

6 DISKUSSION

6.1 Diskussion der Fragestellung

Ziel der vorliegenden Studie war es, die Behandlungsqualität und Behandlungsdauer kieferorthopädischer Behandlungen mittels Lingualtechnik anhand des Patientengutes des Institutes für Kieferorthopädie, Orthodontie und Kinderzahnheilkunde des CharitéCentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Charité – Universitätsmedizin Berlin zu untersuchen. Weiterhin wurden die Faktoren untersucht, die Einfluss auf die Behandlungsqualität oder die Behandlungsdauer nehmen könnten.

6.2 Diskussion von Material und Methode

6.2.1 Patientenauswahl

Die Patienten, die in der Abteilung für Kieferorthopädie mit lingualen Multibracketapparaturen behandelt wurden, repräsentieren wahrscheinlich nicht die normale Patienten Klientel einer kieferorthopädischen Praxis. Diese Patienten wurden bei der ersten Beratung darüber informiert, ob die Möglichkeit einer Zahnstellungskorrektur mittels Lingualtechnik besteht. Die Patienten wurden unabhängig von der vorliegenden Studie für die Behandlung mittels Lingualtechnik insofern selektiert, ob die Behandlung Erfolg versprechend sein würde. Viele Faktoren spielten bei dieser Entscheidung eine Rolle, z. B. hochgradige parodontal bedingte Zahnlockerungen, die ästhetischen Ansprüche und die wirtschaftliche Lage des Patienten aber auch die erste Einschätzung der Motivation des Patienten durch den Behandler. Patienten, die eine möglichst preiswerte Behandlung wünschten bzw. für die relativ hohen Behandlungskosten mit der Lingualtechnik nicht aufkommen konnten, wurden automatisch ausgeschlossen. Diese initiale Selektion beeinflusst jedoch die Ergebnisse dieser Studie kaum, da weder der Schweregrad der Dysgnathie noch die Behandlungsqualität bzw. -dauer von der wirtschaftlichen Lage des Patienten abhängen. Entscheidender war wahrscheinlich die Selektion der Patienten auf Grund des ersten Eindrucks des Behandlers, ob der Patient für eine Behandlung mit der Lingualtechnik zu motivieren ist oder doch lieber mit konventionellen Behandlungstechniken behandelt werden sollte. Wegen der höheren Motivation und der damit verbundenen besseren Mitarbeit könnte die Behandlungsdauer, weniger aber die Behandlungsqualität, beeinflusst worden sein.

Auch der Ausschluss mancher Patienten aufgrund defekter fehlender Anfangs- bzw. Abschlussmodelle wird wohl keinen Einfluss auf das Ergebnis gehabt haben, denn die Ursachen für das Fehlen eines Modells, wie z. B. falsche Beschriftung, falsche Sortierung, eine Beschädigung oder der Verlust eines Modells, sind im Allgemeinen unabhängig vom Behandlungsergebnis und der Behandlungsdauer [161].

Anders sieht es bei Patienten mit schlechter Mitarbeit aus. Ungenügende Mitarbeit kann die Behandlungsdauer sowohl verkürzen als auch erhöhen. Ein frühzeitiges Beenden einer kieferorthopädischen Behandlung, d. h. ein Behandlungsabbruch, vermindert die durchschnittliche Behandlungsdauer einer Gruppe. Würde die Behandlung oder ein eventueller Abbruch aber aufgrund ständiger Versprechungen einer (zukünftig) besseren Mitarbeit seitens des Patienten hinausgezögert, verlängert sich die durchschnittliche Behandlungsdauer dieser Gruppe. Die interessierende, tatsächlich benötigte Behandlungszeit wäre jedoch in beiden Fällen verzerrt [161].

Die durchschnittliche Behandlungsqualität würde sich je nach Anzahl und Zeitpunkt der Behandlungsabbrüche mehr oder weniger verschlechtern, würden diese Patienten in eine Untersuchung, wie die vorliegende, einbezogen werden. Damit würde man jedoch den allgemeinen Erfolg kieferorthopädischer Bemühungen messen, inklusive des Umstandes, dass man eine Behandlung nicht zu dem geplanten Abschluss führen konnte.

In der Regel werden kieferorthopädische Behandlungen wegen unzureichender Mitarbeit oder mangelhafter Mundhygiene vorzeitig beendet, bevor zum Beispiel ausgedehnte Entmineralisierungen entstehen. Insofern können Behandlungsabbrüche nicht nur als Therapieversagen gedeutet werden, sondern durchaus auch einen verantwortungsbewussten Behandler charakterisieren, der eine Behandlung nicht um jeden Preis zu Ende führt [161].

6.2.2 Diskussion der Methode

6.2.2.1 PAR-Index

Der PAR-Index ist ein okklusaler Index, der speziell zur Bewertung von kieferorthopädischen Behandlungsergebnissen entwickelt wurde. Die Validität [2, 58, 154, 173] und Reliabilität [2, 31, 58, 139, 154, 173] des PAR-Indexes wurden in unterschiedlichen Prüfungen bewiesen. Der PAR-Index bewertet schnell und akkurat dentookklusale Veränderungen anhand von Studienmodellen [58]. Deshalb wurde er

ursprünglich zur Selbstkontrolle der eigenen Behandlungsqualität und zur Untersuchung verschiedener Behandlungssysteme empfohlen [154, 155]. Sollen Daten verschiedener Studien verglichen werden, und um die Reliabilität und Validität der Messungen des PAR-Indexes durch einen Untersucher zu gewährleisten, ist eine Kalibrierung der Untersucher notwendig [30]. Diese Voraussetzung ist bei dem Autor dieser Arbeit gegeben.

Neben diesen Vorteilen sind einige Einschränkungen bei der Anwendung des PAR-Indexes nicht zu vernachlässigen [65, 90, 99, 113]:

- Der PAR-Index ist nicht sensitiv genug, um feine Unterschiede bei hohen Behandlungsstandards zu differenzieren.

Grund dafür ist eine gewisse Toleranz bei nahezu allen Komponenten des Indexes, bevor ein Punkt vergeben wird. Beispielsweise bleiben Kontaktpunktabweichungen im Frontzahnbereich von bis zu 1 mm und eine Mittellinienverschiebung bis zu $\frac{1}{4}$ der Breite eines unteren Schneidezahnes ohne Punktvergabe. Zahnachsenstellungen und Restlücken im Seitenzahnbereich werden gar nicht mit in die Bewertung einbezogen. Dagegen erfolgt bei minimalen Abweichungen von der idealen Seitenzahnokklusion eine Punktvergabe.

- Durch die unterschiedliche Gewichtung der verschiedenen PAR-Komponenten wird die Objektivität des PAR-Indexes als Ausdruck für die Behandlungsqualität gestört.

Als Beispiel ist die relativ hohe Gewichtung des Overjet zu nennen. Sie führt dazu, dass die Korrektur einer sagittalen Stufe von 8 auf 2 mm zu einer Reduktion des PAR-Wertes um 18 Punkte führt. Das sind 4 Punkte bis zur „greatly improved“-Kategorie. Die relativ niedrige Gewichtung des Overbites hat hingegen als Folge, dass der PAR-Wert bei der Korrektur eines traumatischen Tiefbisses nur um 6 Punkte reduziert wird. Die funktionelle und ästhetische Relevanz und die schwierigere Behandlung des zweiten Beispiels sind jedem praktischen Behandler bekannt.

Wiederum ignoriert die einfache Gewichtung der sagittalen Verzahnung im Seitenzahngebiet, z. B. bei Retentionen oder starker Kippung eines Zahnes die Wichtigkeit der Einstellung eines solchen Zahnes in den Zahnbogen [38] und wird der erschwerten Behandlung nicht gerecht.

- Der PAR-Index misst ausschließlich dentookklusale Parameter. Weitere besonders für den Patienten zweifellos wichtige Aspekte einer kieferorthopädischen Behandlung [64] wie z. B. Veränderungen des Gesichts- oder Lippenprofils bleiben

unberücksichtigt. Auch Entmineralisierungen, Gingivarezessionen, Wurzelresorptionen, Wurzelparallelität, Zahnangulation, Lücken oder Engständen im Seitenzahnggebiet, funktionellen Aspekten wie Front-, Eckzahnführung oder Störungen des temporomandibulären Systems, iatrogenen Effekten während der kieferorthopädischen Behandlung und Begünstigungen eines Langzeitrezidivs gehen nicht in die Bewertung ein [27, 38, 99, 125, 140, 161, 201].

- Durch die Erfassung des Resultats unmittelbar im Anschluss an die Behandlung wurde die PAR-Bewertung ohne Berücksichtigung der Behandlungsstabilität vorgenommen.

Obwohl es von manchen Autoren angezweifelt wird, dass der PAR-Index zur Bestimmung der Behandlungsnotwendigkeit tauglich ist [157], gilt er als geeignet für epidemiologische Untersuchungen [58] und wurde während der letzten Jahre häufiger als jeder andere Index für verschiedenste Studien genutzt [1-4, 13, 15, 24, 27, 40, 44, 50, 58, 59, 65, 99, 113, 127, 128, 143, 154, 155, 180, 201]. Um ein Gesamtbild der Behandlungsqualität zu erstellen, soll der PAR-Index auf Stichproben behandelter Patienten angewandt werden und nicht individuelle Behandlungsergebnisse prüfen [161, 187].

Der PAR-Index bewertet das Resultat einer kieferorthopädischen Behandlung auf verschiedene Arten: durch den absoluten PAR-Endwert, die PAR-Differenz zwischen Anfangs- und Endwert, die prozentuale Verbesserung unter Berücksichtigung des Ausgangswerts und die Einteilung in die Verbesserungskategorien des Nomogramms.

Die vorliegende Untersuchung zeigt anhand von Korrelationsanalysen, dass die PAR-Differenz signifikant ($r = 0,968$) vom PAR-Anfangswert abhängig war. Das bedeutet, je höher der PAR-Anfangswert, desto größer war in der Regel auch die Reduktion des PAR-Wertes zwischen Anfangs- und Schlussmodell. Dieser Wert ist daher für einen Vergleich mit anderen Studien ausgesprochen ungünstig, weil dafür PAR-Anfangswerte gleicher Größenordnung vorliegen müssten.

Der PAR-Endwert zeigte dagegen nur eine geringe Korrelation zum PAR-Anfangswert. Er eignet sich daher viel besser zur Einschätzung der Behandlungsqualität, zur Untersuchung möglicher Einflussfaktoren auf das Behandlungsergebnis sowie für den Literaturvergleich.

Die prozentuale Verbesserung schließt den PAR-Anfangswert schon ein. Das hat zur Folge, dass die prozentuale Verbesserung bei größeren PAR-Anfangswerten mit gleichem Endergebnis größer ist, und so die Behandlung qualitativ besser erscheint.

Vergleicht man zwei Praxen, die ein Patientengut mit einem mittleren PAR-Anfangswert von 40 Punkten (Praxis A) beziehungsweise 20 Punkten (Praxis B) und einen mittleren PAR-Endwert von jeweils 5 Punkten, dann hätte Praxis A um das gleiche Endergebnis (Behandlungsqualität) zu erreichen, den PAR-Wert um 35 Punkte, Praxis B ausschließlich um 15 Punkte reduziert. Diese PAR-Wert-Reduktion gleicht eine prozentuale Verbesserung des PAR-Wertes von 87,5 % bei Praxis A, und nur 75 % bei Praxis B. Liegen also stärkere Unterschiede beim Anfangswert vor, müssen diese als mögliche Erklärung bei der Beurteilung verschiedener prozentualer Verbesserungen berücksichtigt werden [59, 125, 128]. Bei niedrigen PAR-Anfangswerten können seltener hohe prozentuale Verbesserungen erzielt werden.

Die Einteilung der Behandlungsergebnisse in die drei Verbesserungskategorien des Nomogramms ist zur Beurteilung der Behandlungsqualität ebenfalls nicht unproblematisch [90]. In der Kategorie „greatly improved“ muss die Verbesserung mindestens 22 PAR-Punkte betragen. Das bedeutet aber auch, dass in diese Kategorie nur Patienten mit entsprechend hohen PAR-Anfangswerten gelangen können. Ein Patient, dessen PAR-Anfangswert von 21 auf null gesenkt wurde, fällt in die Kategorie „improved“. Die Tatsache, dass Dysgnathien mit einem PAR-Anfangswert unter 22 Punkten nicht die „greatly improved“ Kategorie erreichen können, selbst wenn sie ideal beendet werden, wurde bereits von anderen Autoren kritisiert [90, 158, 161]. Dagegen können Behandlungsergebnisse mit ausgeprägter initialer Fehlstellung und entsprechend hohem PAR-Anfangswert beträchtlich in ihrem Punktwert reduziert sein und damit in die Kategorie „greatly improved“ eingestuft werden, ohne ein akzeptables oder ideales Ergebnis aufzuweisen. Beispielsweise würde die Behandlung des Patienten mit dem höchsten PAR-Anfangswert in dieser Studie (PAR = 47) bei einem PAR-Endwert von ≤ 25 als „greatly improved“ bewertet werden. Ein Endwert von 25 stellt aber kein befriedigendes Behandlungsergebnis dar. Die Behandlung von 23 anderen Patienten mit einem initialen PAR-Wert von unter 22 und einem PAR-Endwert von unter 5 Punkten, d. h. einer weitgehend idealen Verzahnung, erreichte nur die „improved“-Kategorie, da die Reduktion des PAR-Wertes weniger als 22 Punkte ist.

Zusammenfassend werden der PAR-Endwert sowie der Anteil der Patienten mit idealem (≤ 5 Punkte) und akzeptablem ($> 5 \leq 10$ Punkte) PAR-Endwert als geeigneter zur Beurteilung der Behandlungsqualität angesehen. Diskutabel ist ferner die Gewichtung der verschiedenen PAR-Faktoren; evtl. sollte diese abhängig vom Dysgnathietyp festgelegt werden. Nachteil einer solchen Abhängigkeit, dass ein

Literaturvergleich unmöglich wird, sobald die Dysgnathien nicht gleich verteilt sind. Ferner sollte immer auch der PAR-Anfangswert angeführt sein. Die prozentuale Verbesserung und die Kategorien des Nomogramms wurden aber wegen ihrer weiten Verbreitung in der übrigen Literatur trotz der vorstehend formulierten Vorbehalte in der vorliegenden Untersuchung zusätzlich angegeben.

6.2.2.2 Die modifizierte *Hiro*-Technik versus andere Klebverfahren

Verglichen mit der TARG- und der CLASS-Methode hat die *Hiro*-Technik einige Vorteile [89, 92, 134, 166, 174, 183]:

- Der Laborprozess ist zwar zeitaufwändig braucht aber keinen großen labortechnischen Aufwand [89, 92, 166, 183].
- Zur Bracketpositionierung am Set-up-Modell sind keine speziellen Geräte notwendig [89, 183].
- Die Genauigkeit des Brackettransfers ist hoch, da:
 - die Übertragungskäppchen im Bereich der Zahnauflage starr sind [89, 183],
 - die Brackets einzeln vom Set-up-Modell direkt in den Patientenmund transferiert werden, so dass lose Brackets mit den Übertragungskäppchen reponiert werden können [89, 183].
- Einzelne Brackets, die z. B. aufgrund von Engständen anfänglich nicht geklebt werden können, werden nach Auflösen des Engstandes bzw. Beseitigen der Interferenzen mit den „einzelnen“ Übertragungskäppchen präzise geklebt [166].
- Die Wiederherstellung von Übertragungskäppchen ist mit dem 3-D Bogen jeder Zeit möglich [166]. Dieser 3-D Bogen wird im Institut für Kieferorthopädie, Orthodontie und Kinderzahnheilkunde nicht hergestellt.
- Die Verwendung (weitgehend) gerader Idealbögen lässt den Einsatz von Gleitmechaniken zu [166].
- Umfangreiche Behandlungen können mit nur wenigen Bogenwechseln durchgeführt werden [166].

Nachteilig sind hierbei die zum Teil relativ dicken Bracketbasen, wodurch der Zungenraum zusätzlich eingeengt wird [134]. Zudem ist der Zeitaufwand beim Kleben der Brackets mit Einzelübertragungskäppchen größer als wenn alle Brackets eines Kiefers gleichzeitig geklebt werden.

6.3 Diskussion der Ergebnisse

6.3.1 Patientenprofil

Zum Vergleich mit den Daten des hier untersuchten Patientengutes wurden nur Untersuchungen herangezogen, die ebenfalls ein Gesamtkollektiv untersuchten [17, 21, 67, 68, 93-95, 98, 129, 157]. Ein Gesamtkollektiv bedeutet, dass alle behandelten Patienten ohne Selektion in die Studie aufgenommen werden.

6.3.1.1 Geschlechtsverteilung

Die Geschlechtsverteilung der untersuchten Patientengruppe (34 Frauen, 16 Männer) ist typisch für Patienten, die mittels Lingualtechnik behandelt werden [17, 21, 67, 68, 93-95, 98, 129, 157]. Der hohe Frauenanteil ist auch repräsentativ für die Erwachsenenbehandlung allgemein [17, 28]. Verschiedene Autoren geben als Ursache für den hohen Frauenanteil deren hohes ästhetisches Interesse bzw. die hohen Anforderungen, die die Gesellschaft an die äußere Schönheit/Vollkommenheit von Frauen stellt [17, 45, 67, 130].

6.3.1.2 Altersverteilung bei Behandlungsbeginn

Das durchschnittliche Alter bei Behandlungsbeginn lag bei 27,8 Jahren, der Median bei 25,6 Jahren. Der jüngste Patient, noch ein Jugendlicher, war 14,0 Jahre, der älteste 56,3 Jahre alt. Am häufigsten waren die Patienten bei Behandlungsbeginn 21 bis 30 Jahre alt.

In der einschlägigen Literatur über kieferorthopädisch behandelte erwachsene Patienten werden ähnliche Altersverteilungen angegeben [68, 93-95, 98, 130]. Bei Fritz und Mitarbeitern lag z. B. der Altersgipfel der in der Aachener Klinik mit Lingualtechnik behandelten Patienten zwischen 20 und 40 Jahren [67].

6.3.1.3 *Angle*-Klassen

Die Verteilung der untersuchten Patienten in Bezug auf die *Angle*-Klassifikation stimmt mit den Ergebnissen der Arbeit von Schmidt-Rogge [161] überein. Die *Angle*-Klasse I ist mit 26 % seltener und die *Angle*-Klasse II mit 64 % ist häufiger vertreten als in anderen Studien. In der Literatur wurden bei Studien, die wie die vorliegende Arbeit ein kieferorthopädisches Patientenkollektiv untersuchten, für die *Angle*-Klasse I Werte

zwischen 44 % und 57 % genannt, für die *Angle*-Klasse II Werte zwischen 40 % und 50 % [27, 109, 192]. Die Häufigkeiten für die *Angle*-Klasse III waren bei anderen Studien geringer als die hier gefundenen 10 % (in anderen Studien zwischen 3 % und 7 %) [27, 109, 192].

6.3.1.4 Nichtanlagen, früherer Zahnverlust beziehungsweise Extraktionen aus kieferorthopädischen Gründen

Die Entscheidung, ob bei einem Patienten wegen Platzmangels Zähne extrahiert werden oder nicht, hat nicht nur mit dem Platzmangel zu tun, sondern auch mit der Erfahrung des Behandlers sowie mit seiner Einstellung zu Extraktionstherapie [148]. Die Anzahl der hier untersuchten Patienten, bei denen aus kieferorthopädischen Gründen eine Extraktion vorgenommen wurde oder ein früherer Zahnverlust vorlag (54%), lag im Mittelfeld internationaler Literatur [27, 150]. *Proffit* untersuchte in einer konsekutiven Studie das Extraktionsverhalten der Kieferorthopäden an einer amerikanischen Universitätsklinik und fand heraus, dass Anfang der Fünfziger des letzten Jahrhunderts nur bei jedem dritten Patienten aus kieferorthopädischen Gründen extrahiert wurde [148]. Mitte der Sechziger gab es ein Extraktionsboom. Bis zu 76 % der Patienten wurden mit Extraktionen und folgendem kieferorthopädischem Lückenschluss behandelt. Diese Zahl verringerte sich aber bis Mitte der Achtziger (35 % - 45 %) [148]. Die Extraktionshäufigkeit nahm in den Neunzigern unter anderem aus ästhetischen Gründen, aber auch aus der Erkenntnis, dass auch die Extraktion wenig zur Stabilität der Zahnstellung beiträgt, weiter ab (28 %) [148]. *Redahan* und Mitarbeiter extrahierten in ihrer Studie bei 42 % ihrer Patienten, um Engstände zu behandeln [150]. In einer skandinavischen Studie wurden dagegen nur bei 31,7 % der Patienten bleibende Zähne aus kieferorthopädischen Gründen extrahiert [27].

6.3.1.5 Behandlungstechniken

Studien, die verschiedene linguale Behandlungstechniken bei Patientenkollektiven miteinander vergleichen, sind in der Literatur nicht zu finden. In der vorliegenden Untersuchung wurden 38 Patienten mit dem Bending Art System (BAS) nach der Berliner Methode und 12 Patienten mit einer modifizierten *Hiro*-Technik behandelt. Die Verteilung der Patienten auf die unterschiedlichen Behandlungstechniken war zufällig und nur vom Zeitpunkt des Behandlungsbeginns abhängig. In den ersten Jahren nach

der Einführung der Lingualtechnik in der kieferorthopädischen Abteilung der Charité war die BAS-Technik die gängige Methode. Einige Jahre später, nach Entwicklung der *Hiro*-Technik, wurde dieses Verfahren eingeführt und vorrangig verwendet.

Die *Hiro*-Technik wurde jedoch nicht vorrangig verwendet, weil davon bessere Behandlungsergebnisse erwartet werden. Vielmehr beruhen beide Techniken auf der Bracketplatzierung auf Basis eines idealen Set-ups und lassen daher gleiche Resultate erwarten. Der Wechsel wurde dennoch vollzogen, weil der Hersteller den Vertrieb des Bending Art Systems einstellte und es keinen Sinn mehr machte, ein System zu lehren, dessen praktische Umsetzung den Studierenden nicht möglich ist. 12 Patienten, die mittels der modifizierten *Hiro*-Technik behandelt wurden, sind keine repräsentative Stichprobe. Daher werden die Patienten beider Techniken zusammengefasst, um die Frage zu beantworten, ob mit der Lingualtechnik behandelte Patienten für relativ viel Geld eine der Labialtechnik vergleichbare Behandlungsqualität erwarten können.

6.3.2 Behandlungsqualität

6.3.2.1 Gesamtgruppe

Ein Literaturvergleich bezüglich der PAR-Werte der hier untersuchten Patienten ist schwierig. Keine vorherige Studie hat die Behandlungsqualität lingual behandelter Patienten untersucht. Bei einer einzigen Studie wurde ein Vergleich zwischen den Behandlungsergebnissen von Labial- und Lingualtechnik anhand von Fernröntgenseitenaufnahmen durchgeführt [85]. Andere Arbeiten, die ein Patientenkollektiv mit Hilfe des PAR-Indexes untersuchten, konnten nicht oder nur bedingt zum Vergleich herangezogen werden. Manche dieser Arbeiten untersuchten spezielle Therapieverfahren aber nicht die Lingualtechnik [27, 111, 114, 137, 159]. Andere untersuchten nur Erwachsene oder nur jugendliche Patienten [143, 157] oder bestimmte Bevölkerungsgruppen [34]. Einige Studien benutzten den amerikanisch gewichteten PAR-Index [99, 138, 158], andere machten keine Angaben über die durchschnittlichen PAR-Werte der Gesamtgruppe [156, 173, 184]. Weiterhin wurden nicht immer Angaben darüber gemacht, wie die Auswahl der Patienten erfolgte. All dies sind jedoch Faktoren, die die Vergleichbarkeit der Ergebnisse beeinflussen.

6.3.2.2 Einfluss verschiedener Faktoren auf die Behandlungsqualität

Es gibt zahlreiche Faktoren, die die Behandlungsqualität beeinflussen und sie sind sehr komplex [24, 34]. Als Beispiele sind Geschlecht, Alter, Schweregrad der Fehlstellung oder die Mitarbeit des Patienten, die Geräteauswahl aber auch die Fachkenntnisse des Behandlers zu nennen [24, 34, 185, 188, 193, 201].

6.3.2.2.1 PAR-Anfangswert

Der durchschnittliche PAR-Anfangswert gibt Auskunft über das Ausmaß der dentalen und okklusalen Abweichungen einer untersuchten Patientengruppe von der „Norm“ vor der kieferorthopädischen Behandlung [35, 58, 154, 161]. Dieser Wert lag in der untersuchten Gruppe bei 22,0 Punkten. Andere Studien haben ähnliche Werte ermittelt. So fand Schmidt-Rogge in ihrer Untersuchung in derselben Abteilung bei 52 ausschließlich mit einer labialen Multibracketapparatur behandelten Patienten ein PAR-Anfangswert von 22,1 Punkten. In einer Studie von *Cassinelli* et al. [35] wurden 200 jugendliche Patienten von 10 erfahrenen Kieferorthopäden in zwei Gruppen eingeteilt (eine leicht und eine schwer zu behandelnde Gruppe). Die Autoren fanden einen durchschnittlichen PAR-Anfangswert von 19,6 bzw. 27,5 [35]. In einer kanadischen Arbeit wurden bei zwei Gruppen bestehend aus 60 Einheimischen und 60 Immigranten im Alter zwischen 11 und 18 Jahren, die ausschließlich mit einer labialen Multibracketapparatur behandelt wurden, PAR-Anfangswerte von 28,0 bzw. 23,0 Punkten gemessen [34]. *Willems* et al. ermittelten bei 279 in Norwegen mit einer konventionellen Multibracketapparatur behandelten Patienten einen mittleren Anfangswert von 26,4 Punkten [201]. Studien aus privaten Facharztpraxen haben PAR-Anfangswerte zwischen 20,9 und 25,0 Punkten ergeben [50, 125, 153].

6.3.2.2.2 PAR-Endwert

Der PAR-Endwert gibt die verbliebenen dentalen und okklusalen Abweichungen an und ist ein Maß für die Qualität der Behandlung. Nach *Richmond* et al. entspricht ein Endwert ≤ 5 einer nahezu idealen, ein Wert > 5 und ≤ 10 einer akzeptablen Okklusion [154].

Bei den hier untersuchten Patienten konnte der PAR-Wert auf durchschnittlich 3,0 Punkte gesenkt werden. Dieser PAR-Endwert ist niedriger als der Durchschnitt der hier erwähnten Studien [34, 35, 161, 185, 201], was für eine hohe Behandlungsqualität

spricht. 24 % der hier untersuchten Patienten erreichten einen PAR-Endwert von 0 Punkten, 84 % einen PAR-Endwert ≤ 5 Punkte und 98 % einen Wert ≤ 10 Punkte.

Die hier gefundene durchschnittliche prozentuale Verbesserung von 88,5 % reflektiert ebenfalls einen hohen Behandlungsstandard. Sie ist höher als durch *Schmidt-Rogge* für die labiale Technik angegeben wurde (73,6 %) [161]. Ähnlich gute Werte, wie hier für die Lingualtechnik gefunden, haben in einer norwegischen Studie (81,3 %) *Willems* [201] und einer amerikanischen Studie (80,1 % bzw. 76,7 %) *Cassinelli* [35] gemessen. Der durchschnittliche PAR-Anfangswert war in diesen Studien vergleichbar mit dem der hier untersuchten Patienten.

Trotz hohem initialem PAR-Wert in einer kanadischen Publikation (28,0) konnte der PAR-Wert in dieser Studie nur um 65,7 % verbessert werden, was deutlich unter dem hier gemessenen Wert liegt [34]. Auch in Schottland wurden von *Teh et al.* bei gleich hohen PAR-Anfangswerten deutlich niedrigere Werte für die durchschnittliche prozentuale Verbesserung ermittelt (59,2 %) [185]. Die Autoren begründen das schlechte Abschneiden mit den relativ niedrigen PAR-Anfangswerten, wo der Behandler im Gegensatz zu hohen PAR-Anfangswerten eine geringere Chance hat, eine sehr hohe prozentuale Verbesserung des PAR-Wertes zu erreichen [34, 90, 158]. Sie behaupten, dass dies in privaten Praxen allgemein der Fall sei, da hier meistens „milde Zahn- beziehungsweise Kieferfehlstellungen“ mit einem relativ niedrigen PAR-Anfangswert behandelt werden [185]. Diese Erklärung wird jedoch durch die Ergebnisse vieler Studien aus privaten Praxen widerlegt [50, 125, 153].

Eine Übersicht über die PAR-Werte zum Anfang und Abschluss kieferorthopädischer Behandlungen verschiedener Studien gibt Tabelle 20.

Tabelle 20: PAR-Werte verschiedener Untersuchungen im Vergleich. Labial MB = Behandlung mit labialer Multibracketapparatur, Lingual MB = Behandlung mit lingualer Multibracketapparatur, k. A. = keine Angaben.

Studie	Apparatur	Alter in Jahren	PAR-Anfang	PAR-Ende	Prozentuale Verbesserung
Eigene	Lingual MB	27,8	22,0	3,0	88,5
Schmidt-Rogge	Labial MB	k. A.	22,1	5,2	73,6
leichte Dysgnathien					
Cassinelli	k. A.	14,9	19,6	3,9	80,1
		14,2	27,5	6,4	76,7
schwere Dysgnathien					
Willems	Labial MB	k. A.	26,4	4,4	81,3
Einheimische					
Cadman	Labial MB	11-18	28,0	9,6	65,7
		11-18	23,0	8,0	65,2
Immigranten					
Teh et al.	Labial MB	k. A.	22,7	7,8	59,2

Nach der Definition von *Richmond* [155] können nur 26 der hier untersuchten Patienten (52 %) mit einem PAR-Anfangswert von ≥ 22 Punkten in die „greatly improved“-Kategorie gelangen. Von diesen 26 Patienten erreichten 21 (81 %) die „greatly improved“-Kategorie. Alle anderen Patienten gehörten zu der „improved“-Kategorie. Kein einziger Patient musste in die Kategorie „worse - no different“ eingeordnet werden. Eine Übersicht über die Verteilung auf die Verbesserungskategorien verschiedener Untersuchungen gibt Tabelle 21.

33 % der Patienten in der Untersuchung von *Schmidt-Rogge* waren „greatly improved“, 4 % „worse – no different“ [161]. Ein direkter Vergleich mit den Ergebnissen der

vorliegenden Arbeit ist nicht möglich, da *Schmidt-Rogge* nicht nur die Qualität festsitzender Apparaturen untersucht hat.

Bei *Willems et al.* gehörten mehr Patienten (48,4 %) zu der „greatly improved“-Kategorie als in der vorliegenden Studie, 1,8 % waren „worse – no different“ [201]. In der schottischen Studie von *Teh et al.* wurden nur 28 % der Patienten „greatly improved“, 15 % der Patienten wurden in die Kategorie „worse – no different“ eingeordnet [185].

Die Kriterien eines hohen Behandlungsstandards nach *Richmond* sind [153, 155]:

- die mittlere prozentuale Verbesserung aller behandelten Patienten sollte höher als 70 % sein,
- die Anzahl der Patienten in der „worse - no different“-Kategorie sollte gering sein (unter 5 %) und
- der Anteil in der „greatly improved“-Kategorie soll wiederum hoch sein (über 40 %).

Die in dieser Studie evaluierten Patientenbehandlungen erfüllen diese Forderungen.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass die durch den PAR-Index ermittelte Behandlungsqualität bei den mittels Lingualtechnik therapierten Patienten in der untersuchten kieferorthopädischen Abteilung im Vergleich zu anderen Untersuchungen als sehr gut einzustufen ist. Sie befindet sich auf ähnlichem Niveau und ist sogar besser als die international publizierten Behandlungsergebnisse diverser anderer Autoren [27, 161, 185, 201].

Tabelle 21: Verteilungen der Patienten verschiedener Untersuchungen auf die Verbesserungskategorien im Vergleich.

Studie	Anzahl der Patienten	„greatly improved“	„improved“	„worse - no different“
Eigene	50	42,0 %	58,0 %	0,0 %
Schmidt-Rogge	100	33,0 %	63,0 %	4,0%
Willems	279	48,4 %	49,8 %	1,8 %
Teh et al.	128	28,0 %	57,0 %	15,0 %
Birkeland	224	52,2 %	44,6 %	3,1 %

6.3.2.2.3 Behandlungsverfahren

In früheren Studien ergab sich eine Abhängigkeit der Behandlungsergebnisse von der Art der angewendeten Apparaturen (herausnehmbar oder festsitzend) [30, 139, 156, 161, 188] und, falls festsitzend, von der spezifischen Art der Behandlungstechnik [30]. In der vorliegenden Studie wurde mittels Lingualtechnik laut PAR-Index eine sehr gute okklusale Behandlungsqualität erzielt. Die schon vorstehend postulierte Gleichwertigkeit der BAS- und *Hiro*-Technik wird auch aus den quasi identischen PAR-Endwerten beider Techniken mit 3,0 Punkten bzw. 2,0 Punkten deutlich.

6.3.2.2.4 Nichtanlagen, früherer Zahnverlust beziehungsweise Extraktionen

Extraktionen und/oder Nichtanlagen mit kieferorthopädischem Lückenschluss im vorliegenden Untersuchungsgut hatten keinen signifikanten Einfluss auf die PAR-Werte. Zwar war der PAR-Anfangswert in der Gruppe mit Extraktionen und/oder Nichtanlagen leicht erhöht (24,0 gegenüber 19,0), das Behandlungsergebnis war jedoch mit 3,0 bzw. 2,0 als mittlerer PAR-Endwert bei beiden Gruppen annähernd gleich (Tab. 22). Auch die prozentuale Verbesserung des PAR-Wertes beider Gruppen war etwa identisch (88,1 % bzw. 88,8 %) (Tab. 22). *Birkeland* et al. [27] und *Holmann* et al. [99] fanden signifikante Unterschiede zwischen den PAR-Anfangswerten einer Extraktions- und einer Nicht-Extraktions-Gruppe; die PAR-Endwerte zeigten dagegen keine signifikanten Unterschiede. Die Studie von *Cadman* et al. [34] an kanadischen Einheimischen und Immigranten fanden dagegen wie die vorliegende Studie weder zwischen den PAR-Anfangswerten noch zwischen den PAR-Endwerten der Extraktions- und der Nicht-Extraktions-Patienten signifikante Unterschiede.

Die kieferorthopädische Behandlung mit Multibracketapparaturen führt bei Extraktionspatienten und Nicht-Extraktionspatienten zu gleich guten Behandlungsergebnissen [27, 51, 190]. Dies konnte in der vorliegenden Studie auch für die Lingualtechnik nachgewiesen werden.

Tabelle 22: Vergleich der PAR-Werte der Extraktions- und Nicht-Extraktions-Gruppe unterschiedlicher Studien.

Studie	Extraktion			Nicht-Extraktion		
	PAR-Anfang	PAR-Ende	Prozentuale Verbesserung	PAR-Anfang	PAR-Ende	Prozentuale Verbesserung
Eigene	24,0	3,0	88,1	19,0	2,0	88,8
Schmidt-Rogge	22,9	5,2	74,2	25,5	5,2	78,0
Holmann et al.	30,0	6,2	79,4	25,2	5,6	77,6
Birkeland	29,6	6,2	76,8	26,8	5,6	76,5

6.3.2.2.5 *Angle*-Klassen

Zwischen den verschiedenen *Angle*-Klassen bestand ein signifikanter Unterschied in der Stärke der initialen Abweichung. Der mittlere PAR-Anfangswert war am höchsten für die *Angle*-Klasse II/1 (29,0), gefolgt von den *Angle*-Klassen II/2 und III (jeweils 22,0) und der *Angle*-Klasse II/ohne Abteilung (18,0). Am niedrigsten war der mittlere PAR-Anfangswert erwartungsgemäß bei den Patienten der *Angle*-Klasse I (14,0). Dies erklärt sich durch den hohen Gewichtungsfaktor (6-fach) für sagittale Schneidezahnabweichungen (Overjet), die vor allem in den *Angle*-Klassen II/1 und III vorliegen. Als Folge der geringen Patientenzahl in der Gruppe mit *Angle*-Klasse III (5 Patienten) mit stark variierenden PAR-Anfangswerten (10 bis 39) haben die Werte von zwei Patienten (28 und 39) den mittleren PAR-Anfangswert für die gesamte Gruppe stark beeinflusst (22,0). Diese zwei Patienten wurden wegen der ausgeprägten Dysgnathie kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgisch behandelt. Der relativ hohe mittlere PAR-Wert der Patienten mit *Angle*-Klasse II/2 ist ebenfalls durch die hoch gewichtete inzisale Stufe, die durch den Labialstand der seitlichen Schneidezähne bestehen kann, aber auch durch den bei diesen Patienten häufig vorliegenden Tiefbiss (2-fach gewichtet) zu begründen.

Die kieferorthopädische Behandlung mittels Lingualtechnik führte bei allen *Angle*-Klassen nach *Richmond's* Definition [154] zu einer idealen Verzahnung, wie es die mittleren PAR-Endwerte von 1,0 bis 4,0 belegen. Genau so wie beim PAR-Anfangswert war bei der *Angle*-Klasse II/1 die sagittale Stufe mit ihrer hohen Gewichtung der Grund für den abschließend niedrigen mittleren PAR-Endwert. Bei drei Patienten der *Angle*-

Klasse II/1 mit einer kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Behandlung, bei denen die sagittale Stufe durch Umstellungsosteotomie korrigiert werden konnte, betrug der mittlere PAR-Endwert 2,0 Punkte. Die statistische Analyse ergab jedoch keine Signifikanten Unterschiede zwischen den mittleren PAR-Endwerten der verschiedenen *Angle*-Klassen.

Die relativ schlechten Werte der prozentualen Verbesserung bei den Patienten der *Angle*-Klasse II/1 (84,3 %) sind wieder durch die trotz erfolgreicher Behandlung, nämlich die optimale Verzahnung der Seitenzähne in sagittaler, vertikaler und transversaler Richtung sowie die optimale Einstellung der einzelnen Zähne in den Zahnbogen, verbliebenen leichten sagittalen Schneidezahnstufen zu erklären. Die Patienten der *Angle*-Klasse III haben bei diesem Wert gut abgeschnitten, da zwei Patienten mit den hohen initialen PAR-Werten kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgisch behandelt.

Auch andere Autoren haben einen Einfluss der verschiedenen *Angle*-Klassen auf die PAR-Werte vor und nach kieferorthopädischer Behandlung untersucht. Anders als in der vorliegenden Studie fanden *Willems* et al. die höchsten mittleren PAR-Anfangswerte bei der *Angle*-Klasse III (29,6) gefolgt von der *Angle*-Klasse II (25,4) und der *Angle*-Klasse I (24,6) [201]. Auch *Birkeland* et al. [27] ermittelten bei 224 Patienten eine ähnliche Tendenz im Verhalten des initialen PAR-Wertes bei den verschiedenen *Angle*-Klassen. Übereinstimmend mit der vorliegenden Studie hatten die Patienten der *Angle*-Klasse II/1 einen höheren mittleren PAR-Anfangswert als die der *Angle*-Klasse II/2.

Bei *Willems* et al. [201] lagen die niedrigsten mittleren PAR-Endwerte bei der *Angle*-Klasse III (4,9), gefolgt von der *Angle*-Klasse I (5,1) und der *Angle*-Klasse II (6,3). Die gleiche Reihenfolge hatte auch die mittlere prozentuale Verbesserung der PAR-Werte der verschiedenen *Angle*-Klassen (72,3 %, 75,1 % und 81,3%). Sie erklärten das zufällig gute Abschneiden der *Angle*-Klasse III durch die geringe Anzahl der Patienten in dieser Gruppe. Die besten Behandlungserfolge fanden *Birkeland* et al. bei der *Angle*-Klasse II (5,9), gefolgt von der *Angle*-Klasse I (6,0) und der *Angle*-Klasse III (6,8) [27]. Trennt man in der Studie von *Birkeland* und Mitarbeitern die *Angle*-Klasse II in die Abteilungen II/1 und II/2, so führte deren kieferorthopädische Behandlung mit labial geklebten Brackets ähnlich der vorliegenden Arbeit bei der *Angle*-Klasse II/2 (4,4) zu besseren Behandlungsergebnissen als bei der *Angle*-Klasse II/1 (6,2). Anders als in der vorliegenden Studie lag die höchste mittlere prozentuale Verbesserung der PAR-Werte bei der *Angle*-Klasse II/2 (80,4 %), gefolgt von der *Angle*-Klasse III/1 (78,4 %). *Birkeland*

et al. erklären die besseren Ergebnisse der kieferorthopädischen Behandlung bei der *Angle*-Klasse II/2 durch die hohen initialen PAR-Werte, und so die größere Möglichkeit, den PAR-Wert durch eine kieferorthopädische Behandlung deutlicher zu verringern [27].

6.3.3 Behandlungsdauer

6.3.3.1 Gesamtgruppe

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

Mehrere Faktoren beeinflussen die Dauer einer kieferorthopädischen Behandlung: der Entwicklungsstand der Zähne, der Grad der Fehlstellung, die Geräteauswahl, die Mitarbeit des Patienten aber auch die Fachkenntnisse des Behandlers [24, 34, 193].

Bei der Angabe der Behandlungsdauer sind folgende Aspekte zu berücksichtigen [24]:

- Anzahl der Behandlungssitzungen,
- durchschnittliche Behandlungszeit am Stuhl pro Sitzung,
- die Gesamtbehandlungsdauer in Monaten,
- Mitarbeit des Patienten (Einhalten der Termine und das Tragen der Apparaturen).

In der vorliegenden Studie wurde ähnlich wie in anderen Studien nur die Gesamtbehandlungsdauer in Monaten untersucht [34, 35, 161, 185, 201].

Verglichen mit anderen international publizierten Studien liegt die durchschnittliche Behandlungsdauer mit 24,6 Monaten im mittleren Bereich (Tabelle 23). *Schmidt-Rogge* gab für Patienten, die mit labialen Multibracketapparaturen behandelt wurden, eine durchschnittliche Behandlungsdauer von 33,3 Monaten an [161]. *Cassinelli* et al. ermittelten in ihrer Arbeit bei Patienten, deren Behandlung als leicht eingestuft wurde, eine durchschnittliche Behandlungsdauer von 24,8 Monaten, bei schwierigen Behandlungen von 33,8 Monaten [35]. *Cadman* et al. fanden eine Behandlungsdauer von ca. 22,0 Monaten [34] und bei *Willems* und Mitarbeitern dauerte die Behandlung im Durchschnitt 28,9 Monate [201]. Die relativ kurze Behandlungszeit in einer schottischen Studie (15,3 Monate) begründete *Teh* mit einer effektiven Arbeitsweise und eventuell mit einem frühzeitigen Abschluss der Behandlung, ohne ein optimales Behandlungsergebnis erreicht zu haben [185].

Tabelle 23: Das mittlere Alter und die durchschnittliche Behandlungsdauer unterschiedlicher Studien im Vergleich mit der vorliegenden Studie. k. A. = keine Angaben, Labial MB = Behandlung mit labialen Multibracketapparaturen, Lingual MB = Behandlung mit lingualen Multibracketapparaturen.

Studie	Apparatur	mittleres Alter in Jahren	mittlere Dauer in Monaten
Eigene	Lingual MB	27,8	24,6
Schmidt-Rogge	Labial MB	k. A.	30,3
Cassinelli et al.	k. A.	leichte Behandlungen	
		14,9	24,8
		14,2	33,8
		schwierige Behandlungen	
Willems et al.	Labial MB	k. A.	28,9
Cadman et al.	Labial MB	11-18	22
Teh et al.	Labial MB	k. A.	15,3
Birkeland et al.	Labial MB	28,6	24,2

6.3.3.2 Einfluss verschiedener Faktoren auf die Behandlungsdauer

6.3.3.2.1 PAR-Anfangswert

Zwischen Behandlungsdauer und PAR-Anfangswert besteht in der vorliegenden Studie eine mittlere positive Korrelation im Einklang mit den Ergebnissen anderer international publizierten Studien [27, 44, 57, 138, 161, 184].

6.3.3.2.2 PAR-Endwert

Anders als in der vorliegenden Studie fand *Dyken* keine signifikante Korrelation zwischen Behandlungsdauer und PAR-Endwert [44]. *Fink* und *Smith* erklärten die längere Behandlungsdauer bei kleineren PAR-Endwerten durch die zusätzliche Behandlungszeit für die feinen Korrekturen am Ende der Behandlung [57, 177].

6.3.3.2.3 Behandlungstechniken

Die geringfügig längere (nicht signifikante) Behandlungsdauer bei Patienten, die nach der BAS-Methode behandelt wurden, kann durch das erschwerte Finishing bei dieser Methode erklärt werden. Die immer wieder nötigen Korrekturbiegungen, besonders nach einem Bracketverlust sowie Kompensationen von Biegefehlern infolge zu geringer Interbracketdistanz, führen automatisch zu einer Verlängerung der Behandlungsdauer. Denkbar ist ferner, dass die Behandlungsdauer mit der modifizierten *Hiro*-Technik kürzer war, weil der Behandler zum Zeitpunkt ihrer Einführung bereits eine längere Erfahrung in der Lingualtechnik hatte.

6.3.3.2.4 Nichtanlagen, früher Zahnverlust beziehungsweise Extraktionen

Die kieferorthopädische Behandlung dauerte in der vorliegenden Untersuchung bei Patienten mit Extraktionen durchschnittlich 9,2 Monate länger als bei Patienten ohne Extraktionen. Der Unterschied war hoch signifikant. Diese Ergebnisse unterstützen die Feststellungen anderer Autoren [10, 57, 99]. In der Studie von *Beckwith* et al. [18] sowie *Schmidt-Rogge* [161] war der Unterschied in der Behandlungsdauer zwischen den Patienten mit oder ohne Extraktion statistisch nicht signifikant. Auch *Vig* et al [192] fanden in einer Nachuntersuchung von Patienten 6 unterschiedlicher Praxen keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Betrachtet man aber die Werte einzelner Praxen in deren Studie, findet man paradoxerweise doch einen statistisch hoch signifikanten Unterschied in der Behandlungsdauer beider Gruppen. Diese paradoxen Werte werden durch die Werte einer Praxis erklärt, wo Patienten mit Extraktionen im Durchschnitt eine sehr kurze Behandlungsdauer hatten [192]. Tabelle 24 fasst einige Literaturangaben zusammen.

Tabelle 24: Die durchschnittliche Behandlungsdauer der Gruppen „mit“ und „ohne“ Extraktion unterschiedlicher Studien im Vergleich mit der vorliegenden Studie.

Studie	Behandlungsdauer in Monaten		Differenz
	Extraktion	Nicht-Extraktion	
Eigene	28,8	19,2	9,6 ¹
Schmidt-Rogge	32,2	28,5	3,7 ²
Holman et al.	29,7	26,0	3,7 ¹
Fink et. al	25,0 – 26,2	22,0	3,0 -4,2 ¹

¹ statistisch signifikant, ² statistisch nicht signifikant

6.3.3.2.5 *Angle*-Klassen

Die Behandlungsdauer im Zusammenhang mit der *Angle*-Klassifikation hat in der Literatur wenig Beachtung gefunden. Nach *Robb* et al. sind Unterschiede in der Länge der Behandlungsdauer bis zu 46 % durch die Korrektur der sagittalen Seitenzahnverzahnung und des Overjets zu erklären [158].

Am längsten hat bei den hier untersuchten Patienten die Therapie der *Angle*-Klasse II/2 gedauert (29,1 Monate), am kürzesten die der Fehlstellungen mit *Angle*-Klasse I (19,6 Monate) (Tabelle 25). Die Differenz in der Behandlungsdauer ist durch die zusätzlich notwendige Korrektur der distalen Verzahnung bedingt. Dieser Unterschied war aber nicht signifikant. *Schmidt-Rogge* gibt für die Therapie der *Angle*-Klasse I eine Behandlungsdauer von 22,9 Monaten an, während die Therapie der *Angle*-Klasse II/2-Dysgnathie mit 35,6 Monaten am längsten dauert [161] (Tabelle 25). Das Ergebnis von *Schmidt-Rogge* ist wahrscheinlich dadurch zu erklären, dass die Patienten durchschnittlich jünger waren, und die Korrektur der sagittalen Kieferrelation hauptsächlich funktionskieferorthopädisch erfolgte. Diese Korrektur beansprucht mehr Zeit als dentoalveoläre Kompensationen und auch länger als Umstellungsosteotomien, die bei Erwachsenen zur Korrektur sagittaler Fehlstellungen durchgeführt werden [193]. Auch die dentale Entwicklung der Patienten, d. h. das dentale Alter, spielt eine große Rolle bei der Länge einer kieferorthopädischen Behandlung [50, 59, 80, 185, 193, 103]. Die Behandlung der *Angle*-Klasse III dauerte mittels Lingualtechnik genau so lange wie in der Studie von *Schmidt-Rogge* mit labialen Multibracketapparaturen (25,2 bzw. 25,5 Monate). Dieses Ergebnis widerspricht der klinischen Erfahrung mit der Behandlung

von *Angle*-Klasse-III-Patienten aber auch vielen Literaturangaben [50, 184, 191]. Das ist auch dadurch zu erklären, dass die Klasse-III-Patienten sowohl in der vorliegenden Arbeit als auch in der Studie von *Schmidt-Rogge* erwachsen waren (durchschnittliches Alter 27,0 bzw. 22,2 Jahre), sodass die Behandlung entweder kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgisch oder durch eine dentoalveoläre Kompensation durchgeführt wurde. Eine Zeit raubende funktionskieferorthopädische Korrektur der sagittalen Kieferrelation war nicht nötig.

Tabelle 25: Die durchschnittliche Behandlungsdauer der verschiedenen *Angle*-Klassen im Vergleich mit anderen Studien. k. A = keine Angaben.

Studie	Behandlungsdauer in Monaten				
	Klasse I	Klasse II/I	Klasse II/2	Klasse II/ ohne Abt.	Klasse III
Eigene	19,6	26,4	29,1	21,4	25,2
Schmidt-Rogge	22,9	31,0	35,6	k. A.	25,5
Fellner	42	k. A.	k. A.	k. A.	53

6.3.4 Verhältnis Behandlungsqualität/Behandlungsdauer

Das Verhältnis Behandlungsqualität/Behandlungsdauer bzw. die zeitliche Effektivität einer Behandlung fanden in der Kieferorthopädie bislang wenig Beachtung [59, 143, 193]. Eine Behandlung ist als zeitlich effektiv zu betrachten, wenn exzellente Behandlungsergebnisse in relativ kurzer Zeit erzielt werden [193].

Im Vergleich mit anderen Studien hatten die hier untersuchten Patienten im Durchschnitt ähnliche PAR-Anfangswerte, wurden im Durchschnitt gleich lange behandelt, erreichten aber einen besseren mittleren PAR-Endwert. Das spricht für eine zeitlich effektivere Behandlung. Das ist vielleicht weniger durch die Lingualtechnik zu erklären, sondern mehr durch die initiale Auswahl der motivierten Patienten.

Die Behandlungseffektivität bezogen auf die Behandlungsdauer war bei Patienten ohne Extraktionen bleibender Zähne höher als bei Patienten mit Extraktionen. Das ist durch

die anspruchsvollere Behandlung beim kieferorthopädischen Lückenschluss nach Extraktionen zu erklären.

Bei der Untersuchung der Behandlungseffektivität der verschiedenen *Angle*-Klassen zeigte sich die Klasse II als am wenigsten effektiv zu behandeln. Die Behandlung der distalen Verzahnung erfolgte bei allen Patienten ohne den Einsatz eines Headgears, dessen Einsatz die Behandlungsdauer verkürzen könnte. Hier wurde die angestrebte Behandlungsqualität nur auf Kosten einer verlängerten Therapiedauer erreicht. Die scheinbar bessere Effektivität der Behandlung der Klasse III ist durch die altersbedingte kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Korrektur der sagittalen Kieferrelation bei 40 % der Patienten zu erklären. Dagegen wurden nur 12,5 % der Klasse-II-Patienten kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgisch behandelt.

Zur Effektivität einer kieferorthopädischen Behandlung gehört auch die Wirtschaftlichkeit dieser Behandlung. Hierbei sind nicht nur die direkten Kosten, nämlich Honorar und Materialkosten, sondern auch die indirekten Kosten, wie Fahrkosten, verlorene Arbeitszeit sowie „Schmerzenskosten“ zu berücksichtigen [152]. Der Patient investiert außer Geld viel Zeit und hält viele Benachteiligungen aus, um ein für ihn zufrieden stellendes Behandlungsergebnis zu erreichen.

Eine pauschale Berechnung der Behandlungskosten unabhängig vom Schweregrad der Dysgnathie, ist keine sachgerechte Berechnung [152]. Eine 90-prozentige PAR-Wert-Verbesserung bei einem PAR-Anfangswert von 50 Punkten entspricht einer Verbesserung um 45 PAR-Punkte. Bei einem PAR-Anfangswert von 10 Punkten bedeutet dies die Verbesserung um nur 9 Punkte. Wären die Behandlungskosten gleich, z. B. 900 €, dann fielen 10 € auf jedes *Prozent* der PAR-Wert-Verbesserung bei beiden Patienten. Auf jeden reduzierten *PAR-Punkt* fallen aber beim ersten Patienten 20 €, beim zweiten Patienten 100 €, was auch unangemessen wäre. Auch die Länge der Behandlung beeinflusst die Wirtschaftlichkeit einer kieferorthopädischen Behandlung, da automatisch die indirekten Behandlungskosten bei längerer Behandlungsdauer erhöht werden [152]. Es muss ein besseres Modell zur Berechnung der Behandlungskosten einer kieferorthopädischen Behandlung unter Berücksichtigung aller direkten und indirekten Kosten erstellt werden [152].