

4 PATIENTEN UND METHODE

4.1 Patienten

Untersucht wurden retrospektiv 50 konsekutiv mittels Lingualtechnik abgeschlossene Behandlungen, von denen vorlagen:

- die Behandlungsakte,
- die Anfangsmodelle und
- die Abschlussmodelle.

Zur Bracketpositionierung wurde entweder die Berliner Methode in Kombination mit dem Bending Art System oder die modifizierte *Hiro*-Technik verwendet.

Die kieferorthopädischen Behandlungen erfolgten im Institut für Kieferorthopädie, Orthodontie und Kinderzahnheilkunde des CharitéCentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Charité – Universitätsmedizin Berlin und wurden von P.-G. Jost-Brinkmann und einigen Weiterbildungsassistenten durchgeführt.

Folgende Informationen über die Patienten wurden der jeweiligen Behandlungsakte entnommen:

- das Alter bei Behandlungsbeginn,
- das Geschlecht,
- nicht angelegte Zähne,
- extrahierte bzw. nicht extrahierte Zähne,
- die *Angle*-Klassifikation,
- die Behandlungstechnik,
- der Behandlungsablauf: rein kieferorthopädische oder kombiniert-kieferorthopädisch-kieferchirurgische Behandlung,
- die Behandlungsdauer:
 - Behandlungsbeginn = Kleben des ersten Brackets,
 - Behandlungsende = Entfernen des letzten Brackets

4.2 Methode

4.2.1 Bewertung mittels PAR-Index

Der PAR-Anfangswert wurde anhand des letzten Modells vor dem Kleben des ersten Brackets durchgeführt. Zwischen Modellherstellung und dem Kleben der lingualen Brackets durfte nicht aktiv behandelt worden sein. Das Abschlussmodell, welches der

Bestimmung des PAR-Endwertes diente, wurde in der Regel am Tag der Bracketentfernung erstellt.

Um die Reliabilität und Validität der Messungen des PAR-Indexes durch einen Untersucher zu gewährleisten, ist eine Anleitung und anschließende Kalibrierung in der Anwendung des Indexes erforderlich [30]. Der Autor wurde im Januar 2003 in der Anwendung des PAR-Indexes von Prof. Harzer unterwiesen und erfolgreich kalibriert.

Das Konzept des PAR-Indexes ist es, verschiedenen dentalen und okklusalen Abweichungen von der „Norm“ Punktwerte zuzuordnen, die durch Multiplikation unterschiedlich gewichtet (Tab. 2, Seite 31) und abschließend summiert werden [35, 58, 90, 154]. Als Endergebnis ergibt sich so eine Zahl, die den Schweregrad der Fehlstellung beschreibt. Je höher diese Punktzahl ist, desto stärker ist die Ausprägung der Fehlstellung [154]. Als Höchstwert ist eine Summe von 120 möglich, praktisch werden jedoch selten Werte über 50 erreicht [2, 156]. Allerdings ist auch der optimale PAR-Wert null nicht mit einer perfekten Zahnstellung und Okklusion gleichzusetzen, da jede Komponente des Indexes geringe Unregelmäßigkeiten erlaubt [161] (Abb. 4.2-1).

Mit dem PAR-Index kann der Erfolg einer kieferorthopädischen Behandlung auf verschiedene Arten dargestellt werden [154, 155]:

1. Als absoluter PAR-Endwert: Nach Richmond et al. steht ein Endwert ≤ 5 für eine nahezu ideale, ein Wert ≤ 10 für eine akzeptable Okklusion.
2. Als Differenz zwischen PAR-Anfangs- und PAR-Endwert.
3. Als prozentuale Verbesserung in Relation zum PAR-Anfangswert:

$$\text{prozentuale Verbesserung} = (\text{PAR-Anfangswert} - \text{PAR-Endwert}) \times 100 / \text{PAR-Anfangswert}$$

Die prozentuale Verbesserung beschreibt die Effektivität der kieferorthopädischen Behandlung in dentookklusaler Hinsicht [127].

4. Als Darstellung von PAR-Anfangs- und PAR-Endwert in einem Nomogramm.

Das Nomogramm wurde aus einer Validitätsuntersuchung entwickelt. Hierbei ordnete ein Gremium den Grad der Verbesserung in drei Kategorien ein: „worse - no different“, „improved“ und „greatly improved“. Anschließend wurde durch Diskriminanz-Analyse der Zusammenhang zum PAR-Index errechnet [93]. Demnach ist ein Behandlungsergebnis als „greatly improved“ einzustufen, wenn die prozentuale PAR-Verbesserung mindestens 30 % und mindestens 22 PAR-Punkte beträgt. Ist die Verbesserung in PAR-Punkten weniger als 22 Punkte, dann fallen die Patienten in die „improved“-Kategorie“ Dies trifft auch dann zu, wenn die prozentuale Verbesserung

mehr als 30 % beträgt. Schlechtere Ergebnisse, d. h. im Verhältnis zum PAR-Anfangswert um weniger als 30 % verbessert, werden als „worse – no different“ bezeichnet [27, 151, 155].

Richmond et al. geben folgende Kriterien als Kennzeichen eines hohen Behandlungsstandards an [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 %)
- der Anteil in der „greatly improved“-Kategorie soll wiederum hoch sein (über 40 %).

4.2.2 Bestimmung des PAR-Wertes

Gemessen werden nur Abweichungen bleibender schon durchgebrochener Zähne; Milchzähne und Zähne im Durchbruch bleiben unberücksichtigt.

Bei der Vermessung der Modelle benutzt man ein transparentes Lineal, den so genannten „ruler“ (Abb. 4.2-1). Auf diesem Lineal sind sämtliche durchzuführenden Messungen vermerkt. Die oberen drei Abschnitte des PAR-Lineals betreffen die Vermessung der Seitenzahnokklusion, nämlich die sagittale, die transversale und zuletzt die vertikale Beziehung der Seitenzähne beider Kiefer zueinander. Darunter folgen die Abschnitte zur Bestimmung der Mittellinienabweichung zwischen Ober- und Unterkiefer, der vertikalen Beziehung der Frontzähne (Überbiss = Overbite), der Kontaktpunktabweichungen des anterioren Segments (inklusive Impaktionen) und zum Schluss der sagittalen Schneidezahnrelation (sagittale Stufe = Overjet).

ANT-POST	
0	None
1	< 1/2 unit dis
2	= 1/2 unit dis
TRANSVERSE	
0	None
1	Xbite tend >= 1t
2	1 tooth in xbite
3	> 1 tooth in xb
4	> 1 tooth in sb
VERTICAL	
0	None
1	openb 2t > 2mm
CENTRELINE	
0	<= 1/4
1	1/4 - 1/2
2	> 1/2
OVERBITE	
0	0 - 1/3 open b
1	1/3 - 2/3 -
2	> 2/3 -
3	>= FTC -
4	→
CONTACT Pt	
0	-
1	-
2	-
3	-
4	→
5	Impacted tooth
THE PAR INDEX <i>Manchester</i>	
OVERJET	
4	> 2t xb
3	2 t xb
2	1 t xb
1	e to e
0	

Abbildung 4.2-1: Zur Bestimmung des PAR-Indexes wird ein spezieller „ruler“ (PAR-Linear) verwendet. Die Millimetermaße in der Abbildung entsprechen nicht den Maßen des Originalrulers (Vergrößerung circa: 3:2).

Um den PAR-Wert zu bestimmen, werden die Gipsmodelle in 5 Schritten vermessen.

4.2.2.1 Oberes und unteres anteriores Segment (Kontaktpunktverlagerung)

Die Kontaktpunktverlagerungen werden als kürzeste Distanz zwischen den anatomisch approximalen Kontaktpunkten benachbarter Zähne parallel zur Okklusionsebene

gemessen. Je größer die Kontaktpunktverlagerungen desto größer die Punktzahl (Abb. 4.2-2, Tab. 3).

Die anterioren Segmente von Ober- und Unterkiefer gehen in die Bewertung einfach gewichtet ein. Um die Kontaktpunkterlagerungen in der Frontzahnregion mit Hilfe des „rulers“ zu messen, werden alle Abweichungen vom mesialen Kontaktpunkt des bleibenden Eckzahns 13 bzw. 33 bis zu dem des Zahnes 23 bzw. 43 gemessen und anschließend summiert. Dabei werden Engstände, Lücken und impaktierte Zähne beurteilt. Fehlende Zähne werden nicht als Lücken beurteilt. Falls aber die Lücke für den fehlenden Zahn (Abstand zwischen den beiden angrenzenden Zähnen des fehlenden Zahnes) $\leq 4\text{mm}$ beträgt, wird dieser Zahn als impaktiert betrachtet. Dieser Zahn erhält dann 5 Punkte wegen der Impaktion.

Tabelle 3: Punktwerte bei den unterschiedlichen Kontaktpunktverlagerungen im anterioren Segment

Kontaktpunktverlagerung in mm	Punktzahl
0-1,0	0
1,1-2,0	1
2,1-4,0	2
4,1-8,0	3
> 8,0	4
Impaktion (Restlücke $\leq 4\text{ mm}$)	5

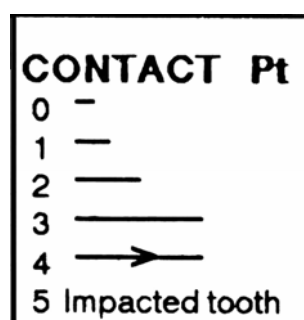


Abbildung 4.2-2: Rulerabschnitt zur Bestimmung der PAR-Punkte bei der Kontaktpunktverlagerung im Frontzahngebiet. Die Pfeilspitze in der Abbildung bedeutet „größer als“. Die Millimetermaße in der Abbildung entsprechen nicht den Maßen des Originalrulers (Vergrößerung: 2:1).

4.2.2.2 Okklusion im Seitenzahnggebiet

Die Okklusion wird in allen drei Raumrichtungen (sagittal, vertikal und transversal) beurteilt. Bewertet werden alle Zähne vom Eckzahn bis zum letzten Molaren. Durchbrechende Zähne, Weisheitszähne und Milchzähne werden nicht berücksichtigt. Für jede Seite werden drei Werte ermittelt (sagittal, vertikal und transversal) und addiert. Bei der sagittalen oder der vertikalen Beurteilung erhält jede Seite jeweils maximal zwei Punkte, bei der transversalen Beurteilung kann jede Seite bis zu vier Punkte erhalten (Abb. 4.2-3, Tab. 4).

Tabelle 4: Punktwerte bei der Auswertung der Seitenzahnokklusion mit dem PAR-Index.
PZ = Punktzahl.

sagittal	PZ	transversal	PZ	vertikal	PZ
neutrale Verzahnung oder genau eine Prämolarenbreite Distal- bzw. Mesialbiss	0	kein Kreuzbiss	0	kein offener Biss	0
weniger bzw. mehr als eine halbe Prämolarenbreite Distal- bzw. Mesialbiss	1	Kreuzbisstendenz	1	mehr als 2 mm offener Biss an mindestens 2 bleibenden Zähnen	1
genau eine halbe Prämolarenbreite Distal- bzw. Mesialbiss (Höcker- Höcker-Verzahnung	2	ein Zahnpaar im Kreuzbiss	2		
		mehr als ein Zahnpaar im Kreuzbiss	3		
		mehr als ein Zahnpaar im bukkalen oder lingualen Scherenbiss	4		

<p>ANT-POST</p> <p>0 None</p> <p>1 < 1/2 unit dis</p> <p>2 = 1/2 unit dis</p>
<p>TRANSVERSE</p> <p>0 None</p> <p>1 Xbite tend $\geq 1t$</p> <p>2 1 tooth in xbite</p> <p>3 > 1 tooth in xb</p> <p>4 > 1 tooth in sb</p>
<p>VERTICAL</p> <p>0 None</p> <p>1 openb 2t > 2mm</p>

Abbildung 4.2-3: Rulerabschnitt zur Bestimmung der PAR-Punkte bei Verzahnungsanomalien im Seitenzahnggebiet.

4.2.2.3 Sagittaler Überbiss (Overjet)

Bei der Beurteilung der sagittalen Frontzahnbeziehung werden alle Schneidezähne in die Bewertung einbezogen. Das am stärksten abweichende Schneidezahnpaar wird gewertet (Tab. 5). Bei der Messung wird der untere Teil des „rulers“ benutzt. Hierbei wird das Lineal parallel zur Okklusionsebene und radial zum Zahnbogen gehalten (Abb. 4.2-4). Falls gleichzeitig ein frontaler Kreuzbiss an einem Zahnpaar und eine vergrößerte sagittale Stufe an anderen Zähnen bestehen, werden beide Abweichungen bewertet und addiert.

Tabelle 5: Punktwerte bei der Auswertung der sagittalen Schneidezahnbeziehung (Overjet), PZ = Punktzahl.

Sagittale Schneidezahnbeziehung			
Normaler Überbiss	PZ	Umgekehrter Frontzahnüberbiss	PZ
0 bis 3 mm	0		0
> 3 bis 5 mm	1	Ein oder mehrere Zähne im Kopfbiss	1
> 5 bis 7 mm	2	Ein Zahn im Kreuzbiss	2
> 7 bis 9 mm	3	Zwei Zähne im Kreuzbiss	3
> 9 mm	4	> zwei Zähne im Kreuzbiss	4

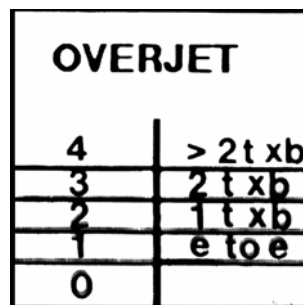


Abbildung 4.2-4: Rulerabschnitt zur Bestimmung der PAR-Punkte der sagittalen Schneidezahnbeziehung. Die Millimetermaße in der Abbildung entsprechen nicht den Maßen des Originalrulers (Vergrößerung: 2:1).

4.2.2.4 Vertikaler Überbiss (Overbite)

Hier wird der am stärksten ausgeprägte vertikale Überbiss bzw. der Grad des offenen Bisses der vier Schneidezähne beurteilt (Abb. 4.2-5, Tab. 6).

Tabelle 6: Punktwerte bei der Auswertung der vertikalen Schneidezahnbeziehung (Overbite), PZ = Punktzahl, UK = Unterkiefer.

Vertikale Schneidezahnbeziehung			
Offener Biss	PZ	Vertikaler Überbiss (Overbite)	PZ
kein offener Biss	0	Überdeckung $\leq 1/3$ der UK-Schneidezähne	0
≤ 1 mm	1	Überdeckung $> 1/3 \leq 2/3$ der UK-Schneidezähne	1
>1 bis 2 mm	2	Überdeckung $> 2/3$ der UK-Schneidezähne	2
>2 bis 4 mm	3	Überdeckung \geq der gesamten UK- Schneidezähne	3
> 4 mm	4		4

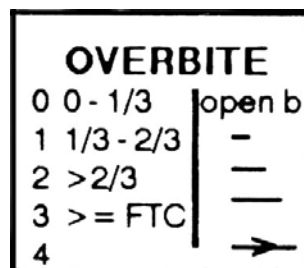


Abbildung 4.2-5: Rulerabschnitt zur Bestimmung der PAR-Punkte der vertikalen Schneidezahnbeziehung. Die Pfeilspitze in der Abbildung bedeutet „größer als“. Die Millimetermaße in der Abbildung entsprechen nicht den Maßen des Originalrulers (Vergrößerung: 2:1).

4.2.2.5 Mittellinie

Hier wird das Ausmaß einer dentalen Mittellinienverschiebung in Millimetern bestimmt (Abb. 4.2-6, Tab. 7).

Tabelle 7: Punktwerte bei der Auswertung der Mittellinienbeziehung, PZ = Punktzahl.

Mittelliniebeziehung	PZ
Übereinstimmung der Mittellinien oder Verschiebung um $\leq 1/4$ Zahnbreite eines unteren Schneidezahnes ($\leq 1,5$ mm)	0
Verschiebung um $> 1/4$ bis $1/2$ Zahnbreite eines unteren Schneidezahnes ($> 1,5$ mm bis 3 mm)	1
Verschiebung um $> 1/2$ Zahnbreite eines unteren Schneidezahnes (> 3 mm)	2

CENTRELINE 0 $\leq 1/4$ 1 $1/4 - 1/2$ 2 $> 1/2$

Abbildung 4.2-6: Rulerabschnitt zur Bestimmung der PAR-Punkte der Mittellinienbeziehung.

Vor Behandlung



Nach Behandlung



PAR SCORE RECORD SHEET					CASE NUMBER:		
PAR Component		Pre-treatment					Total
Upper anterior Segment	(3-2)	(2-1)	(1-1)	(1-2)	(2-3)		
	4	0	0	0	/	4	
Lower anterior Segment	1	0	0	0	1	2	
	(3-2)	(2-1)	(1-1)	(1-2)	(2-3)		
Right buccal occlusion:							
Anterior/posterior	1	Transverse posterior	0	Vertical posterior	0	1	
Overjet	1	6fach				6	
Overbite	0	2fach				0	
Centreline	0	4fach				0	
Left buccal occlusion:							
Anterior/posterior	0	Transverse posterior	0	Vertical posterior	0	0	
Summe Pre-treatment						13	
PAR Component		Post-treatment					Total
Upper anterior Segment	(3-2)	(2-1)	(1-1)	(1-2)	(2-3)		
	0	0	0	0	0	0	
Lower anterior Segment	0	0	0	0	0	0	
	(3-2)	(2-1)	(1-1)	(1-2)	(2-3)		
Right buccal occlusion:							
Anterior/posterior	1	Transverse posterior	0	Vertical posterior	0	1	
Overjet	0	6fach				0	
Overbite	0	2fach				0	
Centreline	0	4fach				0	
Left buccal occlusion:							
Anterior/posterior	0	Transverse posterior	0	Vertical posterior	0	0	
Summe Post-treatment						1	
Verbesserung um 12 PAR-Punkte, prozentuale Verbesserung = 91,7 %, „improved“							

Abbildung 4.2-7: Die Auswertung der Anfangs- und Abschlussmodelle eines Patienten (Bildserie auf Seite 43) mit dem PAR-Index mit dazugehörigem Auswertungsbogen.

4.3 Statistik

Für jede untersuchte Variable wurden neben Mittelwert und Standardabweichung (STD), der Median sowie das untere und obere Quartil (25er und 75er Quartil) ermittelt. Zusätzlich wurden Minimal- und Maximalwert angegeben.

Die Stärke der Zusammenhänge zweier metrisch skalierten Variablen untereinander wurde mit dem Korrelationskoeffizienten r nach *Pearson* für lineare Korrelationen beschrieben.

Die Korrelationen werden nach der Größe der Korrelationskoeffizienten r bezeichnet als:

- $0 \leq r \leq 0,2$ keine Korrelation,
- $> 0,2 < r \leq 0,4$ schwache Korrelation,
- $> 0,4 < r \leq 0,7$ mittlere Korrelation,
- $> 0,7 < r \leq 0,9$ starke Korrelation,
- $> 0,9 < r \leq 1$ sehr starke Korrelation.

Auf Grund teilweise inhomogener Varianzen und zum Teil geringer Gruppengrößen wurden ausschließlich nicht parametrische Tests angewendet.

Metrisch skalierte Variablen wurden mit dem H-Test von *Kruskal* und *Wallis* als Globaltest auf signifikante Unterschiede überprüft. Traten solche auf, wurden die Untergruppen mit dem U-Test nach *Mann* und *Whitney* paarweise genauer untersucht. Damit nicht die Irrtumswahrscheinlichkeit für den gesamten Test erhöht wird, wurde hier bei multipler Testung die Irrtumswahrscheinlichkeit α adjustiert (α -Adjustierung nach *Bonferroni*). Bei n Untergruppen können k mögliche Paarungen gebildet werden.

$$k = \binom{n}{2}$$

k: Anzahl der möglichen Paarungen
n: Anzahl der Untergruppen

Der kritische Wert zur Irrtumswahrscheinlichkeit der einzelnen Paarungen α_k ist somit näherungsweise gemäß der Formel

$$\alpha_k = \frac{\alpha}{k}$$

anzupassen.

α_k : kritischer Wert für eine einzelne Paarung,

α : kritischer Wert für das gesamte Experiment

Irrtumswahrscheinlichkeiten von $p \leq 0,05$ wurden als signifikant, von $p \leq 0,01$ als hochsignifikant bezeichnet und mit * beziehungsweise ** gekennzeichnet.

Alle Berechnungen erfolgten auf einem Intel Pentium M 1,5 GHz mit dem Programm SPSS (Version 12.0) für Windows.