

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung.....	2
2. Literaturübersicht.....	4
2.1. Indizes.....	7
2.2. PAR-Index.....	11
2.3. ICON-Index.....	15
2.4. Übersicht der Studien anhand des PAR-Index.....	17
3. Material und Methode.....	28
4. Ergebnisse.....	32
5. Diskussion.....	57
5.1. Schlussfolgerungen.....	79
6. Zusammenfassung.....	82
7. Literaturverzeichnis.....	84
8. Lebenslauf.....	95

1. Einleitung

In den letzten Jahren hat auf internationaler wie auch auf nationaler Ebene das Interesse an dem Thema Qualitätssicherung zugenommen. Praxisökonomie, Kostensenkung und Effektivitätssteigerung sind in Zeiten begrenzter Ressourcen ebenfalls häufig diskutierte Themen. In diesem Zusammenhang spielt die Bewertung der Effektivität durchgeführter Maßnahmen eine entscheidende Rolle.

Der Trend zur Qualitätskontrolle begann in Bereichen der industriellen Produktion schon vor Jahrzehnten und wurde inzwischen mit ISO-Normen international standardisiert. Im letzten Jahrzehnt wurde sowohl in der Medizin als auch in der Zahnmedizin diese Entwicklung aufgegriffen und hat sich inzwischen fest etabliert. In der Zahnmedizin existiert zum Beispiel die ISO-Zertifizierung 9000 für zahnärztliche Praxen.

Im Fachbereich Kieferorthopädie hat sich der EURO-QUAL Arbeitskreis etabliert. Er konnte bereits 1997 die erste Anleitung zu einem Qualitätssystem für europäische Kieferorthopäden veröffentlichen (Ter Heege, 1997). Die Weiterentwicklung zu dem „European Orthodontic Quality Manual“ (1999) ist sicherlich ein deutlicher Wegweiser für die Zukunft.

Im Hinblick auf internationale Zusammenarbeit und den Vergleich von Qualitätsstandards ist durch die fast einheitliche Verwendung des PAR-Index ein wichtiger Schritt erfolgt. Er wurde von Richmond et al. im Jahre 1992 in Großbritannien eingeführt. Seitdem hat sich ein großer Anteil der Universitätskliniken dieser Bewertung kieferorthopädischer Behandlungsergebnisse unterzogen. Englischsprachige Länder waren in dieser Richtung im letzten Jahrzehnt führend. Beispielsweise haben sich in den USA haben die Universität Illinois, die Case Western Reserve University, Cleveland, die University of Southern California, die Ohio-State-University, die West Virginia University und die Universität Detroit der Bewertung ihrer kieferorthopädischen Behandlungsergebnisse mit Hilfe des PAR-Index angeschlossen.

In diesem Zusammenhang sind im deutschsprachigen Raum lediglich die Universitäten Bern und Homburg/Saar zu nennen. In Deutschland haben bislang zwei private Fachpraxen (Fellner und Schlömer, 1996) eine Vergleichsstudie mittels PAR-Index durchgeführt.

Demnach existieren lediglich zwei Vergleichsstudien: zwei private Fachpraxen und zwei Universitätskliniken (Case Western Reserve University Cleveland und University of Southern California; Feghali et al; 1997) im Vergleich.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es daher, kieferorthopädische Behandlungsergebnisse einer Universitätsklinik und einer privaten Fachpraxis in geographisch naher Lage und in einem ähnlichen Behandlungszeitraum zu vergleichen.

2. Literaturübersicht

In der Kieferorthopädie werden seit Jahrzehnten geeignete Methoden zur Beurteilung von Behandlungsnotwendigkeit und Behandlungsergebnissen gesucht. Die vorliegende Studie konzentriert sich auf die Beurteilung von Behandlungsergebnissen. Zum Thema Behandlungsnotwendigkeit liegen bereits zahlreiche Arbeiten vor (Shaw et al. 1991, Richmond et al. 1994, Buchanan et al. 1994, Tang et al. 1995, Medin et al. 1995, Jenny et al. 1996, Al Yami 1997, Younis et al. 1997, Stenvik et al. 1997, Richmond and Daniels 1998, Birkeland et al. 1999). Die Beurteilung von Behandlungsergebnissen ist jedoch sehr komplex. In der täglichen Praxis wird der Gesamterfolg einer kieferorthopädischen Behandlung in der Regel ausschließlich von Patienten, den Eltern oder dem jeweiligen Behandler nach deren subjektiven Normvorstellungen beurteilt. Dabei spielen das persönliche Interesse des Behandlers sowie seine Fähigkeit und Bereitschaft zu einem selbstkritischen Urteil eine entscheidende Rolle. Zur Überprüfung der Effektivität durchgeführter Maßnahmen sind der subjektiven Selbsteinschätzung objektivierbare Erfolgskriterien vorzuziehen.

Voraussetzung für eine adäquate Bewertung von Behandlungsergebnisse ist die Möglichkeit, Fehlbildungen umfassend und zugleich differenziert zu charakterisieren. Eine besondere Rolle spielt dabei die Analyse von Gebissmodellen. Zur differenzierenden Erfassung von Fehlbildungen sind hier eine Klassifikation qualitativ unterschiedlicher Gebissmerkmale, die quantitativ-metrische Erfassung der einzelnen Merkmale sowie die Verfügbarkeit von Vergleichsnormen wünschenswert. Grundsätzlich bietet die Befunderhebung am Gebissmodell für wissenschaftliche Zwecke insbesondere die Vorzüge der Reproduzierbarkeit und Objektivierbarkeit durch Angabe eindeutiger Definitionen und Messoperationen (Koch, Bartsch, 1994). Bis zu den 50er Jahren war die Klassifikation von Angle die bekannteste und meistverwandte Methode zur Bewertung der Okklusion, die auch heute noch eine bedeutende Rolle spielt. Zur quantitativen Erfassung von primär qualitativ zu erfassenden Befunden, wurden seit dieser Zeit Punktbewertungs- oder Indexsysteme entwickelt, die jedem einzelnen definierten Befund, je nach Ausmaß, einen Punktwert zuordnen und somit die mehrdimensionale Beschreibung von Anomalien durch eine Quantifizierung ihres Ausprägungsgrades ergänzen. Nach Massler und Frankel

(1951) sollten Bewertungsverfahren einfach, genau und bei einer Vielzahl von Individuen anwendbar sein, quantitative Informationen erfassen und reproduzierbare Ergebnisse liefern, sodass verschiedene Gruppen miteinander verglichen werden können. Summers (1971) forderte, dass die Punktwertskalen gleichmäßig ansteigen und mit hinreichender Empfindlichkeit der klinischen Einschätzung des Dysgnathiefundes entsprechen sollten. Die Werte sollten statistisch anwendbar und reproduzierbar, die Anforderungen an Messvorrichtung und Untersucher so niedrig wie möglich sein, um epidemiologische Studien zu ermöglichen. Berg (1981) nannte als wichtige Kriterien zur Einschätzung von Behandlungsergebnissen unter anderem die globale Erfolgs- bzw. Misserfolgsrate, den Grad an Verbesserung bzw. Verschlechterung der einzelnen Fehlbildung sowie die Stabilität des Behandlungsergebnisses.

Zu diesem Zweck wurden zahlreiche Methoden entwickelt, von denen jedoch die Mehrzahl aufgrund ihres großen Aufwandes keine weite Popularität erreichten (Massler und Frankel 1951, Grainger 1960, Summers 1966, Salzmann 1968, Eismann 1974). Dies sind hauptsächlich okklusale Indizes, die einschätzen sollen, inwieweit ein Gebiss von einer idealen Zahnbogenform und Okklusion abweicht.

Wie die meisten medizinischen Eingriffe birgt auch eine kieferorthopädische Behandlung Risiken und Einschränkungen. Die American Association of Orthodontists hat eine Informationsbroschüre publiziert, in der die 15 bedeutendsten Risiken und Limitationen, die mit kieferorthopädischen Behandlungen einhergehen, zusammengefasst werden (AAO, 1990). Als Risiken gelten: die Möglichkeit von Gewebeschädigungen, wie beispielsweise Wurzelresorptionen, Verlust von stabilisierendem Knochen, Schädigungen der Pulpa, Irritationen von Weichgewebe, Schmelzschäden beim Debonding, erhöhte Anfälligkeit für pathologische Veränderungen wie Entkalkungen, Karies, Hypersensibilität, Kiefergelenkbeschwerden, Kopfschmerzen und Ohrgeräusche während der Behandlung, das Verschlucken oder Aspirieren von orthodontischen Apparaturen, Schäden infolge von der Manipulation dentaler Instrumente, Augenschäden aufgrund unangemessener Handhabung des Headgears, partielles oder totales Versagen der Behandlung und eine mangelnde Langzeitstabilität der Behandlungsergebnisse. Die Mehrzahl dieser Aspekte einer kieferorthopädischen Behandlung sind jedoch

retrospektiv nur sehr schwer einzuschätzen. Durch die Einschränkungen eines okklusalen Index auf rein dentale Parameter wurden zusätzlich für die Beurteilung der Gesamtqualität der Behandlung weitere Aspekte mit einbezogen: Entkalkungen, Karies ("white and brown spots") und Wurzelresorptionen. Zusätzlich kommt der Beurteilung kephalometrischer Parameter, als auch der funktionellen Diagnostik eines vorhandenen Lippenschlusses vor und nach der Behandlung Bedeutung zu. Ein weiterer Aspekt zur Bewertung der Qualität einer Behandlung war die Dauer der Behandlung in Kombination mit der Anzahl der notwendigen Termine. Nur so kann eine umfassende Bewertung einer kieferorthopädischen Behandlung und somit auch einen Vergleich hinsichtlich Ergebnisqualität verschiedener Behandler und Einrichtungen erfolgen.

2.1. Indizes

Die Entwicklung von Methoden in der Medizin und Zahnmedizin, die die Subjektivität in der Einschätzung von Behandlungsnotwendigkeit und Behandlungsergebnissen reduzieren, hat in den letzten Jahrzehnten zugenommen. In der Kieferorthopädie kann die Anwendung von Indizes diese Aufgabe übernehmen. Diese Indizes zeichnen Merkmale einer Dysgnathie in numerischer oder kategorischer Form auf. Sie ermöglichen es, die Beurteilung von Dysgnathien ansatzweise zu objektivieren und subjektive Einschätzungen zu ersetzen. Es existieren Indizes, die eine Behandlungsnotwendigkeit feststellen und andere, die Behandlungsergebnisse bewerten. Da beide zum Teil eng miteinander korrelieren, muss auch kurz auf erstere eingegangen werden.

Es wurden eine Reihe von Indizes entwickelt, die eine Behandlungsnotwendigkeit angeben. Im Vordergrund stand das Ziel, anhand epidemiologischer Untersuchungen die Behandlungsnotwendigkeit einer Bevölkerungsgruppe festzulegen, Patienten Prioritäten zuzuordnen und die Verteilung von Ressourcen zu planen (Ter Heege, 1997). Einige Beispiele sind: der „Malocclusion index“ (Massler und Fränkel, 1951), „Handicapping Labio-lingual Deviation“ (Draker, 1960), der „Okklusal Feature Index, OFI (Poulton und Aaronson, 1961), der „Treatment Priority Index, TPI (Grainger, 1967), der „Handicapping Malocclusion Assessment Record, HMAR (Salzmann, 1968), der „Swedish National Board for Health and Welfare Index“ (Linder-Aronson, 1974), der „Malocclusion severity index“ (Hill, 1992), und der Lundström-Index (1997). Es wurden mehrere Vergleichsstudien durchgeführt, ohne jedoch übereinstimmende Ergebnisse zu erzielen (So, 1993; Younis, 1997). Ein weiterer problematischer Aspekt ist die Bewertung von dentaler Attraktivität anhand von Gebissmodellen (Woollass und Shaw 1987). Indizes, die versuchen, Attraktivität zu objektivieren, waren beispielsweise der „Eastman Esthetic Index“, EEI (Howitt et al. 1967) und der „Social Acceptability Scale of Occlusal Conditions“, SASOC (Jenny et al., 1996). Sie wurden mit dem Ziel erarbeitet, die soziale Akzeptanz des dentalen Erscheinungsbildes zu bewerten. Prahl-Andersen bestätigte 1979, dass die Kriterien für die kieferorthopädische Behandlungsnotwendigkeit drei Faktoren beinhalten müssten: objektive Anzeichen, subjektive Symptome und soziale Suffizienz. 1983 veröffentlichten auch Tedesco et al. eine „Dento-Facial Attractiveness scale“, DFA,

die eine objektive Einschätzung der relativen dento-fazialen Attraktivität erlauben soll, welche unabhängig von der Beurteilung der funktionellen Abweichung ermittelt werden kann. Eine weitere standardisierte Bewertungsskala für die dentale Attraktivität stellt der von Evans und Shaw 1987 veröffentlichte „Standardized Continuum of Aesthetic Need“, SCAN, dar. Dies führte 1995 zu der Entwicklung einer fazialen Attraktivitätsskala von Peerlings et al., die Fotografien aus einer $\frac{3}{4}$ Sicht eines lachendes Gesichts bewerten.

Zwei Indizes enthalten sowohl ästhetische als auch klinische Kriterien. Das ist zum einen der „Dental Aesthetic Index“, DAI von Cons et al. (1986) und der „Index of Orthodontic Treatment Need“ IOTN von Brook und Shaw (1989), der zwei Aspekte kombiniert: Bewertung der ästhetischen Beeinträchtigung infolge der Dysgnathie sowie okklusale und funktionelle Indikationsstellung für eine Behandlung. Diese beiden Indizes erscheinen im ersten Augenblick sehr ähnlich, sie sind jedoch in ihrer Entwicklung, ihrer Sensitivität, ihrer Reliabilität, ihrer Validität und in ihrer Fähigkeit, Prioritäten zuzuweisen, sehr unterschiedlich (Jenny and Cons, 1996a). Auch wenn Befunde im Frontzahnbereich, wie z. B. Kontaktpunktabweichungen, fehlende Zähne, Overjet und Overbite mit der dentalen Ästhetik in Verbindung stehen, scheint jedoch ein großer Unterschied zum einen zwischen dentaler Ästhetik mit abgehaltenen Lippen, wie es bei diesen beiden Indizes vorgegeben ist und andererseits der dentalen Ästhetik als Teil des gesamten Gesichtsbereichs, zu bestehen.

Zur Bestimmung der Behandlungsnotwendigkeit liegen verschiedene Vergleichsstudien vor, die jedoch zu unterschiedlichen Bewertungen kommen (So, Tang, 1993; Younis 1995; Vig, 1998). Eine aktuelle Studie über die Verlässlichkeit des IOTN über einen längeren Zeitraum kommt zu dem interessanten Ergebnis, dass sich die IOTN-Bewertung vom 11. bis zum 19. Lebensjahr grundsätzlich nicht verändert (Cooper et al., 2000).

Es ist sehr viel komplizierter, Behandlungsergebnisse zu beurteilen, als eine Behandlungsnotwendigkeit zu bestimmen. Die Bewertung von Behandlungsergebnissen sollte die endgültige Stellung der Zähne, den Schwierigkeitsgrad der Behandlung, den Grad der Behandlungsnotwendigkeit, die

verwendete Mechanik, das Ausmaß der iatrogenen Schäden und die Stabilität des Endresultats beinhalten. Ebenso sind die Gesichtsästhetik und die Patientenzufriedenheit wichtige zu berücksichtigende Parameter (Birkeland et al. 1997 und 1999; Nurminen et al., 1999).

Im Gegensatz zur großen Anzahl von Bewertungsmethoden für die Behandlungsnotwendigkeit, stehen nur wenige Indizes zur Verfügung, die ein Behandlungsergebnis bewerten. Diese lassen sich in zwei Definitionsansätze aufteilen: zum einen Methoden, die den Grad der Behandlungsnotwendigkeit vor und nach der Behandlung bestimmen. Es erscheint sinnvoll, Behandlungsergebnisse anhand derselben Indizes zu bewerten, die den Behandlungsbedarf determinieren, allerdings ist dies wenig erfolgreich mit dem DAI versucht worden (Lobb et al., 1994). Auch Richmond hat im selben Jahr eine ähnliche Fragestellung anhand des IOTN untersucht, jedoch war er ebenso erfolglos. Dieser Ansatz führt demnach zu unpräzisen Schlussfolgerungen im Hinblick auf das Behandlungsergebnis. Zum anderen wurden Indizes entwickelt, die die Summe der Abweichungen von einer idealen Okklusion und Zahnbogenform ermitteln. Im deutschsprachigen Raum wurde zu Beginn der 60er Jahre mit dem sogenannten „Züricher Modell“ von Hotz das erste differenziertere Klassifikationssystem für Gebissmodelle erarbeitet, in das einerseits 15 wesentliche Einzelsymptome eingingen und das andererseits eine semiquantitative Globaleinschätzung von Behandlungsergebnis und Erfolgsstabilität gestattete. Das Bewertungsschema orientierte sich an einer „Idealform“ (100%), wobei die vergebenen Punktzahlen der jeweiligen prozentualen Abweichung von dieser Norm entsprachen (Hotz, 1962; Koch et al., 1994).

Ein weiteres Beispiel ist der Okklusal Index (Summers 1971). Er sollte ursprünglich andere Aufgaben erfüllen und wurde im Nachhinein benutzt, um Behandlungserfolge zu bewerten (Pickering and Vig, 1975; Elderton und Clark, 1983, Shaw et al., 1991c). Eismann stellte 1974 eine bemerkenswerte Methode vor, die nicht nur Behandlungsnotwendigkeit, sondern vor allem der Beurteilung des Behandlungserfolges diente (Schmuth, 1994). Er verwendete ebenfalls ein Punktbewertungsverfahren, bei dem es galt, 15 grundlegende Faktoren zu berücksichtigen und somit das Ausmaß dysgnather Erscheinungen zu erfassen. Er ging nicht vom eugnathen Gebiss aus, sondern von Varianten im Rahmen des

individuellen, funktionellen und ästhetischen Optimums. Dabei wurde nicht nur die Ästhetik und die Funktion berücksichtigt, sondern auch die Wahrscheinlichkeit potenzieller Folgeerkrankungen, wie zum Beispiel Karies und Parodontopathien. Eine frühere Einteilung stellen die „Six Keys to Optimal Occlusion“ von Andrews 1972 dar, die sechs Charakteristika verwendete: Molarenrelation, Kronenangulation und Inklination, Rotationen, Lücken und die Okklusalebene.

Gottlieb (1975) beschränkte seine Auswertungen ebenfalls auf Messungen an Gipsmodellen, der „Ideal Tooth Relationship Index, ITRI 1992 von Haeger et al. vorgestellt, basierte auf idealen inter- und intramaxillären Beziehungen, wie marginale und dreieckige Randleistenkontakte, interinzisale und interproximale Kontakte. Berg erweiterte die verwendeten Unterlagen, indem er zusätzlich Röntgenbilder und Fotos in Betracht zog.

2.2. PAR-Index (Peer Assessment Rating)

Der PAR-Index wurde in Großbritannien entwickelt, um Dysgnathien im Wechsel- und permanenten Gebiss aufzuzeichnen. Er wurde 1987 von zehn Kieferorthopäden (British Orthodontic Standards Working Party) innerhalb von sechs Sitzungen formuliert. Hierbei untersuchten und diskutierten sie Gebissmodelle von verschiedenen behandelten und unbehandelten Patienten mit dem Ziel, eine Einschätzung der Zahnstellungs- und Okklusionsabweichungen zu erreichen. Das Resultat war ein Punktbewertungssystem und der „PAR-Ruler“ ein Lineal, mit dem ein Modellpaar analysiert werden kann.

Die individuelle Bewertung der verschiedenen Parameter von Zahnstellungs- und Okklusionsabweichungen werden addiert, um eine Gesamtbewertung zu erhalten, die den Grad der Abweichung von einer idealen bzw. normalen Zahnbogenform und Okklusion darstellt. Eine ideale Zahnstellung und Okklusion erhielte somit eine 0 als Bewertung, höhere Resultate, die selten über 50 liegen, deuten auf größere Irregularitäten hin. Der Index wird sowohl auf das Anfangsmodell, wie auch auf das Endmodell angewendet. Der Unterschied dieser beiden Resultate spiegelt den Grad der Verbesserung und den Behandlungserfolg der kieferorthopädischen Behandlung wieder.

Die einzelnen Komponenten des PAR-Index sind in Übereinstimmung mit der Meinung von 74 Untersuchern statistisch gewichtet worden, indem einige Parameter mit höheren Faktoren multipliziert wurden, um die derzeitige orthodontische Meinung in Großbritannien widerzuspiegeln. Der PAR-Index ist somit flexibel, das heißt die Gewichtungsfaktoren können verändert werden. Dies ist 1995 von DeGuzman et al. in Angriff genommen worden. Das Ziel war, die aktuelle Meinung amerikanischer Kieferorthopäden widerzuspiegeln. Zusätzlich sollte eine Korrelation der empfundenen Behandlungsschwierigkeit und der anhand des PAR-Index ermittelten Einstufung der Dysgnathie erfolgen. Das interessante Ergebnis lautete, dass zwischen diesen Variablen ein sehr enger Zusammenhang bestand. Daher wurden in der neu ermittelten Gewichtung beide Variablen berücksichtigt. Dies führte hauptsächlich zu einer Reduktion der sehr hohen Wichtung des Overjet und der Vernachlässigung des unteren Frontzahnsegments.

Hamdan und Rock haben in einer aktuellen Veröffentlichung aus dem Jahr 1999 wiederum ein neues Gewichtungssystem vorgeschlagen. Sie unterteilen die zu bewertenden Modelle nach Angle-Klassen (I; II,1; II,2; III) und konnten eine stärkere Validität erreichen, indem sie die Gewichtungsfaktoren klassenspezifisch ermittelten. Es entstand ein neues viergeteiltes Gewichtungssystem, bei dem die klinisch charakteristischen Merkmale jeder Dysgnathie, zum Beispiel „Tiefbiss / offener Biss“ bei der Angle-Klasse II,2 und Klasse III auch die Bewertung mit der höchsten Wichtung waren. Bei Klasse I-Dysgnathien ist die „Mittellinie“ und bei einer Klasse II,1 weiterhin der Befund „sagittale Stufe“ das wichtigste okklusale Merkmal mit dem höchsten Gewichtungsfaktor.

Es existieren außer der ursprünglichen „britischen Gewichtung“ auch die bereits beschriebene Gewichtung für die USA. Letztere basiert auf der Meinung von acht niedergelassenen Kieferorthopäden des Staates Connecticut (DeGuzman et al. 1995). Darüber hinaus existiert eine dritte englische Gewichtung (Richmond et al. 1993). Richmond, einer der Inauguratoren des PAR-Index, kritisierte die Entwicklung, länderspezifische Gewichtungen einzuführen. Es sei irritierend, da Kieferorthopäden aller Länder die gleichen Ziele verfolgten und ein einziger Index international verwendet werden sollte (Richmond und Daniels, 1998).

Es sind hauptsächlich drei Methoden verfügbar, um den Grad der Verbesserung anhand des PAR-Index darzustellen:

1. die absolute Differenz der gewichteten PAR-Werte
2. die Verwendung eines Nomograms und
3. die prozentuale Verringerung der gewichteten PAR-Punkte.

Die sensibelste Methode ist die prozentuale Verringerung der gewichteten PAR-Werte. In der Auswertung anhand des Nomograms werden die gewichteten PAR-Werte vor Behandlungsbeginn auf der horizontalen Koordinatenachse dargestellt und die Werte nach Behandlungsende auf der vertikalen Achse. Für jeden Patienten werden die zwei Werte auf der entsprechenden Achse eingetragen und der Schnittpunkt ermittelt. Dieser liegt nun in einem der drei Areale des groben Beurteilungsschemas: „schlechter – oder nicht verbessert“, „verbessert“ und „stark verbessert“ (Richmond et al. 1992, Shaw et al. 1991). Ein hoher

Behandlungsstandard ist erreicht, wenn ein vernachlässigbar geringer Anteil der Patienten in der Kategorie „schlechter – oder nicht verbessert“ fällt, und die durchschnittliche prozentuale Verbesserung hoch ist, das heißt über 70 Prozent liegt (O'Brien et al., 1993; Richmond et al., 1992).

Der PAR-Index (Peer Assessment Rating) ist ausschließlich für die Bewertung kieferorthopädischer Behandlungsergebnisse geeignet, nicht für die Einschätzung einer Behandlungsnotwendigkeit (Bergström, 1996). Trotz seiner Schwächen ist der PAR-Index seit seiner Einführung 1992 der weltweit meist verwendete Index zur Beurteilung von kieferorthopädischen Behandlungsergebnissen, was die Anzahl der aktuellen Veröffentlichungen belegt. Die Mehrzahl der Autoren sehen folgende Nachteile: der Nichtbeachtung von Milchzähnen, wodurch unterschiedliche Zeitpunkte des Behandlungsbeginns zu einer Unterbewertung der Anomalie in einem früheren Stadium und einer geringeren prozentualen Verbesserung führen. Weiterhin handelt es sich um einen okklusalen Index, der nicht alle Faktoren, die für die Bewertung der Gesamtqualität einer Behandlung wichtig sind, berücksichtigt, wie z.B. Karies, Entkalkungen, Wurzelresorptionen, Gingivarezessionen, faciale Ästhetik, skelettale Diskrepanzen, funktionelle Abweichungen, Zufriedenheit der Patienten, Zahninklination, Restlücken, posteriore Zahnbogenausformung, Aplasie von Zähnen, verlagerte Zähne und Einschränkungen des Behandlungsziels (Angermann, 1999; Bergström und Halling, 1996; Birkeland et. al.; 1997 und 1999, DeGuzman, 1995; Riedmann, 1999).

Die Erfahrungen in den Beurteilungen anhand des PAR-Index sind noch in einem frühen Stadium. Einige wichtige Eigenschaften eines Index weist das Peer Assessment Rating jedoch auf: er ist eine systematische, einfach zu erlernende und anzuwendende Methode, deren Validität und gute Reproduzierbarkeit von 74 kieferorthopädisch tätigen Zahnärzten und Kieferorthopäden überprüft worden ist (Shaw et al. 1991, Richmond et al. 1992). Zudem ist seine Reliabilität und daraus folgend auch seine Reproduzierbarkeit innerhalb verschiedener Bewertungen eines einzelnen Untersuchers und auch von mehreren Untersuchern in vielen Studien ermittelt worden. Die intrapersonelle Reliabilität hat in verschiedenen Studien ein hohes Niveau erreicht. Die interpersonelle Reliabilität war ebenfalls gut (Shaw et al., 1991; Richmond et al., 1992b; Buchanan et al., 1993; O'Brien et al., 1993). Die

gewichtete Auswertung des PAR-Index erreichte eine leicht höhere Reliabilität als die ungewichtete Version (ungewichtet: $r = 0,91$; gewichtet: $r = 0,93$) (Richmond et al. 1992b). Der PAR-Index bietet Objektivität und Standardisierung in der Bewertung kieferorthopädischer Behandlungsergebnisse. Er ist gut geeignet für statistische Auswertungen und schnell anzuwenden. Auf ein Modellpaar angewandt ist dieser in durchschnittlich drei Minuten aufzuzeichnen (Richmond et al. 1992). Zusätzlich haben Richmond et al. 1993 gezeigt, dass es sogar möglich ist, nicht zahnmedizinisch ausgebildete oder versierte Angestellte zu unterrichten, den gewichteten PAR-Index mit einem hohen Verlässlichkeitsniveau anzuwenden.

1997 ist von Richmond, Daniels, Fox und Wright ein Versuch unternommen worden, den PAR-Index auch zur Bestimmung der Behandlungskomplexität anzuwenden. Allerdings traten dabei einige Probleme auf. Zum einen schien die Definition der Behandlungskomplexität schwierig, zum anderen kamen Faktoren hinzu, die eine fragwürdige Validität besitzen und einfach zu beeinflussen sind. Daher wurde der PAR-Index lediglich als Übergangslösung mit einer groben Einteilung in drei Stufen vorgeschlagen.

Aus diesem Ansatz heraus resultierte wahrscheinlich die Entwicklung des kommenden Index.

2.3. ICON-Index (Index of Complexity, Outcome and Need)

Der PAR-Index setzte sich gegen andere oft sehr aufwendige Versuche durch, Therapieresultate metrisch zu erfassen. Eine weitere Vereinfachung sollte der 1998 von Richmond und Daniels vorgestellte Index of Complexity, Outcome and Need (ICON-Index) sein, mit dem sich nicht nur Behandlungsergebnisse, sondern auch die Komplexität und Behandlungsnotwendigkeit interpretieren lassen. Er stellte eine Zusammenfassung der ästhetischen Komponente des Index of Orthodontic Treatment Need (IOTN) und einiger Parameter des PAR-Index dar, die innerhalb einer Minute zu messen sind (Daniels 1998). Die Inauguratoren geben drei Vorteile an:

1. die international validierte Gewichtung, die auf der Meinung von 97 Kieferorthopäden aus Deutschland, Ungarn, Italien, Niederlanden, Norwegen, Spanien, Großbritannien und den USA basiert,
2. die vielseitige Anwendung, die Komplexität, das Behandlungsergebnis und die Behandlungsnotwendigkeit soll mit dieser einen Bewertungsmethode aufgezeichnet werden können, sowie
3. die Vereinfachung auf 5 Komponenten, die in lediglich 60 Sekunden aufzuzeichnen sind.

Diese fünf Komponenten sind folgende:

1. die ästhetische Komponente des Index of Orthodontic Treatment Need (IOTN),
2. die Bewertung des Platzmangels bzw. Platzüberschusses im Oberkiefer,
3. das Vorhandensein eines Kreuzbisses, sowohl im Front- wie auch im Seitenzahnbereich,
4. die Bewertung der vertikalen Dimension im Frontzahnsegment (offener Biss/ Tiefbiss),
5. die Bewertung der Interkuspitation im Seitenzahnbereich.

Die Interpretation der ICON-Werte erlaubt folgende Ansätze: Behandlungsbedarf besteht bei Bewertungen zum Zeitpunkt des Behandlungsbeginns von über 43 ICON-Punkten, ein akzeptables Endresultat liegt bei einem ICON-Wert nach Beendigung der Behandlung unter 31 vor. Die Komplexität kann durch die Bewertung vor der Behandlung in fünf Stufen unterteilt werden

- unter 29 Punkten „easy“,
- von 29 bis 50 Punkten „mild“,
- von 51 bis 63 Punkten „moderate“,
- von 64 bis 77 ICON-Punkten „difficult“ und
- eine Bewertung über 77 Punkten: „very difficult“.

Der Grad der Verbesserung wird ebenfalls in fünf Stufen ausgedrückt, jedoch wird hier nicht die absolute ICON-Bewertung berücksichtigt, sondern die Differenz der Bewertung vor der Behandlung und des vierfachen Werts nach Behandlungsabschluss.

- Eine Differenz von größer -1 bedeutet „greatly improved“,
- von -25 bis -1 „substantially improved“,
- ein ICON-Wert zwischen -53 und -26 fällt in die Kategorie „moderately improved“,
- von -85 bis -54 „minimally improved“ und
- eine Bewertungsdifferenz die kleiner ist als -85 bedeutet „not improved or worse“.

Der ICON-Index wurde im Dezember 1998 erst zum zweitenmal in einem Kalibrationskurs vorgestellt. In dieser kurzen Zeitspanne sind, bis auf eine eigene Vergleichsstudie, noch keine Veröffentlichungen erschienen, die sich mit dem ICON-Index befassen.

2.4. Bewertung kieferorthopädischer Behandlungsergebnisse mittels PAR-Index

Unmittelbar nach der Einführung des PAR-Index im Jahr 1992 waren es vor allem seine Inauguratoren, die erste Ergebnisstudien lieferten. Eine Untersuchung von 1010 Patientenunterlagen der allgemein Zahnärztlichen Einrichtungen in England und Wales konnte eine durchschnittliche Verbesserung von 55% ermitteln. Die Patienten waren mit herausnehmbaren und festsitzenden Techniken behandelt worden. Bei Verwendung festsitzender Behandlungsgeräte betrug die Verbesserung im Ober- und Unterkiefer im Durchschnitt 71,4%. Bei Verwendung von festsitzenden Apparaturen in lediglich einem Kiefer 54,6%, für ausschließlich herausnehmbare Apparaturen 49,8%. Insgesamt fiel jeder fünfte Patient in die Kategorie „schlechter oder nicht verbessert“ (Richmond et al., 1992b; Richmond et al., 1993).

In derselben Veröffentlichung wurde eine weitere Pilotstudie zitiert, die daraufhin 1993 von Richmond und Andrews veröffentlicht wurde. Diese untersuchte 220 Patientenfälle von sechs norwegischen Privatpraxen. Die durchschnittliche Verbesserung betrug 78%, was als guter Behandlungsstandard bezeichnet wurde, und lediglich 4% der Patienten fielen in die Kategorie „schlechter oder nicht verbessert“ (Richmond et al., 1992b).

O'Brien et al. haben 1993 eine Studie über die Resultate kieferorthopädischer Behandlungen in 17 Kliniken, bzw. kieferorthopädischen Abteilungen in England und Wales veröffentlicht. Sie sammelten 1630 Patientenfälle und es wurde durchschnittlich eine Verbesserung von 67,6% erreicht, 8% waren „schlechter oder nicht verbessert“. Sie unterschieden zwischen erfahreneren Behandlern und jüngeren Assistenten. Letztere erreichten eine durchschnittliche Verbesserung von 63,8%, erstere 70,8%.

Persönliche Bewertungen der Behandlungsqualität ihrer privaten Praxis anhand des PAR-Index nahmen als erste Richmond und Fox 1993 vor. Richmond bewertete 51 konsekutiv behandelte Patienten seiner Praxis und kam auf eine durchschnittliche Verbesserung von 74%. In die Kategorie „schlechter oder nicht verbessert“ kamen 8%, in die Kategorie „verbessert“ 39% und 53% „stark verbessert“. Besonders interessant ist das Ergebnis, dass das Risiko, ein nicht verbessertes oder sogar

schlechteres Behandlungsergebnis zu erzielen, für Patienten mit „borderline need“ besonders hoch war (Richmond, 1993; Shaw et al., 1991).

Fox veröffentlichte 1993 eine Kontrollstudie seiner ersten 100 bzw. 92 abgeschlossenen Patienten. Er kam zu einer durchschnittlichen Verbesserung von 66,1 %, 41% „stark verbessert“, 47% „verbessert“ und 12% waren „schlechter oder nicht verbessert“. Von den 92 Patienten waren 44 mit festsitzenden Apparaturen im Ober- und Unterkiefer behandelt worden und hatten die höchste PAR-Verbesserung von 78,9%. 27 Patienten wurden mit festsitzenden Apparaturen in einem Kiefer behandelt und kamen zu einer 51,9 prozentigen Verbesserung, mit funktionskieferorthopädischen Geräten behandelte Patienten (neun) konnten um 72,3 % verbessert werden. Die Behandlung mit einer herausnehmbaren Apparatur nur im Oberkiefer erreichte die niedrigste Verbesserungsquote von 46,3%.

1994 erschienen drei ähnlich strukturierte Studien: eine Arbeit von John et al., der Universität Glasgow, die versuchte, Faktoren zu ermitteln, die auf das Resultat und die Dauer von 150 Behandlungen mit herausnehmbaren Geräten Einfluss nehmen. Die ausschlaggebenden Faktoren waren der PAR-Wert vor der Behandlung, das Geschlecht, (weibliche Patienten haben durchschnittlich eine um 3 PAR-Punkte höhere Verbesserung) und die Anzahl der verwendeten Apparaturen. Taylor et al. haben einen ähnlichen Ansatz gewählt, sie stellten jedoch herausnehmbare und festsitzende Apparaturen gegenüber. Das Ergebnis war analog, der PAR-Wert vor der Behandlung war vor allem bei festsitzender Technik ein vorbestimmender Faktor für die PAR-Wert-Verbesserung und die Behandlungsdauer. Weitere einflussreiche Faktoren waren die Patientenmitarbeit, die Notwendigkeit der Extraktion eines ersten Molaren und das Vorhandensein eines frontalen Kreuzbisses.

Eine weitere ähnlich aufgebaute Studie publizierten Robb et al., 1994, der kieferorthopädischen Abteilung der Universität von Illinois. Sie stellten jedoch den Unterschied zwischen der Behandlung Heranwachsender und Erwachsener heraus. Die Resultate zeigten keine statistisch signifikanten Unterschiede im Hinblick auf Behandlungseffektivität und Behandlungsdauer.

1995 veröffentlichte das American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics einen Artikel von Shaw, Richmond und O'Brien, in dem sie die europäische Perspektive okklusaler Indizes, im Detail den IOTN- und PAR-Index, darstellten. Im selben Jahr erfolgte auch die Ermittlung der amerikanischen Gewichtung von DeGuzman et al.. Es folgten weitere Studien, insbesondere von der Case Western Reserve University, Cleveland. Die erste untersuchte die Effekte von normalem Wachstum und Entwicklung auf PAR-Bewertungen. Die Untersuchungsgruppe bestand aus 100 nicht behandelten Kindern der Bolton-Brush Wachstumsstudie. Das Alter der Kinder war im Zeitpunkt 1 durchschnittlich $12,4 \pm 0,5$ Jahre und im Zeitpunkt 2 $14,5 \pm 0,6$ Jahre. Die PAR-Ergebnisse ergaben für Zeitpunkt 1 durchschnittlich $18,7 \pm 1,5$ und für Zeitpunkt 2 $16,8 \pm 1,5$. Kein Kind wurde als stark verbessert („greatly improved“) eingestuft, 16% waren verbessert und 84 % fielen in die Kategorie „schlechter oder nicht verbessert“. Die Schlussfolgerung dieser Studie war die Erkenntnis, dass eine Kontrollgruppe bei Verwendung des PAR-Index zur Bewertung des Behandlungserfolgs nicht unbedingt notwendig ist.

Gleichzeitig wurde der Behandlungsstandard der letzten 100 abgeschlossenen Patienten der Klinik untersucht. Die Ergebnisse zeigten in 55% eine starke Verbesserung, in 41% eine Verbesserung und in 4% keine Verbesserung oder schlechter. Eine darauffolgende Studie im Jahre 1996 zeigte, dass die Qualität der kieferorthopädischen Behandlungen der CWRU gleichbleibend stabil waren. Es wurden Patienten, die zwischen 1993 und 1994 entbündert wurden, mit solchen aus den Jahren 1980 bis 1985 verglichen (Feghali et al., 1996; Hassanein et al., 1996). Der PAR-Index wurde insbesondere für die Bewertung der Behandlungsqualität an verschiedenen kieferorthopädischen Instituten verwendet.

Ein anderes Beispiel ist die Studie von Tolidis und Sandy aus dem Jahr 1994, die zu dem erstaunlichen Ergebnis kamen, dass Behandlungen von Studenten der Bristol Dental School (UK) während der Jahre 1982 bis 1987 einen höheren Standard aufwiesen als in den letzten Jahren.

Die Effektivität der Behandlungen von Patienten mit einer Angle-Klasse II,1 ist von O'Brien et al. (1995) untersucht worden. Es wurden die Unterlagen von 250 Patienten bewertet, und die durchschnittliche PAR-Reduktion betrug 75,4%. Die

Autoren erkannten, dass die einzige Variable, welche die prozentuale PAR-Veränderung beeinflusst, der PAR-Wert vor der Behandlung ist: je höher der Anfangswert, desto größere Verbesserungen wurden erreicht.

Eine Langzeitstudie über die Resultate von 50 Angle-Klasse II, 1-Behandlungen von Otuyemi et al. (1995) zeigte, dass das Ergebnis direkt nach Behandlungsende nur in 60% der Fälle auch noch 1 Jahr nach der Retentionszeit erhalten werden konnte und lediglich in 38% der Fälle auch noch nach 10 Jahren stabil blieb. Insgesamt erreichten die Behandler einen sehr hohen Standard von 80% stark verbesserten Fällen, 16 % verbesserten und lediglich 4% waren schlechter oder nicht verbessert. Das am häufigsten beobachtete Rezidiv war ein Engstand in der Unterkieferfront.

Oyutemi veröffentlichte im selben Jahr eine persönliche Auswertung von 52 konsekutiv behandelten Patienten während seiner Facharztausbildung am Eastman Dental Hospital in London. 65,4% zeigten eine starke Verbesserung, 26,9% waren verbessert in 7,7% schlechter oder nicht verbessert. Von den 4 Patienten, die die dritte Kategorie ausmachten, waren drei ausschließlich mit herausnehmbaren Geräten behandelt worden.

1996 erschienen zahlreiche Studien, unter anderem die erste deutsche Untersuchung der Behandlungsergebnisse mittels des PAR-Index von zwei Privatpraxen im Vergleich. Fellner und Schlömer stellten in dieser Publikation den PAR- Index als „eine praktikable Methode der Qualitätssicherung“ erstmals in Deutschland vor. Für die Untersuchung wurden 74 Anfangs- und Schlussunterlagen von aufeinander folgenden Behandlungen in Praxis A und 122 in Praxis B ausgewertet. Sie kamen zu 66% bzw. 79% Verbesserung.

Eine weitere Studie von Power et al. (1996) bewertete 172 Patientenunterlagen aus 10 allgemein Zahnärztlichen Praxen Englands, von denen jedoch über die Hälfte der Behandler eine zweijährige Zusatzausbildung hatten. Die Resultate waren 22% stark verbessert, 61% verbessert und 17% schlechter oder nicht verbessert. Die Autoren kamen wiederum zu dem Ergebnis, dass mit feststehenden Techniken bessere Behandlungsergebnisse zu erwarten sind. Eine direkte Bestätigung liefert die folgende Veröffentlichung von Kerr et al., hier wurden 150 ausschließlich mit Platten-

apparaturen behandelte Patientenunterlagen des Scottish Dental Practice Board ausgewertet. Die durchschnittliche Verbesserung betrug 46%. Buchanan et al. untersuchten dagegen zwei festsitzende Techniken im Vergleich, eine vorprogrammierte Edgewise-Technik (n=41) im Gegensatz zur Begg-Technik (n=41). Erstere erreichte eine signifikant größere Verbesserung von durchschnittlich 81% im Gegensatz zu 65 % der Begg-Technik. Aus Neuseeland kommt ein weiterer sehr interessanter Beitrag, der versucht, Veränderungen der fazialen Dimensionen mit dem Behandlungsergebnis anhand des PAR-Index zu korrelieren. Webster et al. unterschieden drei Gruppen, eine wurde mit dem Funktionsregler nach Fränkel behandelt, die andere mit einem Harvold-Aktivator sowie eine Kontrollgruppe. Sie führten eine kephalometrische Analyse durch und setzten die Ergebnisse mit der PAR-Wert-Reduktion in Beziehung. Die Ergebnisse werden in der Diskussion ausführlich dargestellt.

Die Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio, hat in 1996 sechs Studien publiziert. Feghali et al. bewerteten 75 Patientenunterlagen, deren Behandlung in den Jahren 1980 bis 1985 abgeschlossen worden war. Insgesamt 96% konnten verbessert oder stark verbessert werden, lediglich 4 % erreichten weniger als 30% PAR-Wert-Verringerung. Holman et al. haben in einem sehr interessanten Ansatz die Unterlagen von 100 Patienten, die mit Extraktionen von vier Prämolaren behandelt wurden, mit den Ergebnissen von 100 Behandlungen ohne Extraktionen verglichen. Die Extraktionsgruppe zeigte einen hoch signifikant höheren Anfangs-PAR-Wert, konnte jedoch mit drei Monate längerer Behandlungsdauer mit dem gleichen PAR-Ergebnis abgeschlossen werden, wie die Patienten der Non-Extraktionsbehandlungen.

Auch aktuelle Behandlungsergebnisse der Case Western University Klinik wurden bewertet. Mehdizadeh et al. (1996) untersuchten die 92 letzten konsekutiv abgeschlossenen Behandlungen, und kamen auf 53% stark verbesserte und 47% verbesserte Fälle.

Eine Vergleichsstudie zwischen zwei geographisch entfernten Kliniken, der Case Western University und der University of Southern California wurde von Feghali et al. publiziert. Man verglich 125 Patientenunterlagen von jeder Klinik, die in den Jahren 1994 bis 1996 entbündert wurden. Die Ergebnisse waren fast einheitlich, die Case

Western University kam auf 49% stark verbesserte, 48% verbesserte und lediglich 3% nicht verbesserte Fälle. Die University of Southern California erreichte bei 46% eine starke Verbesserung, bei 51% eine Verbesserung, und wiederum 3% konnten nicht verbessert werden. Feghali et al. kommen zu der Schlussfolgerung, dass trotz unterschiedlicher demographischer (der Hauptanteil der USC-Patienten waren nicht Kaukasier) und geographischer Lage eine erstaunlich ähnliche Behandlungsqualität erzielt werden kann.

Die Ohio State University hat sich im gleichen Jahr der Popularität der PAR-Studien angeschlossen und kam anhand eines sehr großen Patientenkollektivs (n=1424) und mit Hilfe der University of Pittsburgh, zu dem Ergebnis, dass eine schlechte Mitarbeit der Patienten zu einer signifikant längeren Behandlung führte, der Behandlungsstandard anhand des PAR-Index jedoch nicht signifikant schlechter war als bei gut mitarbeitenden Patienten (Buchsieb et al., 1996).

Eine sehr konkrete Arbeit der West Virginia Universität in Zusammenarbeit mit der Universität Hong Kong untersuchte die Effektivität früher Angle-Klasse III-Behandlungen, und konnte bei 27 Patienten nach 6 Monaten eine PAR-Reduktion von 57% und nach 18 Monaten von 82% ermitteln (Ngan et al., 1997).

1997 erschienen wiederum einige interessante Studien mit unterschiedlichen Ansätzen. Birkeland et al. veröffentlichten Resultate von 224 Patienten, die an der Universität von Bergen behandelt worden waren, bei denen er Langzeitresultate, das heißt fünf Jahre nach Behandlungsende, mit einbezog. Die durchschnittliche PAR-Verbesserung betrug 76,7%, nach 5 Jahren noch 63,8 %, die Langzeitstabilität war in 76,3 % der Fälle gut, einige (4%) verbesserten sich sogar, hingegen zeigten 19,7% ein moderate bis starkes Rezidiv. Eine weitere Publikation von Birkeland et al. aus diesem Jahr verglich die Zufriedenheit der Patienten mit dem kieferorthopädischen Behandlungsergebnis. Es wurde ein hoher Grad an Zufriedenheit mit der dentalen Ästhetik der Patienten (87%) und dem Behandlungsergebnis (77,4%) festgestellt, wobei die wichtigste Komponente des PAR-Index der Bereich der oberen Schneidezähne war und sich im Vergleich zum diesem die ästhetische Komponente des IOTN als besserer Indikator für den Grad der Zufriedenheit erwies.

Zody et al. untersuchten die Effektivität und die Dauer kieferorthopädischer Behandlungen in einem Zehn-Jahres-Intervall dreier privater Praxen in Columbus, Ohio, bei insgesamt 204 Patienten. Die durchschnittliche PAR-Reduktion betrug 1980 65,7% und 1990 62,7%. Die Effektivität der Behandlungen blieb in etwa konstant, wogegen sich die Anzahl der Termine und die Behandlungsdauer von 1980 bis 1990 reduzierten. Eine weitere amerikanische Studie wurde in Chicago durchgeführt, hier wurden 90 American Board of Orthodontists Fälle im Hinblick auf Veränderungen der Okklusion, kephalometrische skelettale und dentale Variablen, Weichteile und Wurzelresorptionen bewertet, jedoch nicht mit Hilfe des PAR-Index, sondern mit dem „Ideal Tooth Relationship Index (ITRI)“, weshalb sie nicht als Vergleichsmöglichkeit für die Resultate der vorliegenden Studie in Frage kommt.

1998 erschien ein sehr interessanter Beitrag von Al Yami et al., der das größte Patientenkollektiv vorweisen kann. Gebissmodelle von 1870 Patienten der Universität Nijmegen wurden bewertet. Die durchschnittliche PAR-Verbesserung betrug 68,9%, davon waren 42,6% stark verbessert, 49,1% verbessert und 8,3% schlechter oder nicht verbessert. Die durchschnittliche Behandlungsdauer belief sich auf $3,0 \pm 1,4$ Jahre. Dieselben Autoren untersuchten die biologischen Veränderungen einer nicht behandelten Vergleichsgruppe mit 49 Probanden der „Nijmegen Growth Study“. Das Alter bei der ersten Bewertung betrug durchschnittlich 12,2 Jahre und bei der zweiten Untersuchung 22,1 Jahre. Die Resultate zeigen keine signifikanten Unterschiede des durchschnittlichen PAR-Werts mit 12 Jahren von $12,2 \pm 0,91$ und mit 22 Jahren von $12,45 \pm 1,28$.

McKnight et al.(1998) veröffentlichten eine retrospektive Studie, die Zwei-Phasen-Behandlungen von 27 Klasse II,1-Dysgnathien anhand zweier unterschiedlicher PAR-Wichtungen bewertet. Die größte PAR-Verbesserung erfolgte während der ersten funktionskieferorthopädischen Phase. Nach Beendigung der zweiten Phase konnte eine durchschnittliche PAR-Verbesserung von 83,3% verzeichnet werden, die PAR-Werte stiegen jedoch nach 9 Jahren signifikant an, vor allem durch ein Rezidiv des Overjet und des unteren Frontzahnengstands. Dennoch ergab sich nach diesem Zeitpunkt immer noch eine Verbesserung von insgesamt 62,9%. Eine ähnliche Studie von Tulloch et al. untersuchte die Effektivität von frühen Angle-Klasse II-Behandlungen bei 166 Patienten mit einer sagittalen Frontzahnstufe von mindestens

sieben Millimetern. Dabei wurde ein Teil mit funktionskieferorthopädischen Geräten, der andere mit einem Headgear vorbehandelt und später in einer zweiten Phase mit Multiband beendet. Interessant ist die Tatsache, dass nach Behandlungsende die Okklusion, anhand des PAR-Index beurteilt, für alle Gruppen ähnlich war. Die antero-posteriore Relation des Unterkiefers wies leichte Unterschiede auf, jedoch weder der initiale Schwierigkeitsgrad noch die Behandlungsdauer korrelierten mit dem PAR-Ergebnis. Eine weitere Studie von Holmann et al. verglich 100 Non-Extraktionsbehandlungen mit 100 Extraktionsbehandlungen eines einzelnen Behandlers. Die letztere hatte signifikant höhere Anfangs-PAR-Werte, durchschnittlich 30 PAR-Punkte, im Gegensatz zu durchschnittlich 25,2 der Patientengruppe ohne Extraktion. Die durchschnittliche prozentuale Verbesserung war jedoch erstaunlich ähnlich, nämlich 79,4% für die Extraktionsgruppe und 77,6% für die Non-Extraktionsgruppe.

In einer weiteren Studie von Harre et al. (1996) wurde das Behandlungsergebnis von jeweils 10 Patienten von 10 Kieferorthopäden mit dem von 7 kieferorthopädisch tätigen Zahnärzten verglichen. Die durchschnittlichen PAR-Werte vor der Behandlung waren nur leicht höher für die Gruppe der Kieferorthopäden, wogegen die Werte nach Behandlungsabschluss signifikant kleiner waren als die der Zahnärzte. Auch konnten für letztere große Schwankungen der Behandlungsergebnisse (41,5 bis 81,4%) beschrieben werden, im Gegensatz dazu waren die Ergebnisse der Kieferorthopäden konstant (70,9 - 84,9 %).

Im Jahr 1999 erschien wiederum eine Studie zu dem Thema Frühbehandlung. Pangrazio-Kulbersh et al. untersuchten 103 konsekutiv behandelte Patienten der Universität des Detroit Mercy Orthodontic Department und kamen zu folgenden Ergebnissen: 20 % erreichten die Einstufung „stark verbessert“, 48 % wurden „verbessert“ und 32% fielen in die Kategorie „nicht verbessert oder verschlechtert“. Zusätzlich bewerteten 10 Kieferorthopäden die Modelle im Hinblick auf den Schweregrad der Dysgnathie, und diese Einschätzung korrelierte signifikant mit den gewichteten PAR-Werten. Es konnten keine signifikanten Unterschiede im Hinblick auf die Angle-Klasse und die Behandlungsmodalität ermittelt werden.

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Homburg/Saar erschienen 1999 zwei Veröffentlichungen unter Anwendung des PAR-Index. Einmal wurde eine „Retrospektive Bewertung des Therapieerfolgs bei kieferorthopädischer Behandlung von Erwachsenen“ vorgenommen, das andere Mal eine „Erfolgsbewertung nach kieferorthopädischer Behandlung von markanten Abweichungen der Angle-Klasse III“. Bei ersterer, von Riedmann und Berg, konnten die Unterlagen von 88 Patienten ausgewertet werden. Diese 88 Patienten wurden in zwei Gruppen unterteilt. Die erste Gruppe bildeten Patienten (n=46) bei denen von Beginn an ein „ideales“ Ergebnis angestrebt wurde. Die zweite Gruppe beinhaltete Patienten (n=42), bei denen eine „Kompromissbehandlung“ durchgeführt worden war. Der PAR-Wert konnte für letztere im Durchschnitt um 56% reduziert werden, für die Idealgruppe betrug die Reduktion 73% und für die Kompromissgruppe 37%. Die zweite Studie von Angermann und Berg untersuchte 16 Klasse III Patienten, die nicht chirurgisch behandelt wurden. Diese werden wiederum in zwei Gruppen unterteilt, wobei in Gruppe 1 annähernd ideale Okklusionsverhältnisse erreicht wurden (PAR-Wert Reduktion von 90,2%) und Gruppe 2, bei der dies nicht gelungen war. Hier wurde eine PAR-Wert Reduktion von nur 68,8% erreicht.

Nurminen et al. publizierten im selben Jahr eine Untersuchung an der Universität Turku, Finnland. Kieferorthopädisch-kieferchirurgisch kombinierte Behandlungen von 28 Patienten wurden im Hinblick auf die Motivation und Zufriedenheit überprüft, unter anderem auch anhand des PAR-Index. Die durchschnittliche PAR-Wert Reduktion betrug 78%, davon fielen allein 70% in die Kategorie „stark verbessert“.

Turbill, Richmond und Wright (1999) untersuchten in England und Wales die Faktoren, die die Effektivität kieferorthopädischer Behandlungen beeinflussen. Eine große Patientengruppe von 1411 Fällen des „General Dental Service“ (GDS), das bereits im Jahr 1991 bewertet wurde, ergab folgendes: festsitzende Techniken in beiden Kiefern erreichten die niedrigsten PAR-Werte. Der PAR-Wert nach Behandlungsende korrelierte nicht mit dem Wert vor der Behandlung. Auch die kieferorthopädische Qualifikation, die Anzahl der behandelten Kiefer und ein Beginn bereits in der Wechselgebissphase hatten keinen signifikanten Einfluss.

Die Studie von Firestone et al. (1999) der Universität Bern hatte einen ähnlichen Versuchsaufbau. Sie unterscheidet sich hauptsächlich im Vergleich der beiden Gruppen. 128 im Jahre 1983 abgeschlossene Behandlungen der kieferorthopädischen Abteilung der Berner Klinik und 104 im Jahre 1993 abgeschlossene wurden verglichen. Weitere Parameter wie Behandlungsapparaturen, Alter, Geschlecht, notwendige Extraktionen, initialer PAR-Wert, die Qualifikation des Behandlers (Postgraduierte bzw. Studenten) und die Behandlungsdauer wurden ebenfalls berücksichtigt. Zusammengefasst konnten im Jahr 1983 24 % der Patienten „stark verbessert“ werden, 63 % „verbessert“ werden und 13 % „verschlechtert oder nicht verbessert werden“. 1993 fielen 32 % in die Kategorie „stark verbessert“, 57 in die Kategorie „verbessert“ und 11 % in die Kategorie „verschlechtert oder nicht verbessert“. Die Behandlungsergebnisse der Kieferorthopäden waren deutlich besser als die der Studenten. Die PAR-Werte der Extraktionsfälle waren statistisch signifikant größer, als die der Patienten ohne erforderliche Zahnzahlreduktion. Vier Parameter zeigten sogar eine statistisch signifikante Vorhersagefunktion im Hinblick auf die Verringerung des PAR-Wertes: der PAR-Wert bei Behandlungsbeginn, die Zahngesundheitskomponente des IOTN (Index of Orthodontic Treatment Need) vor der Behandlung, das Alter und das Geschlecht des Patienten.

2000 ist erneut ein Artikel der Universität Homburg/Saar von Wagner und Berg erschienen, mit der Fragestellung, ob eine Serienextraktion oder eine spätere Extraktion der Prämolaren vorzuziehen sei. Die Resultate der ersten Gruppe waren signifikant besser, mit einer PAR-Wert Reduktion von 88%, während sie in der Gruppe mit später ausgeführten Extraktionen 77 % betrug. Die PAR-Werte vor Behandlungsbeginn waren bei beiden Gruppen vergleichbar. Interessant ist auch die Tatsache, dass die amerikanische Wichtung benutzt wurde.

Der PAR-Index ist nach der Modifizierung in den USA inzwischen eine etablierte Größe. Auf der 99. Jahrestagung der American Association of Orthodontists 1999 in San Diego wurden zum Beispiel vier Studien zur Qualitätssicherung anhand des PAR-Index vorgestellt, die auf Veranlassung der American Association of Orthodontists initiiert wurden (Vig, Hans, Poulton und Sameshima).

Vig et al. verglichen zum Beispiel die Qualität, den Wert und die Kosten in drei Systemen; kieferorthopädischen Fachpraxen, Universitätskliniken und kinderzahnärztlichen Fachpraxen. Die Universität Ohio erreichte eine PAR-Wert-Reduktion von durchschnittlich 79,11%, Kieferorthopäden in privater Praxis 80,35 % und Fachärzte für Kinderzahnheilkunde erreichten 70,75 %.

Die zweite Studie von Hans et al. untersuchte Jugendliche in weiterführenden Schulen und ermittelte, wer in kieferorthopädischer Behandlung war, wer diese durchführte und mit welchem Ergebnis. Dabei wurde ein erstaunlich niedriges Resultat von durchschnittlich 56% PAR-Reduktion bei Behandlungen von Kieferorthopäden zu 48% bei Allgemeinzahnärzten ermittelt.

Poulton et al. untersuchten wiederum die Qualität kieferorthopädischer Behandlungen anhand von zwei Indizes, dem PAR-Index und dem HLD-Index („Handicapping Labio-lingual Deviation“) und kamen zu ähnlichen Resultaten wie Vig et al. Zusätzlich wurden auch beide Indizes verglichen, wobei der Korrelationskoeffizient für die Werte vor Behandlungsbeginn noch relativ gut war ($r=0,77$), der bei Behandlungsabschluss jedoch sehr niedrig war ($r=0,21$).

In der vierten Studie stellten Sameshima et al. wiederum den Unterschied zweier verschiedener Systeme in Kalifornien gegenüber: Privatpraxen gegen Praxen, in denen überwiegend DMO (Dental Maintenance Organization) versicherte Patienten behandelt wurden. In beiden Gruppen war der Unterschied der durchschnittlichen Reduktion der PAR-Werte nicht signifikant, jeweils 67,8% und 68,5%.

Bei der Entwicklung des „European Orthodontic Quality Manual“, im Rahmen des EURO-QUAL Programms, das im März 1999 vorgestellt wurde und Vorschläge und Hinweise zur systematischen Qualitätssicherung in der kieferorthopädischen Praxis beinhaltet, konnte sich der PAR-Index nicht komplett durchsetzen. Die „Cost-Effectiveness“-Analyse von Richmond, die einen Vergleich zwischen der Höhe der PAR-Wert Reduktion und den entstandenen Kosten, der Behandlungsdauer und dem erreichten Ergebnis (End-PAR-Wert), war innerhalb des EURO-QUAL-Arbeitskreises ein sehr diskutierter Beitrag.

3. Material und Methode

In der Poliklinik für Kieferorthopädie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf wurden 101 Patienten zufällig ausgewählt. Der Behandlungsabschluss lag in dem Zeitraum von 1992 bis 1998. Die Selektion basierte auf dem Vorhandensein intakter Modelle, Orthopantomogramme, Fernröntgenseitenbilder, intra- und extraoraler Fotos, jeweils bei Behandlungsbeginn und bei Behandlungsabschluss und den vollständigen Karteikarten. Nicht berücksichtigt wurden erwachsene Patienten, kombiniert kieferorthopädisch– kieferchirurgische Behandlungen, sowie Patienten mit Lippen-, Kiefer-, Gaumenspalten. Weiterhin wurden Patienten, bei denen eine Vorbehandlung erfolgt war, ausgeschlossen.

Die zweite Patientengruppe bestand aus 105 zufällig ausgewählten Jugendliche, die in einer Fachpraxis, Dr. Karl Reck, Köln-Pulheim, behandelt wurden. Die Behandlungen waren in den Jahren 1996 bis 1998 abgeschlossen worden. Wiederum waren die Auswahlkriterien intakte Modelle, Orthopantomogramme, Fernröntgenseitenbilder, extraorale Fotos bei Behandlungsbeginn und -abschluss sowie das Vorhandensein vollständiger Karteikarten. Intraorale Bilder vor und nach der Behandlung gehören nicht zu den Standardunterlagen der Praxis, daher konnten Entkalkungen und Karies nicht für die Patienten der Praxis bestimmt werden. Auch hier wurden wieder diejenigen Patienten nicht berücksichtigt, die kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgisch behandelt wurden, Lippen-, Kiefer-, Gaumenspalten aufwiesen oder bei denen eine Vorbehandlung erfolgt war.

Die Bewertung der Behandlungsergebnisse aller 206 Patientenunterlagen erfolgte anhand des Peer Assessment Rating (PAR-Index) und des Index of Complexity, Outcome and Need (ICON-Index). Erweitert wurde die Untersuchung der Patientengruppe der Universität Düsseldorf zusätzlich durch eine subjektive Bewertung der Ärzte der Poliklinik für Kieferorthopädie. Zum Zeitpunkt der Untersuchung bestand diese aus vier Kieferorthopäden und zwei Assistenten in der Weiterbildung. Die Einteilung der subjektiven Einschätzung erfolgte in vier Bewertungskriterien:

- zunächst die Beurteilung des Schweregrades der Dysgnathie (Skala: eins bis acht) vor der Behandlung,

- des Schwierigkeitsgrades der Behandlung (Skala: eins bis acht) und
- des Behandlungsergebnisses (Skala: eins bis fünf).

In einer zweiten Bewertungsrunde, ohne Einsicht in die bereits erfolgten Bewertungen, wurde der Schwierigkeitsgrad nach der Behandlung wiederum in einer Skala von eins bis acht angegeben.

Die Ergebnisreihen wurden mit den entsprechenden Werten der Indizes korreliert. Der ermittelte Schweregrad bei Behandlungsbeginn wurde mit den PAR-Werten vor der Behandlung, einmal mit britischer Gewichtung und einmal mit amerikanischer Gewichtung, sowie mit den ICON-Werten vor der Behandlung verglichen. Der ermittelte Schweregrad bei Behandlungsende wurde mit den PAR-Werten nach der Behandlung, wiederum mit britischer und amerikanischer Gewichtung und den ICON-Werten nach der Behandlung korreliert. Der Schwierigkeitsgrad der Behandlung (Skala 1 bis 8) kann nur mit dem ICON-Wert vor der Behandlung verglichen werden, denn dieser Wert soll seinen Inauguratoren nach die Komplexität der geplanten Behandlung widerspiegeln. Das Behandlungsergebnis (Skala 1 bis 5) wurde schließlich noch mit der PAR-Differenz (britische und amerikanische Gewichtung) und dem „ICON-Improvement Grade“ verglichen. Dieser wird aus dem ICON-Wert vor Behandlung minus dem vierfachen des ICON-Wertes nach der Behandlung ermittelt.

Die Untersucherin ist vorher in der Anwendung aller Indizes von Prof. Richmond „kalibriert“ worden (Richmond et al., 1995). Die Bewertungen des PAR-Index wurden mit dem „PAR-Ruler“ durchgeführt. Es handelt sich hierbei um ein flexibles, durchsichtiges Lineal mit allen Informationen, die für die Aufzeichnung der okklusalen Parameter notwendig sind. Dieses übersichtliche, einfach zu handhabende Instrument ist von den Inauguratoren entwickelt worden, um die Bewertungen anhand des Index zu erleichtern.

Zur Überprüfung der intrapersonellen Reliabilität, wurden die ersten 31 Messungen nach acht Wochen von der selben Untersucherin wiederholt. Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe des t-Tests für abhängige Stichproben.

Die statistische Auswertung auf signifikante Unterschiede zwischen den Resultaten der Universität und der Fachpraxis wurde mit Hilfe des SPSS-Programms durchgeführt:

- den Unterschied in der Behandlungsdauer anhand des T-Tests bei unabhängigen Stichproben,
- den Unterschied in der Anzahl der Termine mit Hilfe des T-Tests bei unabhängigen Stichproben,
- den Unterschied in dem Alter bei Behandlungsbeginn anhand des T-Tests bei unabhängigen Stichproben,
- den Unterschied in der Verteilung der Geschlechter mit Hilfe des T-Tests bei unabhängigen Stichproben und
- den Unterschied in der PAR-Verbesserung mit britischer und amerikanischer Gewichtung anhand des T-Tests bei unabhängigen Stichproben.

Weitere behandlungsbezogene Parameter wurden erfasst und ausgewertet: anhand der Orthopantomogramme sowie den Karteikarten wurden erfolgte Extraktionen bzw. Nichtanlagen aufgezeichnet. Die Daten der Karteikarten ergaben auch Aufschluss über die Behandlungsdauer, die Anzahl der Termine, die Art und Anzahl der verwendeten kieferorthopädischen Apparaturen. Auch iatrogene Schäden, wie zum Beispiel Wurzelresorptionen und Entkalkungen oder Karies, konnten zum einen mittels Panoramaschichtaufnahmen und Fernröntgenseitenbildern und andererseits anhand der intraoralen Fotodokumentation beurteilt werden. Durch das Fehlen von periapikalen Aufnahmen der Oberkiefer- und Unterkieferfront musste bei der Bewertung der EARR (External Root Resorption) auf das Orthopantomogramm in Anlehnung an Tahir et. al. 1997 und auf das Fernröntgenseitenbild wie von Horiuchi et al. 1998 beschrieben, zurückgegriffen werden. In Übereinstimmung mit der oft geäußerten Meinung in der Literatur (Rudolph, 1940; Phillips, 1955; Hollender et al., 1980; Kennedy et al., 1983; Reitan, 1985; Sharpe et al., 1987; Bresniak, 1993), dass Wurzelresorptionen in der Mehrheit der Fälle in der Oberkieferfront auftreten, sind ausschließlich dort moderate Resorptionen ab zwei Millimetern aufgezeichnet worden. Andere Autoren bestätigen ebenfalls die Tatsache, dass bei Abwesenheit von Wurzelresorptionen in der Front signifikante Wurzelresorptionen an anderen Zähnen unwahrscheinlich sind (DeShields, 1969; Goldson und Hendrikson, 1975; Sjolien und Zachisson, 1973).

Die Fernröntgenseitenbilder bei Behandlungsbeginn und Behandlungsabschluss wurden mit Hilfe des Programms WINCEPH 4,1 ausgewertet. Von 105 Patienten der Fachpraxis konnten bei 77 Patienten zufriedenstellende Anfangs- und Endaufnahmen bewertet werden. Die höhere Qualität der Röntgenbilder der Universitätsklinik erlaubte eine Auswertung der Fernröntgenseitenbilder von 91 Patienten der ursprünglich 101 Patienten der Universitätsgruppe. Die Einteilung der Patienten vor Behandlungsbeginn in die Angle-Klasse wurde anhand der Anfangsunterlagen vorgenommen.

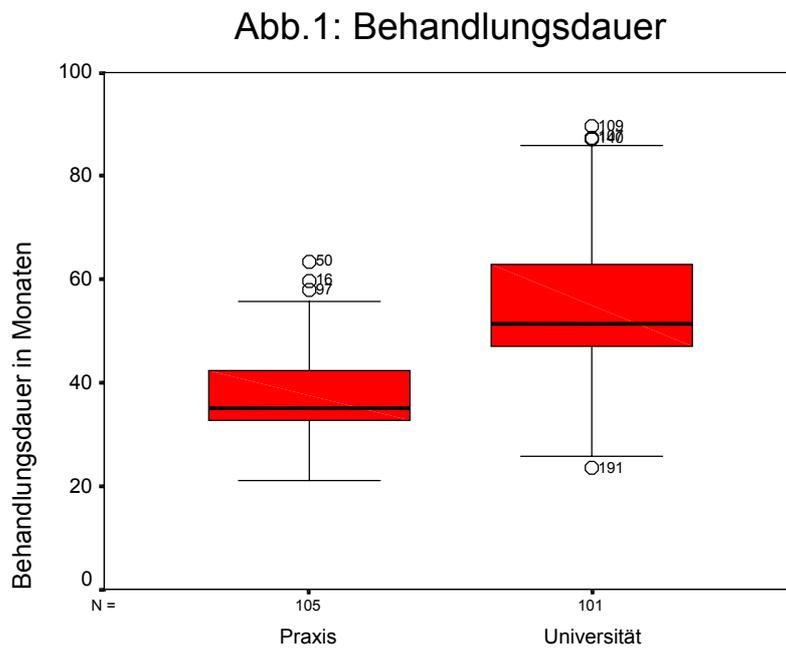
Wenige Studien haben bisher das Behandlungsergebnis mit skelettalen Parametern in Beziehung gebracht. Zur Ergänzung der okklusalen Bewertung anhand der Indizes sollte zusätzlich eine Überprüfung der skelettalen Veränderungen hinzugefügt werden. In der vorliegenden Studie sollen die Bewertungen der zwei markantesten okklusalen Parameter „overjet“ und „overbite“ des PAR-Index und des ICON-Index mit den zu erwartenden Änderungen in der skelettalen Relation verglichen werden. Für die Bewertung der sagittalen Beziehung wurde der „Wits-Wert“ nach Jakobson mit Hilfe des WINCEPH-Programms bei Behandlungsbeginn und bei Behandlungsende ermittelt. Die vertikale Dimension wird durch den Winkel ML-NL (Mandibularlinie-Nasallinie) vor und nach der Behandlung erfasst. Diese Werte wurden daraufhin mit den Werten für den okklusalen Parameter des PAR und ICON-Index „overbite“ wiederum vor und nach der Behandlung korreliert.

Zusätzlich wurde ein Vergleich des zwischenzeitlich weltweit anerkannten Dysgnathieindex „Peer Assessment Rating“ und des neu entwickelten „Index of Complexity, Outcome and Need“ durchgeführt. Von den insgesamt 206 Patienten sowohl der Universitätsklinik als auch der Fachpraxis wurde der Grad der Verbesserung der kieferorthopädischen Behandlung anhand dieser zwei Indizes korrelationsstatistisch verglichen.

4. Ergebnisse

Behandlungsdauer

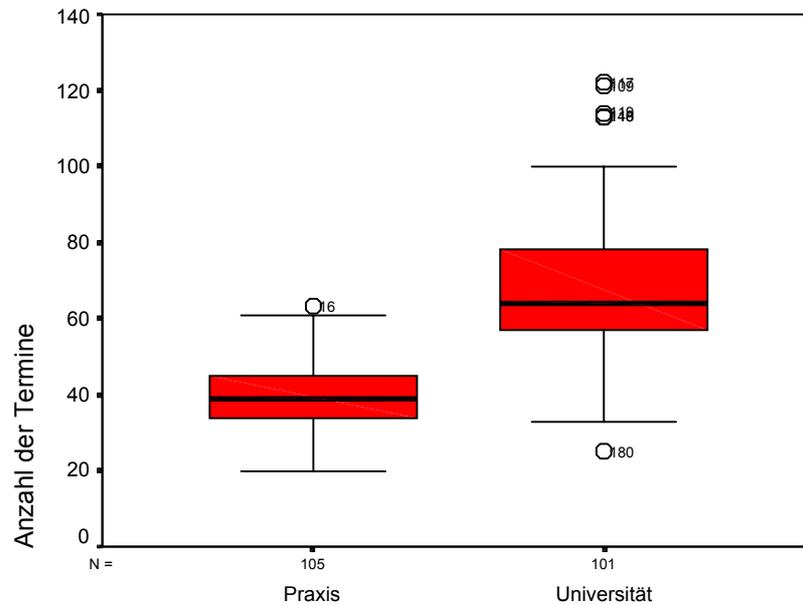
Die durchschnittliche Behandlungsdauer unterscheidet in dieser Untersuchung nicht zwischen aktiver Behandlungsphase und Retentionsphase, es gilt der offizielle Beginn und Abschluss der Behandlung, d.h. zum Teil wurden beide Phasen mit einbezogen. Die Patienten der Universitätsklinik Düsseldorf waren im Durchschnitt $55,4 \pm 14,4$ Monate in Behandlung. Die Behandlungen der Patientengruppe der Fachpraxis wurden in einem Zeitraum von durchschnittlich $38,4 \pm 8,2$ Monaten durchgeführt. Statistisch ist dieser Unterschied höchst signifikant ($p < 0,0001$). Im Vergleich sind die Patienten der Universitätsklinik 70% länger in kieferorthopädischer Behandlung gewesen als die der Praxis (Abb. 1).



Anzahl der Termine

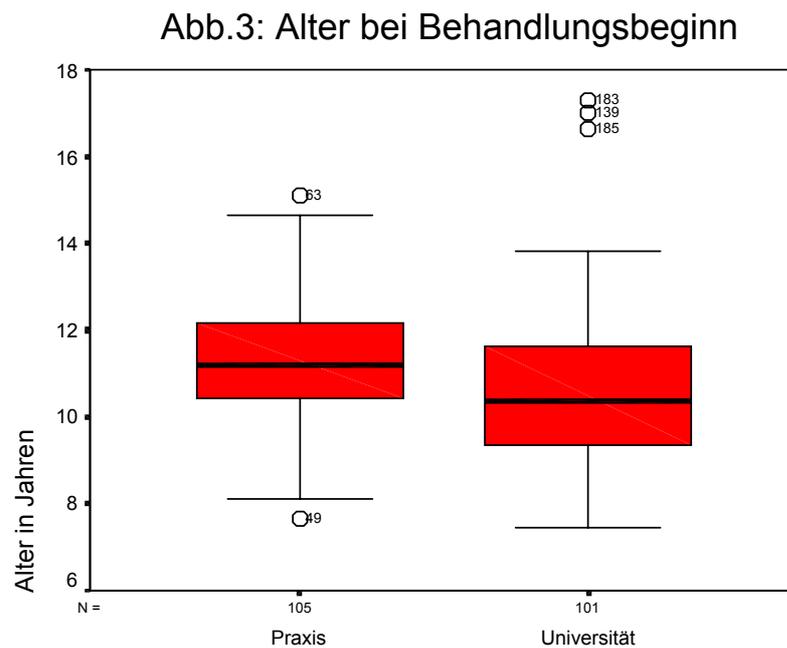
Der Unterschied in der Anzahl der Termine zwischen der Universitätsgruppe und der Praxisgruppe ist statistisch ebenfalls höchst signifikant ($p < 0,0001$), die durchschnittliche Anzahl der Termine betrug an der Universitätsklinik $67 \pm 19,2$ Termine, wobei Patienten der Fachpraxis im Durchschnitt $39,6 \pm 8,6$ Mal zur Behandlung erschienen (Abb. 2). Die Patienten der Universitätsklinik mussten für die Durchführung der kieferorthopädischen Maßnahmen 59% Termine mehr wahrnehmen als die Patienten der Fachpraxis.

Abb.2: Anzahl der Termine



Alter bei Behandlungsbeginn

Das durchschnittliche Alter bei Behandlungsbeginn war ebenfalls signifikant unterschiedlich ($p=0,006$). Das Durchschnittsalter der Patienten der Praxis betrug bei der Anfertigung der Anfangsunterlagen 11 Jahre und 3,5 Monate an der Universitätsklinik waren die Patienten durchschnittlich 10 Jahre und 8 Monate alt (Abb. 3).

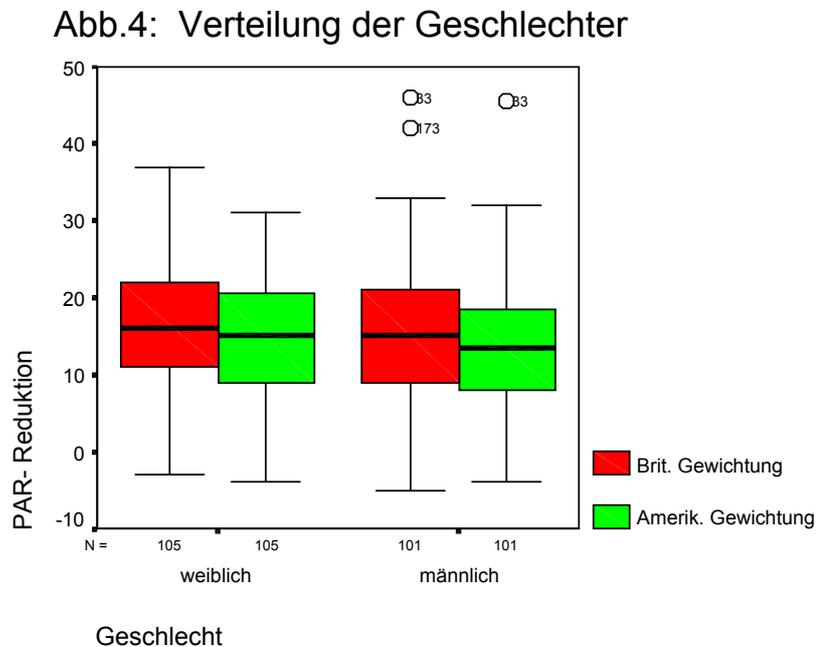


Geschlechtsverteilung

Ein interessantes Ergebnis ergab sich bei der Verteilung der Geschlechter. Die Praxisgruppe bestand aus 62 weiblichen (59%) und 43 männlichen (41%) Patienten, die der Universitätsklinik fast gegensätzlich aus 43 Mädchen (42,6%) und 58 Jungen (57,4%). Zusammengefasst ergibt sich eine gleichmäßige Verteilung von 105 weiblichen Patienten, die 51% ausmachen, und 101 männlichen Patienten (49%).

Insgesamt verhielt sich das gesamte Patientengut wie folgt: Die 105 weiblichen Probanden konnten um durchschnittlich 69,8% verbessert werden, die 101 Probanden männlichen Geschlechts um durchschnittlich 66,5%.

Nach der amerikanischen Gewichtungform ergab sich eine durchschnittliche PAR-Wert Reduktion von 61,2% bei Mädchen und 58,4% bei Jungen für das gesamte Patientenkollektiv (Abb. 4).



Die Unterteilung der Patientengruppe bezüglich des Geschlechts ergab keinen signifikanten Unterschied in der PAR-Reduktion. Nach der britischen Gewichtungsmethode konnten in der Uniklinik Düsseldorf weibliche Patienten im Durchschnitt um 63,4% verbessert werden, männliche Patienten um 61,5%. Die Ergebnisse der Praxis Reck zeigen ähnliche Verteilungen, Mädchen konnten im Durchschnitt um 73,7% und Jungen um 72,6% verbessert werden.

Peer Assessment Rating

Der durchschnittliche PAR-Wert der Universitätsklinik Düsseldorf betrug bei Behandlungsbeginn 22,3 Punkte und bei Behandlungsende 8,4 Punkte, somit konnte der PAR-Wert bis zum Ende der Behandlung im Durchschnitt um 13,9 Punkte reduziert werden. Dies entspricht den Werten der britischen Gewichtungsmethode. Die prozentuale PAR-Reduktion betrug 62,3%.

Die zwischenzeitlich auch in Deutschland angewandte amerikanische Gewichtungsmethode (DeGuzman; 1995; Wagner, 2000) ergab im allgemeinen niedrigere PAR-Werte als die britische Methode. Demnach betrug die durchschnittliche PAR-Reduktion an der Universitätsklinik 52,8%. Als PAR-Wert bei Beginn der Behandlung ergaben sich dementsprechend 21,8 Punkte, bei Behandlungsende 10,3 Punkte und die Differenz betrug 11,5 PAR-Punkte. In der Fachpraxis betrug der durchschnittliche PAR-Wert bei Behandlungsbeginn 24,7 Punkte, bei Behandlungsabschluss 6,6 Punkte, die PAR-Wert Reduktion betrug damit im Durchschnitt 18,1 Punkte. Der britischen Gewichtungsmethode entsprechend resultiert daraus eine prozentuale Reduktion von 73,3%. Die amerikanische Variante ergibt im Vergleich insgesamt eine Reduktion von 65,8%. Die Werte vor der Behandlung ergaben 25,1 PAR-Punkte, nach der Behandlung 8,6 PAR-Punkte und die absolute Differenz betrug 16,5 PAR-Punkte.

Der Unterschied des PAR-Werts vor der Behandlung zwischen der Universität Düsseldorf und der Fachpraxis war signifikant ($p= 0,011$). Der Vergleich des PAR-Werts nach der Behandlung war ebenfalls statistisch signifikant ($p= 0,0128$), für die PAR-Wert Reduktion oder PAR- Verbesserung zwischen den Behandlungen der Fachpraxis und der Universitätsklinik sogar höchst signifikant ($p= 0,0003$) (Abb. 5a und 5b).

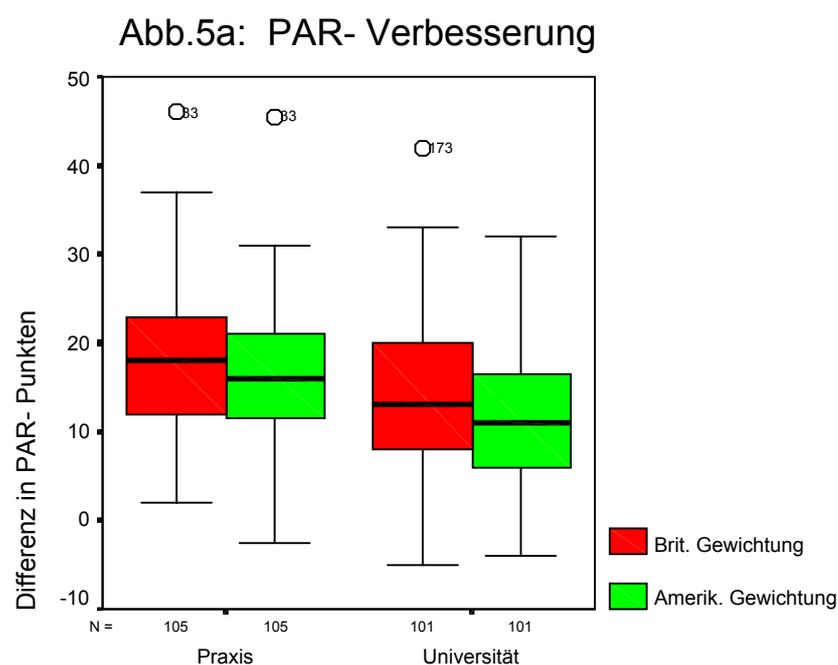
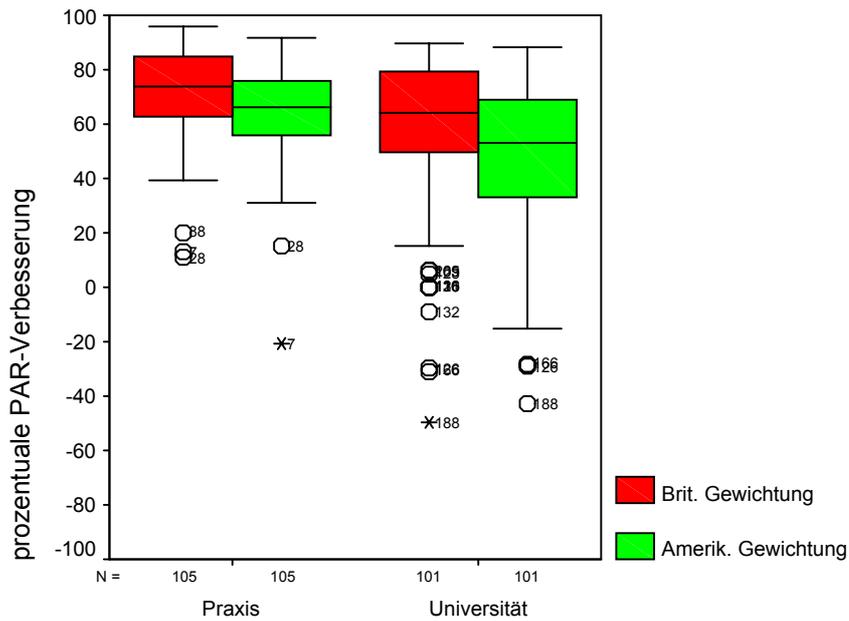


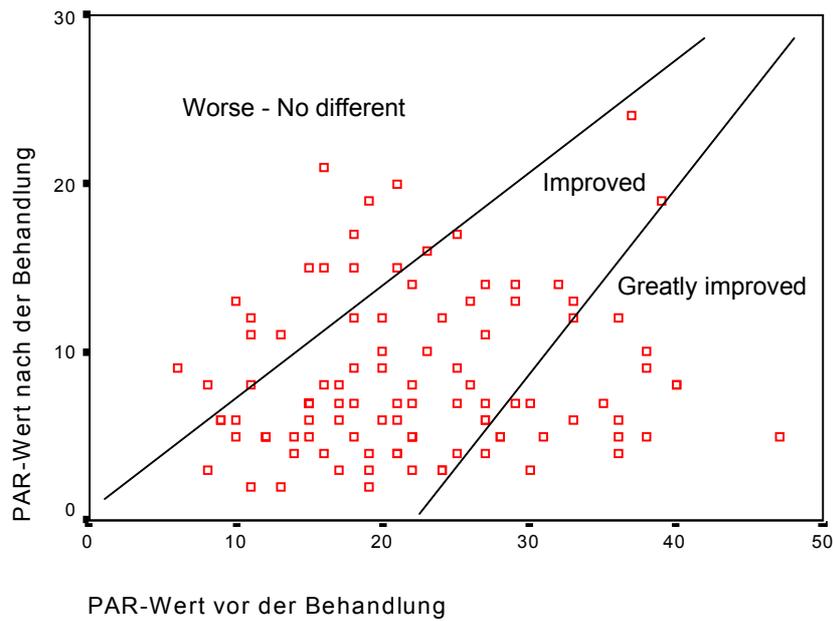
Abb.5b: PAR- Verbesserung (%)



Das Nomogramm stellt die Verbesserung des PAR-Wertes graphisch dar. Betrachtet man zunächst die Resultate der britischen Gewichtungsart ergibt sich bei einer Reduktion von 22 PAR-Punkten bei 19 Patienten der Universitätsgruppe, das entspricht 18,8%, die Einteilung in die Kategorie „stark verbessert“. In der Praxisgruppe fielen 38 Patienten (36,2%) in die Kategorie „stark verbessert“.

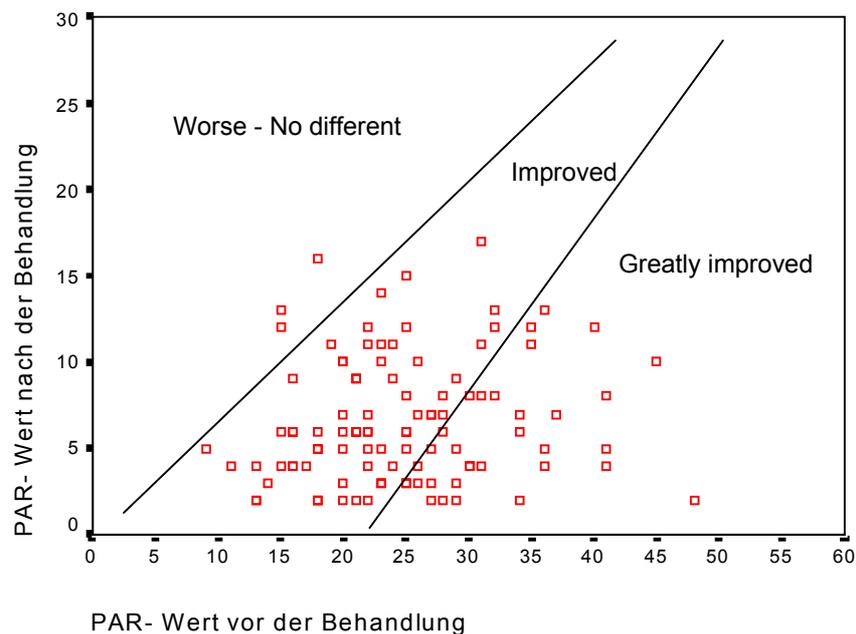
„Kein Unterschied oder schlechter“ sind Behandlungen mit weniger als 30% Reduktion des PAR-Wertes. In dieser Kategorie befanden sich 15 Patienten, das heißt 14,9 % der Universitätsgruppe und vier Patienten oder 3,8 % der Praxis. In der dazwischen liegenden Kategorie „verbessert“ befanden sich 77 Patienten, bzw. 76,2% der Universität nach Behandlungsabschluss und 63 Behandlungsergebnisse der Praxis bzw. 60% konnten „verbessert“ werden (Abb. 6a).

Abb. 6a: Nomogramm Universität



Deutliche Unterschiede in der Einteilung der Gruppen ergibt die Anwendung der amerikanischen Gewichtung. Der prozentuale Anteil der Patienten, die in die Kategorie „kein Unterschied oder schlechter“ fallen, ist mit 1,9% deutlich geringer als bei der britischen Gewichtung. Der Anteil der Patienten der zweiten Gruppe „verbessert“ steigt auf 77,1%. Die dritte Gruppe ist folglich kleiner, insgesamt 21,0% der Patienten sind „stark verbessert“ worden (Abb. 6b).

Abb. 6b: Nomogramm Praxis



Verwendet man die amerikanische Gewichtungsmethode, verschlechtert sich die Gesamteinteilung deutlich. Die Kategorie „kein Unterschied oder schlechter“ umfasst nach der amerikanischen Gewichtungsmethode 22,8%, die Gruppe der „verbesserten“ Patienten erfährt mit 67,3% lediglich eine minimale Erhöhung. Ein großer Unterschied besteht in der dritten Kategorie „stark verbessert“, diese reduziert sich um fast die Hälfte auf 9,9% (Tab. 1).

Tab. 1

		PAR- Index			
		Brit.	%	Amerik.	%
Praxis	Schlechter/ nicht verbessert	3	2.9%	2	1.9%
	Verbessert	69	65.7%	81	77.1%
	Stark verbessert	33	31.4%	22	21.0%
	TOTAL	105	100.0%	105	100.0%
Universität	Schlechter/ nicht verbessert	15	14.9%	23	22.8%
	Verbessert	67	66.3%	68	67.3%
	Stark verbessert	19	18.8%	10	9.9%
	TOTAL	101	100.0%	101	100.0%

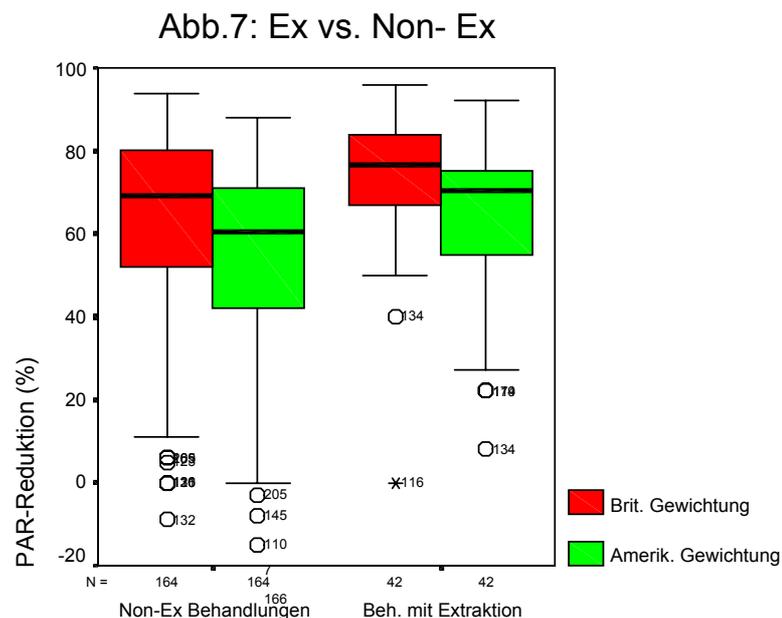
Die Punktwolke des Nomogramms für die Praxisgruppe weist eine Häufung nahe der x-Achse auf, die geringe PAR-Werte nach der aktiven Behandlung anzeigt, während bei der Universitätsgruppe eine größere Streuung auffällt. Ein ideales Behandlungsergebnis mit einem PAR-Wert von Null konnte bei keinem Patienten erreicht werden, was nicht auffällig ist, denn Richmond selbst hat behauptet „noch keine optimale Okklusion im Seitenzahnbereich“ seit der Einführung des PAR-Index gesehen zu haben. Eine nahezu ideale Okklusion, nach Richmond et al., mit einem PAR-Wert kleiner gleich 5 hingegen konnte bei 31 Patienten der Universitätsgruppe und bei 55 Patienten der Praxisgruppe erreicht werden.

Lediglich sieben Patienten (6,6%) der Praxisgruppe und drei Patienten der Universitätsgruppe (3%) erreichten einen hohen Anfangs-PAR-Wert (≥ 40 Punkte). Die Anzahl der Patienten ist zu gering, um dies in Beziehung zu einer höheren prozentualen Reduktion zu setzen. Es zeigten sich jedoch relativ viele Patienten, die anfangs einen geringeren PAR-Wert als 20 Punkte hatten, nämlich 42 Patienten (41,6%) der Universität und 28 Patienten (26,7%) der Fachpraxis.

Extraktionen und Nichtanlagen

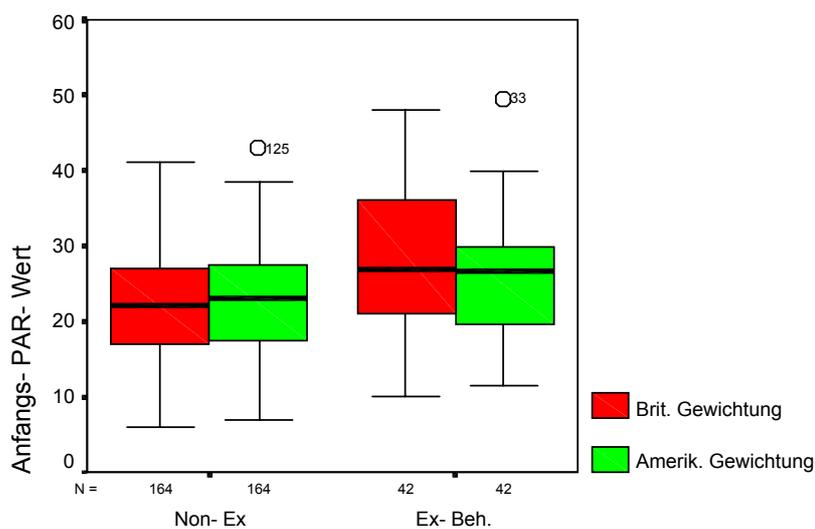
Es konnte eine statistisch signifikante höhere PAR-Wert Reduktion bei den Patienten registriert werden, bei denen Extraktionen erfolgten oder die Nichtanlagen aufwiesen. Dies gilt sowohl für die Gesamtzahl der Patienten (n=206) (p= 0,001), als auch für die Universitätsgruppe (p= 0,01) und für die Praxisgruppe (p= 0,0007) einzeln betrachtet. Insgesamt wurde bei 164 Patienten, bzw. 79,6% eine Behandlung ohne Zahnzahlverringering durchgeführt, die durchschnittliche PAR-Wert Differenz betrug $14,7 \pm 8,1$ absolute PAR-Punkte. Eine Extraktions- oder Unterzahlbehandlung erfolgte bei 42 Patienten, bzw. 20,4%. Hier beträgt die durchschnittliche PAR-Wert Differenz 21,3 Punkte. Eine erstaunlich ähnliche Verteilung zeigt die prozentuale Verteilung der zwei Gruppen untereinander: An der Universitätsklinik wurden 79 Patienten ohne Extraktionen behandelt, das entspricht 78,2%, und 22 Patienten, bzw. 21,8%, mit Zahnzahlreduktion. Dies lässt sich aufteilen in fünf Patienten, bei denen eine Nichtanlage vorlag und 17 Patienten bei denen extrahiert wurde.

In der Praxis war bei 85 Patienten oder 80,2% eine Non-Extraktions-Behandlung möglich, lediglich bei 20 Patienten oder 19,8% erfolgten Extraktionen oder existierten Nichtanlagen (bei 10 Patienten, bzw. 9,5%). Im Durchschnitt konnte bei Extraktionsbehandlungen der PAR-Wert um 6,6 PAR-Punkte mehr reduziert werden (Abb. 7).



Der PAR-Wert vor der Behandlung ist bei den Patienten, die mit Extraktionen behandelt wurden, insgesamt mit durchschnittlich 28,0 PAR-Punkten höchst signifikant ($p=0,001$) größer als der PAR Wert für Patienten, die ohne Extraktionen behandelt wurden. Hier betrug der durchschnittliche PAR-Wert 22,4 (britische Gewichtung). Auch nach der amerikanischen Gewichtungsart ist der Unterschied sehr signifikant ($p=0,01$) (Abb. 8).

Abb.8: Anfangs- PAR- Wert bei
Ex- und Non-Ex- Behandlungen



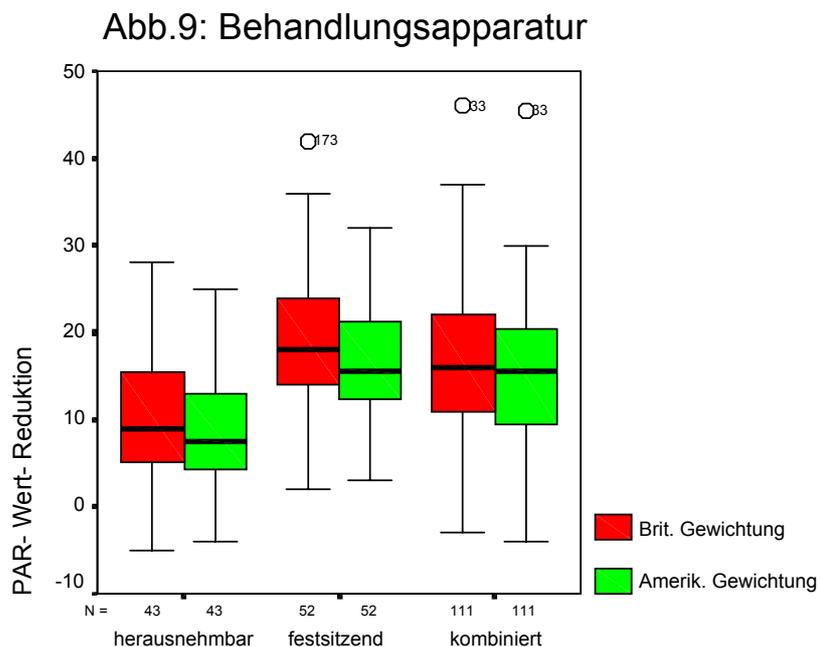
Behandlungsapparaturen

Einen weiteren statistisch signifikanten Einfluss auf die PAR-Wert Reduktion stellte die Behandlungsapparatur dar. Es wurden drei Gruppen unterschieden:

- Gruppe 1: eine Behandlung mit ausschließlich herausnehmbaren Apparaturen;
- Gruppe 2: mit ausschließlich festsitzenden Apparaturen und
- Gruppe 3: mit herausnehmbaren und festsitzenden Techniken, was hier als kombinierte Behandlung bezeichnet wird.

Die Unterschiede der resultierenden PAR-Wert Reduktion (britische Gewichtung) waren für die Gesamtzahl der Patienten statistisch hochsignifikant ($p=0,0001$). Insgesamt 43 Patienten, bzw. 20,9% fielen in Gruppe 1, 52 Patienten, bzw. 25,2 % in Gruppe 2 und 111 Patienten, bzw. 53,9% Gruppe 3.

Der Mittelwert der PAR-Wert Reduktion war für die Gruppe 2 mit $19,5 \pm 8,2$ PAR-Punkten die höchste, dies entspricht einer prozentualen PAR-Reduktion von 75,6%, gefolgt von der Gruppe 3 mit $16,6 \pm 8,7$ PAR-Punkten oder einer PAR-Verbesserung von 69,8%. Die niedrigste Verringerung des PAR-Werts erreichte Gruppe 1 mit lediglich $10,4 \pm 8$ PAR-Punkten, bzw. 51,8%. Es waren jedoch nur die Vergleiche der Gruppe 1 mit Gruppe 2 ($p=0,0001$) und der Gruppe 1 mit Gruppe 3 ($p=0,0002$) statistisch signifikant (Abb. 9).



Ein interessantes Ergebnis ist die unterschiedliche Aufteilung der Gruppen in der Universitätsgruppe und dem Praxisgruppe. An der Uniklinik Düsseldorf sind 36,6%, bzw. 37 Patienten mit ausschließlich herausnehmbaren Geräten behandelt worden (Gruppe eins), bei diesen Behandlungen konnte eine PAR-Reduktion von 48,1% erreicht werden. 10,9%, bzw. 11 Patienten sind mit ausschließlich festsitzenden Apparaturen (Gruppe zwei) behandelt worden und zeigten eine sehr hohe PAR-Verringerung von 78,5%. Die Behandlungsergebnisse der Gruppe 3, die 52,5%, bzw. 53 Patienten beinhaltet, erzielte mit sowohl herausnehmbaren als auch festsitzenden (kombiniert) Apparaturen eine PAR-Reduktion von 66,5%. Dabei war wiederum der Vergleich der Gruppe 1 mit Gruppe 2 und der Gruppe 1 mit Gruppe 3 statistisch signifikant.

Innerhalb der Praxisgruppe konnten keinerlei statistisch signifikanten Unterschiede unter den Gruppen ermittelt werden. Gruppe 1 beinhaltete in der Praxis 6 Patienten (5,7%) und erreichte eine prozentuale PAR-Verringerung 70,1%. 41 Patienten (39%) wurden ausschließlich feststehend behandelt und erzielten eine PAR-Reduktion von 74,7% (Gruppe 2), und die 58 Patienten (55,2%) der Patienten der Gruppe 3 kamen auf 72,5% Verbesserung.

Verteilung der Angle-Klassen

Ein weiterer Parameter, der Einfluss auf die PAR-Reduktion zeigte, ist die Angle-Klassifizierung der Dysgnathie bei Behandlungsbeginn. Die gesamte Patientengruppe konnte wie folgt aufgeteilt werden:

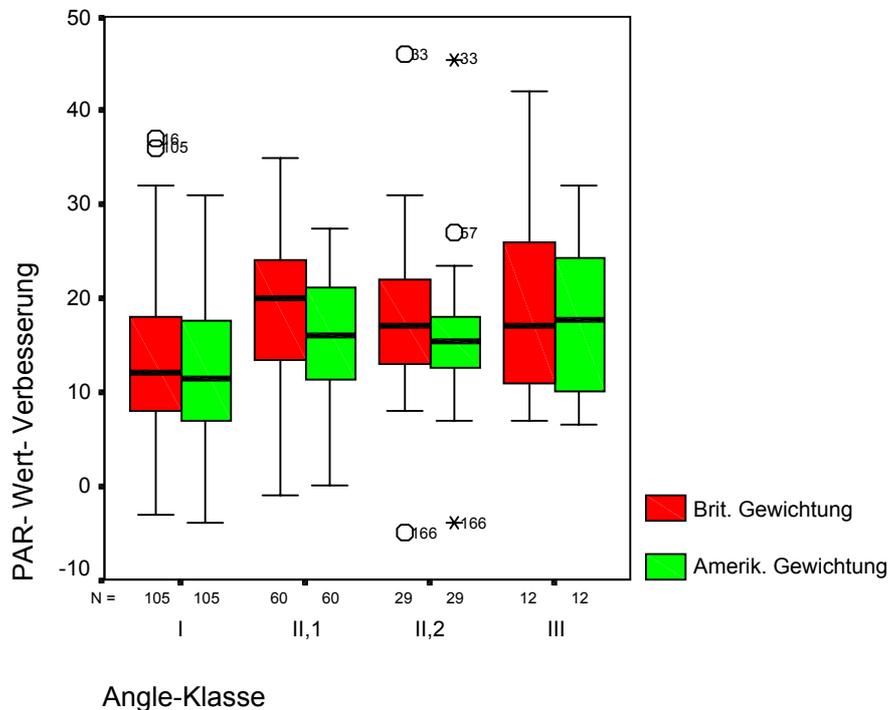
- 88 Patienten (42,7%) mit einer Angle Klasse I,
- 85 Patienten (41,3%) mit einer Klasse II,1,
- 28 Patienten (13,6%) mit einer Klasse II,2 und
- 5 Patienten (2,4%) mit einer Klasse III (Tab. 3).

Tab. 3

Angle Klasse					
Praxis	Total	%	Universität	Total	%
I	58	55.2%	I	47	46.5%
II.1	21	20.0%	II.1	39	38.6%
II.2	18	17.1%	II.2	11	10.9%
III	8	7.6%	III	4	4.0%
	105	100.0%		101	100.0%

Betrachtet man die gesamte Patientengruppe, unterschied sich die PAR-Differenz bei Klasse I-Dysgnathien signifikant von der erreichten PAR-Differenz bei den Angle-Klassen II,1 und II,2. Alle anderen Vergleiche, Angle-Klasse I im Vergleich zur Klasse III, wie auch beide Divisionen der Klasse II untereinander und im Vergleich zur Angle-Klasse III ergaben keinen signifikanten Unterschied (Abb. 10a).

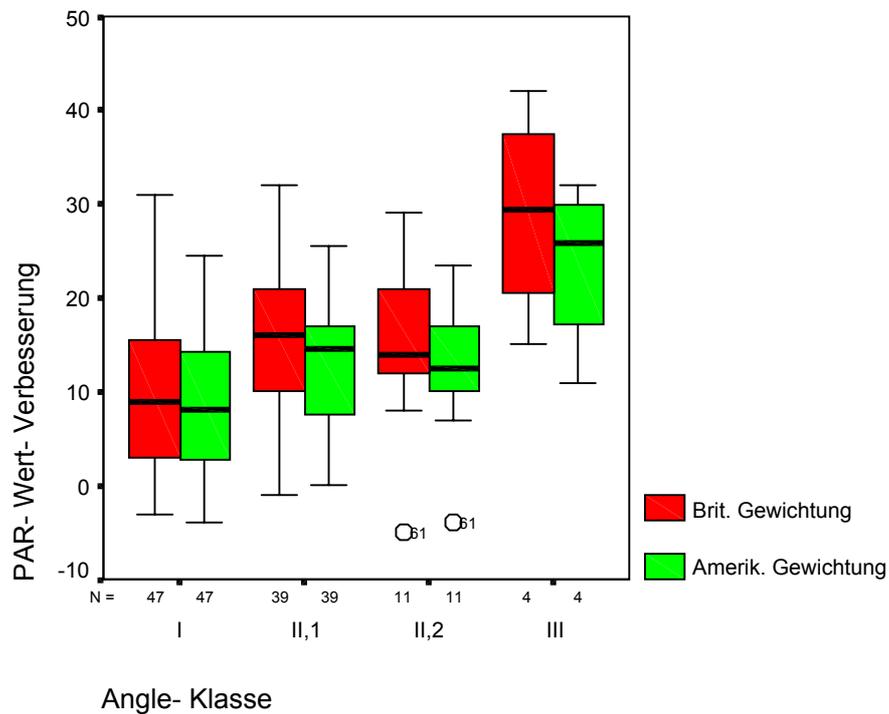
Abb.10a: Aufteilung der Angle-Klassen
des gesamten Patientenmusters (n=206)



Einzel betrachtet bestand auch die Gruppe der Universität Düsseldorf aus 47 Klasse I-Patienten, 39 Klasse II,1 Patienten, 11 Patienten mit einer Angle-Klasse II,2 und 4 Klasse III Patienten.

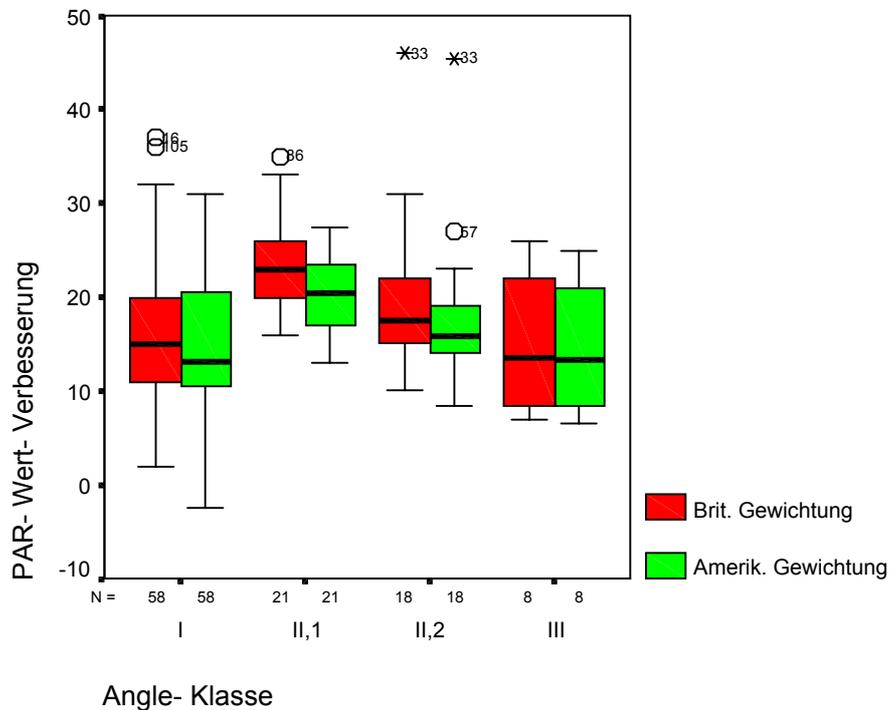
Bei letzteren konnte die höchste PAR-Wert Reduktion von 29 PAR-Punkten (britische Gewichtung) erzielt werden, gefolgt von den Klasse II,1-Behandlungen mit 16,7 PAR-Punkten, die Klasse II,2 auf 15,1 PAR-Punkte. Am schlechtesten schlossen die Klasse I-Behandlungen mit lediglich 9,9 PAR-Punkten Verbesserung ab. Innerhalb der Universitätsgruppe sind die Unterschiede der PAR-Wert Reduktion zwischen Angle Klasse I und II,1 hoch signifikant. Auch der Vergleich zwischen der PAR-Reduktion der Angle-Klasse I und III ist signifikant unterschiedlich. Alle anderen Vergleiche konnten kein Signifikanzniveau erreichen (Abb. 10b).

Abb. 10b: Aufteilung der Angle-Klassen
Universität



Die Praxisgruppe zeigt eine andere Verteilung. Die PAR-Wert-Verbesserungen sind in den unterschiedlichen Angle-Klassen sehr viel homogener, bei Klasse II,1- Behandlungen konnte die größte PAR-Wert Reduktion von 23,7 erreicht werden, darauf folgten Klasse II,2 Behandlungen mit 19,3, Patienten mit Klasse I-Dysgnathien konnten um durchschnittlich 16,2 PAR-Punkte reduziert werden, Patienten mit Klasse III wurden um 15,1 PAR-Punkte verbessert. Die Praxisgruppe zeigt einen hoch signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen der Klasse I und Klasse II,2, und einen signifikanten Unterschied zwischen den Ergebnissen der Angle-Klasse II,1 und Klasse III. Der Unterschied der PAR-Wert Differenz innerhalb der Angle-Klassen war für die britische Gewichtungsform größer als der anhand der amerikanischen Gewichtung ermittelte (Abb. 10c).

Abb. 10c: Aufteilung der Angle-Klassen
Praxis



ICON Ergebnisse

Die hier ermittelten Ergebnisse anhand des ICON-Index sind die ersten publizierten Daten dieser Art. Es ist bisher noch keine Studie unter Verwendung des Index of Complexity, Outcome and Need veröffentlicht worden.

Die Behandlungsnotwendigkeit wird anhand des Grenzwertes von 43 ICON-Punkten ermittelt. Werte über 43 Punkten deuten auf eine Behandlungsnotwendigkeit. In der Universitätsgruppe bestand nach den Bewertungskriterien des ICON-Index bei 88,6% der Patienten eine Behandlungsnotwendigkeit, in der Praxisgruppe war dies bei 97,1% der Patienten der Fall (Tab. 2).

Die undifferenzierte Interpretation des ICON-Index im Hinblick auf eine Akzeptanz des Endergebnisses der Behandlung hat wiederum einen Grenzwert. Behandlungsergebnisse unter 31 ICON-Punkten bedeuten ein akzeptables Endergebnis, Werte darüber deuten auf ein nicht zufriedenstellendes Ergebnis.

Die Uniklinik Düsseldorf erreichte bei 73 Patienten, bzw. 72,3% ein akzeptables Ergebnis. Von den Patienten der Praxis konnten 95 Behandlungsergebnisse (88,6%) als akzeptabel eingestuft werden (Tab. 2).

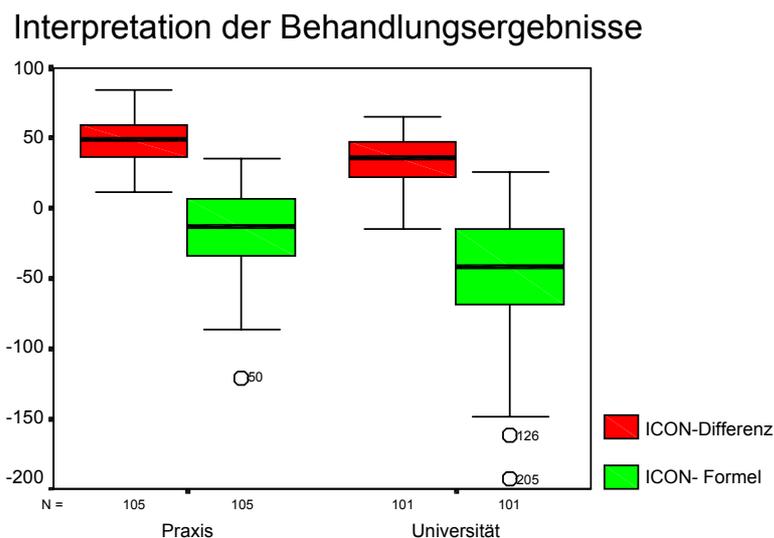
Die Inauguratoren des ICON-Index haben ebenfalls eine Bewertungsskala für die Behandlungskomplexität oder Behandlungsschwierigkeit entwickelt. Danach konnte die Universitätsgruppe in 18,9% sehr schwierige Behandlungen, 27,7% schwierige Behandlungen kategorisiert werden. Bei 26,7% der Patienten war eine moderate Komplexität, bei 24,8% eine milde und bei 2% eine geringe Komplexität zu erkennen. Bei der Patientengruppe der Praxis fiel keine der Behandlungen in die leichte Kategorie, bei 7,6% konnte eine milde, bei 23,8% eine moderate Behandlungsschwierigkeit erwartet werden, in 35,2% war die Behandlungskomplexität als schwierig einzustufen und in 33,3% fiel sie in die Kategorie sehr schwierig (Tab. 2).

Tab. 2

INTERPRETATION DER I C O N ERGEBNISSE						
Behandlungsnotwendigkeit und Akzeptanz						
	Praxis	%	Universität	%	Alles	%
Behandlungsnotwendigkeit	102	97.14%	83	82.18%	185	89.81%
Akzeptanz des Behandlungsergebnisses	93	88.57%	73	72.28%	166	80.58%
Schwierigkeitsgrad der Behandlung						
	Praxis	%	Universität	%	Alles	%
Leicht	0	0.00%	2	1.98%	2	0.97%
Mild	8	7.62%	25	24.75%	33	16.02%
Moderat	25	23.81%	27	26.73%	52	25.24%
Schwierig	37	35.24%	28	27.72%	65	31.55%
Sehr Schwierig	35	33.33%	19	18.81%	54	26.21%
Gesamt (n , %)	105	100.00%	101	100.00%	206	100.00%
Grad der Verbesserung						
(Pre-treat score - 4x post treat score)	Praxis	%	Universität	%	Alles	%
Sehr Stark verbessert	34	32.38%	13	12.87%	47	22.82%
Stark verbessert	36	34.29%	22	21.78%	58	28.16%
Moderat verbessert	22	20.95%	32	31.68%	54	26.21%
Minimal verbessert	11	10.48%	15	14.85%	26	12.62%
Nicht verbessert oder schlechter	2	1.90%	19	18.81%	21	10.19%
Gesamt (n , %)	105	100.00%	101	100.00%	206	100.00%

Der Mittelwert des gesamten Patientengutes der Universität Düsseldorf beträgt vor der Behandlung 61,2 ICON-Punkte. Nach der Behandlung reduziert sich der Wert auf durchschnittlich 26,8 ICON-Punkte. Der Grad der Verbesserung wurde ermittelt, indem vom ICON-Wert bei Behandlungsbeginn der vierfache ICON-Wert bei Behandlungsende subtrahiert wurde. Dies bedeutete eine durchschnittliche ICON-Verbesserung von -45,8 Punkten. Die ICON-Resultate der Praxis waren hoch signifikant verschieden. Der ICON-Wert bei Behandlungsbeginn betrug durchschnittlich 70,6 Punkte, der Mittelwert bei Behandlungsabschluss 21,6 ICON-Punkte. Somit hatte der errechnete Grad der Verbesserung den Wert -16 (Abb. 11).

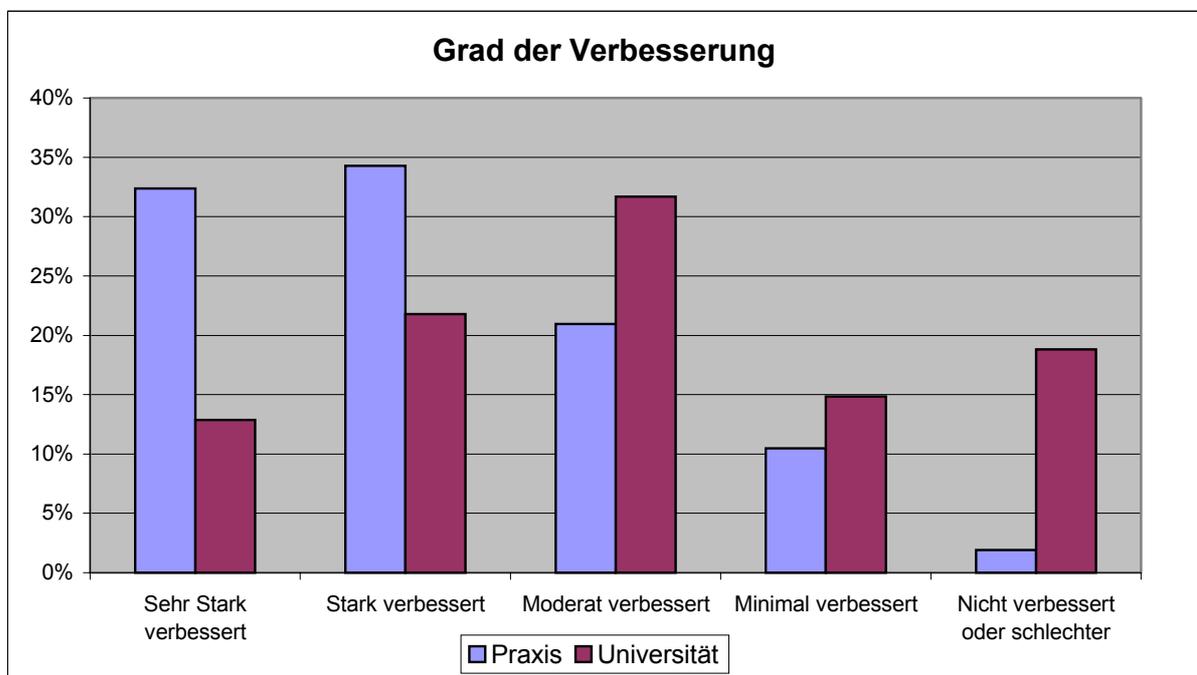
Abb.11: ICON- Index



Zusätzlich zur Berechnung des Grades der Verbesserung anhand des ICON-Index existiert eine Einteilung dieser Ergebnisse in fünf Gruppen. Die Aufteilung der Universitätsgruppe ist wie folgt: 12,9% der Patienten fallen in die Kategorie „sehr stark verbessert“, 21,8% sind „stark verbessert“, der Hauptanteil, der Behandlungsergebnisse, 31,7% ist „moderat verbessert“. Die beiden letzten Untergruppen „minimal verbessert“ und „nicht verbessert oder schlechter“ kommen auf 14,9% bzw. 18,8%.

Die Gruppierungen der Patienten der Praxis unterscheiden sich deutlich von der Verteilung der Universitätsgruppe. Hier erreichten 32,4% der Behandlungen die beste Einstufung „sehr stark verbessert“, den höchsten prozentualen Anteil stellte mit 34,3% die „stark verbesserte“ Gruppe, 21,0% fielen in die Kategorie „moderat verbessert“. Die Bewertung „minimal verbessert“ erreichten 10,5% und in die letzte Gruppe „nicht verbessert oder schlechter“ fielen lediglich 1,9%. Dies entspricht fast einem Zehntel der Patienten der Universität in derselben Kategorie (Tab.2) (Abb. 12).

Abb. 12



Iatrogene Schäden

Bei der Bewertung der Röntgenunterlagen aller 206 Patienten, konnten bei insgesamt 18 Patienten (8,7%) anhand des Fernröntgenseitenbildes und der Panoramaschichtaufnahme moderate Wurzelresorptionen an den Oberkiefer-Frontzähnen festgestellt werden. Innerhalb der Universitätsgruppe konnten Wurzelresorptionen an 11 Patienten (10,9%) ermittelt werden und innerhalb der Praxisgruppe an 7 Patienten (6,7%).

Korrelation zwischen skelettalen und dentalen Parametern

Es konnten nur geringe und sehr geringe Korrelationen der okklusalen Parameter und der korrespondierenden kephalometrischen Werte ermittelt werden.

Den höchsten Korrelationskoeffizienten mit $p=0,36$ erreichte der PAR-Wert für „overjet“ vor der Behandlung im Vergleich zum Wits-Wert des Anfangsbefundes (Abb. 13). Alle anderen Resultate zeigen eine noch geringere Korrelation, und werden daher nicht aufgeführt.

Der Vergleich der vertikalen Dimension und der okklusalen Werte für „overbite“ ergaben zum Teil sogar negative Korrelationen.

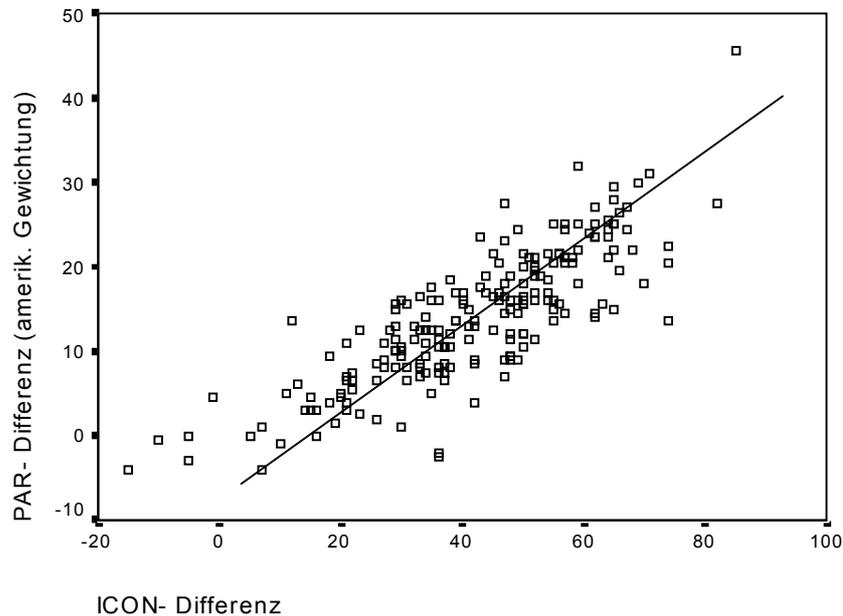
Korrelation zwischen PAR- und ICON-Index

Die Ergebnisse des bereits weltweit etablierten PAR-Index sollten mit denen des neu entwickelten ICON-Index verglichen werden. Zusätzlich wurden zwischen der britischen Gewichtung und der amerikanischen Gewichtung des PAR-Index unterschieden. Es erfolgte auch eine getrennte Analyse der Daten der Universität Düsseldorf und der Praxis.

Die Korrelation der Daten der Universität Düsseldorf ergaben insgesamt eine deutlich bessere Übereinstimmung, als die Daten der Praxis.

Die Analyse der Daten der Universität ergab für den Vergleich ICON-Wert vor Behandlung und britischer PAR-Wert zum gleichen Zeitpunkt $r=0,76$. Der Vergleich mit den amerikanischen PAR-Werten zeigte, wie auch vorher beobachtet, mit $r=0,79$ einen höheren Korrelationskoeffizienten. Diese Tendenz wurde auch für die Werte nach der Behandlung bestätigt. Der Koeffizient betrug für die britische Gewichtung $r=0,75$ und für die amerikanische $r=0,81$. Die Differenz der Anfangs- und Abschlussergebnisse ergibt für die britische Methode $r=0,80$ und für die amerikanische $r=0,82$.

Abb.13: Korrelation PAR- ICON



Der Korrelationskoeffizient zwischen dem durchschnittlichen ICON-Ergebnis vor der Behandlung und dem britisch gewichteten PAR-Ergebnis bei Behandlungsbeginn betrug 0,76. Ein leicht höherer Korrelationskoeffizient von 0,77 ergab der Vergleich desselben ICON-Werts zu dem amerikanisch gewichteten PAR-Wert bei Behandlungsbeginn. Für den Wert bei Behandlungsende war die Korrelation zwischen dem britischen PAR-Wert und dem ICON-Wert mit $r=0,66$ deutlich schlechter, dieselbe jedoch mit dem amerikanisch gewichteten Wert war deutlich besser mit $r=0,75$. Eine weiterer Faktor ist die Differenz der Werte, die die Verbesserung wiedergeben. In diesem Fall war der Korrelationskoeffizient zwischen der errechneten britischen PAR-Differenz und der absoluten ICON-Differenz mit 0,76 wiederum niedriger als der Vergleich mit der Differenz, die mit der amerikanischen Gewichtung ermittelt wurde. Hier betrug der Korrelationskoeffizient 0,78.

Zusätzlich ergab die Zusammenfassung aller Ergebnisse der 206 untersuchten Patientenunterlagen, sowohl die der Universitätsklinik, wie auch die der Praxis eine dritte Tabelle. Die britischen PAR-Werte vor Behandlungsbeginn korrelierten insgesamt mit den ICON-Werten bei Beginn der Behandlung mit $r=0,76$, die

amerikanischen Werte $r=0,79$. Bei Abschluss der Behandlung reduzierte sich der Korrelationskoeffizient auf $r=0,73$ für die britische Methode, und blieb für die amerikanische Methode mit $r=0,79$ konstant. Die Korrelation der Differenz der Werte resultierte für die britische Gewichtung der PAR-Ergebnisse in $r=0,79$ und für die amerikanische Gewichtung in $r=0,82$ (Tab. 5).

Tab. 5: Korrelation PAR-ICON

Korrelationskoeffizient					
		I C O N-Werte			
		vor Beh.	nach Beh.	Differenz	Formel
Praxis	PAR vor Beh. (brit.)	0,76			
	PAR nach Beh. (brit.)		0,66		
	Differenz PAR (brit.)			0,76	0,53
	PAR vor Beh. (amer.)	0,77			
	PAR nach Beh. (amer.)		0,75		
	Differenz PAR (amer.)			0,78	0,58
Universität	PAR vor Beh. (brit.)	0,76			
	PAR nach Beh. (brit.)		0,75		
	Differenz PAR (brit.)			0,80	0,64
	PAR vor Beh. (amer.)	0,79			
	PAR nach Beh. (amer.)		0,81		
	Differenz PAR (amer.)			0,82	0,69
Gesamt	PAR vor Beh. (brit.)	0,76			
	PAR nach Beh. (brit.)		0,73		
	Differenz PAR (brit.)			0,79	0,62
	PAR vor Beh. (amer.)	0,79			
	PAR nach Beh. (amer.)		0,79		
	Differenz PAR (amer.)			0,82	0,68

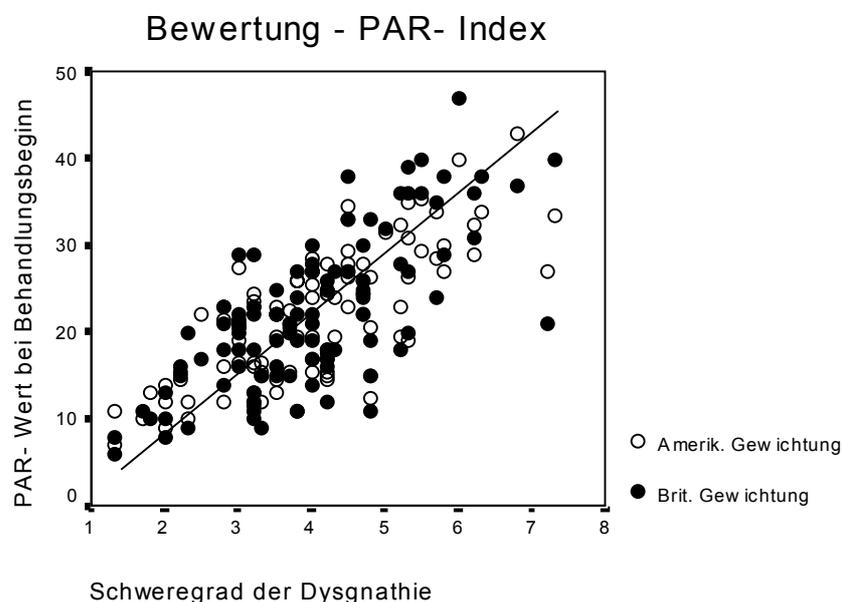
Subjektive Bewertungen

Vier Fachzahnärzte für Kieferorthopädie und zwei Assistenten im zweiten Jahr der Weiterbildung der Abteilung für Kieferorthopädie der Universität Düsseldorf untersuchten 202 Modelle von 101 Patienten. Sie bewerteten die Anfangs- und Endbefunde im Hinblick auf vier Kriterien:

1. den Schweregrad der Dysgnathie vor Behandlungsbeginn in einer Skalierung von eins bis acht
2. die voraussichtliche Schwierigkeit der Behandlung in einer Einteilung von ebenfalls eins bis acht
3. den Grad der Verbesserung der Behandlung in einer Skala von eins bis fünf
4. den Schweregrad der Dysgnathie nach Behandlungsende in einer analogen Skalierung von eins bis acht. Diese Bewertung erfolgte in einem separaten Durchlauf, ohne Einblick in die vorigen Ergebnisse zu haben.

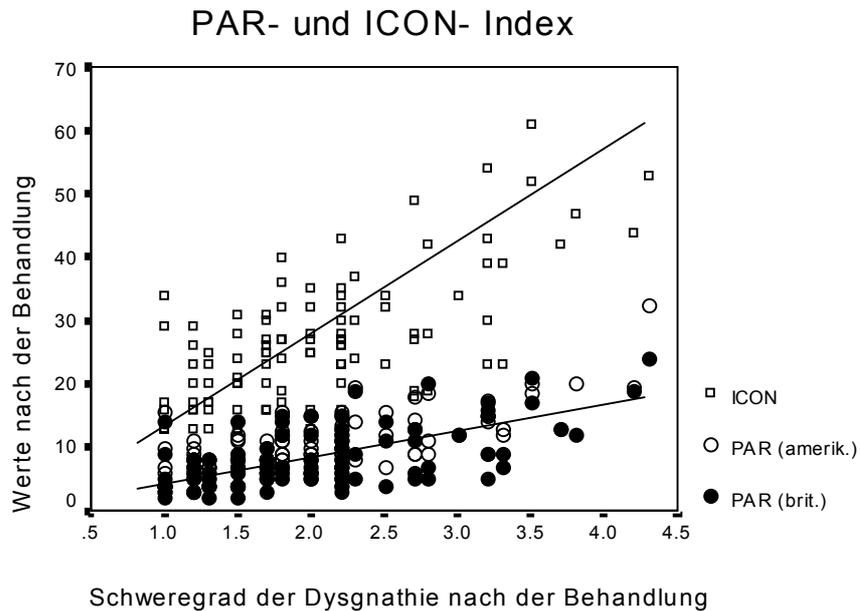
Der Korrelationskoeffizient zwischen der subjektiven Bewertung des initialen Schweregrads der Dysgnathie und dem PAR-Wert vor Behandlung ergab für die amerikanische Gewichtung $r=0,74$ und für die britische Gewichtung $r=0,72$. Einen höheren Korrelationskoeffizienten $r=0,76$ ergab der Vergleich des ICON-Werts vor Behandlung mit dem initialen Schweregrad der Dysgnathie (Abb. 14).

Abb.14: Korrelation: Subjektive



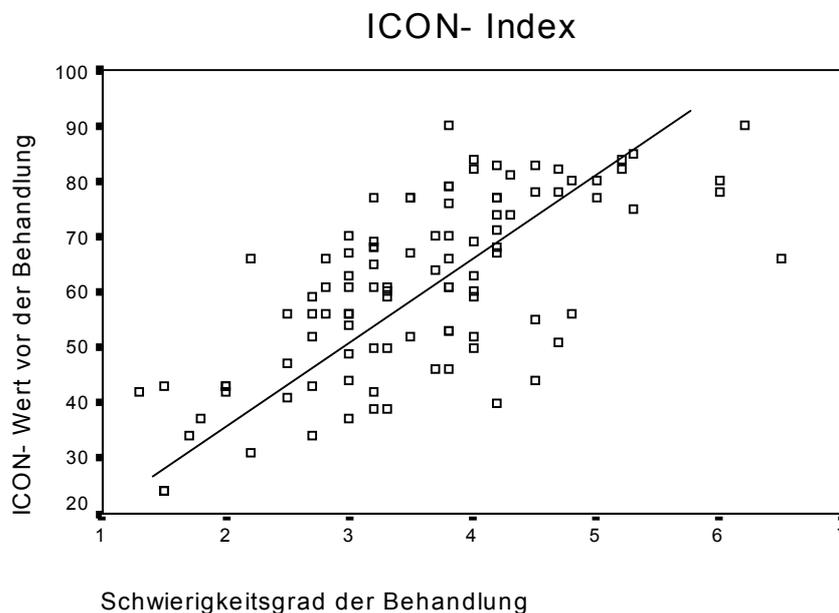
Die Korrelation der subjektiven Bewertung des Schweregrads der Dysgnathie und dem PAR-Wert nach Behandlungsabschluss war mit $r=0,71$ für die amerikanische Gewichtung und $r=0,60$ für die britische Gewichtung deutlich weniger homogen. Der Koeffizient für die Korrelation zwischen der subjektiven Bewertung des Schweregrads der Dysgnathie nach der Behandlung und dem entsprechenden ICON-Wert ergab $r=0,68$ (Abb. 15).

Abb.15: Korrelation: Subjektive Bewertung



Die Bewertung des Schwierigkeitsgrades der Behandlung der Düsseldorfer Kieferorthopäden ließ sich ausschließlich mit dem ICON-Index vergleichen, denn der ICON-Wert vor der Behandlung lässt sich in fünf „Complexity Grades“ einteilen. Der Korrelationskoeffizient war in diesem Vergleich $r = 0,68$ (Abb. 16).

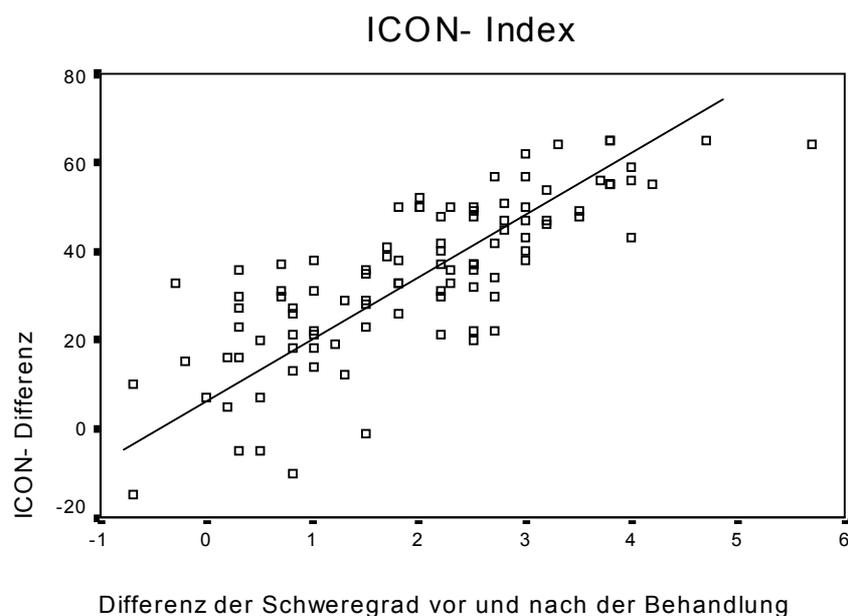
Abb.16: Korrelation: Subjektive Bewertung



Die subjektive Einschätzung des Grades der Verbesserung wurde mit der PAR-Wert-Differenz verglichen und ergab sowohl für die britische Gewichtung, als auch für die amerikanische Gewichtung $r=0,72$. Eine deutlich schwächere Korrelation ergab der Vergleich mit dem ermittelten „Improvement Grade“ (ICON-Wert vor Behandlung minus dem vierfachen ICON-Wert nach der Behandlung). Hier betrug der Koeffizient $r=0,62$. Berücksichtigt man jedoch nicht die vorgegebene Formel für den Grad der Verbesserung, sondern ermittelt wie auch bei dem PAR-Index die Differenz der ICON-Werte vor und nach der Behandlung, ergab sich ein Korrelationskoeffizient von $r=0,79$.

Die beste Korrelation ergibt sich aus der Differenz der subjektiven Bewertungen für den Schweregrad der Dysgnathie vor und nach der Behandlung mit der PAR- und ICON-Differenz. Der Koeffizient für den Vergleich der britisch gewichteten PAR-Differenz betrug $r=0,78$, für die amerikanisch gewichtete PAR-Differenz $r=0,77$ und für die ICON-Differenz $r=0,79$ (Abb. 17).

Abb.17: Korrelation: Subjektive Bewertung



Intraindividuelle Reliabilität

Für die Bestimmung der intraindividuellen Reliabilität der Untersucherin wurden die Bewertungen anhand des PAR-Index und des ICON-Index für 31 Patienten nach acht Wochen wiederholt.

Die „Kalibrierung“ der Untersucherin konnte bei einer sehr guten Übereinstimmung für den PAR-Wert und den ICON-Wert bei Behandlungsbeginn, den ICON-Wert bei Behandlungsende und die jeweilige Differenz überprüft werden.

Bei der Unterscheidung zwischen britischer und amerikanischer Gewichtungsmethode zeigte sich jedoch eine Ausnahme. Der britisch gewichtete PAR-Wert bei Behandlungsende zeigte einen signifikanten Unterschied zwischen den zwei zeitlich versetzten Bewertungen. Alle anderen Vergleiche der amerikanischen, britischen PAR-Gewichtung und des ICON-Index zeigen keine signifikanten Unterschiede. Das bedeutet eine hohe intraindividuelle Reliabilität.

Der signifikante Unterschied in der PAR-Bewertung nach Behandlungsende, lässt sich wiederum mit den hohen Multiplikationsfaktoren für die sagittale Frontzahnbeziehung und die Mittellinienabweichung erklären, die, wie bereits vorher beschrieben, die Sensibilität des Index reduzieren.

5. Diskussion

Die durchschnittliche Behandlungsdauer sowie die Anzahl der Termine wird in zahlreichen Studien erfasst. Die Hauptschwierigkeit im Vergleich der Ergebnisse liegt in der unterschiedlichen Definition der Dauer der Behandlung. Einige Untersuchungen beziehen sich ausschließlich auf die aktive Behandlungsphase, andere beziehen auch die Retentionszeit mit ein, wiederum andere legen die Kassenleistungen, das heißt offizieller Beginn und Abschluss der Behandlung zu Grunde, und einige geben keine spezifischen Angaben.

Grundsätzlich betrachtet sollte die Behandlungsdauer an der Uniklinik Düsseldorf mit anderen Kliniken sowohl im In- als auch im Ausland vergleichbar sein, dies ist jedoch nur bedingt zutreffend.

Eine der ersten Studien (Richmond et al., 1992) untersucht die kieferorthopädischen Behandlungen der englischen staatlichen allgemeinärztlichen Einrichtungen. Sie kommen im Durchschnitt auf lediglich 1,9 Jahre Behandlungsdauer und dies von der Aufnahme des Patienten bis zum Datum des Behandlungsabschlusses. Das entspricht einem Drittel der Behandlungszeit der Düsseldorfer Klinik, die PAR-Wert Reduktion ist jedoch mit 53% für den "General Dental Service" sehr niedrig, im Gegensatz zu 62,3% der Uniklinik.

Birkeland et al. (1997) unterteilten in Kinder- (n=202) und Erwachsenenbehandlung (n=22) und wiederum in aktive Behandlung und Retentionsphase. In der Kindergruppe betrug die aktive Phase durchschnittlich 25 Monate und 25 Termine, die Retentionszeit insgesamt 21,3 Monate und 9 Termine, die Erwachsenengruppe kam auf 24,2 Monate, bzw. 23 Termine in der aktiven Phase und auf 15 Monate, bzw. 8 Termine in der Retentionsphase. Die Ergebnisse der Kinder und Jugendlichenbehandlung der Universität Bergen mit insgesamt 56 Monaten Behandlungszeit stimmen mit den ermittelten 67 Monaten der Uniklinik Düsseldorf überein, in diesem Fall ist jedoch die Definition der Dauer einer durchschnittlichen Adoleszentenbehandlung an der Düsseldorfer Klinik eine andere, denn die Retentionszeit ist wahrscheinlich auch nach dem offiziellen Behandlungsende weitergeführt worden. Betrachtet man die Anzahl der Termine, wird diese Annahme

bestätigt, denn die Universitätsklinik Düsseldorf benötigte mit 67 Terminen, doppelt so viele Sitzungen wie die Universitätsklinik Bergen, die auf durchschnittlich 34 kam. Bezieht man zusätzlich die durchschnittliche PAR-Wert Reduktion mit ein (Universität Düsseldorf 62,3%), erreichte die norwegische Klinik mit der Hälfte der Terminen eine deutlich höhere PAR-Wert-Verbesserung von 76,7%, die sogar weit über dem Ergebnis der Praxis liegt.

Eine sehr kleine Patientengruppe einer anderen deutschen Hochschulklinik ist von Angermann und Berg 1999 untersucht worden. Es wurden 16 Angle-Klasse III-Patienten der Universität Homburg/Saar bewertet. Hier benötigte man durchschnittlich 35,8 Termine, die Dauer betrug im Mittel 34,8 Monate, jedoch ausschließlich für die aktive Behandlungsphase. Die zwei Gruppen sind kaum vergleichbar, denn es handelt sich bei dieser Patientengruppe um Erwachsene und um die aktive Behandlungszeit.

Al Yami et al. (1997) haben mit 1870 Patienten die bisher größte Patientengruppe untersucht. Die durchschnittliche Behandlungszeit betrug an der Universitätsklinik Nijmegen seit 1965 drei Jahre \pm 1,4 Jahre und erreichte eine prozentuale PAR-Reduktion von 68,9%. Dies bedeutet, dass die Universitätsklinik Nijmegen ein Drittel weniger Zeit benötigte, als die Uniklinik Düsseldorf, um eine kieferorthopädische Behandlung mit einem besserem Standard abzuschließen.

Riedmann und Berg (1999) haben 88 Erwachsenenbehandlungen der Universitätsklinik Homburg/Saar untersucht. Sie sind bei den Patienten, bei denen ein „ideales“ ergebnis angestrebt worden war, auf eine aktive Behandlungsdauer von 2,4 Jahren und einer Retentionszeit von 2,1 Jahren gekommen, was genau mit den 4,5 Jahren der Uniklinik Düsseldorf übereinstimmt. Die Differenzierung der Behandlungsergebnisse dieser erwachsenen Patienten, lässt jedoch keinen gültigen Vergleich zu, da es sich bei der Patientengruppe unserer Studie um reine Kinder- und Jugendlichenbehandlungen handelt.

Firestone et al. (1999) haben retrospektiv 128 Patientenunterlagen der Universitätsklinik Bern untersucht, deren Behandlung 1983 beendet worden ist und 104 Patienten, deren Behandlungsabschluss 1993 erfolgt ist. Die Dauer bis zum

Ende der aktiven Behandlungsphase war für beide Gruppen durchschnittlich 3,3 Jahre. Bezieht man die Retentionszeit mit ein, könnte die Behandlungsdauer der Berner Klinik in etwa mit der der Uniklinik Düsseldorf übereinstimmen. Allerdings ist wie bereits angedeutet, die aktive Behandlungszeit und die Retentionsphase in der hier untersuchten Patientengruppe nicht eindeutig definierbar. In der Veröffentlichung der Berner Klinik wird keine prozentuale PAR-Wert-Reduktion erwähnt und es wird zusätzlich zwischen Studenten-Behandlungen und Postgraduierten-Behandlungen unterschieden. Erstere liegen mit durchschnittlich 11,8 absoluten PAR-Punkten Verbesserung unter den 13,9 der Uniklinik Düsseldorf, letztere jedoch mit einer absoluten PAR-Punkt-Reduktion von 18,1 deutlich über dem hier ermittelten Düsseldorfer Ergebnis.

Die aktuellste Studie der kieferorthopädischen Abteilung der Universität Homburg/Saar (Wagner und Berg, 2000) ist der Vergleich zwischen dem Behandlungsergebnis von 20 Serienextraktionspatienten und 20 Patienten, bei denen die Extraktionen im bleibenden Gebiss vorgenommen wurden. Erstere mussten eine Gesamtbehandlungsdauer von 6 Jahren in Kauf nehmen, erreichten jedoch mit 88% eine sehr hohe PAR-Reduktion (amerikanische Gewichtung). Letztere konnten auf eine signifikant kürzere Behandlungsdauer von 3,6 Jahren und einer Verbesserung von 77% verweisen. Der Behandlungsstandard kann sehr gut mit dem der 22 Extraktionspatienten der Uniklinik Düsseldorf verglichen werden. Für die amerikanische Gewichtung liegt er bei durchschnittlich 53,64 %, somit weit unter dem Homburger Wert. Der Vergleich mit der Serienextraktionsgruppe kann nicht erfolgen, da in dieser Studie Patienten mit Vorbehandlung ausgeschlossen wurden.

Die Vergleichsstudie zweier amerikanischer Universitätskliniken, der Case Western University, die durchschnittlich $34,1 \pm 18,6$ Monate für eine Behandlung benötigte, und der University of Southern California, deren Patienten durchschnittlich $34,9 \pm 14,7$ Monate behandelt wurden, zeigt, dass beide geographisch unterschiedlich gelegenen Kliniken auf einen ähnlich hohen Behandlungsstandard kommen (Feghali et al. 1997). Zum einen liegt die Behandlungsdauer deutlich unter den 55 Monaten der Uniklinik Düsseldorf, zusätzlich zeigten die Ergebnisse von 49% stark verbesserten und 48% verbesserten Abschlüssen der Case Western University und

den 46% stark verbesserten und 51% verbesserten Resultaten der University of Southern California einen deutlichen Unterschied im Behandlungsstandard.

Zody et al. (1997) untersuchten retrospektiv insgesamt 204 Patientenunterlagen der Ohio State University. 102 Behandlungen, die in den 80er Jahren und 102, die in den 90er Jahren durchgeführt wurden. Die durchschnittliche Anzahl der Behandlungstermine ist mit $34,9 \pm 13,4$ für das erste Jahrzehnt und $30,4 \pm 8,9$ für das zweite Jahrzehnt halb so hoch wie für die entsprechende Gruppe der Universitätsklinik Düsseldorf, allerdings handelt es sich wahrscheinlich um die aktive Behandlungszeit, was jedoch nicht genau spezifiziert ist. Die Dauer der Behandlung betrug für die 80er Jahre durchschnittlich 35,4 Monate und für die 90er 31,6 Monate, was in etwa mit den Ergebnissen der Praxis zu vergleichen ist.

Insgesamt wurden mehr Untersuchungen zu Behandlungsergebnissen anhand des PAR-Index in privaten kieferorthopädischen Praxen veröffentlicht, die ebenfalls die Behandlungsdauer mit einbeziehen. Diese sollen mit den Ergebnissen der Praxis verglichen werden.

Richmond kam in seinem „Personal Audit“ 1993 auf eine Behandlungsdauer von durchschnittlich 25 Monaten und einem ähnlichen Ergebnis wie die Praxisgruppe in der PAR-Wert-Reduktion von 74%. Die Behandlungsdauer wird von Richmond nicht genauer definiert, er benötigte ein Viertel weniger Behandlungszeit als in dieser Studie untersuchte die Praxis, um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen. Fox dagegen benötigte eine deutliche kürzere Behandlungsdauer von 17,3 Monaten als die hier analysierte Praxis, was auf die aktive Behandlungsdauer schließen lässt. Er erzielte jedoch eine deutlich geringere PAR-Wert-Reduktion (66,1%).

Richmond und Andrews gaben 1993 eine durchschnittliche Anzahl von 20 Terminen in einem Zeitraum von 25 Monaten in einer norwegischen Studie privater Praxen an, dies ist jedoch der Zeitraum vom Einsetzen zum Herausnehmen der Apparatur, das heißt die aktive Behandlungsphase. Die Dauer ist jedoch in etwa mit der durchschnittlichen Dauer der Behandlungen in der Praxis von insgesamt 2,7 Jahren zu vergleichen, da hier die Zeitspanne vom Anfertigen der Anfangsunterlagen bis zu den Schlußunterlagen reicht und somit in etwa übereinstimmt. Der

Behandlungsstandard ist jedoch mit 78% deutlich höher als die 73,3% der hier untersuchten Praxis.

Fellner und Schlömer (1996) waren die ersten deutschen Kieferorthopäden, die eine PAR-Studie ihrer Praxisergebnisse veröffentlicht haben. Sie kamen auf 79% bzw. 66% PAR-Reduktion und ihre durchschnittliche Behandlungsdauer betrug für die erste Praxis 32 und für die zweite Praxis 49 Monate. Erstere wählte jedoch das Ende der aktiven Behandlungsphase und die zweite Praxis irgendeinen Zeitpunkt innerhalb der Retentionsphase als Endzeitpunkt der Behandlung. Daher lässt sich feststellen, dass die Behandlungsdauer der ersten Praxis in etwa mit der hier untersuchten Behandlungsdauer übereinstimmt, die PAR-Reduktion jedoch deutlich höher liegt. Die hier ermittelten Ergebnisse der Praxis zwei liegen zwischen den Ergebnissen der zwei anderen deutschen Praxen, sowohl bezogen auf die Behandlungsdauer wie auch auf das okklusale Behandlungsergebnis.

Eine nordamerikanische Studie von Robb et al. (1998) unterscheidet zwischen Extraktionsbehandlungen bei Erwachsenen und Adoleszenten von drei Praxen in der Umgebung von Chicago. Die durchschnittliche Behandlungsdauer beträgt bei der relevanten Gruppe von Kindern und Jugendlichen 29,4 Monate und war nicht genauer spezifiziert. Die erreichte PAR-Wert-Reduktion ist die bisher höchste je publizierte. Sie betrug 88,1%, und das nach dem amerikanischen Gewichtungssystem, das den Prozentsatz geringer ausfallen lässt, als die britische Gewichtungsart. Der Vergleich dieser Ergebnisse mit denen der Praxis unserer Studie bestätigt eine ähnliche Behandlungsdauer, wenn man bei den amerikanischen Ergebnissen von der aktiven Behandlungsphase ausgeht, jedoch mit einem weit entfernten Behandlungsstandard von 88,1% zu den hier ermittelten 65,8% PAR-Wert-Verringerung. Die Ergebnisse der Erwachsenengruppe unterschieden sich nicht signifikant von der Jugendlichengruppe, sind jedoch nicht mit unseren Ergebnissen zu vergleichen.

Holman et al. (1998) vergleicht die Ergebnisse von 100 Non-Extraktionsbehandlungen mit 100 Extraktionsbehandlungen eines Kieferorthopäden in Ohio. Die Behandlungsdauer, die sich vermutlich auf die aktive Behandlungsphase bezieht, ist für die Non-Ex Gruppe 26 Monate und für die Extraktionsgruppe 29,7

Monate. Bezieht man die Retentionszeit mit ein, liegt die Behandlungsdauer leicht unter der in dieser Studie ermittelten Dauer, allerdings ist der Behandlungsstandard mit 79,4% PAR-Reduktion für die Extraktionsgruppe und 77,6% für die Non-Extraktionsgruppe mit 13% deutlich über dem Behandlungsstandard der hier untersuchten Praxis, die in der amerikanischen Gewichtung einen Wert von 65,8% erreicht.

Die Ergebnisse der Praxis sind in der Aufteilung der drei Gruppen am besten mit den Ergebnissen der Studie von Richmond und Andrews (1993) zu vergleichen. In die Gruppe „stark verbessert“ fielen in dieser Studie 35%, im Vergleich zu den hier untersuchten 36,2% der Praxis. In der Kategorie „verbessert“ kamen die norwegischen Kieferorthopäden auf 61% und die Praxis auf 60%. In die Einteilung „schlechter oder nicht verbessert“ fielen 4% der Patienten in Skandinavien und 3,8% der Patienten in unserer Untersuchung. Es ist erstaunlich, dass trotz der Unterschiede in der gesamten PAR-Reduktion 78% zu den hier erreichten 73,3%, die elf beteiligten norwegischen Kieferorthopäden eine fast identische Gruppeneinteilung erreicht haben, allerdings mit der vorher schon beschriebenen Einschränkung zu der Behandlungsdauer und der Anzahl der Termine.

Richmond (1993) kam in seinem persönlichen „Audit“ auf eine ähnliche Gesamt-PAR-Reduktion von 74%, jedoch auf eine extremere Gruppeneinteilung. Er konnte 53% stark verbessern, 39% verbessern und 8% nicht verbessern. Nach eigener Aussage sollte die nicht verbesserte Gruppe unter 5% liegen, was die hier untersuchte Praxis erreichen konnte. Allerdings war eine weitere Aussage von Richmond in dieser Veröffentlichung, dass ein Anteil über 50% in der Kategorie „stark verbessert“ bedeutet, dass der Behandler einen großen Anteil von Patienten mit hohem Behandlungsbedarf habe, die er auch zu einen höheren Ergebnisstandard behandelte. Das bedeutet, dass weder die hier untersuchte Praxis mit 36,2% noch die Uniklinik Düsseldorf mit 18,8% diese Voraussetzung erfüllen.

Die vier Studien, deren Ergebnisse die Forderungen Richmond erfüllen, sind einerseits Oyutemi et al. (1995) mit seiner Studie von ausgeprägten Angle-Klasse II, 1-Patienten des Eastman Dental Hospital in London, Birkeland et al. (1997) in seiner Studie an der Universität Bergen, Buchanan et al. (1996) mit seiner Studie an zwei

kieferorthopädischen Kliniken in Schottland (Glasgow Dental Hospital) und Feghali et al. (1996) an der Case Western Reserve University, Cleveland.

Oyutemi et. al (1995) zeigten 80% stark verbesserte Fälle, 16% verbesserte und 4% nicht verbesserte Behandlungsergebnisse. Durch die selektive Auswahl der Patienten ist diese Studie gesondert zu betrachten, denn wie bereits beschrieben ist die Gewichtung für den Overjet so groß (6), dass die Behandlung von Patienten mit einer ausgeprägten sagittalen Frontzahnstufe immer zu größeren Reduktionen des PAR-Wertes führt.

Die Studie der Universitätsklinik Bergen (Firestone et al., 1999) ist mit einer Anzahl von 224 untersuchten Patientenunterlagen mit der hier beschriebenen zu vergleichen, allerdings bestand die einschränkende Bedingung, dass diese Patienten auch noch nach 5 Jahren regelmäßig zu Retentionskontrollen erschienen sein mussten. Dies deutet auf eine Selektion der gut mitarbeitenden und gewissenhaftesten Patienten, was die Qualität der Ergebnisse sehr wahrscheinlich beeinflusst haben könnte. Die Gruppeneinteilung dieser 224 Patienten ergab sich wie folgt: 52,2% fielen in die Kategorie „stark verbessert“, 44,6% in die Gruppe „verbessert“ und lediglich 3,1% konnten nicht verbessert werden.

Buchanan et al. (1996) untersuchten eine weitaus kleinere Patientengruppe (n=82), erzielten jedoch 53% stark verbesserte Fälle, 44% verbesserte und 3% nicht verbesserte Behandlungsergebnisse. Alle Patienten waren von demselben Kieferorthopäden, oder unter seiner direkten Überwachung behandelt worden. Das spricht für einen guten Einzelbehandler, und die etwas kleinere Patientengruppe für die Tatsache, dass er an der Universitätsklinik ausreichend Zeit zur Verfügung hatte, solch gute Ergebnisse zu erzielen.

Die letzten konsekutiv entbänderten 100 Patienten der Universitätsklinik Cleveland erreichten mit 55% stark verbesserten, 41% verbesserten und lediglich 4% nicht verbesserten Behandlungsergebnissen einen sehr guten Standard. Die Auswahl der Patienten deutet schon auf den Einfluss der Behandlungsapparatur auf das Ergebnis, denn feststehende Techniken erreichen nach Aussagen von Richmond et al. 1993, O'Brien et al. 1993, Fox 1993, Richmond 1993, Power et al. 1996,

Birkeland et al. 1997, Riedmann und Berg 1999, das deutlich beste Behandlungsergebnis anhand des PAR-Index.

Einen Wert von über 50% in der Kategorie „stark verbessert“ konnten auch Oyutemi (1995) in seinem „personal audit“, und die Patienten, der Uniklinik Homburg/Saar, die zu einem „idealen“ Ergebnis behandelt werden sollten, erreichen (Riedmann und Berg, 1999). Oyutemi untersuchte die 52 von ihm in seiner Facharztausbildung am Eastman Dental Hospital behandelten Patienten. Er konnte 65% stark verbessern, 26,9% verbessern und lag mit 7,7% nicht verbesserten Fällen leicht über den von Richmond geforderten 5%.

Die Ergebnisse, bei denen die Einteilung in die Gruppe „verschlechtert oder nicht verbessert“ über 15% ausmachen, sind sicherlich sehr kritisch zu sehen und dringend verbesserungsnotwendig. Dazu zählt als erstes die erste Veröffentlichung von Richmond et al. 1992 des „General Dental Services of England and Wales“. Von 1010 Patienten mußte jeder fünfte in die Kategorie „verschlechtert oder nicht verbessert“ eingestuft werden. Auf ein ähnliches Ergebnis kamen Kerr et al. (1996). Sie untersuchten die Anwendung von ausschließlich herausnehmbaren Apparaturen ebenfalls im „General Dental Service“ und kamen wiederum auf 20% in der nicht verbesserten Kategorie. Power (1996) untersuchte 172 kieferorthopädische Ergebnisse von britischen Allgemeinzahnärzten. Hier fielen 17% in die Gruppe der nicht verbesserten oder verschlechterten Patienten.

Die Patientengruppe der Erwachsenenbehandlungen von Riedmann und Berg der Universität Homburg/Saar, bei denen eine Kompromissbehandlung geplant war, kam ebenfalls auf einen sehr hohen prozentualen Anteil von verschlechterten oder nicht verbesserten Ergebnissen. 38,1% der Patienten fielen in diese Kategorie und bestätigt die Aussagen von Kerr et al. 1993, O'Brien 1995, Fellner und Schlömer 1996, Holman et al. 1998, Riedman und Berg 1999, dass eingeschränkte Behandlungsziele nur ungenügend anhand des PAR-Index bewertet werden können.

103 Patientenunterlagen von Frühbehandlungen der University of Detroit Mercy Orthodontic Department wurden retrospektiv von Pangrazio-Kulbersh et al. (1999) bewertet. Ein erstaunlich hoher Prozentsatz von 32% fiel in die Kategorie „schlechter oder nicht verbessert“. Die Erklärung liegt in der fehlenden Berücksichtigung von

Fehlstellungen der Milchzähne durch den PAR-Index und daher der Unterbewertung von Dysgnathien im Wechselgebiss (Kerr 1993, Power 1996, Fellner und Schlömer 1996, McNight et al. 1998, Holman 1998, Pangrazio-Kulbersh 1999). Das durchschnittliche Alter bei Behandlungsbeginn betrug 9,8 Jahre.

Dies ist die Publikation mit dem niedrigsten Durchschnittsalter aller PAR-Studien, gefolgt von den Resultaten der Universitätsklinik Düsseldorf. Hier beträgt das Alter bei Behandlungsbeginn lediglich 10,8 Jahre, was die insgesamt niedrige PAR-Wert Reduktion von 62,3% und den hohen prozentualen Anteil von 14,9% der „schlechter oder nicht verbessert“ zum Teil erklären könnte. Das durchschnittliche Alter bei Behandlungsbeginn der Praxis beträgt 11,3 Jahre, was ebenfalls unter dem der anderen Studien liegt.

Die Patientengruppe von Firestone et al. (1999) der Universität Bern kommt in der Gruppenverteilung der hier ermittelten Düsseldorfer Ergebnisse am nächsten. Sie kamen auf 24% stark verbesserte Fälle, im Gegensatz zu den 18,8% der rheinischen Hochschulklinik, 63% der Berner und 76,2% der Düsseldorfer Patienten konnten verbessert werden und 13%, bzw. 14,9% konnten nicht verbessert werden.

Eine mögliche Erklärung liegt wiederum in dem unterschiedlichen Alter bei Behandlungsbeginn, das für die Universität Bern bei 11,9 Jahren lag.

O'Brien untersuchte 1995 eine Patientengruppe mit einem Durchschnittsalter von 12,5 Jahren. Oyutemi untersuchte im gleichen Jahr durchschnittlich 13,6 Jahre alte Patienten, Webster hat in einer neuseeländischen Studie 1996 ein Durchschnittsalter von 11,6 Jahren angegeben.

Die bemerkenswerte Arbeit von Al Yami et al. (1998), die mit 1870 Patienten der Universität Nijmegen das bisher größte Patientenkollektiv untersucht, kommt auf 42,6% stark verbesserte Patienten, 49,1% konnten verbessert werden und 8,3% wurden nicht verbessert oder verschlechtert. Das durchschnittliche Alter bei Behandlungsbeginn betrug 13 Jahre. Dies ist im Vergleich mit der Universität Düsseldorf der Hauptunterschied, der PAR-Index stuft Dysgnathien im bleibenden

Gebiss deutlich höher ein, als im Wechselgebiss, und daher kann zum Teil der deutlich unterschiedliche Prozentsatz an stark verbesserten Fällen erklärt werden.

Ein weiterer interessanter Ansatzpunkt ist das deutlich höhere Durchschnittsalter von 13,6 Jahren bei Behandlungsbeginn im Jahre 1993 der Berner Studie von Firestone et al. im Vergleich zum deutlich geringeren durchschnittlichen Alter von 11,9 Jahren bei den Behandlungen, die 1983 beendet wurden. Ein höherer Behandlungsstandard der in den 90er Jahren beendeten Behandlungen unterstreicht die vorher erwähnte Behauptung.

Auch der sehr hohe Behandlungsstandard der Case Western University, Ohio kann zum einen durch die Behandlungsapparatur und zum anderen durch das hohe durchschnittliche Alter bei Behandlungsbeginn, 13 Jahre, beeinflusst worden sein.

Im Zusammenhang mit der Vergleichsstudie der zwei amerikanischen Hochschulen, Case Western und Southern California, ist ebenfalls anzumerken, dass das Alter bei Behandlungsbeginn der Patienten aus Ohio bei 14,7 Jahren und der kalifornischen Gruppe bei durchschnittlich 17,4 Jahren lag. Dies spricht wie oben bereits dargestellt für eine stärkere Bewertung der dentalen Parameter der Dysgnathie durch den PAR-Index und der dadurch größeren Möglichkeit deutlichere Verbesserungen zu erzielen.

Die Hauptproblematik im Vergleich des Alters bei Behandlungsbeginn liegt darin, dass in der vorliegenden Studie verschiedene Auswahlkriterien herangezogen wurden. Zum Beispiel mussten alle Patienten bei Behandlungsbeginn im jugendlichen Alter sein, zur Einfachheit wurde das chronologische Alter bis 18 Jahre festgelegt, dieses Kriterium trifft jedoch auf keine andere Studie zu. Die meisten Patientengruppen sind konsekutiv beendete Patienten, zum Teil Frühbehandlungen, oft auch Patienten mit einer Dysgnathieform. Daher ist generell das Alter zum Zeitpunkt des Behandlungsanfangs nur bedingt interpretierbar und vergleichbar.

Extraktionen/ Nichtanlagen

Grundsätzlich gesehen ist der prozentuale Anteil von 20,4% des gesamten hier untersuchten Patientenkollektivs (n=206) ein sehr geringer Anteil an Extraktionsbehandlungen. In einer Studie von Vig et al. 1990 in Michigan wurde eine Variation der Extraktionsraten von 25% - 84% ermittelt. Birkeland et al. beschrieben in ihrer norwegischen Studie Extraktionen oder Nichtanlagen bei zwei Dritteln ihrer Patienten. In der Berner Studie von Firestone et al. (1999) war bei 40% der Patienten eine Extraktionsbehandlung durchgeführt worden.

Nach der extraktionsfordernen Tweed- und Begg-Ära in den 50er bzw. 60er Jahren, die bis in die 70er Jahre reichte, hat die Einführung vieler verschiedener Geräte, unter anderem der Pendulum-Apparatur in den 80er Jahren, den Trend inzwischen weltweit immer mehr zu Non-Extraktionsbehandlungen schwingen lassen, dieser Trend persistiert weiterhin (Holman et al. 1998).

Einen signifikanten Unterschied des PAR-Werts bei Behandlungsbeginn zwischen den Behandlungen mit Extraktionen und ohne Extraktionen lassen die Ergebnisse von Firestone, Birkeland und Holmann erkennen. Jedoch kommen alle drei auf zwar leicht erhöhte PAR-Wert-Reduktionen bei den Extraktionsbehandlungen, jedoch nicht auf signifikante Unterschiede, wie sie in dieser Studie sowohl für die Universitätsgruppe, die Praxisgruppe wie auch für das gesamte Patientenkollektiv ermittelt wurden.

Übereinstimmend mit den erwähnten Veröffentlichungen kann der höchst signifikante Unterschied der PAR-Werte bei den Extraktionsbehandlungen bei Behandlungsbeginn im Gegensatz zu den Werten bei den Non-Extraktionsbehandlungen erkannt werden. Holman z.B. erzielte jedoch mit durchschnittlich $30,0 \pm 8,2$ PAR-Punkten im Gegensatz zu den hier ermittelten $26,3 \pm 8,0$ PAR Punkten nach der amerikanischen Gewichtung einen deutlich höheren Anfangs-PAR-Wert. Dieses Ergebnis steht jedoch in Relation zu den insgesamt höheren PAR-Wert-Verbesserungen an nordamerikanischen Hochschulen.

In der Entscheidung Extraktionsbehandlung im bleibenden Gebiss oder Serienextraktion im frühen Wechselgebiss gibt die Studie von Wagner und Berg

Auskunft. Die Serienextraktionsgruppe erreichte mit 88% einen sehr hohen Behandlungsstandard, wies jedoch eine Behandlungsdauer von sechs Jahren auf. Der Standard für die Patienten mit Extraktionsbehandlung im bleibenden Gebiss war mit 77% immer noch sehr hoch, und kam auf deutlich geringere 3,6 Jahre Behandlungsdauer.

Robb et al. (1998) kamen in Ihrer Untersuchung auf einen wiederum sehr hohen Behandlungsstandard von 84,5% PAR-Reduktion, der sich mit den in allen Fällen durchgeführten Extraktionen zum Teil erklären lassen könnte.

Behandlungsapparaturen

Eine entscheidende Rolle für die Behandlungsqualität spielen die verwendeten Behandlungsapparaturen. Bereits Richmond hat in seiner ersten Veröffentlichung 1992 die Ergebnisse nach den verwendeten Apparaturen unterteilt. Das beste Ergebnis erzielten mit 71,4% festsitzende Geräte in beiden Kiefern. In der korrespondierenden Patientengruppe der Universitätsklinik wurden 11 Patienten zu einem deutlich besseren Standard von 78,5% behandelt, jedoch sind diese mit der Anzahl der englischen Patienten von 196 nicht vergleichbar. Es folgten mit 55,3% die kombiniert herausnehmbar und festsitzend behandelten Patienten, hier konnte wiederum die Universitätsklinik ihre 53 Patienten um 66,5% verbessern. Hier ist die Anzahl der Patienten nur noch genau halb so groß, das heißt in dieser Hinsicht kann man schließen, dass die Düsseldorfer Patienten bei kombiniert festsitzenden und herausnehmbaren Behandlungen eine um 11% bessere PAR-Reduktion erreicht haben. Richmond berücksichtigt auch Behandlungen mit Multiband/Multi-bracketapparat in einem Kiefer und kommt hierbei auf eine 54,6% PAR-Reduktion. In der hier untersuchten Patientengruppe wurden bis auf zwei Patienten der Praxis alle ausschließlich festsitzenden Behandlungen auch in beiden Kiefern durchgeführt, daher wurde diese Einteilung nicht vorgenommen. Die von Richmond ermittelten Behandlungsergebnisse von 559 Patienten mit ausschließlich herausnehmbaren Geräten kamen auf 50% PAR-Wert Reduktion, die Uniklinik Düsseldorf kam bei 37 Patienten auf ein sehr ähnliches Ergebnis von 48,1% PAR-Reduktion, jedoch ist der Unterschied in der Patientenanzahl wiederum so groß, dass ein Vergleich nicht gültig ist.

O'Brien kommt in seiner Studie des „Hospital Orthodontic Service“ in England und Wales (1993) auf eine gute PAR-Verringerung von 75,5% bei 934 Patienten, die im Ober- und Unterkiefer festsitzend behandelt worden waren und auf 51,8% bei 228 ausschließlich herausnehmbar behandelten Patienten. Die Ergebnisse ähneln denen von Richmond und der Uniklinik Düsseldorf, die Fallzahl ist jedoch wieder deutlich höher und erlaubt somit keinen gültigen Vergleich.

Der größte Anteil der Studien, die zwischen den verwendeten Behandlungsapparaturen unterscheiden, ist nicht auf Klinikebene durchgeführt worden, sondern in privaten Praxen. Fox hat 45 Patienten mit festsitzenden Apparaturen zu einem guten Ergebnis von 78,9% behandelt, das ist ein leicht besseres Ergebnis als die 74,5% PAR-Reduktion bei 41 Patienten der hier untersuchten Praxis. Kombiniert festsitzend und herausnehmbar wertete er jedoch lediglich 9 Patienten aus, kam aber mit 72,3% Reduktion auf ein fast identischen Wert wie die hier untersuchte Praxis bei 58 Patienten. Die 12 ausschließlich herausnehmbar behandelten Jugendlichen konnten jedoch von Fox um lediglich 46,3% verbessert werden, im Gegensatz dazu konnten die 6 Patienten der Praxis um 70,1% verbessert werden. Zusammenfassend ist zu sagen, dass Fox und die Fachpraxis ähnliche Ergebnisse bei ausschließlich festsitzenden und kombinierten Behandlungen erreichen konnten. Während in der hier untersuchten Praxis kombinierte Behandlungen sehr häufig vorkamen, griff Fox jedoch kaum auf diese Kombination zurück. Die Praxis verwendete zwar weniger häufig herausnehmbare Apparaturen, erzielte aber ein viel besseres Resultat.

Richmond kam bei seinem „personal audit“ (1993) auf vergleichbare 77% PAR-Reduktion bei festsitzenden Apparaturen in beiden Kiefern, er gibt keinen Aufschluss über die Anzahl der Patienten. Zusätzlich bewertete er auch Multiband in einem Kiefer und kieferorthopädisch-kieferchirurgisch kombinierte Behandlungen, die wir jedoch mit unseren Ergebnissen nicht vergleichen können.

Kerr et al. (1993) kamen bei ihren 150 ausschließlich herausnehmbar behandelten Patienten auf einen guten Standard. Sie nennen keine Gesamtreduktion, konnten jedoch 68% verbessern, 21,3% stark verbessern und 10,7% nicht verbessern.

Power et al. (1996) bestätigten diese Tendenz. Auch hier erreichten festsitzende Behandlungstechniken bei 39 Patienten mit 68,8% die höchste PAR-Reduktion, das liegt etwas unterhalb den dem Behandlungsstandard von durchschnittlich 74,7% der hier untersuchten Praxis. Bei den 47 ausschließlich herausnehmbar behandelten Patienten lag die PAR-Reduktion bei 59,4%, also genau zwischen dem Standard der Praxis und der Universitätsklinik Düsseldorf. Noch zu erwähnen ist die Tatsache, dass im Einklang mit den Ergebnissen von Fox, die Anzahl der funktionskieferorthopädisch behandelten Patienten zu gering war, um statistisch ausgewertet zu werden. Das bedeutet, dass in einigen Praxen in Großbritannien diese Behandlungsmethodik offensichtlich nicht häufig verwendet wird.

Oyutemi (1995) kommt auf eine andere Rangfolge. Er konnte mit kombiniert funktionskieferorthopädischen und festsitzenden Geräten bei 5 Patienten eine PAR-Reduktion von 92,6% erreichen und bei 3 Patienten, die ausschließlich mit funktionskieferorthopädischen Apparaturen behandelt worden waren, 92,5%. Die Anzahl der Patienten ist zu gering um Aussagen zu treffen. Eine PAR-Verbesserung von 83,2% konnte bei 24 nur festsitzend behandelten Patienten erreicht werden, was eine deutlich höhere Reduktion als die der hier untersuchten Praxis bedeutet. Mit ausschließlich herausnehmbaren Apparaturen kam er bei 11 Patienten auf ein übereinstimmendes Ergebnis mit der hier untersuchten Praxis.

Insgesamt können die Ergebnisse dieser Studie in Einklang mit den Ergebnissen von Richmond et al. 1992, 1993 und 1997, O'Brien et al. 1993, Fox 1993, Power 1996, Oyutemi 1995 und Taylor et al. 1996 bestätigen, dass festsitzende Apparaturen in beiden Kiefern zu der höchsten PAR-Reduktion führen.

Verteilung der Angle-Klassen

In Bezug auf die unterschiedliche PAR-Wert-Reduktion bei den verschiedenen Angle-Klassen ist zu erkennen, dass in der privaten Fachpraxis alle Dysgnathieformen zu einem ähnlichen Standard behandelt wurden. Die höchste PAR-Reduktion erreichten die Behandlungsergebnisse der Patienten mit einer initialen Angle-Klasse II,1. Diese ist bei der britischen Methode durch die starke Gewichtung

der sagittalen Frontzahnstufe höher als bei der amerikanischen Methode. Das könnte auch erklären, weshalb die PAR-Verbesserung der Angle-Klasse II,1 signifikant höher ist als die der Angle-Klasse I-Patienten. Die Anzahl der Patienten in den anderen beiden Gruppen, Angle-Klasse II,2 und III, ist für einen statistisch gesicherten Vergleich zu gering.

Die Ergebnisse der Universitätsklinik im Vergleich der Angle-Klassen untereinander, ergeben ein anderes Bild. Hier sind erstaunlicherweise die vier Angle-Klasse III-Patienten zu einem sehr hohen Standard behandelt worden. Der Vergleich zeigt einen signifikanten Unterschied der Ergebnisse der Angle-Klasse I- zu denen der Klasse III-Patienten. Die Anzahl ist jedoch zu gering, um Aussagen oder Vermutungen zu treffen. Die Behandlungen aller anderen Dysgnathien sind zu einem deutlich schlechteren Ergebnis gekommen, vor allem die Patienten mit einer skelettalen Klasse I erreichten lediglich eine PAR-Differenz von 8,5 (amerikanische Gewichtung) bzw. 9,9 (britische Gewichtung) PAR-Punkten. Da bei Angle-Klasse I-Dysgnathien oft ein geringes Platzangebot das Hauptproblem darstellt, kann der geringere Multiband/Multibracket Anteil der Universitätsklinik im Vergleich zu der Fachpraxis eine mögliche Erklärung für den niedrigeren Behandlungsstandard darstellen. In der Universitätsgruppe zeigt wiederum der Vergleich der Angle-Klasse I Behandlungen und der Klasse II,1-Behandlungen einen signifikanten Unterschied. Dies kann an der bereits erwähnten niedrigeren PAR-Reduktion der Angle-Klasse I-Patienten liegen.

Iatrogene Faktoren

In der Untersuchung von Tahir et al. (1997) von 90 "American Board of Orthodontic" Fällen, wurden bei 31% der Patienten im Oberkiefer und bei 27% der Patienten im Unterkiefer Wurzelresorptionen festgestellt. In diesen Fällen waren die Panoramaschichtaufnahmen vor und nach der Behandlung die ausgewerteten Unterlagen. Im Gegensatz zu den in der vorliegenden Studie ermittelten 8,7%, ist die Prävalenz in der amerikanischen Untersuchung bei gleicher Auswertungsmethode hoch. In spezialisierten Studien, die ausschließlich Wurzelresorptionen untersuchen, wie bei Ohm, Linge und Linge (1983), werden standardisierte periapikale Aufnahmen

zur genauen metrischen Auswertung verwendet (Alexander, 1996; Blake et al., 1995; Harris et al., 1997).

Blake et al. (1995) konnten in einer kanadischen Studie bei etwa 11% der Patienten Resorptionen im oberen Frontzahnsegment und signifikant häufiger bei den seitlichen Schneidezähnen erfassen. Lupi et al. (1996) kamen bei Erwachsenen auf 24,5% Wurzelresorptionen im Frontzahnbereich des Ober- und Unterkiefers. Die vorangehenden Studien basierten ihre Auswertungen jedoch auf periapikale Aufnahmen und einer mit Vergrößerungsinstrumenten durchgeführten metrischen Analyse, die eindeutig genauere Daten liefern kann. Dadurch sind die höheren Inzidenzen erklärbar.

Horiuchi et al. (1998) erfassten den Betrag der resorptionsbedingten Wurzelverkürzung anhand von Fernröntgenseitenbildern. Sie setzten außerdem die Beziehung zwischen Wurzel und Kortikalis in Beziehung. Diese Methodik wurde in der vorliegenden Studie zur Überprüfung der Befunde anhand der Orthopantomogramme hinzugezogen.

Der Unterschied in den Ergebnissen der Universitätsklinik von 11 Patienten (10,9%) und der Praxis von 7 Patienten (6,7%) mit Wurzelresorptionen kann nach Göz und Rakosi, Kurol et al., Alexander, Sjolien und Zarichson am wahrscheinlichsten mit der ausgeprägt längeren Behandlungsdauer der Patienten der Universitätsklinik erklärt werden. Eine längere Behandlungsdauer steht in direktem Zusammenhang mit der erhöhten Wahrscheinlichkeit von iatrogenen Wurzelresorptionen.

Kephalometrische und okklusale Parameter

Trotz des Interesses vieler Fachzahnärzte für Behandlungsergebnisse und skelettale Veränderungen gibt es wenige Veröffentlichungen, die beide Faktoren in Beziehung gebracht haben. Die Mehrzahl dieser Studien konzentriert sich auf die Analyse von funktionskieferorthopädisch behandelten Angle-Klasse II-Patienten. So auch die Veröffentlichung von Webster et al. (1996), in der 42 neuseeländische Patienten mit einer Angle-Klasse II,1 vor und nach der Behandlung mit

funktionskieferorthopädischen Apparaturen anhand des PAR-Index untersucht wurden. Die PAR-Verbesserung zeigte eine signifikante partielle Korrelation mit der Zunahme der vorderen Gesichtshöhe, der unteren vorderen Gesichtshöhe, der hinteren Gesichtshöhe, der Strecke Sella-Pogonion und der posterioren Rotation von Maxilla und Mandibula.

Vergleicht man die Resultate von Webster und al. mit den Ergebnissen der hier untersuchten Parameter, erstaunt die in dieser Studie ermittelte sehr geringe Korrelation im Hinblick auf die vertikale Dimension. Ein direkter Vergleich kann nicht erfolgen, da in der neuseeländischen Studie weder der ML-NL Winkel, noch der „Wits-Wert“ verwendet wurde.

Dies deutet auf die Hauptproblematik im Hinblick auf die kephalometrischen Ergebnisse. Der Kritikpunkt ist, dass skelettale Diskrepanzen, die sich im Profil und in kephalometrischen Parametern zeigen, durch okklusale Indizes nicht berücksichtigt werden. Wie DeGuzman et al. (1995) jedoch ausführten, besteht zur Zeit noch keine generelle Übereinkunft über eine ideale kephalometrische Analyse und die kephalometrischen Ziele einer kieferorthopädischen Behandlung. Die bei dieser Untersuchung ermittelten Korrelationen können daher nicht mit früheren Studien in Beziehung gesetzt werden.

ICON-Index

Erstaunlich ist das Ergebnis der Interpretation der Behandlungsnotwendigkeit anhand des ICON-Index. Allgemein betrachtet geht man von der Annahme aus, dass Universitätskliniken „schwierigere“ Behandlungen überwiesen bekommen, als eine Fachpraxis. Die Ergebnisse jedoch deuten bei 97,1% der Patienten der Praxis auf eine eindeutige Behandlungsnotwendigkeit, jedoch bei lediglich 82,2% der Patienten der Universitätsklinik. Diese Resultate stimmen mit den durchschnittlichen PAR-Werten bei Behandlungsbeginn, die für die Universitätsgruppe 22,3 und für die Praxisgruppe 24,7 ergaben, überein. Dieses Ergebnis kann mit den Auswahlkriterien der Studie zusammenhängen, die komplexere Behandlungen, wie bei Lippen-Kiefer-

Gaumenspalt-Patienten, die eventuell in einer Universitätsklinik häufiger auftreten können, ausschloss.

Da noch keine Ergebnisse anderer Studien anhand des ICON-Index vorliegen, ist ein Vergleich nicht möglich. Auch die unterschiedliche Einteilung des ICON-Index in fünf Verbesserungskategorien erschwert einen Vergleich der PAR- und ICON-Interpretation im Hinblick auf den Grad der Verbesserung. Vergleicht man jedoch die absolute PAR- und ICON-Differenz, erhält man eine gute Übereinstimmung mit der amerikanischen Gewichtungsmethode ($r=0,82$) und eine immer noch gute jedoch etwas schwächere Korrelation ($r=0,79$) im Vergleich zu der britischen Gewichtung.

Subjektive Bewertung

Die subjektive Einschätzung einiger Parameter im Gegensatz zu der Bewertung anhand des PAR-Index und des ICON-Index ist ein Versuch, die Validität der Indizes auf der Grundlage einer fachlichen Meinung zu untersuchen. Gleichzeitig soll auch die britische gegenüber der amerikanischen Gewichtungsmethode verglichen werden.

Der Schweregrad der Dysgnathie vor Behandlungsbeginn wird mit dem initialen PAR-Wert und ICON-Wert in Beziehung gebracht, und das Ergebnis zeigt, dass der Index of Outcome, Complexity and Need die beste Korrelation mit der subjektiven Einschätzung zeigt. Nach Bühl und Zöfel kann bei einem Wert von $p=0,76$ von einer hohen Korrelation gesprochen werden. Die Korrelation der amerikanischen Gewichtung des PAR-Index ist mit $r=0,74$ ähnlich gut, im Vergleich dazu liegt der Vergleich zu dem britischen PAR-Wert mit $r=0,72$ leicht darunter. Das bedeutet, dass zur Einschätzung des Schweregrads einer Dysgnathie der ICON-Index bevorzugt werden sollte. In dem Fall der Anwendung des PAR-Index sollte der amerikanischen Gewichtungsmethode zur Bewertung der Dysgnathie bei Behandlungsbeginn der Vorrang gegeben werden.

Der Schweregrad nach Behandlungsabschluss zeigt für alle drei Bewertungsmethoden eine deutlich niedrigere Korrelation als zu Beginn der Behandlung. In diesem Fall erhält der End-PAR-Wert nach der amerikanischen

Gewichtungsart mit $r=0,71$ die größte Übereinstimmung. Gefolgt wird der amerikanische PAR-Index von dem End-ICON-Wert mit $r=0,68$. Die bei weitem schwächste Korrelation zeigt die britische Gewichtungsform des PAR Index mit $r=0,60$, was mit der starken Gewichtung des Overjet und der Mittellinienabweichung erklärt werden kann, die den Index für kleinere Abweichungen unsensibler macht. Dies ist auch die grundsätzliche Erklärung für die schwächere Korrelation der Werte nach Behandlungsabschluss. Die okklusalen Parameter der Dysgnathie sind hier weniger stark ausgeprägt, daher ist es für die Indizes schwieriger das Resultat zu erfassen. Insgesamt erlaubt der PAR-Index nach amerikanischer Gewichtungsart jedoch noch eine gute Einschätzung des Schweregrads einer Dysgnathie nach Beendigung der Behandlung.

Der Schwierigkeitsgrad der Behandlung kann nach Aussagen der Inauguratoren anhand des ICON-Werts vor Behandlung eingeschätzt werden. Die Korrelation von $r=0,68$ ist jedoch nur als mittelhoch einzustufen. Der ICON-Index soll dem Namen nach die Komplexität einer Behandlung bestimmen können, daher hätte man eine höhere Korrelation erwarten können. Der PAR-Index ist nicht zur Bestimmung des Schwierigkeitsgrades einer Behandlung entwickelt worden.

Der vierte Aspekt ist die Bewertung des Grades der erreichten Verbesserung einer Behandlung. In der Anwendung des PAR-Index soll dies die Differenz von Anfangs- und Endwert ausdrücken. Die Korrelation ist für beide Gewichtungsarten, die britische und amerikanische mit $r=0,72$ gleich, also eine mittlere bis hohe Korrelation. Die Inauguratoren des ICON-Index ermittelten eine Formel zur Berechnung des Grades der Verbesserung. Die subjektive Düsseldorfer Bewertung stimmt jedoch kaum mit dem errechneten ICON –Wert überein, die Korrelation ist $r=0,62$ ist überraschend schwach. Der Grund ist in der Formel „Wert vor Behandlung minus dem vierfachen Wert nach Behandlung“ zu suchen. Hier zeigt sich eine Überbewertung der insgesamt, wie vorher dargestellt, schlechteren Einschätzung nach der Behandlung. Bei Ermittlung der einfachen Differenz des Anfangs- und End-ICON-Werts, wie auch beim PAR-Index zeigt sich eine erstaunlich hohe Korrelation ($r=0,79$). Das bedeutet, dass der ICON-Index tatsächlich eine sehr gute Einschätzung des Grads der erreichten Verbesserung von kieferorthopädischen Behandlungsergebnissen erlaubt, jedoch nicht mit der angegebenen Formel,

sondern eher anhand der einfachen Differenz der Werte. Die Anwendung des Index of Complexity, Outcome and Need zeigt eine bessere Bewertung des Grads der Verbesserung als das Peer Assessment Rating.

Berechnet man jedoch die Differenz der subjektiven Bewertung für den Schweregrad der Dysgnathie vor und nach der Behandlung und setzt dies in Beziehung zu den PAR- und ICON-Differenzen, erstaunen die Ergebnisse. Es zeigt sich eine hohe Korrelation für beide Gewichtungen des PAR-Index, für die britische Gewichtung $r=0,78$ und für die amerikanische $r=0,77$, für die ICON-Differenz $r=0,79$. Es überrascht die gute Übereinstimmung der britischen Korrelation, die in den initialen und End-Bewertungen deutlich schwächere Korrelation gezeigt hatte.

Webster et al. (1996) haben am Rande Ihrer Studie die britische Gewichtung mit der Meinung von sechs neuseeländischen Kieferorthopäden verglichen. Sie verwendeten eine Analog-Skala und setzten die Ergebnisse in Korrelation mit der britischen Gewichtung. Die berechneten Koeffizienten lagen in einen Intervall von $r=0,72$ bis $r=0,86$. Daraus ergab sich für die Autoren die Schlussfolgerung, dass die britische Gewichtung in ihrer Studie verwendet werden könnte. Leider wurde die neuseeländische Meinung nicht mit der amerikanischen Gewichtung verglichen.

Zusammenfassend wird deutlich, dass der ICON-Index durch seine international validierte Gewichtung, eine gelungene Weiterentwicklung der vorhergehenden Indizes darstellt. Vor allem der Schweregrad einer Dysgnathie vor Behandlungsbeginn und der Grad der Verbesserung lassen sich mit hoher Übereinstimmung mit der fachlichen Beurteilung bestimmen.

Eine beinahe ebenso gute Übereinstimmung zeigt der PAR-Index nach der amerikanischen Gewichtungsform. Insgesamt gesehen zeigt der britisch gewichtete PAR-Index eine etwas schlechtere Korrelation, hauptsächlich bei der Bewertung des Schweregrads nach Beendigung der Behandlung. Die britische Gewichtung ist in den letzten Jahren oft Kritiken ausgesetzt gewesen, vor allem die übermäßig starke Bewertung der sagittalen Frontzahnrelation macht den Index für andere okklusale Parameter unsensibel.

Eine weitere Ursache für die unterschiedliche Übereinstimmung liegt sicherlich auch in den für die Ermittlung der Gewichtungsfaktoren befragten Personen. Das Peer Assessment Rating sollte ursprünglich die Meinung aller kieferorthopädisch tätigen Zahnärzte in England und Wales widerspiegeln. Die Untersucherguppe von 74 Personen bestand aus 48 Fachzahnärzten für Kieferorthopädie wie auch aus 26 Allgemeinzahnärzten ohne kieferorthopädische Qualifikation. Die amerikanische Gewichtung basiert jedoch auf der Meinung von 15 Fachärzten für Kieferorthopädie, was die größere Übereinstimmung mit den sechs Kieferorthopäden der Abteilung der Uniklinik Düsseldorf erklären könnte. Zur Beurteilung der Verbesserung einer kieferorthopädischen Behandlung können jedoch beide Gewichtungen des PAR-Index und der neu entwickelte ICON-Index in hoher Übereinstimmung mit der deutschen Fachmeinung angewandt werden.

Intrapersonelle Reliabilität

Die Bewertung der intrapersonellen Reliabilität ergibt für die Messwiederholungen der 31 Unterlagen eine sehr gute Übereinstimmung für den initialen PAR-Wert und ICON-Wert, das heißt keinen signifikanten Unterschied in den Messwerten, mit einer Ausnahme.

Der PAR-Wert nach der britischen Gewichtung bei Behandlungsende unterscheidet sich trotz „Kalibrierung“ der Untersucherin hoch signifikant von der Messwiederholung. Der Grund ist in den sehr niedrigen Werten von durchschnittlich 7,5 PAR-Punkten zu suchen. In einer solch niedrigen Skalierung sind nicht eindeutige Parameter, die oft mit der Gewichtung mehrere PAR-Punkte Unterschied darstellen, verantwortlich für zum Teil große Unterschiede. Im Durchschnitt liegt dieser Unterschied bei 0,65 PAR-Punkten, der sich bereits durch zwei abweichende Bewertungen für Overjet und Mittellinie erklären lassen kann. Diese Abweichung in der Bewertung ergibt einen Unterschied von insgesamt 20 PAR-Punkten, die zum Beispiel für die hoch signifikante Differenz verantwortlich sein könnten. Die amerikanische Gewichtungsart hat niedrigere Multiplikationsfaktoren für „Overjet“ und „Mittellinie“ und ist daher vor allem bei niedrigen PAR-Werten sensibler. Somit lässt

sich die gute Übereinstimmung der Bewertungen des End-PAR-Werts anhand der amerikanischen im Gegensatz zur britischen Gewichtung erklären.

Die ICON-Werte ergeben sowohl für den Anfangswert als auch für den Endwert keine signifikante Abweichung, womit eine sehr gute intrapersonelle Übereinstimmung, innerhalb des Intervalls von acht Wochen dokumentiert wird.

5.1. Schlussfolgerungen

Der direkte Vergleich der PAR-Wert-Reduktion zeigt ein deutlich besseres Ergebnis für die Behandlungen in der Fachpraxis, die nach der britischen Gewichtung eine durchschnittliche Verbesserung von 73,3% erreichten. Die Universitätsklinik erzielte dagegen durchschnittlich 62,3%. Das Ergebnis liegt damit unter der von Richmond et al. (1992) determinierten Grenze von 70% PAR-Verbesserung, die die Untergrenze für einen erfolgreichen Behandlungsstandard darstellt. Bei 14,9% der Patienten der Universitätsklinik, nach der amerikanischen Gewichtung sogar bei 22,8%, wurde die Okklusion nicht verbessert oder sogar verschlechtert. In dieser Kategorie sollten nach Richmond höchstens 5% der Behandlungsergebnisse liegen. Es sollte das Hauptanliegen der Universitätsklinik sein, dieses Ziel zu erreichen. Die Fachpraxis erzielt mit lediglich 2,9% nicht verbesserten, bzw. 1,9% nach der amerikanischen Gewichtung, ein sehr gutes Ergebnis.

Ein weiteres Ziel sollte die Verringerung der Behandlungsdauer der Universitätsklinik sein. Die hier ermittelten durchschnittlichen 55,4 Monate liegen über jeder bisher publizierten Untersuchung. Die Fachpraxis liegt mit 36,8 Monaten im Durchschnitt vergleichbarer Studien.

Diese Unterschiede könnten sich zum einen darin begründen, dass die Universitätsklinik eine Ausbildungsstätte ist. Die Patienten werden überwiegend von Weiterbildungsassistenten behandelt und wechseln sehr häufig den Behandler. In der Praxis dagegen ist es für den erfahrenen Einzelbehandler sehr viel einfacher, eine kontinuierliche Behandlung sicherzustellen.

Eine weitere Ursache für die niedrigere prozentuale PAR-Verbesserung der Behandlungsergebnisse der Universitätsklinik könnte in der Wahl der Behandlungsapparatur liegen. Zahlreiche Studien, die in der vorliegenden Arbeit bereits erwähnt wurden, ermittelten, dass die besten PAR-Wert-Ergebnisse mit festsitzenden Apparaturen im Ober- und Unterkiefer erzielt wurden. Während in der Praxis 90% der Patienten mit festsitzenden Geräten (Multiband/ Multibracket) behandelt wurden, liegt der Anteil der festsitzend behandelten Patienten der Universitätsklinik bei lediglich 60%.

Im internationalen Vergleich liegen die Ergebnisse der Universitätsklinik Düsseldorf lediglich über denen der allgemein Zahnärztlichen Einrichtungen in England und Wales. O'Brien et al. (1993) haben in einer weiteren Studie jedoch eine höhere PAR-Verbesserung in Großbritannien ermitteln können. Die besten Ergebnisse erzielten die nordamerikanischen Universitäten, gefolgt von der Universitätsklinik Bergen, der Universitätsklinik Nijmegen und der Universitätsklinik Bern. Es folgen die Universität Düsseldorf und weitere britische Kliniken. Ein nationaler Vergleich mit der Universitätsklinik Homburg/ Saar kann nicht erfolgen, da in den drei vorliegenden Studien aus dieser Klinik spezielle Patientengruppen Berücksichtigung fanden.

Die Ergebnisse der hier untersuchten Fachpraxis liegen im nationalen Vergleich zwischen den Ergebnissen von Fellner und Schlömer (1996) mit 79% und 66% PAR-Verbesserung. Im internationalen Vergleich erzielten die Untersuchungen verschiedener Fachpraxen in den USA die eindeutig besten Ergebnisse, gefolgt von norwegischen Kieferorthopäden, die ebenfalls über dem hier ermittelten Standard liegen. Die englischen Untersuchungen stimmen zum Teil mit den hier ermittelten Ergebnissen überein, liegen zum Teil jedoch auch unter dem Behandlungsstandard.

Es resultiert keine Korrelation zwischen skelettalen und okklusalen Veränderungen. Zu einer umfassenden Beurteilung kieferorthopädischer Behandlungsergebnisse sind weiterhin Fernröntgenseitenbilder, extra- und intraorale Fotos notwendig.

Es soll an dieser Stelle keine Untersuchung zur Ermittlung einer deutschen Gewichtung des PAR-Index empfohlen werden. In Übereinstimmung mit Richmond und Daniels (1998) erscheint eine landesspezifische Gewichtungsform als unnötige Isolation und Komplikation. Generell sollten kieferorthopädische Ziele international vergleichbar sein. Die Ergebnisse der subjektiven Bewertungen lassen jedoch eine leicht bessere Korrelation der deutschen Meinung mit der amerikanischen Gewichtung erkennen. Wie auch bereits in Studien der Universität Homburg/Saar empfohlen wird, ist der nordamerikanischen Gewichtung der Vorzug zu geben.

Der ICON-Index kann als gleichwertiger Index für die Interpretation des Behandlungsergebnisses anerkannt werden, jedoch mit der Auflage, die von den Inauguratoren vorgeschlagene Formel für den Grad der Verbesserung zu ignorieren.

Das Behandlungsergebnis soll aus der einfachen Differenz der ICON-Werte vor und nach der Behandlung, wie auch beim PAR-Index, ermittelt werden. Die allgemeine Verwendung des ICON-Index hätte den Vorteil einer bereits international validierten Gewichtung.

Aus den in dieser Studie hervorgegangenen Schlußfolgerungen ergibt sich die Perspektive für eine zukünftige Studie. Zur Validierung des ICON-Index in Bezug auf die Behandlungsnotwendigkeit soll eine weitere Untersuchung, die diesen mit dem bereits international etablierten Index of Orthodontic Treatment Need (IOTN) vergleicht, angeregt werden. Der ICON-Index könnte den von vielen Autoren wie Richmond und Daniels (1998), Al Yami et al. (1998), Birkeland et al. (1997) und Riedmann und Berg (1999) gewünschten, einheitlichen Index für die Bewertung sowohl der Behandlungsnotwendigkeit wie auch des Behandlungsergebnisses darstellen.

6. Zusammenfassung

Ziel dieser Studie war der retrospektive Vergleich des kieferorthopädischen Therapieerfolgs in einer Universitätsklinik und einer Fachpraxis. Die Patientengruppe der Universität bestand aus 101, die der Fachpraxis aus 105 zufällig ausgewählten Unterlagen jugendlicher Patienten. Die Selektion basierte auf dem Vorhandensein intakter Modelle, Orthopantomogramme und Fernröntgenseitenbildern bei Behandlungsbeginn und bei Behandlungsabschluss. Nicht berücksichtigt wurden erwachsene Patienten, kombiniert kieferorthopädisch–kieferchirurgische Behandlungen, Patienten mit Lippen-, Kiefer-, Gaumenspalten, sowie Patienten, bei denen eine Vorbehandlung erfolgt war. Die Bewertung der Behandlungsergebnisse aller 206 Patientenunterlagen erfolgte anhand des Peer Assessment Rating (PAR-Index) und des Index of Complexity, Outcome and Need (ICON-Index). Erweitert wurde die Untersuchung der Patienten der Universität Düsseldorf zusätzlich durch eine subjektive Bewertung der kieferorthopädischen Abteilung der Klinik. Weitere behandlungsbezogene Parameter wie erfolgte Extraktionen bzw. Nichtanlagen, Behandlungsdauer, Anzahl der Termine, Art und Anzahl der angewandten kieferorthopädischen Apparaturen, iatrogene Schäden, wie Wurzelresorptionen, wurden aufgezeichnet. Zusätzlich wurden die Fernröntgenseitenbilder ausgewertet und das Behandlungsergebnis mit den skelettalen Veränderungen in Beziehung gebracht. Ein weiterer Punkt war der Vergleich des zwischenzeitlich weltweit anerkannten Dysgnathieindex „Peer Assessment Rating“ und des neu entwickelten „Index of Complexity, Outcome and Need“. Der Grad der Verbesserung aller 206 kieferorthopädischen Behandlungen wurde anhand dieser zwei Indizes korrelationsstatistisch verglichen.

Der PAR-Wert konnte bei den Patienten der Universität im Durchschnitt um 62,3% (bzw. 52,8% nach der amerikanischen Gewichtung) reduziert werden. Für die Praxisgruppe betrug die Reduktion 73,3% (bzw. 65,8%), der Unterschied ist statistisch hochsignifikant. Der Hauptunterschied liegt in dem sehr hohen Anteil von 22,9% nicht verbesserten, oder verschlechterten Behandlungen der Universitätsklinik. Im Gegensatz dazu kommt die Fachpraxis auf lediglich 1,9% Patienten, die in diese Kategorie fallen. Der Unterschied in der durchschnittlichen Behandlungsdauer ist ebenfalls hochsignifikant. Die Patienten der Universitätsklinik

waren durchschnittlich 55,4 Monate, die der Fachpraxis 36,8 Monate in Behandlung, analog sind die Ergebnisse für die Anzahl der Termine. Patienten, bei denen eine Extraktionsbehandlung durchgeführt werden musste, erreichten ebenfalls eine hochsignifikant deutlichere PAR-Verbesserung, im Gegensatz zu Non-Extraktionsbehandlungen. Es konnte keine Korrelation der okklusalen und der skelettalen Veränderungen ermittelt werden.

Die Validierung der beiden unterschiedlichen Gewichtungen anhand subjektiver Bewertungen von sechs Kieferorthopäden, lässt eine bessere Korrelation mit der amerikanischen Gewichtung erkennen. In Übereinstimmung mit Resultaten der Universität Homburg/Saar wird empfohlen, die amerikanische Gewichtung anzuwenden. Der neu entwickelte ICON-Index kann mit einer Modifikation als gleichwertiger Index für die Interpretation des Behandlungsergebnisses anerkannt werden. Die allgemeine Verwendung des ICON-Index hätte den Vorteil der bereits international validierten Gewichtung.

7. Literaturverzeichnis

1. Ackerman JL, Ackerman MB, Brensinger CM, Landis JR: A morphometric analysis of the posed smile. *Clin Orth Res* 1 (1998), 2-11
2. Afsharpanah A, Nelson S, Feghali R, Hans G: Assessment of an orthodontically untreated sample using the P.A.R. Index. *J Dent Res* 74 (IADR Abstracts) (1995), 139
3. Afsharpanah A, Feghali R, Hans G, Nelson S: Assessment of orthodontically untreated adolescents using the P.A.R. Index. *J Dent Res* 75 (IADR Abstracts) (1996), 363
4. Al Yami E: Orthodontics: Treatment need and treatment outcome. Thesis 1997 University of Nijmegen
5. Al Yami E, Kuijpers-Jagtman A, van't Hof M: Assessment of biological changes in a nonorthodontic sample using the PAR index. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 114 (1998), 224-228
6. Alexander S: Levels of root resorption associated with continuous arch and sectional arch mechanics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 110 (1996), 321-324
7. Angermann R, Berg R: Erfolgsbewertung nach kieferorthopädischer Behandlung von markanten Abweichungen der Angle-Klasse III. *Fortschr Kieferorthop* 60 (1999), 246-258
8. Baumrind S, Korn E, Boyd R: Apical root resorption in orthodontically treated adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 110 (1996), 311-320
9. Beckwith FR, Ackerman RJ, Cobb CM, Tira DE: An evaluation of factors affecting duration of orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 115 (1999), 439-447
10. Berg R, Fredlund A: Evaluation of orthodontic treatment results. *Eur J Orthod* 3 (1981), 181-185
11. Bergström K, Halling A: Orthodontic care provided by general practitioners and specialists in three Swedish counties with different orthodontic specialist resources. *Swed Dent J* 20 (1996), 35-50
12. Bergström K, Halling A: Orthodontic treatment outcome in three Swedish counties with different orthodontic resources. *Swed Dent J* 20 (1996), 51-60

13. Bergström K, Halling A: Comparison of three indices in evaluation of orthodontic treatment outcome. *Acta Odontol Scand* 55 (1997), 36-43
14. Birkeland K, Boe OE, Wisth PJ: Subjektive Bewertung von dentalen und psychosozialen Ergebnissen nach kieferorthopädischer Behandlung. *J orofac Orthop/ Fortschr Kieferorthop* 58 (1997), 44-61
15. Birkeland K, Furevik J, Boe OE, Wisth PJ: Evaluation of treatment and post-treatment changes by the PAR Index. *European Journal of Orthodontics* 19 (1997), 279-288
16. Birkeland K, Katle A, Lovgreen S, Boe OE, Wisth PJ: Factors influencing the decision about orthodontic treatment. *J orofac Orthop/ Fortschr Kieferorthop* 5 (1999), 292-307
17. Blake M, Woodside D, Pharoah M: A radiographic comparison of apical root resorption after treatment with the edgewise and Speed appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 108 (1995), 76-84
18. Brezniak N, Wasserstein A: Root resorption after orthodontic treatment: Part 1. Literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 103 (1993), 62-66
19. Brezniak N, Wasserstein A: Root resorption after orthodontic treatment: Part 2. Literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 103 (1993), 138-145
20. Brook PH, Shaw WC: The development of an index of orthodontic treatment priority. *Eur J Orthod* 11 (1989), 309-320
21. Buchanan I B, Russel JI, Clark JD: Practical Application of the PAR Index: An Illustrative Comparison of the Outcome of Treatment Using Two Fixed Appliance Techniques. *British Journal of Orthodontics* 23 (1996), 351-357
22. Buchanan I, Downing A, Stirrups D: A Comparison of the Index of Orthodontic Treatment Need Applied Clinically and to Diagnostic Records. *British Journal of Orthodontics* 21 (1994), 185-188
23. Buchanan I, Shaw W, Richmond S, O'Brien KD, Andrews M (1993). A comparison of the reliability and validity of the PAR Index and Summers' Occlusal Index. *European Journal of Orthodontics* 15 (1993), 27-31
24. Buchsieb W, Beglin F, Beck m, Vig K: The Effect of compliance on outcome in two orthodontic programs. *J Dent Res* 75 (IADR Abstracts) (1996), 363
25. Bühl A, Zöfel P: SPSS Version 10: Einführung in die moderne Datenanalyse. 7. Auflage, Addison Wesley Verlag (2000), 275-326

26. 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* 44 (1998), 67-69
27. Burden D, Stratford N: Training Dental Nurses in the use of the PAR Index: A Pilot Study. *British Journal of Orthodontics* 23 (1996), 153-155
28. Cooper S, Mandall NA, Dibise D, Shaw WC: The Reliability of the Index of orthodontic Treatment Need over Time. *Journal of Orthodontics* 27 (2000), 47-53
29. Dahan J: Diagnostische Fehler in der metrischen Auswertung der Röntgenaufnahmen. *Dtsch. zahnärztl. Z.* 29 (1974), 331-340
30. Daniels C: An evaluation of international professional perceptions in orthodontics: comparing professional assessments of treatment need complexity and outcome in 9 countries. PhD Thesis, University of Wales College of Medicine, 1998
31. Davies L, Durning P: Practice Management Forum. Quality Managing in Practice – using ISO 9002. *British Journal of Orthodontics* 24 (1997), 272-275
32. 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 Dentofacial Orthop* 107 (1995), 172-176
33. DeShields RW: A study of root resorption in treated Class II Division 1 malocclusion. *Angle Orthod* 39 (1969), 231-245
34. Eisel A, Katsaros C, Berg R: Verlauf und Ergebnisse der KFO-Behandlung bei 44 fortlaufend abgeschlossenen Klasse II Fällen. *Fortschr Kieferorthop* 55 (1994), 1-8
35. Eismann D: A method of evaluating the efficiency of orthodontic treatment. *Trans Europ Orthod Soc* (1974), 223-232
36. Evans R, Shaw W: Preliminary evaluation of an illustrated scale for rating dental attractiveness. *European Journal of Orthodontics* 9 (1987), 314-318
37. Feghali R, Nelson S, Afsharpanah A, Hans MG: Assessment of an orthodontic clinic sample using the PAR Index. *J Dent Res* 75 (IADR Abstracts) (1996), 363
38. Feghali R, Afsharpanah A, Hans MG, Nelson S, Hassanein R: Assessing orthodontic treatment outcome from 1980-1985 using the PAR Index. *J Dent Res* 74 (IADR Abstracts) (1995), 139

39. Feghali R, Nelson S, Hans MG: Comparing orthodontic treatment outcome of two geographically different clinic samples. *J Dent Res* 76 (IADR Abstracts) (1997), 161
40. Fellner U, Schlömer R: Der PAR-Index – eine praktikable Methode der Qualitätssicherung. *Kieferorthop* 10 (1996), 193-200
41. Fink D, Smith R: The duration of orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 102 (1992), 45-51
42. Firestone AR, Häsler RU, Ingervall B: Treatment results in dental school orthodontic patients in 1983 and 1993. *Angle Orthod* 69 (1999), 19-26
43. Fishman L: Individualized evaluation of facial form. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 111 (1997), 510-517
44. Fox NA: The first 100 cases: a personal audit of orthodontic treatment assessed by the PAR (peer assessment rating) index. *Br Dent J* 174 (1993), 290-297
45. Göz G, Rakosi T: Die apikale Wurzelresorption unter kieferorthopädischer Behandlung. *Fortschr Kieferorthop* 50 (1989), 196-206
46. Gottlieb EL: Grading your orthodontic treatment results. *J Clin Orthod* 9 (1975), 156-161
47. Hamdan AM, Rock WP: An appraisal of the Peer Assessment Rating (PAR) Index and a suggested new weighting system. *European Journal of Orthodontics* 21 (1999), 181-192
48. Hans MG: A study in outcomes – who does it? Lecture at the 99th Annual session of the AAO 16. May 1999
49. Harre P, Spalding P, Lange B, Erickson L, Cohen D, Garbin C: Treatment outcome for Orthodontists and Non-Orthodontists using the PAR Index. *J Dent Res (IADR Abstracts)* (1996),
50. Harris E, Kineret S, Tolley E: A heritable component for external apical root resorption in patients treated orthodontically. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 111 (1997), 301-309
51. Hassanein R, Nelson S, Hans M, Feghali R: Assessment of orthodontic treatment outcome using the PAR Index. *J Dent Res* 75 (IADR Abstracts) (1996), 338

52. Hollender L, Ronnerman A, Thilander B: Root resorption, marginal bone support and clinical crown length in orthodontically treated patients. *Eur J Orthod* 2 (1980), 197-205
53. 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* 68 (1998), 527-534
54. Horiuchi A, Hotokenzka H, Kobayashi K: Correlation between cortical plate proximity and apical root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 114 (1998), 311-318
55. Hotz R: Versuch einer Klassifizierung von Erfolg und Mißerfolg. *Fortschr. Kieferorthop.* 23 (1962); 338-344
56. Howells D, Shaw W: The validity and reliability of dental and facial attractiveness for epidemiologic use. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 88 (1985), 402-407
57. Jenny J, Cons N: Comparing and contrasting two orthodontic indices, the Index of Orthodontic Treatment Need and the Dental Aesthetic Index. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 110 (1996), 410-416
58. John W, Kerr S, Buchanan I, McNair F, McColl J: Factors influencing the outcome and duration of removable appliance treatment. *European Journal of Orthodontics* 16 (1994), 181-186
59. Kennedy DB, Joondeph DR, Osterberg SK, Little RM: The effect of extraction and orthodontic treatment on dentoalveolar support. *Am J Orthod* 84 (1983), 183-190
60. Kerr W, Buchanan IB, McColl JH: Use of the PAR Index in Assessing the Effectiveness of Removable Orthodontic Appliances. *British Journal of orthodontics* 20 (1993), 351-357
61. Kerr W, McColl J, Frostick L: The use of removable orthodontic appliances in the General Dental Service. *Br Dent J* 181 (1996), 18-22
62. Koch R, Bartsch A: Die Bewertung kieferorthopädischer Behandlungen. Überlegungen anhand des Eismann-Verfahrens. *Fortschr Kieferorthop* 55 (1994), 251-260
63. Kurol J, Owman-Moll P, Ludgren D: Time-related root resorption after application of a controlled continuous orthodontic force. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 110 (1996), 303-10

64. Lundström A: Need for treatment in cases of malocclusion. *Trans Eur Orthod Soc* (1977), 111-123
65. Lupi J, Handelsmann C, Sadowsky C: Prevalence and severity of apical root resorption and alveolar bone loss in orthodontically treated adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 109 (1996), 28-37
66. McGuinness N, Stephens C: Holograms and Study Models Comparison with the PAR Index. *British Journal of Orthodontics* 20 (1993), 123-127
67. McKnight M, Daniels CP, Johnston LE: A retrospective study of two-stage treatment outcomes assessed with two modified PAR indices. *Angle Orthod* 68 (1998), 521-526
68. Medin L, Bergström K, Filipsson R, Hannerz H, Jensen R: Need for Orthodontic Treatment. A suggestion to modify Indication Index according to Anders Lundström. *Kieferorthopädische Mitteilungen* 9 (1995), 167-183
69. Mehdizahdeh B, Nelson S, Hans R, Feghali R: Assessing the outcome of orthodontic treatment using the PAR-Index. *J Dent Res (IADR Abstracts)* 76 (1997), 161
70. Moyers R: Quality assurance in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 97 (1990), 3-9
71. Ngan P, Yiu C, Hagg U, Wei SHY: Assessment of orthopedic treatment of Class III malocclusion using P.A.R. Index. *J Dent Res (IADR Abstracts)* 76 (1997), 161
72. Nurminen L, Pietilä T, Vinkka-Puhakka H: Motivation for and satisfaction with orthodontic-surgical treatment: a retrospective study of 28 patients. *European Journal of Orthodontics* 21 (1999), 79-87
73. O'Brien K, Robbins R, Vig K, Vig P, Shnorhokian H, Weyant R: The effectiveness of Class II, Division 1 treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 107 (1995), 329-334
74. O'Brien K, Shaw W, Roberts C: The Use of Occlusal Indices in Assessing the Provision of Orthodontic Treatment by the Hospital Orthodontic Service of England and Wales. *British Journal of Orthodontics* 20 (1993), 25-35
75. Ohm Linge B, Linge L: Apikale Wurzelresorptionen der oberen Frontzähne. *Fortschr Kieferorthop* 41 (1980), 276-288
76. Ohm Linge B, Linge L: Wurzellängen der oberen Schneidezähne und kieferorthopädische Therapie. *Fortschr. Kieferorthop.* 44 (1983), 394-407

77. Otuyemi O, Jones S: Long Term Evaluation of Treated Class II Division 1 Malocclusions Utilizing the PAR Index. *British Journal of Orthodontics* 22 (1995), 171-178
78. Otuyemi OD: Evaluation of orthodontic treatment outcome: A personal clinical audit using The PAR Index (Peer Assessment Rating). *African Dental Journal* 9 (1995), 1-8
79. Pangrazio-Kulbersh V, Kaczynski R, Shunock M: Early treatment outcome assessed by the Peer Assessment Rating index. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1115 (1999), 544-550
80. Peerlings R, Kuijpers-Jagtman A, Hoeksma J: A photographic scale to measure facial aesthetics. *European Journal of Orthodontics* 17 (1995), 101-109
81. Poulton DR: The quality of orthodontic treatment and mode of practice. Lecture at the 99th annual session of the AAO San Diego, 16 May 1999
82. Power SM, Hodgkins JF, Stephens CD, Webb WG: An investigation into the standard of orthodontic treatment carried out by GPs after completion of a clinical assistant training. *British Dental Journal* 180 (1996), 91-97
83. Reitan K: Biomechanical principles and reactions. In: Graber TM, Swain BF: *Orthodontics current principles and techniques*. St. Louis. CV Mosby (1985), 101-192
84. Richmond S: Personal Audit in Orthodontics. *British Journal of Orthodontics* 20 (1993), 135-145
85. Richmond S, Andrews M: Orthodontic treatment standards in Norway. *European Journal of Orthodontics* 15 (1993), 7-15
86. Richmond S, Andrews M, Roberts CT: The Provision of Orthodontic Care in the General Dental Services of England and Wales: extraction patterns, treatment duration, appliance types and standards. *British Journal of Orthodontics* 20 (1993), 345-350
87. Richmond S, Buchanan IB, Burden JB, O'Brien KD, Andrews M, Roberts CT, Turbill EA: Calibration of dentists in the use of occlusal indices. *Community Dent Oral Epidemiol* 23 (1995), 173-176
88. Richmond S, Daniels C: International comparisons of professional assessments in orthodontics: Part 1 – Treatment need. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 113 (1998), 180-185

89. Richmond S, Daniels C: International comparisons of professional assessments in orthodontics: Part 2 – Treatment outcome. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 113 (1998), 324-328
90. Richmond S, Daniels C, Fox N, Wright J: The professional perception of orthodontic treatment complexity. *British Dental Journal* 10 (1999), 371-377
91. Richmond S, Roberts C, Andrews M: Use of the Index Of Orthodontic Treatment Need (IOTN) in Assessing the Need for Orthodontic Treatment Pre- and Postappliance Therapy. *British Journal of Orthodontics* 21 (1994), 175-184
92. Richmond S, Shaw WC, O'Brien KD, Buchanan IB, Jones R, Stephens CD, Roberts CT, nd Andrews M: The development of the PAR Index (Peer Assessment Rating): reliability and validity. *European Journal of Orthodontics* 14 (1992), 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 standarts. *European Journal of Orthodontics* 14 (1992), 180-187
94. Riedmann T, Berg R: Retrospektive Bewertung des Therapieerfolgs bei Kieferorthopädischer Behandlung von Erwachsenen. *Fortschr Kieferorthop* 60 (1999), 108 –123
95. Riedmann T, Georg T, Berg R: Adult Patients View of orthodontic Treatment Outcome compared to professional Assessment. *Fortschritte der Kieferorthopädie* 5 (1999), 308-320
96. Rinaldi A, Beck M, Vig K, Beglin F, Mayers M, Vig P: Increased orthodontic treatment over two decades. *J Dent Res* 75 (IADR Abstracts) (1996), 437
97. Robb S, Sadowsky C, Schneider B, BeGole E: Effectiveness and duration of orthodontic treatment in adults and adolescents. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 113 (1998), 383-386
98. Roberts CT, Richmond S: The Design and Analysis of Reliability Studies for the Use of Epidemiological and Audit Indices in Orthodontics. *British Journal of Orthodontics* 24 (1997), 139-147
99. Salzmann JA: Handicapping malocclusion assessment to establish treatment priority. *Am J Orthod* 54 (1968), 749-765

100. Sameshima GT: Orthodontic Treatment Outcome Assessment – Does the Delivery System affect Quality of care?. Lecture at the 99th annual session of the AAO San Diego, 16 may 1999
101. Schmuth GPF, Vardimon AD: Kieferorthopädie 3. Auflage. Thieme Verlag (1994), 44-46
102. Schopf P: Längen- und Winkelmessungen am Orthopantogramm. Fortschr. Kieferorthop. 27 (1966), 107-114
103. Sharpe W, Reed B, Subtelny JB, Polson A: Orthodontic relapse, apical root resorption and crestal alveolar bone levels. Am J Orthod Dentofac Orthop 91 (1987), 252-258
104. Shaw W, Richmond S, O'Brien KD: The use of occlusal indices: A European perspective. Am J Orthod Dentofacial Orthop 107 (1995), 1-10
105. Shaw W, Richmond S, O'Brien KD, Brook P: Quality control in Orthodontics: Indices of Treatment Need and Treatment Standards. Br Dent J 9 (1991), 107-112
106. Sjolien T, Zachisson BU: Periodontal bone support and tooth length in orthodontically treated and untreated persons. Am J Orthod 64 (1973), 28-37
107. So L, Tang E: A comparative study using the Occlusal Index and the Index of Orthodontic Treatment Need. The Angle Orthodontist 63 (1993), 57-64
108. Stenvik A, Espeland L, Linge BO, Linge L: Lay attitudes to dental appearance and need for orthodontic treatment. European Journal of Orthodontics 19 (1997), 271-277
109. Stenvik A, Espeland L, Mathisen A: A longitudinal Study on subjective and objective orthodontic treatment need. European Journal of Orthodontics 19 (1997), 85-92
110. Summers CJ: The Occlusal Index: a system for identifying and scoring occlusal disorders. Am J Orthod 59 (1971), 552-567
111. Tahir E, Sadowsky C, Schneider B: An assesment of treatment outcome in American Board of orthodontic cases. Am J Orthod Dentofacial Orthop 111 (1997), 335-342
112. Tang E, So L: Correlation of orthodontic treatment demand with treatment need assessed using two indices. The Angle Orthodontist 65 (1995), 443-450
113. Tausche, Harzer: Behandlungnotwendigkeit. Posterdemonstration bei der 72. Wissenschaftlichen Jahrestagung in Ulm 22.-26. Sept.1999

114. Taylor P, Kerr W, McColl JH: Factors associated with the standart and duration of orthodontic treatment. *British Journal of Orthodontics* 23 (1996), 335-341
115. Tedesco L, Albino J, Cunat J, Green L, Lewis E, Slakter: A dental-facial attractiveness scale. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 83 (1983), 38-43
116. Tedesco L, Albino J, Cunat J, Slakter M, Waltz K: A dental-facial attractiveness scale Part II. Consistency of perception. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 83 (1983), 44-46
117. Ter Heege G: EURO – QUAL Towards a Quality System for European Orthodontic Professionals. IOS Press 1997
118. Tolidis K, Sandy J: Standard of orthodontic treatment in cases treted by undergraduate students at Bristol Dental School from 1982 to 1992. *Br Dent J* 177 (1994), 203-208
119. Tulloch C, Phillips C, Proffit W: Benefit of early Class II treatment: Progress report of a two-phase randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 113 (1998), 62-72
120. 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* 28 (1999), 211-216
121. Vig K, Comparison of quality, value and cost of orthodontics in three systems. Lecture at the 99th annual session of the AAO San Diego, 16 may 1999
122. Vig KW, Weyent 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 Orthod Res* 1 (1998), 147-155
123. Vig P, Weintraub J, Brown C, Kowalski C: The duration of orthodontic treatment with and without extractions: A pilot study of five selected practices. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 97 (1990), 45-51
124. Wagner M, Berg R: Serienextraktion oder Prämolarenextraktion im bleibenden Gebiss. *J Orofac Orthop/ Fortschr Kieferorthop* 61 (2000), 207-216
125. Webster T, Harkness M, Herbison P: Associations between changes in selected facial dimensions and the outcome of orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 110 (1996), 46-53

126. Wehrbein H, Bauer W, Diedrich P: Mandiblar incisors, alveolar bone, and symphysis after orthodontic treatment. A retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 110 (1996), 239-246
127. Woollass K, Shaw W: Validity and Reproducibility of Rating Dental Attractiveness from Study Casts. *British Journal of Orthodontics* 14 (1987), 187-190
128. Younis JW, Weyant R, Vig K, Rinchuse D: Comparison of Occlusal Indices and Orthodontic Opinion of Treatment Need. *J Dent Res* 74 (IADR Abstracts) (1995), 139
129. Younis JW, Vig K, Rinchuse DJ, Weyant RJ: A validation study of three indexes of orthodontic treatment need in the United States. *Communt Dent Oral Epidemiol* 25 (1997), 358-362
130. Zody R, Vig K, Beck M, Wade D: Occlusal outcome Comparisons of Private Orthodontic Practices Over Ten Years. *J Dent Res* 76 (IADR Abstracts) (1997),125

Lebenslauf

Name: Tania Hetz

Geburtsdatum: 03. März 1972

Geburtsort: Köln

Eltern: Gerhard Hetz, Diplomsporllehrer
Martha Hetz, geb. Madrigal, Hausfrau

Staatsangehörigkeit: deutsch

Familienstand: ledig

**Schul- und Hochschul-
ausbildung:**

	1978-1982	Johannes-Grundschule, Königsdorf
	1982-1991	Gymnasium Frechen
	1992-1997	Studium der Zahnmedizin, Universidad Autonoma de Guadalajara, Mexiko
	1997	Zahnärztliche Approbation (Mexiko)
	1997-1998	Studium der Zahnmedizin, Universität zu Köln (Naturwissenschaftliche Vorprüfung)
	06.04.98	Berufserlaubnis nach § 13 ZHG
	05.04.01	Zahnärztliche Approbation (Deutschland)
Berufliche Weiterbildung:	1.9.98-31.8.99	Weiterbildungsassistentin in kiefer- orthopädischer Praxis, Dr. K. Reck, Köln-Pulheim
	1.9.99-31.8.01	Wissenschaftliche Assistentin an der Klinik für Kieferorthopädie der Universität Aachen
	02.10.01	Erwerb der Gebietsbezeichnung „Kieferorthopädie“

Aachen, den 08. Oktober 2001

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. D. Drescher für die Überlassung des Themas und für die vielseitige Hilfe und Unterstützung.

Herrn Dr. Karl Reck danke ich herzlich für die bereitwillige Überlassung der Patientenunterlagen und seine hilfreichen Ideen.

Mein Dank gilt ebenfalls der gesamten Abteilung der Poliklinik für Kieferorthopädie der Heinrich - Heine - Universität Düsseldorf, vor allem OÄ Dr. C. Holtkamp, Dr. A. Grieb, Dr. B. Hebbeker, Dr. F. Widu und ZÄ V. Bode für die Bewertung der Gebissmodelle.

Herrn G. Krämer danke ich für das Schreiben des Programms zur Datenerfassung und für die Hilfestellung bei allen Computerfragen.

Frau Priv.-Doz. Dr. U. Fritz, Sandra Ellegiers und meinem Vater danke ich herzlich für das Korrekturlesen.

Eric, gracias por tu ayuda con las graficas, tu apoyo y compañía.