orthod.* 1940;10:63.
- [32] BRODIE AG. Wie wir den Gesichtsschädel erforschten. *Fortschr Kieferorthop.* 1959;20:105.
- [33] CARLSON H. Suggested treatment for missing lateral incisors. *Angle Orthod.* 1953;22:205.
- [34] CASE CS. The question of extraction in orthodontia. *Am J Orthod.* 1964;50:660-91.

- [35] CHUA AL, LIM JYS, LUBIT EC. The effects of extraction versus nonextraction orthodontic treatment on the growth of the lower anterior face height. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993;104:361-8.
- [36] CUSIMANO C, McLAUGHLIN RP, ZERNIK JH. Effects of first bicuspid extractions on facial height in high-angle cases. *J Clin Orthod.* 1993;27:594-8.
- [37] DARENDELILER N, TANER-SARISOY L. The influence of orthodontic extraction treatment on dental structures: a two-factor evaluation. *Eur J Orthod.* 2001;23:295-303.
- [38] DAUSCH-NEUMANN D. Die Extraktionstherapie im Wandel der Zeit. *DZZ* 1986;41:92-99.
- [39] DAUSCH-NEUMANN D. Der Kieferwinkel bei eugnathem und progenem Gebiss. *Fortschr. Kieferorthop.* 1985;46:358.
- [40] DeBERARDINIS M, STRETESKY T, SINHA P, NANDA RS. Evaluation of the vertical holding appliance in treatment of high-angle patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;117:700-5.
- [41] DELAIRE J. Betrachtungen über die Wachstumszunahme der Prämaxilla beim Menschen. *Fortschr Kieferorthop.* 1976;37:167.
- [42] DEUTSCHES COCHRANE ZENTRUM. <http://www.cochrane.de/deutsch>.
- [43] DIAMOND M. The development of the dental height. *Am J Orthodont Oral Surg.* 1944;30:589.
- [44] DIAMOND M. The patterns of growth and development of the human teeth and jaws. *J Dent Res.* 1944;23:273.
- [45] DRESCHER D. Kephalemetrie und Profilanalyse. In: Schmuth G, eds. *Praxis der Zahnheilkunde, Kieferorthopädie I*, Bd. 11. München-Wien-Baltimore: Urban & Schwarzenberg, 1994.
- [46] DRÖSCHL H, GÖLLER J, SAJER K. Über die Anwendung der Wahrscheinlichkeitstafeln von Moyers. *Inf Orthodont Kieferorthop.* 1977;9:241.
- [47] EASTERBROOK PJ, BERLIN JA, GOPALAN R, MATTHEWS DR. Publication bias in clinical research. *Lancet.* 1991;337:867-72.
- [48] EGGER M, JUNI P, BARTLETT C; CONSORT GROUP (CONSOLIDATED STANDARDS OF REPORTING OF TRIALS). Value of flow diagrams in reports of randomized controlled trials. *JAMA.* 2001;285:1996-9.
- [49] EGGER M, JUNI P, BARTLETT C, HOLENSTEIN F, STERNE J. How important are comprehensive literature searches and the assessment of trial quality in systematic reviews? Empirical study. *Health Technol Assess.* 2003;7:1-76. Review.
- [50] EGGER M, SMITH GD. Bias in location and selection of studies. *BMJ.* 1998;316:61-6. Review.
- [51] EHMER U. Praktische Gesichtspunkte zur kieferorthopädischen Extraktionsindikation 2. und 3. Molaren. *Prakt Kieferorthop.* 1992;6:25-38.

- [52] ENLOW DH. Handbook of facial growth. Saunders, Philadelphia-London-Toronto 1975.
- [53] ESSER H. Zur Lokalisierungsgenauigkeit kephalometrischer Referenzpunkte. Med. Diss., FU Berlin, 1988.
- [54] FAERÖRIG E, ZACHRISSON B. Mandibular incisor extraction: indications and results. Eur J Orthod. 1997;19:448.
- [55] FREEMAN RS. Adjusting A-N-B Angles to Reflect the Effect of Maxillary Position. Angle Orthod. 1981;51:162-71.
- [56] FREISFELD M. Fehlerquellen an Einzeichnungsserien kephalometrischer Bezugspunkte. Fortschr Kieferorthop. 1973;34:296-306.
- [57] GARLINGTON M, LOGAN LR. Vertical changes in high mandibular plane cases following enucleation of second premolars. Angle Orthod. 1990;60:263-7; discussion 267-8. Review.
- [58] GEBAUER U. Verhalten des Winkels ANB als Maß der sagittalen Relation der Kieferbasen bei simulierter Lageänderung des Punktes N. Fortschr Kieferorthop. 1979;40:304-15.
- [59] GÖZ G. Zahnextraktion im Rahmen der Kieferorthopädie. In: Diedrich P. eds. Praxis der Zahnheilkunde, Kieferorthopädie III - Interdisziplinäre Aufgaben, Bd. 12. München-Jena: Urban & Fischer, 2002.
- [60] GREULICH WW, PYLE SI. Radiographic atlas of the skeletal development of the hand and wrist. Standfort/California, 1959.
- [61] GYSI A. Die geometrische Konstruktion eines menschlichen oberen bleibenden normalen Gebisses mittlerer Größe. Schweiz Fhschr Zahnheilk. 1895;5:1-8.
- [62] HANS MG, GROISSER G, DAMON C, AMBERMAN D, NELSON S, PALOMO JM. Cephalometric changes in overbite and vertical facial height after removal of 4 first molars or first premolars. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2006;130:183-8.
- [63] HARUKI T, LITTLE RM. Early versus late treatment of crowded first premolar extraction cases: postretention evaluation of stability and relapse. Angle Orthod. 1998;68:61.
- [64] HAYASAKI SM, CASTANHA HENRIQUES JF, JANSON G, DE FREITAS MR. Influence of extraction and nonextraction orthodontic treatment in Japanese-Brazilians with Class I and Class II Division 1 malocclusions. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2005;127:30-6.
- [65] HELMER D. Etext on Health Technology Assessment (HTA) Information Resources; Chapter 10: Grey Literature. National Information Center on Health Services Research & Health Care Technology, NLM, 2001.  
<<http://www.nlm.nih.gov/nichsr/ehta/chapter10.html>>

- [66] HELMER D, SAVOIE I, GREEN C, KAZANJIAN A. Evidence-based practice: extending the search to find material for the systematic review. *Bull Med Libr Assoc.* 2001;89:346-52.
- [67] HENKE S. Kephalemtrische Analyse des Lippenprofils bei kieferorthopädisch indiziertem Lückenschluss nach Prämolaren- bzw. Molarenextraktion. Inaugural-Diss., Münster, 2004.
- [68] HERBER C. Die Konstruktion des normalen Kiefers. *Zahnärztl Orthop.* 1907;1:129-43.
- [69] HIRSCHFELDER U, BOULOUCHOU O, MUSSIG D, FLEISCHER-PETERS A. Influence of facial growth pattern on outcome of extraction therapy. *J Orofac Orthop.* 1997;58:154-64.
- [70] HOEFLMAYR A. Über die Extraktionstherapie. *Fortschr Kieferorthop.* 1955;16:151-4.
- [71] HOLDAWAY RA. A soft-tissue cephalometric analysis and its use in Orthodontic treatment planning. Part I. *Am J Orthodont* 1983;84(1):1-28.
- [72] HOLDAWAY RA. A soft-tissue cephalometric analysis and its use in Orthodontic treatment planning. Part II. *Am J Orthodont* 1984;85(4):279-93.
- [73] HOTZ R. Die Extraktion bleibender Zähne im Rahmen kieferorthopädischer Behandlung. *DZZ* 1974;29:690.
- [74] HOUSTON WJB. The analysis of errors in orthodontic measurements. *Am J Orthod.* 1983;83:382-90.
- [75] [http://de.wikipedia.org/wiki/Boolescher\\_Operator](http://de.wikipedia.org/wiki/Boolescher_Operator).
- [76] <http://www.sign.ac.uk/index.html>.
- [77] HUSSELS W, NANDA RS. Analysis of factors affecting angle ANB. *Am J Orthod.* 1984;85:411-23.
- [78] HUSTON P, MOHER D. Redundancy, disaggregation, and the integrity of medical research. *Lancet.* 1996;347:1024-6.
- [79] IOANNIDIS JP, HAIDICH AB, PAPPAS M, PANTAZIS N, KOKORI SI, TEKTONIDOU MG, CONTOPOULOS-IOANNIDIS DG, LAU J. Comparison of evidence of treatment effects in randomized and nonrandomized studies. *JAMA.* 2001;286:821-30. Review.
- [80] ISMAIL SF, MOSS JP, HENNESSY R. Three-dimensional assessment of the effects of extraction and nonextraction orthodontic treatment on the face. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;121:244-56.
- [81] JADAD AR, MOORE RA, CARROLL D, JENKINSON C, REYNOLDS DJ, GAVAGHAN DJ, McQUAY HJ. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary? *Control Clin Trials.* 1996;17:1-12.
- [82] JAEGER A, EL-KABARITY A, SINGELMANN C. Ergebnisse nach kieferorthopädischer Therapie mit früher systematischer Extraktion der zweiten Molaren. *Fortschr Kieferorthop.* 1997;58:30-43.



- [83] JANSON I. Skelettale und dentoalveoläre Änderungen durch die Bionator Behandlung in der vorpubertären und pubertären Wachstumszeit. *Fortschr Kieferorthop.* 1978;39:62.
- [84] JANSON I. Zeitpunkt der Bionatorbehandlung in Abhängigkeit vom Wachstum. *Fortschr Kieferorthop.* 1977;38:435.
- [85] JOHNSON JS, EID AA. Recent developments in diagnosis and treatment planning of antero-posterior jaw discrepancies from the lateral skull cephalostat radiograph. *Br J Oral Surg.* 1979-1980;256-64.
- [86] KADER HMA. Vertical lip height and dental height changes in relation to the reduction of overjet and overbite in Class II, Division 1 malocclusion. *Am J Orthod.* 1983;84:260-3.
- [87] KAHL-NIEKE B, EDS. Einführung in die Kieferorthopädie. München-Jena: Urban&Fischer 2001.
- [88] KARWETZKY R. Einige Gesichtspunkte zur Extraktionstherapie in der Kieferorthopädie. *DDZ* 1964;18:700-5.
- [89] KERR WJS. A longitudinal cephalometric study of dento-facial growth from 5 to 15 years. *Br J Orthod.* 1979;6:115.
- [90] KHAN, EDS. Systematische Übersichten und Meta-Analysen. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag 2004.
- [91] KIM TK, KIM JT, MAH J, YANG WS, BAEK SH. First or second premolar extraction effects on facial vertical dimension. *Angle Orthod.* 2005;75:177-82.
- [92] KJELLGREN B. Serial extraction as a corrective procedure in dental orthopedic therapy. *Trans Eur Orthod Soc.* 1947;48:134.
- [93] KLAPPER L, NAVARRO SF, BOWMAN D, PAWLOWSKI B. The influence of extraction and nonextraction orthodontic treatment on brachyfacial and dolichofacial growth patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992;101:425-30.
- [94] KLEIN D. The mandibular central incisor. An extraction option. *Am J Dentofacial Orthop.* 1997;111:253.
- [95] KOCADERELI I. The effect of first premolar extraction on vertical dimension. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;116:41-5.
- [96] KÖRBNITZ A. Neue Gesichtspunkte zur diagnostischen Beurteilung unregelmäßiger Zahnbögen. *Z Zahnärztl Orthop.* 1909;3:266-78.
- [97] KOMPOSCH G, HOCKENJOS C. Die Reaktionsfähigkeit des temporomandibulären Knorpels. *Fortschr Kieferorthop.* 1977;38:121.
- [98] KRANKE P, TRAMER MR. Cochrane-Anästhesie-Gruppe und Cochrane-Bibliothek. *Anaesthesist* 2003;52:349-52.
- [99] KUNZ R, OLLENSCHLÄGER G, RASPE H, JONITZ G, KOLKMANN FW, EDS. Lehrbuch Evidenzbasierte Medizin in Klinik und Praxis. Köln: Dt. Ärzte-Verl., 2000.

- [100] LAWRENCE S, GILES CL. Accessibility of information on the web. *Nature*. 1999;400:107-9.
- [101] LITTLE RM, RIEDEL RA, ENGST ED. First premolar serial extraction: Postretention evaluation of stability and relapse. *Angle Orthod*. 1990;60:255.
- [102] MACRI V, ATHANASIOU AE. Sources of errors in lateral cephalometry. In: Athanasiou AE eds. *Orthodontic cephalometry*. London-Baltimore-Bogota: Mosby-Wolfe, 1995.
- [103] MACRI V, WENZEL A. Reliability of landmarks recording on film and digital lateral cephalograms. *Eur J Orthod*. 1993;15:137-48.
- [104] MAY G, LUZI C. Variation of the overjet and overbite in normal subjects between 9 and 17 years. *Proceedings Europ Orthod Soc*. 1967;225-37.
- [105] McLAUGHLIN RP, BENNETT JC. The extraction – nonextraction dilemma as it relates to TMD. *Angle Orthod*. 1995;65:175.
- [106] McNAMARA J. A method of cephalometric evaluation. *Am J Orthod*. 1984;86:449.
- [107] MELSEN B. The postnatal development of the cranial base studied histologically on human autopsy material. *Acta Odontol Scand*. 1974;32:62.
- [108] MIETHKE RR. Schädelentwicklung. In: Diedrich P. eds. *Praxis der Zahnheilkunde, Kieferorthopädie I - Orofaziale Entwicklung und Diagnostik*, Bd. 11/I. München-Jena: Urban & Fischer, 2000.
- [109] MIETHKE RR. Zur Lokalisierungsgenauigkeit kephalometrischer Referenzpunkte. *Prakt Kieferorthop*. 1989;3:107-22.
- [110] MOHER D, SCHULZ KF, ALTMAN DG. The CONSORT statement: revised recommendations for improving the quality of reports of parallel-group randomised trials. *Lancet*. 2001;357:1191-4.
- [111] MOORE WJ. Skull form in hominoids. *Progr Anat*. 1982;2:49.
- [112] MOORREES CFA. *The dentition of the growing child*. Cambridge, Mass., 1959, Havard University Press.
- [113] MOYERS RE. *Handbook of Orthodontics*. 3<sup>rd</sup> Edition, Year Book Medical Publishers, Chicago, 1973.
- [114] MÜLLER G. *Die Geschichte der systematischen Extraktion der ersten Molaren*. Inaugural-Diss., Frankfurt am Main, 1959.
- [115] MÜLLNER M, EDS. *Erfolgreich wissenschaftlich arbeiten in der Klinik – Evidenz Based Medicine*. Wien-New York: Springer Verl., 2005.
- [116] NAWRATH K. Eine neue Tabelle zur Breitenbestimmung seitlicher Ersatzzähne. *Zahnärztl Welt*. 1968;69:395.
- [117] NÖTZEL F, SCHULTZ C. *Leitfaden der kieferorthopädischen Diagnostik*. München: Dt. Zahnärzte Verl., DÄV-Hanser, 2001.

- [118] OBST O. Datenbanken auf dem Prüfstand. Teil 2: Literatur im Bermudadreieck. ULB Münster, med information 2000, Nr.1.
- [119] OBST O. Der kleine Unterschied: PubMed vs. lokale Medline-Versionen. ULB Münster, med information 2000, Nr.4/5.
- [120] OBST O. Effizient und erfolgreich Literatur suchen. Teil 3. ULB Münster, med information 2002, Nr.5/6.
- [121] OBST O. Strategie der Literaturrecherche. Für Ärzte, Medizinstudenten und Wissenschaftler. ULB Münster, pdf, 2005.
- [122] ONG HB, WOODS MG. An occlusal and cephalometric analysis of maxillary first and second premolar extraction effects. *Angle Orthod.* 2001;71:90-102.
- [123] PANCHERZ H. A cephalometric analysis of skeletal and dental changes contributing to class II correction in activator treatment. *Am J Orthod.* 1984;85:125.
- [124] PARKER CD, NANDA RS, CURRIER GF. Skeletal and dental changes associated with the treatment of deep bite malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;107:382-93.
- [125] PECANOV-SCHRÖDER A. Medline – Online-Literaturrecherche in der (Zahn-) Medizin. In: Heidemann D, eds. *Deutscher Zahnärztekalender*. Köln: Deutscher Ärzte Verlag, 2003.
- [126] PETROVIC A, STUTZMANN I. Experimentelle Untersuchungen der kieferorthopädischen Beeinflussung des Gesichtswachstums. *Fortschr Kieferorthop.* 1980;41:212.
- [127] POLIKLINIK FÜR KIEFERORTHOPÄDIE – Literaturrecherchen in der Kieferorthopädie: <http://zmkweb.klinikum.uni-muenster.de/einrichtungen/kfo/forschung/literatur/index.html>.
- [128] PONT A. Der Zahn-Index in der Orthodontie. *Z Zahnärztl Orthod.* 1909;3:306-21.
- [129] PROFFIT WR. Forty-year review of extraction frequencies at a university orthodontic trial. *Angle Orthod.* 1994;64:407.
- [130] RAKOSI T. Atlas und Anleitung zur praktischen Fernröntgenanalyse. München: C. Hanser-Verlag, 1979.
- [131] RATSCH K, OBST O. Der kleine Unterschied: PubMed vs. lokale Medline-Versionen. ULB Münster, med information 2000, Nr.3.
- [132] REICHENBACH E. Die Extraktionstherapie in historischer Sicht. *Fortschr Kieferorthop.* 1967;28:441-9.
- [133] RICHARDSON ME, RICHARDSON A. The effect of extraction of four second permanent molars on the incisor overbite. *Eur J Orthod.* 1993;15:291-6.
- [134] RICKETTS RM. A Principle of Arcial Growth of the Mandible. *Angle Orthod.* 1972;42:368.

- [135] RICKETTS RM. Cephalometric analysis and synthesis. *Angle Orthod.* 1961;31:141.
- [136] RICKETTS RM. Planning Treatment on the Basis of the Facial Pattern and an Estimate of Its Growth. *Angle Orthod.* 1957;27:14.
- [137] RIEDEL RA, LITTLE RM, BUI TD. Mandibular incisor extraction – postretention evaluation of stability and relapse. *Angle Orthod.* 1992;62:103.
- [138] RIESENFELD K. Über die systematische Extraktion der sechsjährigen Molaren. *Dtsch. Mschr. Zhlk.* 1908;26:633-55,713-803.
- [139] RINDERER L. Aus der frühen Geschichte der Zahnheilkunde unter besonderer Berücksichtigung orthodontischer Interessen. *Schweiz. Mschr. Zhlk.* 1959;69:21-32.
- [140] RING ME. *Geschichte der Zahnmedizin.* Köln: Könenmann Verlagsgesellschaft mbH, 1997.
- [141] SACKETT DL. Evidence-based medicine: What it is and what it isn't. *Brit Med J.* 1996;312:71-2.
- [142] SANDLER PJ, ATKINSON R, MURRAY AM. For four sixes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;117:418-34.
- [143] SARNAT BG. Growth pattern of the mandible: Some reflections. *Am J Orthod.* 1986;90:221.
- [144] SCHÄFER H. Requirements of patient-oriented clinical-therapeutic research. *Dtsch Med Wochenschr.* 1997;122:1531-6. Review.
- [145] SCHMUTH GPF. Methodische Schwierigkeiten bei der Anwendung der Röntgenkephalometrie in der Kieferorthopädie. *Fortschr Kieferorthop.* 1971;32:317-25.
- [146] SCHOPF P. *Curriculum Kieferorthopädie, Band I und II (2.Aufl.).* Berlin: Quintessenz Verlags-GmbH, 1994.
- [147] SCHOPF P. Die Bedeutung des dentalen und skelettalen Alters für die Auswahl des kieferorthopädischen Behandlungssystems. *Fortschr Kieferorthop.* 1984;45:24-32.
- [148] SCHUDY FF. Vertical Growth Versus Anteposterior Growth as Related to Function and Treatment. *Angle Orthod.* 1964;34:75.
- [149] SCHUDY FF. The Rotation of the Mandible Resulting from Growth: Its Implications in Orthodontic Treatment. *Angle Orthod.* 1965;35:36.
- [150] SCHULZ KF, CHALMERS I, HAYES RJ, ALTMAN DG. Empirical evidence of bias. Dimensions of methodological quality associated with estimates of treatment effects in controlled trials. *JAMA.* 1995;273:408-12.
- [151] SCHWARZ AM. Das Ziehen von Zähnen im Dienste der Gebißregelung. In: Häupl K, Meyer W, Schuchardt K. *Die Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Bd. V.* München/Berlin: Urban & Schwarzenberg, 1955.

- [152] SCHWARZ AM, EDS. Lehrgang der Gebißregelung, Bd. 2. Wien: Urban & Schwarzenberg, 1966.
- [153] SCHWARZ AM. Über das Wesen der orthodontischen „Verkürzung“ und „Verlängerung“ von Zähnen. *Z Stomatol.* 1935;33:658.
- [154] SCHWARZ AM. Über das Ziehen von Zähnen bei Deckbiß. *Fortschr Kieferorthop.* 1953;14:145-54.
- [155] SHPILKO I. Locating grey literature on communication disorders. *Med Ref Serv Q.* 2005;24:67-80.
- [156] SICHER H. The growth of the mandible. *Am J Orthod.* 1947;42:381.
- [157] SIMONS ME, JOONDEPH DR. Change in overbite: A ten-year postretention study. *Am J Orthod.* 1973;64:349-67.
- [158] SINCLAIR P, LITTLE RM. Maturation of untreated normal occlusions. *Am J Orthod.* 1983;83:114-23.
- [159] SKIELLER V, BJÖRK A, LINDE-HANSEN T. Vorhersage der wachstumsbedingten Unterkieferrotation anhand einer Langzeituntersuchung von Implantaten. *Am J Orthod.* 1984;86:359.
- [160] SMITH R, FROMMER J. Condylar growth gradients: Possible mechanism for spiral or arc growth of the mandible. *Angle Orthod.* 1980;50:274.
- [161] STAGGERS JA. A comparison of results of second molar and first premolar extraction treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1990;98:430-6.
- [162] STAGGERS JA. Vertical changes following first premolar extractions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994;105:19-24.
- [163] STEINER CC. Cephalometrics for you and me. *Am J Orthodont* 1953;39:729.
- [164] STEINHARDT G. Die Bedeutung der funktionellen Einflüsse für die Entwicklung und Formung der Kiefergelenke. *Dtsch Zahn-, Mund- und Kieferheilk.* 1935;2:711.
- [165] STELLZIG A, BASDRA EK, KOMPOSCH G. Skelettale und dentoalveoläre Veränderungen nach Extraktion der zweiten Molaren im Oberkiefer. *J orofac Orthop./Fortschr Kieferorthop.* 1996;57:288-97.
- [166] STELLZIG A, BASDRA EK, KUBE C, KOMPOSCH G. Extraktionstherapie bei Patienten mit einer Angle-Klasse II/2. *Fortschr Kieferorthop.* 1999;60:39-52.
- [167] STOCKFISCH H. Fernröntgen-Diagnose, Fernröntgen-Prognose für die kieferorthopädische Allgemein- und Facharztpraxis (2. Aufl). Heidelberg: Hüthig-Verlag, 1980.
- [168] SUSANNE C, GUIDOTTI A, HAUSPIE R. Age changes of skull dimensions. *Anthropol Anz.* 1985;43:31-6.
- [169] TANER-SARISOY L, DARENDELILER N. The influence of extraction orthodontic treatment on craniofacial structures: evaluation according to two different factors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;115:508-14.

- [170] TANNER J. Growth and adolescence. Blackwell Scientific Publications, Oxford 1962.
- [171] THOMPSON JR. The rest position of the mandible and its significance to dental science. *J Am Dent Assoc.* 1966;33:151.
- [172] TING TTH, CHAN TCK, HOGG U, COOKE MS. Validity of cephalometric landmarks. An experimental study on human skulls. *Europ J Orthod.* 1994;16:110-20.
- [173] TOMER B, HARVOLD E. Primate experiments on mandibular growth direction. *Am J Orthod.* 1982;82:114.
- [174] TONN P. Über die mesio-distalen Zahnbreiten-Relationen der Zähne des Oberkiefers zu den entsprechenden des Unterkiefers bei normaler und anormaler Okklusion. *Med. Diss. Berlin (1937).*
- [175] TUERP JC, MC NAMARA JR. JA. Besteht ein Zusammenhang zwischen kieferorthopädischer Behandlung und Myoarthropathien des Kauystems? Teil 2, Klinische Aspekte. *Fortschr Kieferorthop.* 1997;58:136-43.
- [176] TUVERSON DL. Orthodontic treatment using canines in place of missing maxillary lateral incisors. *Am J Orthod.* 1970;58:109.
- [177] WAGEMANS PAHM, VAN DE VELDE JP, KUIJPERS-JAGTMAN AM. Sutures and forces: A review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988;94:129.
- [178] WHITTAKER DK, MOLLESON T, DANIEL AT, WILLIAMS JT, ROSE P, RESTEGHINI P. Quantitative assessment of tooth wear, alveolar-crest height and continuing eruption in a Romano-British population. *Arch Oral Biol.* 1985;30:493-501.
- [179] WITT E. Zahnextraktion im Rahmen der Kieferorthopädie. In: Schmuth G, eds. *Praxis der Zahnheilkunde, Kieferorthopädie II, Bd. 12.* München-Wien-Tokio: Urban & Schwarzenberg, 1992.
- [180] WÖHRLE M. Wachstum und Entwicklung am Beispiel der Progenie. *Med. Diss., Tübingen, 1992.*
- [181] WOODS D, TREWHEELAR K. Medline and Embase complement each other in literature searches. *BMJ.* 1998;316:1166.
- [182] YAMAGUCHI K, NANDA RS. The effects of extraction and nonextraction treatment on the mandibular position. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;100:443-52.
- [183] ZIEGLER A, LANGE S, BENDER R. Systematische Übersichten und Meta-Analysen. *Dtsch med Wochenschr.* 2004;129:11-5.
- [184] ZIELINSKI C. New equities of information in an electronic age. *BMJ.* 1995;310:1480-1.

**7. Danksagung**

Im Laufe meiner Arbeit an dieser Dissertation habe ich freundliche Hilfe und Unterstützung erfahren.

Ich möchte Frau Prof. Dr. med. dent. U. Ehmer für die Überlassung des Themas danken.

Herrn OA Dr. med. dent. K.-L. Mischke danke ich für die Betreuung dieser Arbeit.

Ganz besonders danke ich meinen Eltern, die mich immer gefördert und unterstützt haben. Ohne ihre Hilfe und vor allem Geduld wäre diese Dissertation nicht möglich gewesen. Ihnen widme ich diese Arbeit von ganzem Herzen.





**Anhang****Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: "Le Chirurgien Dentiste ou Traité des dents" von Pierre Fauchard.....	2
Abbildung 2: Edward H. Angle (1855-1930).....	4
Abbildung 3: Calvin S. Case (1847-1923).....	5
Abbildung 4: Gesteuerte Milchzahnextraktion [59].....	12
Abbildung 5: Schädelzeichnungen im gleichen Maßstab:.....	18
Abbildung 6: Appositions- (blau) und Resorptionsvorgänge (rot) an der ventralen Schädelbasis [108].	19
Abbildung 7: Wachstum des Oberkiefers.....	21
Abbildung 8: Knochenapposition (blau) und –resorption (rosafarben) [108].....	22
Abbildung 9: Overbite – Vertikale Frontzahnstufe [117].....	27
Abbildung 10: Ausgewählte Bezugspunkte der Fernröntgenseitenanalyse.....	29
Abbildung 11: Werte der Gesichtshöhe aus Tabelle 2.....	32
Abbildung 12: (a) Winkel- und Streckenmaße der Fernröntgenseitenanalyse aus Tabelle 2.....	33
Abbildung 13: (b) Winkel- und Streckenmaße der Fernröntgenseitenanalyse aus Tabelle 2.....	33
Abbildung 14: Brachyfaziales (a) und dolichofaziales (b) Wachstumsmuster [108].....	35
Abbildung 15: "Flussdiagramm" des CONSORT-Statements [110].....	46
Abbildung 16: Röntgenkephalometrische Messpunkte der Auswertung von Abu Aihaija [1].....	73
Abbildung 17: Röntgenkephalometrische Messpunkte der Auswertung von Aras [7]:.....	76
Abbildung 18: Röntgenkephalometrische Messpunkte der Auswertung von Bishara [22].....	79
Abbildung 19: Vertical holding appliance.....	86
Abbildung 20: Röntgenkephalometrische Messpunkte der Auswertung von Garlington [57].....	87
Abbildung 21: Röntgenkephalometrische lineare Variablen der Auswertung von Hans [62].....	89
Abbildung 22: Dentoalveoläre (links) und skelettale Werte der FRS-Analyse von Hayasaki [64].....	91
Abbildung 23: Extraktionsgruppe (links) und Nicht-Extraktionsgruppe vor und nach der Behandlung.	93
Abbildung 24: Röntgenkephalometrische Messpunkte der Auswertung von Kader [86].....	94
Abbildung 25: Anguläre (links) und lineare Werte der Fernröntgenanalyse von Kim [91].....	95
Abbildung 26: Röntgenkephalometrische Messpunkte der Auswertung von Klapper [93].....	97
Abbildung 27: Lineare (li.) und anguläre Werte der Fernröntgenanalyse von Kocadereli [95].....	98
Abbildung 28: Distalisierung der posterioren Zähne und Reklination der Inzisivi [133].....	101
Abbildung 29: Röntgenkephalometrische Messpunkte der Auswertung von Staggers [162].....	104
Abbildung 30: Röntgenkephalometrische Messpunkte der Auswertung von Taner-Sarisoy [169].....	106
Abbildung 31: Röntgenkephalometrische Messpunkte der Auswertung von Yamaguchi [182].....	107

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Ausgewählte Bezugspunkte der Fernröntgenseitenanalyse.....	29
Tabelle 2: Vertikale Parameter der Fernröntgenseitenanalyse.....	32
Tabelle 3: Studiendesigns klinischer Studien [99].....	37
Tabelle 4: Checkliste zur Publikation randomisierter Studien nach CONSORT [110].....	48
Tabelle 5: Evidenzgrade zur Bewertung publizierter Literatur [2].....	48
Tabelle 6: Einteilung in Härtegrade von Empfehlungen nach SIGN [76].....	49
Tabelle 7: Quellen für die Suche nach Fachbüchern [127].....	51
Tabelle 8: Quellen für die Suche nach Dissertationen [127].....	52
Tabelle 9: Quellen für die Suche nach Zeitschriftenartikeln [127].....	54
Tabelle 10: Medientypen der "Grauen Literatur".....	56
Tabelle 11: Initiativen zum Auffinden grauer Literatur [127].....	57
Tabelle 12: Quellen für die Suche nach grauer Literatur [127].....	58
Tabelle 13: Exemplarisches Suchprofil für "Keywords".....	59
Tabelle 14: Quellen der spezifischen Literaturrecherche.....	63
Tabelle 15: Spezifische Suchbegriffe deutsch – englisch.....	63
Tabelle 16: Exemplarisches spezifisches Suchprofil für "Keywords".....	65
Tabelle 17: Exemplarisches spezifisches Suchprofil für Schlagworte (MeSH).....	66
Tabelle 18: Fachbücher zum Thema "Kieferorthopädische Extraktionstherapie".....	68

---

Tabelle 19: Dissertationen zum Thema "Kieferorthopädische Extraktionstherapie" .....	70
Tabelle 20: Publierte Originalarbeiten zum Arbeitsthema .....	72
Tabelle 21: Angaben zu den Patienten/Probanden .....	110
Tabelle 22: Angaben zu den Interventionen .....	113
Tabelle 23: Angaben zur Studienqualität .....	116
Tabelle 24: Angaben zum Endpunkt: "Vertikale Dimension – Dentale Effekte" .....	118
Tabelle 25: Angaben zum Endpunkt: "Vertikale Dimension – Skelettale Effekte" .....	120