

# Mundgesundheit nach kiefer- orthopädischer Behandlung mit feststehenden Apparaten

Wilhelm Frank, Karin Pfaller, Brigitte Konta





**Schriftenreihe**  
**Health Technology Assessment (HTA)**  
**in der Bundesrepublik Deutschland**

---

**Mundgesundheit nach kieferorthopädischer Behandlung  
mit festsitzenden Apparaten**

---

**Wilhelm Frank, Karin Pfaller, Brigitte Konta**

## **Wir bitten um Beachtung**

Die HTA-Berichte des DIMDI durchlaufen ein unabhängiges, grundsätzlich anonymisiertes Gutachterverfahren. Potentielle Interessenkonflikte bezüglich der HTA-Berichte werden dem DIMDI von den Autoren und den Gutachtern offen gelegt.

Die Literaturlauswahl erfolgt nach den Kriterien der evidenzbasierten Medizin. Die zugrunde liegende Literatur erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Für eine bessere Lesbarkeit wird im vorliegenden Bericht bei der Angabe von Personenbezeichnungen nur die männliche Sprachform verwendet.

Dieser HTA-Bericht ist publiziert in der DAHTA-Datenbank des DIMDI und in der elektronischen Zeitschrift GMS Health Technology Assessment ([www.egms.de](http://www.egms.de)). Hier werden Forschungsbeiträge, Untersuchungen, Umfragen usw. als Diskussionsbeiträge im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit veröffentlicht. Die Verantwortung für den Inhalt obliegt den jeweiligen Autoren.

Die Erstellung des HTA-Berichts erfolgte aufgrund des gesetzlichen Auftrags nach Artikel 33 des GKV-Gesundheitsreformgesetzes 2003. Der vorliegende HTA-Bericht wurde mit Mitteln des Bundes finanziert.

## **Herausgeben vom**

### **Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI)**

Das DIMDI ist ein Institut im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG)

## **Kontakt**

DAHTA@DIMDI

Deutsche Agentur für Health Technology Assessment des  
Deutschen Instituts für Medizinische Dokumentation und Information

Waisenhausgasse 36-38a

50676 Köln

Telefon: +49 221 / 4724 - 525

Telefax: +49 221 / 4724 - 340

[dahta@dimdi.de](mailto:dahta@dimdi.de)

[www.dimdi.de](http://www.dimdi.de)

Schriftenreihe Health Technology Assessment, Bd. 66

ISSN: 1864-9645

1. Auflage 2008

## Inhaltsverzeichnis

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 Verzeichnisse</b> .....  | <b>V</b>  |
| 1.1 Abbildungsverzeichnis .....   | V         |
| 1.2 Abkürzungsverzeichnis .....   | V         |
| 1.3 Glossar .....   | V         |
| <b>2 Zusammenfassung</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>3 Abstract</b> .....   | <b>3</b>  |
| <b>4 Kurzfassung</b> .....  | <b>4</b>  |
| 4.1 Gesundheitspolitischer Hintergrund.....   | 4         |
| 4.2 Wissenschaftlicher Hintergrund .....  | 4         |
| 4.3 Forschungsfragen.....   | 4         |
| 4.4 Methodik .....  | 5         |
| 4.5 Ergebnisse.....   | 5         |
| 4.6 Diskussion .....  | 5         |
| 4.7 Schlussfolgerung / Empfehlung .....   | 6         |
| <b>5 Summary</b> .....  | <b>7</b>  |
| 5.1 Health political background.....  | 7         |
| 5.2 Scientific background.....  | 7         |
| 5.3 Research questions .....  | 7         |
| 5.4 Methods .....   | 7         |
| 5.5 Results.....  | 8         |
| 5.6 Discussion .....  | 8         |
| 5.7 Conclusions / Recommendations .....   | 9         |
| <b>6 Hauptdokument</b> .....  | <b>10</b> |
| 6.1 Gesundheitspolitischer Hintergrund .....  | 10        |
| 6.2 Einleitung / Wissenschaftlicher Hintergrund .....                                 | 10        |
| 6.3 Forschungsfragen.....   | 12        |
| 6.4 Methodik .....  | 12        |
| 6.4.1 Methoden der Literaturgewinnung.....  | 12        |
| 6.4.2 Verwendete Suchbegriffe.....  | 13        |
| 6.4.3 Ausschlusskriterien der Literatur .....   | 13        |
| 6.5 Ergebnisse.....   | 14        |
| 6.5.1 Ergebnisse der Literaturrecherche .....   | 14        |
| 6.5.2 Graue Literatur – Handsuche.....  | 14        |
| 6.5.3 Studienqualität .....   | 14        |
| 6.5.3.1 Externe Beurteilungen der Studienqualität in der Kieferorthopädie (KFO) ..... | 15        |
| 6.5.3.2 Schlussfolgerung aus der Studienlage .....                                    | 15        |
| 6.5.4 Methoden der Informationssynthese.....  | 16        |
| 6.5.5 Mundgesundheit.....   | 16        |
| 6.5.5.1 Konzept Mundgesundheit.....   | 16        |
| 6.5.5.2 Orale Rehabilitation.....   | 17        |
| 6.5.5.3 Kieferorthopädische Behandlungen .....  | 17        |
| 6.5.5.4 Argumente für kieferorthopädische Behandlungen .....                          | 17        |
| 6.5.5.5 Indikationen, Befunderhebung.....   | 18        |
| 6.5.5.6 Unerwünschte Nebenwirkungen.....  | 20        |
| 6.5.5.7 Messung des Therapieerfolgs – Indizes – „Outcome Research“ .....              | 20        |
| 6.5.6 Inhalte und Bewertung der Literatur .....                                       | 22        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 6.5.6.1   | Einleitung.....   | 22        |
| 6.5.6.2   | Anwendung fixer Apparate .....                                | 22        |
| 6.5.6.3   | Einflussfaktoren auf den Therapieerfolg.....                  | 27        |
| 6.5.6.4   | Maßnahmen in Bezug zum Gesamtsystem des Menschen.....         | 30        |
| 6.5.6.5   | Indikationsregeln für eine kieferorthopädische Maßnahme ..... | 32        |
| 6.5.6.6   | Ökonomie – Ethik .....  | 33        |
| <b>7</b>  | <b>Diskussion .....</b>                                       | <b>35</b> |
| <b>8</b>  | <b>Schlussfolgerung / Empfehlung.....</b>                     | <b>36</b> |
| <b>9</b>  | <b>Literaturverzeichnis .....</b>                             | <b>37</b> |
| <b>10</b> | <b>Anhang .....</b>   | <b>51</b> |
| 10.1      | Schlagworte.....  | 51        |
| 10.2      | Datenbanken .....   | 55        |

# 1 Verzeichnisse

## 1.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Faktoren, die orthodontische Maßnahmen beeinflussen .....28

## 1.2 Abkürzungsverzeichnis

|             |   |
|-------------|---|
| DIMDI       | Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information |
| HTA         | Health Technology Assessment                                      |
| ICON        | Index of Complexity Outcome and Need                              |
| IOTN        | Index of Treatment Need   |
| IOTN-AC     | Index of Treatment Need - Aesthetic Components                    |
| IOTN-DHC    | Index of Treatment Need – Dental Health Components                |
| KFO         | Kieferorthopädie  |
| MBS         | Multibandsystem   |
| PAR         | Peer Assessment Review  |
| RCT         | Randomised Clinical Trial   |
| RME         | Rapid Maxillary Expansion   |
| SASOC / DAI | Social Acceptability Scale of Occlusal Conditions                 |
| TMD         | Temporomandibuläre Dysfunktion                                    |
| TPI         | Treatment Priority Index  |

## 1.3 Glossar

|             |   |
|-------------|---|
| Artikulator | Gerät zur Simulation der Kiefergelenksbewegung.   |
| Bisslage    | Stellung der Kiefer zueinander.   |
| Hyperdontie | Zahnüberzahl.   |
| Hypodontie  | Zahnunterzahl.  |
| Kreuzbiss   | Die bukkalen Höcker der Unterkieferseitenzähne beißen an den bukkalen Höckern der Oberkieferseitenzähne vorbei. |
| Overjet     | Horizontaler Überbiss der Schneidezähne.  |
| Okklusion   | Stellung der Zähne zueinander.  |
| Rezidiv     | Wiederauftreten.  |

### *Richtungsbezeichnungen an Kopf, Gebiss und Zähnen (allgemein)*

|           |                                  |
|-----------|----------------------------------|
| Proximal  | Zur Körpermitte hin gelegen.     |
| Distal    | Von der Körpermitte weg gelegen. |
| Medial    | Mittelwärts, zur Medianebene.    |
| Mesial    | Zur Medianebene hin.             |
| Lateral   | Seitwärts.                       |
| Anterior  | Vorn, nach vorne.                |
| Ventral   | Vorn, bauchwärts.                |
| Posterior | Hinten, nach hinten.             |

**Fortsetzung: Glossar**

*Richtungsbezeichnungen am Kopf (speziell)*

|            |                    |
|------------|--------------------|
| Frontal    | Stirnwärts.        |
| Basal      | Schädelbasiswärts. |
| Oral       | Mundwärts.         |
| Vestibulär | Vorhofwärts.       |
| Labial     | Lippenwärts.       |
| Bukkal     | Wangenwärts.       |
| Lingual    | Zungenwärts.       |
| Palatinal  | Gaumenwärts.       |
| Pharyngeal | Schlundwärts.      |

*Richtungsbezeichnungen (spezielle zahnbezogene)*

|            |                        |
|------------|------------------------|
| Approximal | Benachbart.            |
| Koronal    | Kronenwärts.           |
| Zervikal   | (Zahn)-halswärts.      |
| Okklusal   | Kauflächenwärts.       |
| Apikal     | (Wurzel)-spitzenwärts. |
| Gingial    | Zahnfleischwärts.      |
| Inzisal    | Schneidekantenwärts.   |



## 2 Zusammenfassung

Kieferorthopädische Maßnahmen stellen einen bedeutsamen Anteil an zahnmedizinischen Interventionen dar. Wie bei medizinischen Methoden im Allgemeinen stellt sich die Frage, in welcher Weise es wissenschaftliche Belege (Evidenzen) für die Wirksamkeit dieser Maßnahmen gibt.

Die Frage der Wirksamkeit ist verbunden mit der Frage, was als Wirkung verstanden wird. Grundsätzlich wird die Wirkung der Intervention auf der Basis der Okklusion bzw. der Zahngesundheit verstanden, was weitere Funktionen des Mundraums außer Acht lässt. Daher ist die Verallgemeinerung auf Mundgesundheit eine nunmehr in der Wissenschaft geforderte Betrachtung.

Würdigt man diese Weiterentwicklung, dann ist folglich keine Studie verfügbar, die einerseits die langfristige Wirkung der kieferorthopädischen Intervention untersucht, noch eine die die Auswirkungen auf die Mundgesundheit zum Thema hat.

Die Frage, ob sich durch die Anwendung von festsitzenden Apparaten im Rahmen einer kieferorthopädischen Maßnahme eine langfristige Verbesserung des Mundgesundheitszustands ergibt, kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht beantwortet werden. Der wissenschaftliche Sachstand beschäftigt sich gegenwärtig mit der Definition von Mundgesundheit. Selbst die Frage, ob die Zahngesundheit durch festsitzende Apparate langfristig verbessert werden kann ist auf der Basis der für die evidenzbasierte Medizin üblichen Qualitätsgüte nicht beantwortbar.

Ob die Behebung von Zahnfehlstellungen eine wirksame Voraussetzung für die Erhaltung der natürlichen Bezahnung ist, kann ebenfalls nicht beantwortet werden. Es gibt zu diesem Thema keine verallgemeinerungsfähige Studie mit Aussagekraft für Europa oder Deutschland.

Das Risiko für eine Kariesanfälligkeit kann in keiner Weise quantifiziert werden. Karies wird in aller Regel thematisiert, von einer Quantifizierung des Risikos wird in sämtlichen geprüften Studien Abstand genommen, vermutlich da dies von zahlreichen Faktoren, vor allem der Mitarbeit des Patienten abhängt.

Die Frage der Indikationsstellungen bleibt aus der wissenschaftlichen Literatur völlig offen. Zwar wurden einige Indizes entwickelt, die der Frage der Therapiebedürftigkeit oder der -priorität eine Quantifizierung verleihen, diese Indizes werden aber in ihrer Aussagekraft und empirischen Relevanz durch jüngere Forschungsarbeiten fundamental in Frage gestellt.

Es verstärkt sich der Eindruck, dass eine große Kluft zwischen der praktischen Anwendung kieferorthopädischer Maßnahmen und der wissenschaftlichen Erforschung ihrer Wirksamkeit existiert. Es wird viel Forschungsarbeit im Bereich Diagnostik oder Weiterentwicklung von Geräten oder Techniken erbracht, jedoch äußerst wenig im Bereich Interventionsbedarf, Analyse der Nachhaltigkeit, Einflussfaktoren auf den Erfolg oder Quantifizierung von Nebenwirkungen wie z. B. Karies oder Wurzelresorption.

Forschung zur Absicherung der Indikationen fehlt nahezu gänzlich, da auch die erforderlichen Evaluationsparameter (z. B. mittel- bis langfristiger Zahnerhalt) nicht erforscht werden, geschweige denn die Mundgesundheit.

Diese Lücke ist insofern bedenklich, da ökonomisch eine Koppelung der Feststellung des Bedarfs (Bedarfsweckung) und der Leistungserbringung in mitteleuropäischen Gesundheitssystemen gegeben ist. Dies eröffnet Rahmenbedingungen für das möglichen Schaffen einer so genannten angebotsinduzierten Nachfrage.

Um die professionelle Arbeit der Kieferorthopädie (KFO) nicht in den Nahebereich von Bedarfsinduzierung oder unbelegter Indikationsstellungen zu bringen, ist eine Beforschung dieses Themas ganz wesentlich. Die erforderliche viel stärkere Absicherung von Indikationsstellungen zur Sicherheit und Abgrenzung zu nicht medizinisch gerechtfertigten Leistungen könnte wesentliche Beiträge zur weiteren Vertrauensbildung für Patienten oder Versicherungsgesellschaften schaffen. Die für die Interventionsabsicherung existierenden Indizes, wie der Index of Treatment Need (IOTN), scheinen eine akademische Bedeutung zu haben, die in der täglichen Praxis irrelevant erscheinen.

Die Frage, welche Indikationsstellungen nun für die Intervention als wissenschaftlich abgesichert gelten können, muss unverzüglich große Aufmerksamkeit geschenkt werden. Die individuelle und subjektive Einschätzung des Behandlers (dessen Erfahrung nicht in Zweifel gezogen wird) ist für die Durchführung von kieferorthopädischen Maßnahmen als nicht ausreichend zu beurteilen. Die Begrün-

derung durch wissenschaftlich gut abgesicherte Studien ist absolut zu fordern, dem Patienten gegenüber aus ethischen, dem Sozialversicherungssystem aus finanziellen und letztendlich auch dem Behandler aus evaluativen und legitimatorischen Gründen.

Koordinierte Forschungsvorhaben, die das Ziel der gezielten Datensammlung haben sind vor dem Hintergrund geeigneter Versuchsplanungen für individuelle therapeutische Prozesse dringend erforderlich. Auch die dabei angepeilte Studienqualität ist ein wesentliches Thema. Die Veröffentlichung von methodisch völlig unverwertbaren oder mit zahlreichen offensichtlichen Fehlern behaftete Studien ist zu Beginn des 21. Jahrhunderts vor dem Hintergrund der evidenzbasierten Medizin, der allgemein bekannten Methodenlage und der angespannten Finanzierbarkeit des Gesundheitssystems inakzeptabel. Die KFO verdient sich in Anbetracht der wahrscheinlich zu Recht vermuteten Erfolge auch eine entsprechend qualitativ hoch stehende wissenschaftliche Begleitung und Absicherung ihrer Vorgehensweise.

### 3 Abstract

Orthodontic treatment represents an important fraction in dental interventions. According to other medical methods the question for scientific evidence for the effectiveness of these treatments arises.

The question of the effectiveness is connected with the question what is understood as an effect. In principle, the effect of the intervention is understood on the basis of the occlusion or dental health, what disregards further functions of oral health. The generalization to oral health is therefore a necessary consideration in science now.

If one appreciates this further development, then there is no one single randomised study available which examines the long-term effect of the orthodontic intervention or for the effects on the oral health.

The question, whether the application of a fixed appliance in an orthodontic treatment causes a long-term improvement in oral health, cannot be answered at the present time. The scientific status is the definition of oral health at present. Also the question, whether in the long run the dental health can be improved by fixed appliances cannot be answered with a quality usually achieved by evidence-based medicine.

Whether correction of a dental malposition is an effective prerequisite for the preservation of the natural teeth, cannot be answered. There is no generalizing study with sufficient scientific background for Europe or Germany to this topic.

The risk for caries cannot be quantified. Caries is identified as a central topic in general but due to numerous factors influencing the risk it is not quantified.

The question of the indications is completely open from the scientific literature. For the question of the therapy need or therapy priority some indexes were developed, which lead to a quantification. These indices however are fundamentally criticised by recent research in their meaning and the empirical relevance.

There is an impression that there exists a big gap between the practical application and the scientific investigation of this effectiveness of fixed appliances or orthodontic treatment in general. There is much research in the area of diagnostics or further development of appliances or techniques done, however extremely few in the area of need for intervention, analysis of the sustainability; influence factors on the success, like caries or quantification of side effects e. g. root resorption.

This research to evaluate the indications is completely lacking, also the required evaluation parameters (e. g. means long-term dental maintenance).

This gap is in this respect dubious since a link of determining the demand (inducing demand) and supply in Central European health systems is economically given. This enables to create a possibility for a so-called supply induced demand.

To get rid of discussions that the professional work of orthodontics can be near to induced demand or unnecessary indications, research of this topic is quite essential. This requires much stronger information for indications. This can improve confidence for patients and insurance companies. Existing indices like the Index of Treatment Need (IOTN) seem to be of academic interest without practice importance for daily work.

The question which indications can be regarded as scientifically proven for the intervention must be given big attention immediately. The individual and subjective assessment of the orthodontist (whose experience is not doubted) has to be considered as not sufficient. The scientific background is absolutely necessary due to ethic reasons for the patient, economic reasons for the social insurance system or financiers and also for the orthodontists to evaluative and legitimates the treatment.

Well coordinated research with the goal of collecting specific data is urgently required for individual therapeutic processes with appropriate design. The study quality is also an essential topic. It is unacceptable at the beginning of the 21st century with the background of the evidence based medicine, that studies are published with enormous methodological errors. Orthodontics deserves a well discussed scientific position to prove the enormous individual success and to demonstrate the effectiveness of the developed treatments.

## 4 Kurzfassung

Kieferorthopädische Maßnahmen stellen einen bedeutsamen Anteil an zahnmedizinischen Interventionen dar. Wie bei medizinischen Methoden im Allgemeinen stellt sich die Frage, in welcher Weise es wissenschaftliche Belege (Evidenzen) für die Wirksamkeit dieser Maßnahmen gibt und welche Nebenwirkungen dabei zu erwarten sind.

### 4.1 Gesundheitspolitischer Hintergrund

Kieferorthopädische Maßnahmen sind eine häufig durchgeführte Intervention. Aufgrund der Kombination von hoher Anwendungshäufigkeit mit den jeweiligen finanziellen Aufwendungen ist die wissenschaftliche Absicherung der Interventionen von besonderer Bedeutung. Patienten bzw. deren Eltern als auch Finanziere stellen sich zunehmend die Frage nach der erzielbaren Wirkung dieser Interventionen und in welcher Weise sich diese Aufwendungen für die Gesundheit von Patienten tatsächlich auch langfristig lohnen.

### 4.2 Wissenschaftlicher Hintergrund

Die Wirksamkeit von medizinischen Interventionen wird üblicherweise in wissenschaftlichen Studien mit Patienten geklärt. Dabei ist zwischen standardisierten und nicht-standardisierten Interventionen zu unterscheiden. Kieferorthopädische Maßnahmen zählen zu den nicht-standardisierten Interventionen, da eine individuelle Behandlungsplanung und eine auf den Patienten maßgeschneiderte Therapie geplant werden muss.

Des Weiteren wird bei kieferorthopädischen Maßnahmen mittels festsitzender Apparate eine große Anzahl von Techniken und Geräten eingesetzt, die in ihren therapeutischen Wirkungen unterschiedlich sind.

Durch die Befestigungstechniken der festsitzenden Apparate wird die Mundhygiene erschwert sowie eine Mitarbeit des Patienten erforderlich. Ist diese nicht ausreichend gegeben, führt dies trotz erfolgreicher Intervention trotzdem zu einem möglicherweise beschleunigten Zahnverlust, da Karies bzw. andere Probleme (Zahnfleisch) die Dauerhaftigkeit des Erfolgs der Intervention gefährden.

Als Oberziel kann sicherlich die Frage nach der Verlängerung des Erhalts der natürlichen Bezahnung betrachtet werden. Zusätzlich berührt eine kieferorthopädische Maßnahme auch funktionelle Aspekte des Mundraums. Daher kann nicht nur der technische Erfolg der Erzielung einer Normokklusion als Erfolg betrachtet werden, sondern die Mundgesundheit muss als gesamtes Zustandsbild betrachtet werden.

Die Frage, in welcher Weise nun Karies tatsächlich als eine Begleiterscheinung von festsitzenden Apparaten betrachtet werden kann, ist ebenfalls Thema.

### 4.3 Forschungsfragen

Dieser HTA-Bericht geht den folgenden Forschungsfragen nach:

- Welche Erkenntnisse gibt es über die langfristige Entwicklung des Mundgesundheitszustands nach kieferorthopädischer Behandlung mit festsitzenden Apparaten? Ist der Mundgesundheitszustand bei kieferorthopädisch behandelten Patienten mit festsitzenden Apparaten langfristig besser als bei nicht-behandelten Patienten?
- Ist die Behebung von Zahnfehlstellungen eine wirksame Voraussetzung für die Erhaltung der natürlichen Bezahnung?
- Wie kann das Risiko für Kariesanfälligkeit bei der Anwendung von festsitzenden Apparaten abgeschätzt werden? Welche Maßnahmen können zur Kariesvermeidung getroffen werden?
- Welche Indikationsstellungen für die Anwendung festsitzender Apparate können nach Analyse der wissenschaftlichen Literatur empfohlen werden?
- Welche Rolle spielt die Interdisziplinarität bzw. der funktionsorientierte Ansatz bei der Behandlung von Zahnfehlstellungen, bei denen festsitzende Apparate eingesetzt werden?

- Gibt es wissenschaftliche Literatur, die sich mit der Frage der Ökonomie bzw. Ethik der Anwendung festsitzender Apparate auseinandersetzt?

#### **4.4 Methodik**

Die Forschungsfragen sollen evidenzorientiert, das heißt aus der wissenschaftlichen Studienlage heraus beantwortet werden. Die wissenschaftliche Literatursuche ist zu diesem Zweck systematisch auszuwählen. Dies erfolgte durch die Recherche der Literatur in Literaturdatenbanken. Aus diesen Arbeiten wurden in einem zweistufigen Verfahren die für die Beantwortung der Fragen relevanten und qualitätsgeprüften Arbeiten ausgewählt und in einer systematischen Übersichtsarbeit verarbeitet.

#### **4.5 Ergebnisse**

Die Frage, ob sich durch die Anwendung von festsitzenden Apparaten im Rahmen einer kieferorthopädischen Maßnahme eine langfristige Verbesserung des Mundgesundheitszustands ergibt, kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht beantwortet werden. Der wissenschaftliche Sachstand beschäftigt sich zurzeit mit der Definition von Mundgesundheit. Selbst die Frage, ob die Zahngesundheit durch festsitzende Apparate langfristig verbessert werden kann ist nicht auf der Basis der für die evidenzbasierte Medizin üblichen Qualitätsgüte bewertbar.

Ob die Behebung von Zahnfehlstellungen eine wirksame Voraussetzung für die Erhaltung der natürlichen Bezahnung ist, kann ebenfalls nicht beantwortet werden. Es gibt zu diesem Thema keine verallgemeinerungsfähige Studie mit Aussagekraft für Europa oder Deutschland.

Das Risiko für eine Kariesanfälligkeit kann in keiner Weise quantifiziert werden. Karies wird in aller Regel thematisiert, da dies jedoch von zahlreichen Faktoren, vor allem auch der Mitarbeit des Patienten abhängt, wird in sämtlichen geprüften Studien von einer Quantifizierung des Risikos Abstand genommen.

Die Frage der Indikationsstellungen ist aus der wissenschaftlichen Literatur völlig offen. Zwar wurden einige Indizes entwickelt, die der Frage der Therapiebedürftigkeit oder der -priorität eine Quantifizierung verleihen, diese Indizes werden aber in ihrer Aussagekraft und empirischen Relevanz durch jüngere Forschungsarbeiten fundamental in Frage gestellt.

#### **4.6 Diskussion**

Die wissenschaftliche Absicherung von kieferorthopädischen Maßnahmen ist außerordentlich gering. Keine der in diesem Bericht gestellten Fragen kann auch nur annähernd beantwortet werden, selbst wenn weichere Studientypen, wie nicht-randomisierte oder retrospektive Studien mit eingeschlossen werden.

Selbstverständlich ist die wissenschaftliche Prüfung von nicht-standardisierten Interventionen eine gewisse Herausforderung (therapeutisches Setting). Es ist jedoch grundsätzlich eine Forderung aus wissenschaftlicher und ethischer Sicht, dass Interventionen am Menschen auch einer entsprechenden Absicherung bedürfen. Auch Zahler der Interventionen können sich einen gewissen Grad an Sicherheit bezüglich des Erfolgs dieser Intervention erwarten, genauso wie die Einwilligung des Patienten zur Therapie auf einem gesicherten Kenntnisstand sowie einer fundierten Prognose des Behandlers aufbauen muss.

Auf der anderen Seite ist kein Zweifel daran zu hegen, dass kieferorthopädische Maßnahmen an sich sehr wirksam sind. Hunderttausende von erfolgreich kieferorthopädisch behandelten Patienten mit großer Zufriedenheit legen sicherlich Zeugnis davon ab, dass hier sehr professionelle Interventionen mit einem beträchtlichen diagnostischen Aufwand durchgeführt werden.

Es verstärkt sich der Eindruck, dass hierbei eine große Kluft zwischen der praktischen Anwendung und der wissenschaftlichen Erforschung dieser Wirksamkeit existiert. Es wird viel Forschungsarbeit im Bereich Diagnostik oder Weiterentwicklung von Geräten und Techniken erbracht, jedoch äußerst wenig in den Bereichen Interventionsbedarf, Analyse der Nachhaltigkeit, Einflussfaktoren auf den Erfolg oder Quantifizierung von Nebenwirkungen wie z. B. Karies oder Wurzelresorption.

Wenn auch die Wirksamkeit von Interventionen aufgrund ihrer Offensichtlichkeit keiner weiteren Erforschung bedürfen (z. B. die chirurgische Entfernung eines Fingers ist wirksam, hier ist keine Studie erforderlich), so muss trotzdem die Frage der Indikationsstellung (wann ist die chirurgische Entfernung eines Fingers erforderlich) wissenschaftlich untersucht und begründbar sein.

Forschung zur Absicherung der Indikationen fehlt nahezu gänzlich, da auch die erforderlichen Evaluationsparameter (z. B. mittel- bis langfristiger Zahnerhalt) nicht erforscht werden, geschweige denn die Mundgesundheit.

Diese Lücke ist insofern bedenklich, da dies aufgrund der gesundheitsökonomischen Koppelung von Feststellung des Bedarfs (Bedarfsweckung) und Leistungserbringung in mitteleuropäischen Finanzierungssystemen gegeben ist. Dies eröffnet Rahmenbedingungen für das Schaffen einer möglichen so genannten angebotsinduzierten Nachfrage.

Um die professionelle Arbeit der KFO nicht in den Nahbereich von Bedarfsschaffung oder unbelegter Indikationsstellungen zu bringen, ist eine Beforschung dieses Themas ganz wesentlich. Die erforderliche viel stärkere Absicherung von Indikationsstellungen zur Sicherheit der Abgrenzung zu nicht-medizinisch gerechtfertigten Leistungen könnte wesentliche Beiträge zur Vertrauensbildung von Patienten oder auch Versicherungsgesellschaften bringen. Die für die Interventionsabsicherung existierenden Indizes, wie der Index of Treatment Need (IOTN), scheinen geringe Bedeutung zu haben, die in der Praxis theoretisch abgehoben erscheinen.

## **4.7 Schlussfolgerung / Empfehlung**

Das Thema Mundgesundheit ist relativ neu und die ersten Definitionen zu diesem Thema gibt es erst seit einigen Jahren. Hierbei ist auf die interdisziplinäre Betrachtung des Problems zu achten. Während die technische Durchführung der kieferorthopädischen Maßnahme im Zentrum des Interesses steht, darf der funktionelle Zusammenhang des orofazialen Bereichs nicht außer Acht gelassen werden.

Die Mitarbeit des Patienten erscheint für das Funktionieren dieser Intervention ebenfalls wichtig, wie die Berücksichtigung von Mundfunktionen, wie Kauen, Schluckmuster, Hygiene, Muskelaktivitäten und Kräftebalance.

Die Mundgesundheit hat den schwachen Evidenzen folgend jedoch auch weit reichende systemische Folgen für die Gesundheit, wie andere systemische, z. B. gastrointestinale, Erkrankungen.

Der Frage, welche Indikationsstellungen nun für die Intervention als wissenschaftlich abgesichert gelten können, muss unverzüglich große Aufmerksamkeit geschenkt werden. Die individuelle und subjektive Einschätzung des Behandlers (dessen Erfahrung nicht in Zweifel gezogen wird) ist für die Durchführung von kieferorthopädischen Maßnahmen als nicht ausreichend zu beurteilen. Die Begründung durch wissenschaftlich gut abgesicherte Studien ist absolut zu fordern, dem Patienten aus ethischen, dem Sozialversicherungssystem aus finanziellen und letztendlich dem Behandler aus evaluativen und legitimatorischen Gründen.

Koordinierte Forschungsvorhaben, die das Ziel der gezielten Datensammlung haben sind vor dem Hintergrund geeigneter Versuchsplanungen für individuelle therapeutische Prozesse dringend erforderlich. Auch die dabei angepeilte Studienqualität ist ein wesentliches Thema. Die Veröffentlichung von methodisch völlig unverwertbaren oder mit zahlreichen offensichtlichen Fehlern behafteten Studien ist zu Beginn des 21. Jahrhunderts vor dem Hintergrund der evidenzbasierten Medizin, der allgemein bekannten Methodenlage und der angespannten Finanzierbarkeit des Gesundheitssystems inakzeptabel. Die KFO verdient sich in Anbetracht der wahrscheinlich zu Recht vermuteten Erfolge auch eine entsprechend qualitativ hoch stehende wissenschaftliche Begleitung und Absicherung ihrer Vorgehensweise.

## 5 Summary

Orthodontic treatment represents an important fraction in dental interventions. According to other medical methods the question for scientific evidence for the effectiveness of these treatments arises.

### 5.1 Health political background

Orthodontic treatments are a frequent intervention. The scientific position is very important due to the frequency of treatments in combination with financial expenditure. Patients or their parents or financiers pose more and more the question, whether these interventions are effective and worth the money.

### 5.2 Scientific background

The effectiveness of medical interventions is evaluated in scientific studies with patients. It is necessary to distinguish between standardized interventions and not standardized ones. Orthodontic measures belong to the not standardized interventions since an individual medical treatment planning and a therapy made to measure for the patient must be planned.

Furthermore, a large number of techniques and appliances are used in orthodontic treatment which have differences in their therapeutic effect.

By the techniques of fixed appliances oral hygiene is more difficult to achieve and this needs more cooperation of the patient. If this is not achieved sufficiently caries or other problems can lead to a possibly faster dental loss despite a successful orthodontic intervention.

The principal goal is the prolongation of the maintenance of natural teeth. Additionally there are also functional aspects of oral health. Therefore not only the technical success of the obtainment of a normocclusion can be regarded as a success of treatment, but oral health must be regarded as a comprehensive condition.

The question how caries must be regarded as a side effect by implementation of fixed appliances is also important.

### 5.3 Research questions

This HTA report follows the following research questions:

- Which evidence concerning long-term development of oral health after an orthodontic treatment with fixed appliances exists? Is the status of oral health better for treated patients in comparison with not treated patients in the long run?
- Is the correction of dental malocclusion an effective prerequisite for the preservation of the own teeth?
- Can the risk for caries be assessed when fixed appliances are used? Which methods can be taken to avoid caries?
- Which indications can be recommended for the application of fixed appliances after analysis of the scientific literature?
- How important is a multi professional approach and functional oriented treatment in orthodontic application of fixed appliances?
- Are there publications concerning the economic and ethical aspect of the application of fixed appliances?

### 5.4 Methods

The research questions should be answered evidence oriented, according to published scientific studies. The scientific literature had to be selected systematically. This was made by the retrieval of

publications in literature databases. The relevant studies were evaluated for the questions in a two-step procedure and used for this review.

## 5.5 Results

The question, whether the application of a fixed appliance in an orthodontic treatment causes a long-term improvement in oral health, cannot be answered at the present time. The scientific status is the discussion for a definition of oral health at present. Also the question, whether in the long run dental health can be improved by the application of fixed appliances can not be answered with a level of evidence usually achieved by evidence-based medicine.

Whether correction of dental malocclusion is an effective prerequisite for the preservation of the natural dentation, cannot be answered. There is no generalizable study with sufficient scientific background for Europe or Germany to this topic.

The risk for caries can not be quantified. Caries is identified as a central topic in general but due to numerous factors influencing the risk it is not quantified.

The question of assessment of indications is completely open from the scientific literature. For the question of therapy need or therapy priority some indices were developed, which enable a numerical quantification. However, these indices are fundamentally criticised by recent research in their meaning and the empirical relevance.

## 5.6 Discussion

The scientific evidence for orthodontic measures is exceptionally low. None of the questions posed in this report can be answered even if lower evidence study types, like not randomised or retrospective studies are included.

The scientific investigation of not standardized interventions is a certain challenge (therapeutic setting). It is, however, a need from the scientific and ethical view, in principle, that interventions also require appropriate research and evidence. Payers of the interventions also can expect a sufficient degree of reliability, patients can expect, that the intervention is well investigated and the informed consent is based on scientific research.

Basically there is no doubt that - on the one side that orthodontic treatment is very effective. Hundreds of thousands of patients treated orthodontic successfully with great satisfaction surely give evidence, that there are very professional interventions carried out with a considerable diagnostic effort.

There is the impression that there exists a big gap between the practical application of fixed appliances and the scientific investigation of the effectiveness of the intervention. There is much research done in the area of diagnostics or further development of appliances or techniques realised, however extremely few research in the area of treatment need, analysis of the sustainability, influence factors on the success, like caries or quantification of side effects e.g. root resorption.

Also if the intervention does not need any further research concerning effectiveness due to their obviousness (e. g. the surgical resection of a finger is effective, no study is required here), the question of the indication nevertheless must (when the surgical resection of a finger is required) be examined scientifically and the treatment must be justifiable.

This research to evaluate the indications is completely lacking, also the required evaluation parameters (e. g. means long-term dental maintenance).

This gap is in this respect dubious since a link of determining the demand (inducing demand) and supply in Central European health systems is economically given. This enables to create a possibility for a so-called supply induced demand.

To get rid of discussions that the professional work of orthodontics can be near to induced demand or unnecessary indications, research of this topic is quite essential. The required much stronger information for indications can improve confidence for patients and insurance companies. Existing indexes like the Index of Treatment Need (IOTN) seem to be of academic interest without relevance for daily work.



The question which indications can be regarded as scientifically proven for the intervention must be given big attention immediately. The individual and subjective assessment of the orthodontist (whose experience is not doubted) has to be considered as not sufficient. The scientific background is absolutely necessary due to ethic reasons for the patient, economic reasons for the social insurance system or financiers and also for the orthodontist to evaluate and legitimate the treatment.

## **5.7 Conclusions / Recommendations**

Oral health is a relatively new concept and the first definitions are published two to three years ago. The interdisciplinary aspect of the problem should increasingly be taken into account. While the technical aspect of the orthodontic treatment is in the centre of the interest, the functional aspect of the orofacial system must not be disregarded.

The cooperation of the patient also appears as important, like the consideration of mouth functions, like mastication, swallowing, hygiene or muscle activities and balance of the forces for the success of this intervention.

The concept of oral health has shown weak evidences despite far-reaching systemic consequences for human health, like gastrointestinal diseases.

The question which indications can be regarded as scientifically proven for a need of an intervention must be given attention immediately. The individual and subjective assessment of the orthodontist (whose experience is not doubted) has to be considered as not sufficient. The scientific background is absolutely necessary. Well coordinated research with the goal of collecting specific data is urgently required for individual therapeutic processes with appropriate design. The study quality is also an essential topic. It is unacceptable at the beginning of the 21<sup>st</sup> century with the conceptional background of evidence based medicine, that studies are published with enormous methodological errors. Orthodontics deserves a well discussed scientific position to prove the enormous success and to demonstrate the effectiveness of the developed treatments.

## 6 Hauptdokument

### 6.1 Gesundheitspolitischer Hintergrund

Eine gesunde physiologische Zahn- und Kieferstellung gilt als beste Voraussetzung für den lebenslangen Erhalt der Zähne. So können – wird angenommen – spätere weit reichende gesundheitliche Beeinträchtigungen oder Erkrankungen verzögert oder vermieden werden. Kieferorthopädie (KFO) ist in diesem Sinn eine wichtige prophylaktische Maßnahme und eine wesentliche Voraussetzung für die Zahnerhaltung. Die Bewertung der Wirksamkeit spezieller Maßnahmen der KFO steht im Zentrum dieser Arbeit.

Kieferorthopädische Behandlungen sind im medizinischen Kontext gesehen eine der häufigsten Maßnahmen die an Menschen vorgenommen werden. Die gesunde physiologische Zahn- und Kieferstellung dient vor allem einem möglichst langen Erhalt der eigenen Bezahnung, hat aber weit reichende gesundheitliche Folgewirkungen. Letztendlich zählen zu den weit gefächerten Aufgaben der KFO auch ästhetische Bedürfnisse und Sprechauffälligkeiten der Patienten, die Grenzen des medizinisch Notwendigen sind schwer fassbar.

In den letzten Jahren ist der Bereich der kieferorthopädischen Behandlungen einer größeren öffentlichen Aufmerksamkeit unterworfen. Einerseits ist ein genereller Wechsel von der organ- zur funktions-spezifischen Betrachtung festzustellen, was neben der reinen kieferorthopädischen Intervention auch den Bereich der Muskulatur, des Skeletts und anderer orofaziale Dysfunktionen oder auch den Mundraumzustand mit einschließt. Andererseits mehrten sich kritische Stimmen, dass bei isolierter Betrachtung der kieferorthopädischen Behandlung die Nachhaltigkeit des Therapieerfolgs schwer zu erzielen ist, womit Kostennutzenverhältnisse dieser Therapieform ins Spiel kommen.

Kieferorthopädische Maßnahmen sind ökonomisch ein ressourcenintensiver Maßnahmenbereich im Rahmen der Mundgesundheit. Das Ziel der KFO ist es, Fehlentwicklungen des Kauorgans entweder zu verhindern oder – falls notwendig – zu behandeln und zu beheben. Es stellt sich daher auch die Frage, ob Indikationsstellungen für die kieferorthopädischen Maßnahmen wissenschaftlich gut belegt sind. Dieses Thema soll ebenfalls einer Beurteilung zugeführt werden.

Kieferorthopädische Maßnahmen sind sehr kostenintensive Behandlungen bei denen – wie bei jeder Behandlung – ein Bereich von Indikationsregeln zu beachten sein sollte. Nun sind gerade solche Indikationsregeln nicht nur schwer zu orten und unterliegen der individuellen Beurteilung der behandelnden Person, sondern auch ganze Schulen oder kritische Sichtweisen hinterfragen den Sinn solcher Interventionen. Zudem ist das Auftreten von Dentalkaries eine bedeutende Nebenwirkung kieferorthopädischer Behandlungen und kann bei nicht-adäquater Versorgung zu vorzeitigem Zahnverlust führen.

In diesem Assessment soll die Wirksamkeit kieferorthopädischer Maßnahmen aus der wissenschaftlichen Literatur dargestellt werden. Außerdem sollen die wesentlichsten mitbestimmenden Erfolgsfaktoren recherchiert werden, als auch der Versuch einer Präzisierung der Indikationsregeln vorgenommen werden.

### 6.2 Einleitung / Wissenschaftlicher Hintergrund

Das Fachgebiet der KFO ist noch relativ jung. Die KFO ist das Teilgebiet der Zahnmedizin, das sich mit der Verhütung, Erkennung und Behandlung von Fehlstellungen der Kiefer und der Zähne (Zahnfehlstellung) befasst.

Als wesentlicher Mitbegründer der KFO gilt Edward Angle, der auch Namensgeber der Angle-Klassifikation ist. Diese beschreibt die Fehlstellung der Verzahnung bei den ersten Molaren sowie den Eckzähnen. Diese Klassifikation stammt aus dem 19. Jahrhundert und findet heutzutage nach wie vor breite Akzeptanz sowie Anwendung. Die ersten systematischen Lehrbücher über KFO wurden von Norman Kingsley 1880 und von Edward H. Angle, dem „Vater der KFO“, ab 1890 veröffentlicht.

Die Behandlung geschieht üblicherweise entweder mit herausnehmbaren Plattenapparaturen oder funktionskieferorthopädischen Apparaturen zur orthopädischen Kieferlagekorrektur, festsitzenden Zahnspangen (Multiband- und / oder Multibracketapparatur) zur Korrektur einer Zahnfehlstellung, Palatinalbogen oder mit einer Kombination von herausnehmbaren und festen Spangen

(Zweiphasenbehandlung), gegebenenfalls auch in Kombination mit chirurgischen Eingriffen durch Kieferchirurgen.

Eine gesunde physiologische Zahn und Kieferstellung gilt als beste Voraussetzung für den lebenslangen Erhalt der Zähne. So könnten spätere – teils weit reichende gesundheitliche Beeinträchtigungen oder Erkrankungen verzögert oder vermieden werden. KFO ist in diesem Sinn eine wichtige prophylaktische Maßnahme und eine wesentliche Voraussetzung für die Zahnerhaltung. Deren Wirksamkeit steht im Zentrum dieser Arbeit.

Es erscheint nahezu logisch anzunehmen, dass zwischen Fehlbisslage und Erkrankungen der Zähne und des Zahnhalteapparats ein Kausalzusammenhang bestehen sollte. Theoretisch ist eine gute Mundhygiene bei vorliegenden Zahnfehlstellungen schwieriger durchzuführen als bei ideal ausgeformten Zahnbögen. Neuere Studien lassen jedoch vermuten, dass die Bereitschaft und Motivation zu guter Mundhygiene einen wesentlich größeren Einfluss auf das Auftreten von Zahnerkrankungen haben als die eigentliche Zahnstellung.

Langzeitstudien, die Ende der siebziger Jahre begonnen wurden, geben Hinweise auf das Verhältnis von Dysgnathie und Mundgesundheit. Diese an großen Stichproben untersuchten Erfolge kieferorthopädisch behandelter Personen jeweils zehn und 20 Jahre nach der Behandlung zeigten keine Unterschiede im Parodontalstatus von Patienten, die sich einer kieferorthopädischen Maßnahme unterzogen hatten im Vergleich zu unbehandelten Patienten gleichen Alters, obwohl in der behandelten Gruppe bessere Okklusionsverhältnisse vorgefunden werden konnten. Man fand keine Hinweise darauf, dass eine kieferorthopädische Intervention Parodontalerkrankungen vorbeugt, aber auch keine Hinweise darauf, dass kieferorthopädische Maßnahmen das Risiko für Erkrankungen des Zahnhalteapparats erhöhen.

Kieferorthopädische Maßnahmen stellen einen beträchtlichen Teil der Interventionen im Rahmen der Zahnheilkunde dar. Die dafür geleisteten Aufwendungen sind aus ökonomischer Sicht beträchtlich und es stellt sich die Frage der wissenschaftlichen Evidenz dieser Maßnahmen. Nunmehr stellt sich die Frage der Beziehung zwischen Patienten und der Kieferorthopädie, bei der funktionelle, ästhetische oder psychosoziale Bedürfnisse des Patienten eingebunden werden müssen. Dies gelingt nur mit Behandlungsstrategien, die klinisch effektiv und effizient sind, in dem die Selbstbestimmung des Patienten durch das Prinzip der aufgeklärten Einwilligung gewahrt bleibt.

In dieser Arbeit soll ausschließlich auf festsitzende Apparate eingegangen werden. Diesen Interventionen wird zum Teil der langfristige Erfolg abgesprochen, da gerade durch festsitzende Apparate z. B. die Einhaltung der Hygiene des Mundraums erschwert wird und im Fall einer nur oberflächlich durchgeführten Mundraumreinigung gerade die Intervention zu einer Verschlechterung des Zahngesundheitszustands führen kann. Die Bildung von Karies in jenen Bereichen, die mit einfachen Hygienemaßnahmen nur schwer erreichbar sind, wäre die nahezu unweigerliche Folge.

Es stellt sich erstens im Licht der finanziellen Aufwendungen, aber auch im Sinn der gesellschaftlichen Verantwortung die Frage, welchen wissenschaftlichen Evidenzgrad bzw. welche Erfolge die kieferorthopädischen Maßnahmen mit festsitzenden Apparaten aufweisen.

Die Erfolgsmessung ist ein eigenes Thema, da zwischen dem kurz- und langfristigen Erfolg unterschieden werden muss. Der behandelnde Zahnarzt ist schwerpunktmäßig an der technisch erfolgreichen Intervention interessiert, stellt diese doch den Erfolg der Bemühungen dar. Diese Argumentation unterstellt jedoch, dass eine technisch erfolgreiche kieferorthopädische Maßnahme auch automatisch mit einem langfristig erfolgreichen Zahn- und Mundzustand des Patienten koinzidiert. Gerade diese Frage bedarf einer speziellen Untersuchung, da der Erfolg für den Patienten – sozusagen der langfristige „Outcome“ nicht die erfolgreiche technische Intervention ist, sondern der Erhalt der natürlichen Bezahnung.

Die Intervention durch festsitzende Apparate kann nicht losgelöst von den Umgebungsbedingungen betrachtet werden. Es stellt sich daher die Frage, welche Erkenntnisse es über die langfristige Entwicklung des Mundgesundheitszustands nach kieferorthopädischer Behandlung gibt. Ist die Behebung von Zahnfehlstellungen eine wirksame Voraussetzung für die Erhaltung der natürlichen Bezahnung?

Bei einerseits langfristiger Betrachtung und andererseits bei Einbeziehung des Gesamtsystems (Zähne, Kiefer, Mundgesundheit, Gesamtorganismus) stellt sich die Frage, ob der Mundgesundheits-

zustand bei kieferorthopädisch behandelten Patienten langfristig besser als bei nicht kieferorthopädisch behandelten Patienten ist und wie sicher diese Einschätzung betrachtet werden kann.

Im Detail sollen neben der HTA-konformen Analyse der besten verfügbaren externen Evidenz zur Wirksamkeit kieferorthopädischer Maßnahmen auch die Fragen der Einflussfaktoren und der Indikationssicherung bearbeitet werden. Diese Vorgehensweise steigert die externe Validität der Erkenntnisse, da zwischen den unter Idealbedingungen erzielten Studienergebnissen höchster Evidenz und den Realbedingungen gerade in diesem Bereich eine große Kluft existieren dürfte.

## 6.3 Forschungsfragen

Dieser HTA-Bericht geht den folgenden Forschungsfragen nach:

- Welche Erkenntnisse gibt es über die langfristige Entwicklung des Mundgesundheitszustands nach kieferorthopädischer Behandlung mit festsitzenden Apparaten? Ist der Mundgesundheitszustand bei kieferorthopädisch behandelten Patienten mit festsitzenden Apparaten langfristig besser als bei nicht-behandelten Patienten?
- Ist die Behebung von Zahnfehlstellungen eine wirksame Voraussetzung für die Erhaltung der natürlichen Bezahnung?
- Wie kann das Risiko für Kariesanfälligkeit bei der Anwendung von festsitzenden Apparaten abgeschätzt werden? Welche Maßnahmen können zur Kariesvermeidung getroffen werden?
- Welche Indikationsstellungen für die Anwendung festsitzender Apparate können nach Analyse der wissenschaftlichen Literatur empfohlen werden?
- Existiert wissenschaftliche Literatur, die sich mit ökonomischen und ethischen Aspekten der Anwendung von festsitzenden Apparaten beschäftigt?

Die Forschungsfragen sollen mit Hilfe der in der Recherche gewonnenen Literatur, ergänzt durch graue Literatur bzw. ergänzender Inhalte aus Grundlagenwerken beantwortet werden. Diese vier Fragen wurden durch eine gemeinsame Literaturrecherche, jedoch getrennte Bearbeitung anhand des aktuellen Wissensstands, beantwortet.

## 6.4 Methodik

Die Forschungsfragen sollen evidenzorientiert, das heißt aus der wissenschaftlichen Studienlage heraus beantwortet werden. Dies bedeutet, dass keine eigenen Datenanalysen, empirische Untersuchungen bzw. Information auf der Basis von sozialempririschen Erhebungen (z. B. Interviews) durchgeführt wurden.

Die wissenschaftliche Literatursuche ist zu diesem Zweck systematisch auszuwählen. Dies erfolgte durch die Recherche der Literatur in Literaturdatenbanken. Das DIMDI war für die technische Durchführung der elektronischen Recherche auf der Basis vereinbarter Schlagworte sowie Suchstrategien verantwortlich.

### 6.4.1 Methoden der Literaturgewinnung

Entsprechend der Vorgaben der Evidenzbasierten Medizin als auch des DIMDI wurde in sämtlichen relevanten medizinischen Literaturdatenbanken nach Schlagwortsuche die relevante Literatur identifiziert. Das Datum der systematischen Literaturrecherche war der 10.12.2006. Es wurde keine zeitliche Einschränkung hinsichtlich des Beginns der Literatursuche angegeben, daher ist der datenbankspezifische Literaturbestand der Beginn der prinzipiellen Suche.

Eine Auflistung der in die Literaturrecherche eingebundenen Datenbanken ist im Anhang ersichtlich (Kapitel 10.2, „Datenbanken“).

In dieser Primärrecherche wurden sechs HTA-Assessments, 445 ökonomische Studien, 534 RCT, 605 Reviews, insgesamt daher 1590 Studien gefunden.

Die Recherche musste thematisch umfassend angelegt werden, da

- Das Thema KFO nicht an einzelnen Behandlungsgeräten bzw. Interventionsformen oder Erkrankungen festgemacht werden konnte
- Im Detail vier Fragestellungen parallel bearbeitet wurden
- Grundsatzfragen (Definition Mundgesundheit) sowie explorative Fragestellungen bearbeitet wurden (Suche nach Einflussfaktoren auf den Therapieerfolg, Suche nach Nebenwirkungen, Suche nach Indikationskriterien sowie Outcomemaßen und Ergebnisfaktoren)
- Eine große Anzahl von unterschiedlichen Techniken der Kieferorthopädie abgedeckt werden sollte
- Die Abgrenzung von abnehmbaren Apparaten sich durch die Beschlagwortung als ungenügend erwiesen hat.

Zahlreiche Versuche, gezielt bzw. fragestellungsbezogen geeignete Studien zu identifizieren, wurden im Vorfeld durchgeführt und erwiesen sich als nicht zielführend. Schließlich wurde die in der Recherchestrategie angegebene Vorgehensweise gewählt.

Diese Studien wurden in einem weiteren Bearbeitungsschritt inhaltlich von zwei unabhängigen, mit der Methodik der evidenzbasierten Medizin vertrauten Reviewern auf der Basis des Titels, der Zusammenfassung geprüft. Beurteilungskriterien waren die Relevanz zu einer der Forschungsfragen sowie ein etwaiger erkennbarer Publikationstypus.

Nach diesem Bewertungsschritt wurden 220 Arbeiten für eine genauere Analyse für diesen HTA-Bericht ausgewählt, was zur Betrachtung des Volltexts geführt hat.

Bei der Analyse des Volltexts wurden schließlich die Qualitäts- bzw. die Ausschlusskriterien erneut zur Anwendung gebracht sowie Qualitätsbeurteilungen vorgenommen. Zahlreiche Artikel erwiesen sich bei näherer Betrachtung als Interpretation von Originalstudien, ohne eine weitere empirische Verbreiterung zu erzielen.

#### **6.4.2      Verwendete Suchbegriffe**

Folgende Suchbegriffe wurden für die Recherche in den Datenbankverbund eingegeben, sowohl für sich allein als auch in Kombinationen miteinander:

ORTHODONTIC APPLIANCE; KIEFERORTHOPAEDIE; FIXED APPLIANCE; MALOCCLUSION; DENTAL CARIES; CARIES PREVENTION; ZAHNKARIES; ZAHNKARIESANFÄLLIGKEIT; KARIES bzw. CARIES; RISK bzw. RISIKO; OUTCOME bzw. ERGEBNIS.

Eine gesamte Auflistung der Begriffskombinationen und der Einschränkungen auf Literaturtypen ist dem Anhang zu entnehmen (Kapitel 10.1, „Schlagworte“).

#### **6.4.3      Ausschlusskriterien der Literatur**

Aufgrund der Recherche, als auch der inhaltlichen Bewertung der identifizierten Quellen wurden folgende Literaturzitate (im Zuge der Quellrecherche) bzw. Publikationen (im Zuge der näheren Relevanzprüfung bzw. der Qualitätsbeurteilung) von einer weiteren Bearbeitung ausgeschlossen:

- Briefe, Kommentare, Posterpräsentationen
- Studien mit abnehmbaren Apparaten
- Studien, bei denen die Art der Intervention nicht angegeben bzw. erkennbar war
- Studien, die in keiner europäischen Sprache abgefasst waren bzw. aus Ländern mit unvergleichbarer Versorgung stammen
- Empirische Studien ohne Kontrollgruppe bzw. reine Beobachtungsreihen
- Einzelfallbeschreibungen
- Studien, die eine außerordentlich schlechte Qualität aufwiesen, z. B. nicht erkennen ließen, ob es sich um eine empirische Untersuchung oder um eine Interpretation von Sekundärdaten handelt

- Unsystematische Übersichtsarbeiten (mit dem vorwiegenden Charakter subjektiver Autorenmeinung)
- Mikrobiologisch oder bakteriologische Studien bei Zahnapparaten
- Studien vor Jahr 1980
- Studien, die sich ausschließlich mit Materialien, technischen Fragen oder metallurgischen Verarbeitungsprozessen befassen
- Studien mit Inhalten zur Ausbildung von Anwendern
- Studien, die verschiedene Methoden der Zahnreinigung und Hygiene (bei festsitzenden Zahnapparaten) vergleichen
- Studien mit medizintechnischen Inhalten
- Studien bei denen festsitzende Zahnapparate zu anderen Zwecken, wie z. B. zur Therapie der Schlafapnoe oder Schnarchen eingesetzt wurden
- Tierversuchsstudien
- Studien mit chirurgischen Interventionen
- Studien mit der vorrangigen Therapie von kraniofazialen Missbildungen und oder anderen Behinderungen
- Diagnostisch orientierte Studien.

## **6.5 Ergebnisse**

### **6.5.1 Ergebnisse der Literaturrecherche**

Aufgrund der Erstrecherche im Datenbankverbund des DIMDI konnten 1590 Studien zur Thematik gefunden werden, die sich in sechs HTA-Assessments, 445 ökonomische Studien, 534 RCT, 605 Reviews aufteilen.

Diese Studien wurden wie bereits im Kapitel 6.4.1 beschrieben von zwei unabhängigen Reviewer den Evidenzhierarchien zugeordnet. Nach diesem Bewertungsschritt wurden 220 Arbeiten für den HTA-Bericht ausgewählt.

Schritt 1: Elimination von Doppelpublikationen - Es wurden schließlich 199 Arbeiten ein-, 21 ausgeschlossen.

Schritt 2: Elimination von Arbeiten, die sich bei genauerer Betrachtung als Publikationen erwiesen, die unter 6.4.3 genannten Ausschlusskriterien der Literatur, eingeordnet werden mussten.

Schritt 3: Qualitätsbeurteilung der Arbeiten.

### **6.5.2 Graue Literatur – Handsuche**

Es existieren zahlreiche Übersichtsarbeiten zu ausgewählten Unterkapiteln, die auf Literatur zurückgreifen, die älter ist als die in der Suchstrategie vorgenommene Primärauswahl. Die in relevanten Übersichtsarbeiten genannte wesentliche Literatur wurde nachträglich gesucht und in die Aufstellung der Zusammenfassungen eingearbeitet.

### **6.5.3 Studienqualität**

Die Studienqualität muss im Bereich der kieferorthopädischen Interventionen aus dem Blickwinkel von therapeutischen Versuchsanordnungen betrachtet werden. Die besten wissenschaftlichen Evidenzen bei medizinischen Interventionen liegen grundsätzlich dort vor, bei denen randomisierte klinische Studien durchgeführt werden können.

Für sämtliche vier Fragestellungen dieser Arbeit konnte keine einzige randomisierte klinische Untersuchung gefunden werden, die auch unabhängig der Qualität dieser Studie die Frage prinzipiell beantworten könnte. Die Begründung für diese schwache Evidenzlage liegt zum einen an den zahlreichen Einflussfaktoren auf die Intervention und damit verbunden zum anderen an der hoch individuellen Behandlungsplanung.

Studien, die sich mit der Wirksamkeit von kieferorthopädischen Maßnahmen auseinandersetzen sind zum allergrößten Teil weder randomisiert noch verblindet, sowie zumeist im Design der Längsschnittstudie angelegt. Selbstverständlich ist das klassische Design einer randomisierten, doppelblinden Studie nicht realisierbar, die Frage der prinzipiellen Prüfung der Wirksamkeit der Intervention jedoch durchaus legitim. Die Vergleichsgruppen – falls es welche gab – sind aufgrund der mangelnden Randomisierung mit zahlreichen potenziellen Fehlern behaftet (z. B. Gruppen nicht vergleichbar) und der Evidenzgrad daher geringer.

Zahlreiche Studien beinhalten relativ kleine Fallzahlen (zehn bis 50), was die Bestimmung der Aussagekraft, die externe Validität und die Fähigkeit, statistisch signifikante Resultate zu erzielen, deutlich erschwert.

Aufgrund der individuellen Behandlungsplanung, der großen Zahl an anwendbaren Techniken sowie der zahlreichen, das Ergebnis mit beeinflussenden Erfolgsfaktoren muss die kieferorthopädische Behandlung als eine nicht-standardisierte Intervention im Sinn der Studienanordnung betrachtet werden.

### 6.5.3.1 Externe Beurteilungen der Studienqualität in der Kieferorthopädie (KFO)

Harrison<sup>114</sup> untersuchte die Qualität der publizierten Studien dreier bedeutsamer Zeitschriften in der KFO für den Zeitraum 1989 bis 1998 (das „American Journal of Orthodontics“, das „British Journal of Orthodontics“ und das „European Journal of Orthodontics“). 155 Studien konnten identifiziert werden, insgesamt wurde die Qualität, in der kieferorthopädische Studien beschrieben wurden, als ungenügend betrachtet. Neben zahlreichen Detailanalysen wurde z. B. in nur 2,6 % der Studien die Verblindung als ausreichend betrachtet, 28,4 % der Studien beschrieben, was mit Ausfällen geschah. 0,6 % der Studien hatten ein geringes Risiko der Anfälligkeit für Studienverzerrungen (Bias), 88,4 % der Studien unterlagen einem hohen Risiko für potenzielle Verzerrungen (Bias) in den Studienausagen.

Vig et al.<sup>215</sup> behaupten, dass die schlechte Studienlage auf diesem Gebiet damit in Zusammenhang steht, dass die Fragestellungen der KFO nicht typisch für randomisierte klinische Studien sind. Kieferorthopäden seien nicht an Heilungsraten oder verringerten Erkrankungsinzidenzen interessiert. Kieferorthopäden seien eher an Fragen interessiert, welche Behandlungsform weniger Zeit, weniger Unannehmlichkeiten für die Patienten oder weniger Komplexität der Behandlung nach sich zögen. Es sei unwahrscheinlich, dass die gegenwärtig angewendeten kieferorthopädischen Behandlungsstrategien wertlos seien, denn solche Leistungsanbieter (Kieferorthopäden, [A. d. V.]) würden seitens der zuweisenden Zahnärzte bald gemieden werden. Eher sei es im Interesse, Über- oder Unterlegenheiten mancher Techniken zu untersuchen, die den individuellen Behandlungsplan erfüllen, wobei keine generellen Ergebnismaße, sondern „subtile Differenzen“ das Ergebnis bestimmen<sup>211</sup>. Dies kann als ein Orientieren an klassischen Surrogatparametern interpretiert werden, wie z. B. Winkelstellungen oder an der Klassifikation der Normbisslage.

Eine Studie der Cochrane Collaboration bezüglich der Methoden der Befestigung der Brackets widmet sich auch der Datenlage bzw. der Studienqualität. Obwohl die Fragestellung dieser Übersichtsarbeit nicht Zielsetzung dieser Studie ist, wird auf die generelle schlechte Studienlage Bezug genommen. Diese Übersichtsarbeit zieht den Schluss, dass aufgrund der Studienlage keine Schlussfolgerung gezogen werden kann, die die Evidenzgüte als Grundlage der evidenzbasierten Medizin grundsätzlich nicht erreicht wird. So konnten auch in diesem Bereich keine randomisierten kontrollierten Studien identifiziert werden, bei denen zumindest die Gruppenzuordnung oder die gruppenspezifische Behandlungsform aus der Arbeit erkennbar wurde.

### 6.5.3.2 Schlussfolgerung aus der Studienlage

In der Praxis scheint sich eine Abkoppelung der akademischen von der versorgenden Szene abzuspielen. Einerseits sind zahlreiche erfolgreich praktizierende Kieferorthopäden an der Durchführung von Studien nicht interessiert und andererseits ist die Analyse der Versorgungspraxis für die akademische Welt nicht von Interesse. Zudem ist bei Beobachtung der Versorgungslandschaft eine gewisse Kommerzialisierung festzustellen, bei der über Marketing bzw. industrielle Produkte Anreizwirkungen für Patienten oder Kieferorthopäden entstehen. Auf Kieferorthopäden entsteht ein Nachfragedruck seitens der Patienten, die über industriell gefertigte Produkte gezielt informiert

werden. Der Vorteil einer solchen Entwicklung ist eine höhere Standardisierung der therapeutischen Intervention, der Nachteil ist die Reduktion des Kieferorthopäden auf eine diagnostische Ebene sowie eine rein mechanistische Anwendung dieser gefertigten Apparate, die – etwas verkürzt erläutert – nur mehr angewendet werden müssen.

#### **6.5.4 Methoden der Informationssynthese**

Die Studien erwiesen sich als äußerst heterogen hinsichtlich Untersuchungsanordnung, Fallzahl, verwendetem Material, angewandeter Technik, Zeitpunkt der Intervention, Risikogruppe – Behandlungsbedarf, Ein- / Zweiphasenbehandlung, Behandlungsdauer. Diese Liste ist nicht vollständig.

Als Folge dieser Heterogenität wird als grundsätzliche Methode der Informationssynthese die Form der Übersichtsarbeit ohne quantifizierender Methoden (z. B. Metaanalyse) gewählt.

#### **6.5.5 Mundgesundheit**

Der Begriff Mundgesundheit (oral health) ist im deutschsprachigen Raum weniger geläufig als der Begriff oral health im englischsprachigen Bereich. Es gibt mittlerweile zahlreiche Definitionsversuche. Um das Thema abstecken zu können ist eine Arbeitsdefinition erforderlich.

##### **6.5.5.1 Konzept Mundgesundheit**

„Oral health refers not only to disease-free teeth and periodontal tissues but to freedom from chronic oral-facial pain, oral and pharyngeal cancers, oral soft tissue lesions, birth defects such as cleft lip and palate, and scores of other diseases and disorders that affect the oral, dental, and craniofacial tissues collectively known as the craniofacial complex“<sup>160</sup> (ähnlich äußert sich Jefferson<sup>130</sup>). „Additionally oral health is intimately linked to general health and is essential for overall well-being“<sup>160</sup>. Diese Definitionen stammen abgewandelt aus dem Bericht „Oral health in America“ der Allgemeinchirurgie (Internet: [www.nidr.nih.gov/sgr/sgrohweb/home.htm](http://www.nidr.nih.gov/sgr/sgrohweb/home.htm), 14.06.2007). Jefferson<sup>130</sup> zieht den Schluss, dass es steigende Evidenz gäbe, der zu Folge Abnormalitäten im kraniofazialen Komplex eine beträchtliche Wirkung auf die Gesichtsästhetik, Kiefergelenksgesundheit und physiologische Gesundheit hat. Diese Abnormalitäten können die emotionelle und psychologische Gesundheit, das Verhalten, Aufmerksamkeitsdefizite / Hyperaktivität, Bettnässen und mangelnde Schulerfolge mit beeinflussen sowie Kopfschmerzen, Mittelohrentzündungen, Schwindel, Hörverlust, Skoliose, Rückgradverkrümmung, Psoriasis und eine Fülle anderer medizinischer Probleme nach sich ziehen. Der kraniofaziale Komplex beeinflusst den gesamten menschlichen Körper<sup>130</sup>. Bei McCann et al.<sup>160</sup> wird das Thema Mundgesundheit im Speziellen für Frauen umfassend thematisiert. In dieser Übersichtsarbeit werden zahlreiche Zusammenhänge dargestellt, die mit einer gestörten Mundgesundheit einhergehen. Dazu werden gezählt:

- Diabetes mellitus (Glukosekontrolle)
- Essstörungen (im speziellen Ess- / Brechsucht)
- Geburtsprobleme (vorzeitige Geburt, untergewichtige Neugeborene)
- Kardiovaskuläre Erkrankungen.

Als nicht-medizinische Strategien zur Aufrechterhaltung bzw. Wiederherstellung einer Mundgesundheit werden genannt:

- Minimierung von Alkoholkonsum
- Einstellung des Tabakkonsums
- Körperliche Aktivität
- Gesunde Ernährung
- Selbstaufmerksamkeit
- Professionelle Betreuung (regelmäßige Zahnarztkontakte).

Es konnte keine Studie identifiziert werden, die das Konzept der Mundgesundheit als Ergebnisparameter im Zug der Datenerhebung oder Analyse benutzt hat. Der aktuelle Stand der wissen-



schaftlichen Diskussion ist die Erweiterung des Ansatzes von Zahn- auf Mundgesundheit. Dieser Begriff ist dabei eine erste wissenschaftliche Akzeptanz zu erlangen.

### 6.5.5.2 Orale Rehabilitation

Im Bereich der restaurativen Zahnmedizin ist seit vielen Jahren die Wiederherstellung der Zahngesundheit ein zentrales Thema. Die isolierte Betrachtung „eines zu restaurierenden Zahns“ losgelöst von seiner Umgebungswirklichkeit ist für den Erhalt einer gesunden und natürlichen Bezahnung als nicht mehr ausreichend zu erachten. Die Integration des Kiefersystems ist jener erweiterte Ansatz, der kieferorthopädische Maßnahmen in den therapeutischen Prozess integriert. Für diesen nunmehr erweiterten Therapieansatz der oralen Rehabilitation erlangt die KFO somit zunehmende Bedeutung.

### 6.5.5.3 Kieferorthopädische Behandlungen

Kieferorthopädische Behandlungen werden zum überwiegenden Teil durch Behandlungsgeräte realisiert. Diese sind nach Schienbein<sup>196</sup> in intra- und extraorale bzw. Kombinationen zu untergliedern. Die intraoralen Geräte sind in abnehmbar und festsitzend bzw. Kombinationen zu untergliedern. Als abnehmbar gelten vor allem Mundvorhofplatte, Plattengeräte und funktionskieferorthopädische Geräte. Als festsitzende Geräte gelten Schiefe Ebene / Lückenhalter, kleine Maßnahmen und Innen- sowie Außenbögen. Mittlerweile kommen neu und weiter entwickelte Geräte zum Einsatz.

Die Durchführung einer kieferorthopädischen Behandlung bedeutet nicht nur das Eingliedern standardisierter mechanischer Apparaturen. Zur Erzielung eines Behandlungserfolgs sind primär umfassende Kenntnisse über die Gesetzmäßigkeiten der Gebissentwicklung, über den Ablauf des physiologischen Gewebsumbaus und über die Zahnwanderungsgesetze erforderlich. Hinzu kommt das Wissen um die zahlreichen genetischen Faktoren und um die vielfältigen Umwelteinflüsse, die sich auf das Kauorgan und seine Entwicklung sowie auf Behandlungsablauf und auf Behandlungsfortschritt fördernd oder hemmend auswirken können. So ist jeder kieferorthopädische Behandlungsfall absolut individuell zunächst zu analysieren und dann unter Anwendung der jeweils optimal erscheinenden Mittel zu lösen. Ein Behandler, „der die festsitzenden Apparate ignoriert, erklärt sich für einen Teil der Fälle als nicht zuständig“. Ein Behandler, „der die herausnehmbaren Geräte ignoriert, erklärt sich für den größten Teil der Fälle als nicht zuständig“<sup>196</sup>.

Unklar erscheint in der Studienlage auch eine Definition bzw. Festlegung des Endes einer kieferorthopädischen Behandlung zu sein. Während der Behandlungsbeginn relativ klar abgrenzbar erscheint, so ist die Frage nach dem Abschluss der Behandlung nicht mehr klar umrissen. Die Frage, ob die nach der Behandlung teils erforderlichen Maßnahmen der Retention (Aufrechterhaltung der gewonnenen Strukturen) als integraler Behandlungsbestandteil zu betrachten sind, erscheint unklar. Damit erschwert sich die Antwort nach einem klar abgrenzbaren Interventionsergebnis, das als Basis der Wirksamkeit betrachtet werden könnte. Folglich sind Maßnahmen der Retention teils selbst Gegenstand der Untersuchung.

### 6.5.5.4 Argumente für kieferorthopädische Behandlungen

Eine wesentliche Grundlage für kieferorthopädische Behandlungen ist die Bestimmung der dentalen Angle-Klassen. Die Angle-Klassen fassen Anomalien unterschiedlicher Entstehung und verschiedenartiger morphologischer Besonderheiten in eindimensionaler Betrachtung in drei Klassen zusammen<sup>196</sup>:

- Klasse I: Neutralbiss
- Klasse II: Distalbiss
  - Klasse II / 1 = Distalbiss mit proklinierter (protrudierter) Oberkieferfront
  - Klasse II / 2 = Distalbiss mit reklinierter (steilstehender) Oberkieferfront
- Klasse III: Mesialbiss (Vorbiss).

Darüber hinaus gibt es auch weitere Klassifikationen (z. B. Korkhaus), die jedoch entweder nur regionsspezifische Bedeutung besitzen oder keine vollständigen Diagnosen darstellen<sup>196</sup>.

Auf der Grundlage der Fernröntgenbild-Seitenanalyse, die die Lagebeziehung des Ober- und / oder Unterkiefers zur Schädelbasisreferenz berücksichtigt, sowie Leitsymptome (z. B. Platzmangel,

Okklusionsstörung) kann eine ausreichend fundierte Befundung vorgenommen werden. Die Angle-Klassifikation stellt trotz immer wieder geführter Diskussionen eine weltweit akzeptierte fundamentale Verständigungsbasis dar (Ehmer aus Diedrich<sup>74</sup>).

Als Gründe für die nunmehr verstärkte Nachfrage nach kieferorthopädischen Maßnahmen sind viele über das Maß der rein medizinischen hinausgehenden Ursachen zu nennen.

Aus der Perspektive des Patienten stehen der ästhetische und funktionelle Komfort im Vordergrund<sup>14</sup>. Des Weiteren werden als wesentliche Gründe genannt: das Verhindern von Traumata (wie okklusale Traumata), Reduktion von Karies und Periodontitis, ästhetische Gesichtspunkte, funktionsorientierte Gründe, verbesserte Nahrungsaufnahme bzw. verbessertes Kauen sowie psychosoziale Gründe<sup>14, 126</sup>.

#### 6.5.5.5 Indikationen, Befunderhebung

Für die Feststellung eines Behandlungsbedarfs werden in der Medizin in aller Regel Diagnosen verwendet, die über das Erfordernis bzw. die Stärke der Intervention entscheiden. Ähnlich erfolgt dies auch in der KFO, bei der Klassifikationen (z. B. nach Angle) ein wesentlicher Bestandteil sind. Darüber hinaus hat die KFO jedoch auch anderen Aspekten zu genügen, die über das Ausmaß des Medizinischen hinausgehen. Zur Quantifizierung eines Behandlungsbedarfs werden daher in erster Linie Indizes herangezogen. Diese Indizes werden als Basis für Interventionen betrachtet, teilweise jedoch auch kritisiert bzw. als ungenügend erachtet. In der Wirklichkeit werden über Indizes hinausgehende Kriterien betrachtet, die bei Ackerman<sup>1</sup> klassifiziert werden. Dabei wird ein Index zwar als unverzichtbar betrachtet, bedarf jedoch Erweiterungen um:

- Den Input des Patienten
- Den Input des Arztes (in diesem Fall Zahnarzt)
- Funktionelle Ansprüche
- Risiken der Therapie
- Aussehen und psychosoziale Ansprüche

(vgl. Ackerman<sup>1</sup>).

Die präprothetischen kieferorthopädischen Maßnahmen können noch als integraler Bestandteil der oralen Rehabilitation betrachtet werden<sup>76</sup>. Die Überleitung von erfassten Indizes zu einer Behandlungsplanung erfordert jedoch eine umfassende Diagnostik, um in ein Phasenkonzept der Behandlung überführt werden zu können. Zur Behandlungsplanung (erste Phase) wird die folgende Diagnostik als erforderlich betrachtet<sup>75</sup>:

- Klinische / Funktionelle Prüfung
- Periodontalstatus
- Überprüfung der Okklusion
- Evaluation mittels Artikulator
- Feststellung radiologischer Auffälligkeiten
- Photographische Dokumentation
- Die Behandlungsplanung bzw. die Behandlung lassen sich in die angegebenen Phasen einteilen<sup>75</sup>:
- Präorthodontische Phase
- Reduktion der marginalen Entzündung, Plaquekontrolle, Scaling, Curretage, „New Attachment“-Verfahren
- Augmentation des Weichgewebsvolumens, Schleimhauttransplantat
- Verbesserung der Hygienefähigkeit (Kariestherapie, Interimsversorgung)
- Elimination von Dysfunktionen – therapeutische Position der Mandibula
- Orthodontische Phase
- Befundbezogene Biomechanik — Kalkulation der Kräfte / Momente
- Kontinuierliche Überwachung der parodontalen Gesundheit

- Postorthodontische Phase
- Retention > sechs Monate
- Parodontale / prothetische Reevaluation
- Definitive prothetische Versorgung
- Recall.

Eine umfassende und präzisierende Herangehensweise unter Einschluss neuerer wissenschaftlicher Erkenntnisse an kieferorthopädische Maßnahmen wird auch deutlich von Ackerman<sup>1</sup> gefordert. „Im Jahr 2004 kann man sich gut vorstellen, dass ein Patient, der zehn Kieferorthopäden um ihre Meinung bittet, auch zehn unterschiedliche Behandlungspläne erhält. Es ist ebenso gut vorstellbar, dass alle zehn Behandlungspläne zu zufrieden stellenden Resultaten führen werden. In Hinblick auf Effektivität und Effizienz allerdings finden sich unter diesen zehn Plänen vielleicht nur einer oder zwei, die den ästhetischen, funktionellen und psychosozialen Anforderungen des Patienten gerecht werden. Die Herausforderungen des 21. Jahrhunderts liegen für die KFO in der Integration wissenschaftlicher Erkenntnisse in die klinische Praxis. Solange das nicht geschehen ist, werden in der KFO keine exakten Kosten-Nutzen-Analysen für Patienten möglich sein, was bedeutet, dass die Patienten nicht wirklich aufgeklärt in ihre eigene Behandlung einwilligen können“<sup>1</sup>.

Ein internationaler Vergleich von Assessments hinsichtlich des Therapiebedarfs und den klinischen Entscheidungen vorwiegend in Europa<sup>167</sup> untersuchte die Variabilität der Einschätzung von Scores anhand einer Stichprobe von 240 Fällen, die von sämtlichen teilnehmenden Kieferorthopäden parallel beurteilt werden mussten. Zahlreiche Subskalen zum Index of Orthodontic Treatment (IOTN) wurden angewendet. Mittels statistischer Analyse der Übereinstimmungen (Kappa-Werte) wurden die Reliabilitäten der Einschätzungen ermittelt sowie Faktoren, die diese Übereinstimmung zu beeinflussen scheinen. Obwohl bei Querschnittsstudien prinzipiell interpretatorische Unzulänglichkeiten aufgrund der Datenlage argumentiert werden können, wurden sowohl zufällige Abweichungen bei Kieferorthopäden im Fall von wiederholten Befundungen als auch zwischen Kieferorthopäden festgestellt. Die Entscheidungen für oder gegen eine Behandlung scheint systematisch zwischen den teilnehmenden Ländern durch die Methode der Finanzierung der Behandlung beeinflusst zu sein, was als abhängig von der Marktökonomie interpretiert wurde. Das Ausmaß der Marktmitgestaltung bei der klinischen Entscheidungsfindung wird zwischen 24 % und 48 % angegeben. Dieses Ausmaß an Variabilität der professionellen Einschätzung des Therapiebedarfs regt nach Richmond et al.<sup>185</sup> Fragen an, inwieweit kieferorthopädische Maßnahmen gerechtfertigt werden können und inwiefern hier legale Aspekte angesprochen werden. Es wird eine verlässlichere Einschätzung des therapeutischen Bedarfs nach kieferorthopädischen Interventionen gefordert, als es die individuelle professionelle Meinung darstellt.

In welchem Ausmaß nun Abweichungen von der idealen Okklusion nun ein Gesundheitsrisiko in sich bergen, wird von Mohlin und Kuroi<sup>166</sup> thematisiert. Darin wird angegeben, dass die Selektion von Patienten für eine kieferorthopädische Behandlung anhand der Konsequenzen einer Malokklusion vorgenommen werden sollte. Es wird kritisiert, dass sich die Entscheidung für oder gegen eine kieferorthopädische Intervention zu oft allein auf morphologische Betrachtungen stützt. Funktionelle, psychosoziale und körperliche Kriterien werden zu wenig in den Entscheidungsprozess einbezogen. Als für einen umfassenden klinischen Entscheidungsprozess erforderliche Eigenschaften werden angegeben:

- Gingivitis
- Sprache und Sprechen
- Traumatische Zahnverletzungen
- Kauen (Kaufläche)
- Mandibuläre Funktion / Dysfunktion
- Displazierter Zahndurchbruch
- Langzeitstabilität der Okklusion
- Kosten / Nutzen-Überlegungen
- Psychosoziales Wohlbefinden.

### 6.5.5.6 Unerwünschte Nebenwirkungen

Kieferorthopädische Maßnahmen weisen zahlreiche mögliche Nebenwirkungen auf. Eine Klassifikation möglicher Risiken wurde publiziert, um im Zusammenhang mit der Behandlungsplanung systematisch nach bestimmten Gefahrenquellen Ausschau halten zu können. Zu diesen zählen:

Probleme, die während einer kieferorthopädischen Behandlung auftreten können:

#### 1) Gewebsbezogene Probleme

- Schmelz: Demineralisation, Frakturen
- Periodontium: Gingivitis, Knochenschwund
- Wurzel: Resorption
- Pulpa: Ischaemia, Tod
- Weichgewebe: iatrogene Schäden

#### 2) Behandlungsbezogene Probleme

- Inkorrekte Diagnose
- Inkorrektes Management (im Sinn von Behandlungstechnik)
- Patienten-„Non-Compliance“

#### 3) Andere Erkrankungen

- Temporomandibuläre Störungen
- Periodontale Erkrankungen

Diese Probleme wurden tabellarisch ohne Angabe von Häufigkeit oder Risiko dargestellt<sup>83</sup>.

### 6.5.5.7 Messung des Therapieerfolgs – Indizes – „Outcome Research“

Zur quantitativen Erfassung einer Pathologie bzw. eines Interventionsbedarfs werden zahlreiche Indizes verwendet. Indizes sollen in aller Regel die vielfältigen Faktoren, die für eine Beurteilung notwendig sind, zusammenfassen und komprimiert als Zahl oder Profil darstellen.

#### 1) Quantifizierung der Malokklusion

Die Anwendung des IOTN und des Peer Assessment Reviews (PAR) ist sehr geläufig. Weitere Indizes der Malokklusion sind der Treatment Priority Index (TPI; von 1967) sowie der Summer's Occlusal Index (von 1971). Beide scheinen vor allem in den Vereinigten Staaten verbreitete Anwendung zu finden.

Obwohl der IOTN als auch der PAR-Index als reliabel als auch valide eingeschätzt werden, wird die Anwendung eines weiteren Index, des Index of Complexity, Outcome and Need (ICON) gefordert<sup>65</sup>. Als wesentliche Gründe werden angeführt:

- PAR und IOTN betrachten den Behandlungsbeginn und das Ende als getrennte Phänomene.
- Der Behandlungsbedarf aus der Sicht der Zahngesundheit und aus der Sicht der ästhetischen Betrachtung kann widersprüchlich sein.
- Die hierarchische Struktur von Aspekten der Zahngesundheit erfordern unterschiedliche Dokumentation und Protokolle, wenn nur Versuchspersonen verfügbar sind.
- IOTN und PAR sind nur mit der englischen Bevölkerung validiert und nicht international verallgemeinerbar.
- Der PAR vernachlässigt verbleibende Räume nach Extraktion, unvorteilhafte Schneidezahnstellung und Rotationen.
- Der PAR berücksichtigt nicht periodontale Destruktion, Dekalzifikation, Wurzelresorption, dynamische Okklusion oder Gesichtsästhetik.

## 2) Erweiterung der Betrachtung durch psychosoziale Komponenten

Der ICON im Gegensatz zu PAR und IOTN berücksichtigen die folgenden Komponenten:

- Ästhetische Rechtfertigung der Behandlung
- Psychosoziale Steigerung
- Funktionelle Verbesserung sowie bessere Mundgesundheit
- Lippen-Kiefer-Gaumenspalte
- Kreuzbiss
- „Overjet“
- Impaktierte Zähne
- Anterior offener Biss
- Hypodontie
- Tiefer Biss
- Kontaktpunkt Fehlplatzierung
- „Spacing“.

Dieser neue Index umfasst ein Assessment von dentaler Ästhetik, Vorhandensein eines Kreuzbisses, Analyse der Stellung der Zähne im Oberkiefer zueinander, „buccal segment antero-posterior inter-digitation“ und die anterior vertikale Beziehung<sup>65</sup>.

## 3) Indizes für kieferorthopädische Behandlungsprioritäten

Indizes für einen Behandlungsbedarf bzw. eine Prioritätensetzung bei kieferorthopädischen Behandlungen bauen auf dem Konzept der idealen Okklusion auf. Solche morphologischen Variationen von einer konstruierten Norm reflektieren nach Mohlin und Kuro<sup>167</sup> nur eine biologische Variation und sollten niemals als Basis einer therapeutischen Entscheidung herangezogen werden. Die Evaluation eines Behandlungsbedarfs sollte anstelle dessen an den Konsequenzen einer Malokklusion für diesen individuellen Patienten aufgebaut werden. Darüber hinaus werden die verschiedenartigen Ansätze zahlreicher Indizes beschrieben, um die Schwierigkeit der Ableitung von Behandlungsbedarf aus dem Index zu folgern. Genannt werden der:

- Swedish Medical Board Index
- Index of Treatment Need – Dental Health Components (IOTN-DHC-Index), dieser ergänzt den Swedish Medical Board Index um definierte Grenzwerte
- Orthodontic Treatment Priority Index
- PAR
- Handycapping Malocclusion Assessment
- SASOC / DAI (Dental Aesthetic Index)
- IOTN-AC (Aesthetic Component)
- Standardized Continuum of Aesthetic Need

In Vergleichseinschätzungen wurden ausgewählte Indizes mit einander verglichen, um daraus zu folgern, dass kieferorthopädische Behandlungsindizes für eine therapeutische Entscheidung von beschränktem klinischem Nutzen sind, da diese nicht die Konsequenzen eines Fehlbisses hinsichtlich des gegenwärtigen Wissensstands abbilden. Behandlungsentscheidungen sollten sicherlich nicht auf Beschreibungen der Bissanomalie basieren, die letztendlich nicht mehr ist als die Beschreibung einer biologischen Variation<sup>166</sup>.

Jefferson<sup>152</sup> hält fest, dass für die umfassende Evaluation einer kieferorthopädischen Maßnahme die medizinische Anamnese, aber auch das Ernährungsverhalten, die Zahnentwicklung, Zahnprobleme, Gesichts- und skelletale Schwierigkeiten, temporomandibuläre Dysfunktionen, Obstruktionen der oberen Luftwege (Mundatmung) sowie abnormale myofunktionelle Gewohnheiten erforderlich seien. Darin wird festgehalten, dass die Mehrzahl der kieferorthopädischen Probleme mit Skelettproblemen in Zusammenhang steht und eine zephalometrische Analyse zweckdienlich erscheint. Neben einem Screening auf temporomandibuläre Dysfunktionen ist die Evaluation der oberen Luftwege von

Bedeutung, da z. B. die Mundatmung abnormale muskuläre Aktivitäten des Gesichts und der Zunge nach sich ziehen. Bereits 1906 wurde der Zusammenhang zwischen Mundatmung und Gesichts- und Zahnanomalien beschrieben. Auch geschwollene Mandeln können kieferorthopädische Probleme nach sich ziehen<sup>130</sup>.

Bezogen auf Gründe, warum sich die Zahnentwicklung abnormal entwickeln kann zählt Jefferson<sup>130</sup> ausdrücklich auch myofunktionelle Probleme, wie Mundatmung, Daumen- oder Lippenlutschen, „forward tongue thrust“ oder abweichende Schluckmuster. Das Saugen an Schnullern, Flaschenfüttern und das Nuckeln an Fremdobjekten wie Bleistiften können abweichende myofunktionelle Gewohnheiten nach sich ziehen, die das Verhalten der Zunge, des Gesichts und in der Folge Abweichungen bei der Zahnentwicklung nach sich ziehen.

#### **4) Zielsetzung der kieferorthopädischen Maßnahmen**

Grundsätzlich gilt nach wie vor die Schulmeinung, der zu Folge das Erreichen einer Angle-Klasse 1 das Oberziel der kieferorthopädischen Maßnahme darstellt. Dieses Prinzip, das auf der Angle-Klassifikation aus dem 19. Jahrhundert aufbaut wird in jüngerer Vergangenheit mehr und mehr differenziert betrachtet und unter Berücksichtigung des „technisch machbaren“ relativiert. Im Speziellen werden auch funktionelle Gesichtspunkte heutzutage stärker in Betracht gezogen.

So sehen Carano et al.<sup>38</sup> das Erzielen einer langzeitigen Stabilität als Ziel an und verwerfen dies zu Lasten einer optimalen Okklusion. Ungenügende Patientencompliance sowie Intoleranz gegenüber den Kräften des Kauapparats sind die wesentlichsten Begründungen dafür, dass ein Behandlungsplan stets einen Kompromiss darstellen muss. Ein solcher Kompromiss ist in aller Regel akzeptiert, solange die ästhetische Komponente gewährleistet sei. Es wird in aller Regel auch toleriert, wenn der Patient auf der Basis der KFO symptomfrei wird.

### **6.5.6 Inhalte und Bewertung der Literatur**

#### **6.5.6.1 Einleitung**

Zahlreiche Studien beschäftigen sich mit der Analyse der Wirksamkeit von kieferorthopädischen Maßnahmen. Kieferorthopädische Behandlungsgeräte können sowohl abnehmbar als auch festsitzend bzw. in Kombinationen sein<sup>196</sup>. In der kieferorthopädischen Praxis ergibt sich oft die Notwendigkeit einer zweiphasigen Behandlung. Die erste Phase, die meist zu einem frühen Zeitpunkt (Wechselgebiss) beginnt, wird oftmals mit abnehmbaren Geräten durchgeführt. In einer etwaigen zweiten Phase (bleibendes Gebiss) werden häufig fixe Apparate zur Anwendung gebracht. Bei Anwendung festsitzender Apparate wirken immer kontinuierliche Kräfte. Im Gegensatz dazu wirken abnehmbare Apparaturen intermittierend (unterbrochen) mit im Vergleich zu festsitzenden Apparaten geringeren Kräften.

#### **6.5.6.2 Anwendung fixer Apparate**

Es gibt zahlreiche Arten von fixen Apparaten. Eine Übersicht (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) wird bei Knak<sup>139</sup> angegeben. Dabei werden unterschieden:

- Multibandapparate (Multibandsystem (MBS) = Brackets) als festsitzende Apparate im engeren Sinn sowie
- Apparate, die auch als festsitzend bzw. teilfestsitzend, aber im weiteren Sinn gelten.

Dazu zählen unter anderem:

- Apparaturen zur Gaumennahterweiterung
- Quadhelix
- „Flex Developer“
- Herbst-Schanier
- Jasper Jumper
- „Sabbagh Universal Spring“

- Nancebogen
- Lingualbogen
- „Bite Plane“
- „Bite Turbos“
- „Lipbumper“
- Transpalatinalbogen (z. B. gelötet)
- Distaljet
- Pendulum
- Orthodontische Hilfsmittel (Gummizüge, Spikes, Verankerungen).

Als Indikationen für die Anwendung einer festsitzenden Apparatur wird (adaptiert nach Knak<sup>139</sup> sowie Diedrich<sup>74</sup>) vor allem genannt:

- Ausgeprägte Zahnfehlstellungen
- Platzmangel
- Angle-Klassen
- Erforderliche multiple Zahnbewegungen
- Kippende, aufrichtende, torquende, rotierende, distallisierende und transversale Zahnbewegungen in einem oder beiden Kiefern
- Orthodontisch / prothetische Maßnahmen
- Kombinierte kieferorthopädische / chirurgische Behandlungen.

Festsitzende Apparate haben im Lichte alternativer Möglichkeiten in der KFO die folgenden Vor- bzw. Nachteile.

Vor- / Nachteile festsitzender Apparate (nach Knak<sup>139</sup>)

Vorteile:

- Unabhängig von der Mitarbeit des Patienten in Bezug zur Tragezeit
- Kein Verlieren möglich (auch während des Schlafs)
- Diffizile Zahnbewegungen
- Körperliche, kippende, rotierenden, aufrichtende Zahnbewegungen
- Exakte Ausformung und Nivellierung der Zahnbögen.

Nachteile:

- Ausbleibender Erfolg bei schlechter Mitarbeit (z. B. Einhängen von Gummizügen)
- Eingeschränkte Reinigungsmöglichkeit der Zähne
- Ästhetische Beeinträchtigungen
- Zahnfleischentzündung
- Zahnentkalkung sowie Karies
- Wurzelresorption
- Kiefergelenksbeschwerden
- Fraktur von devitalen Zähnen bei Abnahme
- Lockerung prothetischer Arbeiten
- Beschädigung von Kunststofffüllungen und Verblendungen
- Rezidiv nach Behandlungsende.

Die Anwendung der einzelnen Apparate basiert in der Regel auf einer völlig individuellen Behandlungsplanung. Systematische Übersichten über die Vor- und Nachteile der einzelnen Geräte konnten aus der Literatur nicht gefunden werden.

### **Wirkprinzip der kieferorthopädischen Maßnahme**

Festsitzende Apparaturen ermöglichen verschiedene Zahnbewegungen. Es lassen sich aufrichtende (mesiale, distale), labiale (zur Lippe), linguale (zur Zunge), palatinale (zum Gaumen) Bewegungen der Wurzelspitze sowie Zahnrotationen durchführen.

Jede Zahnbewegung verursacht eine Druck und / oder Zugzone im Zahnhalteapparat. Der Druck erzeugt auf der einen Seite des Zahns Knochenabbau, der Zug auf der anderen Seite erzeugt Knochenanbau. Dies hängt im Wesentlichen ab von der Zahnwurzeloberfläche, dem Alter des Patienten, der Okklusion und der Höhe der angewendeten Kraft. Größere Zähne mit mehreren oder langen Wurzeln lassen sich langsamer bewegen als kleinere Zähne bzw. wenige Wurzeln.

### **Mögliche Nebenwirkungen**

Breznjak und Wasserstein<sup>36</sup> beschreiben den kieferorthopädisch induzierten Entzündungsprozess, der zu einer Wurzelresorption führt. Dieser Prozess wird als unvermeidbare pathologische Konsequenz der kieferorthopädischen Bewegung der Zähne betrachtet, die aufgrund der angewendeten Kräfte zu Stande kommt. Die KFO erscheint als die einzige Disziplin, deren gewünschte Wirkung (funktionelle und ästhetische Problemlösung) auf der Basis eines gezielten Entzündungsprozesses beruht<sup>36</sup>. Trotz einer großen Zahl an Literaturquellen in dieser Publikation wird das Risiko für eine Wurzelresorption weder quantifiziert noch speziell gefährdete Patientengruppen identifiziert.

### **Wirksamkeit kieferorthopädischer Maßnahmen**

Wenige Studien, jedoch zahlreiche Publikationen beschäftigen sich mit der Analyse der Wirksamkeit von kieferorthopädischen Maßnahmen. Aus der verfügbaren Studienliteratur soll vor allem die reine Wirksamkeit im Sinne der evidenzbasierten Medizin auf der Basis publizierter Studien (anhand von Patientendokumentationen) ermittelt werden. Dazu zählt die Analyse vorrangig hochwertiger Studien im Sinn der Evidenzhierarchie, die eine wissenschaftlich abgesicherte „Efficacy“ (Wirksamkeit unter Idealbedingungen) ermitteln kann. Hierbei ist entsprechend neuerer wissenschaftlicher Literatur zwischen den kurzfristigen Erfolgen und den langfristigen Interventionserfolgen zu unterscheiden.

Eine randomisierte klinische Studie mit 71 Patienten von 2004<sup>127</sup> evaluierte den Effekt von Laceback-Ligaturen. Hierbei wird diese Technik auf Wirksamkeit evaluiert (vorausgegangene Extraktionstherapie der ersten Prämolaren sowie Anwendung festsitzender Apparate). Diese Technik konnte signifikante Resultate zeigen, im Speziellen eine signifikante Verbesserung einer günstigen Bewegung der unteren ersten Molaren.

In einer Studie von 2006, die anhand von 14 Kindern (mit 15 Kontrollen) durchgeführt wurde, die Wirksamkeit einer Anwendung festsitzender Apparate evaluiert<sup>13</sup>. Angewendet wurde die schnelle Oberkieferdehnung (Rapid Maxillary Expansion [RME]) Klasse III- und Klasse I-Patienten zeigten signifikante gruppenspezifische Differenzen im Vergleich zum Behandlungsbeginn. Es wurden signifikante Veränderungen bei der Protraktion des Oberkiefers festgestellt und eine Annäherung an eine Klasse I erzielt. Die Verhältnisse der Lippen veränderten sich ebenfalls signifikant und die Patienten erzielten ein verbessertes orthognathisches Profil nach der Behandlung, wenngleich diese noch immer Klasse III-Charakteristika aufwiesen. Diese Studie aus der Türkei anhand von insgesamt 29 nicht-randomisierten Patienten zeigte – trotz einer sehr geringen Macht der Datenanalyse, dass signifikante Ergebnisse „leicht“ zu erzielen sind. Diese Methode ist nun eine von vielen, die angewendet werden kann und unterstreicht den Forschungsbedarf auf diesem Gebiet.

Eine Studie zur Wirksamkeit und Behandlungsdauer einer festsitzenden Apparatur für den Ober- und Unterkiefer gleichzeitig verweist im Einleitungsstatement auf vorangegangene Untersuchungen zur Wirksamkeit kieferorthopädischer Interventionen. Diese Studien waren in dieser aktuellen Recherche nicht enthalten und stammen aus den Jahren 1975 bis 1993. Da die Frage der Wirksamkeit zunehmend von Patienten oder von Finanzierungsstellen nachgefragt wird, ist der Bedarf an Prüfungen dieser Art in jüngerer Vergangenheit verstärkt gegeben<sup>52</sup>. Aus diesem Grund wurde eine Studie initiiert und anhand von 177 Patienten mittels des PAR evaluiert und einer Einphasenbehandlung zugeführt. Die durchschnittliche Behandlungsdauer betrug 24,9 Monate, die Ergebnisse erscheinen im hohen Maß methodisch unplausibel. Während die Gesamtgruppe einen deutlich verringerten PAR-Index nach der Behandlung im Vergleich zur Periode vor der Behandlung ausweist, was als nicht



signifikant angegeben wird, wird mit einer sehr kleinen Gruppe der über 18-jährigen ein geringerer PAR-Unterschied vor und nach der Behandlung jedoch signifikant. Während die statistische, nicht-parametrische Testung betont wird, wird für Detailanalysen die multiple stufenweise Regression verwendet, was in hohem Maß höhere Anforderungen an die Daten stellt. Gravierende statistische und methodische Mängel scheinen dieser Arbeit zu Grunde zu liegen, auch dass für die Ermittlung der Unterschiede die Gruppen als unabhängig betrachtet wurden (Mann-Whitney-U-Test, der nebenbei bemerkt keine Mittelwerte vergleicht – wie behauptet [A. d. V.]). Die Ergebnisse werden nur in Form von PAR-Index-Reduktionen angegeben, ohne eine kieferorthopädische Interpretation vor zu nehmen.

### Langfristiger Therapieerfolg

Fragestellung: Welche Erkenntnisse gibt es über die langfristige Entwicklung des Mundgesundheitszustands nach kieferorthopädischer Behandlung? Ist der Mundgesundheitszustand bei kieferorthopädisch behandelten Patienten langfristig besser als bei nicht kieferorthopädisch behandelten Patienten?

Aus der Perspektive des Gesundheitssystems muss die medizinische Korrektur von Fehlstellungen als klassischer Surrogatparameter gesehen werden. Dieser medizinisch bedeutsame Erfolgsfaktor ist dann als Ergebnisparameter aussagekräftig, wenn mittels dieser Maßnahme der absolut wesentliche Endpunkt, – der langfristige Mundgesundheitszustand – erzielt werden kann.

Eine retrospektive Langzeitstudie aus Neuseeland<sup>198</sup> für die Dauer von 14 Jahren (Einstufung im Alter von zwölf Jahren, Evaluation mit dem Alter von 26 Jahren) auf der Basis eines Registers weist nach, dass kieferorthopädische Maßnahmen zu keinen Schäden führen, gleichzeitig wird aufgezeigt, dass es für die Feststellung der Wirksamkeit von kieferorthopädischen Maßnahmen im Licht der evidenzbasierten Medizin keine Belege gibt. Die Erkenntnisse der klinischen Praxis basierten laut Aussagen in dieser Studie in der Regel auf Fallberichten, Fallserien, Querschnittsstudien und anekdotischen Berichten. Langzeitstudien auf der Basis von kontrollierten Studien fehlen vollständig<sup>205</sup>.

Eine retrospektive Studie, die den Langzeiteffekt des anterior offenen Bisses bei der Methode der Extraktionstherapie unter Einbeziehung festsitzender Apparate untersucht, zeigt statistisch hochsignifikante Ergebnisse in der Reduktion des Überbisses bei der bleibenden Bezahnung sowie zahlreicher anderer Parameter beim Vergleich vor und nach der Therapie<sup>69</sup>. Gleichzeitig wird in der Studie von der Nichtsignifikanz der Reduktion des Überbisses gesprochen und mögliche Erklärungen für das Versagen angegeben. Die Erläuterungen und die dargestellten Ergebnisse scheinen in einem beträchtlichen Widerspruch zu stehen, der darin liegen dürfte, dass die Autoren das Konzept der statistischen Signifikanz nicht interpretieren können, denn tatsächlich wurde ein p-Wert von  $p = 0,000$  angegeben. Gravierende Mängel bei der Methodik können hier nur angenommen werden, wenngleich diese Studie ein ehrgeiziges Ziel verfolgte.

Diese Fragestellung kann mit keiner einzigen Studie beantwortet werden. Die Evidenz dieser beiden genannten Studien kann als nicht ausreichend erachtet werden, um die Frage zufrieden stellend beantworten zu können.

Die wesentlichen Gründe hierfür sind:

- Konzept der Mundgesundheit wird (noch) nicht berücksichtigt.
- Die identifizierten Studien stellen eine Intervention dar, die nicht als repräsentativ für die kieferorthopädischen Maßnahmen mit festsitzenden Apparaten betrachtet werden kann.
- Die Studien weisen gravierende statistisch-methodische Mängel auf.
- Die Studien weisen zudem die Gefahr zahlreicher Verzerrungen auf.

Weitere Studien, insbesondere im Sinn der Fragestellung sind notwendig, um diese Frage zunächst überhaupt und weiteres mit ausreichender Härte der Evidenz beantworten zu können.

### Zahnfehlstellung – natürliche Bezahnung

Fragestellung: Ist die Behebung von Zahnfehlstellungen eine wirksame Voraussetzung für die Erhaltung der natürlichen Bezahnung?

Diese Frage ist durch keine einzige Studie geprüft worden. Es gab Hinweise, dass kieferorthopädische Maßnahmen zu keinen Schädigungen führen, ob jedoch positiv formuliert die Korrektur von

Zahnfehlstellungen zu einem Erhalt der natürlichen Bezahnung führt, muss völlig offen bleiben. Auch eine umfangreiche Recherche konnte keine Studie zu genau diesem Thema identifizieren.

### **Kariesanfälligkeit**

Fragestellung: Wie kann das Risiko für Kariesanfälligkeit abgeschätzt werden? Welche Maßnahmen können zur Kariesvermeidung getroffen werden?

Karies ist ein Thema, das in zahlreichen Publikationen thematisiert wird. Vor allem die erschwerten Bedingungen für den Patienten, selbständig eine ausreichende Mundhygiene zu erzielen, werden als großes Problem der KFO betrachtet.

Es gibt in der gesamten Recherche keine einzige Studie, die das Risiko der Kariesanfälligkeit (auch nur für eine spezielle Interventionstechnik) quantifiziert hätte. Die Frage muss daher völlig offen bleiben. Weitere Studien erscheinen dringend erforderlich, um das Problem in der Häufigkeit beschreiben zu können um darauf aufbauend Gegenmaßnahmen in ihrer Wirksamkeit beurteilen zu können.

### **Indikationsstellungen**

Fragestellung: Welche Indikationsstellungen für kieferorthopädische Maßnahmen können nach Analyse der wissenschaftlichen Literatur empfohlen werden?

Mit Indikationsstellungen wird der Versuch der Standardisierung der Therapieerfordernisse betrachtet. Da kieferorthopädische Maßnahmen je nach Finanzierungshintergrund entweder das Budget der Patienten oder der Krankenkassen (oder beide) belasten, ist die Frage wesentlich, wann eine Therapie als erforderlich erscheint.

Eine Longitudinalstudie von Birkeland et al.<sup>29</sup> untersuchte die Faktoren, die die Entscheidung über eine kieferorthopädische Behandlung zu beeinflussen vermögen. Ziel dieser Studie war es, unter 359 Kindern, die elf und 15 Jahre alt waren, deren eigene Meinung bzw. die Meinung der Eltern bezüglich ihrer Einstellungen für oder gegen eine kieferorthopädische Behandlung zu untersuchen. Beurteilt wurden auch die versorgungsrelevanten Überweisungsrate und der tatsächliche Behandlungsbeginn. Der Behandlungsbedarf wurde mittels des Behandlungsbedarfsindex (IOTN) ermittelt.

Die Ästhetik war der am häufigsten genannte Grund für eine kieferorthopädische Behandlung. Für die Analyse des Behandlungsbeginns waren die Besorgnis der Eltern und ihre Einstellung zu festsitzenden Apparaturen maßgeblich. Die Einstellung der elfjährigen selbst war „weniger signifikant“. Kinder der unbehandelten Gruppe mit späterer Entscheidung für eine Behandlung konnten am besten bei Veränderungen der ästhetischen Komponente des IOTN eingeschätzt werden. Die Ergebnisse zeigen, - folgern die Autoren dieser Publikation - dass Zahnärzte eine Schlüsselrolle bei der Bestimmung des kieferorthopädischen Behandlungsbedarfs spielen. Hohe Überweisungsrate halten das Risiko gering, einem Patienten die Behandlung vorzuenthalten. „Dabei könnte der Behandlungswunsch vom Kieferorthopäden gelenkt sein“<sup>29</sup>. Der individuelle Unterschied bezüglich der Einstellung und des Behandlungswunsches beeinflusst jedoch den Behandlungsbeginn auch bei jenen Kindern, die einen großen Behandlungsbedarf haben. Hinsichtlich der Anzahl der Überweisungen und der Behandlungshäufigkeit sowie des Behandlungsbeginns fand sich für die acht teilnehmenden Zahnkliniken eine große Variabilität.

Als weitere Faktoren für den Behandlungsbedarf (Erklärung für hohe Variationsbreite bei der Überweisungsquote) werden genannt, dass der Allgemeinpraktiker der Meinung ist, dass die Entscheidung für eine kieferorthopädische Behandlung von einem Spezialisten getroffen werden sollte bzw. dass es besser sei, häufiger zu überweisen, als später von den Eltern zur Verantwortung gezogen zu werden<sup>29</sup>.

Wichtige Faktoren könnten unterschiedliche Schwellenwerte sein, die zu einer tatsächlichen Überweisung für eine kieferorthopädischen Behandlung führen sowie Unterschiede in der Einschätzung der Patientenmotivation, ihrer Mitarbeit, der erwarteten Mundhygiene und der finanziellen Situation des Patienten. „Auf der anderen Seite könnte es sein, dass Zahnärzte mit geringer Überweisungsrate an Kieferorthopäden ihren Patienten die Behandlung vorenthalten oder die Behandlung durch eine verspätete Überweisung erschweren“<sup>29</sup>.

Insgesamt kann aus dieser Studie gefolgert werden, dass die Feststellung des Behandlungsbedarfs und die Frage der tatsächlichen Inanspruchnahme einer Behandlung von zahlreichen Faktoren mit beeinflusst zu sein scheinen. Die Frage der Einschätzung des Behandlungsbedarfs spielt dabei eine wichtige Rolle - für die Frage der tatsächlichen Versorgung ist dies jedoch nur einer von mehreren beitragenden Faktoren.

### 6.5.6.3 Einflussfaktoren auf den Therapieerfolg

Zahlreiche Faktoren scheinen für das Erzielen eines therapeutischen Erfolgs ausschlaggebend zu sein. Die kieferorthopädische Intervention als isolierte Maßnahme – wie in randomisierten klinischen Studien erforschbar – stellt nur eine Komponente eines therapeutischen Erfolgs dar. Zahlreiche Faktoren, wie die Art und Intensität der Motivation und Mitarbeit des Patienten (Compliance), Zeitpunkt der Behandlung, Lebensstilfragen (Gewohnheiten, Rauchen, Alkoholkonsum etc.), finanzielle sowie soziale Faktoren, Nebenwirkungen und Komorbidität spielen eine Rolle.

Der Therapieerfolg ist im Fall von kieferorthopädischen Maßnahmen teils nur langfristig beurteilbar, vor allem wenn das Erfordernis von so genannten Retentionsmaßnahmen (Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der gewonnenen Morphologie) gegeben ist. Folglich ist der Betrachtung der Nachfolgemaßnahmen nach den eigentlichen Interventionen eine eigene Aufmerksamkeit zu widmen.

### Einphasen- versus Zweiphasenbehandlung

Meist beginnen kieferorthopädische Interventionen mit abnehmbaren Geräten (Frühphase), gefolgt von festsitzenden Apparaten in der zweiten Phase, falls dies erforderlich ist. Im Fall einer Zweiphasenbehandlung können diese beiden Phasen in aller Regel nicht unabhängig voneinander betrachtet werden.

Zu diesem Thema konnte im Zug der Recherche keine empirische Studie identifiziert werden. Nur eine unsystematische literaturbezogene Autoreninterpretation<sup>95</sup> widmet sich diesem Thema und bezieht im Wesentlichen weitere unsystematische Übersichtsarbeiten ein, die sich ihrerseits auf Evidenzen auf der Ebene von Kommentaren berufen.

### Die frühzeitige Intervention

Eine Studie beschäftigt sich mit der Frage der frühzeitigen Behandlung (des offenen Bisses). Die frühzeitige Behandlung wird grundsätzlich zum größten Teil mit abnehmbaren Apparaten durchgeführt. Eine systematische Übersichtsarbeit anhand von 1.049 identifizierten Artikeln (Zeitraum: 1966 bis 2004) stellte fest, dass sich darunter keine einzige randomisierte klinische Studie befand. Sieben Studien konnten schließlich zum Thema herangezogen werden, wiesen jedoch nach Ansicht der Autoren<sup>60</sup> ernsthafte methodische Probleme auf (Mangel an Power der verwendeten statistischen Verfahren, Verzerrungen, Bias, Confounding, mangelhafte Fehleranalyse, mangelhafte Verblindung und Mangel oder Fehlanwendungen statistischer Methoden). Die inhaltlichen Analysen in dieser Arbeit zeigen, dass es durchaus möglich ist, Erfolge der kieferorthopädischen Maßnahmen aufzuzeigen und dass es zukünftig notwendig sein wird, weitere Studien (vor allem qualitativ aussagekräftige Studien) durchzuführen. Teilweise konnten 100 %-ige Erfolgsraten aufgezeigt werden – in drei der sieben selektierten Studien<sup>60</sup>.

Eine zweiphasige randomisierte kontrollierte Studie prüfte die Bedeutung der ersten Phase der Behandlung. Die erste Phase wurde mit funktionellen Apparaten, die zweite Phase mit festsitzenden Apparaten durchgeführt. Es wurde gezeigt, dass die erste Phase keinen bedeutsamen zusätzlichen Effekt auf den Gesamterfolg aufweist<sup>205</sup>. Es wird daraus geschlossen, dass die frühe Behandlung als wesentlich weniger effizient betrachtet werden muss und dass durch diese frühzeitigen Maßnahmen auch keine spätere Behandlungsverkürzung in der zweiten Phase mit festsitzenden Apparaten erzielt werden kann. Bei diesen Klasse II-Patienten wurden die Ein- und Zweiphasenbehandlung miteinander verglichen und die Bedeutung der ersten Phase somit in Frage gestellt<sup>211</sup>:

### Timing der Behandlung

Robb et al.<sup>191</sup> untersuchten die Wirksamkeit und Dauer von kieferorthopädischen Maßnahmen zwischen Jugendlichen und Erwachsenen. Ziel war es in dieser mit 72 Personen geplanten Studie der Frage nachzugehen, ob die übliche kolportierte Meinung, der zufolge die Behandlung Erwachsener schwieriger sei und eine längere Dauer erfordere, aufrecht erhalten werden kann. Als klinischer Score wurde der PAR-Index angewendet. Auf der Basis dieser Studie wurde die Schlussfolgerung gezogen, dass zwischen Jugendlichen und Erwachsenen mit prädominanter Klasse I Malokklusionen und der Extraktion von vier Prämolaren kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen Jugendlichen und Erwachsenen festgestellt werden konnte. Die Anzahl der gebrochenen und reparierten Ausstattungen konnten 46 % der Variabilität der Behandlungsdauer und 24 % der Behandlungswirksamkeit erklären<sup>191</sup>.

Diese Studie ist auf der Basis retrospektiver Erhebungen durchgeführt worden. Aufgrund der angegebenen Variabilität des PAR-Score bzw. der Behandlungsdauer ist die Studienplanung nicht nachvollziehbar, da das Kriterium für die Ausstattung der Studie mit entsprechender Macht (angegeben mit 80 %) auf diese Weise nicht erreicht werden kann. Die Fallzahl von 21 je Gruppe (es wurden zusätzliche Fälle eingeschlossen) erscheint für die Feststellung dieser Frage nicht geeignet zu sein, da die Aussagekraft dieser retrospektiven, nach nicht-randomisierten Kriterien ausgewählten Fälle dreier erfahrener praktizierenden Kieferorthopäden als ungenügend erscheint. Darüber hinaus scheinen methodische Probleme vorzuliegen, denn die Auswertung von Zählraten (Anzahl der gebrochenen Ausstattungen, Anzahl der Reparaturen mittels t-Tests oder multipler stufenweiser Regression erscheint fragwürdig, da die methodischen Voraussetzungen nicht erfüllt sein dürften.

Das Thema des Timings ist in der aktuellen wissenschaftlichen Literatur kontroversiell diskutiert. Während Schwarze (zitiert nach Diedrich<sup>74</sup>) darauf hinweist, dass sich die frühe Behandlung nur in Ausnahmefällen als gerechtfertigt betrachtet werden kann, wird in einem Review über die Behandlungsplanung im 21. Jahrhundert darauf verwiesen<sup>62</sup>, dass ein früher Beginn der Behandlung grundsätzlich angezeigt sei.

### Risikofaktoren für den therapeutischen Erfolg

Wie bereits angegeben, ist der therapeutische Erfolg multifaktoriell. Eine Studie von Bergström et al.<sup>27</sup> zeigt in Form eines Einflussdiagramms zahlreiche Faktoren auf.

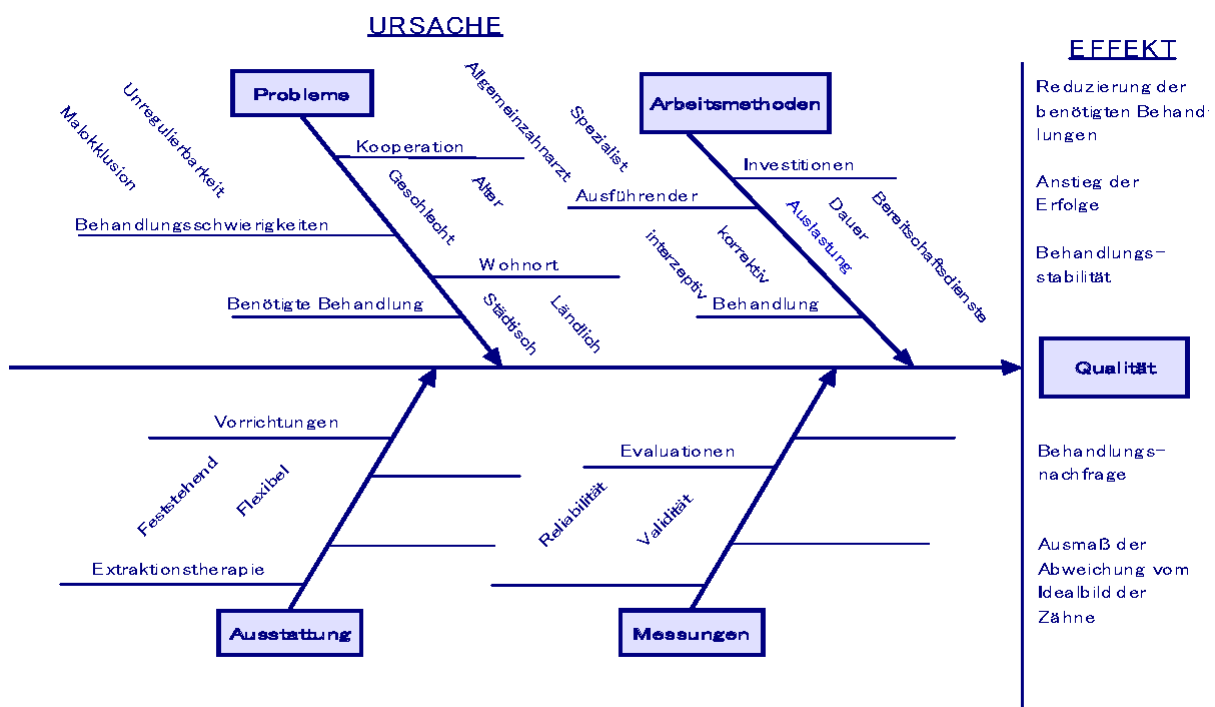


Abbildung 1: Faktoren, die orthodontische Maßnahmen beeinflussen

## Retention

Als Retention wird die Aufrechterhaltung des therapeutischen Erfolgs bezeichnet. Gerade im Bereich der KFO kann die langfristige mechanische Unterstützung mittels so genannten Retainern erforderlich sein. Festsitzende Retainer sind z. B. Twistflexretainer als Lingual- oder Palatinalretainer bzw. Retainer mit zwei Bracketbasen als Klebestellen<sup>139</sup>.

Eine unsystematische Übersichtsarbeit untersuchte die Stabilität der Retention<sup>30</sup>. Mittels zahlreicher Literaturangaben werden die folgenden Faktoren als Einflussfaktoren auf die nachhaltige Aufrechterhaltung der kieferorthopädischen Maßnahme gestützt:

- Veränderung der Bogenform
- Periodontal- und Gingivitalgewebe
- Mandibuläre incisor Dimensionen
- Umweltfaktoren (im Sinn von Muskeldruck) und Neuromuskulatur
- Betrachtung des Körperwachstums
- Posttherapeutische Zahnposition und funktionelle Okklusion
- Entwicklung der dritten Molaren
- Einfluss der ursprünglichen Malokklusionsgründe
- Behandlungsmodalität
  - Späte Extraktion mit nachfolgender Vollbehandlung
  - Serielle Extraktion ohne Apparatetherapie
  - Serielle Extraktion mit nachfolgender Apparateanwendung
  - Nichtextraktion mit Bogenerweiterung
  - Frühe gemischte Bezahnung ohne fixer Apparate
  - Nichtextraktion mit generalized spacing
  - Extraktion der unteren Schneidezähne.

Blake et al.<sup>30</sup> ziehen den Schluss, dass es nicht notwendig ist, die grundsätzliche Erfordernis einer dauerhaften Retentionsmaßnahme bei der Behandlungsplanung, die von vielen Autoren gefordert wird, einzuhalten. Es wird an Stelle dessen eine prinzipienorientierte Vorgehensweise vorgeschlagen, um eine dauerhafte Retention zu gewährleisten, ohne kieferorthopädische Maßnahmen (Retainers) anwenden zu müssen.

In dieser Arbeit wird auf eine Zehn-Jahres-Nachuntersuchung verwiesen, bei der auf Little, Riedel (zitiert aus Blake et al.<sup>30</sup>) verwiesen wird. Der zufolge erwies sich von allen untersuchten Behandlungsmethoden das mandibuläre „Spacing“ als jenes mit der größten Langzeitstabilität. Diese Untersuchung fiel in die Kategorie Nichtextraktion mit verallgemeinertem „Spacing“.

Eine Zehn-Jahres-Nachuntersuchung nach Retention<sup>7</sup> zeigte, dass 67 % der erzielten kieferorthopädischen Erfolge selbst nach zehn Jahren erhalten werden konnten. Die Hälfte der Misserfolge (Nicht-Aufrechterhaltung der erzielten Therapieerfolge) fand in den ersten zwei Jahren statt. Diese Arbeit fordert Kieferorthopäden auf, die realen Therapieerfolge stärker zu kommunizieren.

## Nebenwirkungen, entzündliche Geschehen, Demineralisation, Mundhygiene, im Speziellen Analyse des Kariesrisikos

Für die Ermittlung des Risikos für Karies im Sinn der epidemiologischen Kennzahl konnte keine Studie gefunden werden, die zumindest Anteile oder Raten des Auftretens von Karies im Vergleich zu einer Kontrollgruppe angewendet hat. Das Risiko ist daher in keiner Weise rechnerisch angegeben, noch aus der Sekundärliteratur eigenständig berechenbar.

Ein wissenschaftlicher Artikel auf der Ebene eines Autorenkommentars<sup>217</sup> bemerkt, dass die Breite der Gingiva, gemessen von koronal nach apikal wenig Einfluss auf die Entstehung von Rezessionen während kieferorthopädischer Maßnahmen besitzt. Als wesentlich hingegen wird die Stärke der Gingiva betrachtet. Daher sollten besonders Zahnbewegungen in vestibuläroraler Richtung nur nach genauer Untersuchung der Gingiva auf der Druckseite vorgenommen werden. Solange der Zahn innerhalb des Alveolaransatzes bewegt wird, ist das Risiko geringer. Sofern jedoch die Kontinuität des

bedeckenden Knochens gefährdet ist, wirkt sich die Qualität des Weichgewebes auch noch nach Abschluss aktiver Bewegungen aus. Zusätzlich wirken bakterielle Beläge bei dünner Gingiva negativ. In solchen Fällen muss der Patient eine lückenlose Mundhygiene betreiben, ohne die Gingiva zu schädigen<sup>217</sup>.

### **Maßnahmen zur Vermeidung von unerwünschten Nebenwirkungen einer KFO-Behandlung, Hygienemaßnahmen, Fluoridierung**

Zur Verringerung von Demineralisation rund um kieferorthopädische Apparate werden schlechte Mundhygiene, lange Behandlungsintervalle und eine schlechte Patientenkooperation als Probleme angeführt. Um weiteren Schädigungen vorzubeugen, wird bei Gorton et al.<sup>102</sup> dargelegt, wie diesen Prozessen begegnet werden könnte. Hierbei kommen fluorierte Zemente zum Einsatz. Die angewendeten Ergebnisparameter sind ausschließlich chemischer Natur, es konnte jedoch eine signifikante Reduktion des Schmelzdefekts aufgrund Karies rund um die Brackets erzielt werden.

#### **6.5.6.4 Maßnahmen in Bezug zum Gesamtsystem des Menschen**

Für den (nachhaltigen) Erfolg von kieferorthopädischen Maßnahmen sind abgesehen von den isolierten Behandlungseffekten einer kieferorthopädischen Intervention ihre Umgebungsbedingungen bzw. Voraussetzungen als Erfolgsfaktoren zu sehen. Diese Einflussgrößen sind so bedeutsam, dass der Erfolg einer an sich völlig korrekten kieferorthopädischen Maßnahme entweder direkt oder indirekt gesichert, verlängert, gefährdet bis zu nahezu verunmöglicht werden kann.

Eine kieferorthopädische Maßnahme kann und darf nicht losgelöst von den vorhandenen Rahmenbedingungen, die der menschliche Organismus bietet betrachtet werden.

#### **Auswirkungen auf den Alltag**

In jüngerer Zeit ist verstärkt Augenmerk auf soziale, psychologische, biologische und funktionelle Auswirkungen von Zahnerkrankungen auf das tägliche Leben gelegt worden<sup>156</sup>. Auf dieser Basis wurden an 30 Patienten qualitative Erhebungsmethoden angewendet, inwieweit festsitzende Apparate auf das tägliche Leben Einfluss nehmen. In diesem Zusammenhang wurden Erkenntnisse aus Vorstudien benutzt, um ein entsprechendes Erfassungsinstrument zu entwickeln. Die darin enthaltenen Fragekategorien, die als wesentlich erachtet werden, sind:

- Ästhetik
- Funktionelle Beeinträchtigungen
- Konsequenzen auf die Ernährung
- Mundhygieneaspekte
- Aspekte der Aufrechterhaltung der Maßnahmen
- Körperliche Aspekte
- Soziale Aspekte
- Zeitbedarf für die Maßnahmen
- Reise / Kosten / Unannehmlichkeiten und ihre Konsequenzen.

Dieses Instrument wurde testtheoretisch untersucht mit dem Ziel, dieses Erfassungsinstrument als Basis für weitere Forschungsfragen zu verwenden<sup>156</sup>.

#### **Maßnahmen und Kiefergelenksdysfunktion**

„Temporomandibuläre Störungen (TMD) ist ein Sammelbegriff für eine ganze Reihe klinischer Probleme, welche die Kaumuskelatur oder das Kiefergelenk mit den benachbarten Strukturen oder beides betreffen. Obwohl TMD als ein einziges Syndrom angesehen wurde, unterstützt die aktuelle Forschung die Ansicht, dass TMD eine Gruppe von verwandten Störungen des Kausystems darstellen, die viele Symptome gemeinsam haben“ (Henrikson<sup>121</sup> sowie darin integrierte Sekundärzitate).

Der Zusammenhang zwischen Maßnahmen der KFO und dem Auftreten von Kiefergelenksdysfunktionen wird gesamthistorisch kontroversiell betrachtet, bei der eine Phase der Analyse von

behaupteten Zusammenhängen (vor 1985) durch eine Phase abgelöst wird, bei der dieser Zusammenhang nicht gesehen, als Koinzidenz bzw. als unabhängiges Ereignis betrachtet wird.

Aus der Literatur der letzten zehn bis zwanzig Jahre wird dieser Zusammenhang im Wesentlichen verneint. Zahlreiche Gründe könnten dafür sprechen, dass dieser Zusammenhang sich durch Fortschritte der Diagnostik der Weiterentwicklung der Technik der KFO in den letzten zwanzig bis vierzig Jahren tatsächlich verändert hat.

Eine umfassende Übersichtsarbeit von McNamara<sup>162</sup> zeigt Einflussfaktoren für das Entstehen einer TMD auf. Zahlreiche Faktoren scheinen mit der Okklusion an sich in Zusammenhang zu stehen, es gibt jedoch aufgrund dieser unsystematischen Literaturübersicht keinen Hinweis auf einen erhöhten Risikoanteil für eine TMD aufgrund kieferorthopädischer Interventionen. Obwohl die Erlangung einer stabilen Okklusion ein vernünftiges kieferorthopädisches Ziel darstellt, äußert sich – laut Aussagen in dieser Studie – das Nichterreichen dieses Ziels nicht in vermehrten Anzeichen oder Symptomen von TMD.

McNamara hat diese Literaturübersicht im Lauf der Zeit vervollständigt und umfassender weiter publiziert<sup>163</sup>. In dieser Arbeit von 1997 werden tabellarisch die wesentlichsten Studien aufgelistet, mit einigen wenigen Charakteristika (wie Patientenanzahl, Art des Geräts) versehen und die Bedeutung eines Zusammenhangs zwischen kieferorthopädischer Maßnahme inklusive Extraktionstherapie und TMD eingeschätzt. Die Schlussfolgerungen aus dieser Arbeit von 1997 lauten:

- 1) Anzeichen und Symptome einer TMD können bei gesunden Personen auftreten
- 2) Anzeichen und Symptome einer TMD steigen mit zunehmendem Alter, speziell bei Erwachsenen an
- 3) KFO im Erwachsenenalter beeinflusst nicht die Risiken (oder Chancen) einer späteren TMD
- 4) Die Extraktionstherapie erhöht nicht das Risiko einer TMD
- 5) Es gibt keine Evidenz für eine Risikoerhöhung einer TMD durch eine kieferorthopädische Mechanik
- 6) Trotz dem Ziel, des Erreichens einer stabilen Okklusion ist das Nichterreichen nicht mit einer Erhöhung des Risikos einer TMD verbunden
- 7) Es gibt ein wenig Evidenz dafür, dass kieferorthopädische Maßnahmen einer TMD vorbeugen können und die Studienlage weiterer Untersuchungen bedarf.

Eine nicht-randomisierte kontrollierte Langzeitstudie (Dauer: 15 bis 18 Jahre) mit 50 Patienten von 2005<sup>81</sup> bestätigt vollinhaltlich die Schlussfolgerungen von McNamara<sup>162, 163</sup>, denen zufolge kein Zusammenhang zwischen KFO und TMD gesehen werden kann.

Eine Studie an 65 Klasse II-Patientinnen wurde von Henrikson<sup>121</sup> durchgeführt. Diese wurden mit Multibandapparaturen kieferorthopädisch behandelt, 58 blieben unbehandelt und 60 Mädchen hatte eine normale Okklusion (Normalgruppe). In allen drei Gruppen zeigten sich bei den Angaben zu Symptomen und Anzeichen für TMD individuelle Schwankungen im Verlauf der zwei- bzw. dreijährigen Studie. In der KFO-Gruppe lag die Häufigkeit von muskulären Anzeichen für TMD posttherapeutisch niedriger. Die Klasse II- und die Normalgruppe zeigten demgegenüber im Verlauf der zwei Jahre nur geringfügige Veränderungen. Kiefergelenkknacken nahm zwar bei allen drei Gruppen im Verlauf der zwei Jahre zu, war allerdings in der Normalgruppe weniger weit verbreitet. In der Normalgruppe traten auch die Symptome und Anzeichen für TMD generell weniger häufig auf, als in der Orthodontie- bzw. in der Klasse II-Gruppe. Zusammenfassend zieht der Autor<sup>121</sup> den Schluss, dass eine kieferorthopädische Therapie, mit oder ohne Extraktion von Zähnen weder das Risiko für die Ausprägung von Anzeichen für TMD erhöht, noch bereits bestehende Symptome verschlechtert. Bei Individuen mit Klasse II-Anomalien und muskulären Anzeichen für TMD scheinen sich die Situation über den Beobachtungszeitraum von zwei Jahren hinweg sogar eher zu verbessern<sup>121</sup>.

Zu gleichen Ergebnissen kommen Dibbets et al.<sup>73</sup> in einer Kombination aus unsystematischer Literaturübersicht und einer Längsschnittuntersuchung an 281 Kindern.

## Multidisziplinarität des therapeutischen Ansatzes

### *Myofunktionelle Therapie*

Im Zuge einer kieferorthopädischen Behandlung werden mittels mechanischen Maßnahmen die Morphologie der Knochen und die Position der Zähne beeinflusst. Es kann nach Sergl und Zentner<sup>198</sup> nicht angenommen werden, dass sich aufgrund dessen automatisch das umliegende weiche Gewebe diesen neuen Verhältnissen anpasst. Eine Studie bei 148 kieferorthopädischen Patienten, die hinsichtlich verschiedener Assessment-Methoden untersucht wurden, führt bei Sergl und Zentner<sup>198</sup> zu der Schlussfolgerung, dass für kieferorthopädische Patienten die myofunktionelle Therapie gefordert werden muss, da diese den Erfolg einer kieferorthopädischen Maßnahme substantiell erhöhen kann. Die myofunktionelle Therapie berücksichtigt ebenfalls motivationale Aspekte der Patienten-Compliance für die kieferorthopädische Maßnahme, berücksichtigt psychosoziale Faktoren, fördert die Kommunikation mit dem Patienten, könnte zu einer Stabilisierung gewünschter Patientengewohnheiten führen, stärkt die Eigenverantwortung, fördert seine Selbstkontrolle und bereitet ihn auf mögliche Probleme der kieferorthopädischen Maßnahmen vor. Die Evidenz der Wirkung dieser Therapieform ist jedoch gering und in erster Linie von der Fähigkeit des Therapeuten abhängig<sup>198</sup>.

### *Muskelbalance – Muskelmessungen*

Aufgrund der Zielsetzung der KFO, die Zähne in eine bessere, funktionellere und ästhetischere Beziehung zu bringen ist die Einbeziehung der Muskulatur nach Mahony<sup>153</sup> zu wenig beachtet. Die Muskelaktivität wurde bereits vor mehr als 50 Jahren zu messen begonnen und nunmehr gibt es zahlreiche am Markt befindliche Geräte, die die Elektromyographie realisieren können. Wenn die Okklusalkräfte ungleich um den Zahnbogen verteilt sind, wird sich eine Zahnbewegung einstellen und zu einer endlosen Prozedur von Retainer zur Aufrechterhaltung der Zahnstellungen führen. Heutzutage ist es möglich, gleichzeitige und präzise Messungen der relativen Kräfte jedes Okklusalkontakts, das Timing des Okklusalkontakts und die spezifischen Muskelkontraktionsniveaus zu messen. Dieser technologische Durchbruch wird als paradigmatischer Wandel zur Erzielung einer nachhaltigen kieferorthopädischen Stabilität bezeichnet<sup>153</sup>.

#### 6.5.6.5 Indikationsregeln für eine kieferorthopädische Maßnahme

Kieferorthopädische Maßnahmen haben, wie sämtliche Interventionen Kriterien, nach denen eine Beurteilung vorgenommen wird. Dazu sind diagnostische Maßnahmen erforderlich, die ebenfalls zum Gelingen bzw. den Misserfolg einer KFO-Intervention beitragen.

Welche diagnostischen Maßnahmen (Vermessungstechniken, bildgebende Verfahren, Modelle, etc) erweisen sich im Kanon mehrerer „Schulen“ als wissenschaftlich ausreichend begründet?

Grundsätzlich werden für die Frage des Behandlungsbedarfs individuelle Einschätzungen vorgenommen. Es muss festgehalten werden, dass im Rahmen der gesamten Recherche keine Leitlinien, keine Methoden der Standardisierung oder Grenzwerte gefunden wurden, die bei der Anwendung von Behandlungsbedarfsindizes relevant sein könnten. Ganz umgekehrt wird in zahlreichen Quellen die Individualität des einzelnen Patienten betont und diese individuelle Ausgangssituation, verbunden mit der klinischen Expertise des Behandlers als Basis für die tatsächliche Ergreifung von kieferorthopädischen Maßnahmen betrachtet.

Um die Frage zu beantworten, konnten keine wie immer abgesicherten Indikationsregeln für die Anwendung von kieferorthopädischen Maßnahmen gefunden werden. Gleichzeitig scheinen die Angle-Klassifikation, die Patientenvorstellungen und die klinische Einschätzung des Zahnarztes jedoch durchaus harte Kriterien zu sein, anhand derer eine therapeutische Entscheidung fallen könnte. Diese sind jedoch in der Literatur in keiner Weise explizit gemacht. Daraus kann jedoch nicht geschlossen werden, dass die klinische Entscheidung mit Willkür durchgeführt wird, sie ist nur intransparent und mit möglichen Anreizen behaftet.

Verstärkte Bemühungen zur Erhöhung der Transparenz der klinischen Entscheidungen sind bereits an vielen Stellen punktuell diskutiert bzw. gefordert worden. Trotz Schwierigkeiten der Standardisierung von Behandlungsabläufen sollten Bemühungen vorgenommen werden, die Indikationsregeln für den Einsatz von festsitzenden Apparaten zu entwickeln und dabei die Rolle der funktionsorientierten



Denkweise mit zu integrieren. Diese Ansätze scheinen das weiter gefasste Thema der Mundgesundheits im Vergleich zur Zahngesundheit aufzugreifen.

#### 6.5.6.6 Ökonomie – Ethik

##### a) Ökonomisch

Die wirtschaftliche Komponente der kieferorthopädischen Behandlungen scheinen wesentlich auf die getroffenen klinischen Entscheidungen Einfluss zu haben. Ein internationaler Vergleich von Assessments hinsichtlich des Therapiebedarfs und der klinischen Entscheidungen vorwiegend in Europa<sup>185</sup> untersuchte die Variabilität der Einschätzung von Scores anhand einer Stichprobe von 240 Fällen, die von sämtlichen teilnehmenden Kieferorthopäden parallel beurteilt werden mussten. Zahlreiche Subskalen zum IOTN wurden angewendet. Mittels statistischer Analyse der Übereinstimmungen (Kappa-Werte) wurden die Reliabilitäten der Einschätzungen ermittelt sowie Faktoren, die diese Übereinstimmung zu beeinflussen scheinen. Obwohl bei Querschnittsstudien prinzipiell interpretatorische Unzulänglichkeiten aufgrund der Datenlage argumentiert werden können, wurden sowohl zufällige Abweichungen bei Kieferorthopäden im Fall von wiederholten Befundungen als auch zwischen Kieferorthopäden festgestellt. Die Entscheidungen für oder gegen eine Behandlung scheint systematisch zwischen den teilnehmenden Staaten, sowie deren Finanzierung beeinflusst zu sein, was als Funktion der Marktökonomie betrachtet wurde. Das Ausmaß der Marktmitgestaltung bei der klinischen Entscheidungsfindung wird in einer Studie zwischen 24 % und 48 % ermittelt. Dieses Ausmaß an Variabilität von professioneller Einschätzung des Therapiebedarfs wirft nach Richmond et al.<sup>185</sup> Fragen auf, inwieweit kieferorthopädische Maßnahmen gerechtfertigt werden können und inwiefern hier legale Aspekte angesprochen werden. Es wird eine verlässlichere Einschätzung des therapeutischen Bedarfs nach kieferorthopädischen Interventionen gefordert als es die individuelle professionelle Meinung darstellt.

Die Einschätzungen waren stark übereinstimmend und 84 % der klinischen Behandlungen konnten durch fünf okklusale Maßnahmen erklärt bzw. vorausgesagt werden. Warum die Einschätzung des Behandlungsbedarfs darüber hinaus unerklärliche (bzw. vermutlich durch finanzielle Überlegungen motivierte) Variationen aufweist ist eine Schlussfolgerung, bei der eine stärkere internationale Abklärung des Interventionsbedarfs gefordert wird.

Die Patient compliance kommt gerade bei lang dauernden Behandlungen, wie es die kieferorthopädische Therapie darstellt, besondere Bedeutung zu. In einem Modellversuch zur kieferorthopädischen Behandlung mit einer kleinen Stichprobe von Versicherten konnte nachgewiesen werden, dass ein Abrechnungsverfahren, das stärker als das gegenwärtige an die Eigenverantwortung der Patienten anknüpft, zu signifikant höherer Mitwirkung, gemessen am Behandlungserfolg führt als in der Referenzgruppe<sup>116</sup>.

Der beschriebenen gegenwärtigen Praxis, der zufolge der Patient 20 % Zuzahlung jedes Quartal zu leisten hat, die ihm bei Vorlage eines erfolgreichen Abschlusses der Behandlung rückerstattet wird, wurde abgeändert und die Rückerstattung an die Einschätzung der Compliance gebunden. Die Patienten wurden von der Zuzahlung vorläufig befreit, allerdings mussten sie sich gegen Ende der kieferorthopädischen Behandlung einer Kontrolluntersuchung eines unabhängigen Gutachters stellen, der die Mitwirkung des Patienten – ggf. nach Rücksprache mit dem behandelnden Zahnarzt – beurteilt. War die Mitwirkung ausreichend, so wurde der Patient endgültig von der sonst fälligen Zuzahlung in der Höhe von 20 % der Behandlungskosten befreit.

Veränderte Abrechnungsmodalitäten, die auch Indikatoren des Behandlungserfolgs berücksichtigen, sollten demzufolge eine Erhöhung der Patient compliance, aber auch – angesichts erreichter Versorgungsgrade und praktizierten Indikationsverhaltens – angebotsseitige Effizienzgewinne bewirken. Solche erfolgsabhängigen Abrechnungsverfahren können zusammen mit Zuschuss- und Bonifizierungsregeln als Elemente neu gestalteter Verträge zur Versicherung zahngesundheitlicher Risiken fungieren<sup>116</sup>.

Bezüglich der Frage, ob es sich bei kieferorthopädischen Maßnahmen um einen wahren Behandlungsbedarf oder um ein Luxusgut handelt, wird auf die krankheitswertigen Folgen einer nicht entsprechenden Therapie verwiesen<sup>152</sup>. In der Folge wären auch Methoden des Screening zur frühzeitigen Erkennungen von Fehlentwicklungen, als auch Finanzierungsregelungen entsprechend zu gestalten.

## **b) Ethisch**

Ethisch wird die Frage untersucht, ob es Studien gibt, die die Anwendung von kieferorthopädischen Maßnahmen aufzeigen, bei denen ein Interventionserfordernis als nicht gesichert erscheint. Gibt es Maßnahmen, die überflüssig sind? Ist das potenzielle Problem der angebotsinduzierten Nachfrage ethisch problematisch?

Zu diesen Themen wurden keine Studien gefunden. Das Problem der in hohem Maß unregelten Indikationskriterien ebnet durchaus den Weg für einen interpretatorischen Spielraum, der auch als angebotsinduzierte Nachfrage interpretiert werden könnte. Da die Behandlungsplanung einer kieferorthopädischen Maßnahme eine individuelle Planung ist, wird und unter Berücksichtigung der nunmehr verstärkten Bedeutung psychosozialer Faktoren eine entsprechende Indikationstellung in ihrer Individualität verstärkt. Die Frage des Sinns einer Standardisierung ist bei naturgemäß individuellen und komplexen Interventionsmustern anders zu interpretieren als bei standardisierten Interventionen, wie es z. B. die Darreichung eines Arzneimittels darstellt.

## 7 Diskussion

Die KFO ist eine Disziplin der Zahnheilkunde, die sich mit der individuellen Behandlungsplanung von Patienten beschäftigen muss. Individuelle Behandlungsplanung umfasst sowohl den Bereich der Diagnose und deren individuellen und patientenbezogenen Charakteristika, als auch die Auswahl aus einer großen Anzahl von möglichen festsitzenden Apparaten. Folglich ist die Analyse der Wirksamkeit unter dem Gesichtspunkt eines therapeutischen Settings zu sehen und die Intervention an sich eine nicht-standardisierte Maßnahme. Daher sind auch keine Grenzwerte, absoluten Normen oder Kriterien definierbar, um zweifelsfrei daraus Maßnahmen nahe zu legen.

Die wissenschaftliche Absicherung von kieferorthopädischen Maßnahmen mit festsitzenden Apparaten ist außerordentlich gering. Keine der in diesem Bericht gestellten Fragen kann auch nur annähernd mit einer befriedigenden Klarheit beantwortet werden, selbst wenn weichere Studientypen, wie nicht-randomisierte oder retrospektive Studien mit eingeschlossen werden.

Selbstverständlich ist die wissenschaftliche Prüfung von nicht-standardisierten Interventionen eine gewisse Herausforderung (therapeutisches Setting). Es ist jedoch grundsätzlich eine Forderung aus wissenschaftlicher und ethischer Sicht, dass Interventionen am Menschen auch einer entsprechenden Absicherung bedürfen. Ebenso können sich Zahler der Interventionen einen gewissen Grad an Sicherheit bezüglich des Erfolgs erwarten, so wie die Einwilligung des Patienten zur Therapie auf einem gesicherten Kenntnisstand sowie einer fundierten Prognose des Behandlers aufbauen muss.

Auf der anderen Seite ist kein Zweifel daran zu hegen, dass die Anwendung von festsitzenden Apparaten bei isolierter Betrachtung sehr wirksam ist. Hunderttausende von erfolgreich kieferorthopädisch behandelten Patienten mit großer Zufriedenheit legen sicherlich Zeugnis davon ab, dass hier sehr professionelle Interventionen mit einem beträchtlichen diagnostischen Aufwand durchgeführt werden.

Es verstärkt sich der Eindruck, dass auf diesem Gebiet eine große Kluft zwischen der praktischen Anwendung und der wissenschaftlichen Erforschung der Wirksamkeit kieferorthopädischer Maßnahmen existiert. Es wird viel Forschungsarbeit im Bereich Diagnostik oder Weiterentwicklung von Geräten und Techniken erbracht, jedoch äußerst wenig im Bereich Interventionsbedarf, Analyse der Nachhaltigkeit, Einflussfaktoren auf den Erfolg oder Quantifizierung von Nebenwirkungen wie z. B. Karies oder Wurzelresorption.

Die Frage der Mundgesundheits im Verhältnis zur Zahngesundheit ist in noch keiner Weise wissenschaftlich diskutiert. Ebenso wenig ist die Rolle des nunmehr feststellbaren Trends zur funktionsorientierten Betrachtung bzw. der multidisziplinären Herangehensweise ausreichend wissenschaftlich diskutiert. Die Überarbeitung von Risikomaßen oder von Indizes, die einen Behandlungsbedarf aufzeigen in Richtung des Vermeidens von erwartbaren individuellen Komplikationen erscheint der nächste wissenschaftlich erforderliche Schritt zu sein. Mit diesen Denkweisen ist auch die erforderliche Klärung der Rolle von industriell geplanten Behandlungsabläufen angesprochen. Diese Angebote erfreuen sich in der Praxis hoher Beliebtheit, jedoch erscheint die Frage der wissenschaftlichen Evidenz noch nicht ausreichend publiziert zu sein.

Wenn auch die Wirksamkeit von Interventionen aufgrund ihrer Offensichtlichkeit keiner weiteren Erforschung bedürfen (z. B. die chirurgische Entfernung eines Fingers ist wirksam, hier ist keine Studie erforderlich), so muss trotzdem die Frage der Indikationsstellung (wann ist die chirurgische Entfernung eines Fingers erforderlich) wissenschaftlich untersucht und begründbar sein.

Forschung zur Absicherung der Indikationen zur Anwendung festsitzender Apparate fehlt nahezu gänzlich, da auch die erforderlichen Evaluationsparameter (z. B. mittel- bis langfristiger Zahnerhalt) nicht ausreichend erforscht wurden, geschweige denn die Mundgesundheits.

Diese Lücke ist insofern bedenklich, da dies aufgrund der gesundheitsökonomischen Koppelung von Feststellung des Bedarfs (Bedarfsweckung) und Leistungserbringung in mitteleuropäischen Finanzierungssystemen gegeben ist. Dies eröffnet Rahmenbedingungen für das Schaffen einer möglichen so genannten angebotsinduzierten Nachfrage.

Um die professionelle Arbeit der KFO nicht in den Nahebereich von Bedarfsschaffung oder unbelegter Indikationsstellungen zu bringen, ist eine Beforschung dieses Themas ganz wesentlich. Die erforderliche viel stärkere Absicherung von Indikationsstellungen zur Sicherheit der Abgrenzung zu nicht medizinisch gerechtfertigten Leistungen könnte wesentliche Beiträge zur Vertrauensbildung von Patienten oder auch Versicherungsgesellschaften bringen. Die für die Interventionsabsicherung existierenden Indizes, wie IOTN scheinen akademische Bedeutung zu haben, die in der erbrachten Praxis praktisch bedeutungslos erscheinen.

## 8 Schlussfolgerung / Empfehlung

Das Thema Mundgesundheit ist relativ neu und es ist erst einige Jahre her, dass es die ersten Definitionen zu diesem Thema gab. Hierbei ist auf die interdisziplinäre Betrachtung des Problems zu achten. Während die technische Durchführung der kieferorthopädischen Maßnahme im Zentrum des Interesses steht, darf der funktionelle Zusammenhang des orofazialen Bereichs nicht außer Acht gelassen werden.

Die Mitarbeit des Patienten erscheint für das Funktionieren dieser Intervention ebenfalls wichtig, wie die Berücksichtigung von Mundfunktionen, wie Kauen, Schluckmuster, Hygiene, Muskelaktivitäten und Kräftebalance.

Die Mundgesundheit hat den schwachen Evidenzen folgend jedoch auch weit reichende systemische Folgen für die Gesundheit, wie andere systemische, z. B. gastrointestinale Erkrankungen.

Der Frage, welche Indikationsstellungen nun für die Intervention als wissenschaftlich abgesichert gelten können, muss unverzüglich große Aufmerksamkeit geschenkt werden. Die individuelle und subjektive Einschätzung des Behandlers (dessen Erfahrung nicht in Zweifel gezogen wird) ist für die Durchführung von kieferorthopädischen Maßnahmen als nicht ausreichend zu beurteilen. Die Anwendung von festsitzenden Apparaten bei der Behebung von Zahnfehlstellungen bedarf eines deutlich besser geklärten wissenschaftlichen Umfeldes. Dies umfasst die Problematik der Ausweitung von Zahn- auf Mundgesundheit, die Einbindung der Rolle des Patienten, die Möglichkeiten und Grenzen des funktionsorientierten Ansatzes sowie der möglicherweise interdisziplinären Betrachtung des Mundraums. Die Begründung durch wissenschaftlich gut abgesicherte Studien ist absolut zu fordern, dem Patienten aus ethischer, dem Sozialversicherungssystem aus finanzieller und letztendlich auch dem Behandler aus evaluativen sowie legitimatorischen Gründen.

Koordinierte Forschungsvorhaben zur Evaluation der Anwendung von festsitzenden Apparaten, die das Ziel der gezielten Datensammlung verfolgen sind vor dem Hintergrund geeigneter Versuchsplanungen für individuelle therapeutische Prozesse dringend erforderlich. Auch die Rolle bzw. Compliance des Patienten, dessen erforderliche Mitarbeit zur Erlangung des Therapieerfolgs erscheinen zu wenig beforscht zu sein. Die Erfolgsfaktoren für einen langfristigen Zahnerhalt bzw. einer auch funktionsorientierten Mundgesundheit sind aus zahlreichen Publikationen zusammengetragen worden. Es gibt noch keine einzige identifizierte Literaturquelle, die eine solche Thematik aufgreift. Solche Forschungsarbeiten erscheinen aus wissenschaftlichen, aber vor allem aus Gründen der Absicherung des Erfolgs der Anwendung von festsitzenden Apparaten wesentlich, da damit große Beiträge zur Erhöhung der Transparenz, deren Anwendung in der Praxis als auch der Nachvollziehbarkeit von finanziellen Aufwendungen im Sinn von Kosten / Nutzen-Überlegungen erwartet werden können.

Auch die dabei angepeilte Studienqualität ist ein wesentliches Thema. Es ist inakzeptabel zu Beginn des 21. Jahrhunderts vor dem Hintergrund der evidenzbasierten Medizin, der allgemein bekannten Methodenlage und der angespannten Finanzierbarkeit des Gesundheitssystems methodisch völlig unverwertbare oder mit zahlreichen offensichtlichen Fehlern behaftete Studien zu veröffentlichen. Die KFO bzw. im speziellen die Anwendung von festsitzenden Apparaten, die sich verstärkter Anwendungen erfreut, verdient sich in Anbetracht der vermutlich zu Recht vermuteten Erfolge auch eine entsprechend qualitativ hoch stehende wissenschaftliche Begleitung und Absicherung ihrer Vorgehensweise.

Eine wissenschaftlich verbesserte Absicherung von therapeutisch erforderlichen Interventionen zur Vermeidung von späten Komplikationen könnte auch Beiträge dazu liefern, inwieweit eine Behebung einer Zahnfehlstellung eine medizinisch gerechtfertigte Maßnahme, eine durch andere Überlegungen (z. B. sozial erforderliche Maßnahme) motivierte Maßnahme darstellt oder schlichtweg ein Luxusgut ist. Hinweisen, dass es sich bei der Anwendung von festsitzenden Apparaten auch um das Verbessern von Mundgesundheit, der Gesundheit des Menschen im Allgemeinen und dem Verhindern zahlreicher Spätkomplikationen gehen könnte, sollte unbedingt in Form von Studien nachgegangen werden.

## 9 Literaturverzeichnis

1. Ackerman, M. Evidenz-basierte Kieferorthopädie im 21. Jahrhundert. Evidence-Based Orthodontics for the 21st Century\* Inform Orthodont Kieferorthop 2004; Vol. 36, No. 4, pp. 199-203.
2. Ackerman JL. Ethics and risk management in orthodontics. In: Ghafari JG, Moorrees CF (Hrsg.). Orthodontics at Crossroads: trends in contemporary orthodontics. Harvard Society for the Advancement of Orthodontics, Boston: 1993. 49-60.
3. Adriaens, ML, Dermaut, LR, and Verbeeck, RM. The use of 'Fluor Protector', a fluoride varnish, as a caries prevention method under orthodontic molar bands: European journal of orthodontics 1990, Vol. 12, No. 3, pp. 316-319.
4. Agapas, TR. Early orthodontic treatment, Ontario dentist 1994, Vol. 71, No. 9, pp. 26-30.
5. Ahlers, Jakstat (Hrsg.): Klinische Funktionsanalyse, 3. Auflage. dentaConcept Verlag GmbH, Hamburg 2007.
6. Akin, N. Change in the soft tissue profile during and after orthodontic treatment: Journal of Marmara University Dental Faculty 1993, Vol. 1, No. 4, pp. 347-353.
7. Al Yami, EA, Kuijpers-Jagtman, AM, and van 't Hof, MA. Stability of orthodontic treatment outcome: follow-up until 10 years postretention, American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics 1999; Vol. 115, No. 3, pp. 300-304.
8. Al-Ani, Z, Gray, RJ, Davies, SJ, Sloan, P, and Glenny, AM. Stabilization splint therapy for the treatment of temporomandibular myofascial pain: a systematic review: Journal of dental education 2005, Vol. 69, No. 11, pp. 1242-1250.
9. Albino, JE, Lawrence, SD, and Tedesco, LA. Psychological and social effects of orthodontic treatment: Journal of behavioral medicine 1994, Vol. 17, No. 1, pp. 81-98.
10. Alcañiz, M, Montserrat, C, Grau, V, Chinesta, F, Ramón, A, and Albalat, S. An advanced system for the simulation and planning of orthodontic treatment: Medical image analysis 1998, Vol. 2, No. 1, pp. 61-77.
11. Alexander, SA. Diagnosis and treatment planning in orthodontics, Current opinion in dentistry 1992, Vol. 2, pp. 9-13.
12. Alkan, A, Arici, S, and Sato, S. Bite force and occlusal contact area changes following mandibular widening using distraction osteogenesis: Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics 2006, Vol. 101, No. 4, pp. 432-436.
13. Arman, A, Toygar TU (toygar@dentistry.ankara.edu.tr), and Abuhijleh, E. Evaluation of maxillary protraction and fixed appliance therapy in Class III patients, European Journal of Orthodontics 2006; 28; 383-392.
14. Årtun, J. The role of minimal intervention in orthodontics, Medical principles and practice: international journal of the Kuwait University, Health Science Centre 2002; Vol. 11 Suppl. 1, pp. 7-15.
15. Athanasiou, AE. Morphologic and functional implications of the surgical-orthodontic management of mandibular prognathism: a comprehensive review: American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics 1993, Vol. 103, No. 5, pp. 439-447.
16. Atta, AE. Practice efficiency: the customized treatment process: American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics 2001, Vol. 125, No. 5, pp. 630-633.
17. Bacha, SM and Rispoli, CF. Myofunctional therapy: brief intervention: The International journal of orofacial myology: official publication of the International Association of Orofacial Myology 1999, Vol. 25, pp. 37-47.

18. Bailey, LJ, Haltiwanger, LH, Blakey, GH, and Proffit, WR. Who seeks surgical-orthodontic treatment: a current review, *The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery* 2001, Vol. 16, No. 4, pp. 280-292.
19. Bales, JM and Epstein, JB. The role of malocclusion and orthodontics in temporomandibular disorders: *Journal (Canadian Dental Association)* 1994, Vol. 60, No. 10, pp. 899-905.
20. Banks, PA, Burn, A, and O'Brien, K. A clinical evaluation of the effectiveness of including fluoride into an orthodontic bonding adhesive, *European journal of orthodontics* 1997, Vol. 19, No. 4, pp. 391-395.
21. Banks, PA, Chadwick, SM, Asher-McDade, C, and Wright, JL. Fluoride-releasing elastomerics--a prospective controlled clinical trial: *European journal of orthodontics* 2000, Vol. 22, No. 4, pp. 401-407.
22. Baumrind, S. Adult orthodontic therapy: extraction versus non-extraction: *Clinical orthodontics and research* 1998, Vol. 1, No. 2, pp. 130-141.
23. BeGole, EA and Sadowsky, C. Methodologies for evaluating long-term stability of dental relationships after orthodontic treatment: *Seminars in orthodontics* 1999, Vol. 5, No. 3, pp. 142-150.
24. Bennett, GR, Weinstein, M, and Borislow, AJ. Efficacy of open-bite treatment with the Thera-spoon, *Journal of clinical orthodontics: JCO* 1999, Vol. 33, No. 5, pp. 283-285.
25. Berens, A, Wiechmann, D, and Dempf, R. Mini- und Mikroschrauben zur temporären skelettalen Verankerung in der Kieferorthopädie. Mini- and micro-screws for temporary skeletal anchorage in orthodontic therapy: *Journal of Orofacial Orthopedics* 2006, Vol. 67, No. 6, pp. 450-458.
26. Berg, R. Evaluation of orthodontic results--a discussion of some methodological aspects. *The Angle orthodontist* 1991; Vol. 61, No. 4, pp. 261-266.
27. Bergström, K, Halling, A, Huggare, J, and Johansson, L. Treatment difficulty and treatment outcome in orthodontic care, *European journal of orthodontics* 1998; Vol. 20, No. 2, pp. 145-157.
28. Berset, GP, Eilertsen, IM, Lagerström, L, Espeland, L, and Stenvik, A. Outcome of a scheme for specialist orthodontic care, *Swedish dental journal* 2000; Vol. 24, No. 1-2, pp. 39-48.
29. Birkeland, K, Katle, A, Løvgreen, S, Bøe, OE, and Wisth, PJ. Factors influencing the decision about orthodontic treatment. A longitudinal study among 11- and 15-year-olds and their parents, *Journal of orofacial orthopedics = Fortschritte der Kieferorthopädie: Organ / official journal Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie* 1999; Vol. 60, No. 5, pp. 292-307.
30. Blake, M. and Bibby, K. Retention and stability: a review of the literature, *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 1998; Vol. 114, No. 3, pp. 299-306.
31. Bongaarts, CA, Kuijpers-Jagtman, AM, van 't Hof, MA, and Prahla-Andersen, B. The effect of infant orthopedics on the occlusion of the deciduous dentition in children with complete unilateral cleft lip and palate (Dutchcleft). *The Cleft palate-craniofacial journal: official publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association* 2004; Vol. 41, No. 6, pp. 633-641.
32. Borutta, A, Pala, E, and Fischer, T. Effectiveness of a powered toothbrush compared with a manual toothbrush for orthodontic patients with fixed appliances. *The Journal of clinical dentistry* 2002; Vol. 13, No. 4, pp. 131-137.
33. Bos, A, Hoogstraten, J, and Prahla-Andersen, B. Failed appointments in an orthodontic clinic. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 2002; Vol. 127, No. 3, pp. 355-357.

34. Bramante, MA. Controversies in orthodontics. *Dental clinics of North America* 1990; Vol. 34, No. 1, pp. 91-102.
35. Brenchley, ML. Is digit sucking of significance? *British dental journal* 1991; Vol. 171, No. 11-12, pp. 357-362.
36. Brezniak, N and Wasserstein, A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part I: The basic science aspects, *The Angle orthodontist* 2002; Vol. 72, No. 2, pp. 175-179.
37. Brown, R and Richmond, S. An update on the analysis of agreement for orthodontic indices. *European journal of orthodontics* 2005; Vol. 27, No. 3, pp. 286-291.
38. Carano, A, Leone, P, and Carano, A. Orthodontic finalization strategies in dysfunctional adult patients, *Cranio the journal of craniomandibular practice* 2001; Vol. 19, No. 3, pp. 195-213.
39. Carlstedt, K, Henningsson, G, McAllister, A, and Dahllöf, G. Long-term effects of palatal plate therapy on oral motor function in children with Down syndrome evaluated by video registration. *Acta odontologica Scandinavica* 2001; Vol. 59, No. 2, pp. 63-68.
40. Cassinelli, AG, Firestone, AR, Beck, FM, and Vig, KW. Factors associated with orthodontists' assessment of difficulty. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 2003; Vol. 123, No. 5, pp. 497-502.
41. Centre for Reviews and Dissemination. Orthodontics and temporomandibular disorder: a meta-analysis (Structured abstract) 3. *Database of Abstracts of Reviews of Effectiveness* 2003; No. 2006 Issue 4, pp. DA20021496.
42. Chadwick, BL, Roy, J, Knox, J, and Treasure, ET. The effect of topical fluorides on decalcification in patients with fixed orthodontic appliances: a systematic review. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 2005; Vol. 128, No. 5, pp. 601-606.
43. Champagne, M. Philosophy of arch length development: what should it be? *Journal of general orthodontics* 1997; Vol. 8, No. 2, pp. 5-14.
44. Champagne, M. The anterior open bite problem (infraclusion). *Journal of general orthodontics* 1995; Vol. 6, No. 2, pp. 5-10.
45. Chang, FH, Chen, KC, and Shiau, YY. The importance of determination of jaw position in orthodontic diagnosis and treatment planning for adult patients. *Dental clinics of North America* 1997; Vol. 41, No. 1, pp. 49-66.
46. Chang, YI and Moon, SC. Cephalometric evaluation of the anterior open bite treatment. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 1999; Vol. 115, No. 1, pp. 29-38.
47. Chase, WR. Imperative early treatment of anterior open bite. *General dentistry* 1993; Vol. 41, No. 4, pp. 307-309.
48. Chasens, AI. Controversies in occlusion. *Dental clinics of North America* 1990; Vol. 34, No. 1, pp. 111-123.
49. Chen, JY, Will, LA, and Niederman, R. Analysis of efficacy of functional appliances on mandibular growth. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 2002; Vol. 122, No. 5, pp. 470-476.
50. Cheng, SJ, Tseng, IY, Lee, JJ, and Kok, SH. A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 2004; Vol. 19, No. 1, pp. 100-106.

51. Chew, MT and Aw, AK. Appropriateness of orthodontic referrals: self-perceived and normative treatment needs of patients referred for orthodontic consultation. *Community dentistry and oral epidemiology* 2002; Vol. 30, No. 6, pp. 449-454.
52. Chew, MT and Sandham, A. Effectiveness and duration of two-arch fixed appliance treatment, *Australian orthodontic journal* 2000; Vol. 16, No. 2, pp. 98-103.
53. Clark, JR, Hutchinson, I, and Sandy, JR. Functional occlusion: II. The role of articulators in orthodontics. *Journal of orthodontics* 2001; Vol. 28, No. 2, pp. 173-177.
54. Coben, SE. The speno-occipital synchondrosis: the missing link between the profession's concept of craniofacial growth and orthodontic treatment. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 1998; Vol. 114, No. 6, pp. 709-712.
55. Cohen, BD. The use of orthodontics before fixed prosthodontics in restorative dentistry. *Compendium (Newtown, Pa.)* 1995; Vol. 16, No. 1, pp. 110, 112, 114.
56. Collett, AR. Current concepts on functional appliances and mandibular growth stimulation. *Australian dental journal* 2000; Vol. 45, No. 3, pp. 173-178.
57. Cordray, FE: The importance of the seated condylar position in orthodontic correction. *Quintessence international (Berlin, Germany 1985)* 2002; Vol. 33, No. 4, pp. 284-293.
58. Cozza, P, Baccetti, T, Franchi, L, and McNamara, JA, Jr. Treatment effects of a modified quad-helix in patients with dentoskeletal open bites. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics.* 2006; Vol. 129, No. 6, pp. 734-739.
59. Cozza, P, Marino, A, and Mucedero, M. An orthopaedic approach to the treatment of Class III malocclusions in the early mixed dentition. *European journal of orthodontics* 2004; Vol. 26, No. 2, pp. 191-199.
60. Cozza, P, Mucedero, M, Baccetti, T, and Franchi, L. Early orthodontic treatment of skeletal open-bite malocclusion: a systematic review, *The Angle orthodontist* 2005; Vol. 75, No. 5, pp. 707-713.
61. Cunningham, SJ and Hunt, NP. Relationship between utility values and willingness to pay in patients undergoing orthognathic treatment. *Community dental health* 2000; Vol. 17, No. 2, pp. 92-96.
62. Curtis, DA, Lacy, A, Chu, R, Richards, D, Plesh, O, Kasrovi, P, and Kao, R. Treatment planning in the 21st century: what's new? *Journal of the California Dental Association* 2002; Vol. 30, No. 7, pp. 503-510.
63. Cury, JA, Moura, MS, and Simplicio, AHM. Effect of fluoridated antiplaque dentifrice and bonding material on the development of dental caries adjacent to fixed orthodontic appliances - an in vivo study (IADR San Diego 2002 abstracts). *Journal of dental research* 2002; Vol. 81, No. March 2002 Special Issue A., pp. A-434.
64. Daglio, S, Schwitzer, R, and Wüthrich, J. Orthodontic changes in oral dyskinesia and malocclusion under the influence of myofunctional therapy. *The International journal of orofacial myology: official publication of the International Association of Orofacial Myology* 1993; Vol. 19, pp. 15-24.
65. Daniels, C and Richmond, S. The development of the index of complexity, outcome and need (ICON), *Journal of orthodontics* 2000; Vol. 27, No. 2, pp. 149-162.
66. Dann, C, Phillips, C, Broder, HL, and Tulloch, JF. Self-concept, Class II malocclusion, and early treatment. *The Angle orthodontist* 1995; Vol. 65, No. 6, pp. 411-416.
67. Darendeliler, MA, Darendeliler, A, and Mandurino, M. Clinical application of magnets in orthodontics and biological implications: a review. *European journal of orthodontics* 1997; Vol. 19, No. 4, pp. 431-442.



68. De Almeida, MR, Henriques, JF, and Ursi, W. Comparative study of the Fränkel (FR-2) and bionator appliances in the treatment of Class II malocclusion. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 2003; Vol. 121, No. 5, pp. 458-466.
69. De Freitas, MR, Beltrão, RT, Janson, G, Henriques, JF, and Cançado, RH. Long-term stability of anterior open bite extraction treatment in the permanent dentition, *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 2004; Vol. 125, No. 1, pp. 78-87.
70. De Oliveira, CM and Sheiham, A. The relationship between normative orthodontic treatment need and oral health-related quality of life. *Community dentistry and oral epidemiology* 2003; Vol. 31, No. 6, pp. 426-436.
71. Derks, A, Katsaros, C, Frencken, JE, van't Hof, MA, and Kuijpers-Jagtman, AM. Caries-inhibiting effect of preventive measures during orthodontic treatment with fixed appliances. A systematic review. *Caries research* 2004; Vol. 38, No. 5, pp. 413-420.
72. Dibbets, JM and van der Weele, LT. Extraction, orthodontic treatment, and craniomandibular dysfunction. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 1991; Vol. 99, No. 3, pp. 210-219.
73. Dibbets, JM, van der Weele, LT, and Meng, HP. Zusammenhänge zwischen Kieferorthopädie und Kiefergelenksdysfunktion. Literaturübersicht und longitudinale Untersuchung. The relationships between orthodontics and temporomandibular joint dysfunction. A review of the literature and longitudinal study, *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin = Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie = Rivista mensile svizzera di odontologia e stomatologia / SSO* 1993; Vol. 103, No. 2, pp. 162-168.
74. Diedrich P (Hrsg.): *Kieferorthopädie I und Kieferorthopädie II*. Urban und Fischer, München, Jena, 2000.
75. Diedrich, P. Grenzen der kieferorthopädischen Behandlung im parodontal geschädigten Gebiss. Limits of orthodontic treatment of periodontally affected dentitions, *Deutsche zahnärztliche Zeitschrift* 1990; Vol. 45, No. 3, pp. 131-135.
76. Diedrich, P. Preprosthetic orthodontics, *Journal of orofacial orthopedics = Fortschritte der Kieferorthopädie: Organ/official journal Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie* 1996; Vol. 57, No. 2, pp. 102-116.
77. Doherty, UB, Benson, PE, and Higham, SM. Fluoride-releasing elastomeric ligatures assessed with the in situ caries model. *European journal of orthodontics* 2002; Vol. 24, No. 4, pp. 371-378.
78. Dolce, C, Schader, RE, McGorray, SP, and Wheeler, TT. Centographic analysis of 1-phase versus 2-phase treatment for Class II malocclusion. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 2005; Vol. 128, No. 2, pp. 195-200.
79. Dostálová, T, Racek, J, Lozeková, E, and Rerichová, M. Composite veneers, crowns, and inlay bridges after orthodontic therapy -- a three-year prospective study 2003; *General dentistry* Vol. 51, No. 2, pp. 129-132.
80. Dyer, F. The BSSO, Orth M: Prize of the Royal College of Surgeons of England: 1997. *British journal of orthodontics* 1998; Vol. 25, No. 4, pp. 253-259.
81. Egermark, I, Carlsson, GE, and Magnusson, T. A prospective long-term study of signs and symptoms of temporomandibular disorders in patients who received orthodontic treatment in childhood, *The Angle orthodontist* 2005; Vol. 75, No. 4, pp. 645-650.
82. Eichmiller, FC and Marjenhoff, WA. Fluoride-releasing dental restorative materials, *Operative Dentistry* 1998; 23, 218-228.

83. Ellis, PE and Benson, PE. Potential hazards of orthodontic treatment--what your patient should know. *Dental update* 2002; Vol. 29, No. 10, pp. 492-496.
84. Espeland, LV, Ivarsson, K, and Stenvik, A. A new Norwegian index of orthodontic treatment need related to orthodontic concern among 11-year-olds and their parents. *Community dentistry and oral epidemiology* 1992; Vol. 20, No. 5, pp. 274-279.
85. Faltin, KJ, Faltin, RM, Baccetti, T, Franchi, L, Ghiozzi, B, and McNamara, JA, Jr. Long-term effectiveness and treatment timing for Bionator therapy. *The Angle orthodontist* 2003; Vol. 73, No. 3, pp. 221-230.
86. Feil, PH, Grauer, JS, Gadbury-Amyot, CC, Kula, K, and McCunniff, MD. Intentional use of the Hawthorne effect to improve oral hygiene compliance in orthodontic patients. *Journal of dental education* 2002; Vol. 66, No. 10, pp. 1129-1135.
87. Ferguson, JW and Parvizi, F. Eruption of palatal canines following surgical exposure: a review of outcomes in a series of consecutively treated cases. *British journal of orthodontics* 1997; Vol. 24, No. 3, pp. 203-207.
88. Fernandes, LM, Espeland, L, and Stenvik, A. The provision and outcome of orthodontic services in a Norwegian community: a longitudinal cohort study. *Community dentistry and oral epidemiology* 1999; Vol. 27, No. 3, pp. 228-234.
89. Firestone, AR, Scheurer, PA, and Bürgin, WB. Patients' anticipation of pain and pain-related side effects, and their perception of pain as a result of orthodontic treatment with fixed appliances. *European journal of orthodontics* 1999; Vol. 21, No. 4, pp. 387-396.
90. Flannery, GM, McCloud, PI, and West, VC. The effect of the Myo device on the gingival health in orthodontic patients. *Australian dental journal* 1995; Vol. 40, No. 1, pp. 30-33.
91. Flintrop, J. Zahnärzte: Für Kostenerstattung und Festzuschüsse. *Deutsches Ärzteblatt* 1999; Vol. 96, No. 43, pp. A-2715.
92. Fornell, AC, Sköld-Larsson, K, Hallgren, A, Bergstrand, F, and Twetman, S. Effect of a hydrophobic tooth coating on gingival health, mutans streptococci, and enamel demineralization in adolescents with fixed orthodontic appliances. *Acta odontologica Scandinavica* 2002; Vol. 60, No. 1, pp. 37-41.
93. Fox, NA, Richmond, S, Wright, JL, and Daniels, CP. Factors affecting the outcome of orthodontic treatment within the general dental service. *British journal of orthodontics* 1997; Vol. 24, No. 3, pp. 217-221.
94. Gasparini, G, Boniello, R, Longobardi, G, and Pelo, S. Orthognathic surgery: an informed consent model. *The Journal of craniofacial surgery* 2002; Vol. 15, No. 5, pp. 858-862.
95. Gianelly, AA. One-phase versus two-phase treatment, *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 1995; Vol. 108, No. 5, pp. 556-559.
96. Glass, EG, Glaros, AG, and McGlynn, FD. Myofascial pain dysfunction: treatments used by ADA members. *Cranio: the journal of craniomandibular practice* 1993; Vol. 11, No. 1, pp. 25-29.
97. Goerigk, B, Diedrich, P, and Wehrbein, H. Die Intrusion von Frontzähnen mit der Segmentbogentechnik nach Burstone- eine klinische Studie. Intrusion of the anterior teeth with the segmented-arch technic of Burstone -- a clinical study. *Fortschritte der Kieferorthopädie* 1992; Vol. 53, No. 1, pp. 16-25.
98. Goh, HH and Murray, S. Interspace / interdental brushes for oral hygiene in orthodontic patients with fixed appliances. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2005; No. 2006 Issue 4, pp. CD005410.
99. Goldstein, GS. The diagnosis and treatment of orthodontic problems. *Problems in veterinary medicine* 1990 Vol. 2, No. 1, pp. 195-219.
100. Goodacre, CJ, Brown, DT, Roberts, WE, and Jeiroudi, MT. Prosthodontic considerations when using implants for orthodontic anchorage. *The Journal of prosthetic dentistry* 1997; Vol. 77, No. 2, pp. 162-170.

101. Gorman, CJ, Jr. Lingual orthodontics. *Dental clinics of North America* 1997; Vol. 41, No. 1, pp. 111-125.
102. Gorton, J and Featherstone, JD. In vivo inhibition of demineralization around orthodontic brackets, *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 2003; Vol. 123, No. 1, pp. 10-14.
103. Gottlieb, EL, Brazones, MM, Malerman, AJ, Moskowitz, EM, Phipps, GS, and Sarver, DM. Early orthodontic treatment, Part 1. *Journal of clinical orthodontics: JCO* 2004; Vol. 38, No. 2, pp. 79-90.
104. Gottlieb, EL. What's a fee for? *Journal of clinical orthodontics: JCO* 2001; Vol. 35, No. 5, pp. 287-288.
105. Graber, TM. Anatomische und physiologische Aspekte bei der Behandlung von Kiefergelenkstörungen. The anatomical and physiological aspects in the treatment of temporomandibular joint disorders. *Fortschritte der Kieferorthopädie* 1991; Vol. 52, No. 3, pp. 126-132.
106. Grave, K and Townsend, G. Evaluation of the outcomes of 7 Class II treatments 40 years later. *World journal of orthodontics* 2005; Vol. 6, No. 4, pp. 331-342.
107. Hamdan, AM. The relationship between patient, parent and clinician perceived need and normative orthodontic treatment need. *European journal of orthodontics* 2004; Vol. 26, No. 3, pp. 265-271.
108. Hammond, RM and Freer, TJ. Application of a case-based expert system to orthodontic diagnosis and treatment planning: a review of the literature. *Australian orthodontic journal* 1996; Vol. 14, No. 3, pp. 150-153.
109. Hanes, CM, Myers, DR, Dushku, JC, and Davis, HC. Gender differences in the characteristics of dental services provided for children. *ASDC journal of dentistry for children* 1992; Vol. 59, No. 6, pp. 437-443.
110. Haralabakis, N and Papadakis, G. Relapse after orthodontics and orthognathic surgery. *World journal of orthodontics* 2005; Vol. 6, No. 2, pp. 125-140.
111. Harazaki, M, Hayakawa, K, Fukui, T, Isshiki, Y, and Powell, LG. The Nd-YAG laser is useful in prevention of dental caries during orthodontic treatment. *The Bulletin of Tokyo Dental College* 2001; Vol. 42, No. 2, pp. 79-86.
112. Harrison, J. A randomized controlled trial comparing the quadhelix and the expansion arch for the correction of crossbite. *Journal of orthodontics* 2005; Vol. 32, No. 1, pp. 26.
113. Harrison, JE and Bowden, DE. The orthodontic/restorative interface. Restorative procedures to aid orthodontic treatment. *British journal of orthodontics* 1992; Vol. 19, No. 2, pp. 143-152.
114. Harrison, JE. Clinical trials in orthodontics II: assessment of the quality of reporting of clinical trials published in three orthodontic journals between 1989 and 1998, *Journal of orthodontics* 2003; Vol. 30, No. 4, pp. 309-315.
115. Hart, A, Taft, L, and Greenberg, SN. The effectiveness of differential moments in establishing and maintaining anchorage. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 1992; Vol. 102, No. 5, pp. 434-442.
116. Harzer, W and Karmann, A. Lasst sich Patient compliance nachhaltig finanziell stimulieren? Ein Untersuchungsergebnis aus der Kieferorthopädie. Long term compliance of patients - Can we stimulate it financially? A result from orthodontics, *Gesundheitsökonomie und Qualitätsmanagement* 2000; Vol. 5, No. 4, pp. 107-111.

117. Heasman, P, Wilson, Z, Macgregor, I, and Kelly, P. Comparative study of electric and manual toothbrushes in patients with fixed orthodontic appliances. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 1998; Vol. 114, No. 1, pp. 45-49.
118. Hedstrom, JG. The masking of orthognathic problems. *Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 1995; Vol. 53, No. 9, pp. 1126-1127.
119. Heesterman, R. The future provision of orthodontic services. *Community dental health* 1993; Vol. 10, No. 2, pp. 107-110.
120. Henrikson, T and Nilner, M. Temporomandibular disorders, occlusion and orthodontic treatment. *Journal of orthodontics* 2003; Vol. 30, No. 2, pp. 129-137.
121. Henrikson, T. Temporomandibuläre Störungen im Vergleich zu Okklusion und kieferorthopädischer Therapie - eine kontrollierte, prospektive und longitudinale Studie, *Inform Orthodont Kieferorthop* 2000; Vol. 33, No. 4, pp. 309-324,
122. Hickman, J, Millett, DT, Sander, L, Brown, E, and Love, J. Powered vs manual tooth brushing in fixed appliance patients: a short term randomized clinical trial. *The Angle orthodontist* 2002; Vol. 72, No. 2, pp. 135-140.
123. Hirschfelder, U and Fleischer-Peters, A. Kritische Bewertung funktionskieferorthopädisch behandelter Klasse-II-Anomalien. A critical evaluation of Class-II anomalies treated with functional orthodontic appliances. *Fortschritte der Kieferorthopädie* 1993; Vol. 54, No. 6, pp. 237-248.
124. Hobson, RS, Nunn, JH, and Cozma, I. Orthodontic management of orofacial problems in young people with impairments: review of the literature and case reports. *International journal of paediatric dentistry / the British Paedodontic Society [and] the International Association of Dentistry for Children* 2005; Vol. 15, No. 5, pp. 355-363.
125. Hohoff, A, Stamm, T, Kühne, N, Wiechmann, D, Haufe, S, Lippold, C, and Ehmer, U. Effects of a mechanical interdental cleaning device on oral hygiene in patients with lingual brackets. *The Angle orthodontist* 2003; Vol. 73, No. 5, pp. 579-587.
126. Huang, LH, Shotwell, JL, and Wang, HL. Dental implants for orthodontic anchorage, *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 2005; Vol. 127, No. 6, pp. 713-722.
127. Irvine, R, Power, S, and McDonald, F. The effectiveness of laceback ligatures: a randomized controlled clinical trial, *Journal of orthodontics* 2004; Vol. 31, No. 4, pp. 303-311.
128. Jarjoura, K, Gagnon, G, and Nieberg, L. Caries risk after interproximal enamel reduction. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 2006; Vol. 130, No. 1, pp. 26-30.
129. Järvinen, S and Widström, E. Determinants of costs of orthodontic treatment in the Finnish public health service. *Swedish dental journal* 2002; Vol. 26, No. 1, pp. 41-49.
130. Jefferson, Y. Orthodontic diagnosis in young children: beyond dental malocclusions, *General dentistry* 2003; Vol. 51, No. 2, pp. 104-111.
131. Jerrold, L. Litigation, legislation, and ethics: punitive damages. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 2002; Vol. 122, No. 3, pp. 331-333.
132. Johnston, LE, Jr. The value of information and the cost of uncertainty: who pays the bill? *The Angle orthodontist* 1998; Vol. 68, No. 2, pp. 99, 101-99, 102.

133. Josefsson, E and Halling, A. Influence of economic restraints and reduced specialist resources on delivery and quality of orthodontic care. *Swedish dental journal* 2000; Vol. 24, No. 4, pp. 165-172.
134. Kahl-Nieke, B. Retention and stability considerations for adult patients. *Dental clinics of North America* 1996; Vol. 40, No. 4, pp. 961-994.
135. Kawakami, M, Yamamoto, K, Noshi, T, Miyawaki, S, and Kirita, T. Effect of surgical reduction of the tongue on dentofacial structure following mandibular setback. *Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 2004; Vol. 62, No. 10, pp. 1188-1192.
136. Keller, DC. Orthotics and orthodontics. *Journal of general orthodontics* 1996; Vol. 7, No. 3, pp. 6-15.
137. Kenealy, P, Hackett, P, Frude, N, Lucas, P, and Shaw, W. The psychological benefit of orthodontic treatment. Its relevance to dental health education. *The New York state dental journal* 1991; Vol. 57, No. 5, pp. 32-34.
138. King, GJ, Keeling, SD, Hocevar, RA, and Wheeler, TT, The timing of treatment for Class II malocclusions in children: a literature review. *The Angle orthodontist* 1990; Vol. 60, No. 2, pp. 87-97.
139. Knak S. *Praxisleitfaden Kieferorthopädie*. München Urban / Fischer; 2004.
140. Kok, YV, Mageson, P, Harradine, NW, and Sprod, AJ. Comparing a quality of life measure and the Aesthetic Component of the Index of Orthodontic Treatment Need (IOTN) in assessing orthodontic treatment need and concern. *Journal of orthodontics* 2004; Vol. 31, No. 4, pp. 312-318.
141. Komolpis, R and Johnson, RA. Web-based orthodontic instruction and assessment. *Journal of dental education* 2002; Vol. 66, No. 5, pp. 650-658.
142. Konst, EM, Prahl, C, Weersink-Braks, H, De Boo T, Prahl-Andersen, B, Kuijpers-Jagtman, AM, and Severens, JL. Cost-effectiveness of infant orthopedic treatment regarding speech in patients with complete unilateral cleft lip and palate: a randomized three-center trial in the Netherlands (Dutchcleft). *The Cleft palate-craniofacial journal: official publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association* 2002; Vol. 41, No. 1, pp. 71-77.
143. Korbmacher, H, Koch, L, Eggers-Stroeder, G, and Kahl-Nieke, B. Interdisciplinary approach to a patient population undergoing manual therapy. *Interdisziplinäre Betrachtung eines manualtherapeutischen Patientengutes. Manuelle Medizin - Chirotherapie - Manuelle Therapie - Osteopathische Medizin* 2006; 44; 12-16.
144. Kremenak, CR, Kinser, DD, Melcher, TJ, Wright, GR, Harrison, SD, Ziaja, RR, Harman, HA, Ordahl, JN, Demro, JG, and Menard, CC. Orthodontics as a risk factor for temporomandibular disorders (TMD). II. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 1992; Vol. 101, No. 1, pp. 21-27.
145. Kurol, J and Berglund, L. Longitudinal study and cost-benefit analysis of the effect of early treatment of posterior cross-bites in the primary dentition. *European journal of orthodontics* 1992; Vol. 14, No. 3, pp. 173-179.
146. Lagravère, MO and Flores-Mir, C. The treatment effects of Invisalign orthodontic aligners: a systematic review. *Journal of the American Dental Association (1939)* 2005; Vol. 136, No. 12, pp. 1724-1729.
147. Lavelle, C, Schroth, R, and Wiltshire, WA. Controlling third-party expenditures and improving quality assurances: a plea for change. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 2002; Vol. 122, No. 4, pp. 414-417.

148. Lee, R, MacFarlane, T, and O'Brien, K. Consistency of orthodontic treatment planning decisions. *Clinical orthodontics and research* 1999; Vol. 2, No. 2, pp. 79-84.
149. Machen, DE. Is it ever worthwhile to sue a patient to collect unpaid fees? *Journal of clinical orthodontics: JCO* 1994; Vol. 28, No. 10, pp. 607-608.
150. Machen, DE. Legal aspects of orthodontic practice: risk management concepts. Disposing of your orthodontic practice: be careful. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 1991; Vol. 99, No. 5, pp. 486-487.
151. Machen, DE. Legal aspects of orthodontic practice: risk management concepts. Performing a risk management audit of your practice. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 1990; Vol. 97, No. 5, pp. 449-450.
152. Macrí, V. Orthodontic therapy and third party in Europe, *Progress in orthodontics* 2004; Vol. 5, No. 2, pp. 142-157.
153. Mahony, D. Refining occlusion with muscle balance to enhance long-term orthodontic stability, *General dentistry* 2005; Vol. 53, No. 2, pp. 111-115.
154. Mandall, NA and Read, MJ. The effectiveness and efficiency of hygienists in carrying out orthodontic auxiliary procedures. *British journal of orthodontics* 1999; Vol. 26, No. 3, pp. 229-232.
155. Mandall, NA, Hickman, J, Macfarlane, TTV, Mattick, RCR, Millett, DT, and Worthington, HV. Adhesives for fixed orthodontic brackets, *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2003; No. 2006 Issue 4, pp. CD002282.
156. Mandall, NA, Vine, S, Hulland, R, and Worthington, HV. The impact of fixed orthodontic appliances on daily life, *Community dental health* 2006; Vol. 23, No. 2, pp. 69-74.
157. Maurer, P, Bock, JJ, Otto, C, Eckert, AW, and Schubert, J. Temporomandibuläre Funktionsbefunde nach Dysgnathieoperationen im Vergleich zu einer bevölkerungsrepräsentativen Studie. Temporomandibular function after malocclusion operations compared with a representative population group study, *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie: MKG* 2003; Vol. 7, No. 6, pp. 356-360.
158. Maurer, P, Otto, C, Eckert, AW, and Schubert, J. Complications of orthognathic surgery - Report on 50 years experience. *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie* 2002; Jän. 6 (1): 15-18.
159. Mavropoulos, A, Karamouzos, A, Kiliaridis, S, and Papadopoulos, MA. Efficiency of noncompliance simultaneous first and second upper molar distalization: a three-dimensional tooth movement analysis. *The Angle orthodontist* 2005; Vol. 75, No. 4, pp. 532-539.
160. McCann, AL and Bonci, L. Maintaining women's oral health, *Dental clinics of North America* 2001; Vol. 45, No. 3, pp. 571-601.
161. McGuinness, NJ and Stephens, CD. An introduction to indices of malocclusion. *Dental update* 1994; Vol. 21, No. 4, pp. 140-144.
162. McNamara, JA, Jr, Seligman, DA, and Okeson, JP. Occlusion, Orthodontic treatment, and temporomandibular disorders: a review, *Journal of orofacial pain* 1995; Vol. 9, No. 1, pp. 73-90.
163. McNamara, JA, Jr. Orthodontic treatment and temporomandibular disorders, *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics* 1997; Vol. 83, No. 1, pp. 107-117.
164. McNeill, RW. Retirement from orthodontics: financial and psychosocial preparation and adaptation. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 1999; Vol. 115, No. 3, pp. 283-287.

165. Millett, DT, Glenny, AM, Mattick, CR, Hickman, J, and Mandall, NA. Adhesives for fixed orthodontic bands. *Cochrane database of systematic reviews (Online)* 2006; Vol. 3, pp. CD004485.
166. Mohlin, B and Kurol, J. To what extent do deviations from an ideal occlusion constitute a health risk?, *Swedish dental journal* 2003a; Vol. 27, No. 1, pp. 1-10.
167. Mohlin, B and Kurol, J. A critical view of treatment priority indices in orthodontics, *Swedish dental journal* 2003b; Vol. 27, No. 1, pp. 11-21.
168. Montgomery, JB, LaFrancois, GG, and Perry, MJ. Modeling access, cost, and perceived quality: computer simulation benefits orthodontic clinic staffing decisions. *Military medicine* 2000; Vol. 165, No. 2, pp. 114-118.
169. Morris, E and Landes, D. The equity of access to orthodontic dental care for children in the North East of England. *Public health* 2006; Vol. 120, No. 4, pp. 359-363.
170. Morrison, TC, Wahlgren, DR, Hovell, MF, Zakarian, J, Burkham-Kreitner, S, Hofstetter, CR, Slymen, DJ, Keating, K, Russos, S, and Jones, JA. Tracking and follow-up of 16,915 adolescents: minimizing attrition bias. *Controlled clinical trials* 1997; Vol. 18, No. 5, pp. 383-396.
171. Mortensen, MG, Kiyak, HA, and Omnell, L. Patient and parent understanding of informed consent in orthodontics. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 2003; Vol. 124, No. 5, pp. 541-550.
172. Moura, MS, Simplício, AHM, and Cury, JA. Effect of bonding material and type and mode of use of dentifrice on the development of dental caries adjacent to fixed orthodontic appliances - An in vivo study (Divisional abstracts 2000). *Journal of dental research* 2001; Vol. 80, No. April 2001 Issue 4, pp. 1104.
173. O'Brien, K and Craven, R. Pitfalls in orthodontic health service research. *British journal of orthodontics* 1995; Vol. 22, No. 4, pp. 353-356,
174. O'Brien, K, Mattick, R, Mandall, N, Wright, J, Conboy, F, and Gosden, T. Are specialist outreach clinics for orthodontic consultation effective? A randomised controlled trial. *British dental journal* 2001; Vol. 191, No. 4, pp. 203-207.
175. O'Brien, K, Wright, J, Conboy, F, Bagley, L, Lewis, D, Read, M, Thompson, R, Bogues, W, Lentin, S, Parr, G, and Aron, B. The effect of orthodontic referral guidelines: a randomised controlled trial. *British dental journal* 2000; Vol. 188, No. 7, pp. 392-397.
176. Ormiston, JP, Huang, GJ, Little, RM, Decker, JD, and Seuk, GD. Retrospective analysis of long-term stable and unstable orthodontic treatment outcomes. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 2006; Vol. 128, No. 5, pp. 568-574.
177. Page, DC. The new dental-medical renaissance. *Medically efficacious functional jaw orthopedics. The Functional orthodontist* 1999; Vol. 16, No. 1, pp. 16-22, 24.
178. Panula, K, Keski-Nisula, L, Keski-Nisula, K, Oikarinen, K, and Keski-Nisula, S. Costs of surgical-orthodontic treatment in community hospital care: an analysis of the different phases of treatment. *The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery* 2002; Vol. 17, No. 4, pp. 297-306.
179. Pepicelli, A, Woods, M, and Briggs, C. The mandibular muscles and their importance in orthodontics: a contemporary review. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 2005; Vol. 128, No. 6, pp. 774-780.
180. Plunkett, DJ. The provision of orthodontic treatment: some ethical considerations. *The New Zealand dental journal* 1997; Vol. 93, No. 411, pp. 17-20.

181. Poling, R. A method of finishing the occlusion. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics 1999; Vol. 115, No. 5, pp. 476-487.
182. Polk, CE and Buchanan, D. A new index for evaluating horizontal skeletal discrepancies and predicting treatment outcomes. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics 2003; Vol. 124, No. 6, pp. 663-669.
183. Proffit, WR, Phillips, C, and Dann, C. Who seeks surgical-orthodontic treatment? The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery 1990; Vol. 5, No. 3, pp. 153-160.
184. Proffit, WR, Phillips, C, Dann, C, and Turvey, TA. Stability after surgical-orthodontic correction of skeletal Class III malocclusion. I. Mandibular setback. The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery 1991; Vol. 6, No. 1, pp. 7-18.
185. Richmond, S and Daniels, CP. International comparisons of professional assessments in orthodontics: Part 1 -- Treatment need, American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics 1998; Vol. 113, No. 2, pp. 180-185.
186. Richmond, S, Daniels, CP, Fox, N, and Wright, J. The professional perception of orthodontic treatment complexity. British dental journal 1997; Vol. 183, No. 10, pp. 371-375.
187. Richmond, S, Dunstan, F, Phillips, C, Daniels, C, Durning, P, and Leahy, F. Measuring the cost, effectiveness, and cost-effectiveness of orthodontic care. World journal of orthodontics 2005; Vol. 6, No. 2, pp. 161-170,
188. Richmond, S, Phillips, CJ, Dunstan, F, Daniels, C, Durning, P, and Leahy, F. Evaluating the cost-effectiveness of orthodontic provision. Dental update 2004; Vol. 31, No. 3, pp. 146-152.
189. Richmond, S. The need for cost-effectiveness. Journal of orthodontics 2000; Vol. 27, No. 3, pp. 267-269.
190. Rizell, S, Svensson, B, Tengström, C, and Kjellberg, H. Functional appliance treatment outcome and need for additional orthodontic treatment with fixed appliance. Swedish dental journal 2006; Vol. 30, No. 2, pp. 61-68.
191. Robb, SI, Sadowsky, C, Schneider, BJ, and BeGole, EA. Effectiveness and duration of orthodontic treatment in adults and adolescents, American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics 1998; Vol. 114, No. 4, pp. 383-386.
192. Roberts, WE and Hartsfield, JK, Jr. Multidisciplinary management of congenital and acquired compensated malocclusions: diagnosis, etiology and treatment planning. Journal (Indiana Dental Association) 1997; Vol. 76, No. 2, pp. 42-3, 45,
193. Sander, FG and Wichelhaus, A. Können Magnete oder zusätzliche intermaxilläre Kräfte die Wirkungsweise von Vorschubdoppelplatten verbessern? Can magnets or additional intermaxillary forces improve the mode of action of jumping-the-bite plates? Fortschritte der Kieferorthopädie 1994; Vol. 55, No. 6, pp. 279-289.
194. Sandler, J and Murray, A. Clinical photographs -- the gold standard. Journal of orthodontics 2002; Vol. 29, No. 2, pp. 158-161.
195. Sandler, PJ and Duterloo, HS. European Board of Orthodontists: a professional challenge. Journal of orthodontics 2003; Vol. 30, No. 1, pp. 59-71.
196. Schienbein H. Einführung in die Kieferorthopädie. 2. Auflage. Urban & Schwarzenberg 1982.



197. Scott, AA, Hatch, JP, Rugh, JD, Rivera, SM Hoffman, TJ, Dolce, C, and Bays, RA. Psychosocial predictors of high-risk patients undergoing orthognathic surgery. *The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery* 1999; Vol. 14, No. 2, pp. 113-124.
198. Sergl, HG and Zentner, A. Theoretical approaches to behavior change in myofunctional therapy, *The International journal of orofacial myology: official publication of the International Association of Orofacial Myology* 1994; Vol. 20, pp. 32-39.
199. Severens, JL, Prahl, C, Kuijpers-Jagtman, AM, and Prahl-Andersen, B. Short-term cost-effectiveness analysis of presurgical orthopedic treatment in children with complete unilateral cleft lip and palate *The Cleft palate-craniofacial journal: official publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association* 1998; Vol. 35, No. 3, pp. 222-226.
200. Shapira, J, Becker, A, and Moskovitz, M. The management of drooling problems in children with neurological dysfunction: a review and case report. *Special care in dentistry: official publication of the American Association of Hospital Dentists, the Academy of Dentistry for the Handicapped, and the American Society for Geriatric Dentistry* 1999; Vol. 19, No. 4, pp. 181-185.
201. Shaw, WC, O'Brien, KD, Richmond, S, and Brook, P. Quality control in orthodontics: risk/benefit considerations. *British dental journal* 1991; Vol. 170, No. 1, pp. 33-37.
202. Spahl, TJ. The 10 great laws of orthodontics. Part I: Laws I-V. *The Functional orthodontist* 1995; Vol. 12, No. 4, pp. 14-8, 20.
203. Spalding, PM and Cohen, BD. Orthodontic adjunctive treatment in fixed prosthodontics *Dental clinics of North America* 1992; Vol. 36, No. 3, pp. 607-629.
204. Thomas, PM. Orthodontic camouflage versus orthognathic surgery in the treatment of mandibular deficiency. *Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 1995; Vol. 53, No. 5, pp. 579-587.
205. Thomson, WM. Orthodontic treatment outcomes in the long term: findings from a longitudinal study of New Zealanders, *The Angle orthodontist* 2002, Vol. 72, No. 5, pp. 449-455.
206. Tracy, C. Orthodontics in Germany. Recent changes to the remunerative system. *British journal of orthodontics* 1995; Vol. 22, No. 4, pp. 388-390.
207. Trotman, C. Orthodontic treatment: outcome and effectiveness; this volume includes the proceedings of the [21.] Annual Symposium on Craniofacial Growth (Moyers Symposium), February 26 - 27, 1994, Ann Arbor, Michigan / vol. ed.: Carroll-Ann Trotman. 1995.
208. Tulloch, JF, Phillips, C, and Proffit, WR. Benefit of early Class II treatment: progress report of a two-phase randomized clinical trial. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 1998; Vol. 113, No. 1, pp. 62-72, quiz.
209. Tulloch, JF, Phillips, C, Koch, G, and Proffit, WR. The effect of early intervention on skeletal pattern in Class II malocclusion: a randomized clinical trial. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 1997; Vol. 111, No. 4, pp. 391-400.
210. Tulloch, JF, Proffit, WR, and Phillips, C. Influences on the outcome of early treatment for Class II malocclusion. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 1997; Vol. 111, No. 5, pp. 533-542.
211. Tulloch, JF, Proffit, WR, and Phillips, C. Outcomes in a 2-phase randomized clinical trial of early Class II treatment, *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 2004, Vol. 125, No. 6, pp. 657-667.

212. Turbill, EA, Richmond, S, and Wright, JL. The time-factor in orthodontics: what influences the duration of treatments in National Health Service practices? *Community dentistry and oral epidemiology* 2001; Vol. 29, No. 1, pp. 62-72.
213. Usumez, S, Iseri, H, Orhan, M, and Basciftci, FA. Effect of rapid maxillary expansion on nocturnal enuresis. *The Angle orthodontist* 2003; Vol. 73, No. 5, pp. 532-538.
214. Vig, KW, Weyant, R, Vayda, D, O'Brien, K, and Bennett, E. Orthodontic process and outcome: efficacy studies - strategies for developing process and outcome measures: a new era in orthodontics. *Clinical orthodontics and research* 1998; Vol. 1, No. 2, pp. 147-155.
215. Vig, PS, Griffen, AL, and Vig, KW. Outcomes and the scientific basis of clinical care, *Pediatric dentistry* 1998, Vol. 20, No. 3, pp. 216-219.
216. Weider, DJ, Baker, GL, and Salvatoriello, FW. Dental malocclusion and upper airway obstruction, an otolaryngologist's perspective. *International journal of pediatric otorhinolaryngology* 2002; Vol. 67, No. 4, pp. 323-331.
217. Wennström, JL. The significance of the width and thickness of the gingiva in orthodontic treatment, *Deutsche zahnärztliche Zeitschrift* 1990, Vol. 45, No. 3, pp. 136-141.
218. Wheeler, TT, McGorray, SP, Dolce, C, Taylor, MG, and King, GJ. Effectiveness of early treatment of Class II malocclusion. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 2002; Vol. 121, No. 1, pp. 9-17.
219. Wiechmann, D. A new bracket system for lingual orthodontic treatment. Part 2: First clinical experiences and further development. *Journal of orofacial orthopedics = Fortschritte der Kieferorthopädie: Organ/official journal Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie* 2003; Vol. 64, No. 5, pp. 372-388.
220. Wiechmann, D. Lingual orthodontics (part 1): laboratory procedure. *Journal of orofacial orthopedics = Fortschritte der Kieferorthopädie: Organ / official journal Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie* 1999; Vol. 60, No. 5, pp. 371-379.
221. Wiechmann, D. Lingual orthodontics (Part 4): Economic lingual treatment (ECO-lingual therapy). *Journal of orofacial orthopedics = Fortschritte der Kieferorthopädie: Organ / official journal Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie* 2000; Vol. 61, No. 5, pp. 359-370.
222. Woo, J, Anderson, R, Maguire, B, and Gerbert, B. Compliance with infection control procedures among California orthodontists. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 1992; Vol. 102, No. 1, pp. 68-75.
223. Yashiro, K and Takada, K. Post-operative optimization of gum-chewing kinematics in a prognathic patient. *Orthodontics & craniofacial research* 2004; Vol. 7, No. 1, pp. 47-54.
224. Zentner, A, Doll, GM, and Peylo, SM. Morphological parameters as predictors of successful correction of Class III malocclusion. *European journal of orthodontics* 2001; Vol. 23, No. 4, pp. 383-392.

## 10 Anhang

### 10.1 Schlagworte

- 2 6269 ORTHODONTIC APPLIANCE?
- 3 12867 KIEFERORTHOP##DI?
- 4 552 FIXED APPLIANCE
- 5 14575 2 TO 4
- 6 13094 MALOCCLUSION
- 7 28822 DENTAL CARIES
- 8 6445 CARIES PREVENTION
- 9 12000 ZAHNKARIES
- 10 606 ZAHNKARIESANFÄLLIGKEIT
- 11 44097 KARIES OR CARIES
- 12 2876917 RISK? OR RISIKO?
- 13 1829854 OUTCOME OR ERGEBNIS?
- 15 4407879 6 TO 13
- 16 6116 5 AND 15
- 17 6040 S=16 AND PY>=1990
- 18 5368 S=17 AND LA=(GERM OR ENGL)
- 19 4958 check duplicates: unique in s=18
- 20 4958 S=19
- 21 0 20 AND TECHNOLOGY ASSESSMENT, BIOMEDICAL
- 22 0 20 AND BIOMEDICAL TECHNOLOGY ASSESSMENT
- 23 4 20 AND (EVALUATION STUDIES AND TECHNOLOGY)
- 24 0 20 AND HEALTH CARE, TECHNOLOGY ASSESS?
- 25 1 20 AND HEALTH TECHNOLOGY ASSESS?
- 26 0 20 AND HEALTH CARE TECHNOLOGY EVALUAT?
- 27 0 20 AND HEALTH TECHNOLOGY EVALUAT?
- 28 0 20 AND BIOMEDICAL, TECHNOLOGY ASSESS?
- 29 1 20 AND HTA
- 30 0 20 AND MEDICAL, TECHNOLOGY ASSESS?
- 31 0 20 AND TECHNOLOGY, ASSESS? ? BIOMEDICAL?
- 32 0 20 AND TECHNOLOGI?, BEWERT?
- 33 0 20 AND TECHNOLOGI?, BEURTEIL?
- 34 1 20 AND EVALUATION #, MEDICAL?
- 35 0 20 AND EVALUATION #, BIOMEDICAL?
- 36 0 20 AND EVALUATION #, HEALTH CARE
- 37 6 21 TO 36
- 38 4958 S=20
- 39 5 38 AND REVIEW ARTICLE?
- 40 2 38 AND REVIEW-ARTICLE
- 41 3 38 AND REVIEW LITERATURE
- 42 3 38 AND REVIEW LITERATURE?
- 43 21 38 AND SYSTEMATIC REVIEW?
- 44 2 38 AND UEBERSICHTSARBEIT
- 45 602 38 AND REVIEW?
- 46 22 38 AND REVIEW?, LITERATUR?
- 47 23 38 AND REVIEW?, SYSTEMATIC?
- 48 1 38 AND REVIEW?, ACADEMIC?

49 3 38 AND ##BERSICHTSARBEIT?  
50 604 39 TO 49  
51 18 38 AND META-ANALYSIS  
52 1 38 AND META#ANALYSIS  
53 18 38 AND (METAANALY? OR META ANALY? OR META#ANALY?)  
54 18 51 TO 53  
55 605 50 OR 54  
56 4958 S=20  
57 193 56 AND RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL  
58 14 56 AND RCT  
59 220 56 AND RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL?  
60 25 56 AND RANDOM ALLOCATION  
61 0 56 AND SINGLE BLIND PROCEDURE?  
62 0 56 AND SINGLE#BLIND METHOD  
63 0 56 AND DOUBLE BLIND PROCEDURE?  
64 0 56 AND DOUBLE#BLIND METHOD  
65 16 56 AND PLACEBO?  
66 5 56 AND PLAZEBO  
67 0 56 AND PLAZEBOEFFEKT  
68 3 56 AND CROSS#OVER STUD?  
69 0 56 AND CROSSOVER PROCEDURE?  
70 21 56 AND RCT?  
71 228 56 AND RANDOMI%ED? ? CONTROLLED? ? TRIAL?  
72 35 56 AND RANDOMI%ED? ? CONTROLLED? ? STUD?  
73 73 56 AND RANDOMI%ED? ? CLINICAL? ? TRIAL?  
74 44 56 AND RANDOMI%ED? ? CLINICAL? ? STUD?  
75 75 56 AND RANDOMI%ED? ? STUD?  
76 243 56 AND RANDOMI%ED? ? TRIAL?  
77 27 56 AND RANDOMISIERT? ? STUDIE?  
78 1 56 AND RANDOMISIERT? ? VERSUCH?  
79 63 56 AND RANDOM? ?, ALLOCAT?  
80 0 56 AND SINGLE#BLIND?  
81 30 56 AND SINGLE BLIND?  
82 0 56 AND DOUBLE#BLIND?  
83 16 56 AND DOUBLE BLIND?  
84 0 56 AND TRIPLE#BLIND?  
85 0 56 AND TRIPLE BLIND?  
86 29 56 AND EINFACH? AND (BLIND? OR VERBLIND?)  
87 13 56 AND DOPPEL? AND (BLIND? OR VERBLIND?)  
88 1 56 AND ZWEIFACH? AND (BLIND? OR VERBLIND?)  
89 1 56 AND DREIFACH? AND (BLIND? OR VERBLIND?)  
90 51 56 AND (BLIND OR BLINDED) AND (STUD? OR TRIAL?)  
91 57 56 AND (BLIND? OR VERBLIND?) AND (STUD? OR VERSUCH?)  
92 0 56 AND (SEMIBLIND? OR SEMIVERBLIND) AND (STUD? OR TRIAL? OR VERSUCH?)  
93 1 56 AND ZUFALL?  
94 12 56 AND CROSS#OVER?  
95 18 56 AND CROSS OVER?  
96 0 56 AND UEBERKREUZ?  
97 16 56 AND PLA#EBO?

98 41 56 AND MASK?  
99 342 57 TO 98  
100 4 56 AND CCT  
101 71 56 AND CONTROLLED CLINICAL TRIAL  
102 83 56 AND CONTROLLED CLINICAL TRIAL?  
103 4 56 AND KONTROLLIERTE KLINISCHE STUDIEN?  
104 4 56 AND CCT  
105 90 56 AND CONTROLLED? ? CLINICAL? ? TRIAL?  
106 30 56 AND CONTROLLED? ? CLINICAL? ? STUD?  
107 6 56 AND KONTROLLIERT? ? KLINISCH? ? STUDIE?  
108 1 56 AND KONTROLLIERT? ? KLINISCH? ? VERSUCH?  
109 298 56 AND CONTROLLED? ? TRIAL?  
110 75 56 AND CONTROLLED? ? STUD?  
111 33 56 AND KONTROLLIERT? ? STUDIE?  
112 1 56 AND KONTROLLIERT? ? VERSUCH?  
113 329 100 TO 112  
114 199 56 AND PROSPECTIVE STUD?  
115 182 56 AND PROSPEKTIVE STUDIEN  
116 199 56 AND PROSPE%TIVE (STUD? OR TRIAL?)  
117 199 114 TO 116  
118 329 113  
119 342 99  
120 534 117 TO 119  
121 4958 S=20  
122 401 121 AND (TRIAL OR TRIALS)  
123 2372 121 AND (STUDY OR STUDIES)  
124 30 121 AND VALIDATION STUDIES  
125 526 121 AND REPORT  
126 312 121 AND CLINICAL TRIAL  
127 171 121 AND EVALUATION STUDIES  
128 0 121 AND (RESEARCH ARTICLE OR RESEARCH-ARTICLE)  
129 43 121 AND MULTICENTER STUDY  
130 0 121 AND TECHNICAL REPORT  
131 1893 121 AND STUDIE?  
132 7 121 AND VERSUCH?  
133 1686 121 AND REPORT?  
134 0 121 AND RESEARCH ARTICLE?  
135 0 121 AND TECHNICAL REPORT?  
136 3645 122 TO 135  
137 4958 S=20  
138 97 137 AND ECONOMICS  
139 94 137 AND (ÖKONOMIE OR OEKONOMIE)  
140 0 137 AND SOCIOECONOMICS  
141 2 137 AND MODELS, ECONOMIC  
142 0 137 AND ECONOMIC ASPECT  
143 0 137 AND ECONOMICS, MEDICAL  
144 0 137 AND HEALTH ECONOMICS  
145 101 137 AND COST?  
146 41 137 AND KOSTEN?

|     |     |  |
|-----|-----|--|
| 147 | 52  | 137 AND EFFICIENCY?  |
| 148 | 135 | 137 AND EFFECTIVENESS  |
| 149 | 73  | 137 AND EFFICACY?  |
| 150 | 12  | 137 AND EFFIZIENZ  |
| 151 | 6   | 137 AND COST ANALYSIS  |
| 152 | 3   | 137 AND EC   |
| 153 | 0   | 137 AND ECON   |
| 154 | 97  | 137 AND ECONOMICS  |
| 155 | 128 | 137 AND (ECONOMI? OR OEKONOMI?)  |
| 156 | 0   | 137 AND GESUNDHEITSOEKONOMIE   |
| 157 | 53  | 137 AND EFFICIENC?   |
| 158 | 128 | 137 AND EFFICAC###   |
| 159 | 12  | 137 AND EFFIZIENZ##  |
| 160 | 5   | 137 AND ECONOMIC EVALUATION?   |
| 161 | 0   | 137 AND HEALTH CARE FINANCING?   |
| 162 | 38  | 137 AND COST?, ? BENEFIT? AND (STUD? OR TRIAL? OR RATIO? OR ANALYSIS)          |
| 163 | 3   | 137 AND (COST?, ? UTILIT? AND (STUD? OR TRIAL? OR RATIO? OR ANALYSIS?))        |
| 164 | 10  | 137 AND (COST?, ? EFFECTIVENESS? AND (STUD? OR TRIAL? OR RATIO? OR ANALYSIS?)) |
| 165 | 15  | 137 AND (COST?, ? EVALUATION? AND (STUD? OR TRIAL? OR RATIO? OR ANALYSIS?))    |
| 166 | 4   | 137 AND (COST?, ? EFFICIENC? AND (STUD? OR TRIAL? OR RATIO? OR ANALYSIS?))     |
| 167 | 4   | 137 AND COST?, ? EFFICAC? AND (STUD? OR TRIAL? OR RATIO? OR ANALYSIS?)         |
| 168 | 20  | 137 AND (COST?, ? CONTROL? AND (STUD? OR TRIAL? OR RATIO? OR ANALYSIS?))       |
| 169 | 1   | 137 AND (COST?, ? MINIMI#ATION? AND (STUD? OR TRIAL? OR RATIO? OR ANALYSIS?))  |
| 170 | 5   | 137 AND (COST?, ? ILLNESS? AND (STUD? OR TRIAL? OR RATIO? OR ANALYSIS?))       |
| 171 | 37  | 137 AND (COST?, ? ANALYS? AND (STUD? OR TRIAL?))                               |
| 172 | 26  | 137 AND (KOSTEN?, ? NUTZEN? AND (STUDIE? OR ANALYSE?))                         |
| 173 | 26  | 137 AND (KOSTEN?, ? NUTZEN? AND (STUDIE? OR ANALYSE?))                         |
| 174 | 1   | 137 AND (KOSTEN?, ? WIRKSAMKEIT? AND (STUDIE? OR ANALYSE?))                    |
| 175 | 1   | 137 AND (KOSTEN?, ? EFFEKTIVIT? AND (STUDIE? OR ANALYSE?))                     |
| 176 | 4   | 137 AND (KOSTEN?, ? EFFIZIENZ? AND (STUDIE? OR ANALYSE?))                      |
| 177 | 18  | 137 AND (KOSTEN? ? ANALYSE?) AND STUDIE?                                       |
| 178 | 445 | 138 TO 177   |

## 10.2 Datenbanken

In folgenden Datenbanken wurde recherchiert:

|        |                                    |                                  |
|--------|------------------------------------|----------------------------------|
| DAHTA  | DAHTA-Datenbank                    | Bundesministerium für Gesundheit |
| INAHTA | NHS-CRD-HTA                        | NHS CRD 2004                     |
| NHSEED | NHS-EED                            | NHS EED 2003                     |
| CDAR94 | NHS-CRD-DARE                       | Cochrane                         |
| CDSR93 | Cochrane Library - CDSR            | Cochrane                         |
| ME90   | MEDLINE                            | NLM                              |
| EM90   | EMBASE                             | 2006 Elsevier B.V.               |
| CB85   | AMED                               | THE BRITISH LIBRARY 2003         |
| BA90   | BIOSIS Previews                    | Thomson Scientific               |
| MK77   | MEDIKAT                            | ZB MED                           |
| CCTR93 | Cochrane Library - Central         | Cochrane                         |
| GA03   | gms                                | gms                              |
| SM78   | SOMED                              | LOEGD 2002                       |
| CV72   | CAB Abstracts                      | CAB                              |
| II78   | ISTPB + ISTEP/ISSHP                | Thomson Scientific               |
| ED93   | ETHMED                             | IDEM 2005                        |
| AZ72   | GLOBAL Health                      | CAB                              |
| AR96   | Deutsches Ärzteblatt               | DAEB                             |
| ME0A   | MEDLINE Alert                      | NLM                              |
| EA08   | EMBASE Alert                       | 2005 Elsevier B.V.               |
| IS90   | SciSearch                          | Thomson Scientific 2003          |
| CC00   | CCMed                              | ZB MED                           |
| KR03   | Karger-Verlagsdatenbank            | Karger-Verlag                    |
| KL97   | Kluwer-Verlagsdatenbank            | Kluwer Academic Publishers       |
| SP97   | Springer-Verlagsdatenbank          | Springer-Verlag                  |
| SPPP   | Springer-Verlagsdatenbank PrePrint | Springer-Verlag                  |
| TV01   | Thieme-Verlagsdatenbank            | Thieme-Verlag                    |





Die systematische Bewertung medizinischer Prozesse und Verfahren, *Health Technology Assessment* (HTA), ist mittlerweile integrierter Bestandteil der Gesundheitspolitik. HTA hat sich als wirksames Mittel zur Sicherung der Qualität und Wirtschaftlichkeit im deutschen Gesundheitswesen etabliert.

Seit Einrichtung der Deutschen Agentur für HTA des DIMDI (DAHTA@DIMDI) im Jahr 2000 gehören die Entwicklung und Bereitstellung von Informationssystemen, speziellen Datenbanken und HTA-Berichten zu den Aufgaben des DIMDI.

Im Rahmen der Forschungsförderung beauftragt das DIMDI qualifizierte Wissenschaftler mit der Erstellung von HTA-Berichten, die Aussagen machen zu Nutzen, Risiko, Kosten und Auswirkungen medizinischer Verfahren und Technologien mit Bezug zur gesundheitlichen Versorgung der Bevölkerung. Dabei fallen unter den Begriff Technologie sowohl Medikamente als auch Instrumente, Geräte, Prozeduren, Verfahren sowie Organisationsstrukturen. Vorrang haben dabei Themen, für die gesundheitspolitischer Entscheidungsbedarf besteht.