Aus der Abteilung für Kieferorthopädie und Orthodontie
des Zentrums für Zahnmedizin
der Medizinischen Fakultät Charité
der Humboldt-Universität zu Berlin

DISSERTATION

Quantitative und qualitative Auswertung kieferorthopädischer Behandlungen

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae dentariae
(Dr. med. dent.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät der
Humboldt-Universität zu Berlin

von

Nicola Schmidt-Rogge
aus Berlin

Dekan: Prof. Dr. med. Dr. h. c. R. Felix

Gutachter: 1. Prof. Dr. Miethke
2. Prof. Dr. Pancherz
3. Prof. Dr. Harzer

Datum der Einreichung: 1.12.2000
Datum der Promotion: 14.5.2001

Inhaltsverzeichnis

Seite

1 EINLEITUNG 5

2 FRAGESTELLUNG 13

3 MATERIAL UND METHODE 14

3.1 Patientenklientel 14

3.2 Modellvermessung mittels PAR Index 15

3.3 Statistik 21

4 ERGEBNISSE 22

4.1 Patienten- und Behandlungsprofil 23

4.1.1 Patientenprofil 23

4.1.1.1 Geschlechtsverteilung 23

4.1.1.2 Altersverteilung bei Behandlungsbeginn 23

4.1.1.3 *Angle*-Klassen 24

4.1.1.4 Nichtanlagen 25

4.1.1.5 Mitarbeit 26

4.1.2 Behandlungsprofil 27

4.1.2.1 Behandlungsmittel 27

4.1.2.2 Extraktionen 30

4.2 Behandlungsqualität 31

4.2.1 Gesamtgruppe 31

4.2.2 Einfluß verschiedener Faktoren auf die Behandlungsqualität 37

4.2.2.1 Behandlungsmittel 37

4.2.2.2 Extraktionen und/oder Nichtanlagen 39

4.2.2.3 *Angle*-Klassen 41

4.2.2.4 Mitarbeit 43

4.2.2.5 Geschlecht der Patienten 45

4.3 Behandlungsdauer 47

4.3.1 Gesamtgruppe 47

4.3.2 Einfluß verschiedener Faktoren auf die Behandlungsdauer 48

4.3.2.1 PAR Werte 48

4.3.2.2 Behandlungsmittel 51

4.3.2.3 Extraktionen und/oder Nichtanlagen 54

4.3.2.4 *Angle*-Klassen 54
4.3.2.5 Mitarbeit 56
4.3.2.6 Geschlecht der Patienten 59
4.3.2.7 Alter bei Behandlungsbeginn 59

5 DISKUSSION 60

5.1 Diskussion der Methode 60
5.1.1 Patientenauswahl 60
5.1.2 PAR Index 61

5.2 Diskussion der Ergebnisse 65
5.2.1 Patientenprofil 65
5.2.2 Behandlungsprofil 66
5.2.3 Behandlungsqualität 68
5.2.4 Behandlungsdauer 74
5.2.5 Behandlungsqualität und Behandlungsdauer 78

6 SCHLUßFOLGERUNGEN, KLINISCHE KONSEQUENZEN & AUSBLICK 79

7 ZUSAMMENFASSUNG 81

8 SUMMARY 84

9 TABELLENVERZEICHNIS 87

10 ABBILDUNGSVERZEICHNIS 90

11 LITERATURVERZEICHNIS 93

12 ANHANG 106

13 DANKSAGUNG 107

14 LEBENSLAUF 108

1 Einleitung

Bei der Beurteilung kieferorthopädischer Behandlungsergebnisse sind zwei Faktoren von größter Wichtigkeit: die Behandlungsqualität und die Behandlungsdauer. Folglich sollte möglichen Einflußgrößen auf beide Parameter große Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Zwar wurden in den letzten Jahren immer häufiger Untersuchungen auf diesem Gebiet durchgeführt, jedoch präsentierten diese überwiegend stark selektierte, gute Behandlungsergebnisse, ausgesuchte Patientengruppen oder spezielle Behandlungsmethoden [7, 9, 24, 28, 35, 37, 56, 57, 63, 64, 65, 69, 80, 84, 85, 87, 102]. Nachuntersuchungen von kieferorthopädischen Gesamtkollektiven sind vergleichsweise seltener [2, 12, 19, 34, 48, 61, 78, 94, 95, 105, 125].

Doch nach welchen Kriterien ist die Qualität einer kieferorthopädischen Behandlung zu beurteilen [14, 32, 36, 60, 61, 76, 109]? Eine gebräuchliche Methode ist der Vergleich von Anfangs- und Schlußmodellen. Zahlreiche Autoren bemühten sich, Methoden zu entwickeln, um hierbei qualitative Faktoren quantifizierbar zu machen [13, 21, 30, 33, 36, 47, 49, 50, 66, 68, 92, 108, 118, 126]. Auf diese Weise sollte die Subjektivität bei der Begutachtung von Modellen reduziert werden. So entstanden verschiedene okklusale Indizes. Ein okklusaler Index beschreibt mit Punktwerten oder alphanumerischen Klassifizierungen dentale und okklusale Merkmale, die die Ausprägung einer Dysgnathie wiederspiegeln sollen.

Nicht alle okklusalen Indizes eignen sich jedoch zur Beurteilung von Behandlungserfolgen. Mehrere Indizes wurden zur Beurteilung der Behandlungsbedürftigkeit entwickelt [21, 49, 108]. Weiterhin erwiesen sich einige Methoden als zu aufwendig [36, 118], um weite Verbreitung zu erlangen. Zudem machten die ausgewählten Kriterien einen Vergleich zwischen verschiedenen Indizes schwierig.

Der gegenwärtig am häufigsten benutzte okklusale Index zur Bewertung von Behandlungsergebnissen ist der **P**eer **A**ssessment **R**ating (**PAR**) Index [92]. Er wurde in den Jahren 1987 bis 1992 von zehn erfahrenen Kieferorthopäden in England erarbeitet (British Orthodontic Standards Working Party), um den kieferorthopädischen Standard des „General Dental Service“ zu überprüfen. Der PAR Index ermöglicht eine einfache, schnelle und reproduzierbare Bewertung von Modellen. Anders als die meisten vorherigen Indizes wurde der PAR Index gewissenhaft auf seine Reliabilität (Zuverlässigkeit der Ergebnisse einer Messung) und Validität (Übereinstimmung der Meßergebnisse mit dem, was zu messen beabsichtigt ist) getestet [92]. Die Reliabilität des PAR Indexes gilt als exzellent. Zur Prüfung der Validität wurde ein Gremium von 74 britischen Zahnärzten und Kieferorthopäden berufen. Sie beurteilten bei 272 Modellpaaren die Abweichungen der Okklusion anhand einer Skala von null bis acht. Die Übereinstimmung zwischen der gemittelten Meinung des Gremiums und dem PAR Index war hoch und konnte durch die Berechnung von Gewichtungsfaktoren für bestimmte Komponenten des PAR Indexes noch gesteigert werden ($r = 0{,}85$ [92]).

Eine ähnliche Validitätsprüfung wurde später noch einmal in den USA durchgeführt. Hier wurden allerdings andere Gewichtungsfaktoren ermittelt [31]. Da alle darauffolgenden Studien die jeweiligen länderspezifischen Gewichtungsfaktoren anwendeten, sind die PAR Werte europäischer und amerikanischer Studien – bedauerlicherweise – nicht direkt vergleichbar.

Der PAR Index wurde bislang in vielfältigen Untersuchungen verwendet, unter anderem zur Prüfung der Effektivität verschiedener Behandlungsmethoden, kieferorthopädischer Einrichtungen und Gesundheitssysteme. Einen Überblick über die zahlreichen und thematisch sehr unterschiedlichen Veröffentlichungen liefert Tabelle 1.

In den letzten Jahren wurden mehrere Studien über die Qualität kieferorthopädischer Behandlungsergebnisse in England und Wales durchgeführt, da es Hinweise auf Defizite innerhalb des „General Dental Service“ gab [91, 111]. Bei nahezu ¼ der Patienten konnte, beurteilt mit dem PAR Index, kein wesentlicher Nutzen durch die kieferorthopädische Behandlung erzielt werden („worse – no different“) [93, 122, 123]. RICHMOND et al. [92] fanden für den „General Dental Service“ eine durchschnittliche prozentuale Verbesserung der Dysgnathie von 50%. Der mittlere PAR Endwert nach Behandlungsende lag zwischen 9,0 und 12,7 PAR Punkten [44 bzw. 122]. Untersuchungen innerhalb des „Hospital Orthodontic Service“ lieferten bessere Ergebnisse [82, 112].
Eine Untersuchung der Behandlungsqualität norwegischer Kieferorthopäden erbrachte dagegen eine mittlere prozentuale Verbesserung von fast 78% und einen durchschnittlichen PAR Endwert von 4,4. Nur 4% der Patienten erzielten keine deutliche Verbesserung [94].

Verschiedene Studien fanden die besten Behandlungsergebnisse bei der Anwendung festsitzender Apparaturen in beiden Kiefern gegenüber der Behandlung mit herausnehmbaren Apparaturen oder festsitzender Behandlung in nur einem Kiefer [45, 82, 95]. In anderem Zusammenhang führten auch RICHMOND et al. [94] den hohen Standard der Behandlungsergebnisse norwegischer Kieferorthopäden auf den häufigen Einsatz festsitzender Apparaturen zurück.

O´BRIEN et al. [82] und FOX [46] fanden, daß neben der Behandlungsmethode auch die Qualifikation des Behandlers das Resultat beeinflußt. Andere Studien konnten diesen Einfluß nicht nachweisen [95, 122].

Die Bedeutung unterschiedlicher Faktoren auf die Behandlungsdauer wurde bisher nur vereinzelt untersucht. Verbreitet waren hierbei Studien, die eine große Anzahl verschiedener Faktoren mittels multipler Regressionsanalysen auf Signifikanz testeten [10, 42, 64, 120, 127]. Dabei konnten jedoch lediglich 25% bis 50% der Varianz bei der Behandlungszeit durch die untersuchten Faktoren erklärt werden.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Behandlungsqualität und die Behandlungsdauer bei Patienten der Abteilung für Kieferorthopädie und Orthodontie der Charité Berlin zu bestimmen. Des weiteren sollte der Einfluß verschiedener

Faktoren auf die Behandlungsqualität als auch die Behandlungsdauer parallel untersucht werden.

Tab. 1: Literaturübersicht von Veröffentlichungen zum PAR Index.

Autor	Titel der Veröffentlichung
Afsharpanah ET AL. 1996 [1]	Assessment of orthodontically untreated adolescents using the PAR Index (IADR Abstract).
Al Yami ET AL. 1998A [4]	Assessment of biological changes in a nonorthodontic sample using the PAR Index.
Al Yami ET AL. 1998B [5]	Occlusal outcome of orthodontic treatment.
AL YAMI ET AL. 1999 [6]	Stability of orthodontic treatment outcome: Follow-up until 10 years postretention.
ANGERMANN et al. 1999 [7]	Erfolgsbewertung nach kieferorthopädischer Behandlung von markanten Abweichungen der Angle-Klasse III.
BAKER et al. 1999 [9]	Occlusal outcome in patients undergoing orthognathic surgery with internal fixation.
BEGLIN et al. 1996 [11]	Skeletal and dental variables do not explain occlusal outcome variations (IADR Abstract).
BERGSTRÖM et al. 1997 [15]	Comparison of three indices in evaluation of orthodontic treatment outcome.
BIRKELAND et al. 1997a [17]	Evaluation of treatment and post-treatment changes by the PAR Index.
BIRKELAND et al. 1997b [18]	Subjektive Bewertung von dentalen und psychosozialen Ergebnissen nach kieferorthopädischer Behandlung.
BREMEN 2000 [20]	Effizienz kieferorthopädischer Therapie des Distalbisses (Angle Klasse II:1).
BUCHANAN 1991 [22]	The evaluation and initial testing of an index to assess orthodontic treatment standards: the PAR Index.
BUCHANAN et al. 1993 [23]	A comparison of the reliability and validity of the PAR Index and Summers´ Occlusal Index.

Autor	Titel der Veröffentlichung
BUCHANAN et al. 1996 [24]	Practical application of the PAR Index: an illustrative comparison of the outcome of treatment using two fixed appliance techniques.
BUCHSIEB et al. 1996 [25]	The effect of compliance on outcomes in two orthodontic programs (IADR Abstract).
BURDEN et al. 1996 [27]	Training dental nurses in the use of the PAR Index: a pilot study.
BURDEN et al. 1998 [28]	Treatment outcome for a sample of patients with Class II division 1 malocclusion treated at a regional hospital orthodontic department.
CRAWFORD 1994 [30]	The long-term effect of orthodontic treatment - a study of occlusal change using the PAR Index (EOS Abstract).
DEGUZMAN et al. 1995 [31]	The validation of the Peer Assessment Rating Index for malocclusion severity and treatment difficulty.
FEGHALI et al. 1996 [39]	Assessing orthodontic treatment outcome from 1980-85 using the PAR Index (IADR Abstract).
FEGHALI et al. 1997 [40]	Comparing orthodontic treatment outcome of two geographically different clinic samples (IADR Abstract).
FELLNER et al. 1996 [41]	Der PAR-Index - eine praktikable Methode der Qualitätssicherung.
FIRESTONE et al. 1999 [43]	Treatment results in dental school orthodontic patients in 1983 and 1993.
FOX 1993 [44]	The first 100 cases: a personal audit of orthodontic treatment assessed by the PAR (Peer Assessment Rating) Index.
FOX et al. 1994 [45]	The first 100 cases of orthodontic treatment: one year out of retention.
FOX et al. 1997 [46]	Factors affecting the outcome of orthodontic treatment within the General Dental Service.
HAMDAN et al. 1999 [51]	An appraisal of the Peer Assessment Rating (PAR) Index and a suggested new weighting system.

Autor	Titel der Veröffentlichung
HARRE et al. 1996 [52]	Treatment outcome for orthodontists and non-orthodontists using the PAR Index (IADR Abstract).
HASSANEIN et al. 1996 [53]	Assessment of orthodontic treatment outcome using the PAR Index (IADR Abstract).
HOLMAN et al. 1996 [56]	Assessing extraction vs nonextraction orthodontic treatment using the PAR Index (IADR Abstract).
HOLMAN et al. 1998 [57]	An assessment of extraction versus nonextraction orthodontic treatment using the Peer Assessment Rating (PAR) Index.
HORN et al. 1997 [58]	The PAR Index as a tool for treatment planning and quality control (EOS Abstract).
HORN et al. 1998 [59]	Treatment success and duration in consideration of the PAR Index (EOS Abstract).
KELLY et al. 1996 [62]	Specialist orthodontics in the General Dental Service.
KERR et al. 1993 [63]	Use of the PAR Index in assessing the effectiveness of the removable orthodontic appliances.
KERR et al. 1994 [64]	Factors influencing the outcome and duration of removable appliance treatment.
KERR et al. 1996 [65]	The use of removable orthodontic appliances in the General Dental Service.
MAYES 1997 [70]	Odontometrische Langzeitstudie zur Stabilität kieferorthopädischer Behandlungsergebnisse anhand des PAR-Index.
MCGORRAY et al. 1999 [71]	Evaluation of orthodontists´ perception of treatment need and the Peer Assessment Rating (PAR) Index.
MCGUINNESS et al. 1993 [72]	Holograms and study models assessed by the PAR (Peer Assessment Rating) Index of malocclusion - a pilot study.
MCGUINNESS et al. 1994 [73]	An introduction to indices of malocclusion.
MCGUINNESS et al. 1998 [74]	The influence of operator changes on orthodontic treatment times and results in a postgraduate teaching environment.

Autor	Titel der Veröffentlichung
MEHDIZADEH et al. 1997 [75]	Assessing the outcome of orthodontic treatment using the PAR Index (IADR Abstract).
MUELENAERE et al. 1998 [77]	The treatment need of a group of senior dental students as assessed by the IOTN and PAR Indices.
NGAN 1997 [80]	Assessment of orthopedic treatment of Class III malocclusion using PAR Index (IADR Abstract).
NURMINEN et al. 1999 [81]	Motivation for and satisfaction with orthodontic-surgical treatment: a retrospective study of 28 patients.
O´BRIEN et al. 1993a [82]	The use of occlusal indices in assessing the provision of orthodontic treatment provided by the Hospital Orthodontic Service.
O´BRIEN et al. 1993b [83]	Process analysis of treatment provided by the Hospital Orthodontic Service.
O´BRIEN et al. 1995 [84]	The effectiveness of Class II division 1 treatment.
OTUYEMI et al. 1995a [85]	Long-term evaluation of treated Class II division 1 malocclusion utilizing the PAR Index.
OTUYEMI 1995b [86]	Evaluation of orthodontic treatment outcome: a personal clinical audit using the PAR Index (Peer Assessment Rating).
PANGRAZIO-KULBERSH et al. 1999 [87]	Early treatment outcome assessed by the Peer Assessment Rating Index.
POWER et al. 1996 [90]	An investigation into the standard of orthodontic treatment carried out by GDPs after completion of a clinical assistant training.
RICHMOND 1990 [91]	A critical evaluation of orthodontic treatment in the General Dental Services of England and Wales.
RICHMOND et al. 1992a [92]	The development of the PAR Index (Peer Assessment Rating): reliability and validity.
RICHMOND et al. 1992b [93]	The PAR Index (Peer Assessment Rating): methods to determine outcome of orthodontic treatment in terms of improvement and standards.
RICHMOND et al. 1993a [94]	Orthodontic treatment standards in Norway.

Autor	Titel der Veröffentlichung
RICHMOND et al. 1993b [95]	Orthodontics in the General Dental Service of England and Wales: a critical assessment of standards.
RICHMOND et al. 1993c [96]	The provision of orthodontic care in the General Dental Services of England and Wales: extraction patterns, treatment duration and standards.
RICHMOND 1993d [97]	Personal audit in orthodontics.
RICHMOND et al. 1993e [98]	Calibration of non-dental personnel in the use of the PAR Index.
RICHMOND et al. 1994 [99]	An introduction to occlusal indices.
RICHMOND et al. 1995 [100]	Calibration dentists in the use of occlusal indices.
RICHMOND et al. 1997 [101]	The professional perception of orthodontic treatment complexity.
RIEDMANN et al. 1999 [102]	Retrospektive Bewertung des Therapieerfolgs bei kieferorthopädischer Behandlung von Erwachsenen.
ROBB et al. 1998 [103]	Effectiveness and duration of orthodontic treatment in adults and adolescents.
RODRIGUES-GARCIA et al. 1998 [104]	Effects of major Class II occlusal corrections on temporomandibular signs and symptoms.
SAELENS et al. 1998 [107]	Therapeutic changes in extraction versus non-extraction orthodontic treatment.
SHANKER et al. 1996 [110]	A comparison of mean treatment effect by city and epoch (IADR Abstract).
SHAW et al. 1991a [112]	Quality control in orthodontics: indices of treatment need and treatment standards.
SHAW et al. 1991b [113]	Quality control in orthodontics: risk/benefit considerations.
SHAW et al. 1995 [114]	The use of occlusal indices: a European perspective.
STEPHENS et al. 1993 [117]	Consultant opinion on orthodontic treatment plans used by dental practitioners: a pilot study.

Autor	Titel der Veröffentlichung
TAYLOR et al. 1996 [120]	Factors associated with the standard and duration of orthodontic treatment.
TURBILL et al. 1994 [121]	A preliminary comparison of the DPB´s grading of completed orthodontic cases with the PAR Index.
TURBILL et al. 1996a [122]	Assessment of General Dental Services orthodontic standards: the Dental Practice Board´s gradings compared to PAR and IOTN.
TURBILL et al. 1996b [123]	A critical assessment of orthodontic standards in England and Wales (1990-1991) in relation to changes in prior approval.
TURBILL et al. 1999a [124]	A closer look at General Dental Service orthodontics in England and Wales. I: Factors influencing effectiveness.
TURBILL et al. 1999b [125]	A closer look at General Dental Service orthodontics in England and Wales. II: What determines appliance selection?
VIG et al. 1998 [128]	Orthodontic process and outcome: efficacy studies - strategies for developing process and outcome measures: a new era in orthodontics.
WEILAND et al. 1997 [129]	Secular trends in malocclusion in Austrian men.
WHEELER et al. 1996 [130]	Comparison of orthodontist´s determination of orthodontic need assessment with the PAR Index (IADR-Abstract).
WOODFORD et al. 1997 [131]	Orthodontic extraction rates and patterns over time in private practices (IADR Abstract).
ZODY et al. 1997 [132]	Occlusal outcome comparison of private orthodontic practices over ten years (IADR Abstract).

2 Fragestellung

Ziel dieser Arbeit war es, die Patientenklientel, das Behandlungsspektrum, die Behandlungsqualität und die Behandlungsdauer der Abteilung für Kieferorthopädie und Orthodontie des Zentrums für Zahnmedizin der Humboldt-Universität Berlin zu untersuchen und mögliche Einflußfaktoren auf das Therapieresultat und die Behandlungsdauer zu bestimmen.

Im einzelnen sollten folgende Fragen beantwortet werden:

1. Wie ist die durchschnittliche Patientenklientel charakterisiert?
2. Welche Therapiemittel kommen zum Einsatz?
3. Wie ist die Qualität der Behandlungsergebnisse, ausgedrückt durch den PAR Index?
4. Welchen Einfluß haben die folgenden Faktoren auf die Behandlungsqualität:
   - Behandlungsmittel
   - Extraktionstherapie sowie Nichtanlagen
   - *Angle*-Klassen
   - Mitarbeit
   - Geschlecht?
5. Wie lange dauert eine Behandlung im Durchschnitt?
6. Welchen Einfluß haben die folgenden Faktoren auf die Behandlungsdauer:
   - Ausprägung der Dysgnathie
   - Behandlungsmittel
   - Extraktionstherapie sowie Nichtanlagen
   - *Angle*-Klassen
   - Mitarbeit
   - Geschlecht
   - Alter bei Behandlungsbeginn?

3 Material und Methode

3.1 Patientenklientel

Die Patientenklientel umfaßte 106 Individuen. Zugrunde lagen die Behandlungsakte sowie das Anfangs- und Abschlußmodell jedes Patienten. Die Patientenauswahl erfolgte retrospektiv anhand aufeinanderfolgender Abschlußmodelle.
Sechs Patienten wurden nicht in diese Studie aufgenommen: Ein Patient wegen vorzeitigen Behandlungsabschlusses durch Auswanderung, drei Patienten wegen Behandlungsabbruchs und zwei Patienten wegen eines - zu Beginn der Behandlung festgelegten - eingeschränkten Behandlungsziels. Insgesamt wurden somit die Behandlungsunterlagen von 100 Patienten ausgewertet.

Die kieferorthopädischen Behandlungen erfolgten in den Jahren 1987 bis 1998 in der Abteilung für Kieferorthopädie und Orthodontie der Humboldt-Universität zu Berlin (bis 1994 Freie Universität Berlin, Standort Nord) und wurden von insgesamt 22 Wissenschaftlichen Mitarbeitern (d. h. Weiterbildungsassistenten) durchgeführt. Die Autorin war an der Behandlung von vier Patienten beteiligt. Die Patienten hatten zwischen ein und fünf verschiedene, aufeinander folgende Behandler; der Durchschnitt lag bei 2,1 Behandlern pro Patient. Nur 29 Patienten wurden kontinuierlich von einem Behandler betreut, 71 Patienten hatten zwei oder mehr Behandler (Abb. 1).

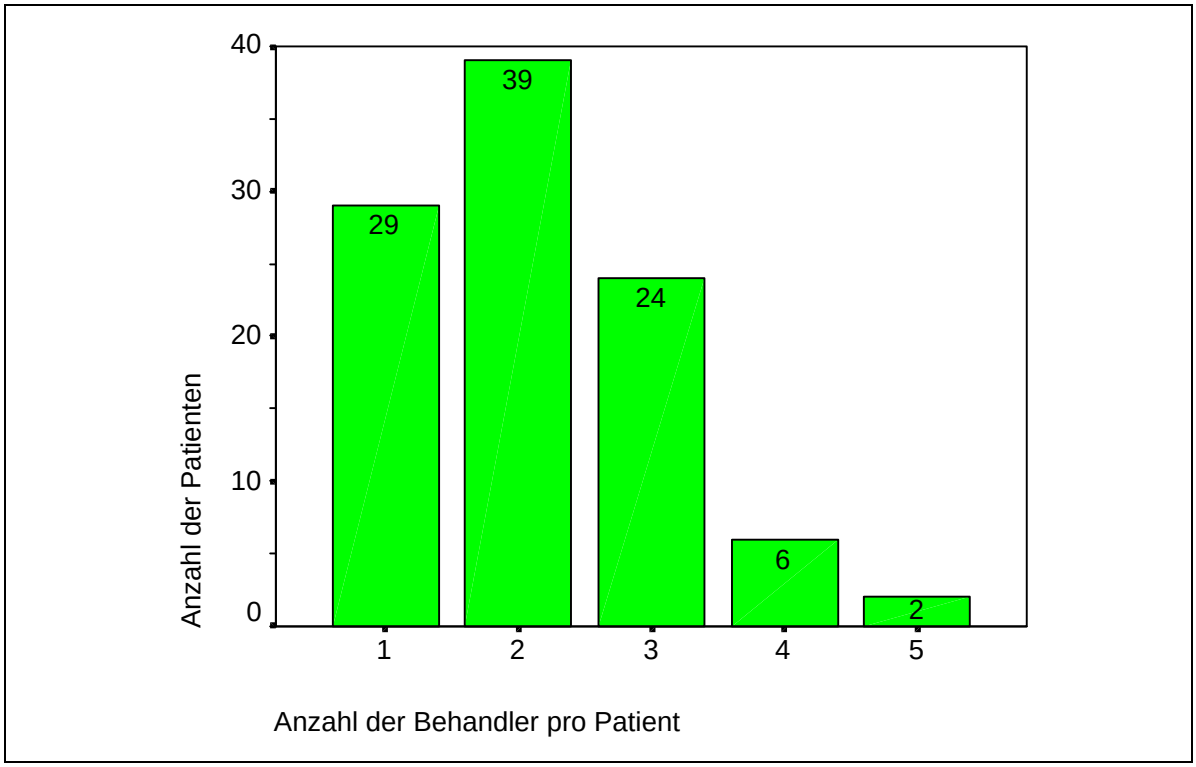


Abb. 1: Verteilung der Anzahl der Behandler pro Patient.

Folgende Informationen über die Patienten wurden der jeweiligen Behandlungsakte entnommen:

- Alter bei Behandlungsbeginn
- Geschlecht
- Nichtangelegte Zähne
- Extrahierte Zähne
- *Angle*-Klassifikation [8]
- Behandlungsdauer:
  Als Beginn galt die Eingliederung des ersten aktiven Gerätes, als Ende die Entfernung aller aktiven Apparaturen. Wurde zum Abschluß der Behandlung ein Positioner nach „set-up“ des Modells eingesetzt, wurden 3 Monate zur aktiven Behandlungsdauer addiert. Eindeutige Behandlungspausen ab 6 Monaten Dauer (7 Patienten) wurden von der Gesamtbehandlungszeit abgezogen.
- Behandlungsapparaturen und jeweilige Tragedauer
- Anzahl versäumter Termine
- Anzahl der Ermahnungen wegen schlechter Mitarbeit
- Zeitspanne zwischen Ende der aktiven Behandlung und Abschlußmodellherstellung
- Anzahl der Behandler.

3.2 Modellvermessung mittels PAR Index

Der PAR Index wird im allgemeinen auf das Anfangs- und Abschlußmodell angewendet. Das Konzept des PAR Indexes ist es, verschiedenen dentalen und okklusalen Abweichungen Punktwerte zuzuordnen, die durch Multiplikation unterschiedlich gewichtet (Tab. 2) und abschließend summiert werden [92]. Als Endergebnis ergibt sich so eine einzige Zahl als Ausdruck des Schweregrades der Dysgnathie. Je größer die Abweichung, desto höher ist der PAR Wert [92, 99]. Als Höchstwert ist eine Summe von 120 möglich, praktisch werden jedoch selten Werte über 50 erreicht [95]. Allerdings ist auch der optimale PAR Wert null nicht mit einer perfekten Zahnstellung und Okklusion gleichzusetzen, da jede Komponente des Indexes (Tab. 2) geringe Unregelmäßigkeiten vor der ersten Punktvergabe erlaubt (Abb. 2).

Tab. 2: Komponenten und Gewichtung des PAR Indexes.

Komponenten des PAR Indexes	Gewichtung
1. Kontaktpunktabweichungen des oberen und unteren anterioren Segments (inklusive Impaktionen)	x 1
2. Rechte und linke Seitenzahnokklusion (sagittal, transversal, vertikal)	x 1
3. Sagittale Schneidezahnstufe	x 6
4. Vertikaler frontaler Überbiß	x 2
5. Mittellinienabweichung zwischen Ober- und Unterkiefer	x 4

Das anteriore Segment umfaßt die 4 Schneidezähne, das rechte und linke Seitenzahnsegment reicht vom Eckzahn bis zum letzten durchgebrochenen Molaren. Gemessen werden nur Abweichungen bleibender Zähne, Milchzähne bleiben unberücksichtigt.

Hilfsgerät zur Vermessung der Modelle ist ein speziell entwickeltes Lineal, der „ruler“ (Abb. 2, Abb. 3), ein transparenter Plastikstreifen, mit dem alle notwendigen Messungen durchgeführt werden können.

Abbildung 4 und Abbildung 5 zeigen beispielhaft die Beurteilung eines Anfangs- und Abschlußmodells durch den PAR Index mit dazugehörigem Auswertungsbogen.

Detaillierte Beschreibungen zur Anwendung des PAR Indexes finden sich bei RICHMOND et al. [92, 93, 99].

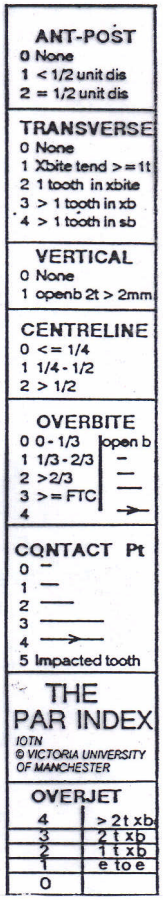


Abb. 2: Zur Erleichterung der Modellvermessung wurde ein „ruler“ entwickelt. Auf diesem Lineal sind sämtliche durchzuführenden Messungen vermerkt.
Die oberen drei Abschnitte des Lineals betreffen die Vermessung der Seitenzahnokklusion, darunter folgen die Mittellinienabweichung zwischen Ober- und Unterkiefer, der vertikale frontale Überbiß, die Kontaktpunktabweichungen des anterioren Segments (inklusive Impaktionen) und zum Schluß die sagittale Schneidezahnrelation.

Abb. 3: Anwendung des „rulers“.
Links: Messung der Kontaktpunktabweichungen im Unterkiefer mit Hilfe des „rulers“. Hierbei werden alle Abweichungen vom mesialen Kontaktpunkt des bleibenden Eckzahns einer Seite bis zu dem der anderen Seite gemessen und anschließend summiert. Die Messung für den Kontaktpunkt zwischen rechtem Eckzahn und seitlichem Schneidezahn ergiebt hier den PAR Wert „1“.
Rechts: Messung der sagittalen Schneidezahnstufe mit dem unteren Teil des „rulers“. Das am stärksten abweichende Schneidezahnpaar wird gewertet. Das Lineal wird dabei parallel zur Okklusionsebene und radial zum Zahnbogen gehalten. Der ermittelte PAR Wert beträgt hier „4“.

Abb. 4: Modellansicht einer Patientin vor (links) und nach (rechts) kieferorthopädischer Behandlung mit Gaumennahterweiterung, Multibandapparatur und Extraktion der Zähne 14, 24 und 36. Der PAR Anfangswert betrug „43“, der PAR Endwert „3“. Der zugehörige Auswertungsbogen ist in Abbildung 5 dargestellt.

PAR / IOTN SCORE RECORD SHEET **CASE NUMBER**_____

	PAR Component	Pre-treatment	Total
1.	Upper anterior segment	(3-2) 1 (2-1) 0 (1-1) 1 (1-2) 1 (2-3) 0	3
2.	Lower anterior segment	(3-2) 2 (2-1) 1 (1-1) 0 (1-2) 0 (2-3) 0	3
3.	Right buccal occlusion		
	Antero/posterior (1) Transverse posterior (3) Vertical posterior (0)		4
4.	Overjet (x6)	4	24
5.	Overbite (x2)	0	0
6.	Centreline (x4)	2	8
7.	Left buccal occlusion		
	Antero/posterior (1) Transverse posterior (0) Vertical posterior (0)		1
		Pre-treatment total =	43

IOTN **DHC =** **AC =**

	PAR Component	Post-treatment	Total
1.	Upper anterior segment	(3-2) 0 (2-1) 0 (1-1) 0 (1-2) 0 (2-3) 0	0
2.	Lower anterior segment	(3-2) 0 (2-1) 0 (1-1) 0 (1-2) 0 (2-3) 0	0
3.	Right buccal occlusion		
	Antero/posterior (1) Transverse posterior (0) Vertical posterior (0)		1
4.	Overjet (x6)	0	0
5.	Overbite (x2)	0	0
6.	Centreline (x4)	0	0
7.	Left buccal occlusion		
	Antero/posterior (2) Transverse posterior (0) Vertical posterior (0)		2
		Post-treatment total =	3

IOTN **DHC =** **AC =**

Change in PAR = 40 **% Change in PAR =** 93%

Treatment Outcome (Nomogram) worse/no different improved greatly improved

PAR weightings: *Overjet = 6* *Overbite = 2* *Centreline = 4*

Abb. 5: Auswertungsbogen der in Abbildung 4 dargestellten Modellpaare. Der PAR Wert wurde von „43“ auf „3“ reduziert. Das entspricht einer prozentualen Verbesserung von 93% und der Verbesserungskategorie „greatly improved“.

Der Erfolg einer kieferorthopädischen Behandlung kann auf verschiedene Arten dargestellt werden:

1. Als absoluter PAR Endwert. Nach RICHMOND et al. [92] steht ein Endwert ≤ 5 für eine nahezu ideale, ein Wert ≤ 10 für eine akzeptable Okklusion.

2. Als PAR Differenz zwischen Anfangs- und Endwert (PAR Anfang - PAR Ende).

3. Als prozentuale Verbesserung in Relation zum Ausgangswert ({PAR Anfang - PAR Ende} x 100 / PAR Anfang) [95].

4. Als Darstellung von PAR Anfangs- und Endwert im Nomogramm. Das Nomogramm wurde aus einer Validitätsuntersuchung entwickelt. Hierbei ordnete ein Gremium den Grad der Verbesserung in drei Kategorien ein: „worse - no different“, „improved“ und „greatly improved“. Anschließend wurde durch Diskriminanz-Analyse der Zusammenhang zum PAR Index errechnet [93]. Demnach ist ein Behandlungsergebnis als „greatly improved“ einzustufen, wenn die Verbesserung mindestens 22 PAR Punkte beträgt. In der „improved“ Kategorie muß eine prozentuale Verbesserung von mindestens 30% erreicht sein. Schlechtere Ergebnisse werden als „worse – no different“ bezeichnet.

RICHMOND et al. [93, 94] geben folgende Kriterien als Kennzeichen eines hohen Behandlungsstandards an:
Die mittlere prozentuale Verbesserung aller behandelten Patienten sollte so hoch wie möglich sein (über 70%), die Anzahl der Patienten in der „worse - no different“ Kategorie sollte gering (unter 5%) und der Anteil in der „greatly improved“ Kategorie wiederum hoch sein (über 40%).

Eine Anleitung und anschließende Kalibrierung in der Anwendung des Indexes ist erforderlich, um die Reliabilität und Validität der Messungen des PAR Indexes durch einen Untersucher zu gewährleisten [„Therefore, it is possible, with confidence, to compare the results found in this study with those of other workers similarly calibrated in the use of this index.“ 24]. Die Autorin wurde im Sommer 1997 in der Anwendung des PAR Indexes von Dr. S. Richmond unterwiesen und erfolgreich kalibriert (Anhang Seite 106).

Die PAR Messung vor Behandlungsbeginn wurde anhand des Planungsmodells durchgeführt. Das Abschlußmodell, welches für die Messung nach kieferorthopädischer Behandlung diente, wurde im Durchschnitt 10 Monate (0 bis 33 Monate) nach Abschluß der aktiven Behandlung erstellt (Abb. 6).

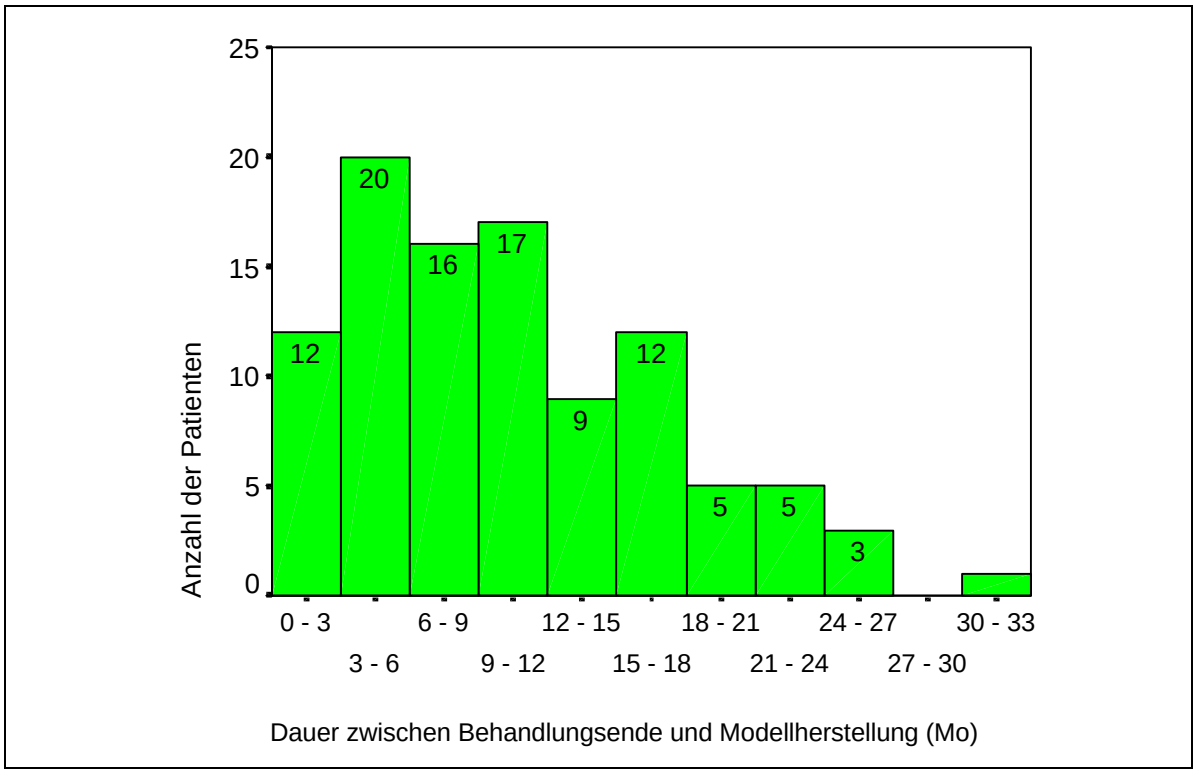


Abb. 6: Zeitraum zwischen Ende der aktiven Behandlung und Herstellung des Abschlußmodells in Monaten (Mo).

3.3 Statistik

Die mathematisch-statistische Auswertung wurde in Zusammenarbeit mit dem Institut für medizinische Dokumentation und Statistik der Freien Universität Berlin durchgeführt.

Die statistischen Werte, Grafiken und Zusammenhänge wurden mit dem Programm SPSS für Windows (Version 8.0) berechnet. Es wurden der arithmetische Mittelwert, der Median, die Standardabweichung (Stabw.), sowie das Minimum und Maximum bestimmt.

In Voruntersuchungen wurden die verschiedenen untersuchten Parameter auf Normalverteilung getestet. Es zeigte sich, daß diese nicht für alle Parameter gegeben war, sondern daß die Werte mitunter zu einer asymmetrischen Verteilung neigten. Unterschiede wurden deshalb (der Einheitlichkeit halber durchgehend) mit dem H-Test nach Kruskal und Wallis (für mehrere unabhängige Stichproben) und, falls hier Signifikanzen vorlagen, anschließend mit dem U-Test nach Mann und Whitney (für zwei unabhängige Stichproben) statistisch analysiert (nichtparametrische Tests) [26, 122, 123].

Korrelationen verschiedener Parameter wurden mit dem Korrelationskoeffizienten nach Pearson bestimmt.

Das Signifikanzniveau wurde mit $p \leq 0{,}05$ festgelegt.

4 Ergebnisse

Die Ergebnisse werden der Übersichtlichkeit halber vorwiegend in Tabellen, Balkendiagrammen und Boxplots dargestellt. Boxplots (Abb. 7) bieten den Vorteil der gleichzeitigen Darstellung verschiedener statistischer Werte. Die Box schließt 50% der Meßwerte ein und wird vom ersten und dritten Quartil (25. bzw. 75. Perzentil) begrenzt. Ihre innere Linie repräsentiert den Median, der Punkt der Meßwertskala unterhalb und oberhalb dessen jeweils die Hälfte der Meßwerte liegen. Seine Lage innerhalb der Box gibt Auskunft über eine symmetrische oder asymmetrische Verteilung der Werte. Weiter werden Minimum und Maximum markiert, sofern sie keine Ausreißer sind. Zwischen ihnen und der Box liegen die äußeren 25% der Verteilung. Werte, die um mehr als anderthalb Boxlängen außerhalb liegen (Ausreißer), werden mit einem Kreis gekennzeichnet. Werte, die um mehr als drei Boxlängen außerhalb liegen (Extremwerte), kennzeichnet ein Stern [26].

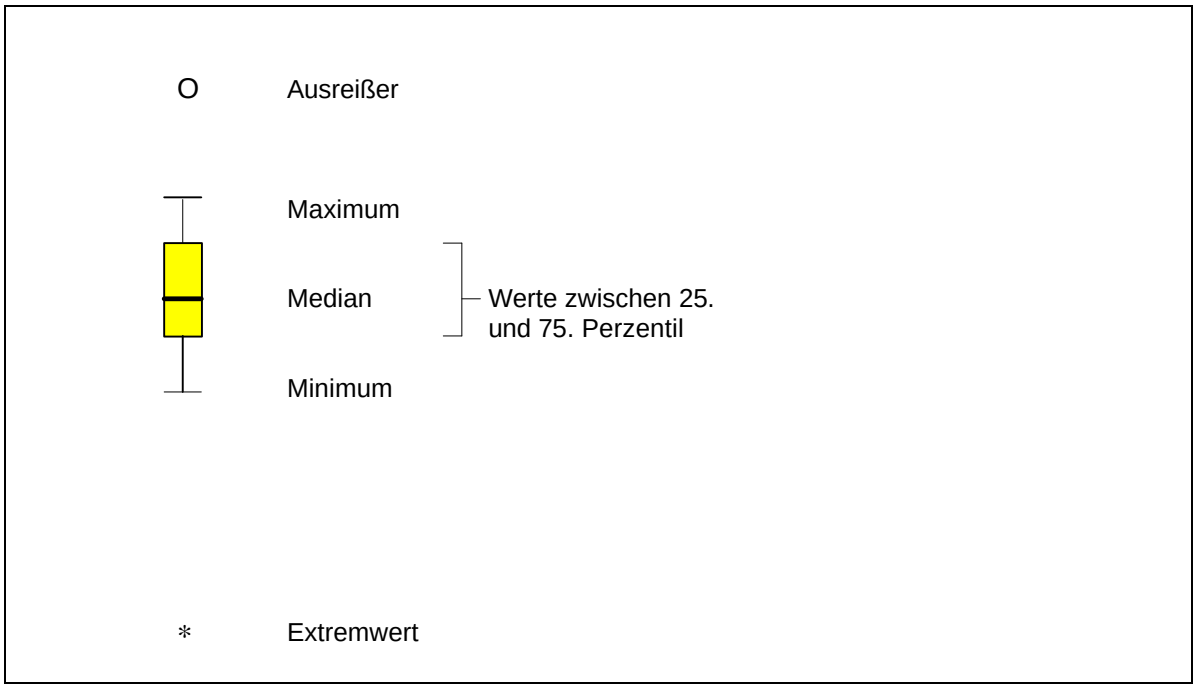


Abb. 7: Schematische Darstellung eines Boxplots.

Da 100 Patienten untersucht wurden, entspricht die ermittelte Anzahl der Patienten auch ihrer prozentualen Verteilung, auf deren zusätzliche Angabe daher in der Regel verzichtet wurde.

4.1 Patienten- und Behandlungsprofil

4.1.1 Patientenprofil

4.1.1.1 Geschlechtsverteilung

Die untersuchte Patientengruppe enthielt deutlich mehr weibliche als männliche Patienten (Abb. 8).

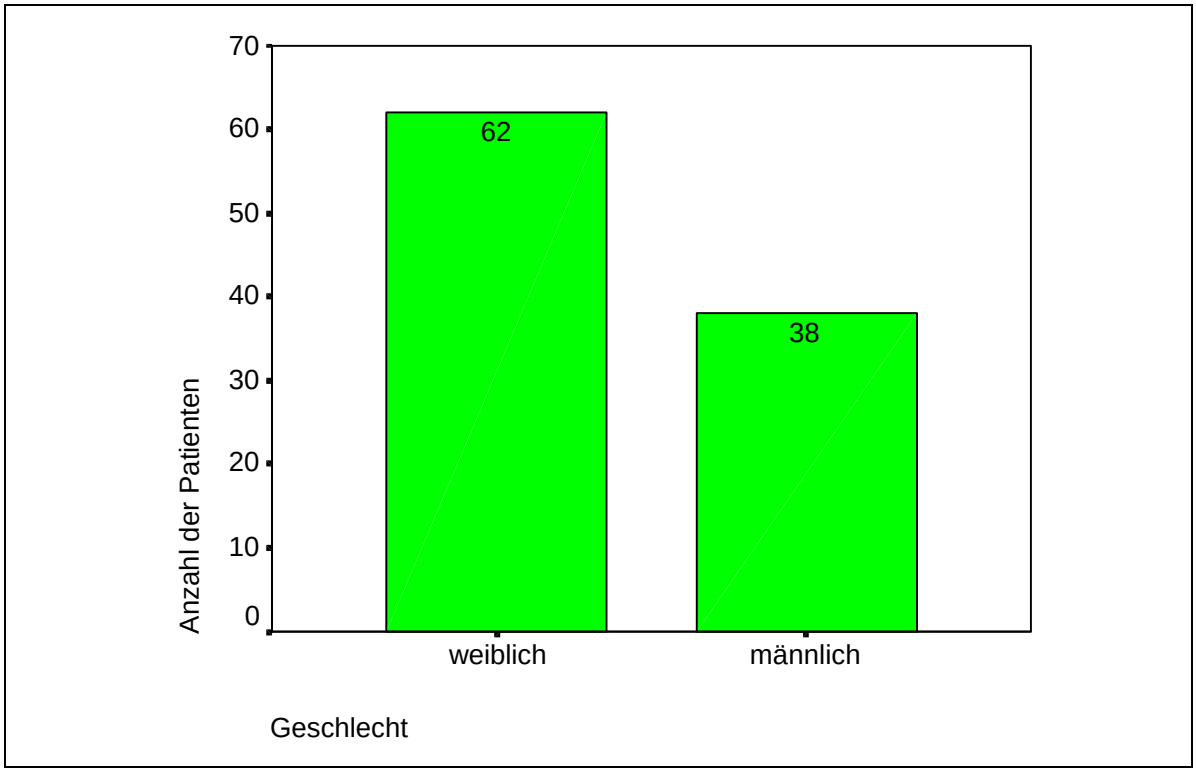


Abb. 8: Geschlechtsverteilung der untersuchten Patienten.

4.1.1.2 Altersverteilung bei Behandlungsbeginn

Das durchschnittliche Alter bei Behandlungsbeginn lag bei 14,9 Jahren, der Median bei 12,1 Jahren. Der jüngste Patient war 7,4 Jahre, der älteste 42,2 Jahre alt. Am häufigsten waren die Patienten bei Behandlungsbeginn 9 bis 10 Jahre alt.
24 der untersuchten Patienten waren erwachsen (Tab. 3, Abb. 9).

Tab. 3: Alter bei Behandlungsbeginn in Jahren.

	Mittelwert	Median	Stabw.	Minimum	Maximum
Alter bei Behandlungsbeginn	14,9	12,1	7,5	7,4	42,2

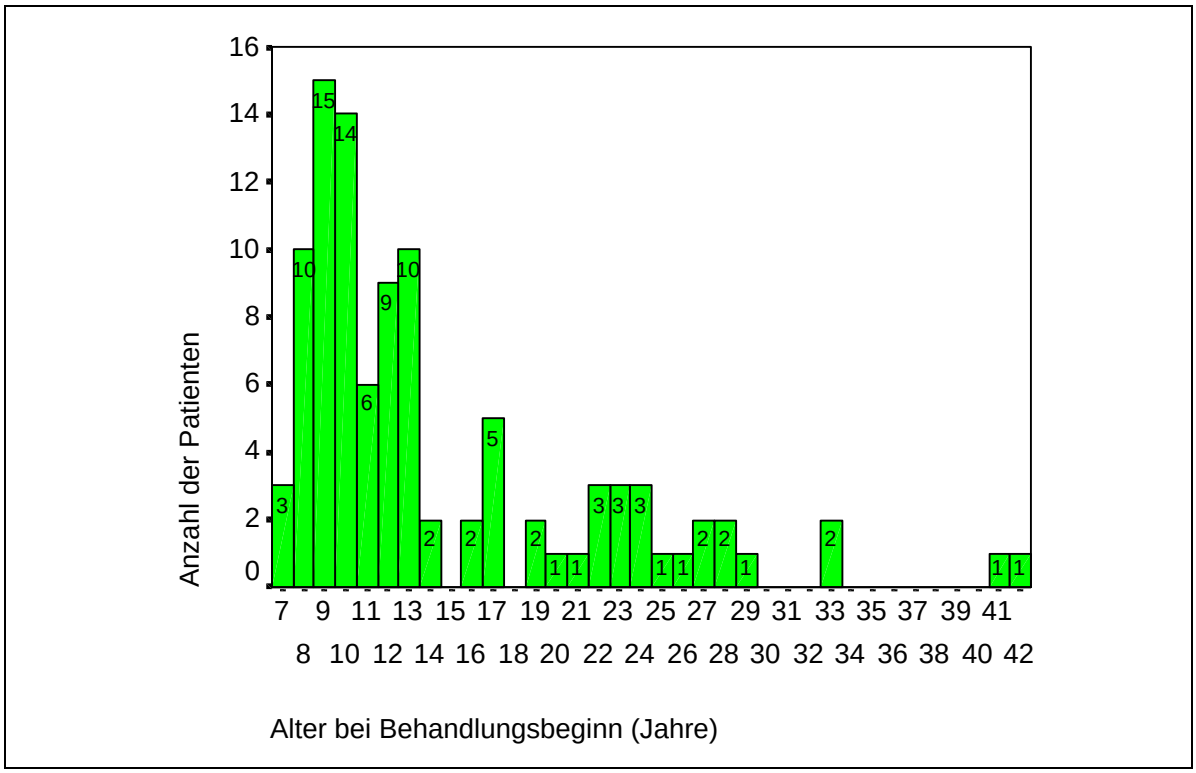


Abb. 9: Altersverteilung der Patienten bei Behandlungsbeginn in Jahren.

4.1.1.3 *Angle*-Klassen

Die Verteilung der Patienten auf die verschiedenen Dysgnathie-Klassen nach der *Angle*-Klassifikation [8] ist aus Abbildung 10 ersichtlich. Die *Angle*-Klasse II,1 (48 Patienten) war am häufigsten vertreten, gefolgt von den nahezu gleich häufigen *Angle*-Klassen II,2 (23 Patienten) und I (21 Patienten); am seltensten war die Klasse III (8 Patienten).

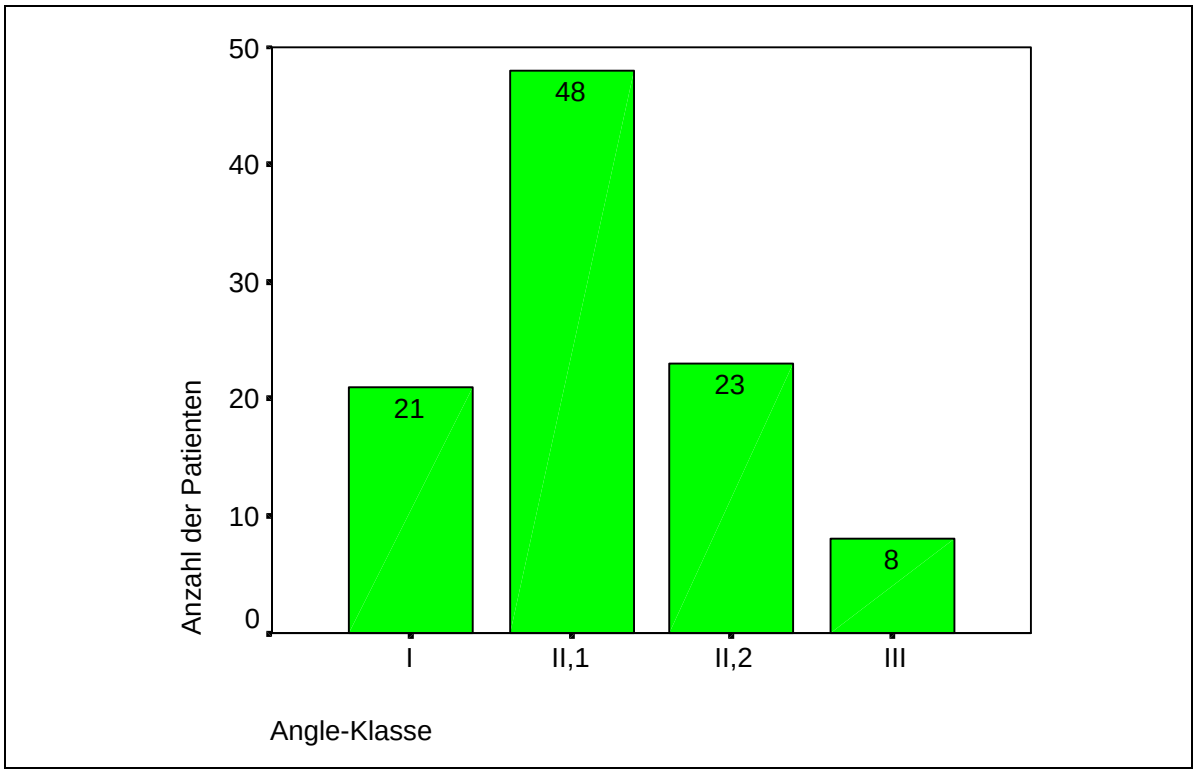


Abb. 10: Verteilung der Patienten nach der *Angle*-Klassifizierung.

4.1.1.4 Nichtanlagen

In der untersuchten Patientengruppe waren bei 28 Patienten bleibende Zähne nicht angelegt. Ein Weisheitszahn oder mehrere Weisheitszähne fehlten bei 22 Patienten. Andere Zähne, als Weisheitszähne, fehlten bei 8 Patienten (Tab. 4).

Tab. 4: Übersicht über nicht angelegte bleibende Zähne; Weisheitszähne sind nicht berücksichtigt.

Nichtanlage	Anzahl der Patienten
35 und 45	2
12 und 22	1
12 oder 22	2
15 oder 25	2
41	1

4.1.1.5 Mitarbeit

Um einen Eindruck über die Patientenmitarbeit zu erhalten, wurden die Anzahl der unentschuldigt versäumten Termine und die Anzahl der Ermahnungen wegen unzureichender Mitarbeit aus der Behandlungsakte entnommen.

Von allen Patienten hatten lediglich 23 Patienten jeden vereinbarten Termin eingehalten. 30 Patienten hatten 4 bis 13 Termine versäumt (Abb. 11). Der Durchschnitt lag bei 2,9 versäumten Terminen pro Patient.

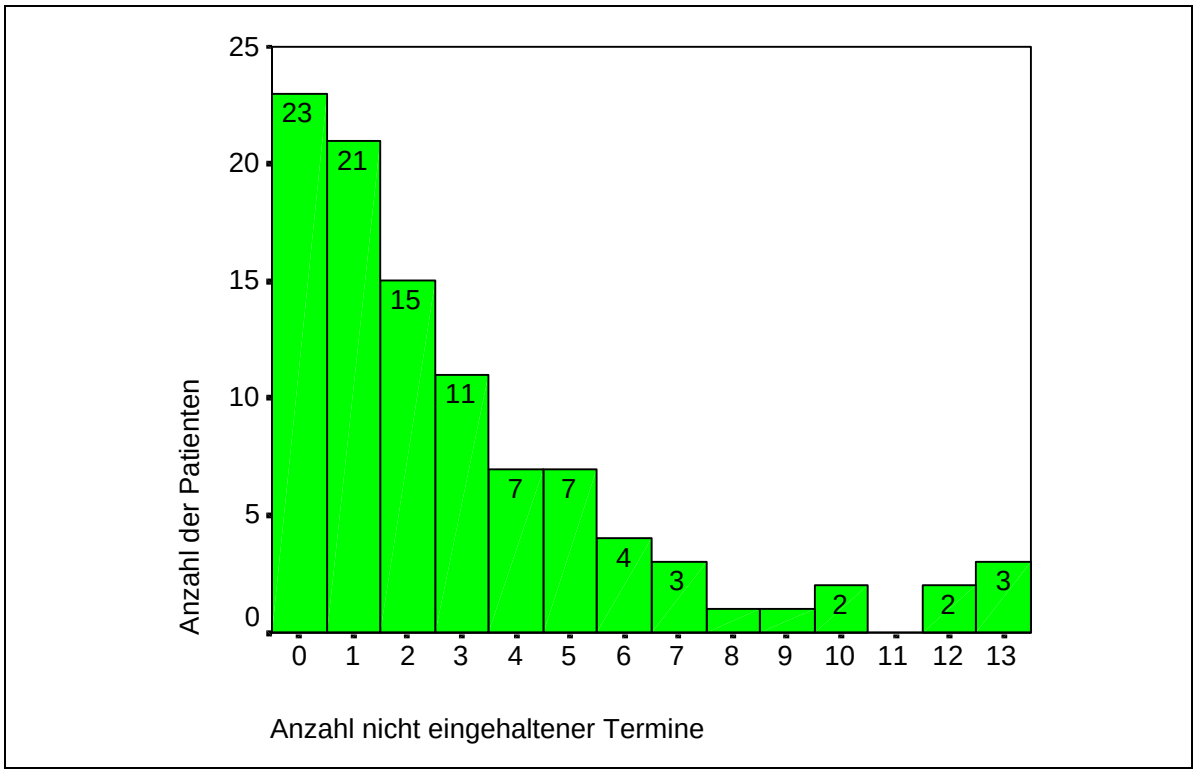


Abb. 11: Häufigkeitsverteilung nicht eingehaltener Termine.

Bei 80 Patienten wurde eine aktive Mitarbeit während der Therapie benötigt, da herausnehmbare Apparaturen, Außenspangen (Headgear) oder Gummizüge zum Einsatz kamen. Von diesen wurden 38 Patienten (48%) ermahnt, ihre Geräte mehr zu tragen, davon 19 Patienten ein- bis dreimal und 19 Patienten vier- bis dreizehnmal (Abb. 12).

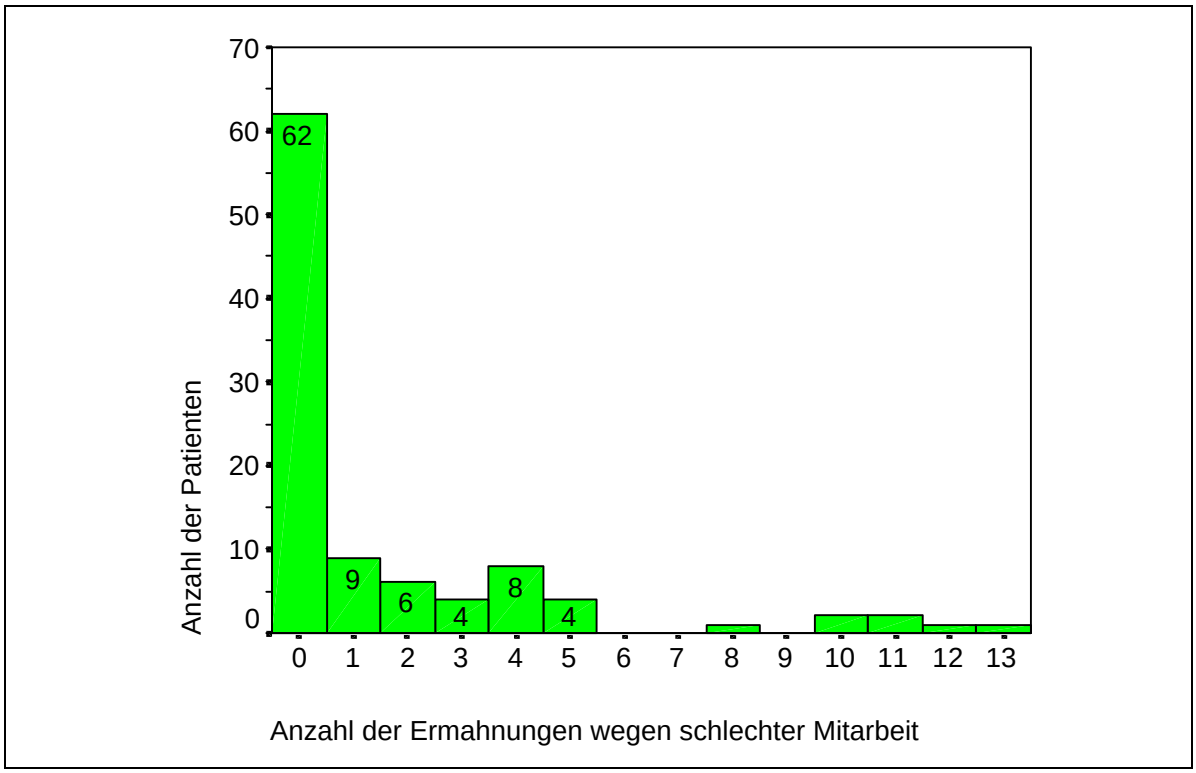


Abb. 12: Häufigkeitsverteilung der Ermahnungen wegen schlechter Mitarbeit.

4.1.2 Behandlungsprofil

4.1.2.1 Behandlungsmittel

Die kieferorthopädischen Behandlungsmittel wurden folgenden Behandlungsgruppen zugeordnet:

1. Herausnehmbare Apparaturen (nur HA)
2. Festsitzende Apparaturen (nur FA)
3. Behandlungsabfolge von herausnehmbaren und festsitzenden Apparaturen (HA und FA)
4. Kieferorthopädisch-kieferchirurgische Therapie (KFO-KCHIR)

Bei 95 Patienten war im Laufe ihrer Behandlung eine Multibandapparatur eingegliedert. Bei mehr als der Hälfte der Patienten erfolgte die Therapie ausschließlich mit dieser Apparatur, ein Drittel der Patienten wurde sowohl herausnehmbar als auch festsitzend behandelt und 10 Patienten wurden kombiniert kieferorthopädisch und kieferchirurgisch therapiert (Tab. 5).

Tab. 5: Häufigkeiten der verwendeten Behandlungsmittel bezogen auf die Gruppeneinteilung.

Behandlungsmittel	nur herausnehmbar (nur HA)	Multibandapparatur (beteiligt)		
		nur festsitzend (nur FA)	herausnehmbar -festsitzend (HA und FA)	Kieferorthopädie -Kieferchirurgie (KFO-KCHIR)
Patientenanzahl	5	52	33	10

31 Patienten trugen herausnehmbare funktionskieferorthopädische Geräte (zum Teil verschiedene). Die 5 Patienten, die ausschließlich mit herausnehmbaren Apparaturen behandelt wurden, trugen ebenfalls funktionskieferorthopädische Geräte.

Grundlage der festsitzenden Behandlung war die „Straight-Wire-Technik“, jedoch kamen auch Elemente der Segmentbogentechnik zum Einsatz.

42% der mit Multibandapparaturen behandelten Patienten wurden sequentiell bebändert; das bedeutet, daß zunächst nur ein Teil der Apparatur eingegliedert wurde. Zwischen der initialen und der vollständigen Bebänderung lag dabei ein Zeitraum von mindestens 3 Monaten.

Eine detaillierte Auflistung der angewendeten Therapiemittel und ihrer Häufigkeiten gibt Tabelle 6.

10 Patienten wurden, wie bereits erwähnt, zusätzlich kieferchirurgisch behandelt. Bei 4 Patienten lag eine *Angle*-Klasse II,1 vor und bei 6 Patienten eine *Angle*-Klasse III. 2 Patienten mit einer *Angle*-Klasse II,1 wurden ausschließlich im Unterkiefer operiert, weitere 2 bimaxillär. 5 Patienten mit einer *Angle*-Klasse III wurden bimaxillär operiert; bei einem Patienten wurde lediglich eine Segmentosteotomie im Unterkiefer durchgeführt (Tab. 7).

Tab. 6: Häufigkeiten einzelner angewandter Behandlungsmittel.

Behandlungsmittel	Patientenanzahl
Herausnehmbare Apparaturen:	
Aktive Platte	9
Aktivator-Headgear	20
Funktionsregler nach *Fränkel*	16
Festsitzende Apparaturen:	
Multiband-Apparatur (2 Kiefer, 1 Kiefer)	95 (85, 10)
Quadhelix	15
Gaumennahterweiterung	6
Transpalatinalbogen	44
Lingualbogen	19
Herbst-Scharnier	1
Jasper-Jumper	1
Wilson-Apparatur	1
Weitere Behandlungsmittel:	
Headgear	65
Reversed Headgear	2
Intermaxilläre Gummizüge	42
Lipbumper	2
Approximale Schmelzreduktion	13
Zahnverbreiterung	1
Retentionsgeräte	95

Tab. 7: *Angle*-Klassifikation, Operationsart und Anzahl der kieferorthopädisch und kieferchirurgisch behandelten Patienten.

Angle-Klasse	Operation	Anzahl der Patienten
II,1	Bimaxillär	2
II,1	Unterkiefer	2
III	Bimaxillär	5
III	Unterkiefer (Segmentosteotomie)	1

4.1.2.2 Extraktionen

Bei 31 Patienten wurden im Laufe der Behandlung Zähne extrahiert. Die Extraktionsmuster waren hierbei sehr unterschiedlich. Bei 5 Patienten waren bereits vor der Behandlung Extraktionen bleibender Zähne durchgeführt worden, und 2 Patienten wiesen Nichtanlagen bleibender Zähne auf (Tab. 8).

Tab. 8: Häufigkeiten bestimmter Extraktionsmuster.

Extrahierte Zähne	Anzahl der Patienten	Extrahierte Zähne vor der Behandlung	Nichtanlagen
15, 25, 35, 45	6		
14, 24, 34, 44	4		
16, 26, 36, 46	3		
14, 24, 35, 45	2		
17, 27, 37, 47	1		
15, 25, 34, 44	1		
14, 24, 36, 46	1		
14, 24, 37, 47	1		
26, 36, 46	1	16	
14, 24, 36	1		
15, 25, 37	1	46	
22, 35, 45	1		12
14, 24	1		35, 45
35, 45	1		
36, 46	1		
24, 34	1	14, 44	
34, 45	1	14, 24	
14	1		
15	1		
24	1	14, 32, 35, 37, 46, 47	

Patienten, deren Behandlung Extraktionen einschloß, wurden in dieser Untersuchung mit Patienten, bei denen Nichtanlagen bleibender Zähne (außer der Weisheitszähne) vorlagen und ein kieferorthopädischer Lückenschluß angestrebt wurde, in einer Gruppe zusammengefaßt [17]. Diese Gruppe (Extraktionen und/ oder Nichtanlagen) umfaßte 37 Patienten.

4.2 Behandlungsqualität

4.2.1 Gesamtgruppe

Eine Übersicht über die PAR Anfangs- und Endwerte jedes einzelnen Patienten gibt Abbildung 13.

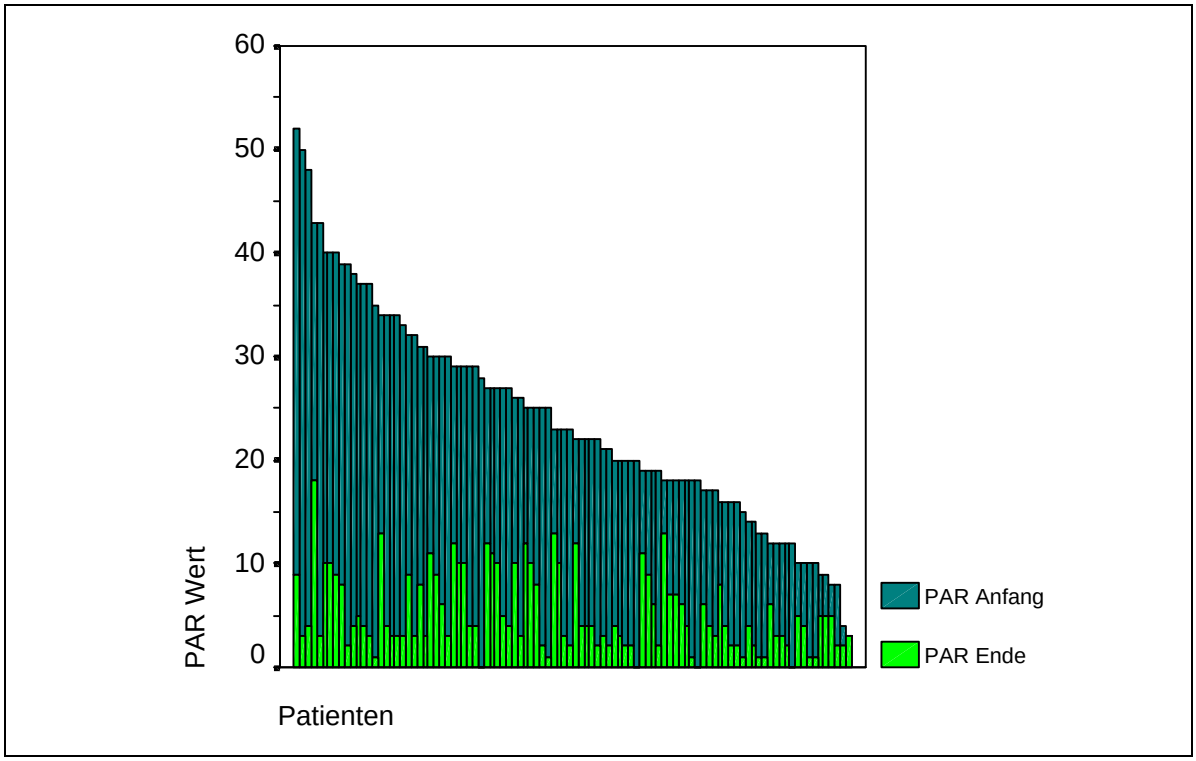


Abb. 13: PAR Werte vor und nach der Behandlung für alle untersuchten Patienten sortiert nach fallendem PAR Anfangswert.

Die Ausprägung der anfänglichen Dysgnathie wird durch den PAR Wert vor der Behandlung ausgedrückt. Er lag für die Gesamtgruppe bei durchschnittlich 23,9. Die verbliebene Abweichung der Zahnstellung und Okklusion verdeutlicht der PAR Wert nach der Behandlung. Er lag bei durchschnittlich 5,2. Die mittlere

prozentuale Verbesserung bezogen auf den Ausgangswert betrug 75,6%. Die PAR Werte der Gesamtgruppe sind in Tabelle 9 und Abbildung 14 dargestellt.

Tab. 9: Ergebnisse der Modellvermessungen mit dem PAR Index für die Gesamtgruppe (n = 100).

	PAR Anfang	PAR Ende	PAR Differenz	PAR % Verbesserung
Mittelwert	23,9	5,2	18,7	75,6
Median	22,5	4,0	17,5	81,7
Stabw.	10,3	3,8	9,8	18,4
Minimum	3,0	0,0	0,0	0,0
Maximum	52,0	18,0	47,0	100,0

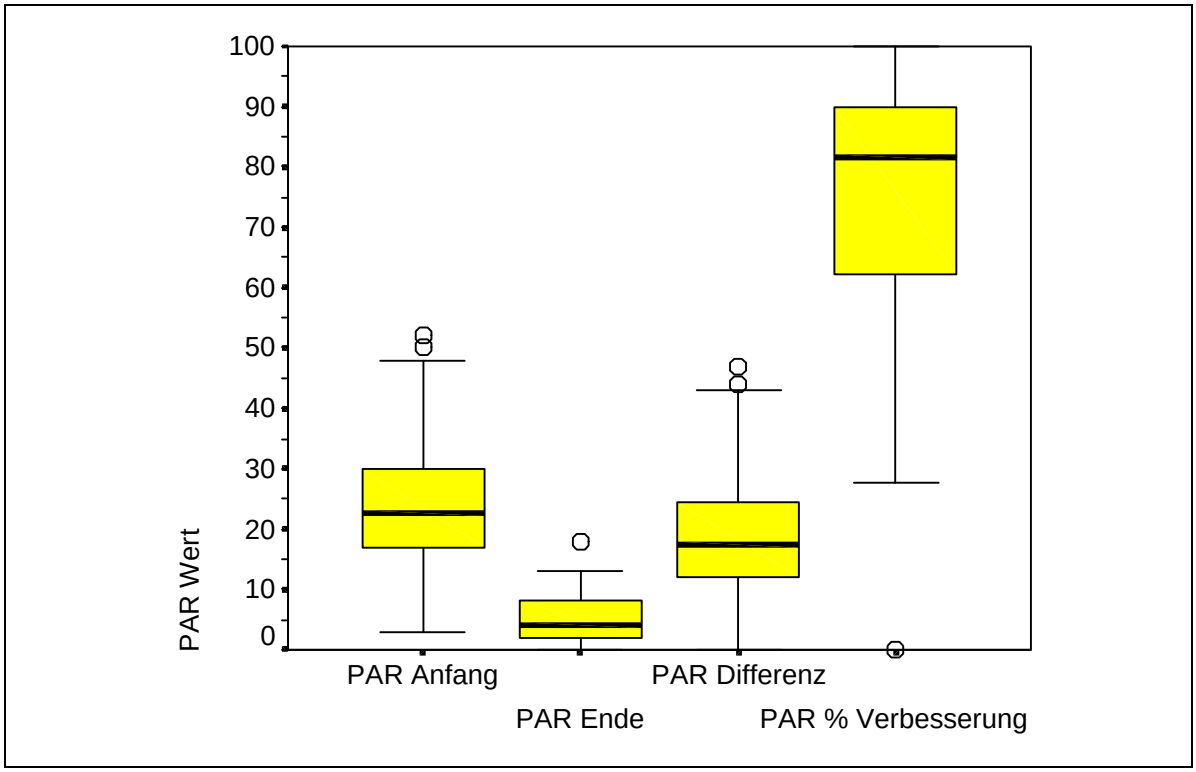


Abb. 14: Boxplots der PAR Werte zu Behandlungsbeginn (PAR Anfang), Behandlungsende (PAR Ende), der Differenz zwischen Anfangs- und Endwert (PAR Differenz) und der prozentualen Verbesserung (PAR % Verbesserung) der Gesamtgruppe.

Nach RICHMOND et al. [92] entspricht ein Endwert ≤ 5 einer nahezu idealen, ein Wert ≤ 10 einer akzeptablen Okklusion. Die Häufigkeitsverteilung der PAR Endwerte ist aus Abbildung 15 ersichtlich. Demnach wurde bei 65 Patienten ein PAR Wert ≤ 5 und bei 89 Patienten ein PAR Endwert ≤ 10 erreicht. Nur 4 Patienten erhielten nach Behandlungsabschluß einen Wert von null.

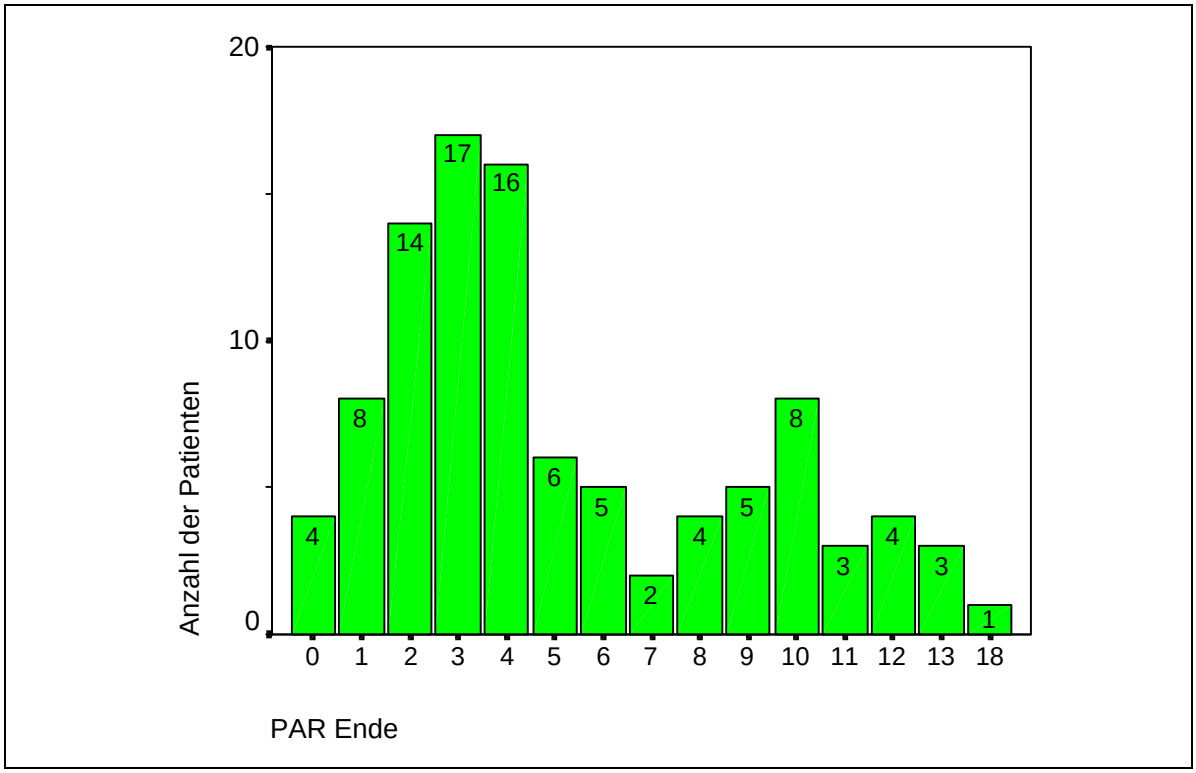


Abb. 15: Häufigkeitsverteilung der PAR Werte nach Behandlungsabschluß.

Die Einstufung in die verschiedenen Verbesserungs-Kategorien ist aus Tabelle 10 und Abbildung 16 ersichtlich. 55 Patienten hatten einen PAR Anfangswert ≥ 22, davon erreichten 33 (60%) die „greatly improved“ Kategorie.

Tab. 10: Anzahl der Patienten in den einzelnen Verbesserungs-Kategorien.

Verbesserungs-Kategorie	Anzahl der Patienten
„worse - no different“ (Verbesserung < 30%)	2
„improved“ (Verbesserung ≥ 30% und < 22 Punkte)	65
„greatly improved“ (Verbesserung ≥ 22 Punkte)	33

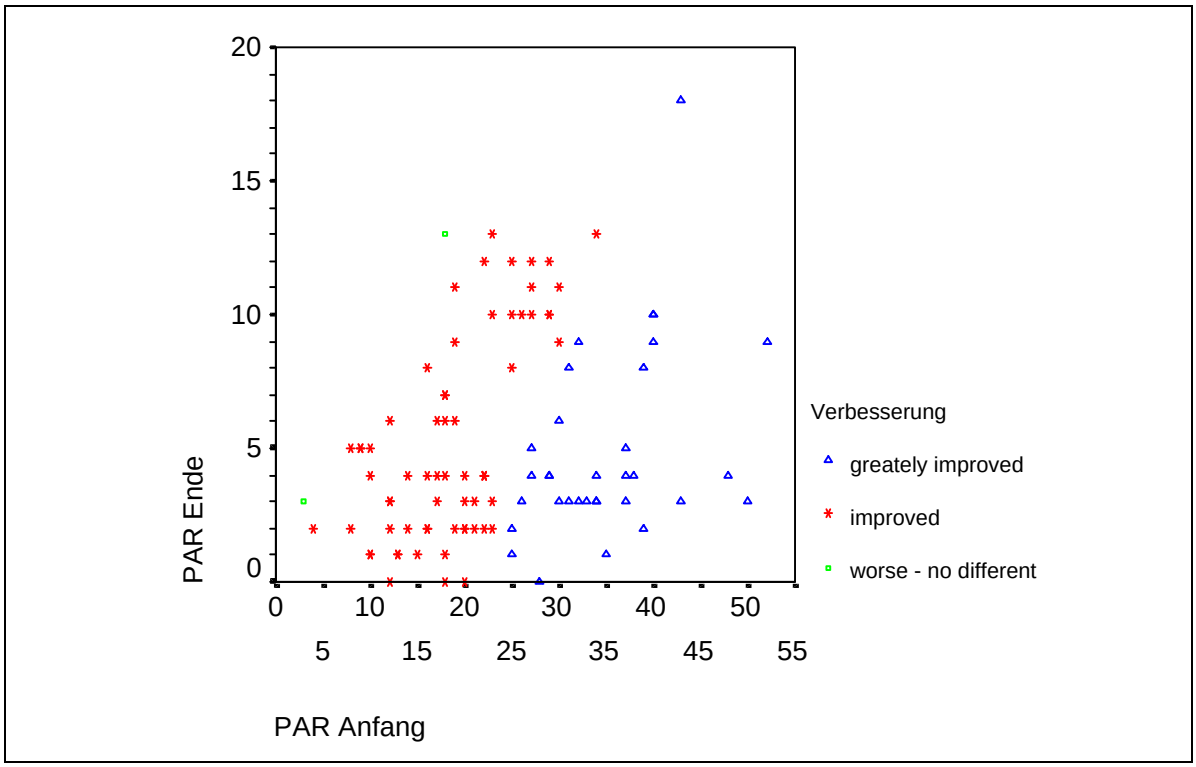


Abb. 16: Darstellung der PAR Anfangs- und Endwerte aller Patienten im Nomogramm [93]. Da einige Wertepaare doppelt vorkommen, liegt die Anzahl der sichtbaren Symbole unter 100. Die Kriterien für die Einteilung in die verschiedenen Kategorien sind Tabelle 10 zu entnehmen.

Um Abhängigkeiten der den Behandlungserfolg charakterisierenden PAR Werte Ende, Differenz und prozentuale Verbesserung vom PAR Anfangswert zu überprüfen, wurden die jeweiligen Korrelations- und Determinationskoeffizienten berechnet (Tab. 11).

Tab. 11: Zusammenhang zwischen den einzelnen PAR Parametern. Dargestellt sind der Korrelationskoeffizient nach Pearson (r) und der Determinationskoeffizient (r^2).

Korrelation zwischen PAR Anfang und:	Korrelation	r	r^2
- PAR Differenz	sehr hoch	0,930	0,865
- PAR Ende	gering	0,310	0,096
- PAR % Verbesserung	gering	0,334	0,112

Es zeigte sich, daß die Korrelation zwischen dem PAR Endwert sowie der prozentualen Verbesserung und dem PAR Anfangswert gering war, die PAR Differenz dagegen in sehr hohem Maß vom PAR Anfangswert beeinflußt wurde. Der Zusammenhang zwischen dem PAR Anfangswert und der PAR Differenz ist in Abbildung 17 nochmals graphisch dargestellt. Dabei ist eine sehr hohe lineare Korrelation zu erkennen mit einem Korrelationskoeffizienten von r = 0,93 beziehungsweise einem Determinationskoeffizienten (Bestimmtheitsmaß) von r^2 = 0,865, das bedeutet, daß 86,5% der Varianz (oder beobachteten Streuung) der Differenz der PAR Werte zwischen Behandlungsbeginn und -ende durch den PAR Anfangswert statistisch erklärbar waren.

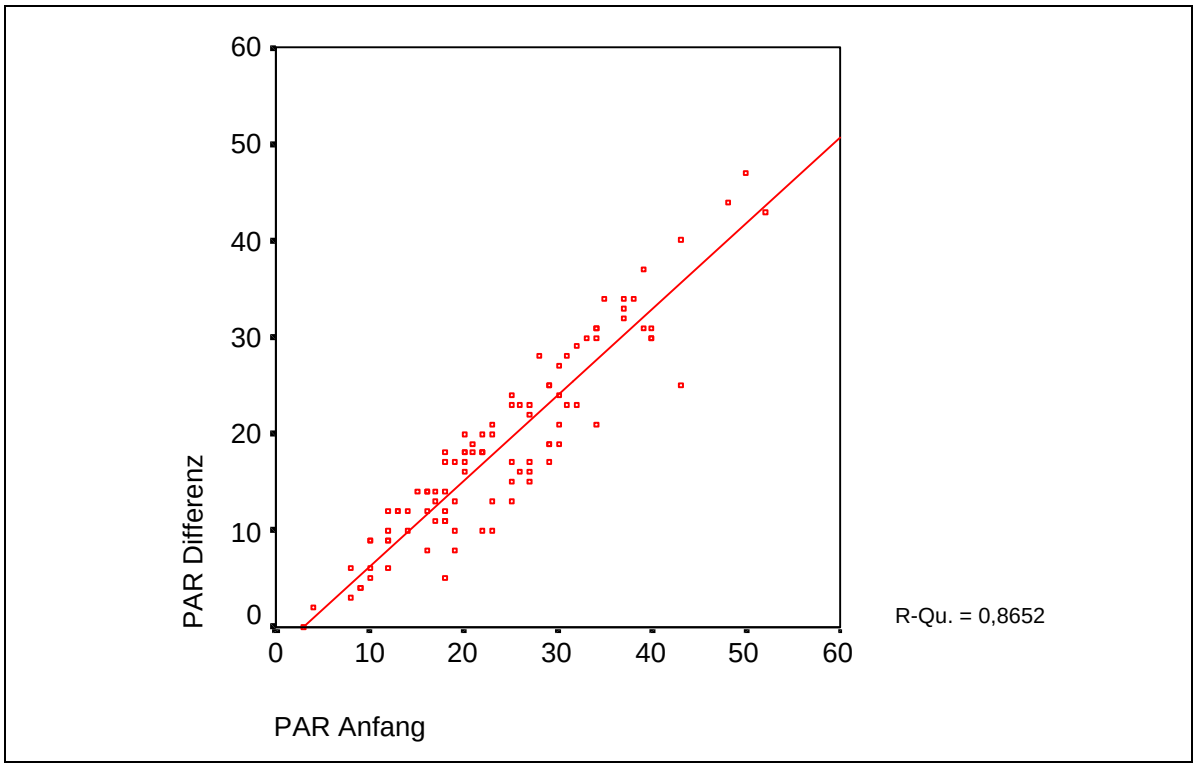


Abb. 17: Streudiagramm der PAR Werte zu Behandlungsbeginn (PAR Anfang) und der Differenz zwischen Anfangs- und Endwerten (PAR Differenz). Die lineare Korrelation ist sehr hoch; R-Qu. = Determinationskoeffizient r^2.

Da die PAR Differenz in diesem hohen Maß von dem PAR Anfangswert abhängig war, schien der PAR Differenzwert zur Charakterisierung des Behandlungsresultats ungeeignet. Auf die weitere Darstellung dieses Wertes wurde daher in den folgenden Ergebnissen verzichtet.

Weiterhin wurde die Beteiligung der verschiedenen PAR Komponenten (Tab. 2) am durchschnittlichen PAR Anfangs- und Endwert analysiert. Zusätzlich wurde untersucht, wie häufig ein Endwert von null in den einzelnen Komponenten erzielt werden konnte (Tab. 12).

Lediglich 4 Patienten erreichten nach Behandlungsabschluß den idealen PAR Wert von null. Diese geringe Anzahl war hauptsächlich durch Abweichungen der bukkalen Okklusion in sagittaler Richtung bedingt, denn hier erhielten nur 7 Patienten null Punkte. Dieses Merkmal hatte auch mit 42,3% oder 2,2 Punkten den größten Anteil am mittleren PAR Endwert (5,2).

Den größten Anteil am PAR Anfangswert hatte mit 45,6% oder 10,9 Punkten die inzisale Stufe. Am PAR Endwert hatte die inzisale Stufe mit 32,7% und durchschnittlich 1,7 Punkten den zweitgrößten Anteil. Vertikale Abweichungen des Seitenzahngebietes waren nur zu 0,1% am PAR Anfangswert beteiligt, spielten in dem vorliegenden Patientengut also die geringste Rolle (2 Patienten).

Nur 6 Patienten hatten nach Behandlungsabschluß eine mit null Punkten beurteilte Seitenzahnokklusion in allen drei Dimensionen. Bei über 80 Patienten wurde dagegen die Ausrichtung der oberen und unteren Frontzähne und bei nahezu allen Patienten die Koordination der oberen und unteren Mittellinie mit null Punkten bewertet.

Tab. 12: Anteil der einzelnen Komponenten des PAR Indexes am PAR Anfangs- und Endwert. Dargestellt sind die mittleren PAR Werte, der dazugehörige prozentuale Wert ist in Klammern angeführt.
Im unteren Teil der Tabelle ist die Anzahl der mit null Punkten bewerteten Ergebnisse innerhalb jeder Komponente angegeben (Anzahl Endergebnis = 0).

PAR	Gesamt	Kontaktpunkt		Bukkale Okklusion			Anteriore Okklusion		
		OK	UK	Sagittal	Transv.	Vertikal	Inzisale Stufe	Überbiß	Mittellinie
Anfang (%)	23,9 (100)	3,7 (15,5)	1,7 (7,1)	2,6 (10,9)	1,3 (5,4)	0,03 (0,1)	10,9 (45,6)	1,8 (7,5)	1,9 (8,0)
Ende (%)	5,2 (100)	0,1 (1,9)	0,3 (5,8)	2,2 (42,3)	0,4 (7,7)	0,01 (0,2)	1,7 (32,7)	0,5 (9,6)	0,04 (0,8)
Anzahl Endergebnis=0	4	87	82	7	77	99	73	74	99

4.2.2 Einfluß verschiedener Faktoren auf die Behandlungsqualität

4.2.2.1 Behandlungsmittel

Um einen möglichen Einfluß der Art der gewählten Behandlung auf das Behandlungsresultat zu ermitteln, wurden die PAR Werte getrennt für die einzelnen Behandlungsgruppen bestimmt (Tab. 13, Abb. 18).

Die PAR Anfangswerte lagen für die drei ausschließlich kieferorthopädisch behandelten Gruppen (nur HA, nur FA, HA und FA) dicht beieinander (21,0 bis 23,6), der initiale PAR Wert der kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgisch behandelten Patienten (KFO-KCHIR) war dagegen signifikant größer (35,3), das heißt, daß in dieser Gruppe die stärksten dentalen und okklusalen Abweichungen vorlagen.

Die Unterschiede zwischen den PAR Werten nach Behandlungsabschluß waren nicht signifikant. Auffallend war trotzdem das schlechtere Abschneiden der ausschließlich mit herausnehmbaren Apparaturen behandelten Gruppe.

Tab. 13: PAR Werte zu Behandlungsbeginn und -ende der vier Behandlungsgruppen: Behandlung nur mit herausnehmbaren Apparaturen (nur HA), nur mit festsitzenden Apparaturen (nur FA), mit herausnehmbaren und festsitzenden Apparaturen (HA und FA) sowie kieferorthopädisch und kieferchirurgisch (KFO-KCHIR). Signifikante Unterschiede sind durch jeweils gleiche, hochgestellte Ziffern gekennzeichnet.

	Gesamt	nur HA	nur FA	HA und FA	KFO-KCHIR
n	100	5	52	33	10
PAR Anfang					
• Mittelwert	23,9	21,0[1]	22,1[2]	23,6[3]	35,3[1,2,3]
Median	22,5	22,0	20,0	25,0	37,0
Stabw.	10,3	6,3	9,9	8,7	12,7
Minimum	3,0	14,0	3,0	8,0	4,0
Maximum	52,0	27,0	52,0	40,0	50,0
PAR Ende					
• Mittelwert	5,2	7,6	5,2	4,6	6,2
Median	4,0	10,0	4,0	3,0	4,0
Stabw.	3,8	4,8	3,7	3,8	3,9
Minimum	0,0	1,0	0,0	0,0	2,0
Maximum	18,0	12,0	18,0	13,0	13,0
PAR % Verbesserung					
• Mittelwert	75,6	66,5	73,6	79,3	78,5
Median	81,7	63,0	79,7	85,7	82,9
Stabw.	18,4	17,7	19,8	16,8	15,2
Minimum	0,0	45,0	0,0	42,0	50,0
Maximum	100,0	93,0	100,0	100,0	94,0

PAR Anfang: Kruskal-Wallis H Test: $p \leq 0{,}001$; Mann-Whitney U Test: 1, 2, 3: $p \leq 0{,}05$.

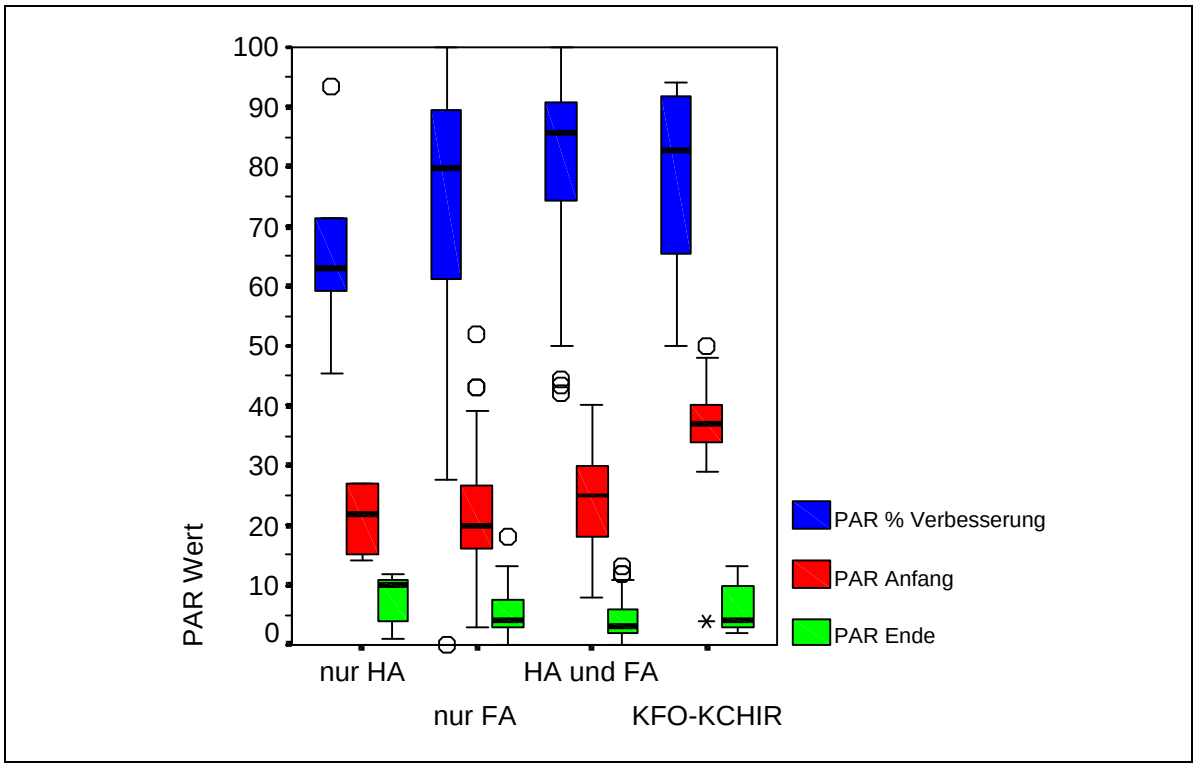


Abb. 18: Boxplots der PAR Werte zu Behandlungsbeginn und -ende der vier Behandlungsgruppen: Behandlung nur mit herausnehmbaren Apparaturen (nur HA), nur mit festsitzenden Apparaturen (nur FA), mit herausnehmbaren und festsitzenden Apparaturen (HA und FA) sowie kieferorthopädisch und kieferchirurgisch (KFO-KCHIR). Der PAR Anfangswert der Gruppe KFO-KCHIR war signifikant größer als der der drei übrigen Gruppen.

4.2.2.2 Extraktionen und/oder Nichtanlagen

Um den Einfluß von Extraktionen (31 Patienten) und/oder Nichtanlagen (8 Patienten, bei denen andere bleibende Zähne als Weisheitszähne fehlten) auf die Behandlungsqualität zu prüfen, wurden die PAR Werte dieser Patienten mit denen der Patienten verglichen, die ohne Extraktionen behandelt wurden beziehungsweise keine Nichtanlagen aufwiesen (Tab. 14, Abb. 19).

Der durchschnittliche PAR Anfangswert war in der Extraktion/Nichtanlage Gruppe leicht, jedoch nicht signifikant, erhöht.

Das Behandlungsresultat, ausgedrückt durch den PAR Endwert und die prozentuale Verbesserung, wies ebenfalls keine signifikanten Unterschiede auf.

Tab. 14: PAR Werte der Patienten, die ohne Extraktionen behandelt wurden und die keine Nichtanlagen (außer der Weisheitszähne) aufwiesen, und der Patienten, die mit Extraktionen behandelt wurden oder bei denen Nichtanlagen bleibender Zähne (außer der Weisheitszähne) vorlagen sowie der Gesamtgruppe.

	Gesamt	Extraktionen/ Nichtanlagen nein	Extraktionen/ Nichtanlagen ja
n	100	37	63
PAR Anfang			
• Mittelwert	23,9	25,5	22,9
Median	22,5	23,0	22,0
Stabw.	10,3	11,1	9,8
Minimum	3,0	4,0	3,0
Maximum	52,0	52,0	40,0
PAR Ende			
• Mittelwert	5,2	5,2	5,2
Median	4,0	4,0	4,0
Stabw.	3,8	3,8	3,8
Minimum	0,0	0,0	0,0
Maximum	18,0	18,0	13,0
PAR % Verbesserung			
• Mittelwert	75,6	78,0	74,2
Median	81,7	81,8	80,0
Stabw.	18,4	13,9	20,6
Minimum	0,0	50,0	0,0
Maximum	100,0	100,0	100,0

Mann-Whitney U Test: nicht signifikant innerhalb aller PAR Werte.

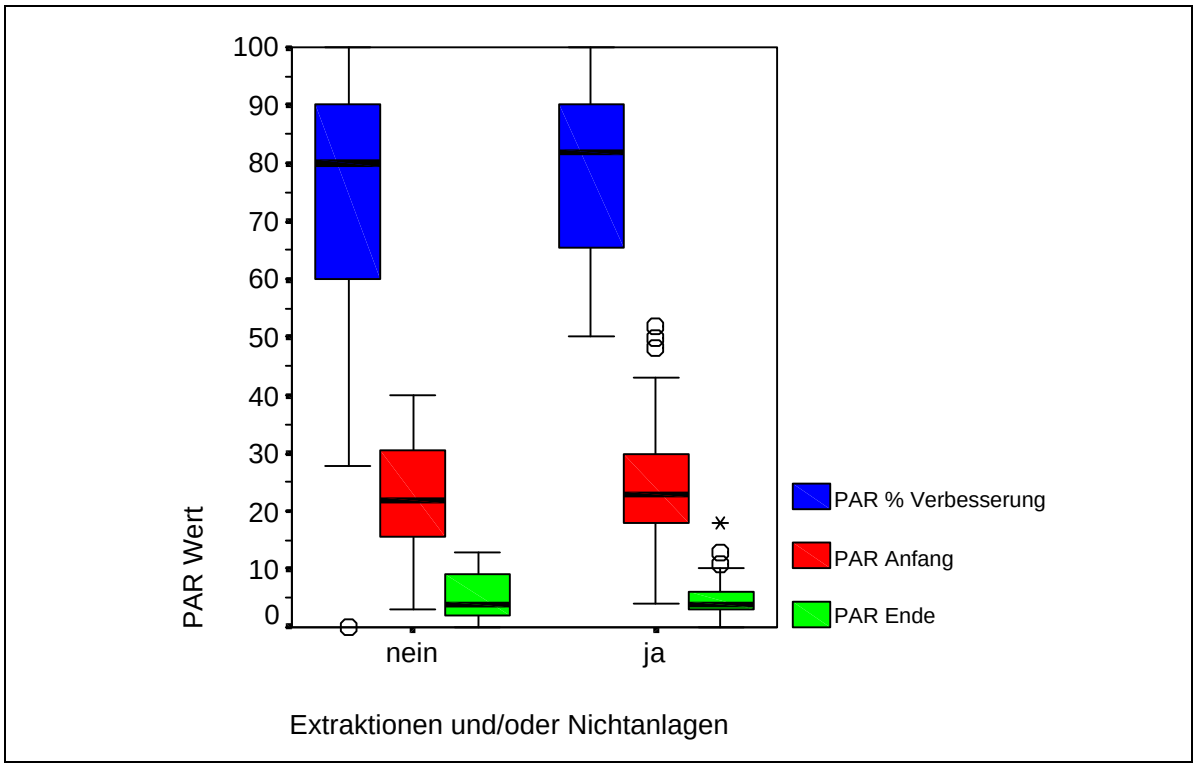


Abb. 19: Boxplots der PAR Werte der Patienten, die ohne Extraktionen behandelt wurden und die keine Nichtanlagen (außer der Weisheitszähne) aufwiesen und der Patienten, die mit Extraktionen behandelt wurden und/oder bei denen Nichtanlagen bleibender Zähne (außer der Weisheitszähne) vorlagen. Die Unterschiede waren nicht signifikant.

4.2.2.3 *Angle*-Klassen

Die PAR Werte wurden auch für die *Angle*-Klassen getrennt bestimmt, um deren Einfluß auf den initialen PAR Wert und das Behandlungsresultat zu überprüfen (Tab. 15, Abb. 20).

Die Höhe des PAR Anfangswertes unterschied sich signifikant zwischen den verschiedenen *Angle*-Klassen. Die höchsten mittleren PAR Werte zu Behandlungsbeginn wiesen Patienten der *Angle*-Klasse III (35,6) auf, gefolgt von der *Angle*-Klasse II,1 (25,6), II,2 (21,5) und I (18,1). Diese Unterschiede waren zwischen allen Klassen signifikant mit Ausnahme des Unterschieds zwischen der *Angle*-Klasse I und der *Angle*-Klasse II,2.

Die Unterschiede des Behandlungsresultats, ausgedrückt durch den PAR Endwert und die prozentuale Verbesserung, waren nicht signifikant. Die kieferorthopädische Behandlung erbrachte bei allen *Angle*-Klassen eine nahezu ideale Okklusion mit durchschnittlichen PAR Werten von 3,6 bis 5,8. Die durchschnittliche prozentuale Verbesserung des PAR Werts war am größten für die *Angle*-Klasse III

(85,1%), gefolgt von der *Angle*-Klasse II,1 (78,0%), der *Angle*-Klasse II,2 (73,4%) und am niedrigsten für die *Angle*-Klasse I (69,0%).

Tab. 15: PAR Werte der einzelnen *Angle*-Klassen sowie der Gesamtgruppe. Signifikante Unterschiede sind durch jeweils gleiche, hochgestellte Ziffern gekennzeichnet.

	Gesamt	I	II,1	II,2	III
n	100	21	48	23	8
PAR Anfang					
• Mittelwert	23,9	18,1[1,2]	25,6[1,3,4]	21,5[3,5]	35,6[2,4,5]
Median	22,5	18,0	25,0	19,0	37,0
Stabw.	10,3	8,8	8,9	9,2	14,0
Minimum	3,0	3,0	10,0	9,0	4,0
Maximum	52,0	35,0	43,0	52,0	50,0
PAR Ende					
• Mittelwert	5,2	4,3	5,8	5,4	3,6
Median	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Stabw.	3,8	2,5	4,6	3,5	0,9
Minimum	0,0	1,0	0,0	0,0	2,0
Maximum	18,0	11,0	18,0	12,0	5,0
PAR % Verbesserung					
• Mittelwert	75,6	69,0	78,0	73,4	85,1
Median	81,7	75,0	81,9	76,5	89,3
Stabw.	18,4	23,5	16,5	16,9	14,4
Minimum	0,0	0,0	28,0	42,0	50,0
Maximum	100,0	97,0	100,0	100,0	94,0

PAR Anfang: Kruskal-Wallis H Test: $p \leq 0{,}001$; Mann-Whitney U Test: [1, 2, 3, 4, 5]: $p \leq 0{,}05$.

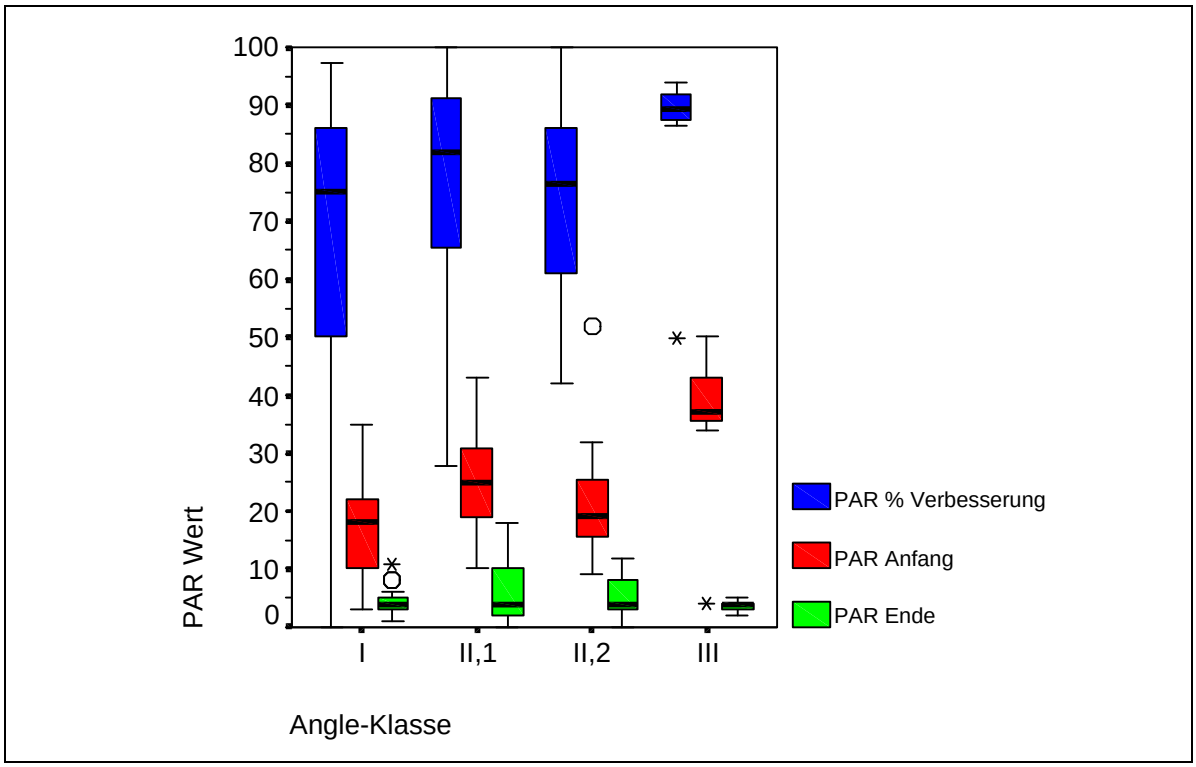


Abb. 20: Boxplots aller PAR Werte für die verschiedenen *Angle*-Klassen. Die Unterschiede zwischen den PAR Anfangswerten waren zwischen allen Klassen signifikant mit Ausnahme des Unterschieds zwischen der *Angle*-Klasse I und der *Angle*-Klasse II,2.

4.2.2.4 Mitarbeit

Zur Überprüfung des Einflusses einer mangelhaften Mitarbeit auf das Behandlungsresultat wurden die PAR Werte zwischen Patienten mit einer guten und einer schlechten Kooperation verglichen. Als Beurteilungskriterien wurden die Anzahl versäumter Termine und die Anzahl der Aktenvermerke wegen ungenügender Mitarbeit herangezogen [79]. Dieser Vergleich wurde getrennt für die Behandlungsgruppe nur festsitzende Apparaturen (nur FA) sowie herausnehmbare und festsitzende Apparaturen (HA und FA) durchgeführt. Hierbei wurden in der Gruppe mit festsitzenden Apparaturen nur solche Patienten berücksichtigt, bei denen eine aktive Mitarbeit (Tragen von Gummizügen und Headgear) notwendig war (80 Patienten). Die Behandlungsgruppe nur herausnehmbare Apparaturen (nur HA) und Kieferorthopädie-Kieferchirurgie (KFO-KCHIR) wurden wegen ihrer geringen Gruppengröße nicht weiter untersucht. Außerdem ist für die Gruppe KFO-KCHIR anzumerken, daß hier weder versäumte Termine noch Probleme mit ungenügender Mitarbeit vorkamen.

In beiden untersuchten Behandlungsgruppen wurden keine signifikanten Unterschiede bezüglich der PAR Werte gefunden (Tab. 16).

Tab. 16: Oben die PAR Werte der Patienten mit niedriger (bis ein) und hoher Anzahl (4 oder mehr) versäumter Termine, und unten die ohne oder mit Ermahnungen wegen schlechter Mitarbeit, jeweils getrennt nach Behandlungsgruppen nur festsitzende Apparaturen (nur FA) sowie herausnehmbare und festsitzende Apparaturen (HA und FA); Stabw. = Standardabweichung.

Anzahl versäumter Termine	n	PAR Anfang (Stabw.)	PAR Ende (Stabw.)	PAR % Verbesserung (Stabw.)
nur FA				
0 und 1	20	20,6 (8,6)	5,1 (2,8)	69,9 (22,0)
4 bis 13	17	25,2 (11,0)	4,9 (3,7)	78,2 (18,3)
HA und FA				
0 und 1	13	23,9 (10,4)	4,7 (4,1)	77,8 (18,9)
4 bis 13	12	22,2 (7,3)	5,1 (4,3)	78,1 (16,2)

Anzahl der Ermahnungen wegen schlechter Mitarbeit	n	PAR Anfang (Stabw.)	PAR Ende (Stabw.)	PAR % Verbesserung (Stabw.)
nur FA				
0	25	20,0 (8,2)	5,0 (4,2)	74,6 (16,0)
1 bis 13	20	23,2 (10,2)	5,4 (3,6)	74,1 (19,2)
HA und FA				
0	17	22,4 (9,0)	4,0 (3,4)	80,1 (16,8)
1 bis 13	16	24,9 (8,4)	5,3 (4,2)	78,4 (17,4)

Mann-Whitney U Test: nicht signifikant innerhalb aller PAR Werte der jeweiligen Behandlungsgruppe.

4.2.2.5 Geschlecht der Patienten

Auch die PAR Werte der weiblichen und männlichen Patienten wurden bezüglich möglicher Unterschiede untersucht. Alle Werte beider Gruppen lagen dicht beieinander ohne signifikante Unterschiede (Tab. 17, Abb. 21).

Tab. 17: PAR Werte der weiblichen und männlichen Patienten sowie der Gesamtgruppe.

	Gesamt	weiblich	männlich
n	100	62	38
PAR Anfang			
• Mittelwert	23,9	23,9	23,9
Median	22,5	22,0	25,5
Stabw.	10,3	10,4	10,4
Minimum	3,0	3,0	4,0
Maximum	52,0	52,0	50,0
PAR Ende			
• Mittelwert	5,2	5,4	4,9
Median	4,0	4,0	4,0
Stabw.	3,8	4,0	3,5
Minimum	0,0	0,0	0,0
Maximum	18,0	18,0	13,0
PAR % Verbesserung			
• Mittelwert	75,6	75,4	75,9
Median	81,7	78,6	85,1
Stabw.	18,4	18,3	18,9
Minimum	0,0	0,0	28,0
Maximum	100,0	100,0	100,0

Mann-Whitney U Test: nicht signifikant innerhalb aller PAR Werte.

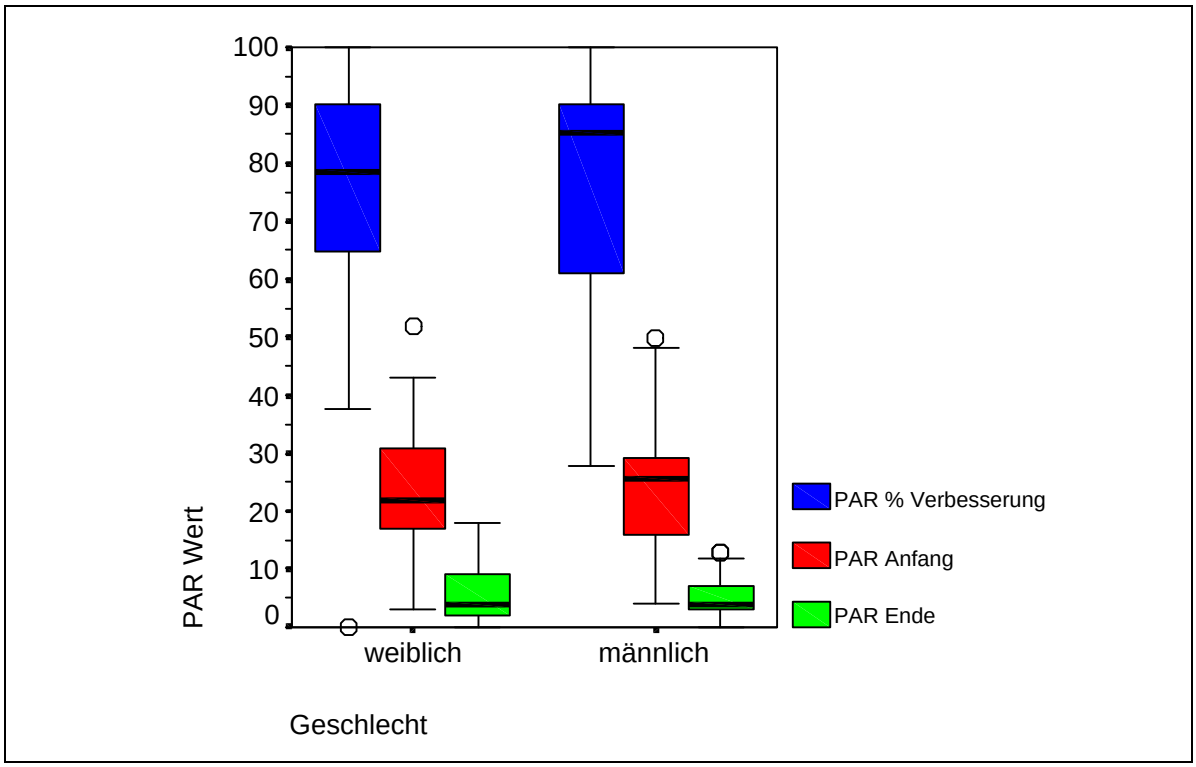


Abb. 21: Boxplots der PAR Werte der weiblichen und männlichen Patienten. Die Unterschiede waren nicht signifikant.

4.3 Behandlungsdauer

4.3.1 Gesamtgruppe

Die durchschnittliche Behandlungsdauer aller Patienten betrug 39,1 Monate bei einer weiten Streuung zwischen 8 und 85 Monaten (Tab. 18, Abb. 22).

Tab. 18: Durchschnittliche Behandlungsdauer der Gesamtgruppe in Monaten.

	n	Mittelwert	Median	Stabw.	Minimum	Maximum
Behandlungsdauer	100	39,1	34,1	18,5	8	85

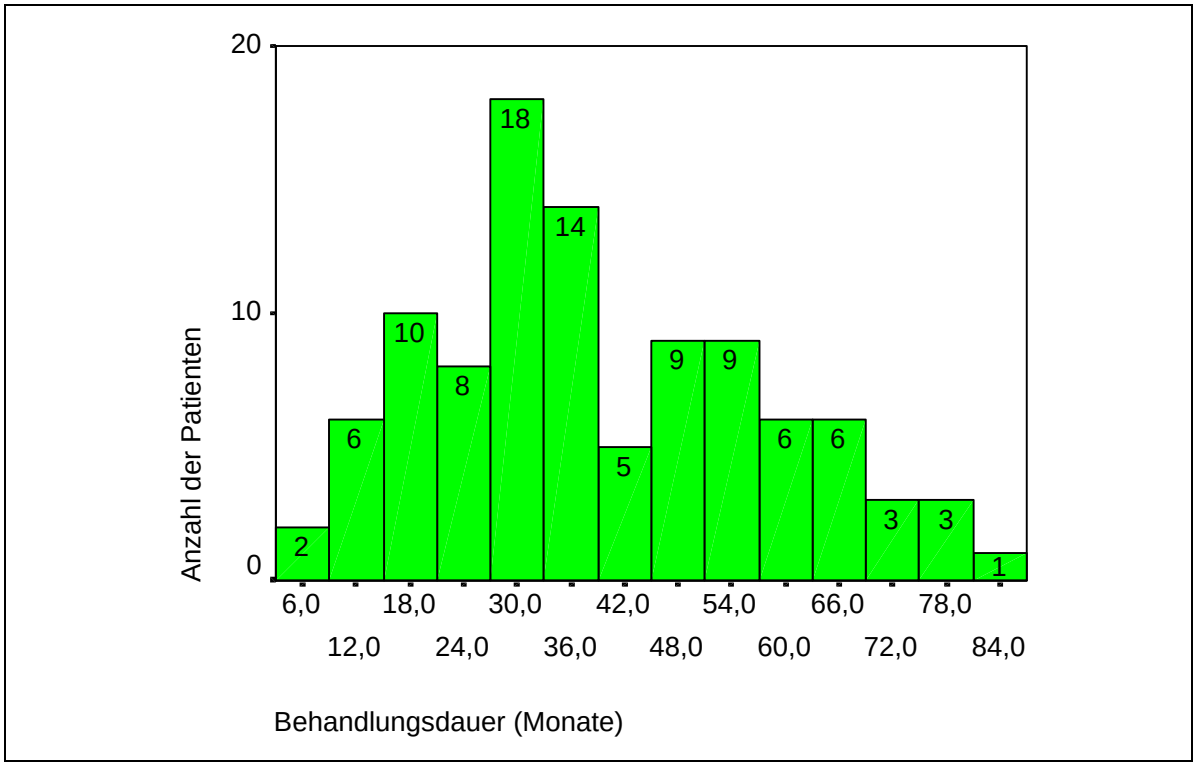


Abb. 22: Häufigkeitsverteilung der Behandlungsdauer in Monaten.

4.3.2 Einfluß verschiedener Faktoren auf die Behandlungsdauer

Die Überprüfung des Einflusses der gewählten Behandlungsmittel auf die Behandlungsdauer wurde für die Gesamtgruppe durchgeführt. Der Einfluß anderer Faktoren auf die Behandlungsdauer wurde getrennt für die Behandlungsgruppe nur festsitzende Apparaturen (nur FA) sowie herausnehmbare und festsitzende Apparaturen (HA und FA) untersucht. Die Behandlungsgruppen nur herausnehmbare Apparaturen (nur HA) und Kieferorthopädie-Kieferchirurgie (KFO-KCHIR) wurden wegen ihrer geringen Gruppengröße nicht weiter analysiert.

4.3.2.1 PAR Werte

Es sollte geprüft werden, ob die Ausprägung der Dysgnathie vor Behandlungsbeginn die Behandlungsdauer beeinflußte. Hierzu wurde die mittlere Behandlungsdauer von Patienten mit niedrigem und hohem PAR Anfangswert getrennt nach Behandlungsgruppen verglichen. In beiden Behandlungsgruppen wiesen die Patienten mit niedrigem Ausgangswert eine geringere Behandlungsdauer auf (Tab. 19, Abb. 23). Diese Unterschiede erreichten jedoch nur in der festsitzend behandelten Gruppe Signifikanz.

Tab. 19: Einfluß niedriger und hoher PAR Anfangswerte auf die mittlere Behandlungsdauer (in Monaten) der nur mit festsitzenden Apparaturen (nur FA) sowie herausnehmbaren und festsitzenden Apparaturen (HA und FA) behandelten Patienten. Signifikante Unterschiede sind durch jeweils gleiche, hochgestellte Ziffern gekennzeichnet.

PAR Anfang	n	mittlere Behandlungsdauer (Monate)	Stabw.
nur FA			
bis 18	21	25,2[1]	10,3
19-29	20	32,6	15,0
ab 30	11	35,9[1]	10,3
HA und FA			
bis 18	10	54,1	20,8
19-29	14	55,1	14,9
ab 30	9	60,3	15,1

Kruskal-Wallis H Test: $p \leq 0,05$ in der Behandlungsgruppe nur FA;
Mann-Whitney U Test: 1:$p \leq 0,01$.

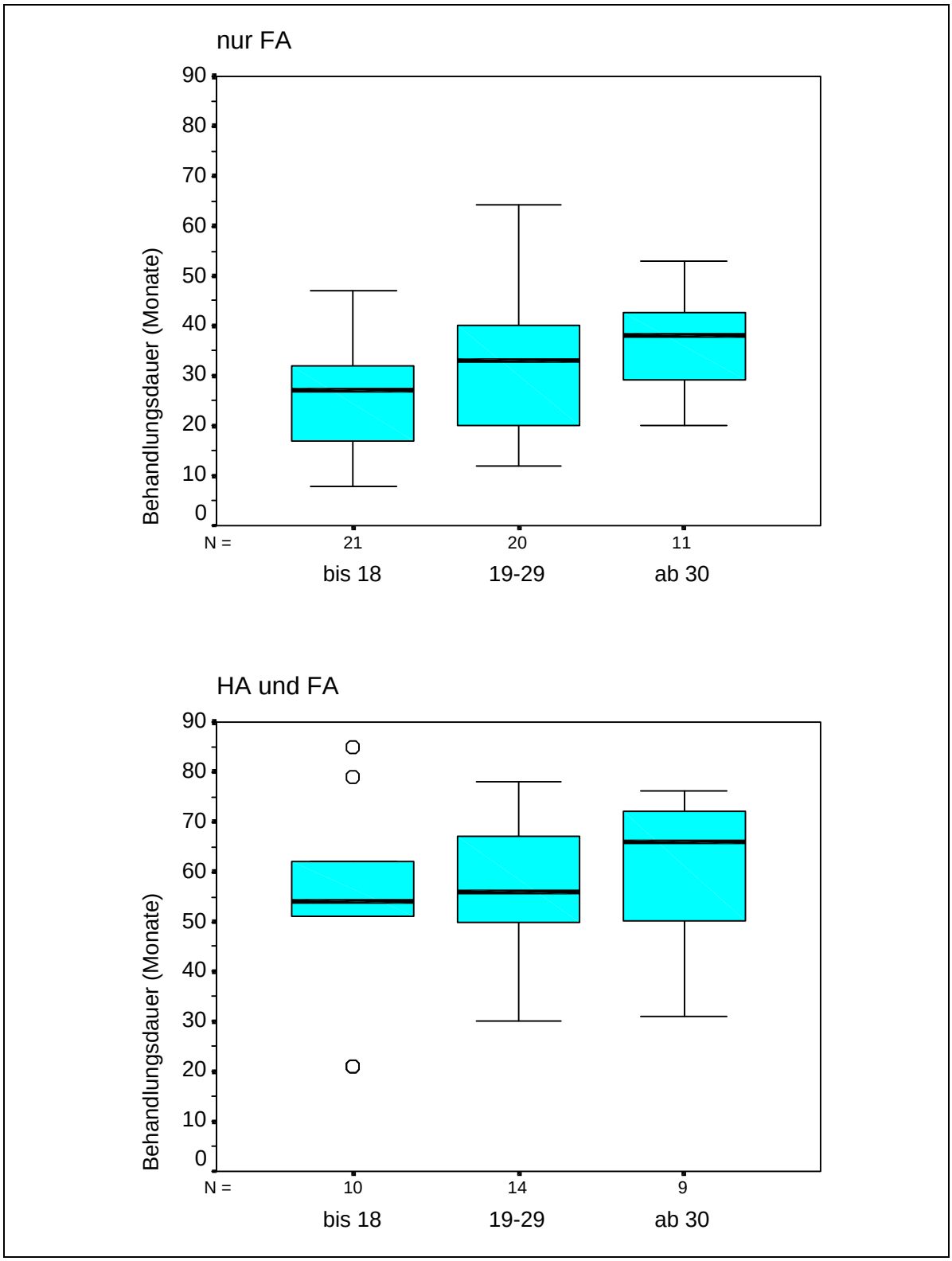


Abb. 23: Boxplots der Behandlungsdauer bei verschiedenen PAR Anfangswerten der nur mit festsitzenden Apparaturen (nur FA, oben) sowie der mit herausnehmbaren und festsitzenden Apparaturen (HA und FA, unten) behandelten Patienten. Die Unterschiede zwischen den Gruppen mit PAR Anfangswerten bis 18 und ab 30 bei nur festsitzender Therapie (nur FA) waren signifikant.

4.3.2.2 Behandlungsmittel

Die mittlere Behandlungsdauer der einzelnen Behandlungsgruppen spiegeln Tabelle 20 und Abbildung 24 wieder.

Die Behandlung dauerte mit durchschnittlich 56,2 Monaten am längsten für die Behandlungsabfolge von herausnehmbaren und festsitzenden Apparaturen. Die Behandlungen nur mit festsitzenden Apparaturen (30,3 Monate) und die Kombination Kieferorthopädie-Kieferchirurgie (27,1 Monate) waren signifikant kürzer gegenüber der Behandlungsabfolge herausnehmbarer und festsitzender Therapie (56,2 Monate).

Tab. 20: Behandlungsdauer (in Monaten) der Gesamtgruppe und der verschiedenen Behandlungsgruppen: Behandlung nur mit herausnehmbaren Apparaturen (nur HA), nur mit festsitzenden Apparaturen (nur FA), mit herausnehmbaren und festsitzenden Apparaturen (HA und FA) sowie kombiniert kieferorthopädisch und kieferchirurgisch (KFO-KCHIR). Signifikante Unterschiede sind durch jeweils gleiche, hochgestellte Ziffern gekennzeichnet.

	Gesamt	nur HA	nur FA	HA und FA	KFO-KCHIR
n	100	5	52	33	10
Behandlungsdauer (Monate)					
• Mittelwert	39,9	41,6[1]	30,3[2]	56,2[2,3]	27,1[1,3]
Median	34,1	44,0	30,5	56,1	28,0
Stabw.	18,5	16,3	12,9	16,6	8,0
Minimum	8,0	19,0	8,0	21,0	10,0
Maximum	85,0	61,0	64,0	85,0	37,0

Kruskal-Wallis H Test: $p \leq 0{,}001$; Mann-Whitney U Test: [1, 2, 3]: $p \leq 0{,}001$.

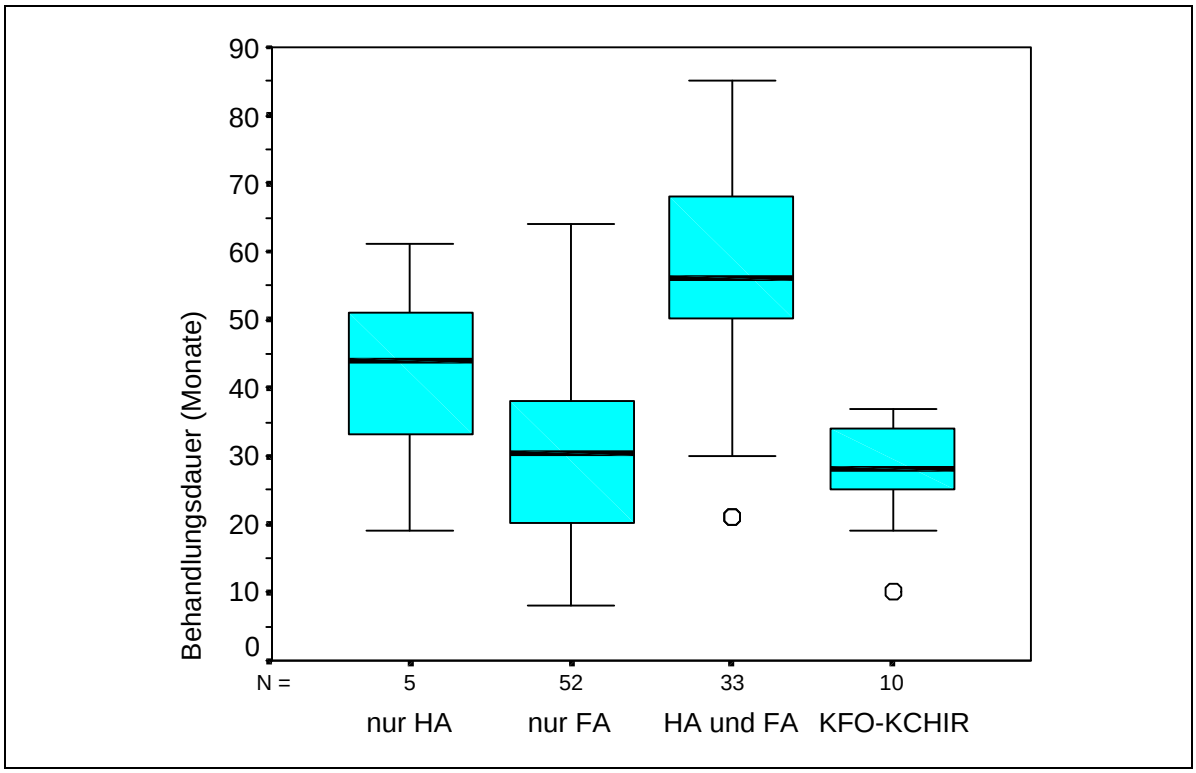


Abb. 24: Behandlungsdauer (in Monaten) dargestellt für die verschiedenen Behandlungsgruppen: nur herausnehmbare Apparaturen (nur HA), nur festsitzende Apparaturen (nur FA), herausnehmbare und festsitzende Apparaturen (HA und FA) sowie Kieferorthopädie und Kieferchirurgie (KFO-KCHIR). Die längere Dauer für die Behandlungsabfolge von herausnehmbaren und festsitzenden Apparaturen (HA und FA) war signifikant zu der nur festsitzend behandelten (nur FA) und der kieferorthopädisch-kieferchirurgisch behandelten Gruppe (KFO-KCHIR). Auch der Unterschied zwischen der Gruppe nur HA und KFO-KCHIR war signifikant.

Die Behandlung mit herausnehmbaren funktionskieferorthopädischen Geräten (FKO) dauerte im Mittel 26,9 Monate. Ein Headgear, ob allein oder in Kombination mit funktionskieferorthopädischen Geräten oder einer Multibandapparatur, war im Durchschnitt 24,2 Monate eingegliedert. Die durchschnittliche Behandlungsdauer mit aktiven Platten betrug 11,1 Monate (Tab. 21).

Tab. 21: Behandlungsdauer (in Monaten) verschiedener Behandlungsgeräte: funktionskieferorthopädische Geräte (FKO), Headgear und aktive Platten (APL).

	Gesamt	FKO	Headgear	APL
n	100	31	67	9
Behandlungsdauer (Monate)				
• Mittelwert	39,1	26,9	24,2	11,1
Median	34,1	26,0	22,0	10,0
Stabw.	18,5	11,9	14,1	4,9
Minimum	8,0	6,0	3,0	3,0
Maximum	85,0	48,0	66,0	18,0

4.3.2.3 Extraktionen und/oder Nichtanlagen

Untersucht wurde die Auswirkung von Extraktionen oder Nichtanlagen (außer Weisheitszähnen) auf die Behandlungsdauer, getrennt nach Behandlungsgruppen (Tab. 22). Die Behandlung mit Extraktionen sowie bei Nichtanlagen dauerte in beiden Behandlungsgruppen im Durchschnitt ungefähr 4 Monate länger. Die Unterschiede waren jedoch nicht signifikant.

Tab. 22: Mittlere Behandlungsdauer (in Monaten) der Patienten, die ohne Extraktionen behandelt wurden und keine Nichtanlagen (außer der Weisheitszähne) aufwiesen, und der Patienten, die mit Extraktionen behandelt wurden oder bei denen Nichtanlagen bleibender Zähne (außer der Weisheitszähne) vorlagen, getrennt nach Behandlungsgruppen nur festsitzende Apparaturen (nur FA) sowie herausnehmbare und festsitzende Apparaturen (HA und FA); Stabw. = Standardabweichung.

Extraktionen/Nichtanlagen	n	mittlere Behandlungsdauer (Monate)	Stabw.
nur FA			
nein	27	28,5	14,9
ja	25	32,2	10,2
HA und FA			
nein	26	55,3	18,3
ja	7	59,7	7,8

Mann-Whitney U Test: nicht signifikant innerhalb der Behandlungsgruppen.

4.3.2.4 *Angle*-Klassen

Der Einfluß der Dysgnathieeinteilung nach der *Angle*-Klassifikation auf die Behandlungsdauer wurde ebenfalls überprüft.

Die durchschnittliche Behandlungsdauer lag für die *Angle*-Klassen I, II,2 und II,1 mit 38,9 bis 41,3 Monaten dicht beieinander, wohingegen die *Angle*-Klasse III mit nur 25,2 Monaten deutlich darunter lag. Die Unterschiede waren allerdings nicht signifikant (Tab. 23, Abb. 25).

Tab. 23: Behandlungsdauer (in Monaten) der einzelnen *Angle*-Klassen und der Gesamtgruppe.

	Gesamt	I	II,1	II,2	III
n	100	21	48	23	8
Behandlungsdauer (Monate)					
• Mittelwert	39,9	38,9	41,3	39,6	25,2
Median	34,1	34,0	38,0	34,1	26,5
Stabw.	18,5	21,5	18,6	16,7	8,6
Minimum	8,0	9,0	8,0	14,0	10,0
Maximum	85,0	85,0	78,0	79,0	37,0

Kruskal-Wallis H Test: nicht signifikant.

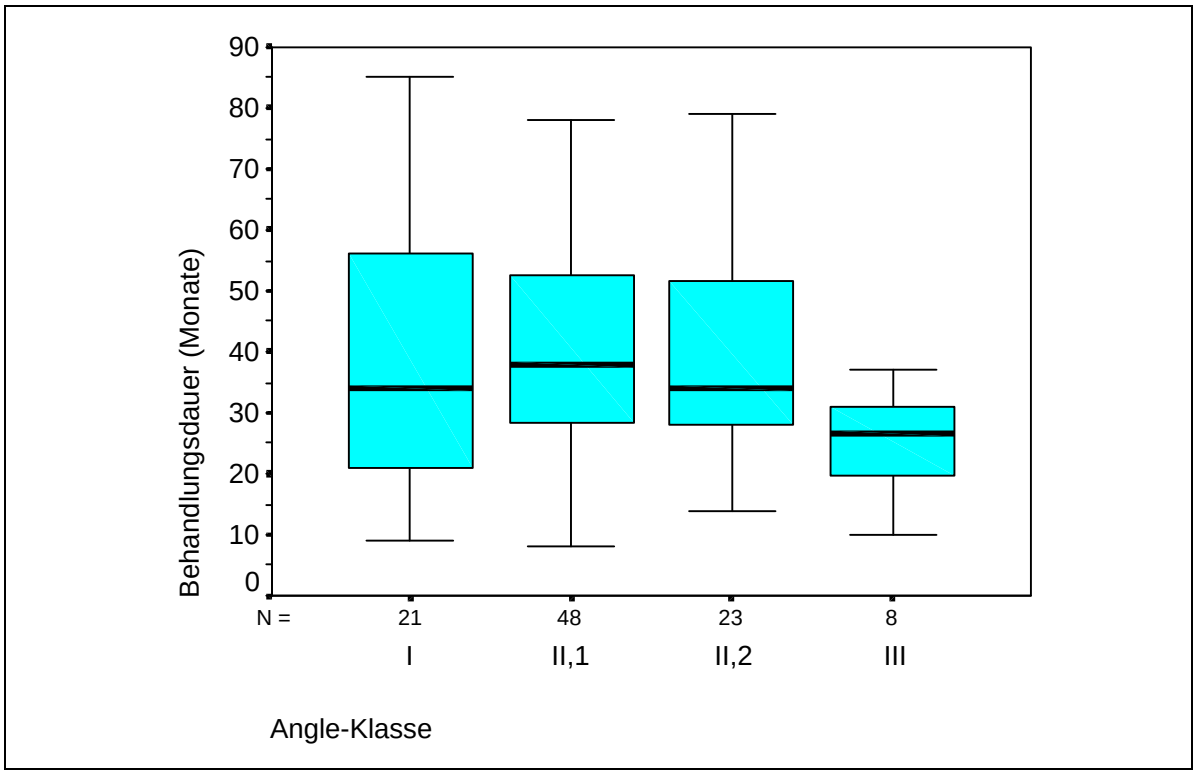


Abb. 25: Behandlungsdauer (in Monaten) dargestellt für die verschiedenen *Angle*-Klassen. Die Unterschiede waren nicht signifikant.

Wurde dagegen die Behandlungsdauer der einzelnen *Angle*-Klassen getrennt nach Behandlungsmitteln untersucht, zeigten sich in der festsitzend behandelten Gruppe deutliche Unterschiede mit geringster Behandlungsdauer für die *Angle*-Klasse I (22,9 Monate) und längster Behandlungsdauer für die *Angle*-Klasse II,2 (35,6 Monate). Wegen der geringen Gruppengrößen wurden hier jedoch keine statistischen Tests durchgeführt (Tab. 24).

Tab. 24: Mittlere Behandlungsdauer (in Monaten) der verschiedenen Angle-Klassen getrennt nach den Behandlungsgruppen nur festsitzende Apparaturen (nur FA) sowie herausnehmbare und festsitzende Apparaturen (HA und FA); Stabw. = Standardabweichung.

	I	II,1	II,2	III
nur FA				
n	11	25	14	2
mittlere Behandlungsdauer (Stabw.)	22,9 (9,5)	31,0 (13,4)	35,6 (12,9)	25,5 (7,7)
HA und FA				
n	9	16	8	0
mittlere Behandlungsdauer (Stabw.)	56,1 (17,4)	59,8 (14,6)	49,1 (19,3)	-

4.3.2.5 Mitarbeit

Ebenfalls sollte überprüft werden, inwieweit häufiges Versäumen der Behandlungstermine und eine schlechte Mitarbeit die Dauer der Behandlung beeinflussten. Dazu wurde die mittlere Behandlungsdauer der Patienten mit bis zu einem versäumten Termin und der Patienten mit 4 bis 13 versäumten Behandlungsterminen sowie ohne und mit Ermahnungen wegen schlechter Mitarbeit, getrennt für die verschiedenen Behandlungsgruppen, bestimmt.

Patienten, die ihre Termine einhielten und ihre Trageanweisungen befolgten, benötigten signifikant kürzere Behandlungszeiten. Dies galt für beide untersuchten Behandlungsgruppen (Tab. 25, Abb. 26).

Tab. 25: Einfluß der Anzahl versäumter Termine (oben) und schlechter Mitarbeit (unten) auf die mittlere Behandlungsdauer (in Monaten) getrennt für nur festsitzend behandelte Patienten (nur FA) sowie herausnehmbar und festsitzend behandelte Patienten (HA und FA). Signifikante Unterschiede sind durch jeweils gleiche, hochgestellte Ziffern gekennzeichnet.

Anzahl versäumter Termine	n	mittlere Behandlungsdauer	Stabw.
nur FA			
0 und 1	20	26,7[1]	12,7
4 bis 13	17	38,6[1]	11,8
HA und FA			
0 und 1	13	49,6[2]	20,4
4 bis 13	12	63,9[2]	10,9

Anzahl der Ermahnungen wegen schlechter Mitarbeit	n	mittlere Behandlungsdauer	Stabw.
nur FA			
0	25	27,6[3]	9,8
1 bis 13	20	37,1[3]	13,7
HA und FA			
0	17	48,7[4]	18,4
1 bis 13	16	64,1[4]	9,7

Mann-Whitney U Test: 1, 3: $p \leq 0{,}01$; 2, 4: $p \leq 0{,}05$.

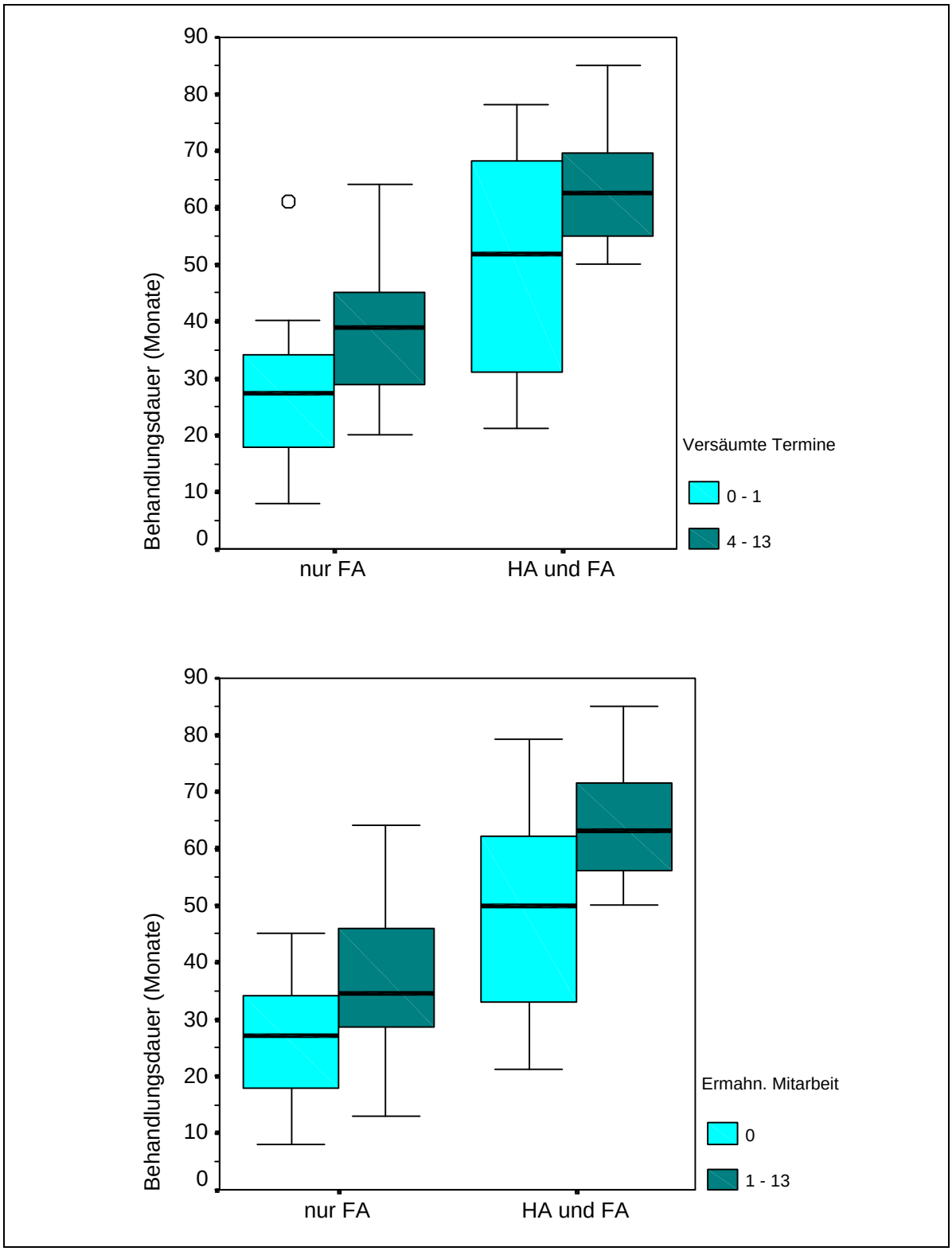


Abb. 26: Boxplots der Behandlungsdauer (in Monaten) in Abhängigkeit von der Anzahl versäumter Termine (oben) und Ermahnungen wegen schlechter Mitarbeit (Ermahn. Mitarbeit) (unten), getrennt nach Behandlungsgruppen nur festsitzend behandelte Patienten (nur FA) sowie herausnehmbar und festsitzend behandelte Patienten (HA und FA). Die Unterschiede innerhalb der Behandlungsgruppen waren signifikant.

4.3.2.6 Geschlecht der Patienten

Weiterhin wurde ein möglicher Einfluß des Geschlechts auf die Behandlungsdauer untersucht. Die durchschnittliche Behandlungszeit war mit 39,1 Monaten in der weiblichen und männlichen Patientengruppe gleich lang (Tab. 26).

Tab. 26: Behandlungsdauer (in Monaten) der weiblichen und männlichen Patienten sowie der Gesamtgruppe.

	Gesamt	weiblich	männlich
n	100	62	38
Behandlungsdauer (Monate)			
• Mittelwert	39,1	39,1	39,1
Median	34,1	34,1	33,5
Stabw.	18,5	19,2	17,7
Minimum	8,0	8,0	10,0
Maximum	85,0	85,0	78,0

Mann-Whitney U Test: nicht signifikant.

4.3.2.7 Alter bei Behandlungsbeginn

Schließlich wurde der Zusammenhang zwischen dem Alter der Patienten bei Behandlungsbeginn und der Behandlungsdauer überprüft (Tab. 27). Während die Korrelation für die festsitzend behandelten Patienten gering war, lag bei den sowohl herausnehmbar als auch festsitzend behandelten Patienten eine hohe negative Korrelation vor, das heißt, bei jungen Patienten dauerte die Behandlung tendenziell länger als bei älteren Patienten.

Tab. 27: Korrelation (Korrelationskoeffizient r nach Pearson und Bestimmtheitsmaß r^2) zwischen der Behandlungsdauer und dem Alter der Patienten bei Behandlungsbeginn, getrennt nach Behandlungsgruppen nur festsitzend behandelt (nur FA) sowie herausnehmbar und festsitzend behandelt (HA und FA).

Korrelation zwischen Alter bei Behandlungsbeginn und Behandlungsdauer	n	Korrelation	r	r^2
nur FA	52	gering	-0,289	0,084
HA und FA	33	hoch	-0,741	0,549

5 Diskussion

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, die Behandlungsqualität und Behandlungsdauer von Patienten der kieferorthopädischen Abteilung der Charité Berlin zu bestimmen sowie das Patientengut zu charakterisieren. Weiterhin wurden die Faktoren untersucht, die Einfluß auf die Behandlungsqualität und die Behandlungsdauer nehmen könnten.

5.1 Diskussion der Methode

5.1.1 Patientenauswahl

Die Patienten dieser Studie wurden retrospektiv fortlaufend, beginnend mit dem Jahr 1998, anhand ihrer Abschlußmodelle ausgewählt. Diese Selektion kann nicht mit fortlaufend behandelten Patienten gleichgesetzt werden, denn Patienten mit fehlendem Abschlußmodell können ausgeschlossen worden sein.

Wie ist der Wert dieser möglicherweise nicht erfaßten Patienten für die vorliegende Studie über die Behandlungsqualität und Behandlungsdauer einzuschätzen?
Fehlende Schlußmodelle können verschiedene Ursachen haben. Es kann eine falsche Beschriftung oder Sortierung vorliegen, die Modelle können beschädigt oder verloren gegangen sein, oder die Abdrucknahme wurde versäumt. Aus diesen Gründen nicht erfaßte Patienten würden wohl keinen Einfluß auf das Ergebnis ausüben, denn die oben aufgelisteten Ereignisse sind im allgemeinen unabhängig von Behandlungsresultat und Behandlungsdauer.
Wie verhält es sich aber mit Patienten, deren Behandlung abgebrochen wurde?
Patienten mit Behandlungsabbruch könnten den Wert der durchschnittlichen Behandlungsdauer sowohl vermindern als auch erhöhen. Vermindern, weil die Behandlung bei deutlich schlechter Mitarbeit wohl frühzeitig beendet wird, verlängern, weil beispielsweise kurzzeitige Verbesserungen nach Ermahnungen oder ständige Versprechungen einer besseren Mitarbeit seitens des Patienten einen Abbruch auch hinauszögern können. Die interessierende, tatsächlich benötigte Behandlungszeit wäre jedoch in beiden Fällen verzerrt.
Das durchschnittliche Behandlungsresultat würde sich je nach Anzahl und Zeitpunkt der Behandlungsabbrüche mehr oder weniger verschlechtern, würden diese Patienten in eine Untersuchung, wie die vorliegende, einbezogen werden. Damit würde man jedoch den allgemeinen Erfolg kieferorthopädischer Bemühungen messen, inklusive des Umstandes, daß man eine Behandlung nicht zu dem geplanten Abschluß führen konnte. Nun werden kieferorthopädische Behandlungen in der Regel wegen nicht beeinflußbarer, unzureichender Mitarbeit oder mangelhafter Mundhygiene vorzeitig beendet, bevor zum Beispiel ausgedehnte Entmineralisierungen oder unnötige weitere Kosten entstehen. Insofern können Behandlungsabbrüche nicht nur als Therapieversagen gedeutet werden, sondern durchaus auch einen verantwortungsbewußten Behandler charakterisieren, der eine Behandlung nicht um jeden Preis zu Ende führt. Es wurden daher abgebrochene

Behandlungen (4 Patienten) nicht in diese Studie aufgenommen. Ebenso wurde in der überwiegenden Anzahl der im Literaturvergleich aufgeführten Untersuchungen verfahren [41, 62, 95].

Weiterhin wird die Anwendung des PAR Indexes bei eingeschränkten Behandlungszielen nicht empfohlen [57], da das angestrebte Behandlungsresultat von Anfang an begrenzt ist. Auch diese Patienten (2 Patienten) wurden deshalb aus der Studie ausgeschlossen.

Aus den oben geschilderten Überlegungen ergibt sich damit die Notwendigkeit, beim Vergleich verschiedener Studien die Probandenauswahl aufmerksam zu studieren.

Anzumerken bleibt, daß die ermittelten Probandengruppen zwar einerseits die Patientenklientel dieser Studie beschrieben und somit Untersuchungsergebnisse sind, die erhaltenen Gruppengrößen andererseits für einen statistischen Vergleich nicht immer ideal waren.

5.1.2 PAR Index

Der PAR Index ist ein okklusaler Index und wurde speziell zur Bewertung von Behandlungsergebnissen entwickelt. In unterschiedlichen Prüfungen bewies er seine Validität und Reliabilität [92]. Der PAR Index mißt schnell und akkurat dento-okklusale Veränderungen anhand von Studienmodellen. Er ist rasch und einfach zu erlernen. Ferner ermöglicht der PAR Index eine gleichartige Interpretation von Behandlungsergebnissen. Deshalb wurde er ursprünglich zur Selbstkontrolle der eigenen Behandlungsqualität und zur Untersuchung verschiedener Behandlungssysteme empfohlen. Sollen Daten verschiedener Studien verglichen werden, ist eine Kalibrierung der Untersucher notwendig [24]. Diese Voraussetzung ist bei der Autorin gegeben (Anhang Seite 106).

Neben diesen Vorteilen muß man sich jedoch einige Einschränkungen bei der Anwendung des PAR Indexes vergegenwärtigen [44, 57, 63]. Obwohl es sich um einen okklusalen Index handelt, ist der PAR Index nicht sensitiv genug, die feinen Unterschiede bei hohen Behandlungsstandards zu differenzieren [57]. Nahezu alle Komponenten des Indexes gewähren gewisse Toleranzen, bevor eine Punktvergabe erfolgt. Beispielsweise bleiben Kontaktpunktabweichungen im Frontzahnbereich bis 1 mm ohne Punktzuweisung (Abb. 27). Restlücken im Seitenzahnbereich und Zahnachsenstellungen werden gar nicht bewertet [24]. Dagegen erfolgt bei minimalen Abweichungen von der idealen Seitenzahnokklusion - hier wird die perfekte sagittale Verzahnung vom Eckzahn bis zum letzten durchgebrochenen Molaren für einen Punktwert von null gefordert - eine Punktvergabe, auch wenn deren klinische Relevanz äußerst fragwürdig erscheint (Abb. 28).
Dort wäre deshalb ein gewisser Toleranzbereich vorteilhafter (beispielsweise eine Abweichung bis ¼Prämolarenbreite bei bis zu zwei Zähnen pro Quadrant).

Aufgrund von Zahnbreitendiskrepanzen zwischen Ober- und Unterkiefer wird in der sagittalen Seitenzahnbewertung daher nur sehr selten der Wert null vergeben.

Abb. 27: Ästhetisch störende Lücke im oberen Frontzahnbereich, die durch den PAR Index mit null Punkten bewertet wird.

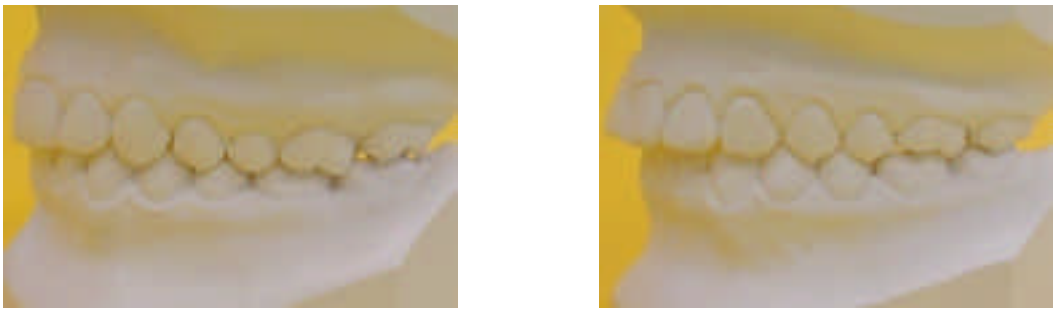


Abb. 28: Klinisch schöne Verzahnungen im Seitenzahnbereich, die durch den PAR Index mit zwei Punkten (wegen Höcker/Höcker Verzahnung der Zähne 27/37, linkes Bild) und mit einem Punkt (keine perfekte neutrale Verzahnung der Zähne 23/33, rechtes Bild) bewertet wird.

Bei der Analyse der gefundenen PAR Endwerte zeigte sich, daß lediglich 4 Patienten einen PAR Wert von null nach Behandlungsabschluß aufwiesen. Daher wurde die Beteiligung der einzelnen PAR Komponenten am PAR Endwert detailliert untersucht. Den größten Anteil am mittleren PAR Endwert hatten mit 42% die sagittalen Abweichungen der Seitenzahnokklusion. Nur 7 Patienten erhielten hier null Punkte. Wie oben bereits ausgeführt, werden schon kleine Abweichungen in diesem Bereich mit „Strafpunkten“ belegt. Die relativ geringe Verbesserung der Verzahnung zwischen Behandlungsbeginn und -ende sollte man daher nicht mit fehlender Beeinflußbarkeit interpretieren [17], sondern in der Art und Weise der Beurteilung suchen. Gleichzeitig beeinträchtigen diese Beurteilungskriterien besonders die prozentualen Verbesserungswerte bei niedrigem PAR Anfangswert.

Der PAR Index mißt, wie jeder okklusale Index, ausschließlich dento-okklusale Parameter und diese anhand von Arbeitsmodellen. Weitere diagnostische Hilfsmittel, wie Photographien und Röntgenbilder, werden nicht hinzugezogen. So bleiben andere, zweifellos wichtige Aspekte einer kieferorthopädischen Behandlung, wie Veränderungen des Profils und anderer Weichgewebe, unberücksichtigt. Auch Entmineralisierungen, Gingivarezessionen, Wurzelresorptionen und funktionelle Aspekte (Front-, Eckzahnführung, Störungen des temporo-mandibulären Systems) gehen nicht in die Bewertung ein. Durch die Erfassung des Resultats unmittelbar im Anschluß an die Behandlung wird zudem die Bewertung ohne Berücksichtigung der Behandlungsstabilität vorgenommen.

Dennoch gilt der PAR Index für epidemiologische Untersuchungen als geeignet und wurde, wie kein anderer Index, während der letzten Jahre für verschiedenste Studien genutzt (Tab. 1). Um ein Gesamtbild der Behandlungsqualität zu erstellen, soll der PAR Index auf Stichproben behandelter Patienten angewandt werden und nicht individuelle Behandlungsresultate prüfen [122].

Der PAR Index bewertet das Resultat einer kieferorthopädischen Behandlung auf verschiedene Arten: durch den absoluten PAR Endwert, die PAR Differenz zwischen Anfangs- und Endwert, die prozentuale Verbesserung unter Berücksichtigung des Ausgangswerts und die Einteilung in die Verbesserungskategorien des Nomogramms.
In der vorliegenden Untersuchung konnte durch Korrelationsanalysen festgestellt werden, daß der PAR Differenzwert signifikant ($r = 0,93$) vom PAR Anfangswert abhängig war. Das bedeutet, je höher der initiale PAR Wert, desto größer war tendenziell auch die Reduktion des PAR Wertes zwischen Anfangs- und Schlußmodell. Dieser Wert ist daher sowohl zur Beurteilung der Behandlungsqualität als auch für den Vergleich mit anderen Studien ausgesprochen ungünstig, weil dafür PAR Anfangswerte gleicher Größenordnung vorliegen müßten. Der PAR Endwert hatte dagegen nur eine geringe Korrelation zum PAR Anfangswert. Er eignet sich daher viel besser zur Einschätzung der Behandlungsqualität, zur Untersuchung möglicher Einflußfaktoren auf das Behandlungsresultat sowie den Literaturvergleich.
Die prozentuale Verbesserung schließt an sich schon den PAR Anfangswert ein. Darüber hinaus tendieren größere PAR Anfangswerte bei gleichem Endergebnis zu größeren prozentualen Verbesserungen. So ergibt eine PAR Reduktion von 20 auf 5 Punkte eine Verbesserung von 75%, eine Reduktion von 25 auf 5 Punkte eine Verbesserung von 80%. Liegen also stärkere Unterschiede beim Anfangswert vor, müssen diese als mögliche Erklärung bei der Beurteilung verschiedener prozentualer Verbesserungen berücksichtigt werden.

Eine der untersuchten Patientinnen erzielte keine Verbesserung (0%) und erzeugte dadurch besonderes Interesse. Bei weitergehender Untersuchung stellte sich heraus, daß hier ein ästhetisch störendes Trema zum Behandlungswunsch führte. Die Frontzahnlücke war allerdings nicht so ausgeprägt, daß es zu einer Punktvergabe in diesem Bereich kam. Der PAR Anfangswert lag lediglich bei 3 Punkten,

begründet durch Abweichungen in der sagittalen Seitenzahnokklusion. Bei Behandlungsende war zwar das Trema beseitigt und die Seitenzahnokklusion verbessert, jedoch nicht soweit, daß eine Punktreduktion erreicht wurde. Der PAR Endwert lag daher ebenfalls bei 3 Punkten. Dieses Beispiel verdeutlicht nochmals den Effekt der „strengen“ Beurteilung der sagittalen Seitenzahnokklusion. Bei niedrigem PAR Anfangswert können dadurch nur selten deutliche prozentuale Verbesserungen erzielt werden.

Die Einteilung der Behandlungsergebnisse in die drei Verbesserungskategorien des Nomogramms ist ebenfalls nicht unproblematisch. In der Kategorie „greatly improved“ muß die Verbesserung mindestens 22 PAR Punkte betragen. Das bedeutet aber auch, daß in diese Kategorie nur Patienten mit entsprechend hohen PAR Anfangswerten gelangen können. Ein Patient, dessen PAR Wert von 21 auf null gesenkt wurde, fällt in die Kategorie „improved“. Die Tatsache, daß Dysgnathien mit einem initialen PAR Wert unter 22 Punkten nicht die „greatly improved“ Kategorie erreichen können, selbst wenn sie ideal beendet werden, wurde bereits an anderer Stelle kritisiert [51, 102]. Dagegen können Behandlungsresultate mit ausgeprägter initialer Dysgnathie und entsprechend hohem PAR Anfangswert beträchtlich in ihrem Punktwert reduziert sein und damit in die Kategorie „greatly improved“ eingestuft werden, ohne ein akzeptables oder ideales Ergebnis aufzuweisen. Beispielsweise wird eine Behandlung mit einem initialen PAR Punktwert von 45 und einer Reduzierung um 25 PAR Punkte der „greatly improved“ Kategorie zugeteilt. Ein Endwert von 20 stellt aber wahrlich kein befriedigendes Behandlungsergebnis dar.

Zusammenfassend werden der PAR Endwert sowie der Anteil der Patienten mit idealem (≤ 5 Punkte) und akzeptablem (≤ 10 Punkte) PAR Endwert [92] als geeignetste Kriterien zur Beurteilung der Behandlungsqualität angesehen. Ferner sollte immer auch der PAR Anfangswert angeführt sein. Die prozentuale Verbesserung und die Kategorien des Nomogramms wurden aber wegen ihrer weiten Verbreitung in der übrigen Literatur in der vorliegenden Untersuchung zusätzlich angegeben.

5.2 Diskussion der Ergebnisse

5.2.1 Patientenprofil

Zum Vergleich mit den Daten des vorliegenden Patientengutes wurden nur Untersuchungen herangezogen, die ebenfalls ein Gesamtkollektiv untersuchten.

Die Geschlechtsverteilung der untersuchten Probanden war typisch für kieferorthopädische Patienten. Das Überwiegen weiblicher Patienten in kieferorthopädischen Behandlungskollektiven ist allgemein anzutreffen. Die gefundene Geschlechtsverteilung von 38:62 männlichen zu weiblichen Patienten stimmt gut mit anderen Untersuchungen überein [42, 44, 64, 103, 127].

Das durchschnittliche Alter bei Behandlungsbeginn betrug 14,9 Jahre mit einer weiten Spanne von 7,4 bis 42,2 Jahren; der Median lag bei 12,1 Jahren. Der höhere Mittelwert erklärt sich durch den Anteil von 24 erwachsenen Patienten. Am häufigsten erfolgte der Beginn der Behandlung bei jugendlichen Patienten im Alter von 9 oder 10 Jahren (29 Patienten).
In der Untersuchung von FOX [44] war das durchschnittliche Alter bei Behandlungsbeginn 14,1 Jahre, der Median lag bei 14,0 Jahren und der Anteil der erwachsenen Patienten betrug nur 6%, so daß vermutet werden kann, daß bei den jugendlichen Patienten die Behandlung durchschnittlich zu einem späteren Zeitpunkt begonnen wurde. Bei VIG et al. [127] lag das durchschnittliche Alter zu Behandlungsbeginn bei 13,3 Jahren (Spanne 7,0 bis 53,1 Jahre), bei FINK und SMITH [42] bei 18,2 Jahren (Spanne 8,4 bis 50,9 Jahre), bei FELLNER et al. [41] bei 12,4 Jahren (Spanne 6,8 bis 27,3 Jahre) sowie 12,2 Jahren (Spanne 7,7 bis 40,5 Jahre) und bei HORN et al. [59] bei 17,3 Jahren (Spanne 4,4 bis 48,8 Jahre). Bei keiner dieser Untersuchungen wurde jedoch der Anteil erwachsener Patienten oder das Alter des häufigsten Behandlungsbeginns angegeben, so daß ein detaillierter Vergleich nicht stattfinden kann.

Bei der Analyse des hier untersuchten Patientenguts bezüglich der *Angle*-Klassifikation fällt auf, daß die *Angle*-Klasse I mit 21% seltener und die *Angle*-Klasse II mit 71% häufiger vertreten war, als in anderen Studien. So wurden für die *Angle*-Klasse I Werte zwischen 44% und 57% genannt, für die *Angle*-Klasse II Werte zwischen 40% und 50% [17, 61, 127]. Die Häufigkeiten für die *Angle*-Klasse III waren dagegen auch bei anderen Studien gering; hier 8%, in anderen Studien zwischen 3% und 7% [17, 61, 127].

Bei 28 der hier untersuchten Patienten waren bleibende Zähne nicht angelegt; bei 22 Patienten fehlten ein oder mehrere Weisheitszähne, bei 8 Probanden Prämolaren oder bleibende Schneidezähne. Damit entsprach das Auftreten von Nichtanlagen in dem vorliegenden Patientengut dem anderer Untersuchungen [115, 116.]

Die Zuverlässigkeit der untersuchten Patienten bezüglich des Einhaltens von Terminen war geringer als in anderen Untersuchungen. Die Anzahl der versäumten Termine pro Patient lag im Durchschnitt bei 2,9. Dieser Wert liegt über dem von FINK und SMITH [42] angegebenen Wert von 1,2. Nur 23% der untersuchten

Patienten hatten alle Termine eingehalten, die größte Anzahl versäumter Termine eines Patienten lag sogar bei 13. Bei FOX [44] hatten 61% der Patienten alle Termine wahrgenommen, und die höchste Anzahl versäumter Termine lag bei 4.

80 Patienten waren während ihrer Behandlung aktiv beteiligt, da sie Behandlungsgeräte selber einsetzen mußten. Bei nahezu der Hälfte dieser Patienten war der Behandler mit der Mitarbeit nicht zufrieden und machte entsprechende Aktenvermerke, bei fast einem Viertel wurden sogar zwischen 4 und 13 Ermahnungen eingetragen. Vergleichbare Literaturangaben konnten nicht gefunden werden.
Zu beachten ist dabei, daß die Anzahl der Ermahnungen wegen schlechter Mitarbeit der subjektiven Einschätzung jedes Behandlers unterliegt und die Behandlungen von insgesamt 22 verschiedenen Mitarbeitern durchgeführt wurden. Weiterhin kann es zusätzlich zu mündlichen Ermahnungen gekommen sein, deren Eintrag jedoch in der Patientenakte unterlassen wurde.

5.2.2 Behandlungsprofil

Die eingesetzten Behandlungsgeräte ließen sich nur schwer mit denen anderer Studien vergleichen, da diesbezügliche Angaben entweder gänzlich fehlten, oder wegen anderer Behandlungssysteme das Einteilungsschema der Behandlungsmittel zu verschieden war. Zwei vergleichbare Arbeiten sind die von KARAGEORGIOU et al. [61] aus der kieferorthopädischen Abteilung einer deutschen Zahnklinik und RICHMOND et al. [95], der Behandlungen innerhalb des „General Dental Service“ in England und Wales untersuchte.
Der überwiegende Anteil der hier untersuchten Patienten, nämlich 95, wurde mit einer Multibandapparatur behandelt, davon 52 ausschließlich, 33 kombiniert herausnehmbar-festsitzend und 10 orthodontisch-kieferchirurgisch; nur 5 Patienten erhielten lediglich herausnehmbare Apparaturen. Bei KARAGEORGIOU et al. [61] wurden 79% mit einer Multibandapparatur behandelt, davon 40% ausschließlich und 38% in Kombination, 21% wurden nur herausnehmbar therapiert. RICHMOND et al. [95] ermittelten nur 45% festsitzend behandelte Patienten, davon 34% ausschließlich und 11% Kombinationsbehandlungen, 55% wurden nur herausnehmbar behandelt (Tab. 28).
Festsitzende Apparaturen wurden in der hier untersuchten Patientengruppe also vergleichsweise häufig eingesetzt, der Anteil der ausschließlich mit herausnehmbaren Geräten behandelten Patienten war dagegen sehr gering.

Tab. 28: Vergleich der Anteile verschiedener Behandlungsmittel in unterschiedlichen Untersuchungen.

Autor	festsitzend	nur festsitzend	kombiniert herausnehmbar -festsitzend	nur herausnehmbar
KARAGEORGIOU [61]	79%	40%	38%	21%
RICHMOND [95]	45%	34%	11%	55%
Eigene Daten	95%	52%	33%	5%

Bei 31 Patienten schloß die kieferorthopädische Therapie die Extraktion bleibender Zähne ein. Bei näherer Untersuchung ergab sich, daß bei 7 dieser Patienten (23%) die Extraktionsentscheidung von bereits erfolgten Extraktionen bleibender Zähne oder Nichtanlagen beeinflußt wurde.
Extraktionsentscheidungen werden weiterhin von biologischen und sozioökonomischen Gegebenheiten seitens des Patienten (z. B. Ausprägung von Engständen, Akzeptanz von Extraktionen) sowie Vorlieben des Behandlers bestimmt. In einer Studie und Literaturübersicht von PECK und PECK [88] wurde die Extraktionsfrequenz von 13 Untersuchungen (10 europäische, 3 US-amerikanische) zusammengestellt. Die gefundenen Extraktionshäufigkeiten lagen zwischen 6,5% und 83,5%, eine bemerkenswerte Spanne von fast 80%. Die Extraktionshäufigkeit bei der hier untersuchten Patientengruppe lag also im unteren Drittel der von PECK und PECK [88] vorgelegten Zusammenstellung.

5.2.3 Behandlungsqualität

Gesamtgruppe

Der Vergleich von Modellen vor und nach kieferorthopädischer Behandlung und die Analyse der Behandlungsparameter hilft, die Qualität zukünftiger Behandlungen zu verbessern [54].

Der Literaturvergleich bezüglich der PAR Werte stellt sich als außerordentlich schwierig dar.
Es konnten 38 Arbeiten gefunden werden, die ein Patientenkollektiv mit Hilfe des PAR Indexes untersuchten [5, 11, 17, 20, 25, 28, 40, 41, 43, 44, 53, 56, 57, 58, 59, 62, 64, 70, 75, 81, 84, 87, 90, 93, 94, 95, 102, 103, 104, 107, 110, 112, 120, 122, 123, 124, 125, 132]. Von diesen Arbeiten wurden in 6 Untersuchungen nur spezielle Therapieverfahren benutzt [17, 62, 64, 81, 104, 107], 2 Studien untersuchten nur erwachsene oder nur jugendliche Patienten [87, 102] und 5 Studien machten keine Angaben über die durchschnittlichen PAR Werte der Gesamtgruppe [58, 59, 95, 112, 120]. 11 Untersuchungen benutzten den amerikanisch gewichteten PAR Index [11, 25, 40, 53, 56, 57, 75, 84, 103, 110, 132] und konnten daher nicht oder nur bedingt zum Vergleich herangezogen werden.
Weiterhin wurden beispielsweise nicht immer Angaben darüber gemacht, wie die Patienten ausgewählt wurden, welche Behandlungsgeräte zur Anwendung kamen, ob der Untersucher kalibriert oder in die Behandlungen involviert war oder zu welchem Zeitpunkt das Schlußmodell genommen wurde. Dies sind jedoch Faktoren, die die Vergleichbarkeit der Ergebnisse beeinflussen.

Der PAR Wert vor Behandlungsbeginn gibt Auskunft über das Ausmaß der anfangs vorhandenen dentalen und okklusalen Abweichungen. Er lag in der untersuchten Gruppe im Durchschnitt bei 23,9. Vergleicht man diesen Wert zunächst mit einer deutschen Studien, so liegt er leicht über den von FELLNER et al. [41] ermittelten Werten zweier kieferorthopädischer Fachpraxen von 22,6 und 20,9. RICHMOND et al. [94] ermittelten für kieferorthopädische Praxen in Norwegen einen ähnlichen PAR Anfangswert von 23,8. In England fanden FOX [44] und TURBILL et al. [122] deutlich höhere Werte von 29,0 und 27,0.

Der PAR Wert nach Behandlungsabschluß gibt die verbliebenen dento-okklusalen Abweichungen an und ist ein Maß für die Qualität der Behandlung. Nach RICHMOND et al. [92] ist ein Endwert ≤ 5 mit einer nahezu idealen, ein Wert ≤ 10 mit einer akzeptablen Okklusion gleichzusetzen. In der hier untersuchten kieferorthopädischen Abteilung konnte der PAR Wert im Durchschnitt auf 5,2 gesenkt werden. Damit liegt er zwischen den von FELLNER et al. [41] gemessenen Werten von 7,3 und 3,8 zweier kieferorthopädischer Praxen. Für England wurden durchschnittliche PAR Endwerte zwischen 9,0 („Hospital Service“) und 12,7 („General Dental Service“) bestimmt [44, 122, 123]; für norwegische Spezialisten wurde ein Wert von 4,4 ermittelt [94].
65,0% der hier untersuchten Patienten erreichten einen PAR Endwert ≤ 5 und 89,0% einen Wert ≤ 10. Bei SHAW et al. [112] hatten nur 71,3% der Patienten

einen PAR Endwert ≤ 10, bei FOX [44] 65,2% (beide „Hospital Service“), bei RICHMOND et al. [95] 38,0% und bei TURBILL et al. [123] 40,7% (beide „General Dental Service“).

Die hier gefundene durchschnittliche prozentuale Verbesserung von 76% reflektiert ebenfalls einen hohen Behandlungsstandard. Sie ist vergleichbar mit den von FELLNER et al. [41] gemessenen Werten zweier kieferorthopädischer Fachpraxen von 66% sowie 79%, dem von RICHMOND et al. [94] erhobenen Wert von 78% norwegischer Spezialisten und dem von FIRESTONE et al. [43] gefundenen Wert von 73% für eine schweizerische Zahnklinik. In England wurden deutlich niedrigere Werte ermittelt, 55% von RICHMOND et al. [93], 66% von FOX [44] und zwischen 44% und 48% von TURBILL et al. [123, 122], obwohl die PAR Anfangswerte dort sogar höher lagen.

Eine Übersicht über die PAR Werte zum Anfang und Abschluß kieferorthopädischer Behandlungen verschiedener Studien gibt Tabelle 29.

Tab. 29: PAR Werte im Vergleich verschiedener Untersuchungen. Die Standardabweichung ist in Klammern angegeben; k. A. = keine Angaben.

Autor	PAR Anfang	PAR Ende	PAR % Verbesserung
FELLNER et al. [41]			
Praxis A	22,6 (9,8)	7,3 (5,0)	66,3 (21,2)
Praxis B	20,9 (7,7)	3,8 (3,7)	79,3 (21,2)
FIRESTONE et al. [43]	24,8 (9,1)	5,3 (4,8)	73,0 (k. A.)
FOX [44]	29,0 (10,5)	9,0 (8,0)	66,1 (k. A.)
RICHMOND et al. [94]	23,8 (k. A.)	4,4 (k. A.)	77,8 (k. A.)
TURBILL et al. [122]	27,0 (10,3)	12,7 (7,3)	47,6 (33,4)
TURBILL et al. [123]	26,6 (10,7)	12,6 (7,1)	43,8 (41,9)
Eigene Daten	23,9 (10,3)	5,2 (3,8)	75,6 (18,4)

Diese Werte stehen in gewisser Weise auch für Behandlungsstandards verschiedener Behandlungssysteme. In England wird nur etwa die Hälfte der Behandlungen von kieferorthopädischen Spezialisten durchgeführt. Zusätzlich erleichterte das englische Genehmigungssystem Behandlungen mit herausnehmbaren Apparaturen [123]. So wurden in den englischen Studien nur 48% [44] und 21% [123] der Patienten mit festsitzenden Apparaturen in beiden Kiefern behandelt, in der norwegischen Studie waren es dagegen über 90% [94] und in der vorliegenden Untersuchung 81%. Da festsitzende Behandlungen beider Kiefer in verschiedenen

Studien bessere Resultate lieferten [46, 82, 91, 95], wäre dies eine Erklärungsmöglichkeit der unterschiedlichen Ergebnisse. Auch RICHMOND et al. [94] führen den hohen Behandlungsstandard vier norwegischer Praxen auf den großen Anteil festsitzender Behandlungen zurück.
Es bleibt jedoch anzumerken, daß den englischen Studien vergleichbare Querschnittsuntersuchungen für Deutschland nicht vorliegen.

Der Einfluß der Erfahrung und Qualifikation des Behandlers wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Während zahlreiche Studien einen Effekt nachweisen konnten [16, 46, 68, 82, 101], fanden andere Untersuchungen diesbezüglich keinen Hinweis [95, 122].

Die Einteilung der vorliegenden Behandlungsergebnisse in die drei von RICHMOND et al. [93] angegebenen Verbesserungskategorien ergab folgendes Ergebnis: „greatly improved“ 33 Patienten, „improved“ 65 Patienten und „worse - no different“ 2 Patienten. Damit ein Behandlungsergebnis als „improved“ klassifiziert wird, ist eine Verbesserung um mindestens 30% nötig, „greatly improved“ sind Ergebnisse mit einer Verbesserung um mindestens 22 Punkte. Erst ein PAR Anfangswert von mindestens 22 Punkten ermöglicht überhaupt, in die „greatly improved“ Kategorie zu gelangen. Dieses war nur bei 55 der untersuchten Patienten gegeben. Von diesen 55 Patienten erreichten 33 (60%) die „greatly improved“ Kategorie. Eine Übersicht über die Verteilungen auf die Verbesserungskategorien verschiedener Untersuchungen gibt Tabelle 30.

Tab. 30: Anteil der Patienten in den verschiedenen Verbesserungskategorien im Vergleich verschiedener Untersuchungen. Die Standardabweichung ist in Klammern angegeben; k. A. = keine Angaben.

Autor	Mittelwert PAR Anfang	„greatly improved“	„improved“	„worse- no different“
FOX [44]	29,0 (7,7)	41%	47%	12%
POWER et al. [90]	24 (Median)	22%	61%	17%
RICHMOND et al. [93]	k. A.	22%	57%	21%
RICHMOND et al. [94]	23,8 (k. A.)	34%	61%	5%
SHAW et al. [112]	34 (Median)	53%	43%	4%
TURBILL et al. [122]	27,0 (10,3)	22%	56%	22%
TURBILL et al. [123]	26,2 (10,7)	23%	53%	25%
Eigene Daten	23,9 (10,3)	33%	65%	2%

Erfreulich ist auch der in der vorliegenden Untersuchung gefundene geringe Wert von nur 2 Patienten in der Kategorie “worse - no different“, das heißt nahezu alle Patienten profitierten von ihrer Behandlung. Die Ergebnisse der englischen Studien zeigen dagegen, daß die Behandlung für einen beträchtlichen Anteil der Patienten keinen wesentlichen Nutzen erbrachte [93, 122, 123] (Tab. 30).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Werte der vorliegenden Untersuchung am besten mit denen von RICHMOND et al. [94] (norwegische Spezialisten) verglichen werden können, da die mittleren PAR Anfangswerte die gleiche Größenordnung haben. Ferner konnten vergleichbar gute Ergebnisse erzielt werden.

RICHMOND et al. [93, 94] schlugen folgende Kriterien als Kennzeichen eines hohen Behandlungsstandards vor:
Die mittlere prozentuale Verbesserung aller behandelten Patienten sollte so hoch wie möglich (über 70%), die Anzahl der Patienten in der „worse - no different“ Kategorie gering (unter 5%) und der Anteil in der „greatly improved“ Kategorie wiederum hoch sein (über 40%).
Die in der vorliegenden Studie ermittelten Ergebnisse erfüllen somit die ersten beiden Kriterien (mittlere prozentuale Verbesserung 75,6%, Anteil in der „worse - no different“ Kategorie 2,0%). Der Anteil der Behandlungsresultate, klassifiziert als „greatly improved“, liegt jedoch nur bei 33,0%. Dieses sollte jedoch nicht als schlechte Behandlungsqualität interpretiert werden, sondern ist durch eine geringe Anzahl von Patienten mit starken okklusalen Abweichungen bei Behandlungsbeginn und dadurch bedingtem niedrigem PAR Anfangswert verursacht. Bei einem initialen PAR Wert unter 22 Punkten kann die „greatly improved“ Kategorie nicht erreichet werden. Hier beeinflußt der geringe Anteil von Patienten mit initialem PAR Wert $\geq$ 22 die Verbesserung der Gruppe als Ganzes.

Abschließend kann festgestellt werden, daß die durch den PAR Index ermittelte Behandlungsqualität der untersuchten kieferorthopädischen Abteilung als sehr gut einzustufen ist. Sie ist vergleichbar mit der hohen Qualität deutscher [41] und norwegischer [94] Spezialisten. Dies ist um so erfreulicher, da die Behandlungen ausschließlich von Weiterbildungsassistenten durchgeführt wurden. Somit zeugt das Ergebnis auch von der Güte der Ausbildung und des Lehrkörpers der untersuchten kieferorthopädischen Abteilung.

Einfluß verschiedener Faktoren auf die Behandlungsqualität

In früheren Studien ergab sich eine Abhängigkeit der Behandlungsergebnisse von der Art der angewendeten Apparaturen, herausnehmbar oder festsitzend [24, 82, 95, 123], und, falls festsitzend, von der spezifischen Art der Behandlungstechnik [24, 123].
In der vorliegenden Studie wurden mit allen Apparaturen annähernd ideale okklusale Verhältnisse hergestellt. Der beste mittlere PAR Endwert wurde mit der

Kombination von herausnehmbaren und festsitzenden Geräten erreicht (4,6), gefolgt von der ausschließlich festsitzenden Behandlung (5,2) und der Kombination von kieferorthopädischer und kieferchirurgischer Therapie (6,2). Der schlechteste Wert ergab sich nach alleiniger Behandlung mit herausnehmbaren Geräten (7,6). Auch die Analyse der prozentualen Verbesserungen der vorliegenden Studie ergab das beste Ergebnis für die Kombination aus herausnehmbarer-festsitzender Therapie (79,3%). Es folgten die Kombination Kieferorthopädie-Kieferchirurgie (78,5%) und nur festsitzende Therapie (73,6%), das schlechteste Ergebnis lieferten wiederum herausnehmbare Apparaturen (66,5%). Auch wenn diese Unterschiede nicht signifikant waren, scheint sich jedoch ein Trend abzuzeichnen, daß mit der Kombination von herausnehmbarer und festsitzender Therapie die besten Resultate erzielt wurden und mit rein herausnehmbarer Therapie die schlechtesten. Bei 38 Patienten wurden herausnehmbare Geräte eingesetzt. Auffallend ist allerdings die geringe Anzahl von nur 5 Patienten, die ausschließlich mit herausnehmbaren Apparaturen behandelt wurden. Scheinbar wurde das Ergebnis bei den übrigen 33 Patienten (87%) nach der Therapie mit herausnehmbaren Apparaturen als nicht ausreichend beurteilt und eine festsitzende Behandlung angeschlossen. Andererseits wurden offensichtlich bei diesen 33 Patienten herausnehmbare Apparaturen zur Vorbereitung der festsitzenden Therapie und zur Erreichung des Behandlungsziels als sinnvoll erachtet.
Patienten, die eine Kombinationsbehandlung aus Kieferorthopädie und Kieferchirurgie erhielten, imponierten mit einem signifikant höheren mittleren PAR Anfangswert. Der durchschnittliche PAR Endwert lag etwas höher als bei ausschließlich festsitzender Behandlung. Hier schienen Behandler und Patient - wegen der großen Verbesserung bezüglich des Ausgangszustands sowie der Schwierigkeit der Therapie - mit etwas stärkeren dento-okklusalen Abweichungen am Behandlungsende zufrieden zu sein. Die mittlere Verbesserung um 78,5% der kieferorthopädisch-kieferchirurgisch behandelten Gruppe bestätigt die Werte anderer Studien von 78,0% und 83,0% [9 bzw. 81].

Extraktionen und/oder Nichtanlagen hatten keinen signifikanten Einfluß auf die PAR Werte. Zwar war der PAR Anfangswert in der Gruppe mit Extraktionen und/oder Nichtanlagen leicht erhöht (25,5 gegen 22,9), das Behandlungsresultat war jedoch mit 5,2 als mittlerem PAR Endwert bei beiden Gruppen identisch. Die höhere prozentuale Verbesserung der Gruppe mit Extraktionen und/oder Nichtanlagen (78% gegen 74%) ergibt sich aus dem höheren PAR Anfangswert dieser Patienten. Anzumerken bleibt, daß alle Patienten, bei denen Extraktionen und/oder Nichtanlagen vorkamen, festsitzend behandelt wurden. BIRKELAND et al. [17], MAYES [70] und HOLMANN et al. [57] konnten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den PAR Endwerten bei Behandlungen mit oder ohne Extraktionen finden. LOBB et al. [68] berichteten dagegen, daß Extraktionen häufiger zu Behandlungsmißerfolgen führten. Ihre Patienten wurden jedoch vorwiegend mit herausnehmbaren Apparaturen behandelt.

Innerhalb der verschiedenen *Angle*-Klassen gab es signifikante Unterschiede in der Stärke der initialen Abweichungen. Der mittlere PAR Anfangswert war am höchsten für die *Angle*-Klasse III (35,6), gefolgt von der *Angle*-Klasse II,1 (25,6), der *Angle*-Klasse II,2 (21,5) und der *Angle*-Klasse I (18,1). Dies erklärt sich durch den hohen Gewichtungsfaktor (x 6) für sagittale Schneidezahnabweichungen (inzisale Stufe), die vor allem in der *Angle*-Klasse II,1 und III vorliegen. Trotzdem imponiert der deutlich höhere Wert der *Angle*-Klasse III. Diese Gruppe bestand aber nur aus 8 Patienten. Untersucht man diese Patienten im einzelnen, so fällt auf, daß alle bei Behandlungsbeginn älter als 17 Jahre waren und die Dysgnathie bei 6 dieser Patienten so ausgeprägt vorlag, daß sie kombiniert kieferorthopädisch und kieferchirurgisch therapiert wurden.
Die Behandlung verbesserte den Gebißbefund bei allen *Angle*-Klassen sehr stark, wie es die PAR Endwerte von 3,6 bis 5,8 belegen. Den niedrigsten Wert wies die *Angle*-Klasse III auf; auch die prozentuale Verbesserung war hier am höchsten (85,1%), gefolgt von der *Angle*-Klasse II,1 (78,0%), der *Angle*-Klasse II,2 (73,4%) und der *Angle*-Klasse I (69,0%). Die statistische Analyse ergab jedoch keine Signifikanzen.
Betrachtet man diese Ergebnisse, so könnte der Eindruck entstehen, die *Angle*-Klasse III ließe sich tendenziell am erfolgreichsten behandeln - ein Eindruck, der den klinischen Erfahrungen keineswegs entspricht [55]. Auch hier ist wieder zu berücksichtigen, daß die meisten Patienten der *Angle*-Klasse III mittels Kieferorthopädie und Kieferchirurgie behandelt wurden. Junge Patienten, bei denen eine im allgemeinen schwierige und nicht immer erfolgreiche Wachstumsbeeinflussung nötig gewesen wäre, waren in der untersuchten Klientel nicht vorhanden.
Auch BIRKELAND et al. [17] untersuchten den Einfluß der *Angle*-Klassen auf das Behandlungsresultat mit Hilfe des PAR Indexes und fanden ebenfalls signifikante Unterschiede des PAR Anfangswertes bei annähernd gleichem Behandlungsresultat. Im Gegensatz zu der vorliegenden Untersuchung lagen für die Patienten jedoch andere Auswahlkriterien vor, und es wurden nur festsitzende Apparaturen eingesetzt. In ihrer Studie wies die *Angle*-Klasse II,2 die höchste prozentuale Verbesserung mit 80,8% auf, dicht gefolgt von der *Angle*-Klasse II,1 mit 78,4%.

Zwischen der Zuverlässigkeit und Mitarbeit der Patienten und dem Behandlungsresultat konnte kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden. FOX [44] und O´BRIEN et al. [84] fanden ebenfalls keinen Zusammenhang zwischen der Anzahl versäumter Termine und dem Behandlungsergebnis, gemessen durch den PAR Index; in beiden erwähnten Studien lagen jedoch andere Auswahlkriterien für die Patienten vor. Dieses Ergebnis ist auf den ersten Blick überraschend, erwartet man doch bei schlechter Mitarbeit eher schlechtere Ergebnisse. Da die vorliegende Studie gleichzeitig auch die Behandlungsdauer analysierte, offenbarte sich, daß die Behandlung bei schlechter Mitarbeit deutlich mehr Zeit beanspruchte.

Bezüglich der PAR Werte gab es keine signifikanten Geschlechtsunterschiede. Das Behandlungsresultat war für männliche und weibliche Patienten nahezu gleich. Übereinstimmende Ergebnisse fanden FOX [44] und BIRKELAND et al. [17].

Im Gegensatz hierzu beobachteten KERR et al. [64], die die Behandlungsresultate nach Therapie mit herausnehmbaren Geräten untersuchten, bessere Ergebnisse bei Mädchen.

5.2.4 Behandlungsdauer

Eine kieferorthopädische Behandlung sollte so lange wie nötig und so kurz wie möglich dauern, um den Patienten und die Zahnstrukturen nicht unnötig zu belasten.

Die Behandlungsdauer in der untersuchten kieferorthopädischen Abteilung bewegte sich zwischen 8 und 85 Monaten bei einer durchschnittlichen Dauer von 39,1 Monaten. Vergleicht man diesen Wert zunächst mit anderen deutschen Untersuchungen, so liegt er zwischen den von FELLNER et al. [41] ermittelten Werten zweier kieferorthopädischer Fachpraxen von 49 Monaten (13 bis 99 Monate) und 31,8 Monaten (8 bis 88 Monate) und unter dem von MAYES [70] ermittelten Wert der kieferorthopädischen Abteilung einer Zahnklinik von 51 Monaten.
VIG et al. [127] untersuchten die Behandlungsdauer kieferorthopädischer Praxen in den USA und ermittelten eine durchschnittliche Behandlungszeit von 31,3 Monaten (4 bis 90 Monate). Eine detaillierte Angabe über die dort verwendeten Apparaturen fehlte jedoch.
Die durchschnittliche Behandlungsdauer verschiedener US-amerikanischer Kliniken wurde mit 33,3 bis 34,9 Monaten [40, 53, 75] angegeben. Auch hier fehlten genaue Angaben über eingesetzte Behandlungsgeräte. Da es sich um Kliniken handelte, kann nur vermutet werden, daß ein breites Spektrum von Therapieverfahren angewandt wurde, obwohl traditionell bedingt eine Vorliebe für festsitzende Apparaturen bestehen dürfte.

<u>Einfluß verschiedener Faktoren auf die Behandlungsdauer</u>

Bei der Überprüfung des Einflusses des initialen PAR Wertes auf die Behandlungsdauer wurde ein signifikanter Unterschied in der Gruppe festsitzend behandelter Patienten gefunden. Bei Patienten mit größeren PAR Anfangswerten dauerte die Behandlung signifikant länger. Bei kombiniert herausnehmbar und festsitzend behandelten Patienten konnte dieser Zusammenhang nicht festgestellt werden. Diese Ergebnisse bestätigen die Untersuchung von TAYLOR et al. [120], bei der ein Einfluß des initialen PAR Wertes auf eine Gruppe mit vollständiger Multibandapparatur in beiden Kiefern festgestellt wurde, jedoch nicht in einer Gruppe mit herausnehmbaren Apparaturen oder Kombination herausnehmbarer und teilweise festsitzender Apparaturen.

Die Behandlungsabfolge von herausnehmbaren und festsitzenden Apparaturen dauerte mit durchschnittlich 56,2 Monaten erwartungsgemäß am längsten. Auch FIRESTONE et al. [43] fanden die längste Behandlungszeit für diese Behandlungskombination. Die ausschließlich festsitzende Therapie (30,3 Monate) und die Kombination aus Kieferorthopädie und Kieferchirurgie (27,1 Monate) benötigten

deutlich weniger Zeit. Interessanterweise führte eine Vorbehandlung mit herausnehmbaren Apparaturen nicht zu einer verkürzten Behandlungszeit der anschließenden festsitzenden Therapie.

Um auszuschließen, daß die höhere durchschnittliche Behandlungsdauer der Gesamtgruppe nur durch einen hohen Anteil von herausnehmbaren und festsitzenden Kombinationsbehandlungen verursacht war, soll auch die Therapiedauer der festsitzenden Behandlungen verglichen werden.
Die mittlere Dauer der Therapie mit Multibandapparaturen betrug 30,3 Monate bei großer Variabilität (8 bis 64 Monate). FELLNER et al. [41] ermittelten eine durchschnittliche Behandlungsdauer in zwei deutschen kieferorthopädischen Praxen von 26,2 und 18,9 Monaten, FINK und SMITH [42] einen Mittelwert sechs US-amerikanischer Praxen von 23,1 Monaten, BIRKELAND et al. [17] für eine norwegische Klinik 17,7 Monate sowie KELLY und SPRINGATE [62] für zehn englische Praxen 22 Monate. Die für die untersuchte Abteilung ermittelte Dauer der Multibandtherapie liegt im Literaturvergleich also deutlich höher bei vergleichbaren Behandlungsergebnissen [17, 41, 62].

Der Effekt von Extraktionen auf die Behandlungsdauer bleibt weiterhin umstritten. Die vorliegende Untersuchung unterstützt die Ergebnisse von VIG et al. [127] und BECKWITH et al. [10], daß die Extraktion von Zähnen die Behandlungsdauer nicht signifikant beeinflußt. Die benötigte Therapiezeit in den beiden untersuchten Behandlungsgruppen der vorliegenden Studie war zwar durchschnittlich um jeweils 4 Monate länger, falls Extraktionen und/oder Nichtanlagen vorlagen, jedoch erreichten diese Unterschiede keine Signifikanz. VIG et al. [127] verglichen die Behandlungszeiten fünf kieferorthopädischer Praxen. In jeder dieser Praxen dauerte eine festsitzende Behandlung, bei der Extraktionen durchgeführt wurden, im Durchschnitt zwischen 2,3 und 6,5 Monate länger. Dieser Unterschied erreichte jedoch nur in einer Praxis statistische Signifikanz. BECKWITH et al. [10] untersuchten ebenfalls fünf kieferorthopädische Praxen. Sie fanden eine um 1,4 Monate verlängerte Behandlungszeit bei Behandlungen mit Extraktionen, jedoch ebenfalls ohne Signifikanz. Dagegen fanden Fink und SMITH [42], HOLMANN et al. [57] und ALGER [3] eine um 2,9; 3,7 beziehungsweise 4,6 Monate signifikant längere Behandlungszeit bei Extraktionstherapie und festsitzender Behandlung.
In allen Untersuchungen, die vorliegende eingeschlossen, lag also die Behandlungszeit mit Extraktionen über der ohne Extraktionen, allerdings waren diese Unterschiede nicht immer signifikant.

Bei der Untersuchung der mittleren Behandlungsdauer, getrennt nach *Angle*-Klassen, ergaben sich für die *Angle*-Klassen I; II,2 und II,1 annähernd gleiche Zeiten (38,9 bis 41,3 Monate), die Behandlung der *Angle*-Klasse III wies die kürzeste Dauer auf (25,2 Monate). Die Unterschiede waren wegen der geringen Gruppengröße der *Angle*-Klasse III nicht signifikant. Die gefundene kürzeste mittlere Behandlungszeit für die *Angle*-Klasse III scheint der klinischen Erfahrung zu widersprechen. Dabei ist aber zu beachten, daß 6 dieser 8 Patienten kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgisch behandelt wurden. Darüber hinaus war das

durchschnittliche Alter bei Behandlungsbeginn in dieser Gruppe 22,2 Jahre, und selbst die jüngste Patientin war bereits 17,3 Jahre alt, das heißt bei keinem der Patienten schloß die Therapie den Versuch einer, in der Regel eher langwierigeren, Wachstumsbeeinflussung ein. FELLNER et al. [41] gaben für die *Angle*-Klasse I eine ähnliche mittlere Behandlungsdauer von 42 Monaten an, für die Behandlung der *Angle*-Klasse III wurden dagegen 53 Monate benötigt. Über die Altersverteilung innerhalb der verschiedenen *Angle*-Klassen machten sie jedoch keine Angaben. Auch BECKWITH et al. [10] und HORN et al. [59] fanden keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der *Angle*-Klassifikation und der Behandlungsdauer.
Untersucht man dagegen die Behandlungsdauer der verschiedenen *Angle*-Klassen getrennt nach Behandlungsgeräten, zeigten sich bei der ausschließlichen Behandlung mit festsitzender Technik deutlich längere Behandlungszeiten für die *Angle*-Klasse II gegenüber der *Angle*-Klasse I, bedingt durch die zusätzlich notwendige Korrektur der sagittalen Kieferrelation.

Die Anzahl der versäumten Termine und der Ermahnungen wegen schlechter Mitarbeit diente als Maß für die Kooperation der untersuchten Patienten [79]. Für beide Parameter konnte ein signifikanter Einfluß auf die Behandlungsdauer ermittelt werden, das heißt bei den Patienten, die viele Termine versäumten oder eine ungenügende Mitarbeit zeigten, dauerte die Behandlung deutlich länger. Diese Beeinflussung trat in beiden untersuchten Behandlungsgruppen (nur festsitzende Apparatur, herausnehmbare und festsitzende Apparatur) auf. Der therapieverlängernde Effekt versäumter Termine bei festsitzender Behandlung bestätigt die Ergebnisse von FINK und SMITH [42] sowie BECKWITH et al. [10]. TAYLOR et al. [120] fanden dagegen keinen Einfluß bei festsitzender Behandlung, sondern nur bei herausnehmbarer oder kombiniert herausnehmbarer und teilweise festsitzender Therapie.

Die Geschlechtszugehörigkeit hatte in der präsentierten Untersuchung keinen Einfluß auf die Behandlungsdauer. Dieser Aspekt wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Die vorliegenden Daten bestätigen die Resultate von VIG et al. [127], FINK und SMITH [42] und BECKWITH et al. [10]. Demgegenüber fanden TAYLOR et al. [120] eine um 3 Monate längere Behandlungszeit bei weiblichen und AL YAMI et al. [5] eine um 3,7 Monate längere Behandlung bei männlichen Patienten.

Zwischen dem Alter bei Behandlungsbeginn und der Behandlungsdauer bestand ein signifikanter Zusammenhang. Je jünger die Patienten bei Behandlungsbeginn waren, desto länger dauerte tendenziell die Behandlung. Diese Korrelation wurde sowohl in der ausschließlich festsitzend behandelten Gruppe als auch in der herausnehmbar und festsitzend behandelten Gruppe ermittelt. In letztgenannter war die Korrelation sogar besonders ausgeprägt ($r = -0,74$). Ebenfalls längere Behandlungszeiten bei jüngeren Patienten ermittelten FELLNER et al. [41], FIRESTONE [43] und VIG et al. [127]. FINK und SMITH [42] fanden dagegen keinen signifikanten Einfluß. In letzterer Studie wurden die Patienten jedoch nur mit festsitzenden Apparaturen behandelt, und das durchschnittliche Alter bei

Behandlungsbeginn lag bei 18,2 Jahren, das heißt, der Anteil jugendlicher Patienten war vermutlich deutlich geringer als in der vorliegenden Untersuchung.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die durchschnittliche Behandlungsdauer der untersuchten kieferorthopädischen Abteilung vor allem im internationalen Vergleich länger war. Dies galt sowohl für die gefundene Behandlungszeit der Gesamtgruppe als auch für die Dauer der Behandlung mit festsitzenden Apparaturen.

Patienten mit hohen PAR Werten bei Behandlungsbeginn benötigten längere Behandlungszeiten bei der Therapie mit festsitzenden Apparaturen. Im Vergleich zu anderen Studien waren die gefundenen PAR Anfangswerte jedoch nicht oder nur geringfügig größer [41, 44, 94, 122].

Extraktionen scheinen die Behandlungsdauer ebenfalls zu verlängern. Die Extraktionshäufigkeit bei der untersuchten Patientengruppe lag jedoch eher unter der anderer Arbeiten [88, 127].

Eine *Angle*-Klasse II führte bei festsitzender Behandlung zu signifikant längeren Behandlungszeiten. Der Anteil von Patienten mit *Angle*-Klasse II lag in der untersuchten Patientengruppe über der anderer Untersuchungen [17, 61, 127]. Dieser Umstand könnte an der längeren durchschnittlichen Behandlungszeit mit festsitzenden Apparaturen ursächlich beteiligt sein.

Wie die vorliegenden Ergebnisse zeigen, führte häufiges Versäumen der Behandlungstermine als auch unzureichendes Tragen der kieferorthopädischen Apparaturen zu deutlich längeren Behandlungszeiten. Zusätzlich erwies sich die Zuverlässigkeit der untersuchten Patienten bezüglich der Termineinhaltung als geringer im Vergleich zu anderen Untersuchungen [42, 44]. Auch dieser Faktor könnte zu der festgestellten längeren mittleren Behandlungsdauer beigetragen haben.

Ferner führt ein früher Behandlungsbeginn zu einer langen Behandlungsdauer. Andere Untersuchungen ermittelten sowohl ein niederigeres mittleres Alter bei Behandlungsbeginn [41, 127] als auch ein höheres [42, 59], detaillierte Vergleiche waren nicht möglich.

McGuinness et al. [74] ermittelten den Einfluß eines Behandlerwechsels auf die Behandlungsdauer und fanden eine Verlängerung der Behandlungszeit von fast neun Monaten, wenn während der festsitzenden Therapie ein Behandlerwechsel stattfand bei gleich gutem Therapieresultat. Von den hier untersuchten Patienten wurden lediglich 29 von nur einem Behandler betreut, 71 Patienten hatten zwei oder mehr Behandler. Ob die Behandlungsdauer durch die Behandlerwechsel verlängert wurde oder ob komplexere Behandlungen die benötigte Behandlungszeit erhöhten und nachfolgend zu einer größeren Behandlerzahl führten, kann im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht geklärt werden.

5.2.5 Behandlungsqualität und Behandlungsdauer

Wie bereits erwähnt, führten hohe PAR Werte zu Behandlungsbeginn zu signifikant längeren Behandlungszeiten bei der Therapie mit Multibandapparaturen.

Bei der Analyse der Behandlungsmittel ergaben sich die besten Ergebnisse für Kombinationen von herausnehmbaren und festsitzenden Apparaturen, allerdings verbunden mit den längsten Behandlungszeiten. Die alleinige Behandlung mit festsitzenden Apparaturen lieferte nur unwesentlich schlechtere Ergebnisse bei deutlich kürzerer Behandlungsdauer. Die ausschließliche Therapie mit herausnehmbaren Apparaturen erfolgte nur bei 5 Patienten und lieferte die schlechtesten Resultate. Die höchsten PAR Anfangswerte fanden sich signifikant bei Patienten, die kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgisch behandelt wurden bei zugleich kürzester durchschnittlicher Behandlungszeit.

Extraktionen und/oder Nichtanlagen hatten keinen signifikanten Einfluß auf die Behandlungsqualität. Es zeigten sich Tendenzen zu höheren PAR Anfangswerten und längeren Behandlungszeiten, die aber nicht signifikant waren.

Die *Angle*-Klassen zeigten weder einen signifikanten Einfluß auf die Behandlungsqualität noch auf die Behandlungsdauer der Gesamtgruppe. Eine Ausnahme bildete die *Angle*-Klasse III. Sie wies die höchsten PAR Anfangswerte und die kürzeste Behandlungszeit auf. Die Erklärung hierfür liegt in der vergleichsweise niedrigen Patientenzahl (8 Patienten) und der ungewöhnlichen Zusammensetzung dieser Gruppe. Es handelte sich ausschließlich um erwachsene Patienten, von denen 6 zusätzlich operativ behandelt wurden.
Bei der Behandlung mit festsitzenden Apparaturen wurde für die *Angle*-Klasse II jedoch die längste Zeit benötigt.

Zwischen der Zuverlässigkeit sowie Mitarbeit der Patienten und der Behandlungsqualität konnte kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden. Dieses Ergebnis ist auf den ersten Blick überraschend, erwartet man doch bei schlechter Mitarbeit eher schlechtere Ergebnisse. Die vorliegende Studie erlaubte jedoch die gleichzeitige Analyse der Behandlungsdauer. Es zeigte sich, daß bei gleich guten Behandlungsergebnissen für Patienten mit vielen versäumten Behandlungsterminen oder ungenügender Mitarbeit eine deutliche und signifikante Zunahme der Behandlungsdauer eintrat. Hier schien die angestrebte Behandlungsqualität nur auf Kosten einer verlängerten Therapiedauer erreicht worden zu sein.

Das Geschlecht der Patienten beeinflußte in der untersuchten Patientengruppe weder die Behandlungsresultate noch die Therapiedauer.

6 Schlußfolgerungen, klinische Konsequenzen und Ausblick

- Der PAR Index ist der gegenwärtig gebräuchlichste und geeignetste Index zur Beurteilung kieferorthopädischer Behandlungsergebnisse. Er wird zur kritischen Überprüfung der eigenen Behandlungsqualität empfohlen. Dazu soll er auf größere Stichproben abgeschlossener Behandlungen angewendet werden und nicht auf Einzelfälle. So kann ein Gesamtbild der Behandlungsqualität erstellt werden.
  Ein zuverlässiger Vergleich mit Daten anderer Studien hat die Kalibrierung der Untersucher zur Voraussetzung.

- Der PAR Index scheint jedoch nicht empfindlich genug, die feinen Unterschiede bei hohen Behandlungsniveaus zu differenzieren. Der Grund hierfür ist in den gewährten dentalen und okklusalen Abweichungen vor der ersten Punktvergabe zu suchen.

- Der PAR Endwert sowie der Anteil der Patienten mit idealem (≤ 5 Punkte) und akzeptablem (≤ 10 Punkte) PAR Endwert werden als geeignetste Kriterien zur Beurteilung der Behandlungsqualität angesehen. Ferner sollte zur Beurteilung der Ergebnisse immer der PAR Anfangswert angeführt sein. Die PAR Differenz zwischen Anfangs- und Schlußmodell ist wegen der hohen Korrelation mit dem PAR Anfangswert für eine Beurteilung der Behandlungsqualität ungeeignet. Die alleinige Darstellung der prozentualen Verbesserung ist wegen der mathematischen Beeinflussung durch den initialen PAR Wert ebenfalls problematisch.

- Die Beurteilungskriterien des PAR Indexes für die Seitenzahnokklusion in sagittaler Richtung sind diskussionswürdig. Im Seitenzahngebiet wird die perfekte sagittale Verzahnung vom Eckzahn bis zum letzten durchgebrochenen Molaren für einen Punktwert von null gefordert, bereits geringfügige oder klinisch irrelevante Abweichungen führen zur Punktvergabe. Dies beeinflußt besonders Ergebnisse mit niedrigem PAR Ausgangswert.

- Die Behandlungsqualität der untersuchten kieferorthopädischen Abteilung ist als sehr gut einzustufen und zeigt sich vergleichbar mit der Qualität deutscher [41] und norwegischer [94] Kieferorthopäden. Das gute Ergebnis scheint begründet in dem häufigen und qualifizierten Gebrauch festsitzender Apparaturen. Dieses Ergebnis sollte Ansporn sein, den Behandlungsstandard auf diesem Niveau zu halten.

- Die Behandlungsdauer ist im Vergleich zu anderen Studien länger und verbesserungsfähig. Das galt sowohl für die durchschnittliche Behandlungsdauer der Gesamtgruppe, als auch für die Länge der Therapie mit Multibandapparaturen. Als mögliche Gründe hierfür kommen eine geringere Mitarbeit der Patienten und ein niedrigeres Alter bei Behandlungsbeginn in Betracht. Ferner war der Anteil von Patienten mit einer *Angle*-Klasse II höher. Bei der Multibandtherapie von Patienten mit einer *Angle* Klasse II

wurden längere Therapiezeiten benötigten. Auch ein hoher Anteil von Kombinationsbehandlungen mit herausnehmbaren und festsitzenden Geräten führt zu langen Behandlungszeiten.
Patienten und Patienteneltern sollte ihre eigene Verantwortung - durch Einhaltung der Behandlungstermine und Befolgung der Trageanweisungen - an der zügigen Durchführung der Therapie verdeutlicht werden.
Des weiteren wird empfohlen, die gegenwärtigen Behandlungskonzepte bei frühem Behandlungsbeginn zu durchdenken. Dies gilt besonders für die sukzessive Behandlung mit herausnehmbaren und festsitzenden Apparaturen.

Ausblick

Der PAR Index mißt den Behandlungsstandard in unmittelbarem Anschluß an die Behandlung. Ein wesentliches Qualitätsmerkmal ist jedoch auch die Stabilität des erreichten Ergebnisses [67]. Die vorliegende Untersuchung bildet somit die Grundlage für eine erneute Untersuchung der Behandlungsresultate mittels PAR Index zu einem späteren Zeitpunkt, um auch diesen Aspekt zu berücksichtigen [17, 30, 45, 70].

Im Vergleich zu anderen Untersuchungen ergab sich eine sehr gute Behandlungsqualität, aber eine längere Behandlungsdauer, weiterhin fielen häufigere Behandlerwechsel auf. Durch die Studie von McGuinness et al. [74] ergibt sich die Möglichkeit, daß auch in der hier untersuchten kieferorthopädischen Abteilung zwischen der Anzahl der Behandler und der Behandlungsdauer ein Zusammenhang bestehen könnte. Im universitären Betrieb sind Behandlerwechsel derzeit unvermeidlich. In einer prospektiven Studie sollte dieser Einfluß auf die Behandlungsdauer untersucht werden mit der Konsequenz, gegebenenfalls neue Strategien zur Übergabe und Weiterbehandlung der Patienten zu erarbeiten.

7 Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, die durchschnittliche Patientenklientel und die Behandlungsstrategien der Abteilung für Kieferorthopädie und Orthodontie der Humboldt-Universität zu Berlin zu untersuchen, die Behandlungsqualität und die Behandlungsdauer zu bestimmen sowie deren mögliche Einflußfaktoren zu benennen. Hierzu wurden retrospektiv die Modelle sowie die Behandlungsakten von 100 fortlaufend abgeschlossenen Behandlungen ausgewertet; bedingt dadurch sind die Teilzahlen der Probanden identisch mit Prozentangaben.

Zur Beurteilung der Behandlungsqualität wurde der gegenwärtig am häufigsten eingesetzte okklusale Index, der Peer Assessment Rating (PAR) Index verwendet und kritisch beurteilt. Der PAR Index wird auf das Anfangs- und auf das Schlußmodell angewendet und teilt verschiedenen dentalen und okklusalen Abweichungen Punktwerte zu, die unterschiedlich gewichtet und im Anschluß summiert werden. Als Ergebnis erhält man eine einzige Zahl, die mit zunehmender Abweichung vom Idealwert null die Ausprägung einer Dysgnathie repräsentiert. Zu berücksichtigen ist, daß, wie bei jedem okklusalen Index, andere Erfolgsparameter unbeachtet bleiben.

<u>Ergebnisse:</u>

- Unterschiede wurden mit dem Kruskal-Wallis H Test und dem Mann-Whitney U Test auf Signifikanz überprüft. Eine Irrtumswahrscheinlichkeit bis 5% wurde als signifikant angesehen.
- In der untersuchten Patientengruppe überwogen weibliche Patienten (62%). Das durchschnittliche Alter bei Behandlungsbeginn lag bei 14,9 Jahren (7,4 bis 42,2 Jahre). Am häufigsten wurde die Behandlung im Alter von 9 oder 10 Jahren begonnen, 24 Patienten waren bereits erwachsen. Die *Angle*-Klasse II (71%) war am zahlreichsten vertreten, gefolgt von der Angle-Klasse I (21%) und der Klasse III (8%).
  77 Patienten versäumten vereinbarte Termine, 38 Patienten mußten wegen ungenügender Mitarbeit ermahnt werden.
- Es kam ein breites Spektrum kieferorthopädischer Behandlungsgeräte zum Einsatz. Bei 95 Patienten wurde eine festsitzende Apparatur verwendet. Bei 52 Patienten erfolgte die Behandlung ausnahmslos mit dieser Apparatur, 33 Patienten wurden aufeinanderfolgend mit herausnehmbaren und festsitzenden Geräten behandelt und 10 Patienten kombiniert kieferorthopädisch und kieferchirurgisch. Nur 5 Patienten wurden ausschließlich mit herausnehmbaren funktionskieferorthopädischen Geräten therapiert. Bei 31 Patienten wurden während der kieferorthopädischen Behandlung Zähne extrahiert. Die Extraktionsmuster waren sehr variabel und beeinflußt von bereits stattgefundenen Extraktionen oder vorliegenden Nichtanlagen.

- Die PAR Differenz zwischen Anfangs- und Endwert ist zur alleinigen Charakterisierung des Behandlungsergebnisses ungeeignet, da sie eine sehr hohe Korrelation zum PAR Anfangswert zeigte. Günstig ist dagegen der PAR Endwert.
- Die Behandlungsqualität der untersuchten kieferorthopädischen Abteilung war sehr gut. Der PAR Wert vor Behandlungsbeginn lag für die Gesamtgruppe bei durchschnittlich 23,9 Punkten. Der PAR Wert nach Behandlungsende lag bei 5,2. Die prozentuale Verbesserung betrug 75,6%. 65 Patienten hatten nach Behandlungsende einen PAR Wert ≤ 5 und 89 Patienten einen PAR Wert ≤ 10. Nur 4 Patienten erreichten einen PAR Wert von null. Diese geringe Anzahl wurde hauptsächlich durch Punktvergabe im Bereich der Seitenzahnokklusion in sagittaler Richtung verursacht. Die Verteilung der Patienten auf die einzelnen Verbesserungs-Kategorien lautete: „greatly improved" 33 Patienten, „improved" 65 Patienten, „worse - no different" 2 Patienten.
- Unterschiede in der initialen Ausprägung der Anomalie standen in signifikantem Zusammenhang mit den gewählten Behandlungsmethoden und der Angle-Klassifikation.
- Auf die Behandlungsqualität hatte keiner der untersuchten Faktoren (Behandlungsmittel, Extraktion/Nichtanlage, *Angle*-Klasse, Mitarbeit und Geschlecht) einen signifikanten Einfluß.
- Die mittlere Behandlungsdauer aller Patienten betrug 39,1 Monate (8 bis 85 Monate). Die Behandlung mit herausnehmbaren und anschließend festsitzenden Apparaturen dauerte mit durchschnittlich 56,2 Monaten erwartungsgemäß am längsten. Die alleinige Behandlung mit festsitzenden Apparaturen benötigte im Schnitt 30,3 Monate, eine kieferorthopädisch-kieferchirurgische Kombinationstherapie beanspruchte 27,1 Monate.
- Auf die Behandlungsdauer hatten von den untersuchten Faktoren (PAR Anfangswert, Behandlungsmittel, Extraktion/Nichtanlage, *Angle*-Klasse, Mitarbeit, Geschlecht und Alter bei Behandlungsbeginn) der PAR Anfangswert bei festsitzender Behandlung, die Behandlungsmittel, die Mitarbeit und das Alter bei Behandlungsbeginn einen signifikanten Einfluß.
- Bei der Analyse der Behandlungsmittel ergaben sich die besten Ergebnisse für Kombinationen festsitzender und herausnehmbarer Apparaturen (4,6 PAR Punkte), allerdings verbunden mit den längsten Behandlungszeiten. Die ausschließliche Behandlung mit festsitzenden Apparaturen lieferte nur unwesentlich schlechtere Ergebnisse (5,2 PAR Punkte) bei deutlich geringeren Behandlungszeiten. Die alleinige Therapie mit herausnehmbaren Apparaturen wurde nur bei 5 Patienten durchgeführt und lieferte die schlechtesten Resultate (7,6 PAR Punkte). Die höchsten PAR Anfangswerte fanden sich signifikant in der Gruppe der kombiniert kieferorthopädisch-

kieferchirurgisch behandelten Patienten bei kürzester durchschnittlicher Behandlungsdauer.

- Extraktionen und/oder Nichtanlagen hatten keinen signifikanten Einfluß auf das Behandlungsresultat oder die Behandlungsdauer, es zeigte sich aber eine Tendenz zu höheren PAR Anfangswerten und längeren Behandlungszeiten.
- Die *Angle*-Klassen hatten weder einen signifikanten Einfluß auf die Behandlungsqualität noch auf die Behandlungsdauer der Gesamtgruppe. Eine Ausnahme bildete die *Angle*-Klasse III: Sie wies die höchsten PAR Anfangswerte und die kürzeste Behandlungsdauer auf. Die Erklärung hierfür liegt in der vergleichsweise niedrigen Patientenzahl und der ungewöhnlichen Zusammensetzung dieser Gruppe, denn es handelte sich ausschließlich um erwachsene Patienten, von denen 6 der 8 Patienten zusätzlich operativ behandelt wurden.
  Wurde der Einfluß der Angle-Klassen jedoch getrennt für die verschiedenen Behandlungsapparaturen bestimmt, zeigten sich bei Behandlung mit festsitzenden Geräten deutlich längere Behandlungszeiten bei Vorliegen einer Angle-Klasse II.
- Die Mitarbeit des Patienten hatte keinen Effekt auf die Behandlungsqualität am Ende der Behandlung, jedoch verlängerte eine schlechte Mitarbeit die Behandlungszeit signifikant.
- Das Geschlecht der Patienten beeinflußte weder das Behandlungsresultat noch die Therapiedauer.

8 Summary

The purpose of this study was to investigate a group of patients and the treatment strategies of the Department of Orthodontics and Dentofacial Orthopaedics at the Humboldt University of Berlin. The study was also conducted to determine the overall quality and duration of orthodontic treatment as well as to identify factors affecting both features. The treatment records of 100 consecutively finished patients were evaluated retrospectively. Therefore, the number and percentage of patients are identical

The **P**eer **A**ssessment **R**ating (**PAR**) Index was used to score pre- and post-treatment dental casts of the same patient. The individual scores for various dental and occlusal components were weighted and summed. A PAR of zero indicates good alignment, and higher scores indicate higher levels of irregularity. It must be mentioned, as with any occlusal index, that other indicators of a successful treatment outcome are not considered.

Results:

The Kruskal-Wallis H test and the Mann-Whitney U test were used to compare the results. Statistical significance was set at $p \leq 0.05$.

- The sample comprised of more female patients (62%) and a lesser percentage of male patients. The average age at the start of treatment was 14.9 years (7.4 - 42.2 years). Most of the patients who started treatment were between the ages of 9 and 10 years old, 24 patients were over the age of 18. At the start of treatment, 71 patients had an *Angle* Class II, 21 an *Angle* Class I and 8 patients an *Angle* Class III. There were 77 patients who failed at least once to show up for their appointments and 38 patients had negative chart entries regarding appliance wear.
- There was a wide range of appliance types used in this sample. The treatment involved fixed appliances for 95 patients. 52 patients were treated only with this type of appliance, 33 were treated with removable and fixed appliances successively and 5 patients were treated solely with removable functional appliances. 10 patients received combined orthodontic treatment and orthognatic surgery. 31 patients had extractions of permanent teeth as part of their treatment. The extraction patterns differed widely and were influenced by former extractions or congenitally missing teeth.
- To assess treatment standards, the PAR score difference between pre-treatment and post-treatment study casts was not appropriate due to a high correlation between PAR difference and the initial PAR score. The post-treatment PAR score is more favourable.
- The examined orthodontic department seemingly produced a high standard of orthodontic care. The average pre- and post-treatment PAR scores were 23.9 and 5.2, respectively. The mean percentage reduction in PAR score

was 75.6 percent. Post-treatment, 65 patients fell into the 0 - 5 PAR score group, and 89 patients had a PAR score of 10 or less.
However, only 4 patients scored 0 at the end of treatment. This was mainly due to minor discrepancies in the anterior-posterior buccal occlusion and most likely the result of the criteria used in assessing this component.
According to the “nomogram” 33 patients have been “greatly improved”, 65 patients “improved” and 2 ranked “worse or no different”.

- Within different types of treatment strategies and *Angle* Classes, there was a significant difference in the initial PAR score.
- When treatment quality was analysed, of all the factors examined (type of therapy, extractions/agenesis, *Angle* Classes, compliance and gender) none showed a significant influence.
- The mean active treatment duration was 39.1 months (8 – 85 months). As expected, the sequence of removable and fixed appliances required the longest treatment time (56.2 months). Fixed appliance therapy alone took 30.3 months, a combination of orthodontics and orthognatic surgery lasted for 27.1 months on average.
- When treatment duration was analysed, with all the factors examined (pre-treatment PAR score, type of treatment, extractions/agenesis, *Angle* Classes, compliance, gender and age at treatment start) only pre-treatment PAR score in the fixed appliance group, type of treatment, compliance and age at treatment start, were significantly related.
- Evaluating appliance types, best results were achieved by using removable appliances followed by fixed appliances (4.6 PAR) but with longest treatment times. Fixed appliance therapy alone showed almost the same result (5.2 PAR) but required much less treatment time. Removable appliances were exclusively used only on 5 patients and yielded the poorest result (7.6 PAR). Patients treated in combination with orthognatic surgery showed the highest pre-treatment PAR scores and shortest treatment duration.
- Extractions and/or congenitally missing permanent teeth showed no significant effects on treatment quality or duration, anyhow a tendency to higher pre-treatment PAR scores and treatment lengths was noticeable.
- *Angle* Classes showed no statistically significant effect on treatment quality or duration of the whole sample beside *Angle* Class III. Class III yielded the highest pre-treatment PAR scores and shortest treatment duration. This group consisted of 8 patients, of whom 6 were treated surgically. However, analysis separated for appliance types showed longer treatment times for *Angle* Class II in the fixed appliance group.
- While compliance did not seem to be related to treatment quality, inadequate compliance did significantly prolong treatment duration.

- There were no significant differences between males and females in treatment quality or duration.

9 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Literaturübersicht von Veröffentlichungen zum PAR Index. 7

Tab. 2: Komponenten und Gewichtung des PAR Indexes.....16

Tab. 3: Alter bei Behandlungsbeginn in Jahren. 24

Tab. 4: Übersicht über nicht angelegte bleibende Zähne; Weisheitszähne sind nicht berücksichtigt. 25

Tab. 5: Häufigkeiten der verwendeten Behandlungsmittel bezogen auf die Gruppeneinteilung. 28

Tab. 6: Häufigkeiten einzelner angewandter Behandlungsmittel. 29

Tab. 7: *Angle*-Klassifikation, Operationsart und Anzahl der kieferorthopädisch und kieferchirurgisch behandelten Patienten. 29

Tab. 8: Häufigkeiten bestimmter Extraktionsmuster. 30

Tab. 9: Ergebnisse der Modellvermessungen mit dem PAR Index für die Gesamtgruppe (n = 100). 32

Tab. 10: Anzahl der Patienten in den einzelnen Verbesserungs-Kategorien.....33

Tab. 11: Zusammenhang zwischen den einzelnen PAR Parametern. Dargestellt sind der Korrelationskoeffizient nach Pearson (r) und der Determinationskoeffizient (r^2). 34

Tab. 12: Anteil der einzelnen Komponenten des PAR Indexes am PAR Anfangs- und Endwert. Dargestellt sind die mittleren PAR Werte, der dazugehörige prozentuale Wert ist in Klammern angeführt. Im unteren Teil der Tabelle ist die Anzahl der mit null Punkten bewerteten Ergebnisse innerhalb jeder Komponente angegeben (Anzahl Endergebnis = 0). 36

Tab. 13: PAR Werte zu Behandlungsbeginn und -ende der vier Behandlungsgruppen: Behandlung nur mit herausnehmbaren Apparaturen (nur HA), nur mit festsitzenden Apparaturen (nur FA), mit herausnehmbaren und festsitzenden Apparaturen (HA und FA) sowie kieferorthopädisch und kieferchirurgisch (KFO-KCHIR). Signifikante Unterschiede sind durch jeweils gleiche, hochgestellte Ziffern gekennzeichnet.....38

Tab. 14: PAR Werte der Patienten, die ohne Extraktionen behandelt wurden und die keine Nichtanlagen (außer der Weisheitszähne) aufwiesen, und der Patienten, die mit Extraktionen behandelt wurden oder bei denen Nichtanlagen bleibender Zähne (außer der Weisheitszähne) vorlagen sowie der Gesamtgruppe.....40

Tab. 15: PAR Werte der einzelnen *Angle*-Klassen sowie der Gesamtgruppe. Signifikante Unterschiede sind durch jeweils gleiche, hochgestellte Ziffern gekennzeichnet. 42

Tab. 16: Oben die PAR Werte der Patienten mit niedriger (bis ein) und hoher Anzahl (4 oder mehr) versäumter Termine, und unten die ohne oder mit Ermahnungen wegen schlechter Mitarbeit, jeweils getrennt nach Behandlungsgruppen nur festsitzende Apparaturen (nur FA) sowie herausnehmbare und festsitzende Apparaturen (HA und FA); Stabw. = Standardabweichung. 44

Tab. 17: PAR Werte der weiblichen und männlichen Patienten sowie der Gesamtgruppe. 45

Tab. 18: Durchschnittliche Behandlungsdauer der Gesamtgruppe in Monaten. ..47

Tab. 19: Einfluß niedriger und hoher PAR Anfangswerte auf die mittlere Behandlungsdauer der nur mit festsitzenden Apparaturen (nur FA) sowie herausnehmbaren und festsitzenden Apparaturen (HA und FA) behandelten Patienten. Signifikante Unterschiede sind durch jeweils gleiche, hochgestellte Ziffern gekennzeichnet. 49

Tab. 20: Behandlungsdauer (in Monaten) der Gesamtgruppe und der verschiedenen Behandlungsgruppen: Behandlung nur mit herausnehmbaren Apparaturen (nur HA), nur mit festsitzenden Apparaturen (nur FA), mit herausnehmbaren und festsitzenden Apparaturen (HA und FA) sowie kombiniert kieferorthopädisch und kieferchirurgisch (KFO-KCHIR). Signifikante Unterschiede sind durch jeweils gleiche, hochgestellte Ziffern gekennzeichnet. 51

Tab. 21: Behandlungsdauer (in Monaten) verschiedener Behandlungsgeräte: funktionskieferorthopädische Geräte (FKO), Headgear und aktive Platten (APL). 53

Tab. 22: Mittlere Behandlungsdauer (in Monaten) der Patienten, die ohne Extraktionen behandelt wurden und keine Nichtanlagen (außer der Weisheitszähne) aufwiesen, und der Patienten, die mit Extraktionen behandelt wurden oder bei denen Nichtanlagen bleibender Zähne (außer der Weisheitszähne) vorlagen, getrennt nach Behandlungsgruppen nur festsitzende Apparaturen (nur FA) sowie herausnehmbare und festsitzende Apparaturen (HA und FA); Stabw. = Standardabweichung. 54

Tab. 23: Behandlungsdauer (in Monaten) der einzelnen *Angle*-Klassen und der Gesamtgruppe. 55

Tab. 24: Mittlere Behandlungsdauer (in Monaten) der verschiedenen *Angle*-Klassen getrennt nach den Behandlungsgruppen nur festsitzende Apparaturen (nur FA) sowie herausnehmbare und festsitzende Apparaturen (HA und FA); Stabw. = Standardabweichung. 56

Tab. 25: Einfluß der Anzahl versäumter Termine (oben) und schlechter Mitarbeit (unten) auf die mittlere Behandlungsdauer (in Monaten) getrennt für nur festsitzend behandelte Patienten (nur FA) sowie herausnehmbar und festsitzend behandelte Patienten (HA und FA). Signifikante Unterschiede sind durch jeweils gleiche, hochgestellte Ziffern gekennzeichnet. 57

Tab. 26: Behandlungsdauer (in Monaten) der weiblichen und männlichen Patienten sowie der Gesamtgruppe. 59

Tab. 27: Korrelation (Korrelationskoeffizient r nach Pearson und Bestimmtheitsmaß r^2) zwischen der Behandlungsdauer und dem Alter der Patienten bei Behandlungsbeginn, getrennt nach Behandlungsgruppen nur festsitzend behandelt (nur FA) sowie herausnehmbar und festsitzend behandelt (HA und FA).....59

Tab. 28: Vergleich der Anteile verschiedener Behandlungsmittel in unterschiedlichen Untersuchungen. 67

Tab. 29: PAR Werte im Vergleich verschiedener Untersuchungen. Die Standardabweichung ist in Klammern angegeben; k. A. = keine Angaben..69

Tab. 30: Anteil der Patienten in den verschiedenen Verbesserungskategorien im Vergleich verschiedener Untersuchungen. Die Standardabweichung ist in Klammern angegeben; k. A. = keine Angaben. 70

10 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Verteilung der Anzahl der Behandler pro Patient. 14

Abb. 2: Zur Erleichterung der Modellvermessung wurde ein „ruler“ entwickelt. Auf diesem Lineal sind sämtliche durchzuführenden Messungen vermerkt. Die oberen drei Abschnitte des Lineals betreffen die Vermessung der Seitenzahnokklusion, darunter folgen die Mittellinienabweichung zwischen Ober- und Unterkiefer, der vertikale frontale Überbiß, die Kontaktpunktabweichungen des anterioren Segments (inklusive Impaktionen) und zum Schluß die sagittale Schneidezahnrelation. 17

Abb. 3: Anwendung des „rulers“. Links: Messung der Kontaktpunktabweichungen im Unterkiefer mit Hilfe des „rulers“. Hierbei werden alle Abweichungen vom mesialen Kontaktpunkt des bleibenden Eckzahns einer Seite bis zu dem der anderen Seite gemessen und anschließend summiert. Die Messung für den Kontaktpunkt zwischen rechtem Eckzahn und seitlichem Schneidezahn ergiebt hier den PAR Wert „1“. Rechts: Messung der sagittalen Schneidezahnstufe mit dem unteren Teil des „rulers“. Das am stärksten abweichende Schneidezahnpaar wird gewertet. Das Lineal wird dabei parallel zur Okklusionsebene und radial zum Zahnbogen gehalten. Der ermittelte PAR Wert beträgt hier „4“. 17

Abb. 4: Modellansicht einer Patientin vor (links) und nach (rechts) kieferorthopädischer Behandlung mit Gaumennahterweiterung, Multibandapparatur und Extraktion der Zähne 14, 24 und 36. Der PAR Anfangswert betrug „43“, der PAR Endwert „3“. Der zugehörige Auswertungsbogen ist in Abbildung 5 dargestellt. 18

Abb. 5: Auswertungsbogen der in Abbildung 4 dargestellten Modellpaare. Der PAR Wert wurde von „43“ auf „3“ reduziert. Das entspricht einer prozentualen Verbesserung von 93% und der Verbesserungskategorie „greatly improved“.....19

Abb. 6: Zeitraum zwischen Ende der aktiven Behandlung und Herstellung des Abschlußmodells in Monaten (Mo). 21

Abb. 7: Schematische Darstellung eines Boxplots.....22

Abb. 8: Geschlechtsverteilung der untersuchten Patienten. 23

Abb. 9: Altersverteilung der Patienten bei Behandlungsbeginn in Jahren. 24

Abb. 10: Verteilung der Patienten nach der *Angle*-Klassifizierung.....25

Abb. 11: Häufigkeitsverteilung nicht eingehaltener Termine.....26

Abb. 12: Häufigkeitsverteilung der Ermahnungen wegen schlechter Mitarbeit...27

Abb. 13: PAR Werte vor und nach der Behandlung für alle untersuchten Patienten sortiert nach fallendem PAR Anfangswert. 31

Abb. 14: Boxplots der PAR Werte zu Behandlungsbeginn (PAR Anfang), Behandlungsende (PAR Ende), der Differenz zwischen Anfangs- und Endwert (PAR Differenz) und der prozentualen Verbesserung (PAR % Verbesserung) der Gesamtgruppe. 32

Abb. 15: Häufigkeitsverteilung der PAR Werte nach Behandlungsabschluß. 33

Abb. 16: Darstellung der PAR Anfangs- und Endwerte aller Patienten im Nomogramm [93]. Da einige Wertepaare doppelt vorkommen, liegt die Anzahl der sichtbaren Symbole unter 100. Die Kriterien für die Einteilung in die verschiedenen Kategorien sind Tabelle 10 zu entnehmen. 34

Abb. 17: Streudiagramm der PAR Werte zu Behandlungsbeginn (PAR Anfang) und der Differenz zwischen Anfangs- und Endwerten (PAR Differenz). Die lineare Korrelation ist sehr hoch; R-Qu. = Determinations-koeffizient r^2.....35

Abb. 18: Boxplots der PAR Werte zu Behandlungsbeginn und -ende der vier Behandlungsgruppen: Behandlung nur mit herausnehmbaren Apparaturen (nur HA), nur mit festsitzenden Apparaturen (nur FA), mit herausnehmbaren und festsitzenden Apparaturen (HA und FA) sowie kieferorthopädisch und kieferchirurgisch (KFO-KCHIR). Der PAR Anfangswert der Gruppe KFO-KCHIR war signifikant größer als der der drei übrigen Gruppen.....39

Abb. 19: Boxplots der PAR Werte der Patienten, die ohne Extraktionen behandelt wurden und die keine Nichtanlagen (außer der Weisheitszähne) aufwiesen und der Patienten, die mit Extraktionen behandelt wurden und/oder bei denen Nichtanlagen bleibender Zähne (außer der Weisheitszähne) vorlagen. Die Unterschiede waren nicht signifikant...41

Abb. 20: Boxplots aller PAR Werte für die verschiedenen *Angle*-Klassen. Die Unterschiede zwischen den PAR Anfangswerten waren zwischen allen Klassen signifikant mit Ausnahme des Unterschieds zwischen der *Angle*-Klasse I und der *Angle*-Klasse II,2. 43

Abb. 21: Boxplots der PAR Werte der weiblichen und männlichen Patienten. Die Unterschiede waren nicht signifikant. 46

Abb. 22: Häufigkeitsverteilung der Behandlungsdauer in Monaten. 47

Abb. 23: Boxplots der Behandlungsdauer bei verschiedenen PAR Anfangswerten der nur mit festsitzenden Apparaturen (nur FA, oben) sowie der mit herausnehmbaren und festsitzenden Apparaturen (HA und FA, unten) behandelten Patienten. Die Unterschiede zwischen den Gruppen mit PAR Anfangswerten bis 18 und ab 30 bei nur fest sitzender Therapie (nur FA) waren signifikant. 50

Abb. 24: Behandlungsdauer (in Monaten) dargestellt für die verschiedenen Behandlungsgruppen: nur herausnehmbare Apparaturen (nur HA), nur festsitzende Apparaturen (nur FA), herausnehmbare und festsitzende Apparaturen (HA und FA) sowie Kieferorthopädie und Kieferchirurgie (KFO-KCHIR). Die längere Dauer für die Behandlungsabfolge von herausnehmbaren und festsitzenden Apparaturen (HA und FA) war signifikant zu der nur festsitzend behandelten (nur FA) und der kieferorthopädisch-kieferchirurgisch behandelten Gruppe (KFO-KCHIR). Auch der Unterschied zwischen der Gruppe nur HA und KFO-KCHIR war signifikant. 52

Abb. 25: Behandlungsdauer (in Monaten) dargestellt für die verschiedenen *Angle*-Klassen. Die Unterschiede waren nicht signifikant.....55

Abb. 26: Boxplots der Behandlungsdauer (in Monaten) in Abhängigkeit von der Anzahl versäumter Termine (oben) und Ermahnungen wegen schlechter Mitarbeit (Ermahn. Mitarbeit) (unten), getrennt nach Behandlungsgruppen nur festsitzend behandelte Patienten (nur FA) sowie herausnehmbar und festsitzend behandelte Patienten (HA und FA). Die Unterschiede innerhalb der Behandlungsgruppen waren signifikant.....58

Abb. 27: Ästhetisch störende Lücke im oberen Frontzahnbereich, die durch den PAR Index mit null Punkten bewertet wird.....62

Abb. 28: Klinisch schöne Verzahnungen im Seitenzahnbereich, die durch den PAR Index mit zwei Punkten (wegen Höcker/Höcker Verzahnung der Zähne 27/37, linkes Bild) und mit einem Punkt (keine perfekte neutrale Verzahnung der Zähne 23/33, rechtes Bild) bewertet wird.....62

11 Literaturverzeichnis

1 Afsharpanah A, Feghali R, Hans MG, Nelson S:
Assessment of orthodontically untreated adolescents using the PAR Index (IADR Abstract).
J Dent Res 1996; 75: 363.

2 Ahlgren J:
A ten-year evaluation of the quality of orthodontic treatment.
Swed Dent J 1993; 17: 201-209.

3 Alger DW:
Appointment frequency versus treatment time.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1988; 94: 436-439.

4 Al Yami EA, Kuijpers-Jagtman AM, van´t Hof MA:
Assessment of biological changes in a nonorthodontic sample using the PAR Index.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1998a; 114: 224-228.

5 Al Yami EA, Kuijpers-Jagtman AM, van´t Hof MA:
Occlusal outcome of orthodontic treatment.
Angle Orthod 1998b; 68: 439-444.

6 Al Yami EA, Kuijpers-Jagtman AM, van´t Hof MA:
Stability of orthodontic treatment outcome: follow-up until 10 years post-retention.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1999; 115: 300-304.

7 Angermann R, Berg R:
Erfolgsbewertung nach kieferorthopädischer Behandlung von markanten Abweichungen der Angle-Klasse III.
Fortschr Kieferorthop 1999; 60: 246-258.

8 Angle EH:
Classification of Malocclusion.
Dent Cosmos 1899; 41: 248-264.

9 Baker NJ, David S, Barnard DW, Birnie DJ, Robinson SN:
Occlusal outcome in patients undergoing orthognathic surgery with internal fixation.
Br J Oral Maxillofac Surg 1999; 37: 90-93.

10 Beckwith FR, Ackerman RJ, Cobb CM, Tira DE:
An evaluation of factors affecting duration of orthodontic treatment.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1999; 115: 439-447.

11 Beglin F, Beck M, Vig K, Buchsieb W, Shanker S:
Skeletal and dental variables do not explain occlusal outcome variations (IADR Abstract).
J Dent Res 1996; 75: 338.

12 Berg R:
Post-retention analysis of treatment problems and failures in 264 consecutively treated cases.
Eur J Orthod 1979; 1: 55-68.

13 Berg R, Fredlund A:
Evaluation of orthodontic treatment results.
Eur J Orthod 1981; 3: 181-185.

14 Berg R:
Die Bewertung von kieferorthopädischen Behandlungsergebnissen.
Inf Orthod Kieferorthop 1990; 4: 483-487.

15 Bergström K, Hallig A:
Comparison of three indices in evaluation of orthodontic treatment outcome.
Acta Odontol Scand 1997; 55: 36-43.

16 Bergström K, Hallig A, Huggare J, Johansson L:
Treatment difficulty and treatment outcome in orthodontic care.
Eur J Orthod 1998; 20: 145-157.

17 Birkeland K, Furevik J, Bøe E, Wisth PJ:
Evaluation of treatment and post-treatment changes by the PAR Index.
Eur J Orthod 1997a; 19: 279-288.

18 Birkeland K, Bøe OE, Wisth PJ:
Subjektive Bewertung von dentalen und psychosozialen Ergebnissen nach kieferorthopädischer Behandlung.
Fortschr Kieferorthop 1997b; 58: 44-61.

19 Blümchen D, Hüsgen W, Jakobs-Müller C, Sergl HG, Wenzel R:
Ergebnisse einer Nachuntersuchung kieferortopädisch behandelter Patienten.
Dtsch Zahnärztl Z 1974; 29: 575-581.

20 Bremen J von:
Effizienz kieferorthopädischer Therapie des Distalbisses (Angle Klasse II:1).
Zahnmed Diss; Gießen; 2000.

21 Brook PH, Shaw WC:
The development of an index of orthodontic treatment priority.
Eur J Orthod 1989; 11: 309-320.

22 Buchanan IB:
The evaluation and initial testing of an index to assess orthodontic treatment standards: the PAR Index.
MSc Thesis; University of Manchester; 1991.

23 Buchanan IB, Shaw WC, Richmond S, O´Brien KD, Andrews M:
A comparison of the reliability and validity of the PAR Index and Summers´ Occlusal Index.
Eur J Orthod 1993; 15: 27-31.

24 Buchanan IB, Russell JI, Clark JD:
Practical application of the PAR Index: an illustrative comparison of the outcome of treatment using two fixed appliance techniques.
Br J Orthod 1996; 23: 351-357.

25 Buchsieb W, Beglin F, Beck M, Vig K:
The effect of compliance on outcomes in two orthodontic programs (IADR Abstract).
J Dent Res 1996; 75: 363.

26 Bühl A, Zöfel P:
SPSS für Windows Version 6.1.
3. Auflage; Addison-Wesley-Longmann Verlag GmbH; Bonn; 1996.

27 Burden DJ, Stratford N:
Training dental nurses in the use of the PAR Index: a pilot study.
Br J Orthod 1996; 23: 153-155.

28 Burden DJ, McGuinness N, McNamara T:
Treatment outcome for a sample of patients with Class II division 1 malocclusion treated at a regional hospital orthodontic department.
J Ir Dent Assoc 1998; 44: 67-69.

29 Carlos J:
Evaluation of different indices of malocclusion.
Int Dent J 1970; 20: 606-617.

30 Crawford EC:
The long-term effect of orthodontic treatment - a study of occlusal change using the PAR Index (EOS Abstract).
Eur J Orthod 1994; 16: 332-333.

31 DeGuzman L, Bahiraei D, Vig KWL, Vig PS, Weyant RJ, O´Brien K:
The validation of the Peer Assessment Rating Index for malocclusion severity and treatment difficulty.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1995; 107: 172-176.

32 DiSalvo NA:
What is "successful" orthodontic treatment?
NY State Dent J 1986; 852: 12-15.

33 Draker HL:
Handicapping labio-lingual deviations: a proposed index for public health purposes.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1960; 46: 295-315.

34 Dyras M:
Ergebnisse kieferorthopädischer Behandlung im Lichte von Nachuntersuchungen.
Fortschr Kieferorthop 1974; 35: 221-226.

35 Eisel A, Katsarros C, Berg R:
Verlauf und Ergebnisse der KFO Behandlung bei 44 fortlaufend abgeschlossenen Klasse-II-Fällen.
Fortschr Kieferorthop 1994; 55: 1-8.

36 Eismann D:
Möglichkeiten und Grenzen kieferorthopädischer Therapie.
Dtsch Stomatol 1971; 21: 505-513.

37 Eismann D:
Zur Effektivität kieferorthopädischer Behandlungen mit Extraktion bleibender Zähne.
Dtsch Stomatol 1973; 23: 199-206.

38 Elderton RJ, Clark JD:
Orthodontic treatment in the General Dental Service assessed by the Occlusal Index.
Br J Orthod 1983; 10: 178-186.

39 Feghali R, Afsharpanah A, Hans M, Nelson S, Hassanein R:
Assessing orthodontic treatment outcome from 1980-85 using the PAR Index (IADR Abstract).
J Dent Res 1996; 75: 636.

40 Feghali R, Nelson S, Hans MG:
Comparing orthodontic treatment outcome of two geographically different clinic samples (IADR Abstract).
J Dent Res 1997; 76: 161.

41 Fellner U, Schlömer R:
Der PAR-Index - eine praktikable Methode der Qualitätssicherung.
Kieferorthop 1996; 10: 10-20.

42 Fink D, Smith J:
The duration of orthodontic treatment.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1992; 102: 45-51.

43 Firestone AR, Häsler RU, Ingervall B:
Treatment results in dental school orthodontic patients in 1983 and 1993.
Angle Orthod 1999; 69: 19-26.

44 Fox NA:
The first 100 cases: a personal audit of orthodontic treatment assessed by the PAR (Peer Assessment Rating) Index.
Br Dent J 1993; 174: 290-297.

45 Fox NA, Chadwick SC:
The first 100 cases of orthodontic treatment: one year out of retention.
Dent Update 1994; 21: 288-292, 294-297.

46 Fox NA, Richmond S, Wright JL, Daniels CP:
Factors affecting the outcome of orthodontic treatment within the General Dental Service.
Br J Orthod 1997; 24: 217-221.

47 Gottlieb EL:
Grading your orthodontic treatment results.
J Clin Orthod 1975; 9: 156-161.

48 Graf H, Ehmer U:
Sind Behandlungsbeginn, Behandlungsdauer und Behandlungsart wesentliche Faktoren für Ergebnis und Spätergebnis in der Kieferorthopädie?
Dtsch Stomatol 1972; 22: 100-109.

49 Grainger RM:
Orthodontic treatment priority index.
PHS publication no 10000; Series 2; No. 25; Washington: US Government Printing Office; 1967.

50 Grewe JM, Hagan DV:
Malocclusion indices. A comparative evaluation.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1972; 61: 286-294.

51 Hamdan AM, Rock WP:
An appraisal of the Peer Assessment Rating (PAR) Index and a suggested new weighting system.
Eur J Orthod 1999; 21: 181-192.

52 Harre P, Spalding P, Lange B, Erickson L, Cohen D, Garbin C:
Treatment outcome for orthodontists and non-orthodontists using the PAR Index (IADR Abstract).
J Dent Res 1996; 75: 338.

53 Hassanein R, Nelson S, Hans M, Feghali R:
Assessment of orthodontic treatment outcome using the PAR Index (IADR Abstract).
J Dent Res 1996; 75: 338.

54 Hickham J H:
Directional edgewise orthodontic approach.
J Clin Orthod 1975; 9: 143-154.

55 Hickham JH, Miethke R-R:
Über Gebrauch und Mißbrauch des Frontalzuges.
Prakt Kieferorthop 1991; 5: 115-132.

56 Holman K, Hans M, Powers M, Nelson S:
Assessing extraction vs nonextraction orthodontic treatment using the PAR Index (IADR Abstract).
J Dent Res 1996; 75: 363.

57 Holman JK, Hans MG, Nelson S, Powers MP:
An assessment of extraction versus nonextraction orthodontic treatment using the Peer Assessment Rating (PAR) Index.
Angle Orthod 1998; 68: 527-534.

58 Horn H, Göz R, Neuscheler C, Aeschelmann D, Axmann-Krcmar D:
The PAR Index as a tool for treatment planning and quality control (EOS Abstract).
Eur J Orthod 1997; 19: 574-575.

59 Horn H, Göz G, Neuscheler C, Aeschelmann D, Axmann-Krcmar D:
Treatment success and duration in consideration of the PAR Index (EOS Abstract).
Eur J Orthop 1998; 20: 624-625.

60 Hotz R:
Versuch einer Klassifizierung von Erfolg und Mißerfolg.
Fortschr Kieferorthop 1962; 23: 338-344.

61 Karageorgiou N, Pancherz H:
Auswertung kieferorthopädischer Behandlungsergebnisse.
Inf Orthod Kieferorthop 1996; 28: 311-326.

62 Kelly BM, Springate SD:
Specialist orthodontics in the General Dental Service.
Br Dent J 1996; 180: 209-215.

63 Kerr WJS, Buchanan IB, McColl JH:
Use of the PAR Index in assessing the effectiveness of the removable orthodontic appliances.
Br J Orthod 1993; 20: 351-357.

64 Kerr WJS, Buchanan IB, McNair FI, McColl JH:
Factors influencing the outcome and duration of removable appliance treatment.
Eur J Orthod 1994; 16: 181-186.

65 Kerr WJS, McColl JH, Frostick L:
The use of removable orthodontic appliances in the General Dental Service.
Br Dent J 1996; 181: 18-22.

66 Little RM:
The irregularity index: A quanantitative score of mandibular anterior alignment.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1975; 68: 554-563.

67 Little RM, Wallen TR, Riedel RA:
Stability and relapse of mandibular anterior alignment: first premolar extraction cases treated by traditional edgewise orthodontics.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1981; 80: 349-365.

68 Lobb WK, Ismail AI, Andrews CL:
Evaluation of orthodontic treatment using the dental aesthetic index.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1994; 106: 70-75.

69 Lopez-Gravito G, Wallen TR, Little RM, Joondeph JR:
Anterior open bite malocclusion: a longitudinal 10 year post-retention evaluation of orthodontically treated patients.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1985; 93: 175-186.

70 Mayes S:
Odontometrische Langzeitstudie zur Stabilität kieferorthopädischer Behandlungsergebnisse anhand des PAR-Index.
Zahnmed Diss; Freiburg i. Br.; 1997.

71 McGorray SP, Wheeler TT, Keeling SD, Yurkeiwicz L, Taylor MG:
Evaluation of orthodontists´ perception of treatment need and the Peer Assessment Rating (PAR) Index.
Angle Orthod 1999; 69: 325-333.

72 McGuinness NJ, Stephens CD:
Holograms and study models assessed by the PAR (Peer Assessment Rating) Index of malocclusion - a pilot study.
Br J Orthod 1993; 20: 123-129.

73 McGuinness NJ, Stephens CD:
An introduction to indices of malocclusion.
Dent Update 1994; 21: 140-144.

74 McGuinness NJ, McDonald JP:
The influence of operator changes on orthodontic treatment times and results in a postgraduate teaching environment.
Eur J Orthod 1998; 20: 159-167.

75 Mehdizadeh B, Nelson S, Hans M, Feghali R:
Assessing the outcome of orthodontic treatment using the PAR Index (IADR Abstract).
J Dent Res 1997; 76: 161.

76 Moyers RE:
Quality assurance in orthodontics.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1990; 97: 3-9.

77 Muelenaere KR de, Coetzee CE, Ackerman A:
The treatment need of a group of senior dental students as assessed by the IOTN and PAR Indices.
SADJ 1998; 54: 185-191.

78 Myrberg N, Thilander B:
An evaluation of the duration and the results of orthodontic treatment. Scand J Dent Res 1973; 81: 85-91.

79 Nanda RS:
Prediction of cooperation in orthodontic treatment.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1992; 102: 15-21.

80 Ngan P, Yiu C, Hagg U, Wei SHY:
Assessment of orthopedic treatment of Class III malocclusion using PAR Index (IADR Abstract).
J Dent Res 1997; 76: 161.

81 Nurminen L, Pietilä T, Vinkka-Puhakka H:
Motivation for and satisfaction with orthodontic-surgical treatment: a retrospective study of 28 patients.
Eur J Orthod 1999; 21: 79-87.

82 O´Brien KD, Shaw WC, Roberts CT:
The use of occlusal indices in assessing the provision of orthodontic treatment provided by the Hospital Orthodontic Service of England and Wales.
Br J Orthod 1993a; 20: 25-35.

83 O´Brien KD, Weyant RJ:
Process analysis of treatment provided by the Hospital Orthodontic Service.
Br J Orthod 1993b; 20: 131-134.

84 O´Brien KD, Robbins R, Vig KWL, Vig PS, Shnorhokian H, Weyant R:
The effectiveness of Class II, Division 1 treatment.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1995; 107: 329-334.

85 Otuyemi OD, Jones SP:
Long-term evaluation of treated Class II division 1 malocclusion utilizing the PAR Index.
Br J Orthod 1995a; 22: 171-178.

86 Otuyemi OD:
Evaluation of orthodontic treatment outcome: a personal clinical audit using the PAR Index (Peer Assessment Rating).
Afr Dent J 1995b; 9: 1-8.

87 Pangrazio-Kulbersh V, Kaczynski R, Shunock M:
Early treatment outcome assessed by the Peer Assessment Rating Index.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1999; 115: 544-550.

88 Peck S, Peck H:
Frequency of tooth extraction in orthodontic treatment.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1979; 76: 491-496.

89 Pickering EA, Vig P:
The Occlusal Index to assess orthodontic treatment results.
Br J Orthod 1976; 2: 47-51.

90 Power SM, Hodgkins JF, Stephens CD, Webb WG:
An investigation into the standard of orthodontic treatment carried out by GDPs after completion of a clinical assistant training.
Br Dent J 1996; 180: 91-97.

91 Richmond S:
A critical evaluation of orthodontic treatment in the General Dental Services of England and Wales.
PhD Thesis; University of Manchester; 1990.

92 Richmond S, Shaw WC, O´Brien KD, Buchanan IB, Jones R, Stephens CD, Roberts CT, Andrews M:
The development of the PAR Index (Peer Assessment Rating): reliability and validity.
Eur J Orthod 1992a; 14: 125-139.

93 Richmond S, Shaw WC, Roberts CT, Andrews M:
The PAR Index (Peer Assessment Rating): methods to determine outcome of orthodontic treatment in terms of improvement and standards.
Eur J Orthod 1992b; 14: 180-187.

94 Richmond S, Andrews M:
Orthodontic treatment standards in Norway.
Eur J Orthod 1993a; 15: 7-15.

95 Richmond S, Shaw WC, Stephens CD, Webb WG, Roberts CT, Andrews M:
Orthodontics in the General Dental Service of England and Wales: a critical assessment of standards.
Br Dent J 1993b; 174: 315-329.

96 Richmond S, Andrews M, Roberts CT:
The provision of orthodontic care in the General Dental Services of England and Wales: extraction patterns, treatment duration and standards.
Br J Orthod 1993c; 20: 345-350.

97 Richmond S:
Personal audit in orthodontics.
Br J Orthod 1993d; 20: 135-145.

98 Richmond S, Turbill EA, Andrews M:
Calibration of non-dental personnel in the use of the PAR Index.
Br J Orthod 1993e; 20: 231-234.

99 Richmond S, O´Brien K, Buchanan I, Burden D:
An introduction to occlusal indices.
ORTHO-CARE (UK) Limited; University of Manchester; Mandent Press; 1994; 15-24.

100 Richmond S, Buchanan IB, Burden DJ, O´Brien KD, Andrews W, Roberts CT, Turbill EA:
Calibration dentists in the use of occlusal indices.
Comm Dent Oral Epidemiol 1995; 23: 173-176.

101 Richmond S, Daniels CP, Fox N, Wright J:
The professional perception of orthodontic treatment complexity.
Br Dent J 1997; 183: 365-370.

102 Riedmann T, Berg R:
Retrospektive Bewertung des Therapieerfolgs bei kieferorthopädischer Behandlung von Erwachsenen.
Fortschr Kieferorthop 1999; 60: 108-123.

103 Robb SI, Sadowskyy C, Schneider BJ, BeGole EA:
Effectiveness and duration of orthodontic treatment in adults and adolescents.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1998; 113: 383-386.

104 Rodrigues-Garcia RCM, Sakai S, Rugh JD, Hatch JP, Tiner BD, van Sickels JE, Clark GM, Nemeth DZ, Bays RA:
Effects of major Class II occlusal corrections on temporomandibular signs and symptoms.
J Orofac Pain 1998; 12: 185-192.

105 Rose JS:
A thousand consecutive treated cases - a survey.
Br J Orthod 1974; 1: 45-54.

106 Sadowsky C, Schneider BJ, BeGole EA, Tahir E:
Long-term stability after orthodontic treatment: non-extraction with prolonged retention.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1994; 106: 243-249.

107 Saelens NA, De Smit AA:
Therapeutic changes in extraction versus non-extraction orthodontic treatment.
Eur J Orthod 1998; 20: 225-236.

108 Salzmann JA:
Handicapping malocclusion assessment to establish treatment priority.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1968; 54: 749-756.

109 Schmuth G:
Überprüfung kieferorthopädischer Behandlungsergebnisse.
Dtsch Zahnärztl Z 1962; 13: 981-985.

110 Shanker S, Beck M, Vig K, Vig P:
A comparison of mean treatment effect by city and epoch (IADR Abstract).
J Dent Res 1996; 75: 363.

111 Shaw WC:
Improving British Orthodontic Services.
Br Dent J 1983; 155: 131-135.

112 Shaw WC, Richmond S, O´Brien KD, Brook P, Stephens CD:
Quality control in orthodontics: indices of treatment need and treatment standards.
Br Dent J 1991a; 170: 107-112.

113 Shaw WC, Richmond S, O´Brien KD, Brook P:
Quality control in orthodontics: risk/benefit considerations.
Br Dent J 1991b; 170: 33-37.

114 Shaw WC, Richmond S, O´Brien KD:
The use of occlusal indices: a European perspective.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1995; 107: 1-10.

115 Sollich A:
Zur Aplasie bleibender Zähne unter Berücksichtigung ihrer Mikrosymptome.
Med Diss Berlin; 1974.

116 Sonnabend E:
Zur Unterzahl der Zähne, insbesondere der 3. Molaren.
Dtsch Zahn Mund Kieferheilkd 1966; 46: 34-43.

117 Stephens C, Drage KJ, Richmond S, Shaw WC, Roberts CT, Andrews M:
Consultant opinion on orthodontic treatment plans used by dental practitioners: a pilot study.
J Dent 1993; 21: 355-359.

118 Summers CJ:
The occlusal index: a system for identifying and scoring occlusal disorders.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1971; 59: 552-567.

119 Tang E, Wei S:
Assessing treatment effectiveness of removable and fixed orthodontic appliances with the occlusal index.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1990; 99: 550-556.

120 Taylor PJS, Kerr WJS, McColl JH:
Factors associated with the standard and duration of orthodontic treatment.
Br J Orthod 1996; 23: 335-341.

121 Turbill EA, Richmond S, Andrews M:
A preliminary comparison of the DPB´s grading of completed orthodontic cases with the PAR Index.
Br J Orthod; 1994; 21: 279-285.

122 Turbill EA, Richmond S, Wright JL:
Assessment of General Dental Services orthodontic standards: the Dental Practice Board´s gradings compared to PAR and IOTN.
Br J Orthod 1996a; 23: 211-220.

123 Turbill EA, Richmond S, Wright JL:
A critical assessment of orthodontic standards in England and Wales (1990-1991) in relation to changes in prior approval.
Br J Orthod 1996b; 23: 221-228.

124 Turbill EA, Richmond S, Wright JL:
A closer look at General Dental Service orthodontics in England and Wales. I: Factors influencing effectiveness.
Br Dent J 1999a; 187: 211-216.

125 Turbill EA, Richmond S, Wright JL:
A closer look at General Dental Service orthodontics in England and Wales. II: What determines appliance selection?
Br Dent J 1999b; 187: 271-274.

126 Turner SAM:
Occlusal indices revisited.
Br J Orthod 1990; 17: 197-203.

127 Vig PS, Weintraub JA, Brown C, Kowalski CJ:
The duration of orthodontic treatment with and without extractions: a pilot study of five selected practices.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1990; 97: 45-51.

128 Vig KWL, Weyant R, Vayda D, O´Brien K, Bennett E:
Orthodontic process and outcome: efficacy studies - strategies for developing process and outcome measures: a new era in orthodontics.
Clin Orth Res 1998; 1: 147-155.

129 Weiland FJ, Jonke E, Bantleon HP:
Secular trends in malocclusion in Austrian men.
Europ J Orthod 1997; 19: 355-359.

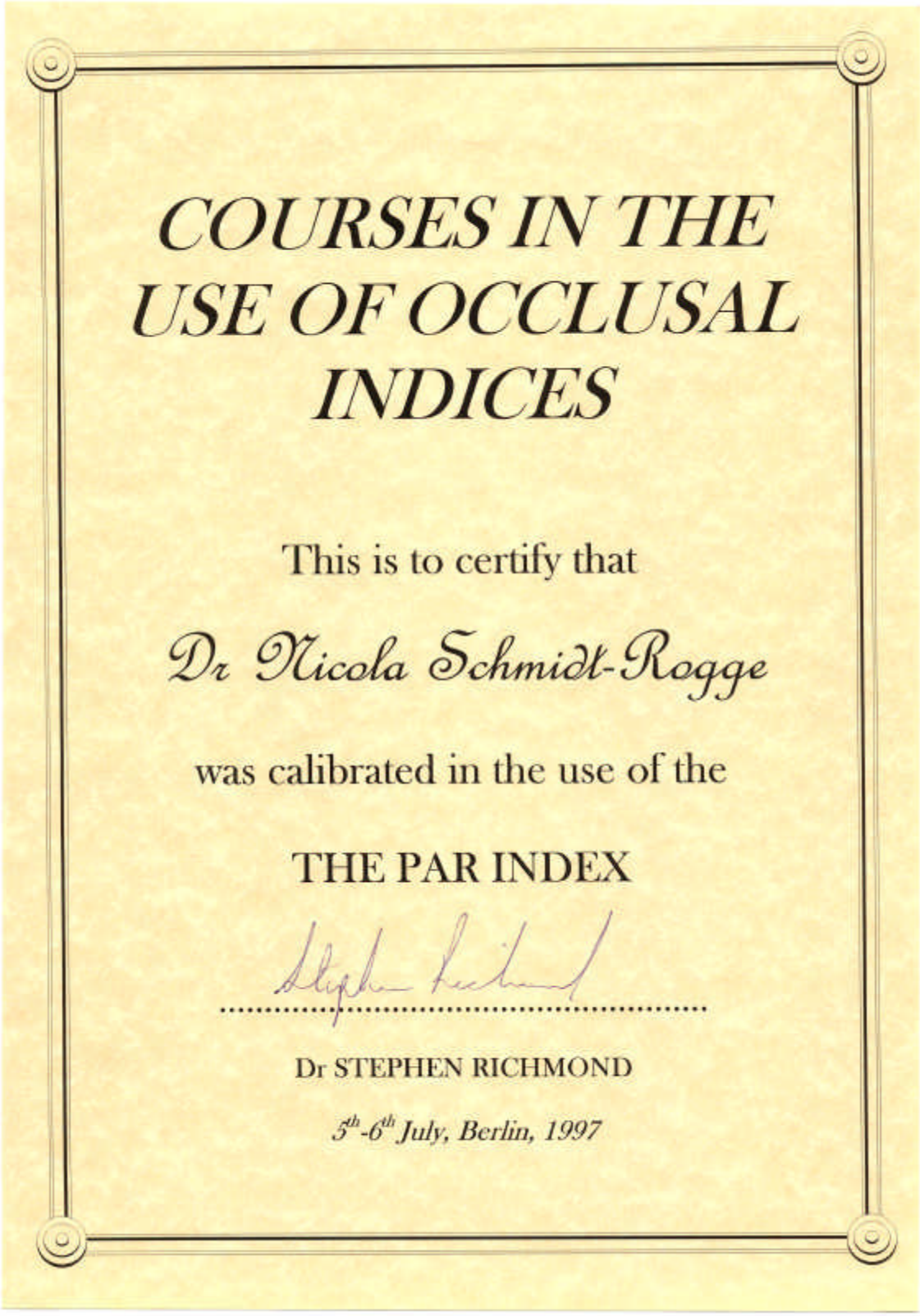
130 Wheeler TT, Yurkiewicz LA, McGorray SP, Garvan CW, King GJ, Keeling SD:
Comparison of orthodontist´s determination of orthodontic need assessment with the PAR Index (IADR-Abstract).
J Dent Res 1996; 75: 338.

131 Woodford B, Zody R, Beck M, Wade D:
Orthodontic extraction rates and patterns over time in private practices (IADR Abstract).
J Dent Res 1997; 76: 125.

132 Zody R, Vig K, Beck M, Wade D:
Occlusal outcome comparisons of private orthodontic practices over ten years (IADR Abstract).
J Dent Res 1997; 76: 125.

12 Anhang

Urkunde der Autorin über die erfolgreiche Kalibrierung im Umgang mit dem PAR Index.



COURSES IN THE USE OF OCCLUSAL INDICES

This is to certify that

Dr Nicola Schmidt-Rogge

was calibrated in the use of the

THE PAR INDEX

Dr STEPHEN RICHMOND

5th-6th July, Berlin, 1997

13 Danksagung

An erster Stelle möchte ich besonders Prof. Dr. R.-R. Miethke für die Überlassung des Themas, die freundliche Betreuung und hilfreiche Unterstützung danken.

Weiterhin danke ich Priv.-Doz. Dr. P.-G. Jost-Brinkmann für seine engagierte Hilfe bei jeglichen Problemen.

Den Helferinnen der Abteilung für Kieferorthopädie und Orthodontie der Charité Berlin danke ich für die Hilfe bei der Sichtung der Modelle und Suche nach Akten.

Herrn und Frau Dr. Voslamber danke ich herzlich für die Bereitstellung der digitalen Kamera und Unterstützung beim Druck dieser Arbeit.

Besonderer Dank für die geistige und materielle Unterstützung während meines gesamten Studiums und der Verfassung dieser Arbeit gebührt meiner Mutter.

Für die geistige und materielle Unterstützung während des Entstehens dieser Arbeit danke ich insbesondere auch Patrick Schoene.

Dr. Thilo Schmidt-Rogge danke ich besonders herzlich für die stete Bereitschaft zur kompetenten Hilfe.

14 Lebenslauf

Persönliche Angaben:

Name	Nicola Schmidt-Rogge
Geburt	10.12.1963 in Berlin
Staatsangehörigkeit	deutsch
Familienstand	ledig

Schule:

Juni 1981	Zeugnis der Allgemeinen Hochschulreife, Berlin

Studium:

1981 bis 1982	Studium „Fremdsprachenorientierte Studien eingangsphase“, Freie Universität Berlin
1982 bis 1988	Studium der Biologie, Freie Universität Berlin
1988 bis 1989	Forschungsarbeit am Robert-Koch Institut, Abteilung Virologie
1989 bis 1994	Studium der Zahnmedizin, Freie Universität Berlin
August 1994	Zahnmedizinisches Staatsexamen an der Freien Universität Berlin, Approbation als Zahnärztin
Dezember 1998	Anerkennung als Zahnärztin für Kieferorthopädie

Berufstätigkeit:

Oktober 1994 bis 1995	Ausbildungsassistentin in der Praxis Faber, Berlin
Oktober 1995 bis 1998	Wissenschaftliche Mitarbeiterin der Abteilung für Kieferorthopädie und Orthodontie, Charité Berlin

Auslandsaufenthalt:

April bis Juni 1999	USA; Besuch verschiedener kieferorthopädischer Praxen

Erklärung an Eides Statt

Hiermit erkläre ich an Eides Statt, daß die vorliegende Dissertation von mir selbst und ohne die unzulässige Hilfe Dritter verfaßt wurde. Sie stellt auch in Teilen keine Kopie anderer Arbeiten dar und die benutzten Hilfsmittel sowie die Literatur sind vollständig angegeben.

Berlin, 30.11.2000

Nicola Schmidt-Rogge