

Behandlungsqualität in der  
kieferorthopädischen Versorgung mittels  
Herbst-Multibracket-Apparatur:

Bisstyp II:0 und II:2 Dysgnathien

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin

des Fachbereichs Medizin

der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von

**Sophia Killat, geb. Baier**

aus Potsdam

Gießen (2022)

Behandlungsqualität in der  
kieferorthopädischen Versorgung mittels  
Herbst-Multibracket-Apparatur:  
Bisstyp II:0 und II:2 Dysgnathien

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin

des Fachbereichs Medizin

der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von

**Sophia Killat, geb. Baier**

aus Potsdam

Gießen (2022)

Aus dem Fachbereich Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen

Medizinisches Zentrum für Zahn-, Mund-, und Kieferheilkunde

der Poliklinik für Kieferorthopädie

Gutachterin: Prof. Dr. Sabine Ruf

Gutachter: Prof. Dr. Peter Rehmann

Tag der Disputation: 20.10.2022

**INHALTSVERZEICHNIS**

1	Einleitung .....	1
1.1	Klasse II - Malokklusionen .....	1
1.2	Behandlung der Angle-Klasse II:2 .....	5
1.3	Die Herbst-Apparatur .....	7
1.4	Behandlungsqualität in der Kieferorthopädie .....	11
2	Ziel .....	14
3	Material und Methode .....	14
3.1	Patientenauswahl .....	14
3.2	Auswertung der Patientenakte.....	16
3.3	Auswertung der Studienmodelle.....	19
3.4	Beurteilung der Behandlungsqualität.....	19
3.5	Beurteilung der okklusalen Variablen .....	25
3.6	Beurteilung der Rezessionen.....	26
3.7	Beschreibung der Stichprobe .....	27
3.8	Behandlungsdauer.....	32
3.9	Retentionszeit .....	33
3.10	Retention .....	34
3.11	Subgruppen-Einteilung.....	35
3.12	Statistische Methode.....	38
3.13	Beobachterreliabilität.....	39
4	Ergebnisse .....	40
4.1	Behandlungsqualität .....	40
4.2	Okklusale Variablen .....	58
4.3	Rezessionen .....	114
5	Diskussion.....	123
5.1	Material und Methode .....	123
5.2	Ergebnisse.....	132
6	Zusammenfassung .....	149

## INHALTSVERZEICHNIS

---

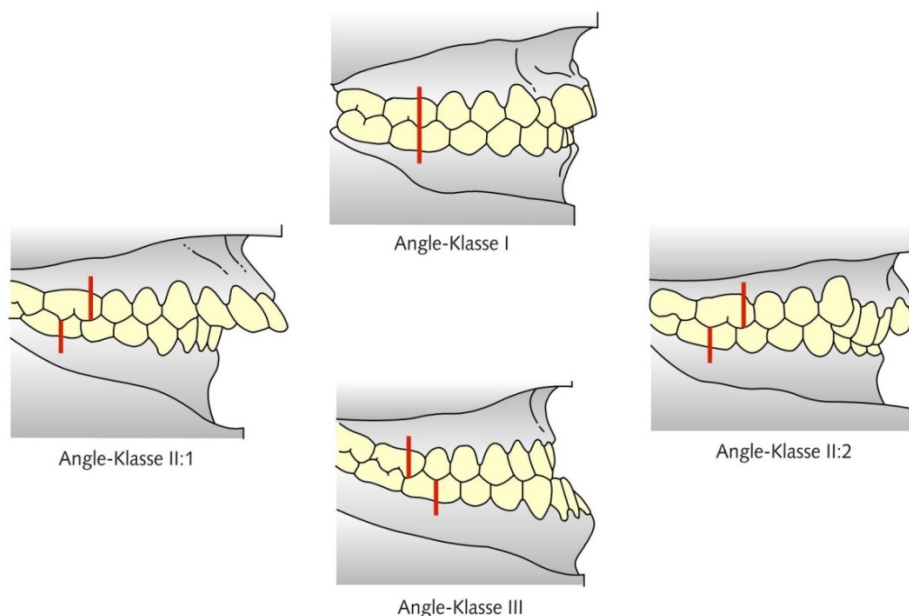
7	Summary.....	150
8	Abkürzungsverzeichnis .....	151
9	Abbildungsverzeichnis .....	152
10	Tabellenverzeichnis.....	159
11	Literaturverzeichnis .....	160
12	Anhang.....	177
12.1	Zertifikat des PAR-Index-Kurses.....	177
12.2	Erhebungsbogen für die Modellauswertung.....	178
12.3	Rezessionen .....	179
13	Publikationsverzeichnis .....	182
14	Ehrenwörtliche Erklärung .....	183
15	Danksagung .....	184

## 1 EINLEITUNG

Zur besseren Verständlichkeit wird in dieser Arbeit das generische Maskulinum verwendet.

### 1.1 KLASSE II - MALOKKLUSIONEN

Edward H. ANGLE (1908) definierte ein System um Okklusionsanomalien zu beschreiben. Dabei bezeichnete er den ersten oberen Molaren als „*Schlüssel der Okklusion*“ anhand dessen Okklusionsanomalien definiert wurden. Wenn die Höckerspitze des ersten Oberkiefermolaren in die bukkale Fissur des ersten unteren Molaren trifft, handelt es sich um eine Klasse I, welche einer Neutralbisslage entspricht, Klasse II ist als Distalbisslage und Klasse III als Mesialbisslage definiert (siehe Abbildung 1). Die Klasse II gliederte ANGLE (1908) in zwei Gruppen: Dies erfolgte anhand der Stellung der oberen Schneidezähne. Während die Klasse II:1 einen vergrößerten sagittalen Frontzahnüberbiss, auch Overjet genannt, bei Protrusion der oberen Schneidezähne aufweist, ist die Klasse II:2 durch eine Retrusion der oberen Schneidezähne sowie einen tiefen Biss gekennzeichnet (ANGLE 1908). Falls die distale Okklusion asymmetrisch vorliegt, wird sie nach ANGLE (1908) „subdivision“ bzw. „Unterabteilung“ genannt.



**Abbildung 1: Darstellung der Angle-Klassen (PANCHERZ 2018)**

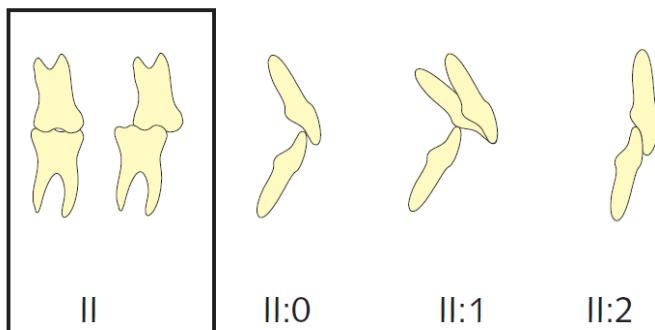
Um die Stellung der Frontzähne in Bezug zur jeweiligen Malokklusion detaillierter zu beschreiben, definierte Pancherz verschiedene Bisstypen, die parallel zur Angle-Klasse verwendet werden können (PANCHERZ 2018, PANCHERZ & BONDEMARK 2021). Tabelle 1 beschreibt die Overjet-Variationen, die für die Einteilung des Bisstypen verwendet werden. Für

die Angle-Klasse II ergeben sich nach Pancherz drei verschiedene Bisstypen: II:0, II:1 und II:2, wobei die beiden letzteren kongruent zur Angle-Klasse II:1 und II:2 sind. Abbildung 2 zeigt die unterschiedlichen Möglichkeiten des Overjets bei Bisstyps II auf.

**Tabelle 1: Definition der Bisstypen nach PANCHERZ (2018)**

Bisstyp	Definition
0	normaler Overjet (2 - 3,5 mm), normaler Overbite (2 - 3,5 mm)
1	großer Overjet (> 3,5 mm); proklinierte oder retroklinierte Oberkiefer-Inzisivi
2	kleiner Overjet (< 2 mm); retroklinierte Oberkiefer-Inzisivi und tiefer Biss
3	negativer Overjet bis Kopfbissstellung der Oberkiefer-Inzisivi
4	negativer Overjet bei anteriorer Zwangsführung

*Anmerkung:* Der Overjet ist definiert als sagittaler Frontzahnüberbiss, der Overbite als vertikaler Frontzahnüberbiss



**Abbildung 2: Bisstyp II mit seinen möglichen Overjet-Ausprägungen (PANCHERZ 2018)**

Verschiedene Autoren haben versucht, die Angle-Klassifikation für die Distalbisslage bzw. speziell für die Klasse II:2 zu ergänzen (FRÖHLICH 1962, GHAFARI & HADDAD 2014), doch wird international weiterhin die Angle-Klassifikation aufgrund ihrer Verständlichkeit als System zur Beschreibung von Malokklusionen benutzt (BISHARA 2006, KATZ 1992a).

Die Angle-Klasse II:2 wird oft mit dem bereits genannten Begriff tiefer Biss bzw. Tiefbiss oder Deckbiss gleichgestellt. So beobachtete MAYRHOFER (1912) einen Zusammenhang des Deckbisses mit der Distalbisslage, KORKHAUS (1931) jedoch konnte nachweisen, dass der Deckbiss genauso häufig bei Neutralbisslage wie bei Distalbisslage zu beobachten war. Somit ist der Deckbiss kein ausschließliches Merkmal der Angle-Klasse II:2. Morphologisch sowie ätiologisch ergeben sich einige Besonderheiten der Dysgnathie II:2 und des Bisstyps II:0, die sich nicht nur von der Stellung der Oberkiefer-Frontzähne der Angle-Klasse II:1 unterscheiden. Diese Arbeit soll sich speziell nur den Bisstyp II:0 und II:2 widmen, entsprechend findet in dieser Arbeit die Angle-Klasse II:1 keine Berücksichtigung.

Wie bereits oben erwähnt, äußert sich der Bisstyp II:0 durch die Distalbisslage mit normalem Overjet und Overbite. Da die Angle Klasse II:1 bzw. der Bisstyp II:1 als prominentes Merkmal

die vergrößerte Frontzahnstufe aufweist, wird der Bisstyp II:0 somit den Angle-Klasse II:2 Dysgnathien zugeordnet. In der Literatur wird dieser Bisstyp außerhalb des Hochschulstandorts Gießen bisher nicht verwendet. Entsprechend finden sich in der Literatur keine vergleichbaren Angaben. Weiterführend wird somit die Angle-Klasse II:2 beschrieben.

Die Prävalenz der Angle-Klasse II:2 wird in der Literatur unterschiedlich aufgeführt und schwankt bei Kaukasiern zwischen 2,4 und 11 % (AST et al. 1965, DELIVANIS & KUFTINEC 1980, INGERVALL et al. 1978, MASSLER & FRANKEL 1951, PECK et al. 1998, SALONEN et al. 1992, WILLEMS et al. 2001), wohingegen die Werte bei anderen ethnischen Gruppen mit 1,2 – 6,8 % geringer ausfallen (ONYEASO 2004, SIDDEGOWDA & RANI 2013, SILVA & KANG 2001). BRUNELLE et al. (1996) konnten in einer repräsentativen Studie aus den USA zeigen, dass 8 % der Bevölkerung von einem ausgeprägten Overbite, definiert als sagittalen Frontzahnüberbiss von 6 mm oder mehr, betroffen waren. Eine neuere Übersichtsarbeit berichtete sogar von 15 – 20 % der Bevölkerung mit einem vergrößerten Overbite von  $\geq 5$ mm (HUANG et al. 2012). Dennoch ist zu bedenken, dass dieser auch im Zusammenhang mit einem vergrößerten Overjet bei Klasse II:1 oder bei einer Angle-Klasse I auftreten kann. Bezüglich der II:0 Bisstypen ist anzunehmen, dass diese in der Regel unter II:2 subsummiert werden.

GHAFAARI & HADDAD (2014) definierten die Angle-Klasse II:2 als untypische Malokklusion, bei der die sagittale und die vertikale Dimension nicht in Einklang stehen. Aus diesem Grund gibt es viele unterschiedliche Erscheinungsformen der Klasse II:2 (ANGLE 1908, GHAFAARI & HADDAD 2014). So haben einige Autoren bereits früh festgestellt, dass die Angle-Klasse II:2 sich deutlich von der Angle-Klasse II:1 unterscheidet und sich eher wie eine Angle-Klasse I verhält (FISK et al. 1953, HELLMAN 1922). Morphologisch lassen sich die Merkmale einer Angle-Klasse II:2 auf skelettaler, dentaler und Weichgewebsebene beschreiben, die einzeln oder häufig in Kombination miteinander vorkommen.

Skelettal wird häufig von einem verkleinerten Kieferwinkel („ArGo’Gn“) und einem verminderten Mandibularbasiswinkel („ML/NSL“) berichtet (FISK et al. 1953, PANCHERZ & ZIEBER 1998, SASSOUNI 1969, SIRIWAT & JARABAK 1985, WALLIS 1963), die vielfach mit einer Hypodivergenz einhergehen (SIRIWAT & JARABAK 1985, PANCHERZ & ZIEBER 1998). Es besteht meist ein horizontales Wachstumsmuster (HARZER 1999, JONAS 2000). Außerdem liegt oftmals eine mandibuläre Retrusion vor (PANCHERZ & ZIEBER 1998, MCNAMARA JR. 1981). Im Vergleich zur Angle-Klasse II:1 ähnelt die Klasse II:2 in ihrem skelettalen Muster oft der Klasse I bzw. weist sie oft nur eine milde Klasse II auf (CLEALL & BEGOLE 1982, MILLS 1973, MOYERS et al. 1980, SWANN 1954).

Dental am auffälligsten ist oft die prominente Stellung der Frontzähne. HAUSSER (1953) definierte vier Formen des Deckbisses anhand der Inzisivi, meist wird jedoch nur von einem



schmalen oder breiten Deckbiss gesprochen. Die Unterkiefer-Inzisivi sind, abhängig von der Stellung der Oberkiefer-Inzisivi entweder nach lingual geneigt bzw. können sie bei ausreichend Platz in der Sagittalen auch achsengerecht stehen (JONAS 2000). Der Oberkiefer ist charakteristisch U-förmig (KORKHAUS 1953) bzw. ist der obere Zahnbogen sehr breit (FRÖHLICH 1962). Ein erhöhter Overbite  $\geq 6$  mm kann zu erhöhtem parodontalem Attachmentverlust führen (BJORNAAS et al. 1994). Bei Fällen von stark vergrößertem Overbite mit extremen Distalbiss können die Unterkiefer-Inzisiven, da sie keinen antagonistischen Kontakt finden, apikal der Oberkieferfrontzähne am Gaumen auftreffen, was zu einem teils traumatischen Gaumenschleimhautkontakt bzw. –einbiss führt (GHAFARI & HADDAD 2014, HEIDE 1957, MAYRHOFER 1912, SASSOUNI 1969, WRAGG et al. 1990). Zusätzlich gibt es Patienten, bei denen die Oberkieferfrontzähne labial der Unterkieferfront aufstoßen bzw. in die untere Umschlagfalte einbeißen (KORKHAUS 1953, MAYRHOFER 1912, WRAGG et al. 1990). Beide Situationen sind Ergebnisse von sehr axial bzw. retroklinierten Ober- und Unterkiefer-Inzisiven, welche einen sehr hohen Interinzisalwinkel begründen ( $>140^\circ$ ), der typisch für die Klasse II:2 ist (HARZER 1999, JONAS 2000). Die Steilstellung der Unterkieferschneidezähne bedingt eine ausgeprägte Spee'sche Kurve (SASSOUNI 1969). Aufgrund des Platzmangels im anterioren Bereich brechen die Oberkiefer Eckzähne oft im Hoch- und Außenstand durch (FARMAND 1988). Bei der Angle-Klasse II:2 konnten schmale oder zapfenförmige Frontzähne häufig beobachtet werden (PECK et al. 1998, SCHULZE 1982, ROBERTSON & HILTON 1965, BASDRA et al. 2000).

Charakteristisch sind bei Angle-Klasse II:2 Patienten die perioralen Weichteile: eine hohe Lippenschlusslinie sowie die starke Submentalfurche und wulstige Lippen bei einer niedrigen unteren Gesichtshöhe können bei den Patienten beobachtet werden (NICOL 1954, RIDLEY 1960, SCHURICHT 1953). KORKHAUS (1953) prägte aufgrund der maßgeblich großen Nase, des vorspringenden Subnasalpunkts und der fliehenden Oberlippe den Begriff des „Großnasenprofils“. Zusätzlich stehen Kinn und Gnathion prominent hervor (JONAS 2000). Nach ARVYSTAS (1979) und STRANG (1958) betont der hypertrophierte M. Mentalis die Kinn-Prominenz und der Mangel an verhältnismäßigem vertikalen Wachstum führt zum übermäßigen Schließen der Mandibula, sodass das Kinn weiter nach vorne projiziert wird (ARVYSTAS 1990). Nach FRÄNKEL & FALCK (1967) kann die retrusive Position der Oberkiefer-Inzisiven durch das Einsaugen der Unterlippe unter die Oberlippe verstärkt werden.

Die Ätiologie wird bei der Angle-Klasse II:2 als multifaktoriell angesehen (SCHOPF 2008a), jedoch mit einer stark endogenen, hereditären Komponente (FRÄNKEL & FALCK 1967, HAUSSER 1953, PECK et al. 1998, RUF & PANCHERZ 1999a). Die hohe Lippenlinie wird häufig als ausschlaggebender Faktor für die steile Inklination der Oberkieferschneidezähne gewertet (FLETCHER 1975, HAUSSER 1953, MILLS 1973, SCHWARZ 1956, SCHURICHT 1953).

Entsprechend einer Studie an eineiigen Zwillingen folgerten RUF & PANCHERZ (1999a), dass allerdings weder die Form noch die Funktion der alleinige Kontrollfaktor sein können.

Exogen können auch vorzeitige, kariesbedingte Milchzahnverluste in den Stützzone erwähnt werden, die zum Fortschreiten der Anomalie mit Vertiefung des Bisses sowie Abflachung des Gesichtsprofils führen können (LITT & NIELSEN 1984) und einzig durch Prophylaxe vermieden werden müssen (JONAS 2000). Entstehende Lücken durch Milchzahnextraktionen sollten daher in der vertikalen und sagittalen Ebene offengehalten werden (JONAS 2000). Zudem spielen exogene Faktoren wie Habits eine Rolle. Dies ist vor allem relevant, da sich endogene und exogene Faktoren potenzieren (WICHELHAUS 2012). So ist die Familienanamnese als auch die Abgewöhnung von Habits für einen langfristigen Erfolg relevant.

## 1.2 BEHANDLUNG DER ANGLE-KLASSE II:2

Die Behandlung der Klasse II:2 stellt sowohl in der Diagnose als auch Korrektur eine Herausforderung dar (HEIDE 1957). Sie wird als schwierig und rezidivanfällig gesehen (CANUT & ARIAS 1999, SELWYN-BARNETT 1991), da oft ein Wiederauftreten des tiefen Bisses, des Oberkiefer-Frontengstands sowie der steilen, axialen Inklination der Oberkiefer-Inzisivi beobachtet werden. Ein allgemeingültiges Therapiekonzept fehlt (JONAS 2000). Laut einer Meta-Analyse von MILLETT et al. (2006) gibt es bisher keine evidenz-basierte Anleitung zur Behandlungskorrektur von Klasse II:2 Malokklusionen bei Kindern. In einer neueren Übersichtsarbeit von MILLETT et al. (2012) werden die vorhandenen retrospektiven und prospektiven Studien so zusammengefasst, dass die Non-Extraktions-Behandlung bevorzugt wird. Außerdem konnten die betrachteten Studien zeigen, dass die Overbite-Korrektur einigermaßen stabil ist. Jedoch wird auf die verbliebenen Schwächen der verschiedenen Studien hingewiesen und die Empfehlung für umfangreiche prospektive Studien ausgesprochen. Jedoch können zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine evidenz-basierten Therapieempfehlungen auf der Grundlage randomisierter oder kontrollierter klinischer Studien gegeben werden (MILLETT et al. 2017).

Die Therapie sieht im Allgemeinen eine Bisshebung, eine dentale Abstützung im Frontzahnbereich durch achsengerechte Position der Frontzähne und Auflösung frontaler Engstände sowie die Korrektur der Distalokklusion vor (JONAS 2000, SCHOPF 2008b). CLEALL & BEGOLE (1982) schlagen als Therapiemöglichkeit vor, sich an die Wachstumsperioden zu halten. Einerseits hält man das frühe Wechselgebiss für den idealen Zeitpunkt zur Deckbissbehandlung (FRÄNKEL & FALCK 1967, JONAS 2000). Herausnehmbare Geräte können die Inzisiven proklinieren, während sie außerdem die Eruption lenken, und die physiologischen

Wachstumsvorgänge können positiv für die Therapie genutzt werden (JONAS 2000). Jedoch gibt es auch Argumente, die dafür sprechen eine Klasse II:2 Korrektur bzw. die Deckbissbehandlung erst im späten Wechselgebiss zu beginnen (KAHL-NIEKE 2010). In diesem Falle erweist sich die Behandlung mit herausnehmbaren funktionskieferorthopädischen Apparaturen als erfolgreich (EBERHARD & HIRSCHFELDER 1998, FLEISCHER-PETERS & FLEISCHER 1974, HIRSCHFELDER & FLEISCHER-PETERS 1993, ROCK 1990, RUTTER & WITT 1990). Funktionskieferorthopädische Apparaturen, die über körpereigene Kräfte wie Muskeln oder Weichteile, die Position der Zähne oder Kieferbasen durch Veränderung des Funktionsmusters der Muskulatur bewirken (RUF 2006b), können für die Behandlung der Angle-Klasse II:2 eingesetzt werden. Ein Beispiel hierfür ist die Herbst-Apparatur, die in Kapitel 1.3 weiter beschrieben wird. So bewirken die funktionskieferorthopädischen Apparaturen parallel eine Protrusion der Inzisivi und können den Unterkiefer in eine neutrale Okklusion stellen, zudem beeinflussen sie die vertikale Ebene (KAHL-NIEKE 2010). Ob die geplanten Veränderungen allerdings auch wirklich während der Behandlung eines wachsenden Patienten eintreten, kann nicht sicher vorausgesagt werden (SELWYN-BARNETT 1991). Oft werden nach Behandlungsende rezidivierende Kippungen der Frontzähne beobachtet, die durch ein Ungleichgewicht zwischen Lippenmuskulatur und Frontzahnstellung hervorgerufen werden (JONAS 2000). Die Retentionsphase ist daher essentiell und sollte gegebenenfalls auch dauerhaft sein (VAN DER LINDEN & BOERSMA 1988). Ein wichtiger Pfeiler der Therapie zur Stabilisierung des Behandlungsergebnisses besteht in der Reduktion des Interinzisalwinkels. Die Spitze des Unterkiefer-Inzisivus soll palatinal die Einziehung des Oberkiefer-Inzisivus berühren. Dies kann zum Beispiel durch Proklination von Oberkiefer- und/oder Unterkiefer-Inzisiven geschehen (MILLS 1973).

Sind umfassende dentoalveoläre Korrekturen notwendig, erfolgen diese meist über festsitzende Geräte in Form von Multibracket-Apparaturen teilweise unter Zuhilfenahme von intermaxillären Gummizügen (Klasse-II-Gummizüge), einem Headgear oder einer Herbst-Apparatur (KAHL-NIEKE 2010). Generell sollte bei Klasse II:2 Patienten im Wachstum auf eine Extraktion verzichtet werden, da dies eine Abflachung des Gesichtsprofils sowie eine Bissenkung zur Folge hätte (CLEALL & BEGOLE 1982, DROSCHL 1974, LITT & NIELSEN 1984, SCHWARZ 1953). Bei schwerwiegenden Platzproblemen haben sich Extraktionen der zweiten Oberkiefer-Molaren mit anschließender Distalisation der ersten Molaren durch eine kombinierte Headgear-Multibracket-Behandlung bewährt (FARMAND 1988, DROSCHL 1974, STELLZIG et al. 1996, STELLZIG et al. 1999) und sind der ausschließlichen Extraktion des ersten Oberkiefer-Prämolaren überlegen. Die Prämolaren-Extraktion bei erwachsenen Patienten konnte nur eine geringe Reduktion des Interinzisalwinkels aufweisen (STELLZIG et al. 1999).

Verschiedene Therapieansätze haben sich für die Erwachsenenbehandlung entwickelt, die mittels festsitzender Geräte eine Bisshebung und Inklinationsveränderungen in der Front bewirken. So führen beispielsweise die Effekte einer Distalisation und Extrusion mittels zervikalen Headgears zu einer Bisshebung. Dadurch wird der Platzmangel im Frontzahnggebiet aufgelöst und es kann auf Prämolarenextraktionen verzichtet werden (FARMAND 1988). Außerdem hilft eine Extrusion der Prämolaren durch eine Multibracket-Apparatur die tiefe Spee'sche Kurve zu korrigieren. Mittels Multibracket-Apparatur besteht die Möglichkeit, ausreichend Torque und eine geeignete axiale Inklinationsstellung der Front zu erreichen (BISHARA 2006, JONAS 2000).

Eine Kombination aus chirurgischer Umstellungsosteotomie und kieferorthopädischer Behandlung kann für erwachsene Patienten mit schwerwiegender Malokklusion eine mögliche Behandlungsmethode darstellen (ARVYSTAS 1979). Als Alternative gibt es funktionskieferorthopädische Geräte wie die Herbst-Apparatur, die diese Grenzfälle zur Dysgnathie-Chirurgie behandeln können (PANCHERZ & RUF 2008).

Für Klasse II Patienten mit abgeschlossenem Wachstum bieten sich in der Regel drei Möglichkeiten einer Behandlung (PANCHERZ & RUF 2000b, PANCHERZ 2000, KINZINGER et al. 2009):

- Camouflage-Behandlung durch Extraktion von zwei Oberkiefer-Prämolaren. Damit erfolgt keine Veränderung der sagittalen Kieferbasenrelation, sondern eine Kaschierung des sagittalen Frontzahnproblems mittels Retraktion der Oberkiefer-Inzisiven
- Festsitzende funktionskieferorthopädische Apparaturen zur Wachstums-stimulation im Kiefergelenk
- Kombinierte kieferorthopädisch-kieferchirurgische Therapie mit sagittaler Split-Osteotomie oder mandibulärer Distractionsosteogenese

Neuere Empfehlungen für die Erwachsenenbehandlung bei Angle-Klasse II favorisieren in Anbetracht der Kosten und Risiken der Dysgnathiechirurgie eine festsitzende funktionskieferorthopädische Behandlung (PANCHERZ & RUF 2000b, PANCHERZ 2000).

### 1.3 DIE HERBST-APPARATUR

Die Herbst-Apparatur als festsitzendes, funktionskieferorthopädisches Gerät wurde erstmals 1909 auf dem 5. Internationalen Zahnärztekongress von Emil Herbst als „Retentionsscharnier“ oder „Okklusionsscharnier“ vorgestellt (HERBST 1934). Es soll die Mandibula kontinuierlich

während des Kieferschlusses und sämtlicher Bewegungen in einer Vorschubposition halten. Nach HERBST (1934) könne seine Behandlungsmethode mit dem Scharnier kondyläres Wachstum stimulieren, was vor allem bei der Behandlung von Klasse II Anomalien notwendig sei. SCHWARZ (1934) hingegen äußerte sich nicht überzeugt von dem Behandlungsgerät. Er befürchtete Parodontalschäden an den Ankerzähnen durch Verankerungsverlust. Die Behandlungsmethode wurde nicht weiter erwähnt und fand keinerlei Beachtung.

PANCHERZ (1995) entdeckte 1977 die Herbst-Apparatur für die klinische Forschungstätigkeit wieder und konnte den Erfolg der Behandlung bei Distalokklusion bei Angle-Klasse II:1 (PANCHERZ 1979, 1981, 1982, 1985, PANCHERZ & HÄGG 1985, PANCHERZ & HANSEN 1986) und Angle-Klasse II:2 (BOCK & RUF 2008, 2013, BOCK et al. 2009, EBERHARD & HIRSCHFELDER 1998, OBIJOU & PANCHERZ 1997, SCHWEITZER & PANCHERZ 2001, 2002) bestätigen.

Die von PANCHERZ (1979, 1985) beschriebene Herbst-Apparatur ist vergleichbar mit einem künstlichen Gelenk zwischen Ober- und Unterkiefer, welches den Unterkiefer mittels Teleskopmechanismus in einer konsequenten Vorschubposition hält. Befestigt ist diese Apparatur mittels orthodontischer Bänder oder gegossener Schienen an den ersten Oberkiefermolaren und Unterkieferprämolaren. Um die Belastung für die Ankerzähne möglichst gering zu halten, verteilt man die Kräfte auf möglichst viele Zähne, sodass im Oberkiefer die gegossenen Schienen auf die Prämolaren und Molaren, im Unterkiefer auf den Eckzahn und die Molaren ausgedehnt werden. An den oberen und/oder unteren Frontzähnen können über Brackets befestigte Labialbögen als Verstärkung der Verankerung dienen. Jedes Teleskop besteht aus einer Gleitstange und einem Führungsrohr. Das Ausmaß der Unterkiefervorverlagerung lässt sich anhand des Overjets und Overbites bestimmen, auf die die Länge des Teleskops eingestellt wird. Dieser Mechanismus erlaubt vertikale Öffnungsbewegungen und auch geringe Lateralbewegungen. Meist wird für den Unterkiefer eine Inzisivenkopfbissstellung angestrebt (PANCHERZ 1995).



**Abbildung 3a-c: Gegossene Herbst-Multibracket-Apparatur in situ (HOURFAR et al. 2012)**

Die Herbst-Apparatur wirkt sowohl dentoalveolär als auch skelettal, indem einerseits die Oberkiefer-Zähne distalisiert und die Unterkiefer-Zähne mesialisiert werden, als auch

andererseits dadurch, dass das Mandibulawachstum stimuliert, während das Maxillawachstum gehemmt wird (PANCHERZ 1979, 1981, 1982, 1985, WIESLANDER 1984, PANCHERZ & HANSEN 1986). Umbauvorgänge im Kiefergelenk konnten sowohl im Tierexperiment als auch klinisch nachgewiesen werden (MCNAMARA JR. 1973, MCNAMARA JR. et al. 2003, PANCHERZ et al. 1998, RUF & PANCHERZ 1998). PANCHERZ & ANEHUS-PANCHERZ (1993) zeigten außerdem, dass die Herbst-Apparatur auf die Oberkiefer-Molaren ähnlich einem Headgear wirkt, indem es die Zähne distalisiert und intrudiert. Auf diese Weise können frontale maxilläre Engstände behandelt werden, ohne dass permanente Zähne extrahiert werden müssen. Vor allem bei einer Angle Klasse II:2 sollte auf Extraktionen verzichtet werden, da diese mit einem Tiefbisses und einer Abflachung des Gesichtsprofils einhergehen (LITT & NIELSEN 1984). Eine erhöhte Gefahr für apikale Wurzelresorptionen oder marginalen Knochenabbau an den Ankerzähnen besteht nicht (PIETZ 2000). Trotz dessen entsteht durch den Verankerungsverlust eine Proklination und Intrusion der Unterkiefer-Inzisivi (PANCHERZ 1982, PANCHERZ & HANSEN 1988). Versuche die Proklination und Protrusion der Unterkiefer-Zähne mithilfe von Minischrauben zu verhindern, erweisen sich als unzuverlässig (BREMEN et al. 2015). Der Verankerungsverlust kann jedoch bei Klasse II:2 positiv sein, da die Unterkiefer-Inzisiven meist retrokliniert stehen (SCHWEITZER & PANCHERZ 2001, 2002). Die verursachte Proklination der Unterkiefer-Front wird aber auch als Risikofaktor für gingivale Rezessionenbildung gesehen, sodass diese Thematik auch Gegenstand der aktuellen Forschung ist (BOCK et al. 2016c, RUF et al. 1998, SÜDWASSER et al. 2021).

Die Herbst-Apparatur konnte auch Behandlungserfolge bei Patienten mit abgeschlossenen Wachstum zeigen (RUF & PANCHERZ 1999b, 1999c). Somit bietet die Herbst-Behandlung eine Therapiealternative bei Klasse II Grenzfallpatienten durch die Möglichkeit einer nicht-chirurgischen und nicht-Extraktionsbehandlung (RUF & PANCHERZ 2004, PANCHERZ & RUF 2000b, PANCHERZ 2000). Die Motivation erwachsener Patienten für eine kieferorthopädische Behandlung ist nach WILMOT et al. (1993) höher als für eine chirurgische Dysgnathie-Operation.

Komplikationen in Hinblick auf die Herbst-Apparatur betreffen vor allem Schienenlockerung im Ober- und/oder Unterkiefer sowie Frakturen der Bänder bzw. Teleskope (SANDEN et al. 2004, SCHIÖTH et al. 2007, SILVA et al. 2015, WIECHMANN et al. 2015). Das Auseinandergleiten der Teleskope bei weiter Mundöffnung sowie Ulzerationen der Mundschleimhaut sind ebenfalls zu beobachten (HOWE 1982, PANCHERZ & RUF 2000a, 2008, SILVA et al. 2015).

Da die Apparatur feststehend ist, wirkt sie 24 Stunden am Tag und ist somit auch bei unkooperativen Patienten geeignet bzw. ist nicht von der Compliance des Patienten abhängig (PANCHERZ & RUF 2000a, RUF 2006a). Die durchschnittliche Behandlungszeit ist mit circa 6-8

Monaten relativ kurz (PANCHERZ & RUF 2008). Heutzutage ist die Herbst-Apparatur Teil einer kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung, da die alleinige Behandlung mit der Herbst-Apparatur nicht immer zu optimalen Ergebnissen (PANCHERZ 1985) führte.

Für die Behandlung der Angle-Klasse II:2 hat sich folgender Behandlungsansatz ergeben (PANCHERZ 1985):

1. Orthodontische Phase: Ausrichtung der Oberkiefer-Frontzähne mittels einer Multibracket-Apparatur – Proklination der Inzisivi
2. Orthopädische Phase: Einsatz der Herbst-Apparatur zur Normalisierung der sagittalen Kieferbasenrelation in eine stabile Klasse I
3. Orthodontische Phase: Korrektur einzelner Zahnfehlstellungen und Zahnbogendiskrepanzen mittels einer Multi-Bracket-Apparatur

OBIJOU & PANCHERZ (1997) konnten als Erste zeigen, dass die Herbst-Apparatur auch für die Korrektur der Klasse II:2 effektiv ist und zu einer Normalisierung der sagittalen Kieferrelation führt. Der initiale Dekompensationsvorgang der Inzisivenposition erlaubt die freie Unterkieferfrontzahnproklination während des Vorschubprozesses mittels Herbst-Apparatur. Auf diese Weise kann der Verankerungsverlust positiv genutzt werden, um einen günstigen Interinzisalwinkel herzustellen, der nachhaltig bei der Stabilisierung des Overbites hilft und somit ein Rezidiv vermeidet (MILLS 1973). Auch andere Studien wiesen auf die Effektivität der Herbst-Behandlung bei Klasse II:2 Patienten hin (BOCK & RUF 2008, 2013, BOCK et al. 2009, EBERHARD & HIRSCHFELDER 1998, SCHWEITZER & PANCHERZ 2001, 2002). Die aufgetretenen Profilveränderungen waren geringer als bei einer Dysgnathie-Operation (KINZINGER et al. 2009), doch konnten leichte Profilbegradigungen sowohl im knöchernen als auch im Weichteilprofil bei Klasse II:2 Patienten beobachtet werden (BOCK et al. 2009).

Die Behandlungsmöglichkeiten in Bezug auf die Herbst-Apparatur konnten erweitert werden. So gibt es das Verfahren einer Kombination mittels angelöteter Quad-Helix zur palatinalen Expansion (PANCHERZ 1985) sowie Modifikationen wie herausnehmbare bzw. mit Kunststoff befestigte Acryl-Herbstschienen (HOWE 1984, 1987, MCNAMARA JR. & HOWE 1988). Ferner wurde die Herbst-Apparatur auch in neuerer Zeit verändert und neben der starren Befestigungen haben sich nun auch flexible Mechanismen wie zum Beispiel beim Jasper Jumper entwickelt (JASPER & MCNAMARA JR. 1995). Desweiteren gibt es den Ansprüchen nach „unsichtbarer“ Kieferorthopädie entsprechend die Möglichkeit einer vollständigen individuellen lingualen Apparatur (VILA), die mit einer Herbst-Apparatur kombiniert wird (VU et al. 2012).

## 1.4 BEHANDLUNGSQUALITÄT IN DER KIEFERORTHOPÄDIE

Das Ästhetik- und Zahngesundheitsbewusstsein der Patienten hat deutlich zugenommen (BAUER & DIEDRICH 1990). So konnte auch festgestellt werden, dass das Ergebnis einer Behandlung und das damit verbundene Aussehen deutlichen Einfluss auf die Lebensqualität betroffener Patienten haben (KUNZ et al. 2018, SIERWALD et al. 2015). Nach DEGUZMAN et al. (1995) ist die kieferorthopädische Fachdisziplin einmalig, da durch die Dokumentation anhand von Studienmodellen, Fotos und Röntgenbildern die einfache Beurteilung des Behandlungsergebnisses möglich ist.

Doch auch aus wirtschaftlichen Interessen gewinnt die Behandlungsqualität oder die Beurteilung des Behandlungserfolges zusehends an Bedeutung, vor allem im Zuge von Beschränkungen im öffentlichen Gesundheitssystem (BERGSTRÖM & HALLING 1997, BREMEN & PANCHERZ 2003). Seit Veröffentlichung eines Kommentars im Jahresbericht 2017 des Bundesrechnungshofs (BUNDESRECHNUNGSHOF 2017) ist die Frage nach Evidenz und Qualitätsbeurteilung in der Kieferorthopädie so aktuell wie eh und je. Das kontrovers diskutierte Gutachten des IGES-Instituts im Auftrag der Bundesregierung konnte keine Evidenz kieferorthopädischer Behandlungen nachweisen, zweifle aber nicht an ihrer Notwendigkeit (IGES-INSTITUT 2018). Der Dachverband der Kieferorthopäden in Deutschland (DGKFO e.V.) verkennt die Behauptung nach fehlender Evidenz, schließt sich aber dem Bundesgesundheitsministerium an, unterstützt die Grundlagenforschung (LISSON & ZIMMER 11. Januar 2019) und hat bereits Beurteilungskriterien erarbeitet (DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR KIEFERORTHOPÄDIE E.V. 2019).

### KIEFERORTHOPÄDISCHE INDIZES

Es wurden verschiedene Methoden beschrieben, um die Qualität kieferorthopädischer Behandlungen durch Nutzung von Indizes zu bewerten. Im kieferorthopädischen Kontext wird ein Index benutzt, um ein Bewertungs- oder Kategorisierungssystem zu beschreiben, welches mittels eines numerischen Werts oder alphanumerischer (Buchstabe oder Ziffer) Kennung die Okklusion beschreibt (SHAW et al. 1995). Für gewöhnlich werden hierfür die Gips-Studienmodelle der Abschlussuntersuchung bewertet und mit dem Anfangsmodell verglichen (AHLGREN 1993, BERGSTRÖM & HALLING 1997).

Nach SHAW et al. (1991, 1995) muss ein Index als Grundanforderung valide und reproduzierbar sein. Validität ist dabei die Fähigkeit des Index, genau das zu messen, was er messen soll. Hingegen beschreibt Reproduzierbarkeit die Fähigkeit, die originalen



Bewertungen/Werte wiederzugeben, wenn das Objekt nochmals vom selben oder anderen Untersucher untersucht wird. Des Weiteren soll ein Index einfach erlernbar sein, idealerweise ein zügiges Aufnehmen der relevanten Merkmale ermöglichen sowie von geschultem zahnmedizinischen als auch von nicht-zahnmedizinischen Personen anwendbar sein (SHAW et al. 1991, 1995). RICHMOND (2005) ergänzt die Anforderungen an einen idealen Index, indem dieser außerdem folgende Voraussetzungen erfüllen muss, damit die Verwendung gewährleistet ist:

- objektiv
- schnell, einfach, aussagekräftig
- sensitiv – Sensitivität: Identifizierung von Individuen mit Behandlungsbedarf
- spezifisch – Spezifität: Identifizierung von Individuen ohne Behandlungsbedarf
- geeignet für Öffentlichkeit und Experten
- geeignet für kulturelle Normen
- anpassbar an vorhandene Mittel

Im Laufe der Zeit haben verschiedene Autoren unterschiedliche kieferorthopädische Indizes entwickelt, die teilweise bestimmten Zwecken dienen oder versuchen, verschiedene Merkmale durch einen gemeinsamen Index abzudecken. SHAW et al. (1991, 1995) klassifizierten die entwickelten Indizes nach folgenden 5 Kriterien:

- **Diagnostische Indizes**

Sie haben reinen deskriptiven Charakter und erleichtern die Kommunikation zwischen Kieferorthopäden. Zum Beispiel die Klassifikation nach ANGLE (1908).

- **Epidemiologische Indizes**

Sie dienen der Bestimmung von Prävalenzen in bestimmten Populationen und sind größtenteils reproduzierbar. Beispiele sind der Index von BJÖRK et al. (1964), FDI-Methode (BAUME & MARÉCHAUX 1974) oder auch der okklusale Index (OI) von SUMMERS (1971).

- **Indizes für die Bewertung des Behandlungsbedarfs**

Sie wurden entwickelt um eine Malokklusion nach dem Grad des Behandlungsbedarfs einzuteilen. Durch die Gewichtung der verschiedenen Merkmale wird ein Index jedoch subjektiv, egal wie objektiv die Merkmale erhoben wurden (HELM 1977).

Beispiele hierfür sind ebenfalls der okklusale Index (OI) (SUMMERS 1971) sowie die Indizes von SALZMANN (1968) und DRAKER (1958), welche alle ursprünglich für epidemiologische Zwecke entwickelt wurden, aber auch zur Beschreibung des Behandlungsbedarfs genutzt werden.

Außerdem können Indizes wie der „Index of Orthodontic Treatment Need“ (IOTN) von BROOK & SHAW (1989) in diese Kategorie gezählt werden. Seit 2002 findet eine Anlehnung des Index in Deutschland als „kieferorthopädische Indikationsgruppen (KIG)“ Gebrauch, um abzuschätzen, ob eine Behandlungskostenübernahme seitens der gesetzlichen Krankenversicherungen möglich ist (SCHOPF 2013).

- **Indizes für die Bewertung des Behandlungserfolges**

Eine weitere Funktion eines okklusalen Index ist das Messen des Behandlungserfolges bzw. der Veränderungen, welche sich aus der Behandlung ergeben haben. Frühe Indizes sind beschrieben von BERG & FREDLUND (1981), EISMANN (1971), GOTTLIEB (1975) sowie SUMMERS (1971). Die Arbeitsgruppe um RICHMOND et al. (1992a, 1992b) entwickelte den PAR-Index (Peer Assessment Rating), um eine einheitliche und standardisierte Beurteilung des Behandlungsergebnis zu ermöglichen. Die AHLGREN (1993) Skala lässt sich ebenfalls dieser Kategorie zuordnen.

- **Indizes für den Behandlungsschweregrad**

Anzuführen ist hier der „Index of Complexity, Outcome and Need“ (ICON) von DANIELS & RICHMOND (2000), als eine Art Weiterentwicklung von IOTN und PAR. Nach DEGUZMAN et al. (1995) kann der PAR-Index auch für den Behandlungsschweregrad genutzt werden, indem er mit einer anderen Gewichtung berechnet wird.

Manche Indizes sind in der praktischen Anwendung sehr zeitaufwendig (EISMANN 1974, SO & TANG 1993, SUMMERS 1971), sodass die Verbreitung eingeschränkt ist. Der am häufigsten (WEBER & LACKNER 2010) verwendete okklusale Index zur Beurteilung der Behandlungsqualität ist der Peer Assessment Rating – Index (PAR-Index) nach RICHMOND et al. (1992a, 1992b). Er wurde entwickelt, um den Behandlungsausgang objektiv beurteilen zu können, in dem er Einheitlichkeit, Objektivität und Standardisierung sowie eine hohe Reliabilität und Validität bietet (BUCHANAN et al. 1996, DEGUZMAN et al. 1995, FELLNER & SCHLÖMER 1996, O'BRIEN et al. 1993, RICHMOND et al. 1992a, 1992b). Der im Folgenden genutzte PAR - Index sowie die Ahlgren – Skala soll im Methodenteil detailliert erklärt werden.

## AKTUELLE DATENLAGE

Bisher veröffentlichte Studien zum Thema Behandlungsqualität mittels Herbst-Apparatur beschränken sich hauptsächlich auf die Hauptindikationsgruppe der Herbst-Apparatur, die Angle-Klasse II:1 (BOCK et al. 2016a, BREMEN & PANCHERZ 2002, BREMEN et al. 2009, O'BRIEN et al. 2003). Die Studie von BREMEN & PANCHERZ (2003) gehört zu den relativ wenigen Publikationen zur Angle-Klasse II:2 hinsichtlich der Behandlungsqualität durch Herbst-

Behandlung. Hier wurde die Behandlungseffizienz zweier Behandlungsmethoden (konventioneller Behandlungsansatz und Herbst-Behandlung) bei Angle Klasse II:1 und II:2 verglichen. Die Behandlungseffizienz ist hierbei definiert als kürzere Behandlungsdauer mit besserem Ergebnis, welche durch den PAR-Index bestimmt wurde. Die Herbst-Behandlung war in Hinblick auf die Behandlungsdauer und Behandlungsqualität effizienter als die konventionelle Therapie (BREMEN & PANCHERZ 2003). Andere bisher veröffentlichte Studien zu einer Herbst-Multibracket-Behandlung bei Angle II:2 beschränken sich auf selektierte Patientengruppen mit einer Fallzahl von 14-37 Patienten (BOCK & RUF 2008, 2013, BOCK et al. 2009, EBERHARD & HIRSCHFELDER 1998, OBIJOU & PANCHERZ 1997, SCHWEITZER & PANCHERZ 2001, 2002).

Zum heutigen Zeitpunkt fehlt jedoch die Aussagekraft hinsichtlich der Behandlungsqualität einer großen Patientengruppe bzw. einer Gesamtpopulation an Angle-Klasse II:2-Patienten nach Herbst-Multibracket-Behandlung sowie deren Kurzzeitstabilität nach zweijähriger Retentionsphase.

## **2 ZIEL**

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Behandlungsqualität aller mit einer kombinierten Herbst-Multibracket-Apparatur behandelten Patienten in der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität zu untersuchen, die einen Bisstyp II:0 oder II:2 aufweisen. Die Behandlungsqualität (Hauptzielparameter) wird dabei über das Ausmaß der PAR-Wert-Veränderung (RICHMOND et al. 1992a, 1992b) sowie mittels Ahlgren-Skala definiert. Desweiteren wurden als Nebenzielparameter die Veränderung okklusaler Variablen sowie die Prävalenz gingivaler Rezessionen definiert.

## **3 MATERIAL UND METHODE**

Die Ethik-Kommission des Fachbereichs Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen genehmigte vor Studienbeginn dieses Forschungsprojekt (Antrag Nr. 80/14).

### **3.1 PATIENTENAUSWAHL**

Nach Sichtung der bis ins Jahr 1986 zurückreichenden Akten im Archiv der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität Gießen wurden diejenigen Patienten ausgewählt, welche mit einer Herbst-

Multibracket-Apparatur behandelt worden waren und die nach PANCHERZ (2018) dem Bisstyp II:0 und II:2 entsprachen. Allen Patienten gemeinsam war, dass sie eine Behandlung mittels einer kombinierten Herbst-Multibracket-Apparatur in den Jahren von 1986 - 2015 erhalten hatten und der aktive Teil abgeschlossen war oder auch die Nachbeobachtungszeit vollendet war. Die aktive Behandlung beschreibt dabei die Therapie mit Apparaturen, eventuelle notwendige Vorbehandlung, aber vor allem die Behandlung mit der Herbst-Apparatur sowie die anschließende Multibracket-Phase, während die Nachbeobachtungszeit als Retentionszeit definiert ist. Als Patientenunterlagen dienten die Patientenakte inklusive vorhandener Röntgenbilder sowie die kieferorthopädischen Studienmodelle, bei Unklarheiten wurden zusätzlich vorhandene intraorale Fotos herangezogen.

Die Patientenunterlagen wurden auf die nachfolgenden Einschlusskriterien kontrolliert:

- Herbst-Multibracket-Behandlung
- Bisstyp II:0 oder II:2 laut Akte
- Bis spätestens 12/2015 Ende der aktiven Behandlung
- Bis spätestens 12/2015 Ende der 24-monatigen Nachbeobachtungszeit (optional)
- Patientenakte oder Patientenkarte vorhanden, inklusive vorhandener Röntgenbilder  
*UND/ODER*
- Vorhandene Studienmodelle von mindestens 2 Zeitpunkten, davon ein Anfangsmodell

Es wurden für die Beurteilung der Behandlungsveränderung folgende Messzeitpunkte definiert:

- T1: Vor der Herbst-Apparatur (Beginn der Behandlung: Einsetzen der Herbst-Apparatur oder Beginn der notwendigen Vorbehandlung)
- T2: Nach Ende der aktiven Behandlung mit Entfernen der Herbst-Multibracket-Apparatur
- T3: Nach Ende der passiven Behandlung mit Ende mindestens 24-monatigen Nachbeobachtungszeit.

Das finale Patientenkollektiv umfasste 177 Patienten, die bis zum Jahresende 2015 mit einer Herbst-Multibracket-Apparatur behandelt worden waren. Zum ersten Zeitpunkt fehlten drei Modellpaare und zum Untersuchungszeitpunkt T2 ein weiteres Modell, konnte trotzdem eine Aussage zur Behandlungsqualität von 173 Modellpaaren für den Zeitpunkt T2 ermittelt werden. Zeitpunkt T3 mit dem Ende der Nachbeobachtungszeit erfüllten 95 Patienten, also somit 53,7 % des Gesamtpatientenguts von T1. Hier gab es ein fehlendes Modellpaar. Zwischen der Anfertigung des Modells vor der Herbst-Apparatur und der Herbst-Insertion lagen

durchschnittlich 7,2 Monate, was der Behandlungsplanung, der Antragstellung bei den Krankenkassen und der weiteren Terminvergabe geschuldet ist.

Nachfolgende Abbildung 4 zeigt die Gesamtstichprobe als Flussdiagramm zu allen vorhandenen Messzeitpunkten und Informationen zu den Studienmodellen. Ebenfalls erkennbar sind fehlende Informationen zu eingeschlossenen Patienten.

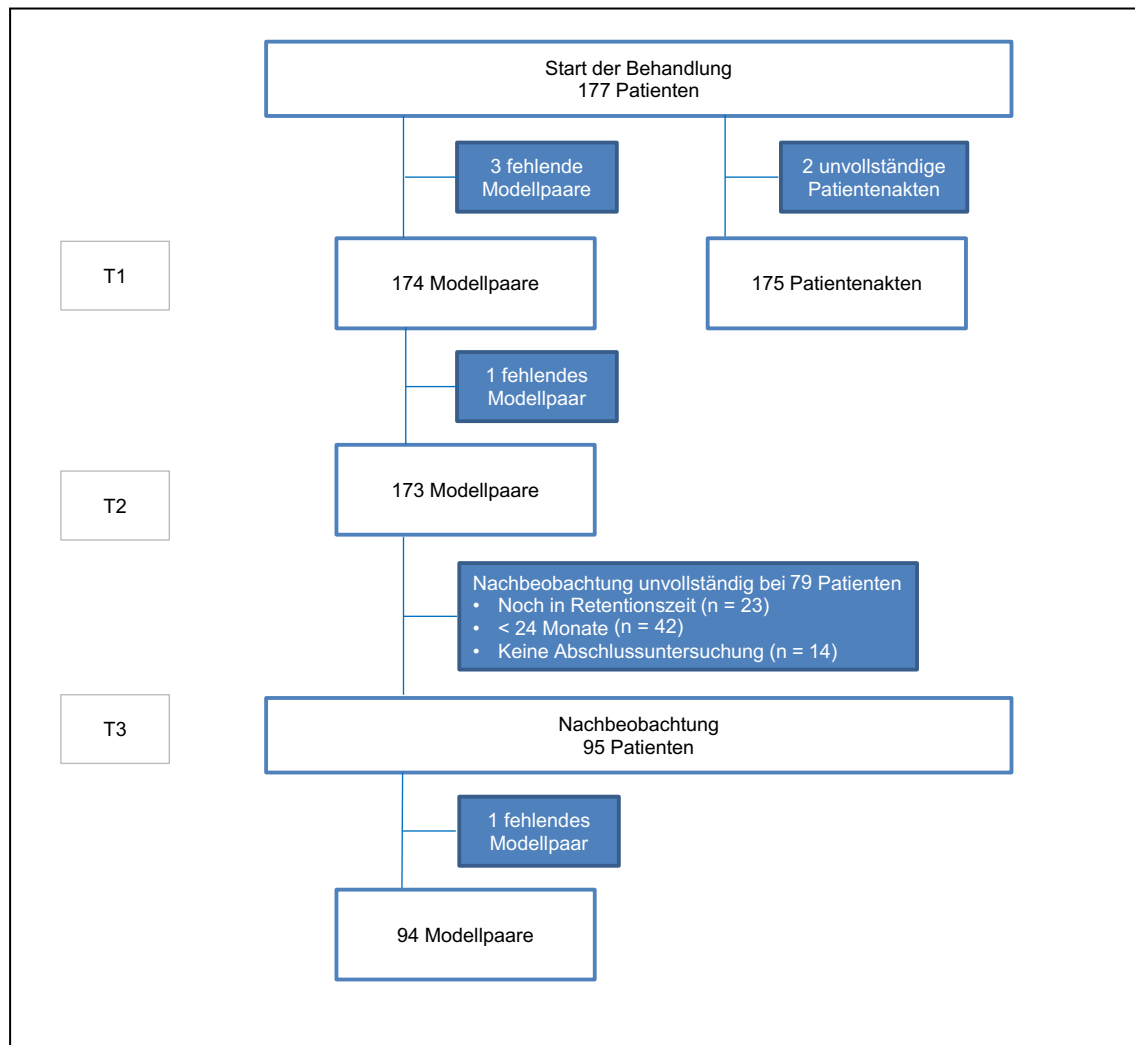


Abbildung 4: Darstellung der Patienten und der vorhandenen Unterlagen zu allen drei Zeitpunkten

### 3.2 AUSWERTUNG DER PATIENTENAKTE

Die Patientenakte wurde einerseits genutzt, um Alter und Geschlecht des Patienten zu erheben, als auch eine Auswertung folgender Daten zu erhalten:

- Dauer der jeweiligen Behandlungsschritte:  
Vorbehandlung (extern/intern), Herbst-Phase, Multibracket-Phase,  
Nachbeobachtungsphase sowie verwendete Apparaturen
- Habits und Funktionsstörungen  
Entsprechend der Angaben aus der Patientenakte im Rahmen der Erstuntersuchung  
aufgenommene Habits und Funktionsstörungen wurden spezifisch nach folgenden  
Kategorien dokumentiert:
  1. Lutschhabit
  2. Zungendysfunktion
  3. Mundatmung
  4. Lippendysfunktion
  5. Kauen auf Gegenständen
  6. Spielen von Blasinstrumenten
  7. atypisches Schluckmuster
  8. Trauma
  9. Kiefergelenkssymptomatik
  10. Sigmatismus
  11. Parafunktionen der Zähne
  12. Zwangsbiss
- Gründe für eine gegebenenfalls frühzeitige Beendigung der Behandlung oder  
Auslassen einzelner Behandlungsschritte
  1. Mangelnde Kooperation und Motivation
  2. Abbruch auf Patientenwunsch (wünschten keine weitere Therapie)
  3. Umzug/Behandlerwechsel

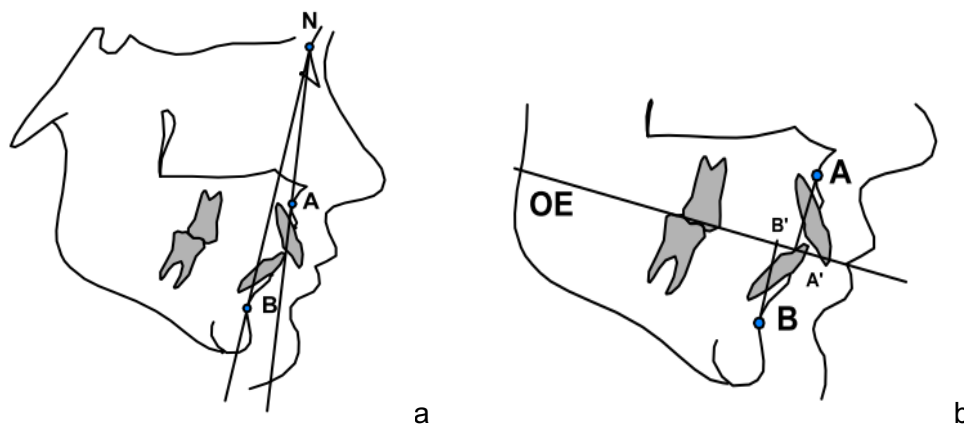
Des Weiteren wurden folgende Parameter dabei aus den Patientenakten extrahiert und in eine  
vorher erstellte Excel-Tabelle übertragen:

- Skelettale Reife vor Behandlung:  
Das Stadium der skelettalen Reife wurde entsprechend der Akte erhoben. Fehlte diese  
Beurteilung wurde die skelettale Reife anhand der Handwurzelenaufnahmen nach der  
Methode von HÄGG & TARANGER (1980) selbst röntgenologisch bewertet. Falls die  
Handwurzelröntgenaufnahme fehlte, erfolgte eine Beurteilung des dritten  
Halswirbelkörpers im vorhandenen Fernröntgenseitenbild nach der Methode von  
HASSEL & FARMAN (1995). Nach PANCHERZ & SZYSKA (2000) bietet die  
Halswirbelsäulenbeurteilung eine gleich hohe Validität und Reliabilität wie die

Handknochenbeurteilung. Auf eine genaue Beschreibung wird im Rahmen dieser Arbeit verzichtet und auf die weiterführende Literatur verwiesen.

- Übertragung der bereits ermittelten prätherapeutischen Winkel ANB und der „Wits“ Appraisal aus der kephalometrischen Analyse des Fernröntgenseitenbilds (FRS) zur Bestimmung der sagittalen Kieferbasenrelation, siehe Abbildung 5.

Diese Winkel dienen dazu, die Patienten in eine skelettale Klasse einzuteilen. Bei Werten des ANB bis  $5^\circ$  oder des Wits von  $0 \pm 3$  mm spricht man von einer skelettalen Klasse I, ANB  $> 5^\circ$  oder Wits  $> 3$  mm von einer skelettalen Klasse II. Bei einer Lagebeziehung von Mandibula zu Maxilla der Klasse III spricht man bei negativen Werten des ANB Winkels oder einem Wits von  $< -3$  mm.



**Abbildung 5: Darstellung der sagittalen Relation - a Winkel ANB - b "Wits"-Appraisal – Rechtwinklige Projektion der Punkte A und B auf die Okklusionsebene (Ruf 2006b)**

- Übertragung der prätherapeutische Winkel ML/NSL, Mandibularbasiswinkel genannt, ebenfalls aus der FRS-Analyse zur Beurteilung der vertikalen Kieferbasenrelation, siehe Abbildung 6. Ein Winkel von  $32^\circ$  gilt als normodivergent, ab  $< 26^\circ$  spricht man von einer Hypodivergenz, was einem horizontalen Wachstumsmuster entspricht und das Risiko für die Entstehung eines skelettalen Tiefbisses erhöht. Generell entspricht ein Wert  $> 38^\circ$  einer Hyperdivergenz, korrespondierend mit einer posterioren Rotation der Mandibula und vertikalem Wachstumsmuster.

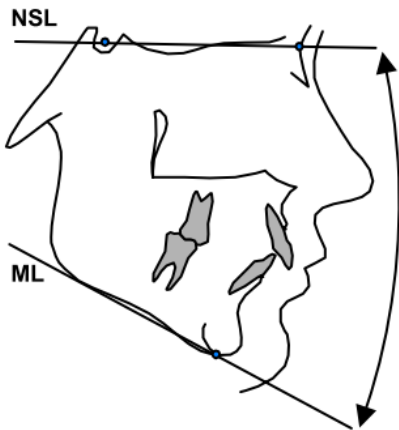


Abbildung 6: Darstellung des Winkels ML/NSL, auch Mandibularbasiswinkel genannt (RUF 2006b)

### 3.3 AUSWERTUNG DER STUDIENMODELLE

Um ein Studienmodellpaar visuell bezüglich der Okklusion zu beurteilen, muss es zuvor in exakter Lagebeziehung nach Angle und Dewey getrimmt werden (ANGLE 1908). Nur das dreidimensionale Trimmen gewährleistet, dass die Abweichungen der Okklusion oder Zahnstellung in allen drei Ebenen – Raphemedianebene, Tuberebene, Okklusionsebene – richtig beurteilt werden können. Ober- und Unterkiefer stehen dabei in der Schlussbissposition, welche mithilfe eines Wachsbisses reproduziert worden ist (KAHL-NIEKE 2010). Das Modellpaar kann so hinsichtlich der drei Bezugsebenen optimal beurteilt werden (KAHL-NIEKE 2010, SCHOPF 2008a, 2008b). Bei nicht eindeutig bestimmbar okklusalen Verhältnissen der Situationsmodelle wurde erneut der Wachsbisschlüssel genutzt und intraorale Fotos ergänzend, in Bezug zur eindeutigen Reproduktion als auch zur Mittellinienbestimmung, genutzt.

Ausgehend für die Behandlungsqualität wurde der PAR-Index nach RICHMOND et al. (1992a, 1992b) erfasst sowie die AHLGREN (1993) Methode verwendet. Zudem erfolgte eine Vermessung der okklusalen Variablen und die Studienmodelle wurden hinsichtlich gingivaler Rezessionen untersucht. Die Ergebnisse und Werte wurden auf einem speziell erstellten Auswertungsbogen notiert.

### 3.4 BEURTEILUNG DER BEHANDLUNGSQUALITÄT

Die vorhandenen Studienmodelle der Zeitpunkte T1 bis T3 wurden für den PAR-Index verwendet. Für die Ahlgren-Methode wurden lediglich die Studienmodelle vor der Herbst-Behandlung (T1) und nach Abschluss der Behandlung (T3) berücksichtigt.



### 3.4.1 PAR – INDEX NACH RICHMOND ET AL. (1992A, 1992B)

1992 führten RICHMOND et. al den PAR-Index ein, um anhand eines Wertes die kieferorthopädischen Behandlungsergebnisse zu beurteilen. Die fünf verschiedenen Komponenten des PAR-Index werden dabei nach definierten Werten gewichtet um einen Gesamtpunktwert zu erhalten. Dieser Wert kann als Zusammenfassung aller okklusalen Merkmale einer Malokklusion gewertet werden. Somit werden Abweichungen von einem idealen Zahnbogen und einer idealen Okklusion durch den PAR-Index beschrieben. Je schwerer der Ausprägungsgrad der Dysgnathie, desto höher der Wert des PAR-Index. Der Wert 0 würde einer idealen Situation entsprechen. Der PAR-Wert als Punktwert am Ende der Behandlung oder die Differenz zwischen Anfangs- und Endbefund als absolute oder prozentuale Angabe beschreibt die Qualität und den Grad der Verbesserung als das Ergebnis der kieferorthopädischen Maßnahme (RICHMOND 2005).

In Großbritannien und Europa wird die von RICHMOND et al. (1992a, 1992b) vorgeschlagene Gewichtung verwendet, während sich in den USA verschiedene Gewichtungen nach DEGUZMAN et al. (1995) etabliert haben (US PAR-Index). In dieser Arbeit soll nur die ursprüngliche Gewichtung Verwendung finden.

Wie bereits erwähnt, wird der PAR-Index nach RICHMOND et al. (1992a, 1992b) entweder in einer Reduzierung des PAR-Punktwerts angegeben oder mittels prozentualer Verbesserung. Zudem teilen die Autoren nach nachfolgenden Kategorien zusätzlich ein:

1. „greatly improved“, entspricht einer erheblichen Verbesserung (mind. 22 Punkte Reduzierung)
2. „improved“, kongruent mit einer Verbesserung von mind. 30 % Reduzierung
3. „worse no different“ gleicht einer Verschlechterung oder keinem Unterschied (weniger als 30% Reduzierung)

Es soll an dieser Stelle hervorgehoben werden, dass die Kategorie „greatly improved/erhebliche Verbesserung“ nur dann erreicht werden kann, wenn der Anfangswert über 22 Punkten liegt. Dabei spielt das Ausmaß der prozentualen Verbesserung keine Rolle.

Eine PAR-Kalibrierung um die Objektivität der Methode zu gewährleisten erfolgte im Rahmen eines PAR-Zertifizierungskurses von Prof. Dr. Stephen Richmond durch die Verfasserin dieser Arbeit, im Dezember 2014, Zertifikat siehe Anhang (Abbildung 96 auf Seite 177). RICHMOND et al. (1992a, 1992b) entwickelten ein spezielles Lineal, weiterführend PAR-Lineal genannt, um schnell und einfach die Auswertung vornehmen zu können. Dieses wurde für sämtliche Beurteilungen verwendet.

Die fünf Kategorien des PAR-Index gliedern sich folgendermaßen:

1. Oberes und unteres Frontzahnsegment (Kontaktpunktabweichungen)
2. Rechte und linke bukkale Okklusion
3. Overjet
4. Overbite
5. Mittellinie (Abweichung der Unterkiefermitte zur Oberkiefermitte)

#### *Oberes und unteres Frontzahnsegment*

Das anteriore Segment ist definiert von Eckzahn zu Eckzahn in den jeweiligen Kiefern. Abweichungen in Bezug auf die Kontaktpunktsituation werden hier angegeben. Dies kann durch Platzüberschuss, Platzmangel oder impaktierte Zähne hervorgerufen sein.

Die kürzeste Distanz in der Okklusionsebene zwischen zwei bleibenden, benachbarten Frontzähnen wird als Kontaktpunktabweichung definiert und mit dem PAR-Lineal gemessen. Falls die Abweichung weniger als 1 mm beträgt, erhält sie den Wert „0“, größere numerische Abweichungen erhalten höhere Werte, wobei der Wert „4“ einer Kontaktpunktabweichung von mehr als 8 mm entspricht. Als impaktiert wird ein Schneide- oder Eckzahn bewertet, wenn seine Lücke weniger oder genau 4 mm beträgt. Der PAR-Wert wäre in diesem Fall „5“. Die Werte von oberem und unterem Segment werden anschließend zusammenaddiert und am Ende einfach gewichtet.

Es werden nur Kontaktpunktabweichungen zwischen bleibenden Zähnen beurteilt. Milchzähne bleiben unbeachtet. Die Lücke wird nicht notiert, wenn der Patient eine prothetische Versorgung erhalten wird. Genauso wenig werden Kontaktpunkte beurteilt, die aufgrund schlechter konservierender Zahnbehandlungen, beispielsweise durch Füllungen, entstanden sind.

#### *Bukkale Okklusion*

Die bukkale Okklusion bewertet die Seitenzähne auf beiden Kieferseiten in allen drei Dimensionen (sagittal, vertikal, transversal). Gewertet wird vom Eckzahn bis zum letzten durchgebrochenen Molaren. In der transversalen Ebene zählt der Eckzahn nicht dazu. Sollte dieser im Kreuzbiss stehen, wird das in der nachfolgenden Kategorie Overjet beurteilt. Milchzähne oder nicht vollständig durchgebrochene Zähne werden ebenso nicht bewertet. Die Gesamtsumme der bukkalen Okklusion ergibt sich, wenn man jeweils die drei Werte von rechter und linker Seite zusammenaddiert. Am Ende werden diese einfach gewichtet.

Sagittal beurteilt man eine ideale Verzahnung (Wert „0“), eine Abweichung der Verzahnung nach mesial oder distal von weniger als  $\frac{1}{2}$  Prämolarenbreite (Pb) (Wert „1“) und genau eine

½ Pb Abweichung (Wert „2“). Diese besteht beispielsweise auch bei 1½ Pb. Werte von ¾ oder 1 ¼ Pb werden mit „1“ bewertet.

Vertikal wird das Vorhandensein eines lateral offenen Bisses an mindestens zwei Zähnen von mehr als 2 mm mit einem Wert „1“ beurteilt; weniger oder kein lateral offener Biss erhalten eine „0“.

In der transversalen Ebene wird die Verzahnung in mehrere Werte gegliedert: Kein Kreuzbiss wird mit dem Wert „0“ versehen. Eine Kreuz- oder Scherenbisstendenz erhält den Wert „1“. Der Wert „2“ beschreibt einen einzelnen im Kreuz- oder Scherenbiss stehenden Zahn. Befindet sich mehr als ein Zahn im Kreuzbiss wird dieser mit einer „3“ bewertet, mehr als ein Zahn im Scherenbiss mit dem Wert „4“.

### *Overjet*

Hierbei wird sowohl der sagittale positive Frontzahnüberbiss als auch der negative Frontzahnüberbiss (frontaler Kreuzbiss) beurteilt. Der Overjet (OJ) wird vom am weitesten labial stehenden Oberkieferschneidezahn zu seinem Antagonisten im Unterkiefer gemessen. Das Ende des PAR-Lineals (mit entsprechender Overjet Bezeichnung) wird hierzu parallel zur Okklusionsebene und senkrecht zum Zahnbogen gehalten. Falls ein Schneidezahn genau auf die Linie des Lineals fällt, wird der kleinere Wert gewählt. Sollte ein Eckzahn in Kreuz- oder Kopfbiss stehen, wird dieser in der anterioren Kopfbiss-Kategorie bewertet.

Falls ein großer Overjet und ein anteriorer Kreuzbiss parallel auftreten, werden die beiden jeweiligen Werte addiert. Am Ende wird die Kategorie sechsfach gewichtet. Vergleiche Tabelle 2 für eine detaillierte Auflistung der Overjet bzw. Kreuzbiss-Werte.

**Tabelle 2: PAR-Werte für Overjet und anteriorer Kreuzbiss**

Wert	Overjet	Wert	anteriorer Kreuzbiss
0	0 mm - 3 mm	0	kein anteriorer Kreuzbiss vorhanden
1	3,1 mm - 5 mm	1	ein oder mehrere Zähne im Kopfbiss
2	5,1 mm - 7 mm	2	ein Zahn im anterioren Kreuzbiss
3	7,1 mm - 9 mm	3	zwei Zähne im Kreuzbiss
4	größer 9,1 mm	4	mehr als zwei Zähne im Kreuzbiss

### *Overbite*

Der Overbite (OB) wird als größte vertikale Bedeckung des unteren Schneidezahnes von der Schneidekante des oberen Inzisivus gemessen. Das PAR-Lineal gibt hierüber Bedeckungsgrade in Dritteln des unteren Schneidezahnes an. Ein offener Biss wird in Millimetern angegeben. Sollten sowohl offener Biss als auch Overbite bei einem Patienten vorkommen, werden diese, wie beim Overjet, addiert. Anschließend wird diese Kategorie doppelt gewichtet. Tabelle 3 zeigt die Werte zu Overbite und offenem Biss.

**Tabelle 3: PAR-Werte für Overbite und offenen Biss**

Wert	Overbite	Wert	Offener Biss
0	Weniger als 1/3 Bedeckung des unteren Inzisivus	0	kein offener Biss
1	> 1/3 < 2/3 Bedeckung des unteren Inzisivus	1	< = 1 mm
2	> 2/3 Bedeckung des unteren Inzisivus	2	1,1 mm - 2 mm
3	>= ganze Zahnlänge des unteren Inzisivus	3	2,1 mm - 4 mm
		4	> 4,1 mm

### *Mittellinie*

Eine Mittellinienabweichung der Oberkieferfront wird im Verhältnis zur unteren Mittellinie beurteilt. Die Breite der unteren Schneidezähne entscheidet über die Abweichung und ist in Viertel untergeteilt. Es gibt vier Unterteilungen, welche in Tabelle 4 dargestellt werden. Falls ein unterer Schneidezahn fehlt oder extrahiert worden ist, wird eine untere Mittellinie abgeschätzt. Sollten die Oberkieferinzisivi überlappend stehen, so wird die obere Mittellinie als Durchschnitt der Überlappung angenommen. Die Mittellinienabweichung wird am Ende vierfach gewichtet.

**Tabelle 4: PAR-Werte für Mittellinienabweichung**

Wert	Mittellinie
0	Übereinstimmend - 1/4 Inzisivus-Breiten Abweichung
1	> 1/3 < 2/3 Bedeckung des unteren Inzisivus
2	1/4 - 1/2 Inzisivus-Breiten Abweichung
3	> 1/2 Inzisivus-Breiten Abweichung

### 3.4.2 AHLGREN - SKALA

Eine einfache Methode der visuellen Beurteilung des Behandlungserfolges stellte AHLGREN (1993) vor, indem er die Studienmodelle nach Behandlungsende und Retention (Zeitpunkt T3) im Verhältnis zum Anfangsmodell (Zeitpunkt T1) beurteilte. Das Ziel der kieferorthopädischen Behandlung war dabei die ideale Okklusion, wie von ANGLE (1908) definiert, siehe auch Abbildung 1 auf Seite 1. Die Oberkieferzähne stehen dabei harmonisch und überragen die

Unterkieferzähne, während der Unterkieferzahnbogen etwas schmaler als der Oberkieferzahnbogen ist. AHLGREN beurteilte eine Behandlung als erfolgreich, wenn sie vorteilhaft für den Patienten war und wenn ausgezeichnete, gute oder akzeptable Behandlungsergebnisse eingetreten waren. Dabei sind geringe individuelle Variationen ohne klinische Relevanz. Eine Analyse der Modelle ermöglicht Rückschlüsse, wie nah das Behandlungsergebnis an dem genannten Ziel, der normalen Okklusion, ist.

Die Skala nach AHLGREN (1993) definiert die Qualität des Behandlungsergebnisses nach folgenden Kriterien in fünf verschiedene Kategorien:

1. Kategorie A – ausgezeichnet – **excellent** (+++)
 

Normale Okklusion, ideale oder fast ideale Gebissverhältnisse wurden erreicht.
2. Kategorie B – gut - **good** (++)
 

Es gibt kleine Abweichungen von der Normalokklusion, z.B. kleine Lücken oder Engstände in der Unterkieferfront, geringe Kippungen oder Rotationen einzelner Zähne.
3. Kategorie C – akzeptabel – **acceptable** (+)
 

Deutliche Verbesserungen der anfänglichen Malokklusion sind sichtbar, jedoch mit leichten Anomaliesymptomen, z.B. mäßiger Engstand, vergrößerter Overjet und Overbite, distale Okklusion, die geringer als eine halbe Prämolarenbreite ist.
4. Kategorie D – inakzeptabel – **unacceptable** (-)
 

Die ursprüngliche Malokklusion hat sich nicht verändert bzw. hat sich verschlechtert oder ein neuer Gebissfehler hat sich entwickelt.
5. Kategorie E - Kein Behandlungsergebnis bzw. abgebrochene Behandlung (0)
 

Die angefangene Behandlung wurde nie beendet (z.B. durch Umzug oder schlechte Kooperation).

Zur Veranschaulichung der Kategorien wird auf die bildliche Darstellung in den Dissertationen von BREMEN (2000) und KRIEGER (2006) verwiesen.

Der frühere Abteilungsdirektor Prof. Dr. Pancherz beurteilte die Modelle der eingeschlossenen Patienten nach Behandlungsabschluss in den Jahren 1993 - 2005. Die nachfolgenden Jahrgänge bzw. Abschlüsse wurden von der amtierenden Abteilungsdirektorin, Prof. Dr. Ruf, bewertet. Nach KLAUS et al. (2017) ist die Methode vor allem in Bezug auf inakzeptable Ergebnisse strenger als das PAR-Nomogramm.

### 3.5 BEURTEILUNG DER OKKLUSALEN VARIABLEN

Die okklusalen Variablen wurden unter sagittalen und vertikalen Gesichtspunkten anhand der Studienmodelle bewertet. Waren trotz vorhandener Studienmodelle einzelne Zähne nicht beurteilbar, da sie noch nicht eruptiert oder auf dem Modell abgebrochen waren, konnte keine Beurteilung erfolgen. Dies erklärt teils unterschiedliche Fallzahlen innerhalb eines Untersuchungszeitpunkts trotz vorhandener Modelle.

#### 3.5.1 MOLAREN- UND ECKZAHNRELATION

Die Beurteilung der Seitenzähne und der Eckzähne erfolgte visuell in der sagittalen Ebene in Schlussbissposition. Als neutrale Verzahnung bezeichnet man eine Situation, in der der mesiobukkale Höcker des ersten oberen Molaren zwischen den mesiobukkalen und den mittleren Höcker des ersten unteren Molaren trifft. Die Spitze des Oberkiefereckzahnes trifft bei einer neutralen Verzahnung zwischen den Unterkiefereckzahn und den ersten Prämolaren. Abweichungen davon werden im deutschsprachigen Raum meist in Prämolarenbreiten angegeben. Der Oberkiefer ist als Bezugsebene definiert, sodass der Unterkiefer Abweichungen in Viertelprämolarenbreiten ( $\frac{1}{4}$ ;  $\frac{1}{2}$ ;  $\frac{3}{4}$ ; 1;  $1\frac{1}{4}$ ; etc.) nach distal oder mesial aufweisen kann (RUF 2006b). Die Abweichungen wurden getrennt für die rechte und linke Seite aufgenommen.

#### 3.5.2 OVERBITE

##### *ALLGEMEIN*

Der Overbite ist definiert als vertikaler Frontzahnüberbiss zwischen den Schneidekanten der oberen und unteren Frontzähne und beträgt ca. 2 – 3,5 mm (RUF 2006b). Es wurde der größte Abstand der Schneidekanten der oberen Frontzähne zu denen der unteren in der vertikalen Ebene in Schlussbissposition gemessen. Dies erfolgte mittels Schieblehre von *Hammacher (HSL247-52 „Züricher Modell“)* und Geometrie-Dreieck von Brunnen (Artikelnummer 1049754) in 0,5 mm Schritten jeweils getrennt für die rechte und die linke Seite. Treffen in einer Schlussbissposition die Oberkieferschneidezähne direkt auf die Unterkieferschneidezähne, wird dies Kopfbiss genannt und mit dem Wert „0“ versehen. Einem offenen Biss, gekennzeichnet durch eine nicht vorhandene vertikale Überlappung der Schneidekanten, wurde ein negativer Wert gegeben.

##### *OVERBITE MIT GAUMENSCHLEIMHAUTKONTAKT*

Die Berührung der Gaumenschleimhaut palatinal der oberen Inzisivi durch einen oder mehrere untere Inzisivi in Schlussbissposition analog dem Overbite wurde separat erfasst. Das

Vorhandensein wurde mit „ja“, „nein“ oder „nicht beurteilbar“ bewertet. Kriterium hierfür war eine Einkerbung der Papilla Inzisiva bzw. ein deutlicher Kontakt der Unterkieferfrontzähne an der Gaumenschleimhaut bei einer Beurteilung des Modellpaares von dorsal. Eine zusätzliche Notierung erfolgte, falls der Gaumenschleimkontakt einzig durch einen unteren Caninus erkennbar war.

#### *OVERBITE MIT KONTAKT IM UNTERKIEFER-VESTIBULUM*

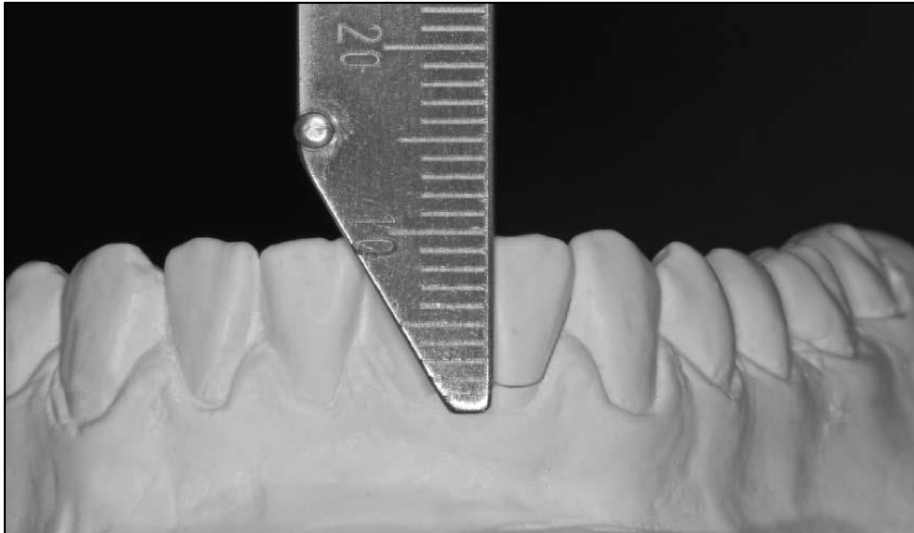
Ein Kontakt der Oberkiefer-Frontzähne im Unterkiefervestibulum in Schlussbissposition entsprechend dem Overbite wurde mit „ja“, „nein“ oder „nicht beurteilbar“ erfasst. Kriterium hierfür war eine deutliche Berührung eines oder mehrerer Oberkiefer-Inzisivi mit dem Unterkiefer-Vestibulum bei der Modellpaar betrachtung von lateral.

### 3.5.3 OVERJET

Der Overjet ist definiert als sagittaler Frontzahnüberbiss und beträgt im Normalfall 2 – 3,5 mm (RUF 2006b). Es wurde die größte Abweichung der Schneidekantendistanz der oberen Inzisivi rechts und links zu den antagonistischen unteren Inzisivi in der sagittalen Ebene gemessen. Dies erfolgte mittels oben genannter Schieblehre und Messzirkel in 0,5 mm Schritten jeweils parallel zur Okklusionsebene. Der umgekehrte sagittale Frontzahnüberbiss, auch frontaler Kreuzbiss genannt, wurde mit negativem Vorzeichen (- Wert) bewertet. Getrennt gemessen und notiert für die rechte und linke Seite, wurde abschließend die größte Schneidekantendistanz verwendet.

## 3.6 BEURTEILUNG DER REZESSIONEN

Eine labiale, gingivale Rezession, definiert als weitgehend entzündungsfreier Zahnfleischrückgang unterschiedlicher Ätiologie, wird von der Schmelz-Zement-Grenze bis zum tiefsten Punkt des Gingivarands vertikal in Millimetern (mm) gemessen (WOLF et al. 2012). Für die Studienmodelle wurden labiale gingivale Rezessionen an bleibenden, vollständig durchgebrochenen Zähnen zunächst als „vorhanden“, „nicht vorhanden“ oder „nicht beurteilbar“ bewertet. Im Falle von vorhandenen und beurteilbaren Rezessionen wurden diese für jeden Zahn individuell, ausgeschlossen Weisheitszähne, in 0,5 mm Schritten manuell mit genannter Schieblehre gemessen, siehe Abbildung 7 und in einer Tabelle notiert. Als „nicht beurteilbar“ galten solche Fälle, die aufgrund einer Zahnfleischschwellung, Luftblasen am Gipsmodell oder sonstiger Artefakte keine Beurteilung der Schmelz-Zement-Grenze bzw. des Gingivarand zuließen.



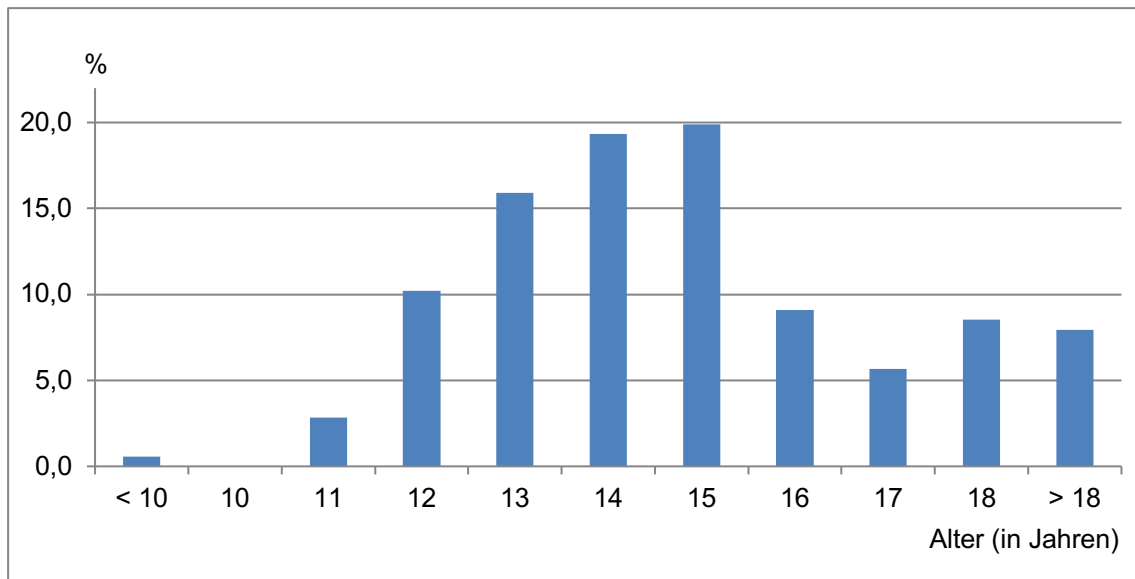
**Abbildung 7: Labiale, gingivale Rezession (Bock et al. 2019).**  
Messung von der Schmelz-Zement-Grenze bis zum tiefsten Punkt des labialen Gingivarands in Millimetern mit einer Schieblehre Hammacher (HSL247-52 „Züricher Modell“)

### 3.7 BESCHREIBUNG DER STICHPROBE

#### 3.7.1 ALLGEMEIN

Die allgemeinen Einschlusskriterien erfüllten 177 Patienten der Poliklinik für Kieferorthopädie der Justus-Liebig-Universität Gießen. Die Patienten waren zu 58,2 % (n = 103) weiblichen und zu 41,8 % (n = 74) männlichen Geschlechts. Der Bisstyp II:2 war mit 80,2 % (n = 142) am meisten vertreten, während sich die restlichen 19,2 % (n = 35) auf den Bisstyp II:0 aufteilten. Das prätherapeutische Alter der Patienten (n = 176) lag durchschnittlich bei  $15,7 \pm 5,1$  Jahren, mit einem Median von 14,6 Jahren, bei einem Minimum von 7,3 Jahren und einem Maximum von 43,9 Jahren. Nachfolgende Abbildung 8 zeigt die detaillierte Altersverteilung, wobei auffällt, dass der größte Teil der Patienten (74,4%) zwischen 12 und 16 Jahren alt waren, den zweitgrößten Anteil machten erwachsene Patienten ( $\geq 18$  Jahren) mit 16,5 % aus.

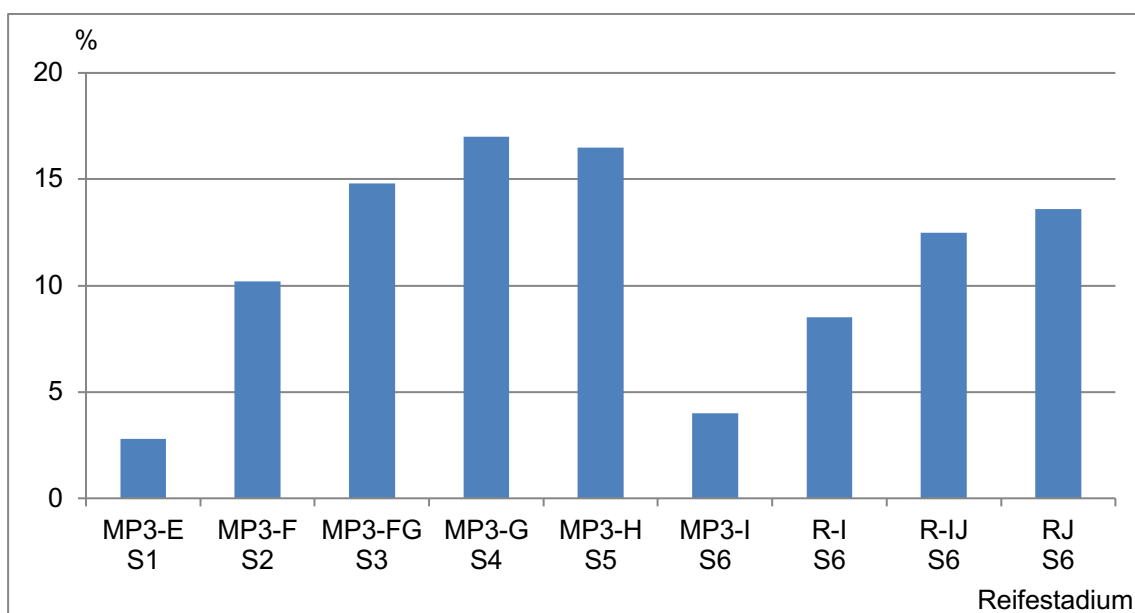




**Abbildung 8: Prozentuale Verteilung der Patienten (n = 176) auf das Alter vor Behandlungsbeginn T1 (gerundet in Jahren)**

### 3.7.2 SKELETTALE REIFE NACH HÄGG & TARANGER (1980)

Die skeletale Reife vor Behandlungsbeginn konnte nach der Methode von HÄGG & TARANGER (1980) bei 168 Patienten bestimmt werden, die Methode von HASSEL & FARMAN (1995) kam bei 8 Patienten zum Einsatz. Gemäß ähnlicher Untersuchungen von RUF & PANCHERZ (2006) wurden die Stadien R-IJ und R-J als Erwachsenenalter definiert. Die Verteilung hinsichtlich der Wachstumsstadien ist Abbildung 9 zu entnehmen. Ein großer Anteil der Patienten (48,3 %, n = 85) befand sich im Bereich des pubertären Wachstumsmaximums entsprechend der Stadien MP3–FG, –G und –H.



**Abbildung 9: Prozentuale Verteilung der Patienten (n = 176) auf die skelettale Reife nach HÄGG & TARANGER (1980) bzw. HASSEL & FARMAN (1995) zu Behandlungsbeginn (T1)**

### 3.7.3 SKELETTALE KLASSE

Die skelettale Klasse wurde anhand der kephalometrischen Analyse des prätherapeutischen Fernröntgenseitenbildes bei 176 Patienten ermittelt. Die sagittale Kieferrelation entsprach in 58,5 % (n = 103) einer skelettalen Klasse II. Dies entspricht einer retrognathen Position der Mandibula zur Maxilla, charakterisiert durch einen erhöhten ANB-Winkel > 5° und/oder ein „Wits“-Appraisal von > 3 mm. Deutlich erkennbar sind in Tabelle 5 die erhöhten Mittelwerte bei ANB bzw. „Wits“ im Vergleich zur Norm (RUF 2006b). Entsprechend des Winkels ANB und des „Wits“ konnte man 40,3 % (n = 71) der skelettalen Klasse I zuordnen. Das Patientenkollektiv lag mit einem durchschnittlichen Mandibularbasiswinkel (ML/NSL) von 29° eher im unteren Normbereich der vertikalen Kieferbasenrelation. Einer Hypodivergenz mit einem Mandibularbasiswinkel kleiner 26 ° entsprachen 26,7 % (n = 47), einer Hyperdivergenz mit Werten > 38 ° entfielen 5,7 % (n = 10) der Patienten. Die Werte von ML/NSL variierten bei zwischen 13,5° bis 42°. Tabelle 5 zeigt die kephalometrische Analyse der prätherapeutischen Winkel.

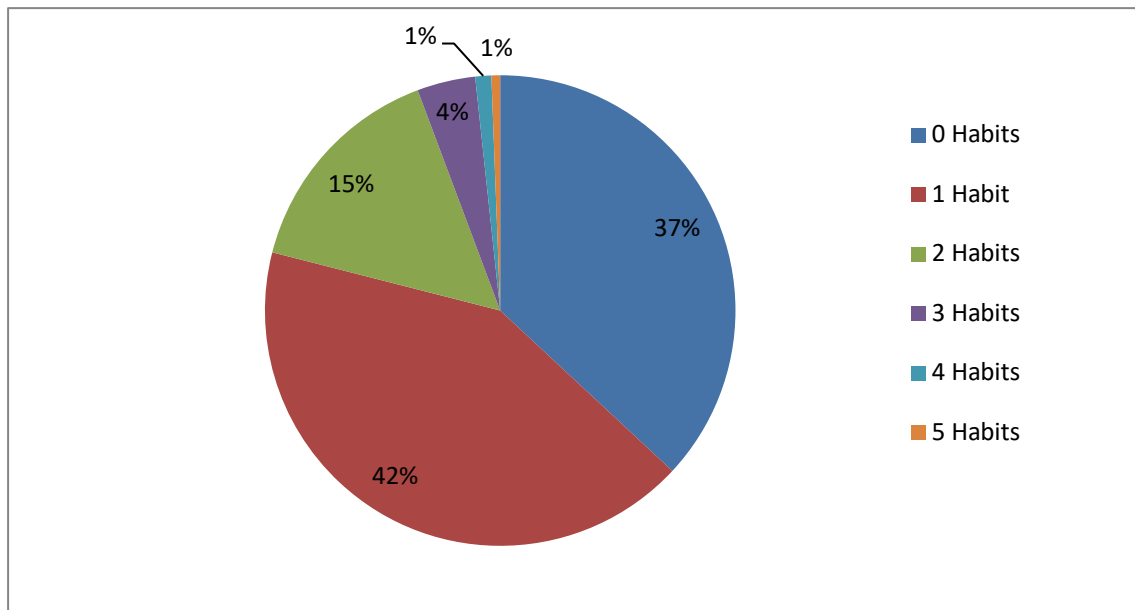
**Tabelle 5: Übersicht der sagittalen Kieferbasenrelation mit dem Winkel ANB und „Wits“ sowie der vertikalen Kieferbasenrelation mit dem Mandibularbasis-Winkel (ML/NSL) des Patientenkollektivs (n = 176) zu Behandlungsbeginn**

Winkel	Norm	Mittelwert	SD	Minimum	Maximum	Median
ANB	2	4,8	1,9	-1	9,5	5,0
"Wits"	0	3,3	2,4	-3	10	2,4
ML/NSL	32	29,2	5,8	13,5	42	29,5

### 3.7.4 HABITS UND FUNKTIONSTÖRUNGEN

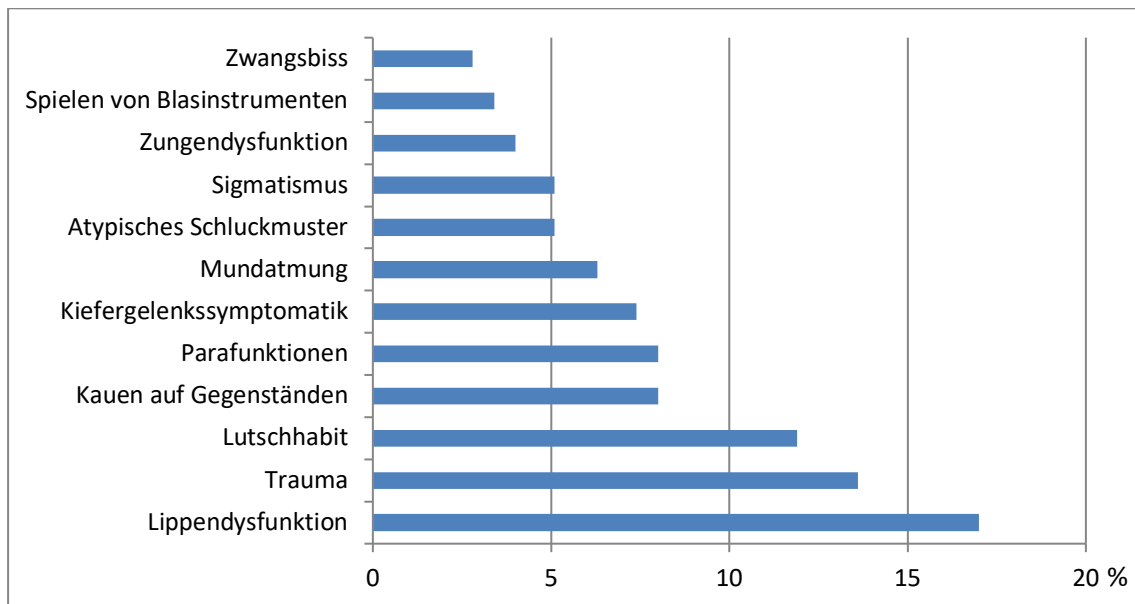
Die Habits konnten bei 176 Patienten aus dem Anamnesebogen abgelesen werden, welcher bei der Aufnahmeuntersuchung ausgefüllt worden war. Wie aus Abbildung 10 erkennbar, lagen bei gut einem Drittel der Patienten (35,9 %, 65 von 176 untersuchten Patienten) keine Habits vor. Somit besaßen fast zwei Drittel der Patienten ein oder mehreren Habits und Funktionsstörungen zu Behandlungsbeginn. Am häufigsten lag hierbei ein Habit bzw. eine Funktionsstörung vor (74 Patienten bzw. 42 %). 27 Patienten (15,3 %) wiesen zwei Habits auf, während bei den restlichen Patienten drei oder vier Habits bzw. Funktionsstörungen bestanden. In einem Fall lagen 5 Habits vor.

MATERIAL UND METHODE  
BESCHREIBUNG DER STICHPROBE



**Abbildung 10: Relative Anzahl an Patienten (n = 176) mit Anzahl der Habits und Funktionsstörungen bei Aufnahme**

Die Lippendysfunktion stellte bei der Auswertung aller Patienten das am häufigsten vertretende Habit dar. Abbildung 11 gibt einen detaillierten Überblick über die vorgekommenen Habits und Funktionsstörungen bei Behandlungsbeginn.



**Abbildung 11: Relative Anzahl der Patienten (n = 176) in Bezug auf das jeweilige Habit bzw. Funktionsstörung**

### 3.7.5 VORBEHANDLUNG

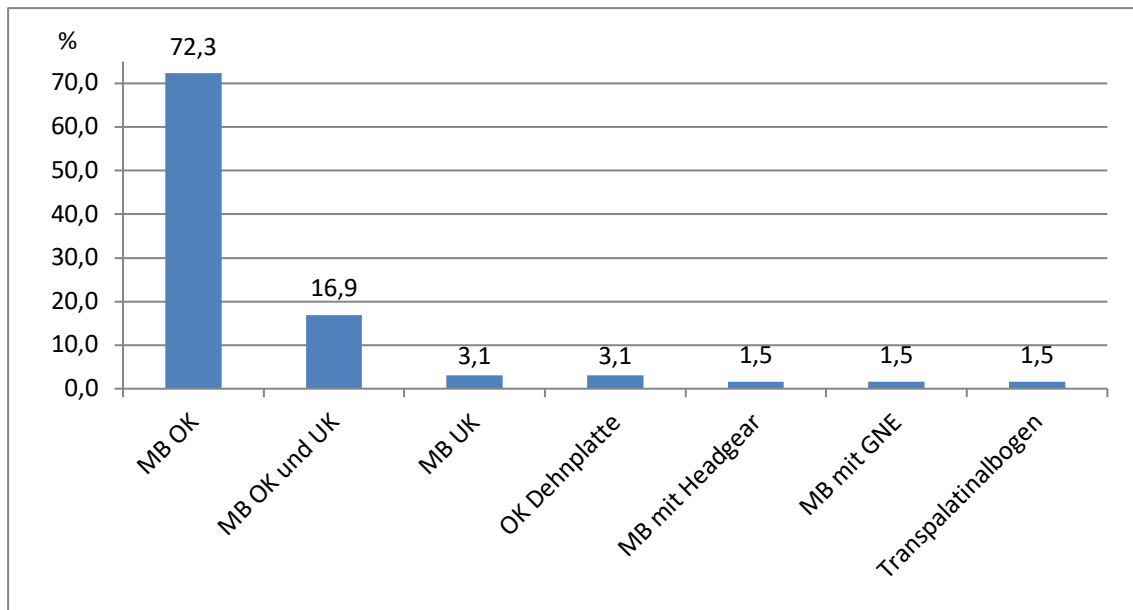
#### *EXTERNE VORBEHANDLUNG*

Eine externe Behandlung im Sinne einer Früh- oder Vorbehandlung erhielten ein Fünftel der Patienten (20,5 % oder 36 Patienten bei  $n = 176$ ), bevor sie dann am Studienort vorstellig wurden. Die Vorbehandlung dieser Gruppe ( $n = 36$ ) dauerte im Durchschnitt  $3,0 \pm 2,2$  Jahre mit einem Median von 2,0 Jahren, wobei die Zeitangaben teilweise von Patientenseite oder aufnehmendem Kieferorthopäden nur geschätzt worden waren bzw. teilweise nicht bekannt waren ( $n = 7$ , 19,4 %). Dabei wurden verschiedene kieferorthopädische Apparaturen verwendet. Herausnehmbare Apparaturen erhielten dabei 12 (33,3 %) der Patienten, 5 (13,9 %) der Patienten wurden mit festsitzenden Apparaturen versorgt und der Anteil von 3 (8,3 %) an Patienten erhielt eine Kombination aus beidem. Bei 16 (44,4 %) der Patienten war das verwendete kieferorthopädische Gerät nicht bekannt.

#### *INTERNE VORBEHANDLUNG*

Am Studienort erhielten 44,6 % ( $n = 78$ ) eine Vorbehandlung ( $n = 175$ ), davon waren auch 13 Patienten betroffen, die bereits extern vorbehandelt worden waren. Während manche Vorbehandlungen als Therapieversuche anzusehen waren, konnten andere Behandlungen als Voraussetzungen für die Herbstbehandlung gesehen werden und wurden somit als notwendig betrachtet. Letzteres war bei 83,3 % ( $n = 65$ ) der vorbehandelten Patienten zutreffend. Diese notwendige Vorbehandlung dauerte durchschnittlich  $5,6 \pm 3,7$  Monate (Median 5,0 Monate). Dabei stellte die Multibracket-Apparatur im Oberkiefer die häufigste notwendige Vorbehandlung dar ( $n = 47$ ), wie aus Abbildung 12 ersichtlich wird. Weitere Behandlungsgeräte sind ebenfalls aufgezeichnet.

## MATERIAL UND METHODE BEHANDLUNGSDAUER



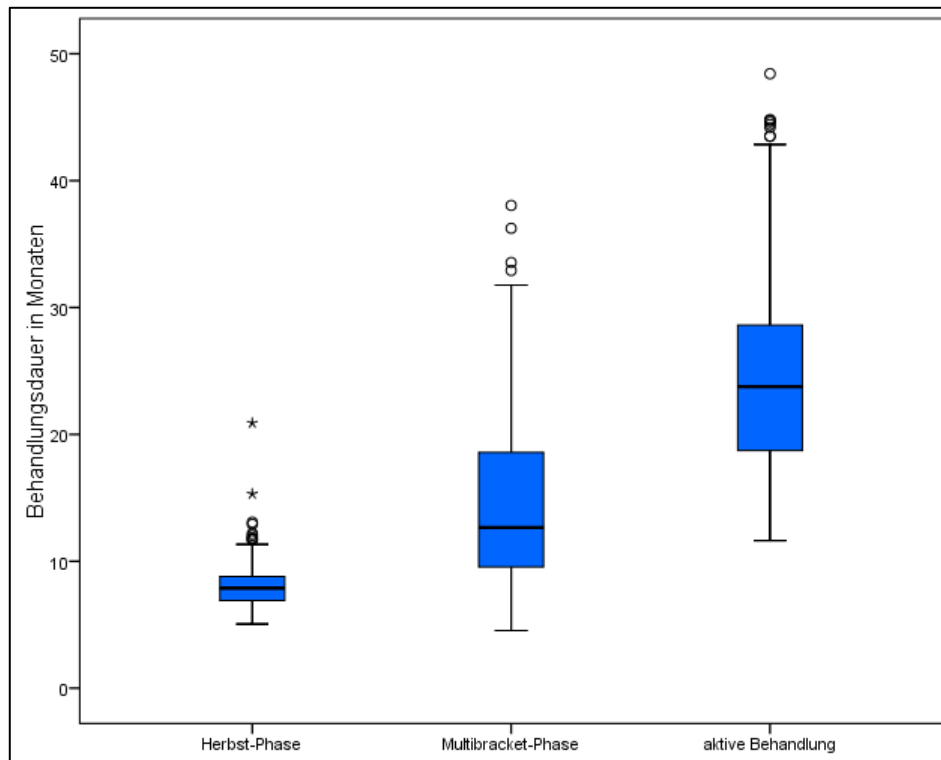
**Abbildung 12: Relative Häufigkeiten der verschiedenen Behandlungsgeräte der notwendigen Vorbehandlung (n = 65)**

MB abgekürzt für Multibracket-Apparatur, OK für Oberkiefer, UK für Unterkiefer, GNE für eine Apparatur zur Gaumennahterweiterung.

### 3.8 BEHANDLUNGSDAUER

Die Behandlungsdauer aller Patienten (n = 176) betrug während der reinen Herbst-Phase durchschnittlich  $8,1 \pm 1,9$  Monate, mit einem Minimum von 5,1 und Maximum von 20,9 Monaten bei einem Median von 7,9 Monaten. Die Phase mit anschließender Multibracket-Apparatur dauerte bei den Patienten (n = 176) im Mittel  $14,4 \pm 6,6$  Monate mit einem Median von 12,7 Monaten. Hier variierten kleinster und größter Wert mit 4,5 resp. 38,0 Monaten. Es ergab sich eine Gesamtdauer der aktiven Behandlung von durchschnittlich  $24,6 \pm 7,9$  Monaten bei einem Median von 24 Monaten. Auch hier lag eine große Streuung der Werte vor. Abbildung 13 zeigt dies grafisch mittels Boxplots. Der Wert der aktiven Behandlung ist etwas höher als die reine Herbst- und Multibracket-Phase zusammen, da teilweise noch die notwendige Vorbehandlung bei den zuvor erwähnten 65 Patienten zur aktiven Behandlungsphase hinzugezählt wurde, wie weiter oben erläutert.

## MATERIAL UND METHODE RETENTIONSZEIT



**Abbildung 13: Behandlungsdauer in Monaten während der Herbst-Phase, Multibracket-Phase und aktiven Behandlung bei n = 176**

Entsprechend der Patientenakte wurde entnommen, ob den Patienten während der Herbst-Behandlung zusätzliche Behandlungsgeräte eingegliedert worden waren. Diese Angaben waren jedoch teils nicht ersichtlich, sodass nur 125 der 177 Patienten (70,6%) hierzu berücksichtigt werden konnten. Bei 53 Patienten (42,4% bei n = 125) erfolgte zeitgleich zur Eingliederung der Herbst-Apparatur eine Insertion von Brackets auf die Oberkieferfrontzähne. Bei 11 Patienten (8,8% bei n = 125) wurde parallel eine Apparatur zur Gaumennahterweiterung (GNE) eingegliedert bzw. bei zusätzlichen 6 Patienten erfolgte dies in Kombination mit der Insertion von Brackets auf den Oberkieferfrontzähnen.

### 3.9 RETENTIONSZEIT

Für die Beurteilung der Retentionszeit bzw. Kurzzeitstabilität wurden nur solche Patienten berücksichtigt, deren Nachbeobachtungszeit mindestens 24 Monate war. Erkennbar aus Abbildung 4 erfüllten 95 Patienten dieses Kriterium, wovon 94 Modellpaare vorhanden waren. Somit wurden 82 Patienten der insgesamt 177 Patienten nicht berücksichtigt. Während sich 23 dieser Patienten zum Zeitpunkt der Untersuchung noch in der Retentionszeit befanden, war die Kurzzeitstabilität bei 45 Patienten geringer als 24 Monate. Bei 14 Patienten gab es kein

Abschlussmodell, sodass keine Retentionszeit definiert werden konnte. Bei 2 dieser Patienten erfolgte ein Behandlungsabbruch zwischen T2 und T3 aufgrund mangelhafter Kooperation und Mitarbeit, während weitere 2 Patienten den Behandler in dieser Zeit wechselten. Bei 10 Patienten war der Grund unbekannt, da der Patientenakte kein Hinweis entnommen werden konnte, außer einer versäumten Abschlussuntersuchung mit entsprechenden Abdrucknahmen. Eine Übersicht hierzu gibt Abbildung 4 auf Seite 16.

Die durchschnittliche Nachbeobachtungszeit der Patienten ( $n = 95$ ) lag bei  $29,1 \pm 7,4$  Monaten, mit einem Median von 26,3 Monaten. Eine detaillierte Darstellung ist in Abbildung 14 gegeben. Bei knapp 90 % lag die Nachbeobachtungszeit innerhalb von 3 Jahre nach Ende der aktiven Behandlung. Es gab maximale Spannen von bis zu 74,0 Monaten.

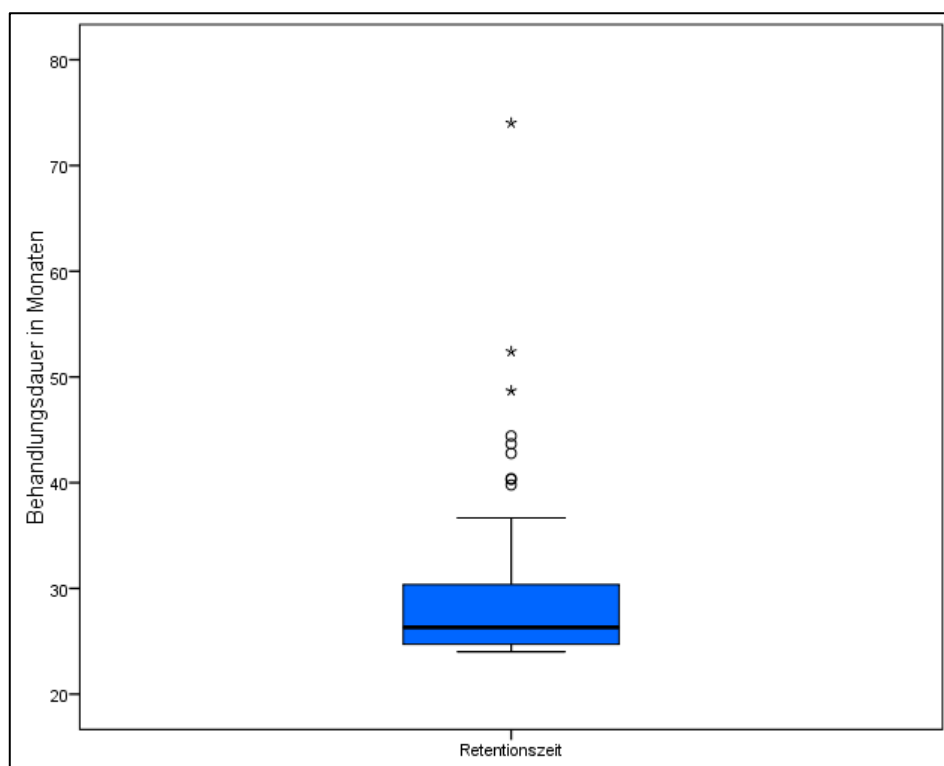


Abbildung 14: Behandlungsdauer in Monaten während der mindestens 24-monatigen Retentionszeit bei  $n = 95$

### 3.10 RETENTION

Insgesamt hatten 100 % aller Patienten mit Modellpaaren zum Zeitpunkt T2 ( $n = 173$ ) ein oder mehrere Retentionsgeräte erhalten. Zum Zeitpunkt der mindestens 24-monatigen Retentionszeit waren bei fast allen Patienten der Modellauswertung ( $n = 94$ ) die Retentionsgeräte in situ, wie aus Tabelle 6 entnommen werden kann. Dabei wurden 63,8 % der Patienten mit einem Ober- und Unterkieferretainer retiniert, während die Zahl der

insgesamt mit Unterkiefer-Retainer versorgten Patienten bei 89,4 % (n = 84) lag. Nur 3 Patienten hatten zum letzten Untersuchungszeitpunkt weder im Ober- noch im Unterkiefer ein Retentionsgerät. Zusätzlich muss gesagt werden, dass einige Retentionsgeräte in Kombination vertreten waren, so kam der Aktivator bei 31,9 % (n = 30) Patienten zusätzlich zu einem oder zwei festsitzenden Retainern zum Einsatz. Ein Hawley-Retainer im Oberkiefer wurde in 30,8 % (n = 29) Fällen registriert, wobei dieser fast immer in Kombination mit einem geklebten Unterkiefer- oder einem Ober- und Unterkieferretainer vorkam. Wurden mehrere Geräte eingegliedert, wurde bei der Aufzählung in der nachfolgenden Tabelle 6 dem festsitzenden Gerät der Vorrang gewährt.

**Tabelle 6: Retentionsgeräte im Ober- und Unterkiefer zum Zeitpunkt T3 nach Abschluss der Retentionszeit bei n = 94**

		Oberkiefer Retentionsgerät			Gesamt	
		festsitzend	lose	keins		
Unterkiefer Retentions- gerät	festsitzend	n	60	18	6	84
		%	63,8%	19,1%	6,4%	89,4%
	lose	n	0	3	0	3
		%	0,0%	3,2%	0,0%	3,2%
	keins	n	0	4	3	7
		%	0,0%	4,3%	3,2%	7,4%
Gesamt	n	60	25	9	94	
	%	63,8%	26,6%	9,6%	100,0%	

Betrachtet man bei den untersuchten Patientenabschlüssen den langen Zeitraum der Behandlungsmethode kann man feststellen, dass anfangs am Studienort Unterkiefer-Retainer in Kombination mit Oberkiefer-Hawley-Apparaturen bzw. Aktivatoren eingegliedert worden waren, während in der neueren Zeit fast immer geklebte Ober- und Unterkieferretainer zum Einsatz kamen und vereinzelt zusätzlich Aktivatoren eingesetzt worden waren.

### 3.11 SUBGRUPPEN-EINTEILUNG

Es wurden Subgruppen definiert, um die Behandlungsergebnisse detaillierter zu beschreiben und auf mögliche Zusammenhänge zu prüfen. Zunächst erfolgt eine genaue Beschreibung der definierten Subgruppen.



### 3.11.1 SUBGRUPPE SKELETTALE REIFE

Anhand der Methode von HÄGG & TARANGER (1980) bzw. HASSEL & FARMAN (1995) wurden die Patienten (n = 176) gemäß ihrer Stadien der skelettalen Reife zum Zeitpunkt T1 in vier Subgruppen eingeteilt. Die Definition und die Verteilungen sind in Tabelle 7 dargestellt.

**Tabelle 7: Definition der Subgruppe skelettale Reife bei n = 176**

Subgruppe skelettale Reife	Stadium nach HÄGG & TARANGER (1980)	Fallzahl	
		(n)	(%)
Gruppe E-F	Frühes Stadium von MP3 - E bis einschließlich MP3 – F bzw. C3 Stadium 1 und 2 (2 Patienten)	23	13,0
Gruppe FG-G	Um den pubertären Wachstumsschub: zwischen MP3 - FG bis einschließlich MP3 – G bzw. C3 Stadium 3 und 4 (4 Patienten)	56	31,8
Gruppe H-IJ	Nach Ende des pubertären Wachstumsschubs: MP3 - H bis einschließlich R – IJ bzw. C3 Stadium 5 (2 Patienten)	73	41,5
Gruppe J	Abgeschlossenes Wachstum: R – J	24	13,6

*Anmerkung:* Aufgrund von Rundungsfehlern kann die Summe der relativen Häufigkeiten von 1,00 variieren.

Zum Zeitpunkt T1 fehlten 3 Modellpaare, jeweils ein fehlendes Modellpaar in Gruppe „E-F“, „H-IJ“ sowie „J“. Zusätzlich fehlte ein weiteres Modellpaar zum Zeitpunkt T2, dies kam in der Gruppe „E-F“ vor.

### 3.11.2 SUBGRUPPE SCHWEREGRAD DER MALOKKLUSION

Für diese Subgruppe wurde die maximale sagittale Ausprägung der Malokklusion im Bereich der Molaren, gemessen in Prämolarenbreiten (Pb), zum prätherapeutischen Zeitpunkt T1 berücksichtigt. Für die Analyse konnten alle 174 eingeschlossenen Modellpaare genutzt werden. Die größte Abweichung (rechte oder linke Molareseite) entschied hierbei, in welche der folgenden Subgruppen, kleiner gleich  $\frac{1}{2}$  Pb, zwischen  $\frac{1}{2}$  bis 1 Pb, größer 1 Pb, die Patienten zugeteilt wurden. Die Eckzahnrelation spielte aufgrund teilweise fehlender Eruption bei Behandlungsbeginn keine Rolle.

Zusätzlich wurden die Patienten bei Vorliegen einer ausgeprägten Rechts-Links-Differenz von  $\geq \frac{3}{4}$  Pb der weiteren Subgruppe „Subdivision“ zugeteilt. Der Schweregrad der Malokklusion sowie die Verteilungen der Subgruppe „Schweregrad der Malokklusion“ sind in nachfolgender Tabelle 8 gegeben:

**Tabelle 8: Definition der Subgruppe Schweregrad der Malokklusion bei n = 174**

Subgruppe Malokklusion	Schweregrad der Malokklusion	Fallzahl	
		(n)	(%)
≤ ½ Pb	Abweichungen ≤ ½ Pb distal	36	20,7
½ – 1 Pb	Abweichungen von > 0,5 bis ≤ 1 Pb distal	126	72,4
> 1 Pb	Abweichungen > 1 Pb distal	12	6,9
Subdivision	Rechts-Links-Differenz ≥ ¾ Pb distal	21	12,1

*Anmerkung:* Aufgrund der Zuordnung der zusätzlichen Kategorie „Gruppe Subdivision“ weicht die Summe der Fallzahlen von 174 bzw. 100% ab.

Das fehlende Modellpaar zum Zeitpunkt T2 gehörte der Gruppe „½ – 1 Pb“ an.

### 3.11.3 SUBGRUPPE GAUMENSCHLEIMHAUTKONTAKT

Ein vorhandener Gaumenschleimhautkontakt (GSHK) zu Behandlungsbeginn wurde als Merkmal für eine weitere Subgruppen-Analyse gewählt. Die Beurteilung war bei 172 Modellpaaren möglich, da zwei Modellpaare aufgrund abgebrochener Inzisivi keine Beurteilung des Gaumenschleimhautkontakts zuließen. Zudem konnten Patienten der Gruppe *Unterkiefer* zugeteilt werden, falls zusätzlich noch ein Kontakt der Oberkiefer-Inzisivi im Unterkiefervestibulum registriert worden war. Die Fallzahlen sind in Tabelle 9 wiedergegeben.

**Tabelle 9: Definition der Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt (GSHK) bei n = 172**

Subgruppe GSHK	Ausprägung des Gaumenschleimhautkontakts (GSHK)	Fallzahl	
		(n)	(%)
kein GSHK	kein GSHK	65	37,8
GSHK	vorhandener GSHK, einschließlich mit Unterkiefer-Eckzähnen	107	62,2
Unterkiefer	Unterkiefervestibulum-Kontakt	6	3,5

*Anmerkung:* Aufgrund von Rundungsfehlern weicht die Summe der relativen Häufigkeiten von 1,00 sowie durch die zusätzliche Zuordnung von Gruppe Unterkiefer von der Fallzahl 172 bzw. 100 % ab.

Das zum Zeitpunkt T2 fehlende Modellpaar gehörte der Gruppe „GSHK“ an.

### 3.11.4 SUBGRUPPE BISSTYP

Da in dieser Arbeit verschiedene Bisstypen zusammengefasst wurden, erfolgt eine getrennte Ansicht anhand der von PANCHERZ (2018) definierten Bisstypen, wie in Abbildung 2 am Anfang dargestellt. Alle 177 Patienten konnten so jeweils einer Gruppe zugeteilt werden, wie aus Tabelle 10 entnommen werden kann.

**Tabelle 10: Definition der Subgruppe Bisstyp bei n = 177**

Fallzahl

MATERIAL UND METHODE  
STATISTISCHE METHODE

Subgruppe	Bisstyp nach PANCHERZ' (2018)	(n)	(%)
II:0	Bisstyp II:0	35	19,8
II:2	Bisstyp II:2	142	80,2

*Anmerkung:* Aufgrund von Rundungsfehlern kann die Summe der relativen Häufigkeiten von 1,00 variieren.

Das fehlende Modellpaar zum Zeitpunkt T2 gehörte der Gruppe „II:2“ an.

### 3.12 STATISTISCHE METHODE

Nach Eingabe der händisch auf dem Erfassungsbogen aufgenommenen Daten in *Microsoft Office Excel 2010*, erfolgte eine doppelte Kontrolle aller eingegebenen Daten zur Sicherstellung der Qualität der Daten. Für das weitere Vorgehen wurde das Statistik-Programm *IBM SPSS Statistics 21* für die statistische Analyse unter Betreuung von Herrn Hudel, aus der Abteilung Medizinische Statistik des Instituts für Medizinische Informatik der Justus-Liebig-Universität in Gießen, verwendet.

Die Auf- und Vorbereitung der Daten umfasste die deskriptive Statistik, um einen Überblick über das Kollektiv zu bekommen mit einer Überprüfung der Verteilungsform. Es ist ein explorativer Charakter für das Forschungsvorhaben gewählt worden; damit soll ein detaillierter Einblick in eine große Zahl unselektierter Herbst-Multibracket-Patienten mit einem Bisstyp II:0 und II:2 gegeben werden. Die Ergebnisse sollten deshalb als Tendenzen, Indizien oder Hinweise gewertet werden.

Es wurden viele Faktoren untersucht sowie eine Untergliederung in Subgruppen vorgenommen, um einzelnen Sachverhalten detaillierter nachgehen zu können. Aufgrund der Tatsache, dass viele Variablen untersucht wurden, ist damit zu rechnen, dass es eine Verzerrung in den p-Werten gibt, also eine Anhäufung von falsch positiven Werten. Die Häufigkeit der Tests kann zu einer Häufung von falsch positiven Ergebnissen führen (multiples Testen). Multiples Testen führt zu einer Häufung von kleinen p-Werten. Da hier ein exploratives Vorgehen gewählt wurde, sind mit dem Wissen des multiplen Testens die p-Werte mit der gebotenen Sorgfalt und Vorsicht zu interpretieren. Variablen mit kleinen p-Werten ( $\leq 0,15$ ) wurden daher als tendenziell aufschlussreiche Einflussgrößen gewertet (Kandidatenselektion für weitere Forschung). Dies gilt für alle Variablen, die untersucht wurden.

Um auf mögliche Zusammenhänge für den Ausprägungsgrad der Malokklusion zu den jeweiligen Zeitpunkten zu prüfen, wurde dieser für jeden Zeitpunkt für die rechte und linke Seite gemittelt, um so einen möglichen Zusammenhang zur Ahlgren-Bewertung zu prüfen. Für

mögliche Zusammenhänge zur PAR-Wert-Reduktion wurde die Rangkorrelationsanalyse nach Spearman verwendet. Hier kam ebenfalls die gemittelte Malokklusionsreduktion zur Verwendung. Die Subgruppenanalyse wurde mit nicht-parametrischen Maßnahmen (Mann-Whitney-U-Test, Kruskal-Wallis-Test und Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test) durchgeführt. Um auf systematische Zusammenhänge zwischen dem Ergebnis nach Ahlgren und den Subgruppen zu prüfen kam der Exakte Test nach Fisher zum Einsatz, dieser wurde um die Wahrscheinlichkeit falsch-positiven Testens auszugleichen mittels der Bonferroni-Korrektur ergänzt.

### 3.13 BEOBACHTERRELIABILITÄT

Die Beobachterreliabilität wurde durch die erneute Messung der vollständigen Patientenunterlagen von 20 zufällig ausgesuchten Patienten in einem zeitlichen Abstand von mindestens vier Wochen ermittelt. Alle metrischen Bewertungen (Molarenrelation, Overbite, Overjet, Rezessionen), die Beurteilung des prätherapeutischen Handwurzelstadiums zur Ermittlung der skelettalen Reife sowie der PAR-Index zu den drei Zeitpunkten (T1, T2, T3) wurden wiederholt und der Tau-Koeffizienten nach Kendall ermittelt.

Der Tau-Koeffizient der okklusalen Variablen wies Werte zwischen 0,79 – 1,0 auf. Für die Rezessionen zeigte der Tau-Koeffizient nach Kendall Werte von 0,84 an. Die Wiederholung des PAR-Indexes ergab Werte von 0,94. Solche Werte des Tau-Koeffizienten deuten auf hohe Übereinstimmung hin (FIELD 2009). Der mittlere Methodenfehler nach Dahlberg lieferte für die Rezessionen Werte von  $0,07 \pm 0,08$ . Die wiederholte Beurteilung der skelettalen Reife ergab Werte von Kendall's Tau von 0,862, was auf eine hohe Übereinstimmung schließen lässt.

## 4 ERGEBNISSE

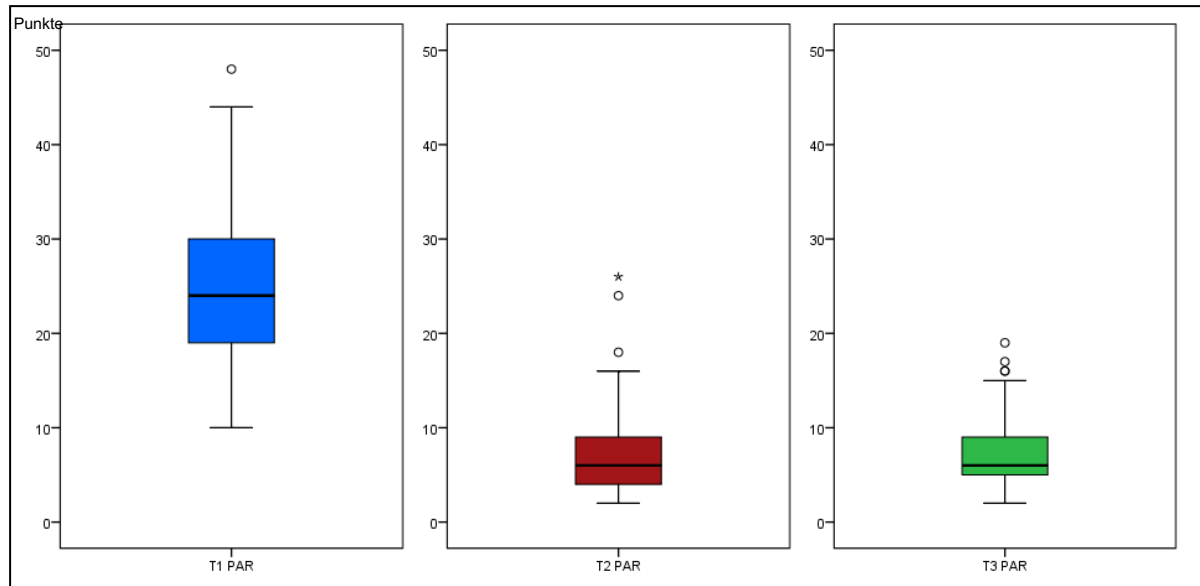
Nachfolgend werden die Ergebnisse innerhalb der Variablen zuerst allgemein für die Gesamtstichprobe, dann nach den definierten Subgruppen dargestellt. Die zur Beurteilung und Analyse herangezogenen Patientenkollektive sind jeweils in Klammern angegeben, „n“ bezieht sich dabei auf das verwendete Teil-Patientenkollektiv zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt.

### 4.1 BEHANDLUNGSQUALITÄT

#### 4.1.1 PAR-INDEX

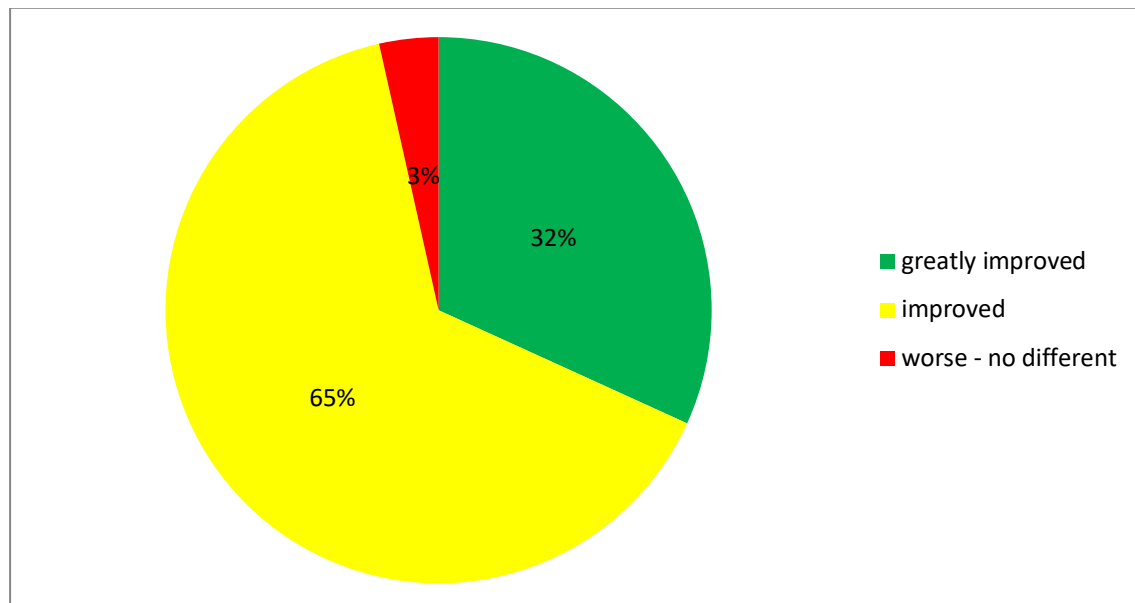
Zu Behandlungsbeginn Zeitpunkt T1 zeigten die Patienten (n = 174) einen erhöhten gewichteten PAR-Wert von durchschnittlich  $24,9 \pm 7,4$  Punkten, mit einem Median von 24 Punkte bei einem Minimum von 10 und Maximum von 48 Punkten. Durch die Behandlung mittels Herbst-Multibracket-Apparatur konnte dieser Wert zum Zeitpunkt T2 bei den Patienten (n = 173) deutlich reduziert werden. Es wurde ein durchschnittlicher PAR-Wert von  $6,9 \pm 4,1$  Punkte mit einem Median von 6 Punkten registriert bei einem Minimum von 2 und einem Maximum von 10 Punkten. Dies entspricht einer durchschnittlichen PAR-Wert Reduzierung für T1 zu T2 von  $18,0 \pm 7,7$  Punkten bzw. einer prozentualen Verbesserung von 70,5 % (SD = 17,8). Nach mindestens 24-monatiger Beobachtungszeit zum Zeitpunkt T3 konnten 94 (54,0 %) der anfänglichen 174 zur Verfügung stehenden Modellpaaren beurteilt werden. Hier wurde ein durchschnittlicher gewichteter PAR-Wert von  $7,2 \pm 3,5$  Punkte mit einem Median von 6 Punkten erreicht bei einem Minimum von 2 und einem Maximum von 19 Punkten. Für T1 zu T3 ergab sich eine PAR-Wert Verringerung von  $18,3 \pm 7,8$  Punkten respektive einer prozentualen Verbesserung von 69,3 % (SD = 16,5). Die nachfolgenden Boxplots in Abbildung 15 veranschaulichen die Reduzierung des PAR-Punktwerts deutlich.

## ERGEBNISSE BEHANDLUNGSQUALITÄT



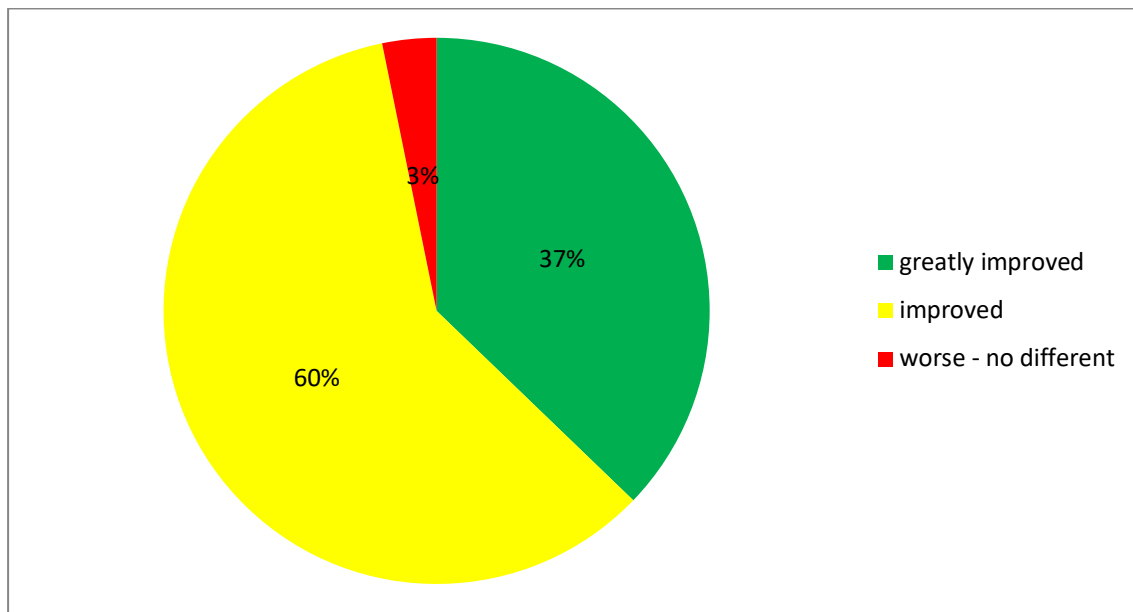
**Abbildung 15: Detaillierte Darstellung der PAR-Werte zu den drei Zeitpunkten mit Boxplots Modellpaare zu T1 (n = 174), T2 (n = 173) und T3 (n = 94)**

Nach Ende der Herbst-Multibracket-Behandlungsphase zum Zeitpunkt T2 zeigten 32 % (55 Patienten) eine PAR-Wert Reduzierung von mindestens 22 Punkten und entsprachen laut RICHMOND et al. (1992a, 1992b) der Kategorie „greatly improved“, vergleiche hierzu Abbildung 16. Der Kategorie „improved“ mit prozentualer Verbesserung von mindestens 30 % konnten 65 % (112 Patienten) zugeordnet werden. 3,5 % (6 Patienten) entsprachen der Kategorie „worse/no different“, bei der die prozentuale Verbesserung geringer als 30 % betrug.



**Abbildung 16: Interpretation der PAR-Punktwertreduzierung T1 zu T2 nach RICHMOND et al. (1992a, 1992b).** Die Verteilung der Patienten (n=173) auf die Kategorien „greatly improved“ bei mindestens 22 Punkten Verbesserung, „improved“ bei mindestens 30% Verbesserung sowie „worse/no different“ bei weniger als 30% Verbesserung.

Nach mindestens 24-monatiger Beobachtungszeit zum Zeitpunkt T3 konnten 94 (54,0 %) der anfänglichen 174 zur Verfügung stehenden Modellpaaren beurteilt werden. Von diesen entfiel nun ein etwas höherer Anteil, nämlich 37 % (35 Patienten), auf die Kategorie „greatly improved“. Der größte Anteil mit 60 % (56 Patienten) zeichnete sich durch verbesserte („improved“) Verhältnisse aus, wie Abbildung 17 entnommen werden kann, während 3 % (3 Patienten) weniger als 30 % Verbesserung zeigen konnten.



**Abbildung 17: Interpretation der PAR-Punktwertreduzierung T1 zu T3 nach RICHMOND et al. (1992a, 1992b).** Die Verteilung der Patienten (n=94) auf die Kategorien „greatly improved“ bei mindestens 22 Punkten Verbesserung, „improved“ bei mindestens 30% Verbesserung sowie „worse/no different“ bei weniger als 30% Verbesserung.

Um die Ergebnisse der PAR-Wert-Reduktion auf mögliche Zusammenhänge zu prüfen, wurde die Rangkorrelationsanalyse nach Spearman genutzt. So konnte für die PAR-Wert-Reduktion von Beginn bis nach Ende der aktiven Behandlung (T1 – T2) kein Hinweis auf einen Zusammenhang zur skelettalen Reife der Patienten festgestellt werden ( $r_s = 0,056$ ). Zur Punktwertreduktion bis Ende der Nachbeobachtungszeit (T1 – T3) zur skelettalen Reife konnte ein schwacher Zusammenhang ( $r_s = 0,123$ ) nachgewiesen werden.

Zu der Ausprägung der Malokklusion zu Beginn der Behandlung konnte ein schwacher Zusammenhang zur PAR-Wert-Reduktion von Beginn zu Ende der aktiven Behandlung (T1 – T2) nachgewiesen werden ( $r_s = 0,114$ ). Die Wert-Reduktion bis zum Ende der Nachbeobachtungszeit (T1 – T3) zur Malokklusion zu Beginn zeigte einen schwachen Zusammenhang ( $r_s = 0,189$ ).

Die PAR-Reduktion von Beginn zu Ende der aktiven Behandlung (T1 – T2) zu der Reduktion der gemittelten Molarenrelation desselben Zeitraums (T1 – T2) ergab keinen Hinweis auf einen

Zusammenhang ( $r_s = 0,096$ ). Zwischen der PAR-Wert-Reduktion bis Ende der Nachbeobachtung (T1 – T3) und der Reduktion der Malokklusion desselben Zeitraums (T1 – T3) ergab sich ebenfalls keinen Hinweis auf einen Zusammenhang ( $r_s = 0,033$ ).

#### *SUBGRUPPENANALYSE SKELETTALE REIFE*

Die Darstellung der Subgruppenanalyse in Bezug auf die skelettale Reife wird anhand der Tabelle 11 ausgegeben. Hier war der PAR-Wert zu Behandlungsbeginn (T1) ähnlich ausgeprägt wie im Gesamtpatientengut mit 24,9 Punkten, siehe Kapitel 4.1.1. Nur in der Subgruppe H-IJ war der Ausgangswert mit 25,2 Punkten etwas höher als in den anderen Subgruppen.

**Tabelle 11: Subgruppenanalyse skelettale Reife – PAR-Werte zum Zeitpunkt T1**

Angegeben sind Mittelwerte (MW), Standardabweichung (SD), Median sowie der  $p$ -Wert des Kruskal-Wallis-Tests. Fallzahlen jeweils mit  $n$  angegeben.

	E-F	FG-G	H-IJ	J	p-Wert
	$n = 22$	$n = 56$	$n = 72$	$n = 23$	
MW $\pm$ SD	24,6 $\pm$ 7,0	24,6 $\pm$ 7,9	25,2 $\pm$ 7,4	24,4 $\pm$ 6,6	
Median	24,5	24,0	25,0	25,0	0,949

Zum Zeitpunkt T2 nach der Herbst-Multibracket-Behandlung konnte der PAR-Wert innerhalb der Subgruppe skelettale Reife deutlich reduziert werden. So zeigten die Subgruppen „E-F“ und „H-IJ“ die geringsten Werte mit 6,6 bzw. 6,4, siehe Tabelle 12. So zeigte sich innerhalb der Subgruppe „H-IJ“ die meiste Reduzierung sowohl in PAR-Punkten als auch prozentual. Die geringste Verbesserung mit unter 70% lag innerhalb der Subgruppe „FG-G“ vor, auch wenn die Reduzierung mit PAR-Punkten hier mit 17,3 Punkten etwas höher war als in Subgruppe „J“ mit 17,1 Punkten. Der Median war bei allen Subgruppen gleich.



ERGEBNISSE  
BEHANDLUNGSQUALITÄT

**Tabelle 12: Subgruppenanalyse skelettale Reife – PAR-Werte zum Zeitpunkt T2**

Angegeben sind Mittelwerte (MW), Standardabweichung (SD), Median sowie der *p*-Wert des Kruskal-Wallis-Tests. Fallzahlen jeweils mit *n* angegeben.

	E-F	FG-G	H-IJ	J	
	n = 21	n = 56	n = 72	n = 23	p-Wert
MW ± SD	6,6 ± 2,9	7,3 ± 3,8	6,4 ± 3,9	7,3 ± 4,5	
Median	6,0	6,0	6,0	6,0	0,402
T1-T2 Reduzierung	18,0 ± 8,1	17,3 ± 8,4	18,8 ± 7,4	17,1 ± 6,3	
Verbesserung zu T1 (in %)	70,7 ± 16	67,8 ± 18,5	73,3 ± 16,8	70,0 ± 18,5	

Zum Abschluss der Beobachtungszeit nach mindestens 24-monatiger Retentionszeit (T3) konnte der PAR-Wert in den meisten Subgruppen auf ähnlichem Niveau gehalten werden, wie Tabelle 13 zeigt. Die Subgruppe „FG-G“ zeigte etwas geringere Werte als zu T2 mit 6,3 Punkten, während die Subgruppe „J-IJ“ etwas höhere Werte mit 8,1 Punkten aufwies. Eine Behandlungsqualität mit einer Verbesserung von > 70 % war allen Subgruppen, außer „E-F“ nachweisbar.

**Tabelle 13: Subgruppenanalyse skelettale Reife – PAR-Werte zum Zeitpunkt T3**

Angegeben sind Mittelwerte (MW), Standardabweichung (SD), Median sowie der *p*-Wert des Kruskal-Wallis-Tests. Fallzahlen jeweils mit *n* angegeben.

	E-F	FG-G	H-IJ	J	
	n = 13	n = 32	n = 35	n = 14	p-Wert
MW ± SD	7,4 ± 2,8	6,3 ± 3,1	8,1 ± 4,0	7,2 ± 3,0	
Median	6,0	5,5	7,0	6,0	0,195
T1-T3 Reduzierung	16,9 ± 6,6	18,2 ± 9,0	18,8 ± 7,7	18,6 ± 6,5	
Verbesserung zu T1 (in %)	68,0 ± 12,1	70,6 ± 18,7	71,4 ± 17,2	70,8 ± 13,6	

*SUBGRUPPENANALYSE SCHWEREGRAD DER MALOKKLUSION*

Innerhalb der Subgruppenanalyse in Bezug auf den Schweregrad der Malokklusion war eine deutliche Ausprägung zum Zeitpunkt T1 zu erkennen. So hatte die Gruppe mit der maximalen sagittalen Abweichung von > 1 Pb auch den höchsten PAR-Wert mit 28,3 Punkten, wie aus Tabelle 14 hervorgeht. Entsprechend lag der PAR-Wert bei der Gruppe mit dem geringsten Schweregrad der Malokklusion bei 23,1 Punkten. Der *p*-Wert des Kruskal-Wallis-Tests von 0,088 zeigte hier einen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen den Gruppen. Die Subgruppe „Subdivision“, mit einer Rechts-Links-Abweichung  $\geq \frac{3}{4}$  Pb wird separat dargestellt, da sie Patienten aus den anderen drei Gruppen beinhaltet. Es konnte ebenfalls ein

ERGEBNISSE  
BEHANDLUNGSQUALITÄT

erhöhter PAR-Wert von  $27,7 \pm 5,8$  registriert werden sowie ein hoher Median von 29,0 Punkten.

**Tabelle 14: Subgruppenanalyse Schweregrad der Malokklusion – PAR-Werte zum Zeitpunkt T1**

Angegeben sind Mittelwerte (MW), Standardabweichung (SD), Median sowie der *p*-Wert des Kruskal-Wallis-Tests. Fallzahlen jeweils mit *n* angegeben.

	½	½ - 1	> 1	p-Wert
	n = 36	n = 126	n = 12	
MW ± SD	23,1 ± 7,3	25,1 ± 7,3	28,3 ± 8,0	
Median	22,5	25,0	28,0	0,088

Subdivision	
	n = 21
MW ± SD	27,7 ± 5,8
Median	29,0

Zum Zeitpunkt T2 nach beendeter Herbst-Multibracket-Behandlung konnte der PAR-Wert in allen Gruppen deutlich reduziert werden, siehe Tabelle 15. Hier zeigte die Subgruppe „> 1“ mit dem maximalen Schweregrad der Malokklusion zu T1 den höchsten PAR-Wert mit 7,4 Punkten zu diesem Zeitpunkt innerhalb der Subgruppen an. Innerhalb dieser Subgruppe zeigte sich auch die größte PAR-Wert Reduzierung von  $20,8 \pm 9,5$ . Alle Subgruppen konnten ähnliche prozentuale Verbesserungen von um die 70 % erzielen. Der *p*-Wert zeigte keinen Hinweis auf einen Unterschied. Auffällig war der PAR-Wert der Subgruppe „Subdivision“ mit 9,6 Punkten. Hier zeigte die prozentuale Verbesserung den geringsten Wert mit 64,6 % an.

**Tabelle 15: Subgruppenanalyse Schweregrad der Malokklusion – PAR-Werte zum Zeitpunkt T2**

Angegeben sind Mittelwerte (MW), Standardabweichung (SD), Median sowie der *p*-Wert des Kruskal-Wallis-Tests. Fallzahlen jeweils mit *n* angegeben.

	½	½ - 1	> 1	p-Wert
	n = 36	n = 125	n = 12	
MW ± SD	6,3 ± 4,5	7,1 ± 4,1	7,4 ± 3,3	
Median	5,0	6,0	7,5	0,206
T1-T2 Reduzierung	16,8 ± 7,4	18,0 ± 7,5	20,8 ± 9,5	
Verbesserung zu T1 (in %)	71,4 ± 18,4	70,3 ± 17,3	69,7 ± 21,5	

Subdivision	
-------------	--

ERGEBNISSE  
BEHANDLUNGSQUALITÄT

	n = 21
MW ± SD	9,6 ± 5,8
Median	8,0
T1-T2 Reduzierung	18,0 ± 7,0
Verbesserung zu T1 (in %)	64,6 ± 21,7

Nach mindestens 24-monatiger Retentionszeit konnten die PAR-Werte auch in der Subgruppe „Subdivision“ auf ein ähnliches Niveau gebracht werden, wie Tabelle 16 zeigt. Die Subgruppe „> 1“ wies die höchste Reduzierung mit 23,4 Punkten auf und erzielte dementsprechend auch die höchste prozentuale Verbesserung von 78.1 %. Der p-Wert zeigte keinen Hinweis auf einen Unterschied. Die Subgruppe mit der geringsten Ausprägung der Malokklusion zum Behandlungsbeginn „< ½“ wies die geringste Verbesserung mit 67,0 % auf. Die Subgruppe „Subdivision“ konnte eine prozentuale Verbesserung von 74,1 % zu T1 aufzeigen.

**Tabelle 16: Subgruppenanalyse Schweregrad der Malokklusion – PAR-Werte zum Zeitpunkt T3**  
Angegeben sind Mittelwerte (MW), Standardabweichung (SD), Median sowie der p-Wert des Kruskal-Wallis-Tests. Fallzahlen jeweils mit n angegeben.

	½	½ - 1	> 1	p-Wert
	n = 19	n = 68	n = 7	
MW ± SD	7,0 ± 2,8	7,4 ± 3,7	6,7 ± 2,9	
Median	6,0	6,0	6,0	0,945
T1-T3 Reduzierung	15,8 ± 6,8	18,5 ± 8,2	23,4 ± 3,4	
Verbesserung zu T1 (in %)	67,0 ± 13,9	69,1 ± 17,6	78,1 ± 7,4	

	Subdivision
	n = 15
MW ± SD	7,3 ± 3,9
Median	7,0
T1-T3 Reduzierung	22,5 ± 6,7
Verbesserung zu T1 (in %)	74,1 ± 18,4

*SUBGRUPPENANALYSE GAUMENSCHLEIMHAUTKONTAKT*

In der Subgruppenanalyse in Bezug auf den Gaumenschleimhautkontakt war der PAR-Wert zu Behandlungsbeginn zum Zeitpunkt T1 in der Subgruppe „GSHK“ mit vorhandenem Gaumenschleimhautkontakt mit 26,3 PAR-Punkten deutlich höher als in der Gruppe ohne vorhandenen Gaumenschleimhautkontakt, wie Tabelle 17 zeigt. Hier lag der PAR-Wert bei

ERGEBNISSE  
BEHANDLUNGSQUALITÄT

22,4 Punkten. Der p-Wert des Mann-Whitney-U-Tests mit 0,000 zeigte einen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen den Gruppen. Die Zusatzgruppe mit Kontakt der Oberkieferzähne im Unterkiefer Vestibulum „UK-Kontakt“, deswegen separat dargestellt, erzielte einen PAR-Wert von 25,2 Punkten.

**Tabelle 17: Subgruppenanalyse in Bezug auf den Gaumenschleimhautkontakt – PAR-Werte zum Zeitpunkt T1**

Angegeben sind Mittelwerte (MW), Standardabweichung (SD), Median sowie der p-Wert des Mann-Whitney-U-Tests. Fallzahlen jeweils mit n angegeben.

	Kein GSHK	GSHK	p-Wert
	n = 65	n = 107	
MW ± SD	22,4 ± 7,2	26,3 ± 7,1	<0,000
Median	21,0	26,0	

	UK-Kontakt
	n = 6
MW ± SD	25,2 ± 9,2
Median	25,0

Zum Zeitpunkt T2 nach Behandlung mittels Herbst-Multibracket-Apparatur wies die Gruppe „GSHK“ etwas geringere PAR-Werte auf als die Vergleichsgruppe „kein GSHK“, wie aus Tabelle 18 hervorgeht. Deutlich erkennbar ist hier die prozentuale Verbesserung von 74,1 % von „GSHK“. Der p-Wert zeigte keinen Hinweis auf einen Unterschied. Die Zusatzgruppe „UK-Kontakt“ wies einen PAR-Wert von 6,7 Punkten auf, die prozentuale Verbesserung lag knapp unter 70 %.

**Tabelle 18: Subgruppenanalyse in Bezug auf den Gaumenschleimhautkontakt – PAR-Werte zum Zeitpunkt T2**

Angegeben sind Mittelwerte (MW), Standardabweichung (SD), Median sowie der p-Wert des Mann-Whitney-U-Tests. Fallzahlen jeweils mit n angegeben.

	Kein GSHK	GSHK	p-Wert
	n = 65	n = 106	
MW ± SD	7,4 ± 5,0	6,6 ± 3,5	
Median	6,0	6,0	0,549
T1-T2 Reduzierung	15,0 ± 7,4	19,8 ± 7,3	
Verbesserung zu T1 (in %)	65,0 ± 21,5	74,1 ± 14,0	

	UK-Kontakt
	n = 6

ERGEBNISSE  
BEHANDLUNGSQUALITÄT

MW ± SD	6,7 ± 3,0
Median	6,5
T1-T2 Reduzierung	18,5 ± 10,0
Verbesserung zu T1 (in %)	69,9 ± 19,3

Zum letzten Untersuchungszeitpunkt T3 nach mindestens 24-monatiger Retentionszeit konnte in der Subgruppe „GSHK“ der PAR-Wert weitestgehend stabil gehalten werden. Er lag bei 6,9 PAR-Punkten und war damit geringer als in der Subgruppe „kein GSHK“ mit 7,8 PAR-Punkten, siehe Tabelle 19. Die Reduzierung zu T1 war mit über 20 Punkten deutlicher höher als in der Subgruppe „kein GSHK“. Entsprechend lag die prozentuale Verbesserung auch im sehr guten Bereich von > 70 %. Der p-Werte zeigte keinen Hinweis auf einen Unterschied. Ähnlich gute Ergebnisse konnte auch die Subgruppe „UK-Kontakt“ mit einer Verbesserung von 71,1 % vorweisen. Hier lag der PAR-Wert bei 5,7 Punkten.

**Tabelle 19: Subgruppenanalyse in Bezug auf den Gaumenschleimhautkontakt – PAR-Werte zum Zeitpunkt T3**

Angegeben sind Mittelwerte (MW), Standardabweichung (SD), Median sowie der p-Wert des Mann-Whitney-U-Tests. Fallzahlen jeweils mit n angegeben.

	Kein GSHK n = 34	GSHK n = 60	p-Wert
MW ± SD	7,8 ± 3,6	6,9 ± 3,4	
Median	7,0	6,0	0,233
T1-T3 Reduzierung	14,8 ± 7,7	20,3 ± 7,2	
Verbesserung zu T1 (in %)	62,2 ± 18,7	73,4 ± 13,6	

	UK-Kontakt n = 3
MW ± SD	5,7 ± 0,6
Median	6,0
T1-T3 Reduzierung	15,7 ± 6,8
Verbesserung zu T1 (in %)	71,1 ± 12,1

ERGEBNISSE  
BEHANDLUNGSQUALITÄT

*SUBGRUPPENANALYSE BISSTYP*

Zu Behandlungsbeginn zeigte die zahlenmäßig deutlich größere Subgruppe „II:2“ höhere PAR-Werte mit 25,3 Punkten als die Subgruppe „II:0“ mit definitionsgemäß normalen Overbite und Overjet mit 23,2 Punkten, siehe Tabelle 20. Der p-Wert des Mann-Whitney-U-Tests zeigte einen Hinweis auf einen systematischen Unterschied mit 0,115. Der Median von „II:2“ war hier mit 25,0 auch höher als in der Subgruppe „II:0“ mit 22,0 PAR-Punkten.

**Tabelle 20: Subgruppenanalyse in Bezug auf den Bisstyp – PAR-Werte zum Zeitpunkt T1**

Angegeben sind Mittelwerte (MW), Standardabweichung (SD), Median sowie der p-Wert des Mann-Whitney-U-Tests. Fallzahlen jeweils mit n angegeben.

	II:0	II:2	p-Wert
	n = 35	n = 139	
MW ± SD	23,2 ± 7,0	25,3 ± 7,4	
Median	22,0	25,0	0,115

Nach beendeter Herbst-Multibracket-Behandlung zum Zeitpunkt T2 konnte die Subgruppe „II:2“ eine deutliche Reduktion von 18,5 PAR-Punkten erzielen und hatte einen durchschnittlichen PAR-Wert von 6,8 Punkten, siehe Tabelle 21. Die prozentuale Verbesserung war etwas höher als in der Subgruppe „II:0“. Der Median war mit 6,0 Punkten gleich, so zeigte der p-Wert keinen Hinweis auf einen Unterschied.

**Tabelle 21: Subgruppenanalyse in Bezug auf den Bisstyp – PAR-Werte zum Zeitpunkt T2**

Angegeben sind Mittelwerte (MW), Standardabweichung (SD), Median sowie der p-Wert des Mann-Whitney-U-Tests. Fallzahlen jeweils mit n angegeben.

	II:0	II:2	p-Wert
	n = 35	n = 138	
MW ± SD	7,4 ± 5,1	6,8 ± 3,9	
Median	6,0	6,0	0,879
T1-T2 Reduzierung	15,8 ± 6,5	18,5 ± 7,9	
Verbesserung zu T1 (in %)	68,1 ± 17,7	71,1 ± 17,8	

Nach der 24-monatigen Retentionszeit zum Zeitpunkt T3 waren beide Subgruppen recht ähnlich verteilt und beendeten die Behandlung bei 7,2 Punkten, siehe Tabelle 22. Selbst die prozentuale Verbesserung lag in beiden Subgruppen bei knapp unter 70 % mit 69,3 %. Der p-Wert lieferte keinen Hinweis auf einen Unterschied.

ERGEBNISSE  
BEHANDLUNGSQUALITÄT

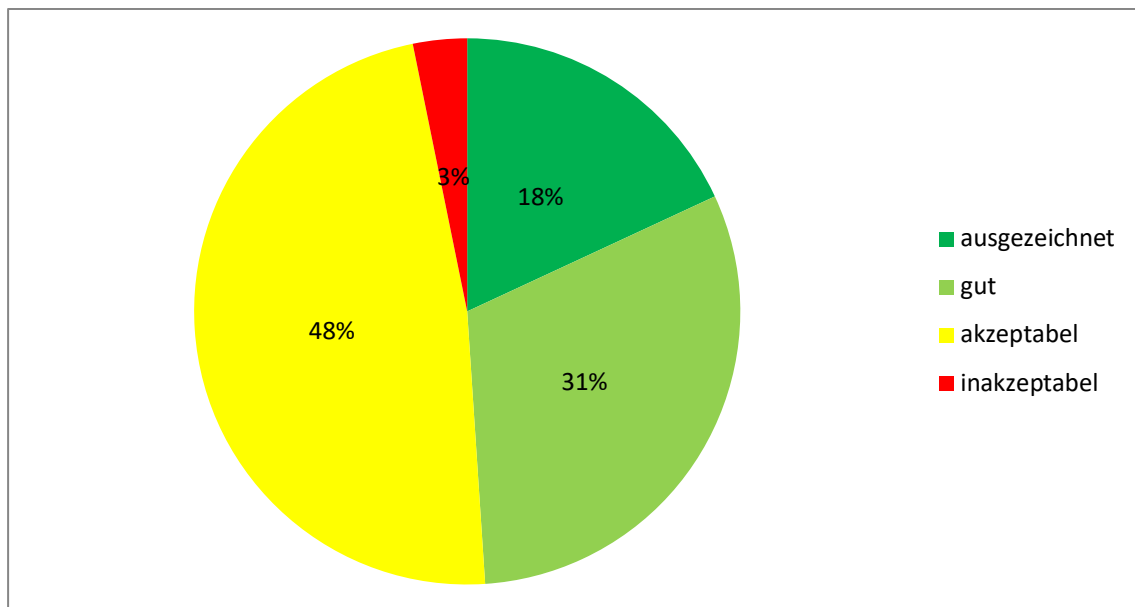
**Tabelle 22: Subgruppenanalyse in Bezug auf den Bisstyp – PAR-Werte zum Zeitpunkt T3**

Angegeben sind Mittelwerte (MW), Standardabweichung (SD), Median sowie der *p*-Wert des Mann-Whitney-U-Tests. Fallzahlen jeweils mit n angegeben.

	II:0 n = 13	II:2 n = 81	p-Wert
MW ± SD	7,2 ± 3,8	7,2 ± 3,4	
Median	6,0	6,0	0,938
T1-T3 Reduzierung	17,4 ± 6,4	18,5 ± 8,0	
Verbesserung zu T1 (in %)	69,3 ± 16,1	69,3 ± 16,6	

#### 4.1.2 AHLGREN-SKALA

Die Ahlgren-Beurteilung erfolgte ausschließlich bei vorhandenen T1 und T3 Modell. Dies traf auf 94 Patienten zu, siehe Abbildung 4 auf Seite 16. Der Kategorien „ausgezeichnet“ (18,1 % bzw. n = 17) bis „gut“ (30,9 % bzw. n = 29) konnten knapp die Hälfte der Patienten zugeteilt werden (48,9 %). Lediglich 3,2 % der Patienten (n = 3) schlossen die Behandlung mit „inakzeptabel“ ab. Die übrigen Patienten fielen in die Kategorie „akzeptabel“ wie in Abbildung 18 dargestellt. Nach AHLGREN (1993) konnten somit 96,8 % der Fälle als erfolgreich beurteilt werden.



**Abbildung 18: Ahlgren-Skala – relative Verteilung auf die verschiedenen Kategorien für n = 94**

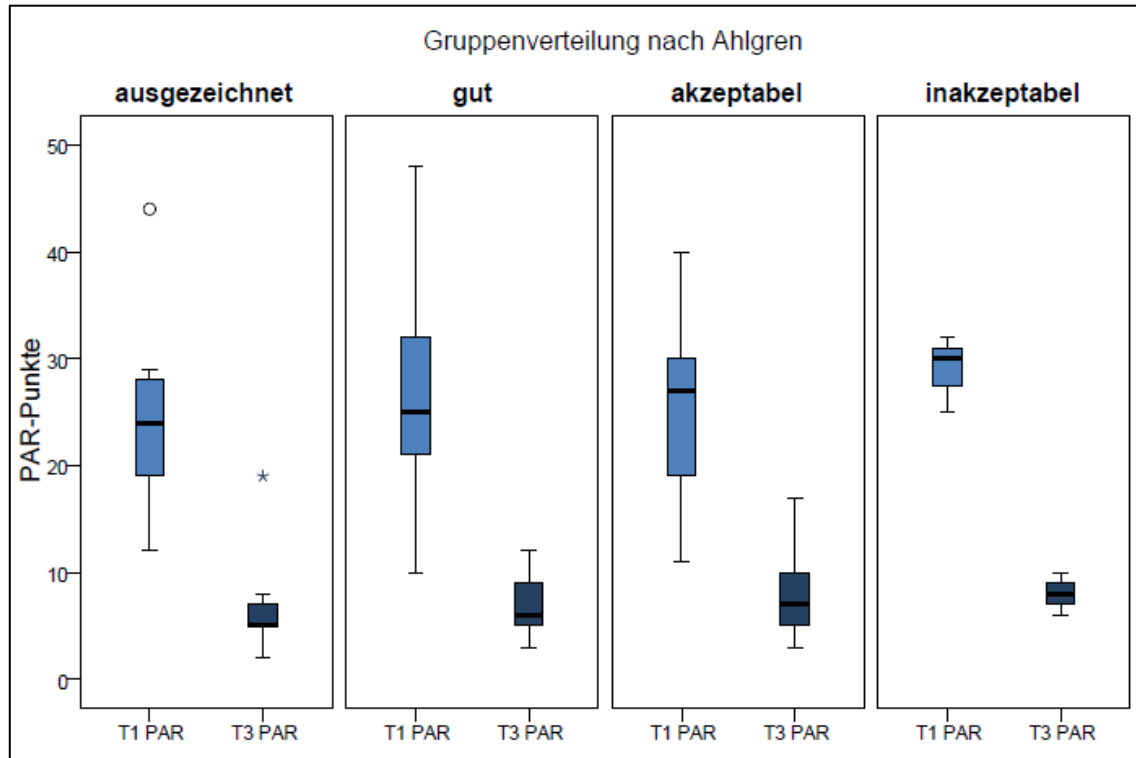
Erkennbar ist ein niedrigerer Median des PAR-Werts zum Zeitpunkt T1 bzw. T3, je besser die Gruppe nach Ahlgren abschneiden. Der Median des PAR-Werts in der Gruppe „ausgezeichnet“ liegt zum Zeitpunkt T1 bei 24 PAR-Punkten und zeigt nach Abschluss der Behandlung zum Zeitpunkt T3 einen Median von 5 PAR-Punkten. Dahingegen liegt der PAR-Wert in der Gruppe „inakzeptabel“ zu Behandlungsbeginn T1 bei 30 PAR-Punkten und konnte nach Behandlungsende zum Zeitpunkt T3 auf 8 PAR-Punkte gesenkt werden. Die Gruppen „gut“ und „akzeptabel“ lieferten zum Zeitpunkt T1 einen Median des PAR-Wertes von 25 bzw. 27 PAR-Punkten. Zum Zeitpunkt T3 lag der Median bei 6 bzw. 7 PAR-Punkten.

Die PAR-Werte zu Behandlungsbeginn (T1) und nach abgeschlossener Behandlung mit Retentionszeit (T3) in Abhängigkeit zur Ahlgren-Skala zeigt Abbildung 19. Es wurden die vier genannten Ahlgren-Gruppen mit den zuvor genannten Fallzahlen gebildet. Eine deutliche Verbesserung des PAR-Wertes konnte für alle Gruppen beobachtet werden. Der Median des PAR-Werts in der Gruppe „ausgezeichnet“ liegt zum Zeitpunkt T1 bei 24 PAR-Punkten und zeigt nach Abschluss der Behandlung zum Zeitpunkt T3 einen Median von 5 PAR-Punkten. Entsprechend erzielte die Gruppe mit einem „ausgezeichneten“ Behandlungsergebnis nach Ahlgren eine deutliche Verbesserung des PAR-Werts zum Zeitpunkt T3. So entsprach die durchschnittliche PAR-Wertreduzierung  $18,1 \pm 8$  Punkte, im Vergleich zur medianen Wertreduzierung von 18,0 Punkten. Hier lag der Anteil an prozentualer Verbesserung bei  $73,0 \pm 16,0$  %, bei einem Median von 78,3 %. Die Ahlgren-Gruppe „gut“ zeigte einen Median von 25 PAR-Punkten zum Zeitpunkt T1 und von 6 PAR-Punkten zum Zeitpunkt T3. Hier konnte eine höhere PAR - Punktwertreduzierung als in der Gruppe „ausgezeichnet“ erzielt werden, nämlich von durchschnittlich  $19,5 \pm 8,6$  Punkten. Hier lag der Anteil der prozentualen Verbesserung jedoch etwas niedriger bei  $71,6 \pm 16,5$  %. Die Gruppe „akzeptabel“ lieferte zum Zeitpunkt T1 einen Median des PAR-Wertes von 27 PAR-Punkten. Zum Zeitpunkt T3 lag der Median bei 9 PAR-Punkten. Die durchschnittliche Reduzierung des PAR-Werts für die Ahlgren-Gruppe „akzeptabel“ betrug  $17,4 \pm 7,5$  Punkte. Dementsprechend niedriger fiel auch die durchschnittliche prozentuale Verbesserung mit  $66,3 \pm 16,9$  % aus. Wie aus Abbildung 19 abgelesen werden kann, waren in der sehr kleinen Gruppe „inakzeptabel“ insgesamt die höchsten Anfangswerte des PAR-Index registriert worden, Median bei 30 PAR-Punkten zum Zeitpunkt T1, wie auch die höchsten Werte für den Zeitpunkt T3 von 8 PAR-Punkten. Demnach verzeichnete die PAR-Wertreduzierung in dieser Kategorie die höchsten Werte mit  $21,0 \pm 2,6$  Punkte bei einem Median von 24,0 Punkten. Entsprechend fiel auch die prozentuale Verbesserung mit  $72,6 \pm 5,1$  % bei einem Median von 75,0 % sehr hoch aus.

Durch die Herbst-Multibracket-Behandlung konnte das Behandlungsergebnis in allen Kategorien deutlich verbessert werden. Je besser die Einteilung nach Ahlgren, desto niedriger



war der Median des PAR-Wertes für die entsprechende Gruppe. Gleiches galt auch für den Median der PAR-Werte zum Zeitpunkt T3.

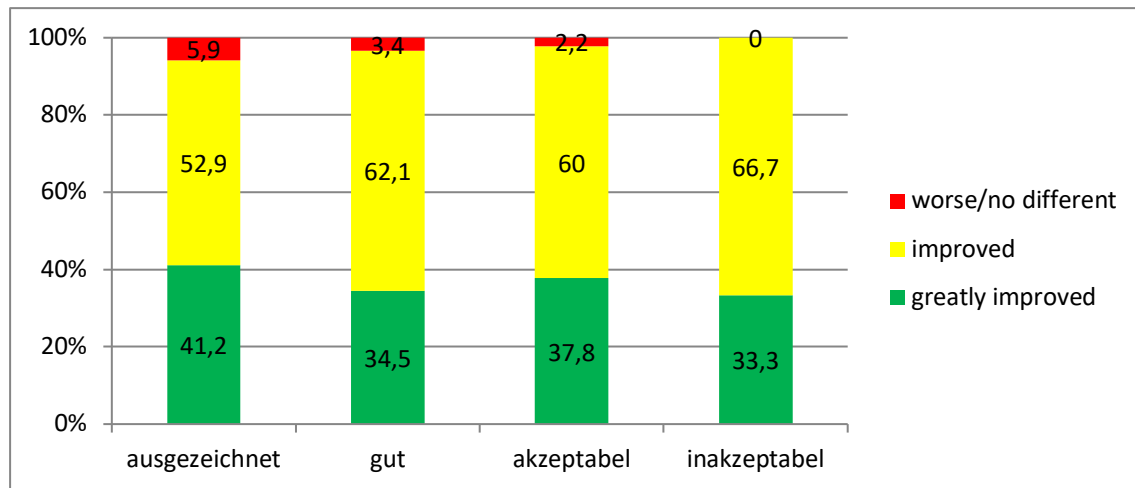


**Abbildung 19: PAR-Werte in Bezug auf die Verteilung der Ahlgren-Gruppen**

Angegeben in PAR-Werten von Zeitpunkt T1 (Behandlungsbeginn) und T3 (Behandlungsende einschließlich 24-monatiger Retentionszeit) bei n = 94. Fallzahlen für „ausgezeichnet“ n = 17, „gut“ n = 29, „akzeptabel“ n = 45, inakzeptabel n = 3.

Die Patienten wurden im Rahmen der Beurteilung ebenfalls auf die PAR-Kategorien verteilt, dies ist in Abbildung 20 dargestellt. Interessanterweise fiel die Beurteilung „worse/no different“ in die Ahlgren-Kategorie „ausgezeichnet“ am stärksten aus. Jedoch wurde für alle drei Ahlgren-Gruppen jeweils nur ein Patient dieser Beurteilung nach RICHMOND et al. (1992a, 1992b) eingeteilt. Grund hierfür sind die unterschiedlichen Fallzahlen in den Ahlgren-Gruppen. Ein weiterer überraschender Faktor war, dass keiner der Patienten der Ahlgren-Gruppe „inakzeptabel“ auf die PAR-Kategorie „worse/no different“ entfiel. Die meisten Patienten erhielten die PAR-Kategorie „improved“, so entfiel auf diese Kategorie in jeder Ahlgren-Gruppe der größte Anteil.

ERGEBNISSE  
BEHANDLUNGSQUALITÄT



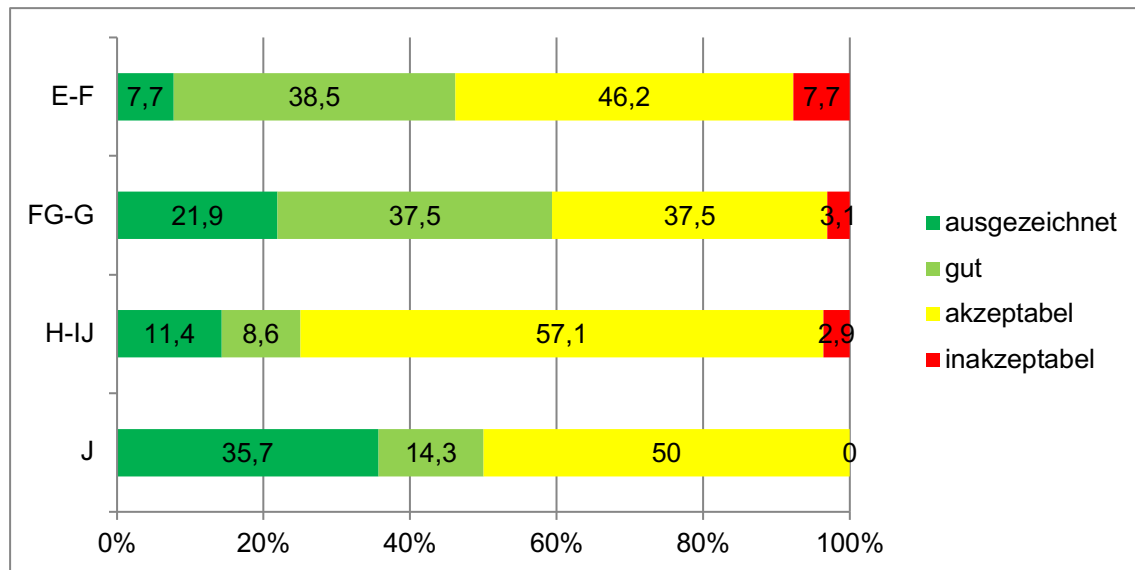
**Abbildung 20: Prozentuale Verteilung der PAR-Beurteilung auf die Einteilung nach Ahlgren**  
Fallzahlen für „ausgezeichnet“ n = 17, „gut“ n = 29, „akzeptabel“ n = 45, inakzeptabel n = 3.

Um die Beurteilung nach Ahlgren auch auf mögliche Zusammenhänge zur skelettalen Reife zu Behandlungsbeginn zu Testen wurde der Kruskal-Wallis-Test verwendet. Es ergab sich kein Hinweis auf einen Zusammenhang ( $p = 0,138$ ). Ebenfalls wurde ein möglicher Zusammenhang zur Reduktion der Malokklusion bis Ende der Nachbeobachtungszeit getestet (T1 – T3). Das Ergebnis ergab hier einen leichten Hinweis auf einen Zusammenhang ( $p = 0,039$ ).

#### SUBGRUPPENANALYSE SKELETTALE REIFE

Die Ahlgren-Beurteilung für die Subgruppenanalyse in Bezug auf die skelettale Reife ist in Abbildung 21 wiedergegeben. Die Beurteilung „ausgezeichnet“ der Ahlgren-Skala lag bei der Subgruppe „J“ bei Patienten mit abgeschlossenem Wachstum mit 35,7 % am höchsten. „Ausgezeichnete“ bis „gute“ Ergebnisse lagen bei fast 60% der Patienten bei der Subgruppe „FG-G“ vor. Die Subgruppe „E-F“ wies mit 7,7 % die meisten inakzeptablen Ergebnisse auf. Jedoch muss betont werden, dass die absolute Anzahl an inakzeptablen Ergebnissen bei allen Subgruppen nur einmal vorkam bzw. in Subgruppe „J“ gar nicht auftrat. Der Exakte Test nach Fisher lieferte keinen Zusammenhang zwischen der Beurteilung nach Ahlgren und der skelettalen Reife ( $p = 0,397$ ).

ERGEBNISSE  
BEHANDLUNGSQUALITÄT



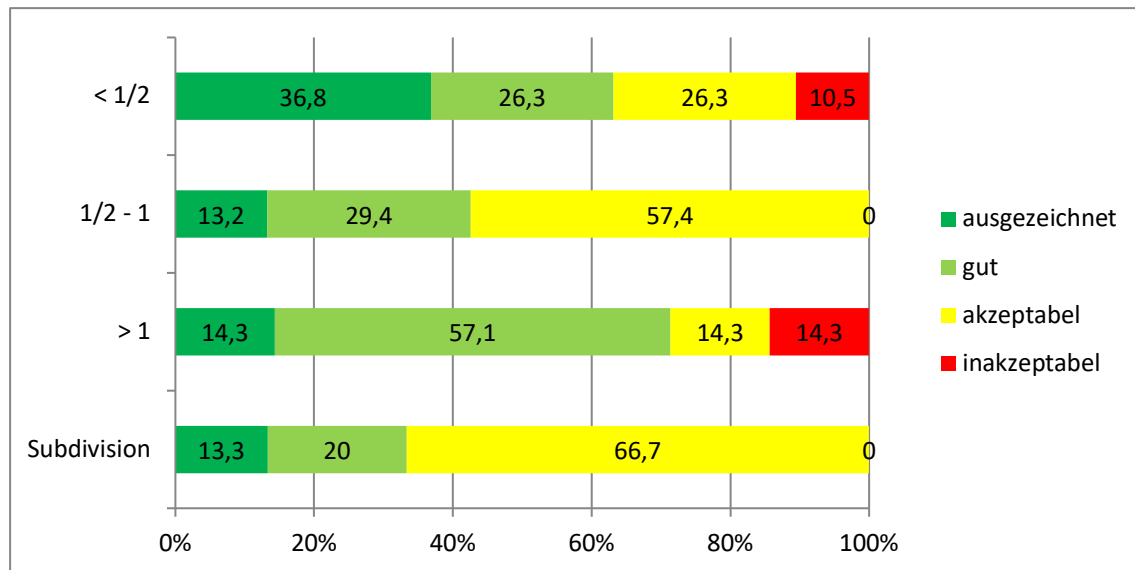
**Abbildung 21: Ahlgren-Skala grafisch dargestellt für die Subgruppenanalyse in Bezug auf die skelettale Reife**

Die Fallzahlen für die Subgruppe „E-F“ mit n = 13, „FG-G“ mit n = 32, „H-IJ“ mit n = 35, „J“ mit n = 14.

*SUBGRUPPENANALYSE SCHWEREGRAD DER MALOKKLUSION*

Die Ahlgren-Skala für die Subgruppenanalyse in Bezug auf den Schweregrad der Malokklusion zeigte für die Subgruppe mit der schwersten Malokklusion von „> 1“ die höchste Anzahl an ausgezeichneten und guten Ergebnissen von über 70 %, wie aus Abbildung 22 entnommen werden kann. Der Exakte Test nach Fisher zeigte einen Hinweis auf einen systematischen Zusammenhang zwischen den Ahlgren-Kategorien und dem Schweregrad der Malokklusion ( $p = 0,01$ ). Betrachtet man nur die Beurteilung ausgezeichnet, schnitt die Subgruppe „< 1/2“ mit 36,8 % sehr deutlich vor den anderen Subgruppen mit 13,2 - 14,3 % ab. Lediglich die Subgruppen „< 1/2“ und „> 1“ wiesen inakzeptable Ergebnisse auf. Die Zusatzsubgruppe „Subdivision“, mit einer Rechts-Links-Abweichung  $\geq \frac{3}{4}$  Pb, mit Patienten aus den anderen drei Gruppen, erzielte die meisten akzeptablen Ergebnisse mit 66,7 %. Der Exakte Test nach Fisher lieferte keinen Hinweis auf einen systematischen Zusammenhang zwischen dem Ahlgren-Ergebnis und der Subdivision ( $p = 0,534$ ).

ERGEBNISSE  
BEHANDLUNGSQUALITÄT



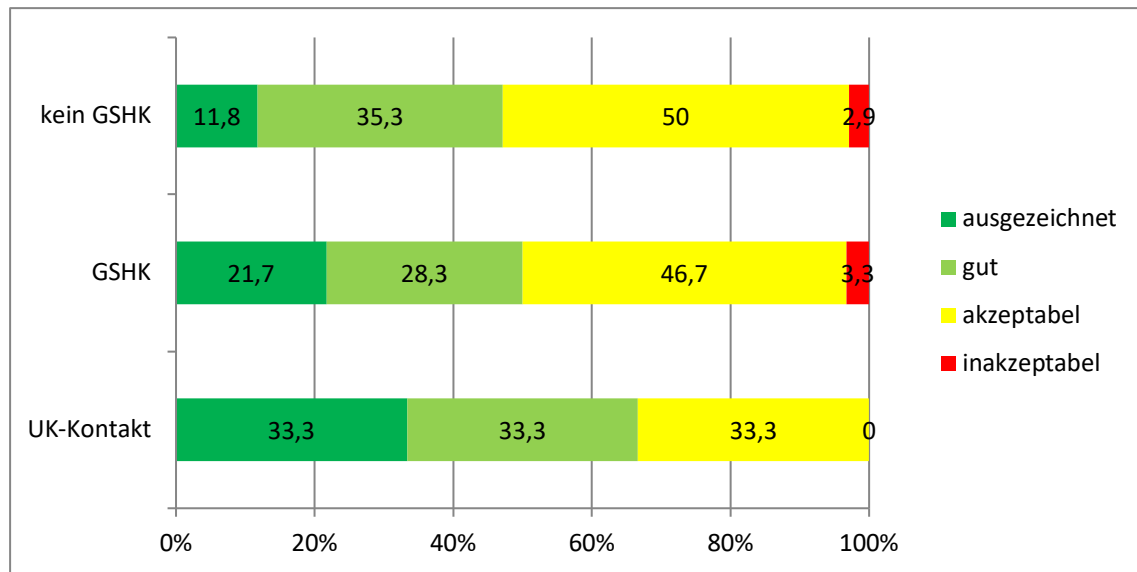
**Abbildung 22: Ahlgren-Skala grafisch dargestellt für die Subgruppenanalyse in Bezug auf den Schweregrad der Malokklusion**

Die Fallzahlen für die Subgruppe „< 1/2“ mit n = 19, „1/2 - 1“ mit n = 68, „> 1“ mit n = 7 sowie die Zusatzgruppe „Subdivision“ mit n = 15.

*SUBGRUPPENANALYSE GAUMENSCHLEIMHAUTKONTAKT*

Insgesamt war die Verteilung auf die Ahlgren-Skala innerhalb der Subgruppenanalyse in Bezug auf den Gaumenschleimhautkontakt recht ähnlich wie die Verteilung in der Gesamtpopulation auf Seite 50. Abbildung 23 zeigt für die Subgruppe „kein GSHK“ und „GSHK“, dass die Hälfte der Ergebnisse im akzeptablen Bereich lag. Selbst die Ergebnisse für die Kategorie inakzeptabel waren ähnlich ausgeprägt wie in der Gesamtpopulation. Einzig die Kategorie ausgezeichnete Behandlungsergebnisse war bei der Subgruppe ohne Gaumenschleimhautkontakt mit 11,8 % geringer ausgeprägt als in der Gesamtpopulation. Es ergab sich kein Hinweis auf einen systematischen Zusammenhang ( $p = 0,652$ ). Die Zusatzkategorie „UK-Kontakt“ ist hier mit jeweils einem Fall pro Kategorie vertreten ( $n = 3$ ) und wird rein kasuistisch betrachtet. Auch hier zeigte sich kein Hinweis auf einen systematischen Zusammenhang zwischen dem Ahlgren-Ergebnis und der Zusatzkategorie „UK-Kontakt“ ( $p = 0,786$ ).

ERGEBNISSE  
BEHANDLUNGSQUALITÄT



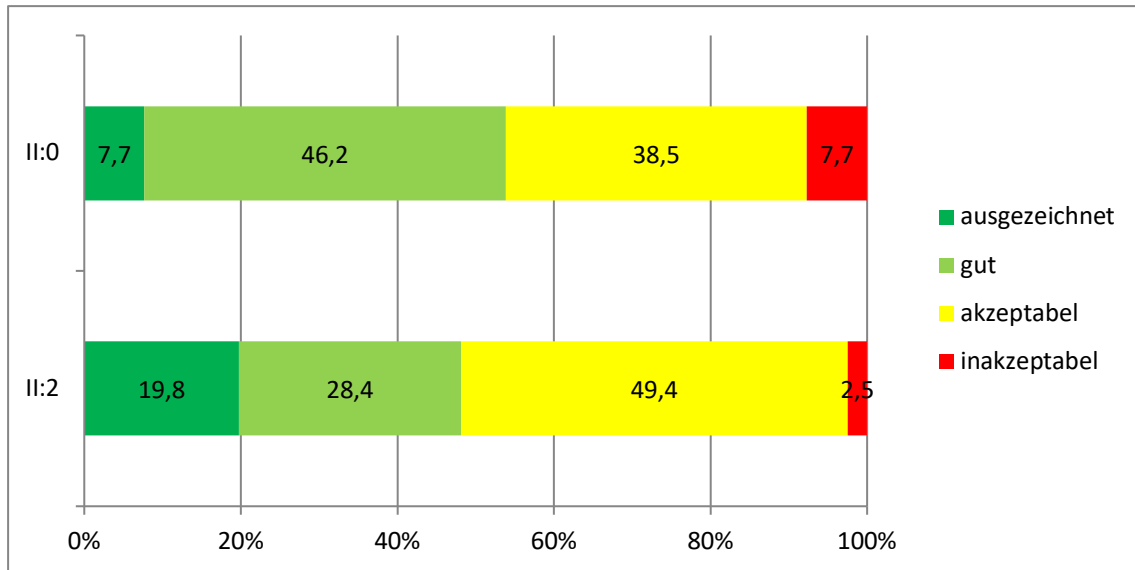
**Abbildung 23: Ahlgren-Skala grafisch dargestellt für die Subgruppenanalyse in Bezug auf den Gaumenschleimhautkontakt**

Die Fallzahlen für die Subgruppe „kein GSHK“ mit n = 34, „GSHK“ mit n = 60 sowie die Zusatzgruppe „UK-Kontakt“ mit n = 3.

*SUBGRUPPENANALYSE BISSTYP*

Die Subgruppenanalyse in Bezug auf den Bisstyp bezüglich der Ahlgren-Skala ist in Abbildung 24 dargestellt. Der Bisstyp „II:0“ mit neutralem Overjet und Overbite konnte nur in 7,7 % ausgezeichnete Ergebnisse vorweisen, während der Bisstyp „II:2“ dies in knapp 20 % der Fälle erreichte. Jedoch ist die Zahl der Patienten mit ausgezeichneten und guten Ergebnissen für die Subgruppe „II:0“ mit über 53 % höher als für die Subgruppe „II:2“ mit 48,1 %. Jedoch zeigte diese Subgruppe prozentual mehr inakzeptable Ergebnisse als Subgruppe „II:2“, jedoch spiegelt sich das nicht in den absoluten Zahlen wider. Der Exakte Test nach Fisher lieferte keinen systematischen Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen dem Ahlgren-Ergebnis und dem Bisstyp ( $p = 0,281$ ).

ERGEBNISSE  
BEHANDLUNGSQUALITÄT

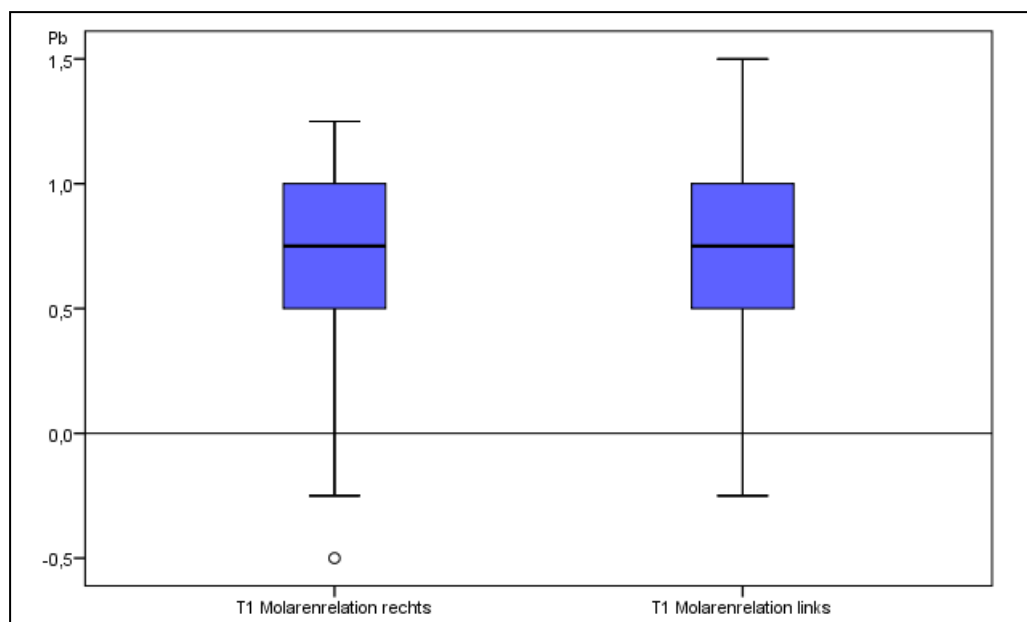


**Abbildung 24: Ahlgren-Skala grafisch dargestellt für die Subgruppenanalyse in Bezug auf den Bisstyp**  
Die Fallzahlen für die Subgruppe „II:0“ mit n =13 und „II:2“ mit n = 81.

## 4.2 OKKLUSALE VARIABLEN

### 4.2.1 MOLARENRELATION

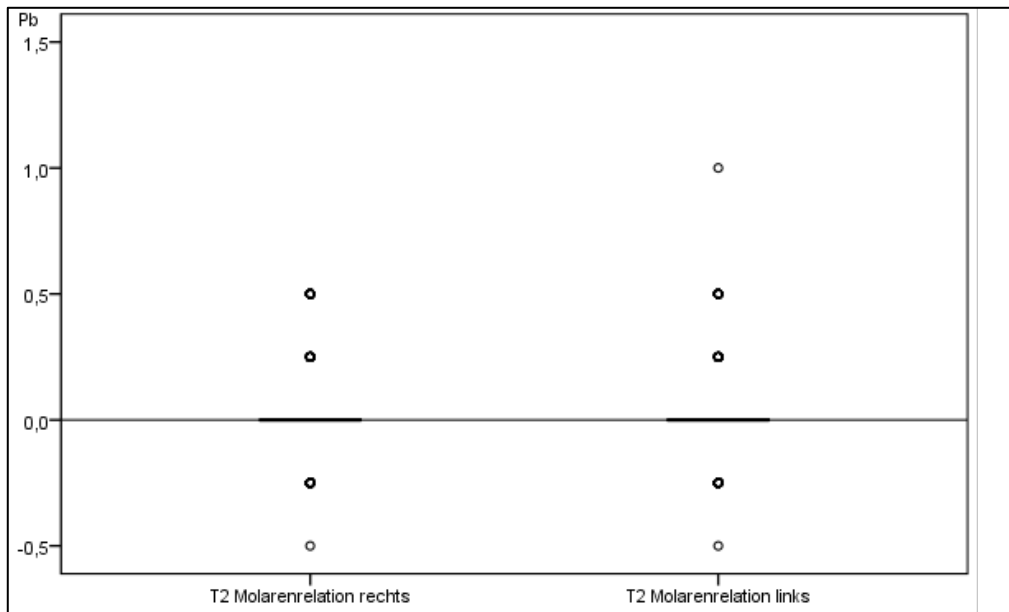
Die okklusalen Variablen sollen nachfolgend über Boxplots dargestellt werden. Wie in Abbildung 25 dargestellt, zeigten die Patienten ( $n = 173$ ) zu Behandlungsbeginn (T1) eine sagittale Molarenrelation von knapp einer  $\frac{3}{4}$  Pb nach distal (rechts  $0,74 \pm 0,34$  Pb, links  $0,72 \pm 0,35$  Pb). Somit lag der Median rechts und links bei einer  $\frac{3}{4}$  Pb. Die minimale Ausprägung betrug rechts  $\frac{1}{2}$  Pb mesial bzw. links  $\frac{1}{4}$  Pb mesial, während links die stärkste Ausprägung bei  $\frac{1}{2}$  Pb bzw.  $1 \frac{1}{4}$  Pb auf der rechten Seite vorlag. Die Molarenrelation rechts konnte für einen Patienten nicht beurteilt werden.



**Abbildung 25: Sagittale Molarenrelation zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links bei  $n = 173$**  Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen.

Zum Zeitpunkt T2 nach Ende der Herbst-Multibracket-Phase konnte eine Neutralokklusion bei den untersuchten Patienten ( $n = 172$ ) erreicht werden. Der Mittelwert lag rechts bei  $0,04 \pm 0,2$  Pb bzw. links bei  $0,03 \pm 0,2$  Pb mit einem Median in Neutralokklusion ( $0,00$  Pb) wie aus Abbildung 26 erkennbar. Ausreißer waren mit einer  $\frac{1}{2}$  Pb mesial bzw.  $1$  Pb nach distal gekennzeichnet. In einem Fall konnte die Molarenrelation rechts nicht beurteilt werden.

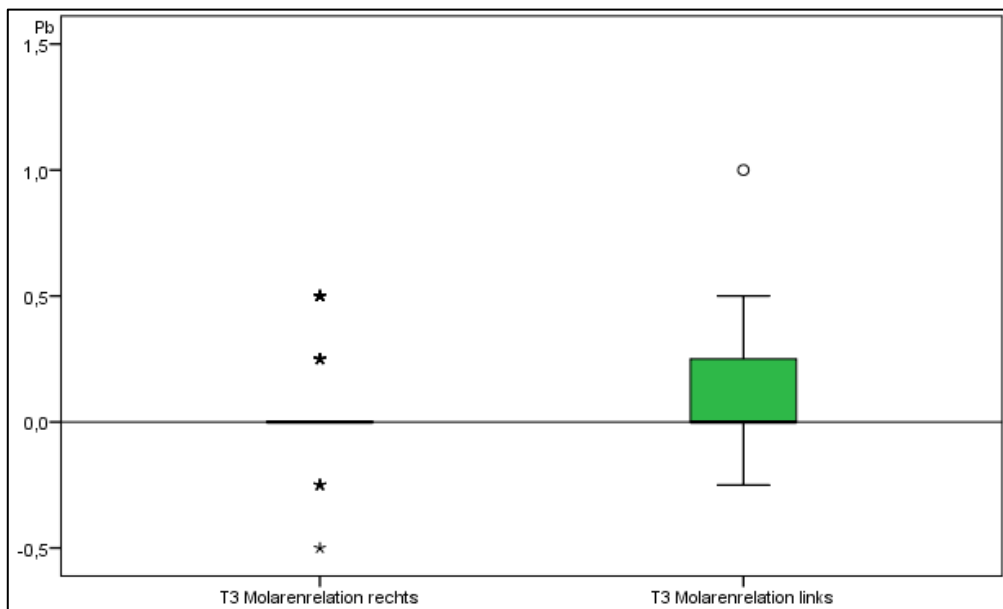
ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN



**Abbildung 26: Sagittale Molarenrelation nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links bei n = 172**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen.

Nach Ende der Behandlung und der Nachbeobachtungszeit (T3) konnte die sagittale Molarenrelation bei den Patienten (n = 94) auf einem Wert Nahe der Neutralokklusion von rechts  $0,08 \pm 0,2$  Pb bzw. links von  $0,09 \pm 0,2$  Pb stabilisiert werden. Der Median lag in beiden Fällen wieder bei 0,00 Pb, wie aus Abbildung 27 erkennbar wird. Während das Maximum rechts bei  $\frac{1}{2}$  Pb lag, wurde links eine Abweichung bis zu 1 Pb gemessen.



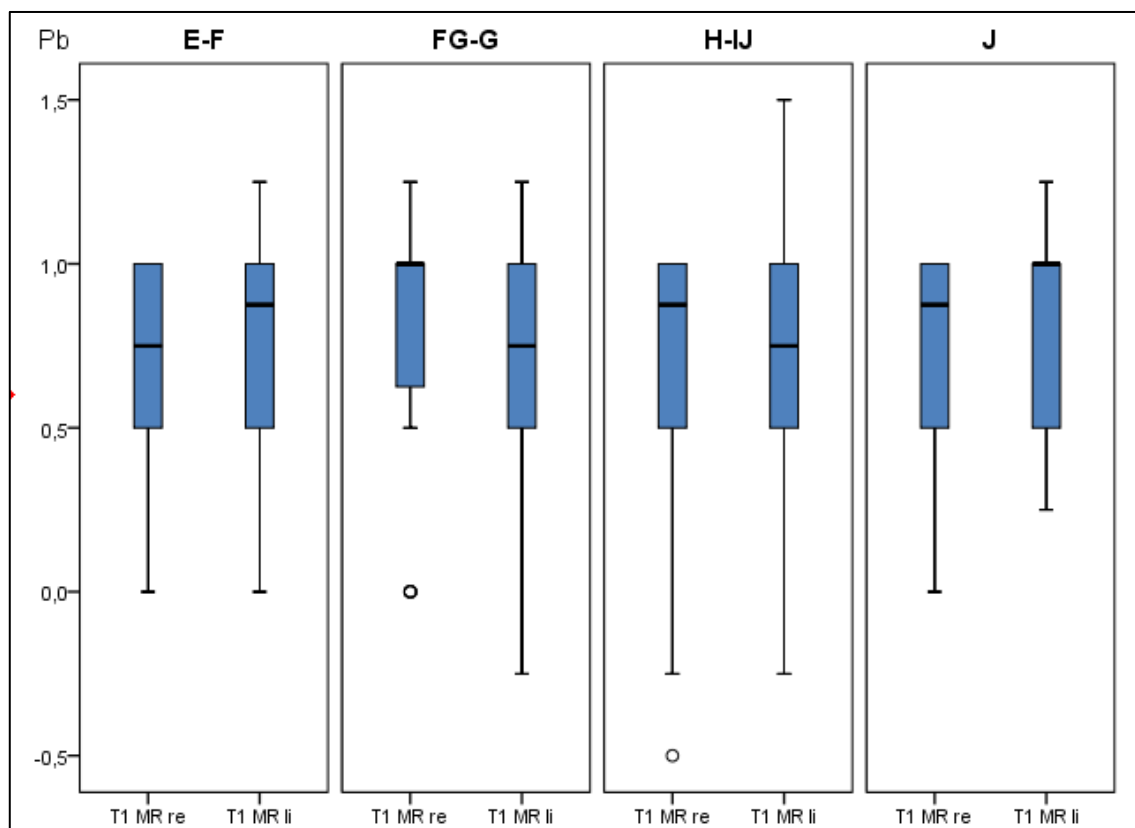
**Abbildung 27: Sagittale Molarenrelation nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links bei n = 94**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen.



SUBGRUPPENANALYSE SKELETTALE REIFE

Die Molarenrelation rechts und links zum Zeitpunkt T1 für die Subgruppenanalyse in Bezug auf die skeletale Reife werden in nachfolgender Abbildung 28 über Boxplots dargestellt. Die rechte und linke Molarenrelation verteilte sich hierbei etwas unterschiedlich, lag jedoch im Mittelwert um eine  $\frac{3}{4}$  Pb (MW 0,7 – 0,8 Pb, SD 0,3-0,4). So war die Molarenrelation links in den Gruppen „E-F“ und „J“ etwas stärker ausgeprägt, während die Gruppen „FG-G“ und „H-IJ“ rechts etwas höhere Werte aufwiesen. Dies kann mit einer Subdivision zusammenhängen. Der Kruskal-Wallis-Test lieferte keinen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen diesen Gruppen ( $p = 0,241$  für rechts,  $p = 0,715$  für links).



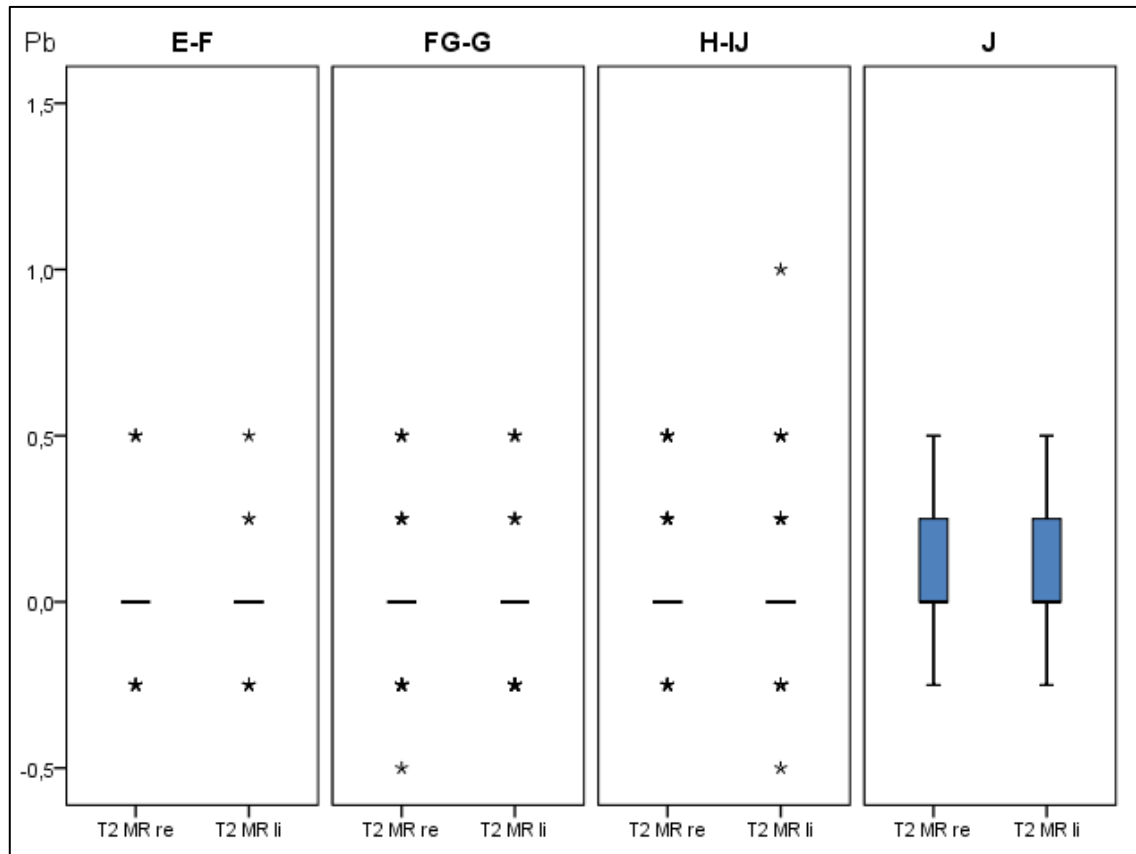
**Abbildung 28: Molarenrelation für die Subgruppe Skelettale Reife zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „E-F“ mit  $n = 22$ , „FG-G“ mit  $n = 56$ , „H-IJ“ mit  $n = 72$ , „J“ mit  $n(\text{rechts}) = 22$ ,  $n(\text{links}) = 23$ .

Zum Zeitpunkt T2 nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung konnte die sagittale distale Molarenrelation in allen Gruppen auf einen Median von 0,0 Pb, entsprechend einer neutralen Molarenrelation, gesenkt werden mit Mittelwerten von 0,0 – 0,1 Pb bei SD von 0,2. Einzelne Extremwerte bezüglich einer Überkorrektur, entsprechend eines negativen Wertes oder zu geringer Korrektur konnten in allen Gruppen gezeigt werden, siehe Abbildung 29. Der Kruskal-Wallis-Test lieferte für die linke Seite einen Hinweis auf einen systematischen Unterschied

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

zwischen den Gruppen ( $p = 0,029$ ), während für die rechte Seite kein Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen diesen Gruppen gezeigt wurde ( $p = 0,167$ ). Zu bedenken bleibt, dass kleine p-Werte auch immer im Zusammenhang mit multiplem Testen entstehen können.

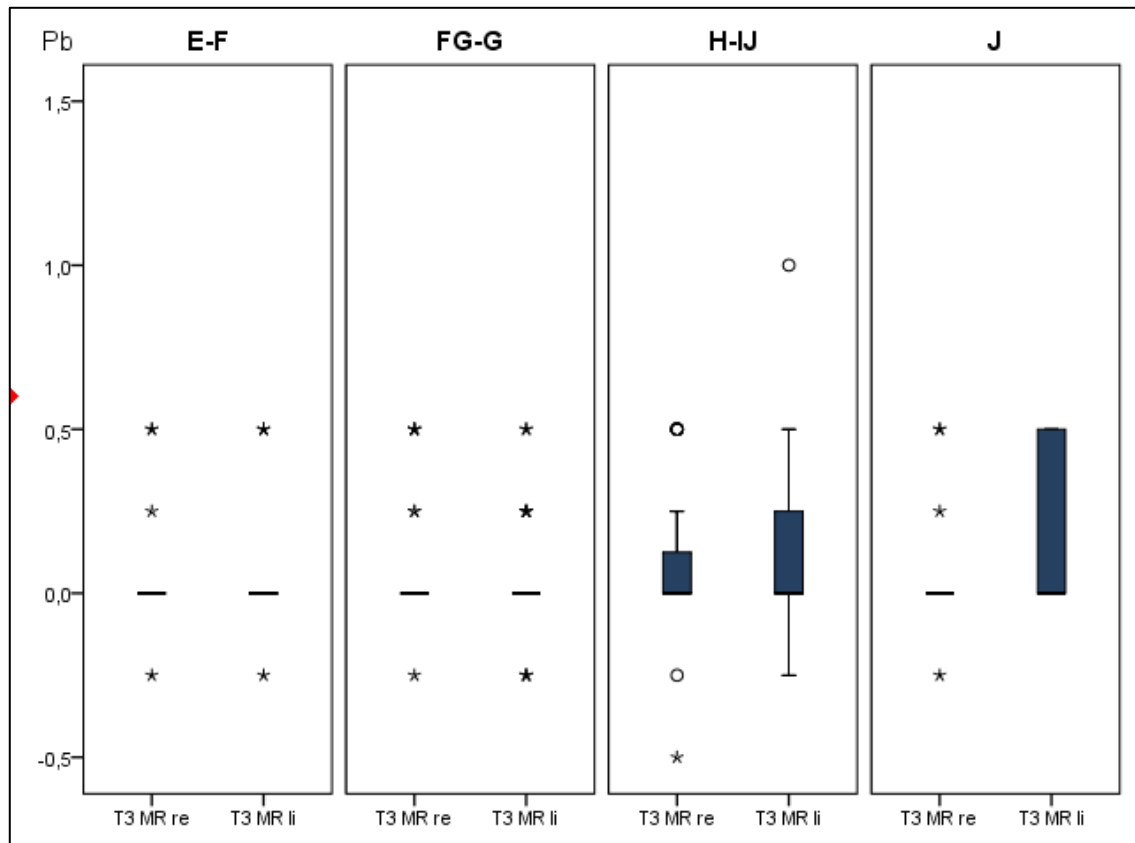


**Abbildung 29: Molarenrelation für die Subgruppe Skelettale Reife nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „E-F“ mit  $n = 21$ , „FG-G“ mit  $n = 56$ , „H-IJ“ mit  $n = 72$ , „J“ mit  $n(\text{rechts}) = 22$ ,  $n(\text{links}) = 23$ .

Zum Zeitpunkt T3 nach mindestens 24-monatiger Retentionszeit lag der Median in allen Gruppen weiterhin bei 0,0 Pb, wie aus Abbildung 30 hervorgeht, mit Mittelwerten von 0,0 – 0,2 Pb bei SD von 0,2 – 0,3. So konnte die Korrektur der Molarenrelation durch die Behandlung auch während der Retentionszeit stabil gehalten werden. Der Kruskal-Wallis-Test lieferte keinen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen diesen Gruppen ( $p = 0,975$  für rechts,  $p = 0,454$  für links).

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN



**Abbildung 30: Molarenrelation für die Subgruppe Skelettale Reife nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links**

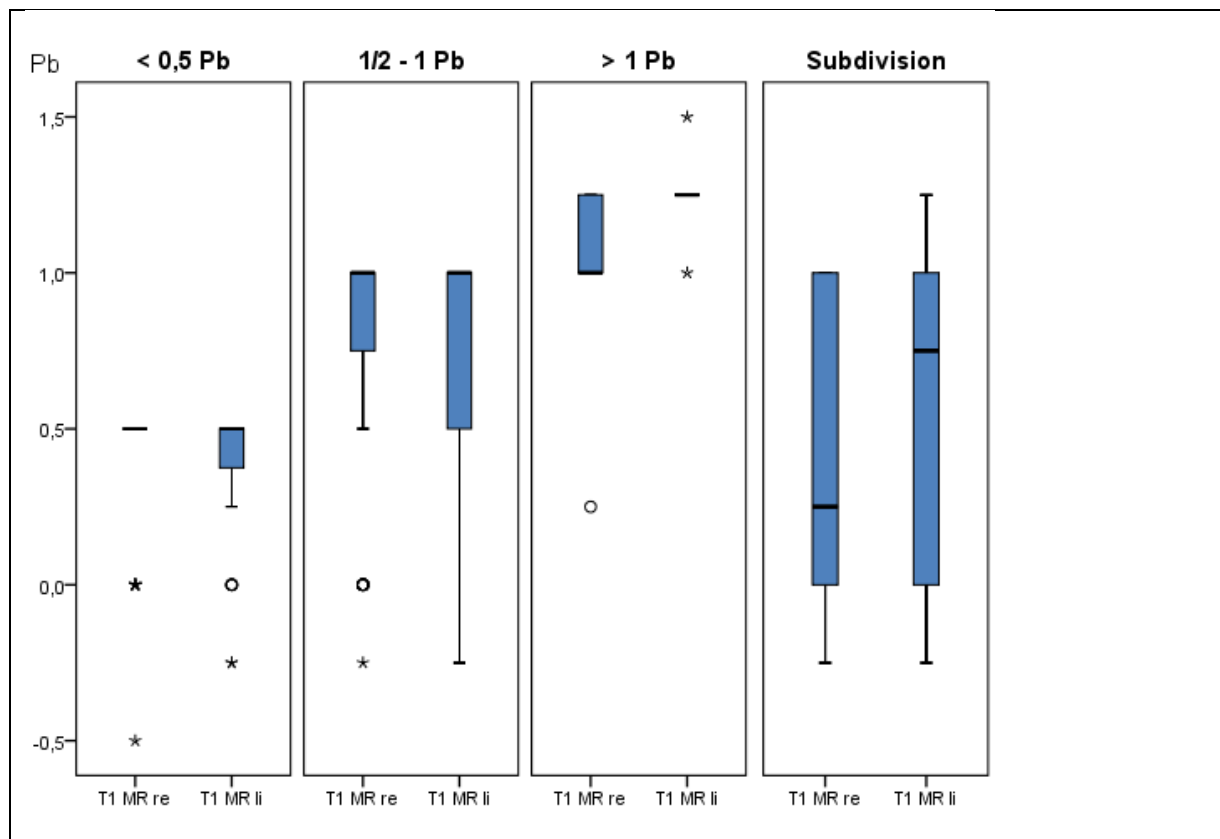
Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „E-F“ mit  $n = 13$ , „FG-G“ mit  $n = 32$ , „H-IJ“ mit  $n = 35$ , „J“ mit  $n = 14$ .

*SUBGRUPPENANALYSE SCHWEREGRAD DER MALOKKLUSION*

Die Molarenrelation rechts und links zum Zeitpunkt T1 für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion wird in nachfolgender Abbildung 31 über Boxplots dargestellt. Die rechte und linke Molarenrelation verteilte sich hierbei entsprechend der Gruppeneinteilung, siehe 3.11.2 auf Seite 36. In der Gruppe „ $\leq \frac{1}{2}$ “ mit der geringsten Ausprägung der Malokklusion lag der Median beidseits bei  $\frac{1}{2}$  Pb mit Mittelwerten rechts und links von  $0,4 \pm 0,2$  Pb. Der Median in der Gruppe „ $\frac{1}{2}$  bis 1 Pb“ lag bei 1,0 Pb, während der Mittelwert bei  $0,8 \pm 0,3$  Pb lag. Der Median innerhalb der Gruppe „ $> 1$  Pb“ mit dem schwersten Ausprägungsgrad der Malokklusion war links mit  $1 \frac{1}{4}$  Pb stärker ausgeprägt als rechts mit 1,0 Pb. Die Mittelwerte waren hier ebenfalls links stärker ausgeprägt mit  $1 \frac{1}{4} \pm 0,1$  Pb, während rechts der Wert bei  $1,0 \pm 0,3$  Pb lag. Der Kruskal-Wallis-Test lieferte in allen Gruppen einen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen diesen Gruppen ( $p < 0,001$  für rechts,  $p < 0,001$  für links).

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

Die zusätzliche Gruppe „Subdivision“ mit einer Differenz von rechter und linker Seite von  $\geq \frac{3}{4}$  Pb zeigte einen Median rechts von  $\frac{1}{4}$  Pb und links  $\frac{3}{4}$  Pb. Die Mittelwerte lagen rechts und links bei  $0,5 \pm 0,5$  Pb.

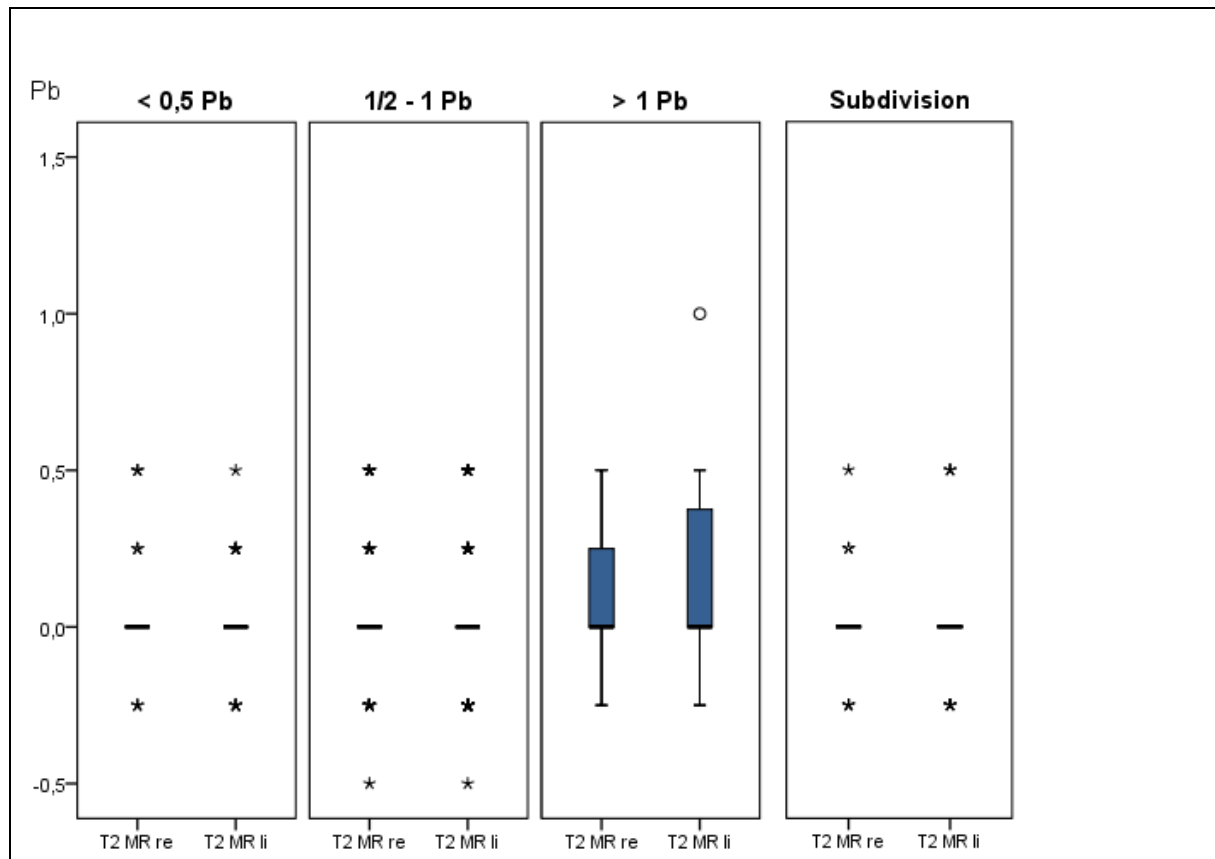


**Abbildung 31: Molarenrelation für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „ $\leq \frac{1}{2}$  Pb“ mit  $n(\text{rechts}) = 35$ ,  $n(\text{links}) = 36$ , „ $\frac{1}{2} - 1$  Pb“ mit  $n = 126$ , „ $> 1$  Pb“ mit  $n = 12$ . Die Zusatzgruppe „Subdivision“ mit  $n = 21$ .

Zum Zeitpunkt T2 nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung konnte die sagittale distale Molarenrelation in allen Gruppen auf einen Median von 0,0 Pb, entsprechend einer neutralen Molarenrelation, gesenkt werden, siehe nachfolgende Abbildung 32. Hier lagen die Mittelwerte bei 0,0 – 0,2 Pb mit SD von 0,2 – 0,33. In der Gruppe „ $> 1$  Pb“ mit der stärksten Ausprägung zu Behandlungsbeginn waren die Mittelwerte links mit 0,2 Pb am stärksten ausgeprägt. Rechts lagen sie bei 0,1 Pb. Der Kruskal-Wallis-Test lieferte keinen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen diesen Gruppen ( $p = 0,709$  für rechts,  $p = 0,358$  für links).

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN



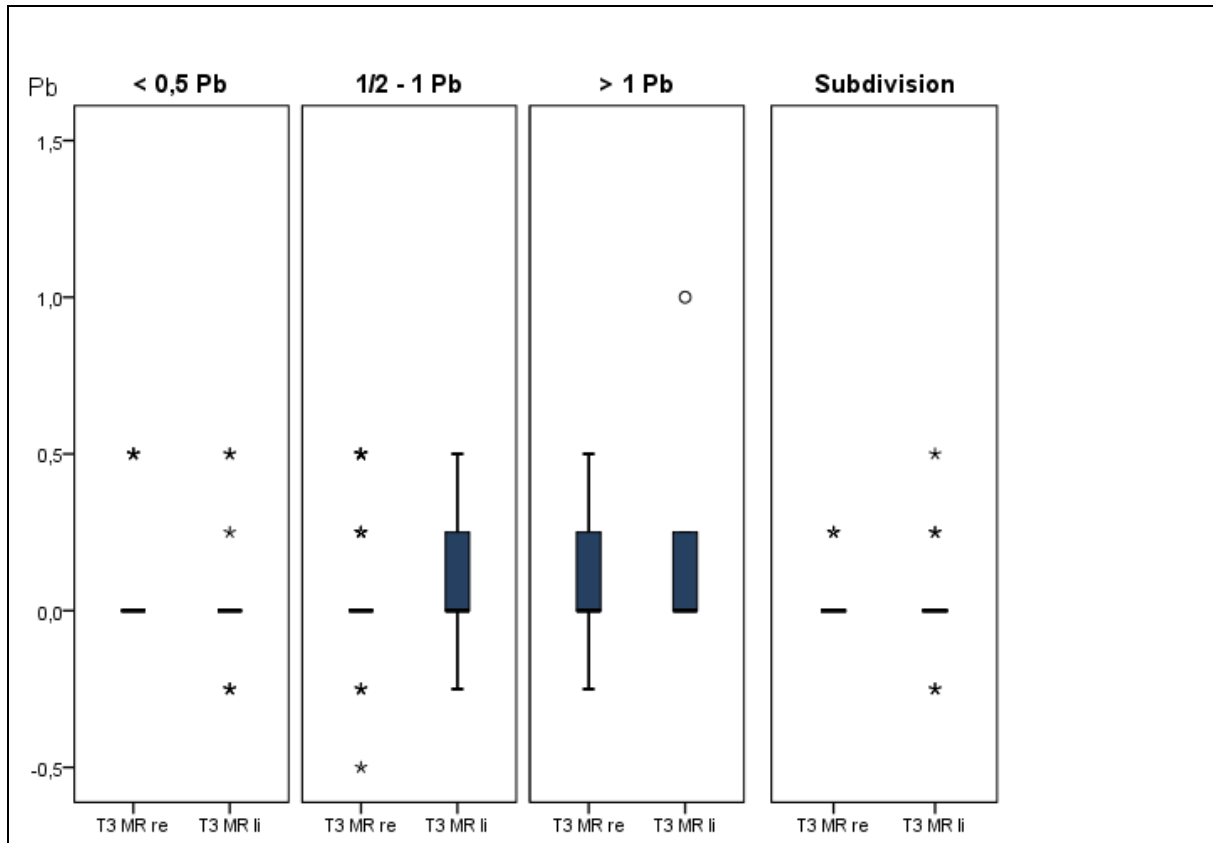
**Abbildung 32: Molarenrelation für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „ $\leq \frac{1}{2}$  Pb“ mit  $n(\text{rechts}) = 35$ ,  $n(\text{links}) = 36$ , „ $\frac{1}{2} - 1$  Pb“ mit  $n = 125$ , „ $> 1$  Pb“ mit  $n = 12$ . Die Zusatzgruppe „Subdivision“ mit  $n = 21$ .

Zum Zeitpunkt T3 nach mindestens 24-monatiger Retentionszeit konnte der Median der Molarenrelation in allen Gruppen konstant bei 0,0 Pb gehalten werden, wie aus Abbildung 33 hervorgeht. Hier waren ebenfalls die Mittelwerte der Gruppe mit der stärksten Ausprägung „ $> 1$  Pb“ mit rechts  $0,1 \pm 0,2$  Pb und links  $0,2 \pm 0,4$  Pb am stärksten ausgeprägt. Auch zeigte die Gruppe „ $\leq \frac{1}{2}$  Pb“ rechts erhöhte Mittelwerte von  $0,1 \pm 0,2$  Pb, während die Werte für links bei  $0,0 \pm 0,2$  Pb lagen. Der Kruskal-Wallis-Test lieferte keinen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen diesen Gruppen ( $p = 0,725$  für rechts,  $p = 0,220$  für links).

Die Molarenrelation in der Zusatzgruppe „Subdivision“ blieb mit Mittelwerten rechts von  $0,1 \pm 0,1$  Pb und links von  $0,0 \pm 0,2$  Pb weitgehend stabil. So zeigte sich, dass auch in der Nachbeobachtungszeit keine Verschlechterung der Molarenrelation auftrat. Die Werte blieben relativ stabil zu T2.

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN



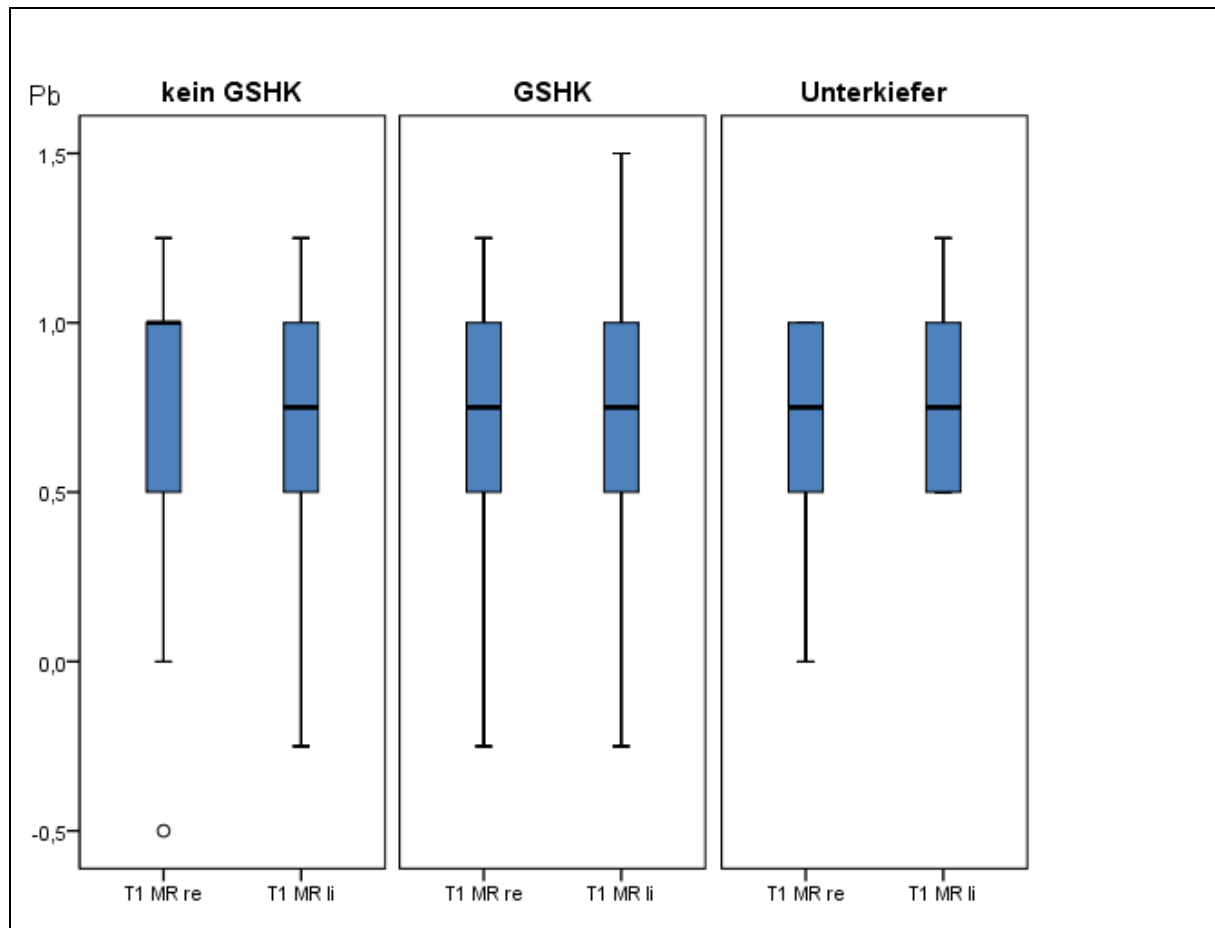
**Abbildung 33: Molarenrelation für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „ $\leq 1/2$  Pb“ mit  $n = 19$ , „ $1/2 - 1$  Pb“ mit  $n = 68$ , „ $> 1$  Pb“ mit  $n = 7$ . Die Zusatzgruppe „Subdivision“ mit  $n = 15$ .

*SUBGRUPPENANALYSE GAUMENSCHLEIMHAUTKONTAKT*

Die Molarenrelation rechts und links zum Zeitpunkt T1 für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt wird in nachfolgender Abbildung 34 über Boxplots dargestellt. In der Gruppe „GSHK“ mit vorhandenem Gaumenschleimhautkontakt lag der Median der Molarenrelation auf beiden Seiten bei  $3/4$  Pb bei einem Mittelwert von rechts  $0,7 \pm 0,3$  Pb und links  $0,7 \pm 0,4$  Pb. Die Gruppe „kein GSHK“ hatte Mittelwerte von  $0,7$  Pb für rechts und links mit SD rechts von  $0,4$  Pb und links von  $0,3$  Pb. Der Median war hier auf der rechten Seite mit  $1,0$  Pb jedoch stärker ausgeprägt als auf der linken Seite mit  $3/4$  Pb. In der zusätzlichen Gruppe Unterkiefer war der Median gleichmäßig ausgeprägt bei  $3/4$  Pb, während die Mittelwerte rechts bei  $0,7 \pm 0,4$  Pb und links bei  $0,8 \pm 0,3$  Pb lagen. Der p-Wert des Mann-Whitney-U-Tests lieferte keinen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen „kein GSHK“ und „GSHK“ ( $p = 0,482$  für rechts,  $p = 0,862$  für links). Die Gruppe „Unterkiefer“ ist nur kasuistisch.

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

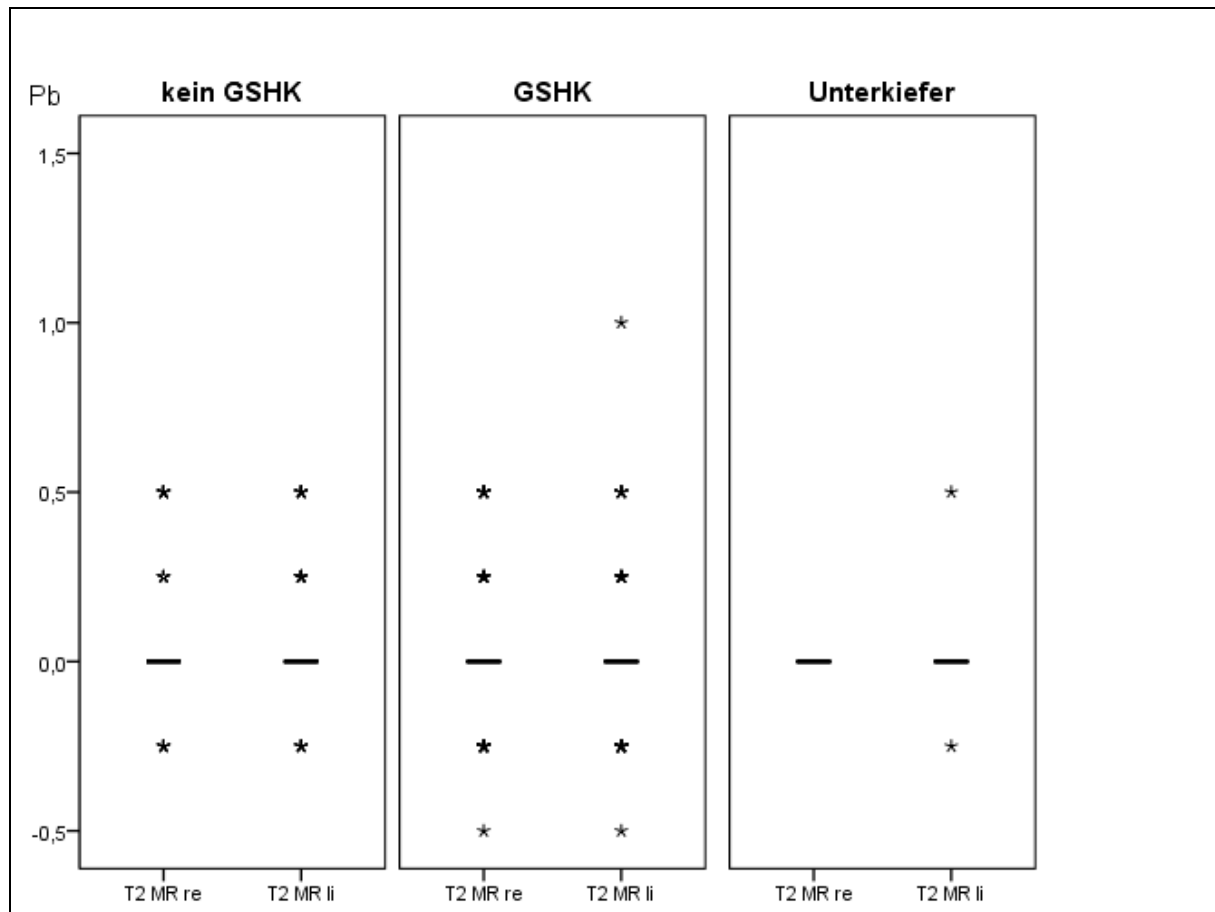


**Abbildung 34: Molarenrelation für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „kein GSHK“ mit  $n(\text{rechts}) = 64$ ,  $n(\text{links}) = 65$ , „GSHK“ mit  $n = 107$ . Die zusätzliche Gruppe „Unterkiefer“ mit  $n = 6$ .

Zum Zeitpunkt T2 nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung konnte die sagittale distale Molarenrelation in allen Gruppen auf einen Median von 0,0 Pb, entsprechend einer neutralen Molarenrelation, gesenkt werden mit Mittelwerten von 0,00 – 0,07 Pb bei SD von 0,00 – 0,25. Einzelne Extremwerte bezüglich einer Überkorrektur, entsprechend eines negativen Wertes oder zu geringer Korrektur konnten in allen Gruppen gezeigt werden, siehe Abbildung 35. Der Mann-Whitney-U-Test lieferte für die linke Seite einen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen den Gruppen ( $p = 0,062$ ), während rechts kein Hinweis gefunden wurde ( $p = 0,212$ ). Die Subgruppe „Unterkiefer“ ist kasuistisch dargestellt.

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN



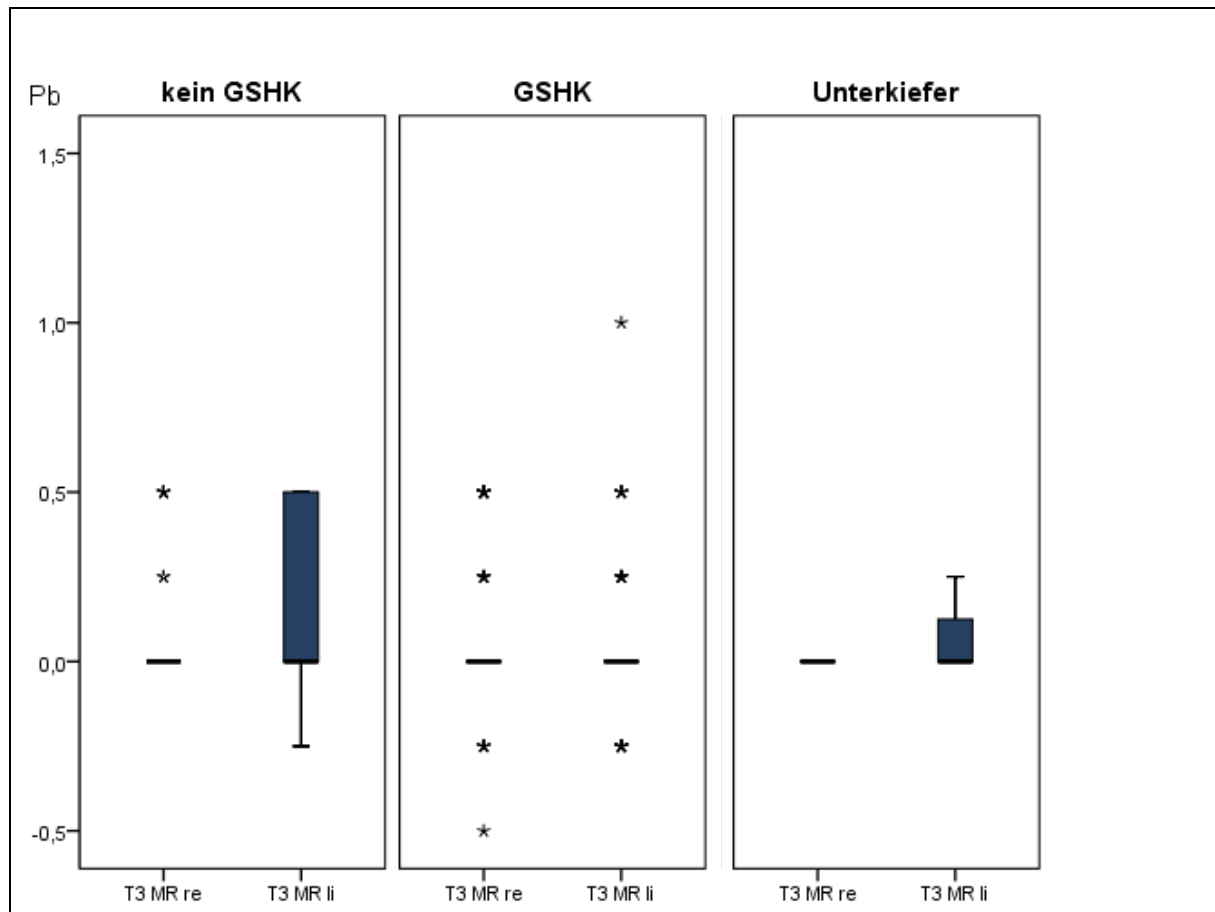
**Abbildung 35: Molarenrelation für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „kein GSHK“ mit  $n(\text{rechts}) = 64$ ,  $n(\text{links}) = 65$ , „GSHK“ mit  $n = 106$ . Die zusätzliche Gruppe „Unterkiefer“ mit  $n = 6$ .

Zum Zeitpunkt T3 nach mindestens 24-monatiger Retentionszeit blieb der Median der Molarenrelation in allen Gruppen unverändert bei 0,0 Pb, wie aus Abbildung 36 hervorgeht, mit Mittelwerten von 0,06 – 0,14 Pb bei SD von 0,00 – 0,23. So zeigte sich, dass die Molarenrelation stabil gehalten werden konnte. Es kam zu keiner Verbesserung sowie keiner Verschlechterung der Molarenrelation. Der Mann-Whitney-U-Test zeigte hier auch eine Tendenz zu einem systematischen Unterschied für die linke Seite ( $p = 0,080$ ), während er für links keinen Hinweis lieferte ( $p = 0,667$ ). Die Gruppe „Unterkiefer“ als anekdotische Darstellung.



ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN



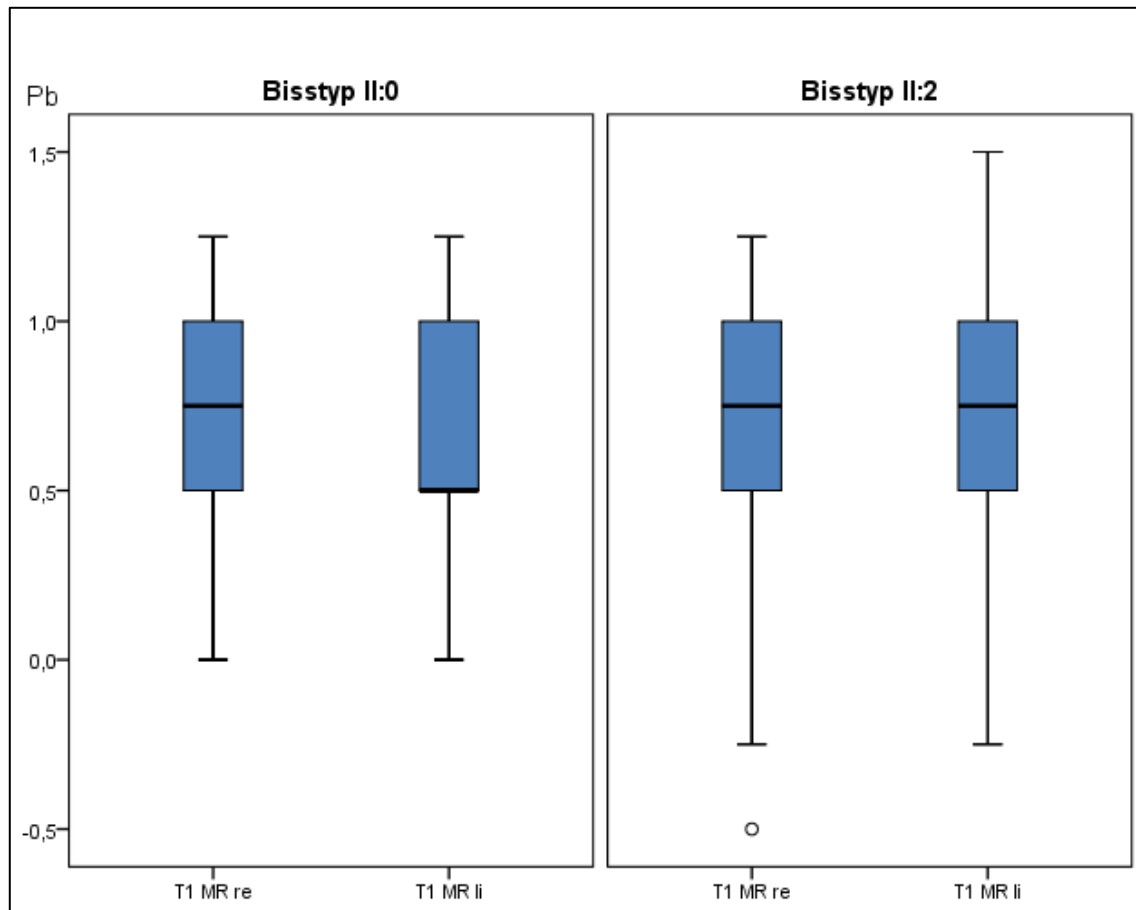
**Abbildung 36: Molarenrelation für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „kein GSHK“ mit  $n = 34$ , „GSHK“ mit  $n = 60$ . Die zusätzliche Gruppe „Unterkiefer“ mit  $n = 3$ .

*SUBGRUPPENANALYSE BISSTYP*

Die Molarenrelation rechts und links zum Zeitpunkt T1 für die Subgruppe Bisstyp wird in nachfolgender Abbildung 37 über Boxplots dargestellt. Es zeigte sich ein Median von  $\frac{3}{4}$  Pb in beiden Gruppen, jedoch zeigte die linke Seite der Gruppe „Bisstyp II:0“ einen etwas niedrigeren Median von  $\frac{1}{2}$  Pb. Die Mittelwerte waren in der Gruppe „Bisstyp II:0“ mit links  $0,6 \pm 0,3$  Pb und rechts  $0,7 \pm 0,4$  Pb etwas niedriger als in der Vergleichsgruppe „Bisstyp II:2“ mit einem beidseitigen Mittelwert von  $\frac{3}{4}$  Pb  $\pm 0,3$ . Der Mann-Whitney-U-Test lieferte für die linke Seite einen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen den Gruppen ( $p = 0,011$ ), während die rechte Seite unauffällig blieb ( $p = 0,440$ ).

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

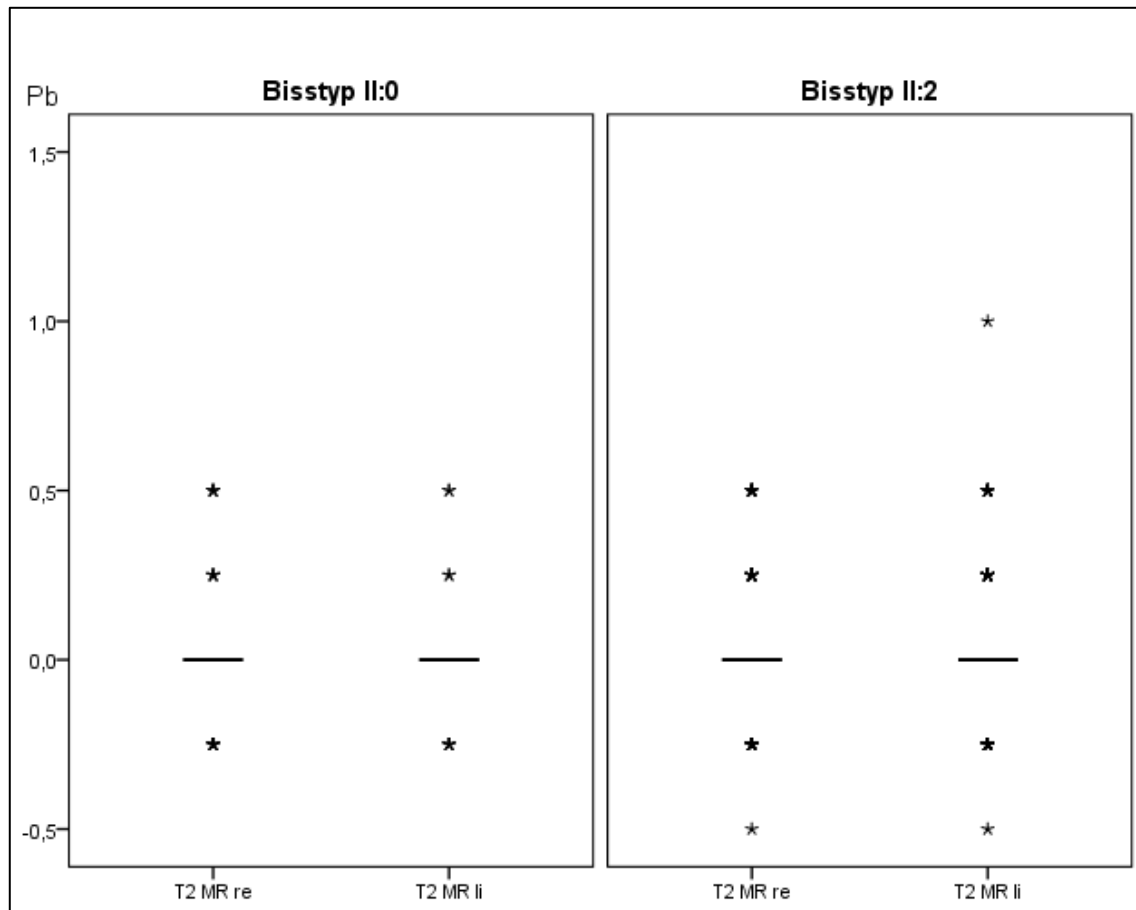


**Abbildung 37: Molarenrelation für die Subgruppe Bisstyp zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „Bisstyp II:0“ mit  $n(\text{rechts}) = 34$ ,  $n(\text{links}) = 35$ , „Bisstyp II:2“ mit  $n = 139$ .

Zum Zeitpunkt T2 nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung konnte die sagittale distale Molarenrelation in allen Gruppen auf einen Median von 0,0 Pb, entsprechend einer neutralen Molarenrelation, gesenkt werden mit Mittelwerten von 0,0 Pb bei SD von 0,2. Einzelne Extremwerte bezüglich einer Überkorrektur, entsprechend eines negativen Wertes oder zu geringer Korrektur konnten in allen Gruppen gezeigt werden, siehe Abbildung 38. Der Mann-Whitney-U-Test lieferte keinen Hinweis auf einen Unterschied ( $p = 0,945$  für rechts,  $p = 0,602$  für links).

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

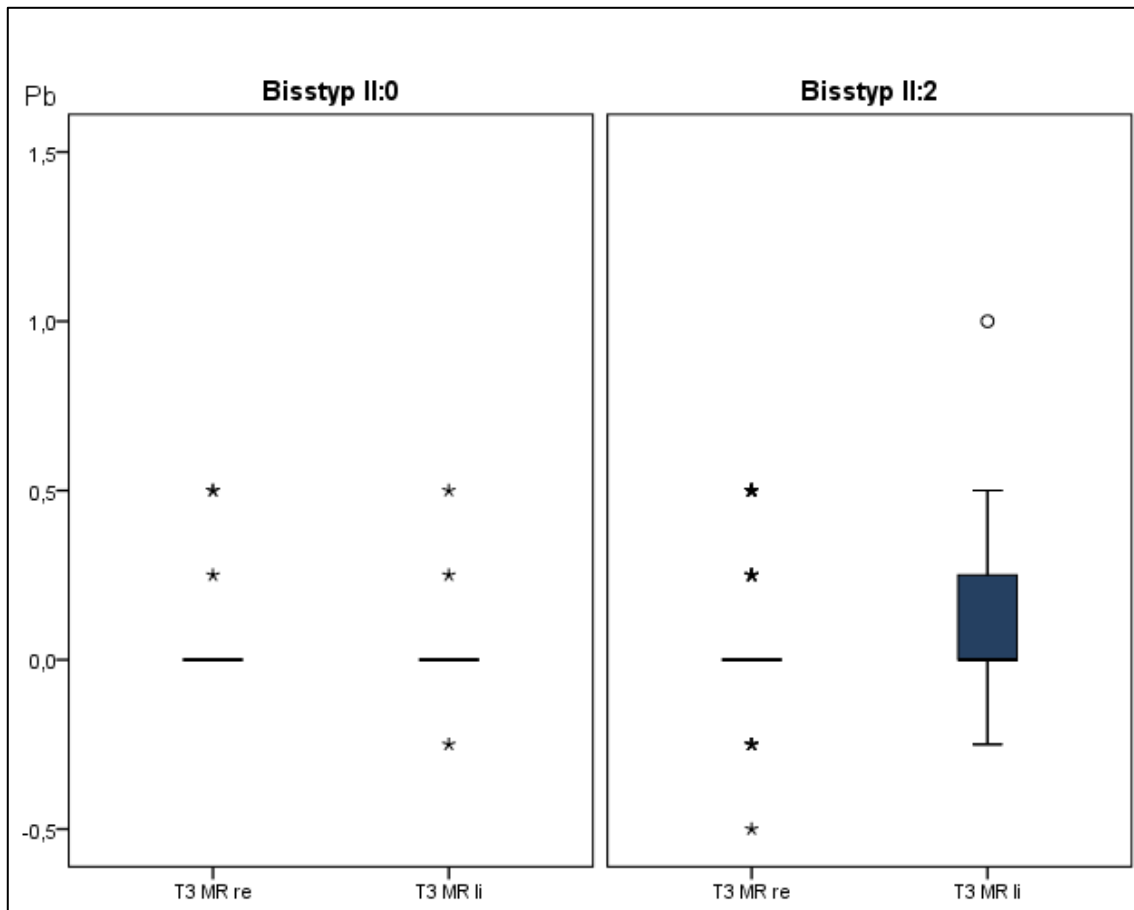


**Abbildung 38: Molarenrelation für die Subgruppe Bisstyp nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „Bisstyp II:0“ mit  $n(\text{rechts}) = 34$ ,  $n(\text{links}) = 35$ , „Bisstyp II:2“ mit  $n = 138$ .

Zum Zeitpunkt T3 nach mindestens 24-monatiger Retentionszeit konnte der Median der Molarenrelation in beiden Gruppen stabil bei 0,0 Pb gehalten werden, wie Abbildung 39 zeigt. Die Mittelwerte waren mit 0,0 – 0,1 Pb bei SD von 0,2 in beiden Gruppen ähnlich ausgeprägt. Nur einzelne Extremwerte konnten registriert werden. Der Mann-Whitney-U-Test lieferte keinen Hinweis auf einen Unterschied zwischen den Gruppen ( $p = 0,681$  für rechts,  $p = 0,462$  für links).

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

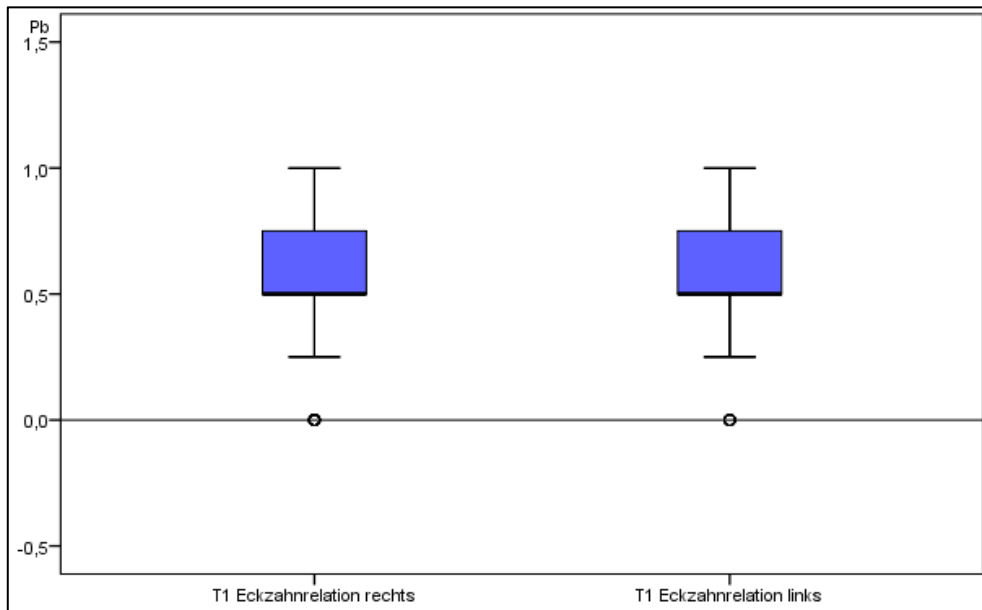


**Abbildung 39: Molarenrelation für die Subgruppe Bisstyp nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „Bisstyp II:0“ mit n = 13 „Bisstyp II:2“ mit n = 81.

#### 4.2.2 ECKZAHNRELATION

Zu Behandlungsbeginn konnte die Eckzahnrelation rechts nur für 164 und links für 165 Patienten im Vergleich zu den 173 bzw. 174 Patienten für die Molarenrelation bestimmt werden, da die Eckzähne bei 9 Patienten noch nicht eruptiert waren. Es zeigte sich ein durchschnittlicher Wert rechts von  $0,57 \pm 0,24$  Pb bzw. links von  $0,60 \pm 0,24$  Pb mit einem Median von  $0,50$  Pb, siehe Abbildung 40. Die Eckzahnrelation lag maximal bei  $1$  Pb, während sie minimal bereits neutral war ( $0$  Pb).

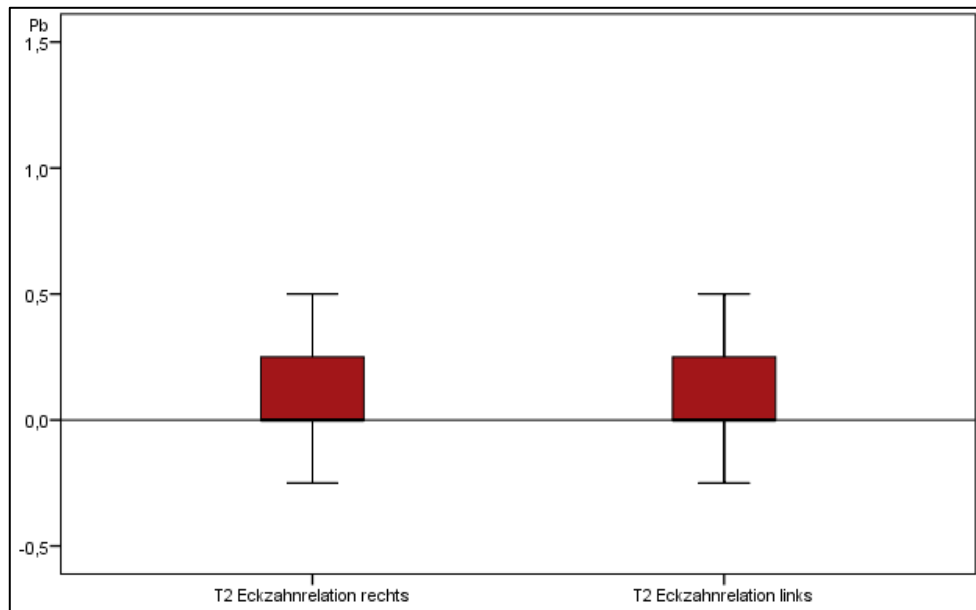


**Abbildung 40: Sagittale Eckzahnrelation zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links bei rechts n = 164; links n = 165**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen.

Zum Zeitpunkt T2 nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung ( $n = 173$ ) zeigte sich annähernd eine Neutralokklusion rechts von  $0,09 \pm 0,15$  Pb und links von  $0,10 \pm 0,15$  Pb, der Median zeigte eine Neutralokklusion ( $0$  Pb) wie aus Abbildung 41 abgelesen werden kann. In Einzelfällen war die Eckzahnrelation weiterhin bei  $\frac{1}{2}$  Pb distal, während sie in manchen Fällen durch die Behandlung überkorrigiert wurde auf Werte von  $\frac{1}{4}$  Pb mesial.

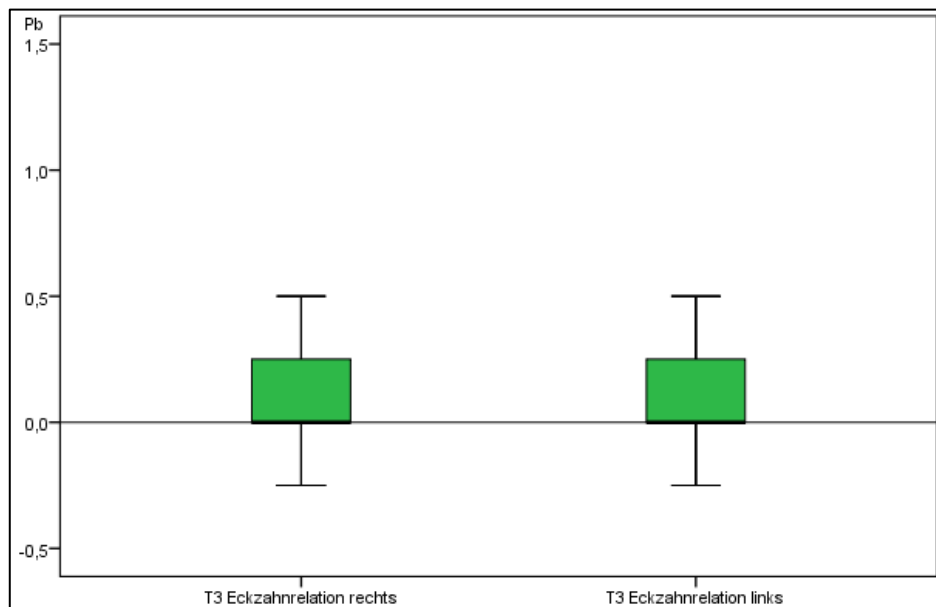
## ERGEBNISSE OKKLUSALE VARIABLEN



**Abbildung 41: Sagittale Eckzahnrelation nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links bei n = 173**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen

Nach abgeschlossener Behandlung (T3) lag die Eckzahnrelation durchschnittlich in etwa im neutralen Bereich bei rechts  $0,09 \pm 0,18$  Pb und links  $0,14 \pm 0,19$  Pb. Wie aus Abbildung 42 ersichtlich konnte der Median in diesem Fall ebenfalls in Neutralokklusion bei 0,0 Pb gehalten werden. Auch hier kam es vereinzelt zu Überkorrekturen bis  $\frac{1}{4}$  Pb mesial bzw. zu Rezidiven von  $\frac{1}{2}$  Pb.

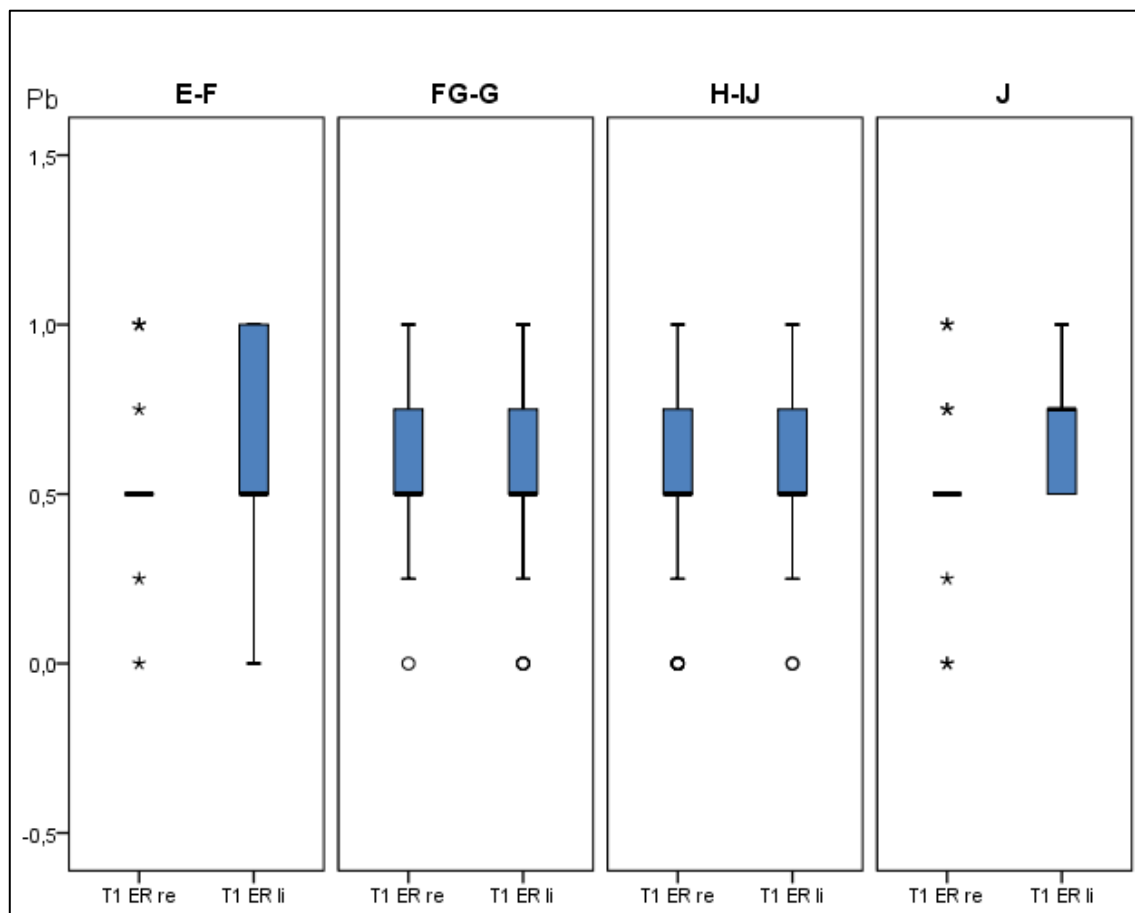


**Abbildung 42: Sagittale Eckzahnrelation nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links bei n = 94**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen

SUBGRUPPENANALYSE SKELETTALE REIFE

Die Eckzahnrelation ist für die rechte und linke Seite zum Zeitpunkt T1 für die Subgruppe Skelettale Reife in Abbildung 43 über Boxplots dargestellt. Mit Ausnahme von  $\frac{3}{4}$  Pb der linken Seite bei der Gruppe „J“, lag der Median in allen Gruppen bei  $\frac{1}{2}$  Pb zu Behandlungsbeginn. Die rechte und linke Molarenrelation verteilte sich innerhalb der Gruppen leicht unterschiedlich, so lag der Mittelwert links bei den der Gruppen „E-F“, „H-IJ“ um 0,1 und „J“ um 0,2 höher als auf der rechten Seite mit 0,6 für „E-F“ und 0,5 für „H-IJ“ und „J“, während Gruppe „FG-G“ einen Mittelwert rechts von  $0,6 \pm 0,2$ , bzw. links von  $0,6 \pm 0,3$  Pb aufwies. Der Kruskal-Wallis-Test lieferte einen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen diesen Gruppen ( $p = 0,050$  für rechts,  $p = 0,101$  für links).

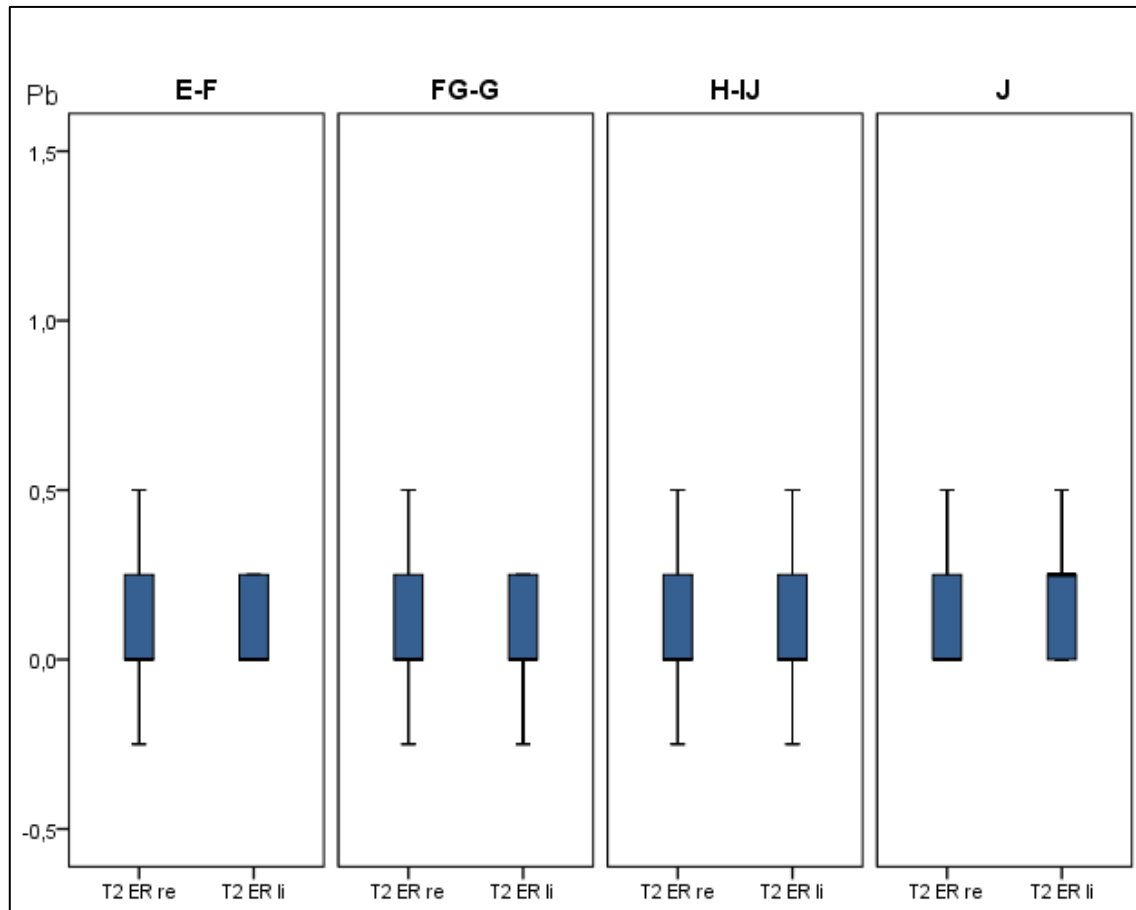


**Abbildung 43: Eckzahnrelation für die Subgruppe Skelettale Reife zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „E-F“ mit  $n = 20$ , 2 fehlend, „FG-G“ mit  $n(\text{rechts}) = 52$ , 4 fehlend und  $n(\text{links}) = 51$ , 5 fehlend, „H-IJ“ mit  $n(\text{rechts}) = 69$ , 3 fehlend und  $n(\text{links}) = 71$ , 1 fehlend, „J“ mit  $n = 23$ .

Zum Zeitpunkt T2 nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung konnte die sagittale distale Eckzahnrelation in allen Gruppen um  $\frac{1}{2}$  Pb im Median gesenkt werden. So stellte sich nach der Behandlung eine Neutralokklusion von 0,0 Pb in fast allen Gruppen ein, ausgenommen die linke Seite bei der Gruppe mit der ausgeprägten skelettalen Reife „J“ bei ausgeprägtem

Anfangsmedian von  $\frac{3}{4}$  Pb, siehe Abbildung 44. Hier lag der Median nach der Behandlung bei  $\frac{1}{4}$  Pb. Die Mittelwerte waren bei 0,1 – 0,2 Pb mit SD von 0,1 – 0,2 recht homogen. Der Kruskal-Wallis-Test lieferte keinen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen diesen Gruppen ( $p = 0,736$  für rechts,  $p = 0,215$  für links).



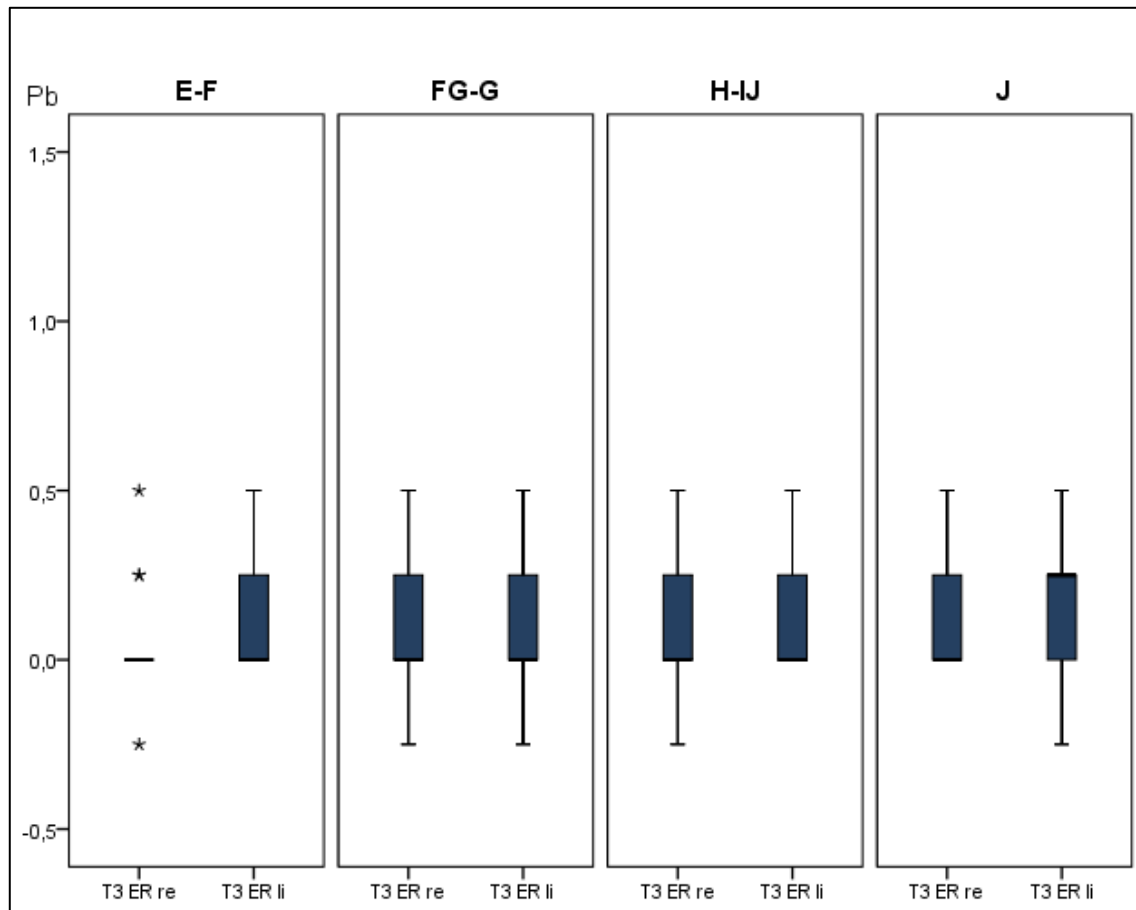
**Abbildung 44: Eckzahnrelation für die Subgruppe Skelettale Reife nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „E-F“ mit  $n = 21$ , „FG-G“ mit  $n = 56$ , „H-IJ“ mit  $n = 72$ , „J“ mit  $n = 23$ .

Nach Ende der mindestens 24-monatigen Beobachtungszeit war der Median innerhalb der Gruppen konstant geblieben. So zeigten sich keine Veränderungen zu Zeitpunkt T2, wie Abbildung 45 zeigt. Ebenfalls konstant blieb die linke Seite der Gruppe „J“ mit  $\frac{1}{4}$  Pb. Die Mittelwerte hierzu lagen bei  $0,1 - 0,2 \pm 0,2$  Pb. Der Kruskal-Wallis-Test lieferte keinen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen diesen Gruppen ( $p = 0,870$  für rechts,  $p = 0,568$  für links).



ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN



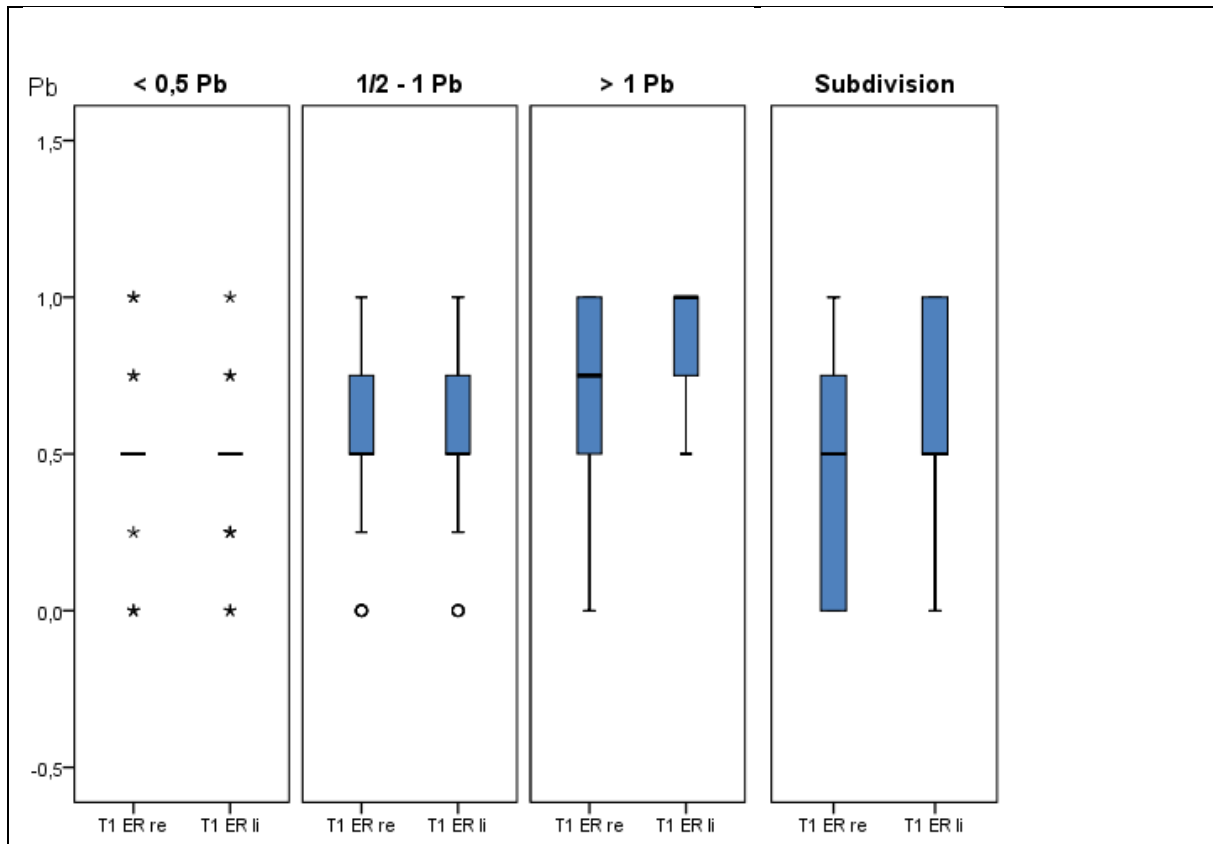
**Abbildung 45: Eckzahnrelation für die Subgruppe Skelettale Reife nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „E-F“ mit n = 13, „FG-G“ mit n = 32, „H-IJ“ mit n = 35, „J“ mit n = 14.

*SUBGRUPPENANALYSE SCHWEREGRAD DER MALOKKLUSION*

Die Eckzahnrelation rechts und links zum Zeitpunkt T1 für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion wird in nachfolgender Abbildung 46 über Boxplots dargestellt. Die rechte und linke Eckzahnrelation verteilte sich hierbei entsprechend der Gruppeneinteilung, siehe 3.11.2 auf Seite 36. In der Gruppe „ $\leq \frac{1}{2}$ “ mit der geringsten Ausprägung der Malokklusion sowie „ $\frac{1}{2} - 1$  Pb“ lag der Median beidseits bei  $\frac{1}{2}$  Pb mit höheren Mittelwerten bei der Gruppe „ $\frac{1}{2} - 1$  Pb“ von  $0,6 \pm 0,2$  Pb. Die Gruppe mit der stärksten Ausprägung der Malokklusion „ $> 1$  Pb“ hatte rechts einen Median von  $\frac{3}{4}$  Pb und links 1 Pb. Hier zeigte sich ebenfalls ein erhöhter Mittelwert links von  $0,9 \pm 0,2$  Pb zu rechts mit  $0,7 \pm 0,4$  Pb. Der Kruskal-Wallis-Test lieferte einen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen diesen Gruppen ( $p = 0,024$  für rechts,  $p < 0,001$  für links). Dies ist aufgrund der Gruppeneinteilung anhand des Schweregrads der Malokklusion zu erklären. In der zusätzlichen Gruppe „Subdivision“ lag der Median beidseits

bei  $\frac{1}{2}$  Pb. Hier zeigte sich auch links ein höherer Mittelwert von  $0,6 \pm 0,4$  Pb zu rechts mit  $0,5 \pm 0,4$  Pb.

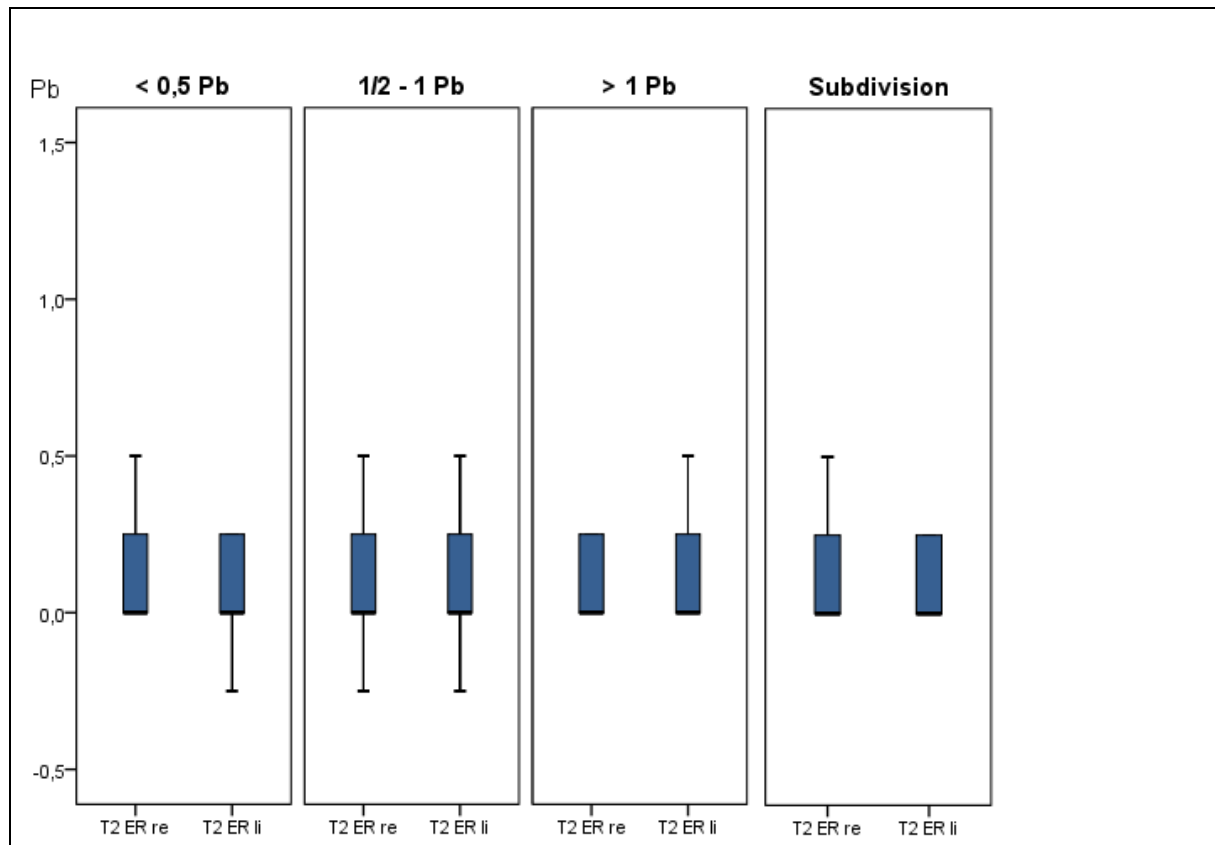


**Abbildung 46: Eckzahnrelation für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „ $\leq \frac{1}{2}$  Pb“ mit  $n(\text{rechts}) = 33$ ,  $n(\text{links}) = 34$ . „ $\frac{1}{2} - 1$  Pb“ mit  $n = 121$ , „ $> 1$  Pb“ mit  $n = 10$ . Die Zusatzgruppe „Subdivision“ mit  $n = 21$ .

Zum Zeitpunkt T2 nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung konnte die sagittale distale Eckzahnrelation in allen Gruppen auf einen Median von 0,0 Pb, entsprechend einer neutralen Eckzahnrelation, gesenkt werden, siehe nachfolgende Abbildung 47. Hier lagen die Mittelwerte bei 0,1 Pb mit SD von 0,1 – 0,2. Ebenfalls konnte eine Neutralokklusion in der Gruppe „Subdivision“ zum Zeitpunkt T2 erreicht werden. Der Kruskal-Wallis-Test lieferte keinen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen diesen Gruppen ( $p = 0,770$  für rechts,  $p = 0,674$  für links).

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

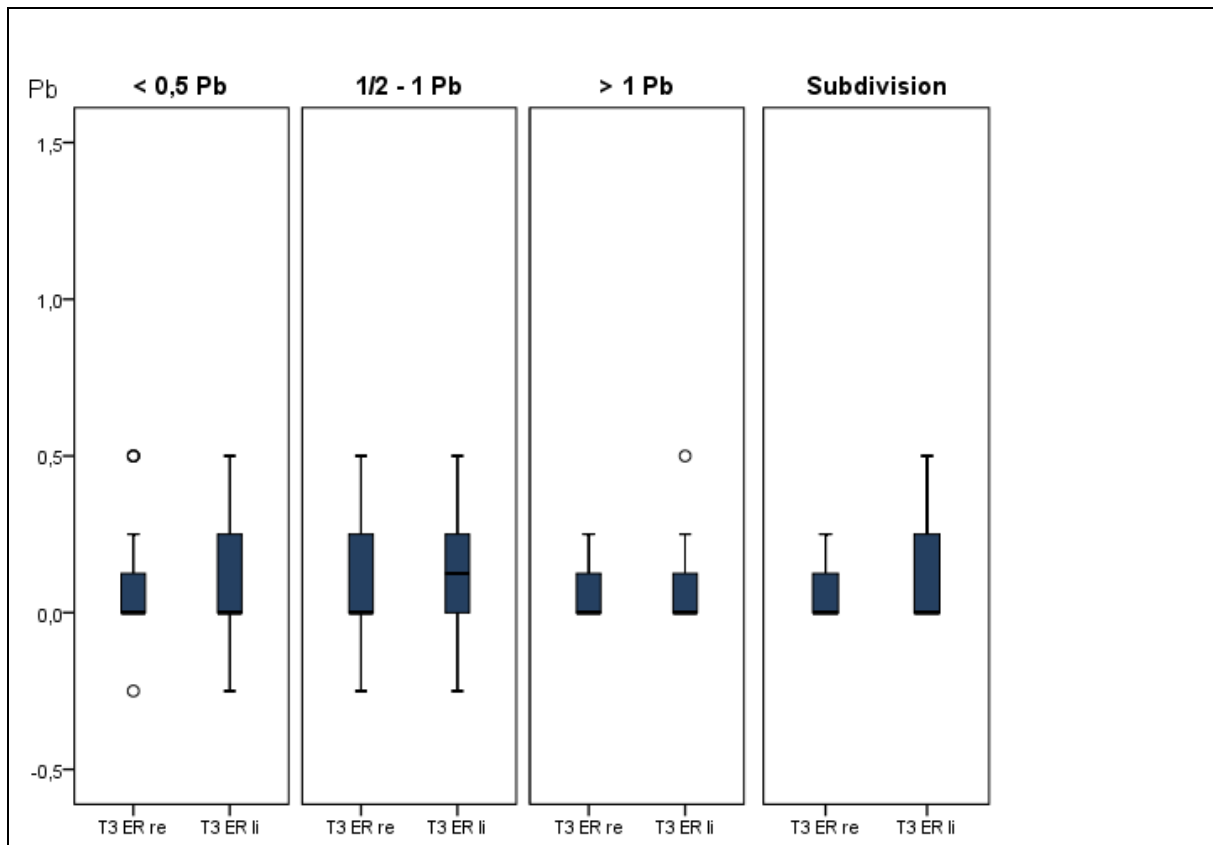


**Abbildung 47: Eckzahnrelation für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „ $\leq 1/2$  Pb“ mit  $n = 36$ , „ $1/2 - 1$  Pb“ mit  $n = 125$ , „ $> 1$  Pb“ mit  $n = 12$ . Die Zusatzgruppe „Subdivision“ mit  $n = 21$ .

Zum Zeitpunkt T3 nach mindestens 24-monatiger Retentionszeit konnte der Median der Eckzahnrelation in fast allen Gruppen konstant bei 0,0 Pb gehalten werden, wie aus Abbildung 48 hervorgeht. Einzig die linke Seite innerhalb der Gruppe „ $1/2 - 1$  Pb“ zeigte einen erhöhten Median von 0,1 Pb mit einem Mittelwert von  $0,2 \pm 0,2$  Pb. Die anderen Mittelwerte lagen bei 0,1 Pb mit SD von 0,1 – 0,2. Die Gruppe „Subdivision“ konnte den Median ebenfalls konstant bei 0,0 Pb halten. Der Kruskal-Wallis-Test lieferte keinen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen diesen Gruppen ( $p = 0,916$  für rechts,  $p = 0,594$  für links).

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN



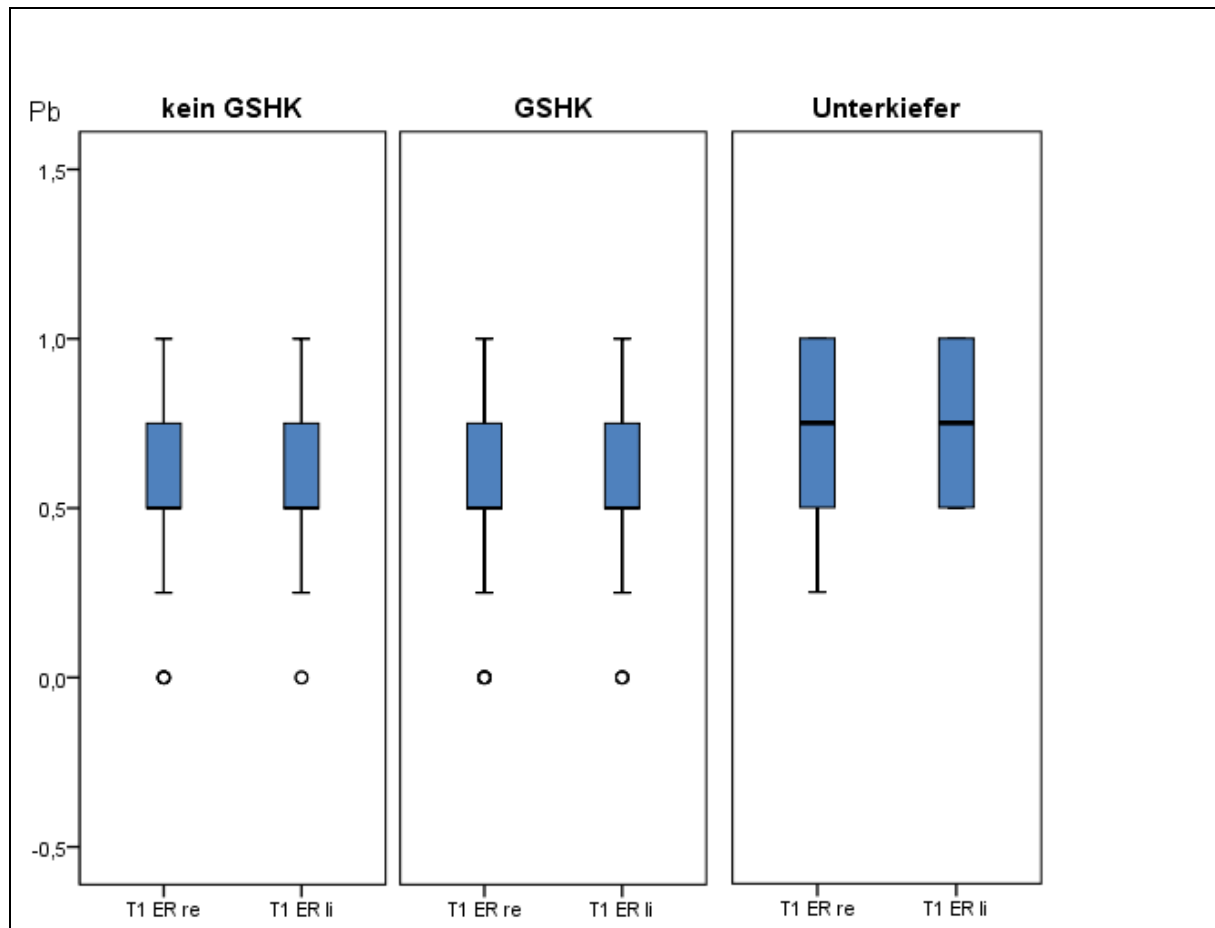
**Abbildung 48: Eckzahnrelation für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „ $\leq 1/2$  Pb“ mit  $n = 19$ , „ $1/2 - 1$  Pb“ mit  $n = 68$ , „ $> 1$  Pb“ mit  $n = 7$ . Die Zusatzgruppe „Subdivision“ mit  $n = 15$ .

*SUBGRUPPENANALYSE GAUMENSCHLEIMHAUTKONTAKT*

Die Eckzahnrelation rechts und links zum Zeitpunkt T1 für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt wird in nachfolgender Abbildung 49 über Boxplots dargestellt. In der Gruppe „GSHK“ mit vorhandenem Gaumenschleimhautkontakt lag der Median der Eckzahnrelation auf beiden Seiten bei  $1/2$  Pb, genauso wie in der Gruppe ohne vorhandenen Gaumenschleimhautkontakt. Die Mittelwerte in der Gruppe „GSHK“ lagen bei  $0,6 \pm 0,2$  Pb, in der Gruppe „kein GSHK“ bei  $0,5 \pm 0,2$  Pb für die rechte und  $0,6 \pm 0,2$  Pb für die linke Seite. In der zusätzlichen Gruppe Unterkiefer war der Median rechts und links mit  $3/4$  Pb stärker ausgeprägt, während die Mittelwerte rechts bei  $0,7 \pm 0,3$  Pb und links bei  $0,8 \pm 0,3$  Pb lagen. Der Mann-Whitney-U-Test lieferte keinen Hinweis auf einen Unterschied ( $p = 0,477$  für rechts,  $p = 0,440$  für links).

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

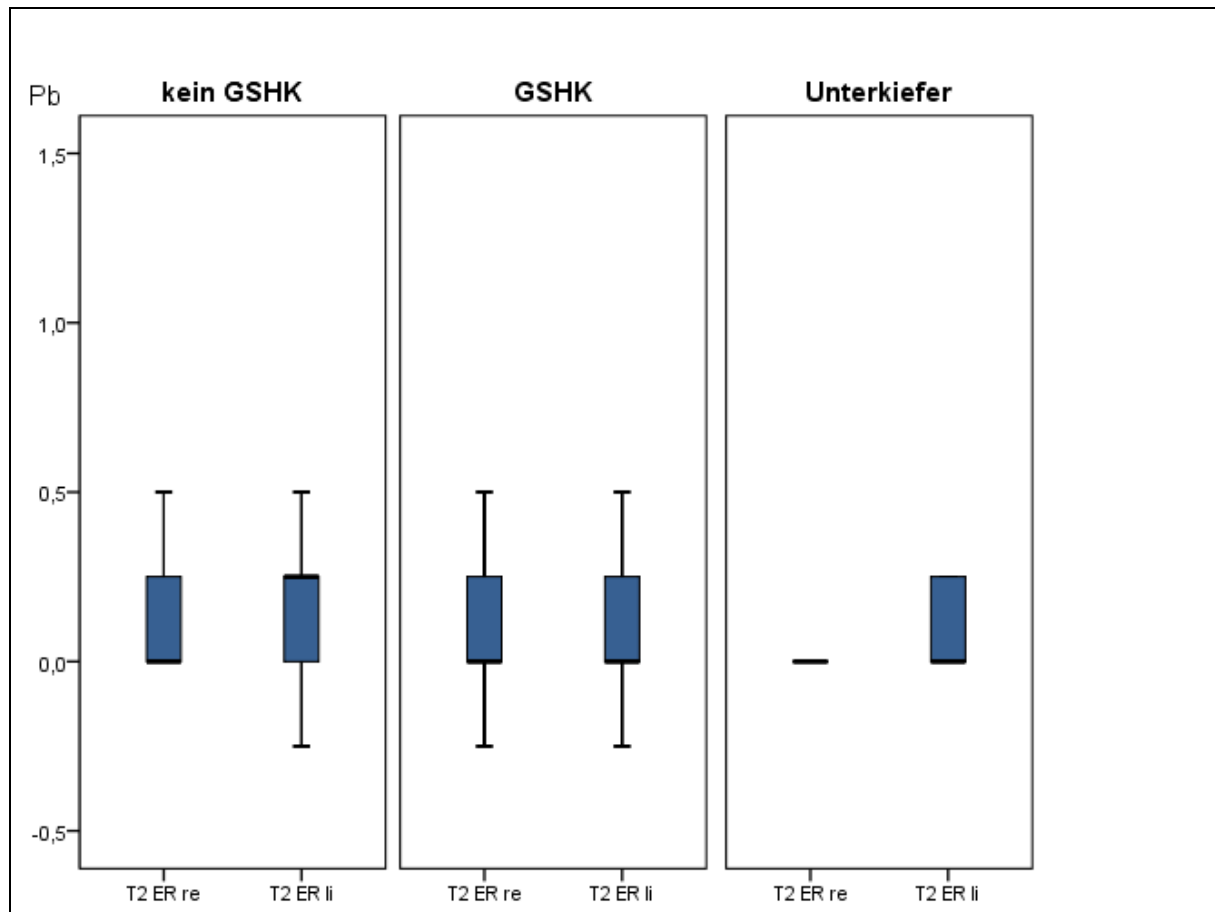


**Abbildung 49: Eckzahnrelation für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „kein GSHK“ mit  $n(\text{rechts}) = 59$ ,  $n(\text{links}) = 61$ . „GSHK“ mit  $n(\text{rechts}) = 103$ ,  $n(\text{links}) = 102$ . Die zusätzliche Gruppe „Unterkiefer“ mit  $n(\text{rechts}) = 5$  und  $n(\text{links}) = 6$ .

Zum Zeitpunkt T2 nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung konnte der Median der sagittalen distalen Eckzahnrelation in den Gruppen „GSHK“ und „Unterkiefer“ auf Neutralokklusion mit Werten von 0,0 Pb gesenkt werden, siehe Abbildung 50. Ebenfalls auch in der Gruppe „kein GSHK“ auf der rechten Seite. Links zeigte sich noch ein Median von  $\frac{1}{4}$  Pb distal. Die Mittelwerte lagen bei „GSHK“ beidseits bei  $0,1 \pm 0,1$  Pb. In der Gruppe Unterkiefer konnte ein Mittelwert rechts von  $0,0 \pm 0,0$  Pb registriert werden, während dieser links bei  $0,1 \pm 0,1$  Pb lag. Die zentralen Tendenzen zwischen den Gruppen unterschieden sich für die linke Seite ( $p = 0,007$  des Mann-Whitney-U-Tests), während die rechte Seite keinen Hinweis zeigte ( $p = 0,349$ ).

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

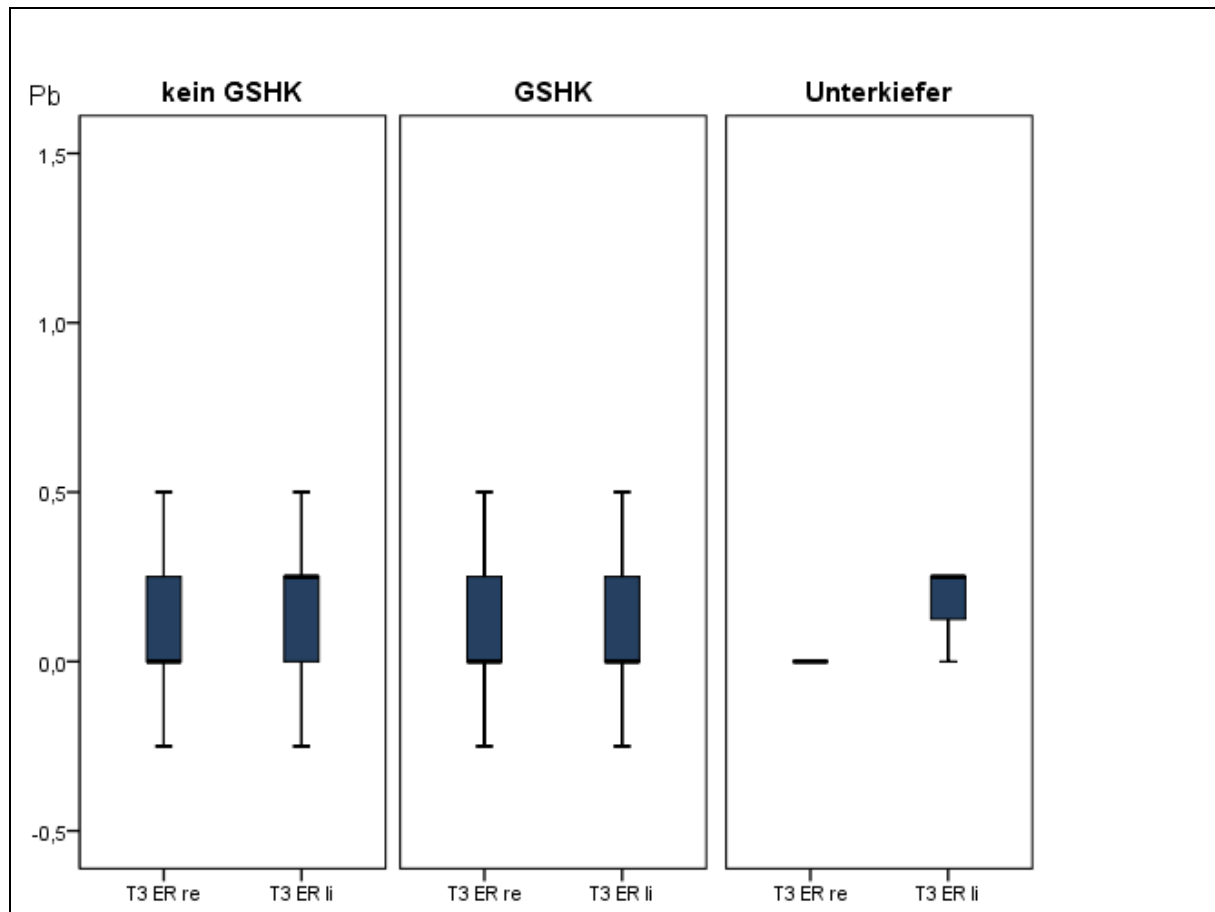


**Abbildung 50: Eckzahnrelation für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „kein GSHK“ mit  $n = 65$ , „GSHK“ mit  $n = 106$ . Die zusätzliche Gruppe „Unterkiefer“ mit  $n = 6$ .

Zum Zeitpunkt T3 nach mindestens 24-monatiger Retentionszeit konnte der Median der Eckzahnrelation in den Gruppen „kein GSHK“ und „GSHK“ stabil gehalten werden, wie aus Abbildung 51 hervorgeht. Die Mittelwerte von „GSHK“ sind mit  $0,1 \pm 0,2$  Pb. In der Zusatzgruppe „Unterkiefer“ ergab sich links ein Rezidiv des Median auf  $\frac{1}{4}$  Pb distal. Dies kann nur anekdotisch genannt werden, da die Fallzahl mit  $n = 3$  sehr klein ist. Die zentralen Tendenzen zwischen den Gruppen unterschieden sich für die linke Seite ( $p = 0,063$  des Mann-Whitney-U-Tests), während die rechte Seite keinen Hinweis zeigte ( $p = 0,3229$ ).

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN



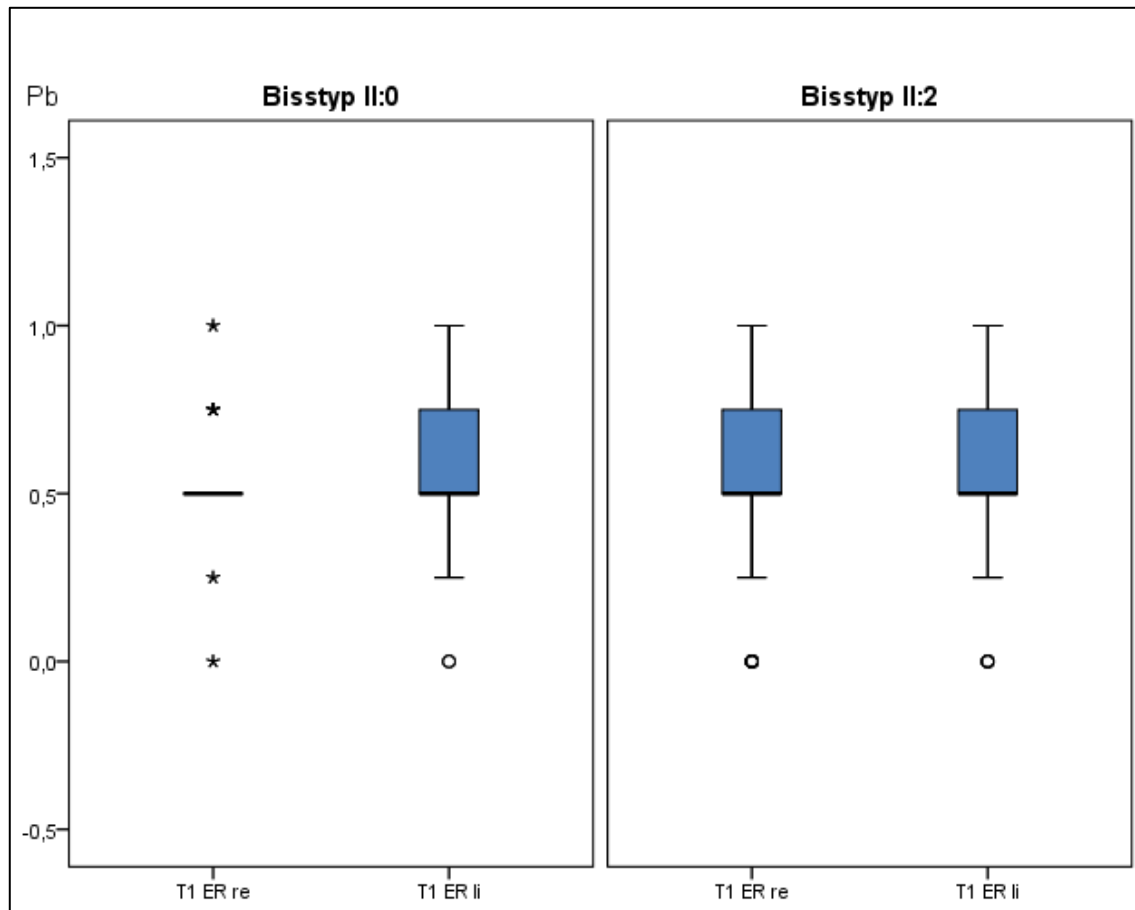
**Abbildung 51: Eckzahnrelation für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „kein GSHK“ mit  $n = 34$ , „GSHK“ mit  $n = 60$ . Die zusätzliche Gruppe „Unterkiefer“ mit  $n = 3$ .

*SUBGRUPPENANALYSE BISSTYP*

Die Eckzahnrelation rechts und links zum Zeitpunkt T1 für die Subgruppe *Bisstyp* wird in nachfolgender Abbildung 52 über Boxplots dargestellt. Es zeigte sich ein Median von  $\frac{1}{2}$  Pb in beiden Gruppen. Die Mittelwerte waren in der Gruppe „Bisstyp II:0“ mit rechts  $0,53 \pm 0,21$  Pb und rechts  $0,57 \pm 0,26$  Pb etwas niedriger als in der Vergleichsgruppe „Bisstyp II:2“ mit einem durchschnittlichen Wert auf der rechten Seite von  $0,58 \pm 0,25$  Pb bzw.  $0,60 \pm 0,23$  für die linke Seite. Der Mann-Whitney-U-Test lieferte keinen Hinweis auf einen Unterschied zwischen den Gruppen ( $p = 0,254$  für rechts,  $p = 0,356$  für links).

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN



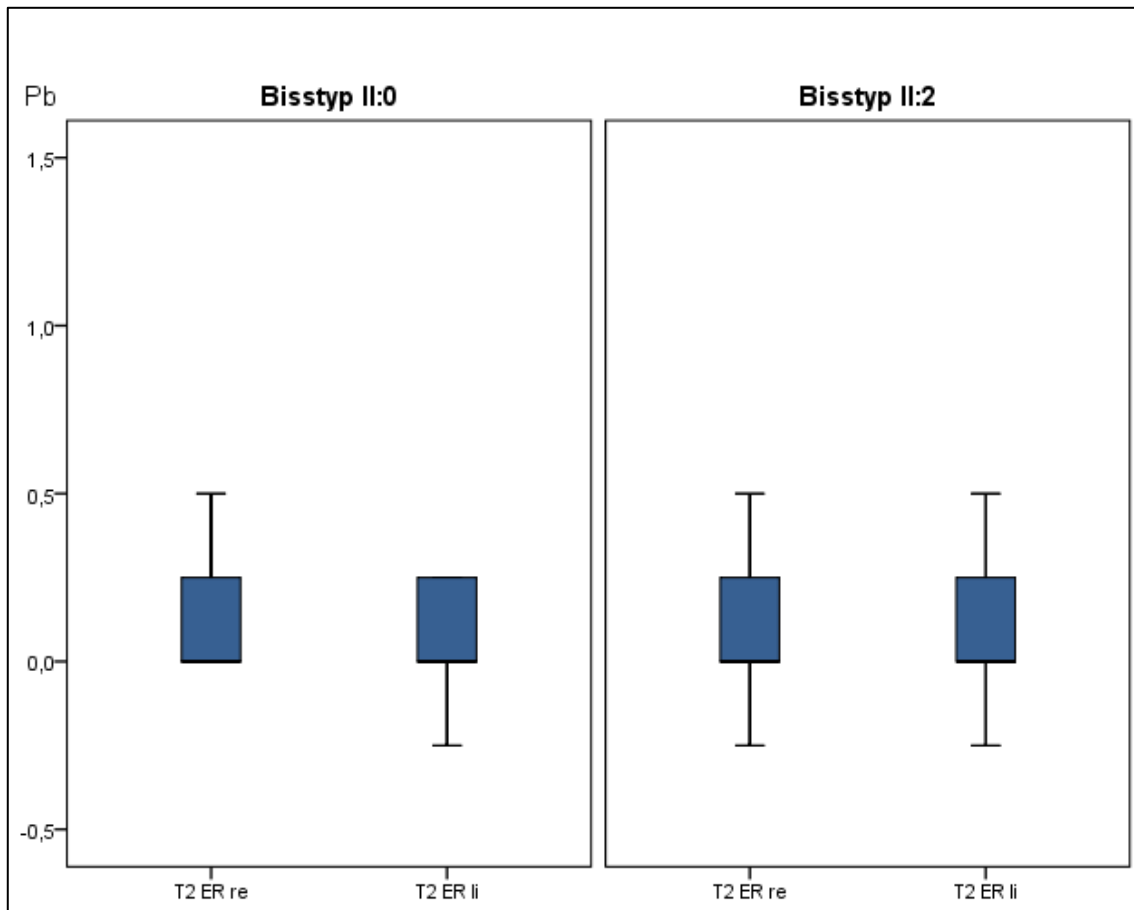
**Abbildung 52: Eckzahnrelation für die Subgruppe Bisstyp zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „Bisstyp II:0“ mit  $n = 33$  und „Bisstyp II:2“ mit  $n(\text{rechts}) = 131$  und  $n(\text{links}) = 132$ .

Zum Zeitpunkt T2 nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung konnte die sagittale distale Molarenrelation in allen Gruppen auf einen Median von 0,00 Pb, entsprechend einer neutralen Molarenrelation, gesenkt werden mit Mittelwerten von 0,06 – 0,11 Pb bei einer Standardabweichung von 0,13 – 0,16. Einzelne Extremwerte bezüglich einer Überkorrektur, entsprechend eines negativen Wertes oder zu geringer Korrektur konnten in allen Gruppen gezeigt werden, siehe Abbildung 53. Der Mann-Whitney-U-Test lieferte keinen Hinweis auf einen Unterschied zwischen den Gruppen ( $p = 0,949$  für rechts,  $p = 0,156$  für links).



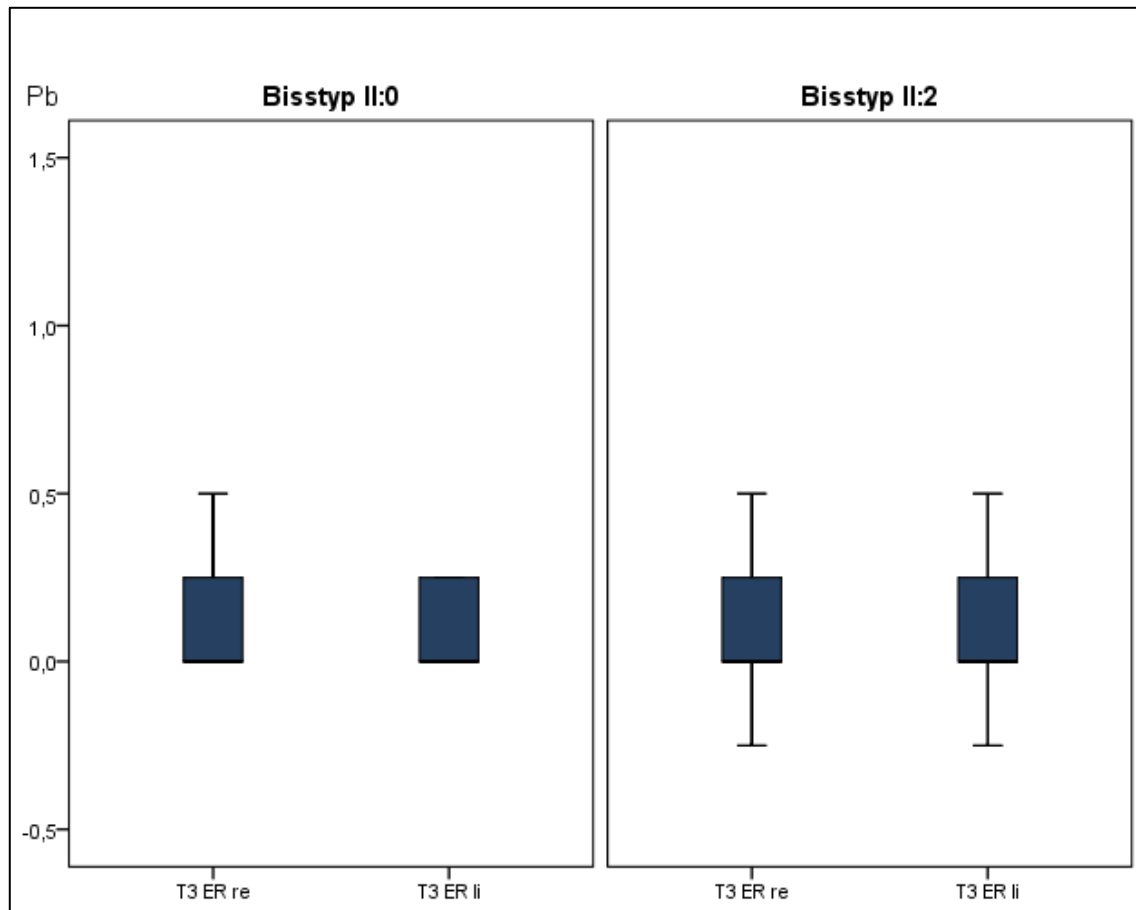
ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN



**Abbildung 53: Eckzahnrelation für die Subgruppe Bisstyp nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „Bisstyp II:0“ mit  $n = 35$  und „Bisstyp II:2“ mit  $n = 138$ .

Zum Zeitpunkt T3 nach mindestens 24-monatiger Retentionszeit konnte der Median der Molarenrelation in beiden Gruppen stabil bei 0,00 Pb gehalten werden, wie Abbildung 54 zeigt. Die Mittelwerte lagen bei 0,08 – 0,15 Pb mit einer SD von 0,13 – 0,22 in beiden Gruppen. Einzelne Extremwerte einer positiven Prämolarenrelation im Sinne einer Distalisierung konnten registriert werden, genauso wie auch Überkorrekturen in der Gruppe „II:2“ mit negativen Prämolarenbreiten gemessen werden konnten. Der Mann-Whitney-U-Test lieferte keinen Hinweis auf einen Unterschied zwischen den Gruppen ( $p = 0,327$  für rechts,  $p = 0,691$  für links).



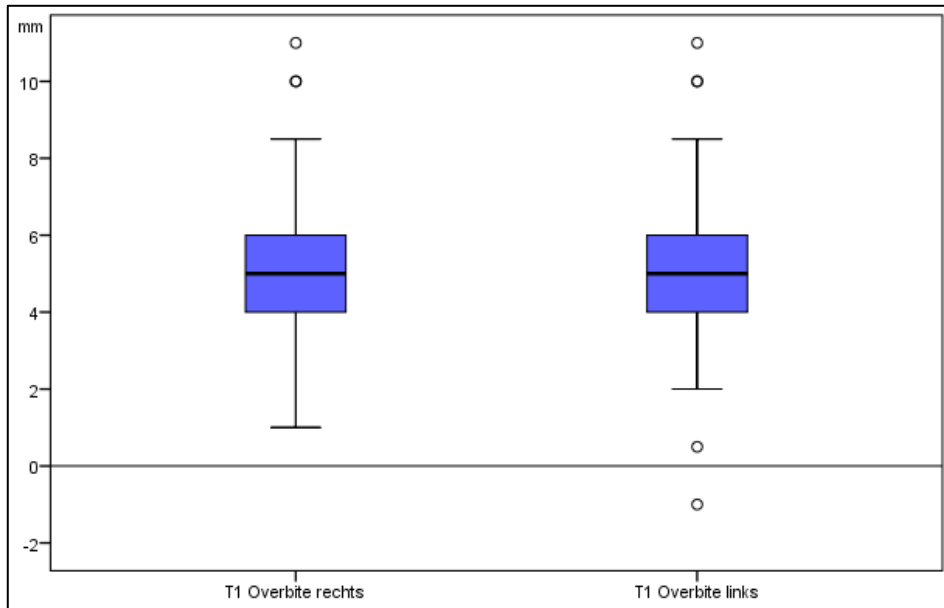
**Abbildung 54: Eckzahnrelation für die Subgruppe Bisstyp nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links**

Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „Bisstyp II:0“ mit  $n = 13$  und „Bisstyp II:2“ mit  $n = 81$ .

#### 4.2.3 OVERBITE

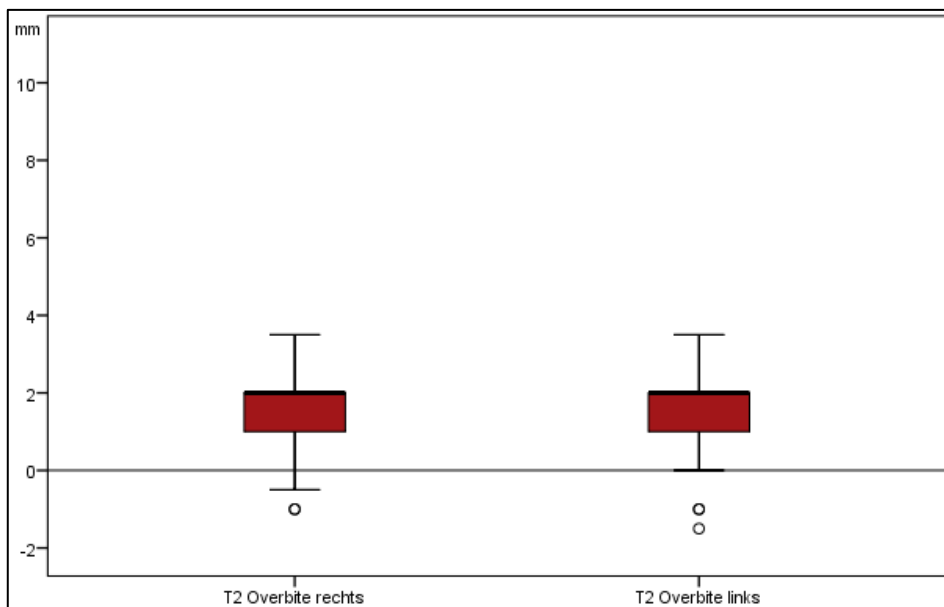
Zu Beginn der Behandlung bestand ein kennzeichnender vertikaler Überbiss rechts von  $5,3 \pm 1,5$  mm bzw. links von  $5,3 \pm 1,6$  bei den Patienten ( $n = 174$ ), was der Definition eines Tiefbisses entspricht. Der Median lag beidseits bei 5,0 mm, siehe Abbildung 55. Eine ausgeprägte Spanne mit Ausreißern von offenem Biss mit -1 mm bis maximal 11 mm war dabei zu beobachten.

## ERGEBNISSE OKKLUSALE VARIABLEN



**Abbildung 55: Darstellung des Overbites zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) in Millimetern bei n = 174**  
Ein negativer Overbite entspricht dabei einem offenen Biss.

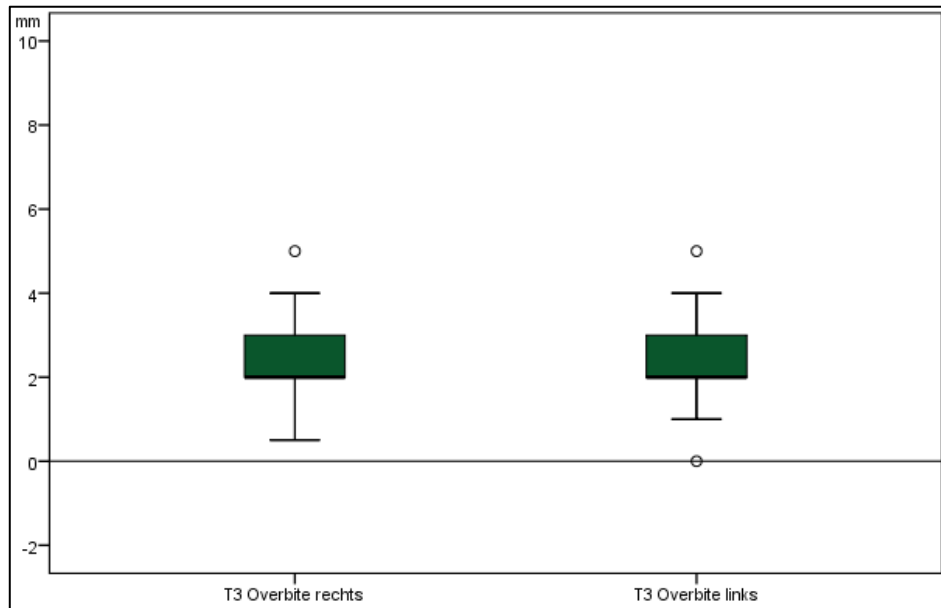
Zum Zeitpunkt T2 nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung konnte eine Bisshebung im Sinne einer Reduzierung des Overbites auf durchschnittlich  $1,6 \pm 0,8$  mm registriert werden (n = 173). Der Median lag beidseits bei 2,0 mm, was der Definition eines gewünschten Overbites entspricht. Die größte Ausprägung war auf beiden Seiten bei 3,5 mm, während die geringste Ausprägung rechts bei einem offenen Biss von 1,0 mm bzw. links von 1,5 mm gemessen wurde, siehe nachfolgende Abbildung 56.



**Abbildung 56: Darstellung des Overbites nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) in Millimetern bei n = 173**  
Ein negativer Overbite entspricht dabei einem offenen Biss.

## ERGEBNISSE OKKLUSALE VARIABLEN

Im weiteren Therapieverlauf der Retention, nach mindestens 24-monatiger Beobachtungszeitpunkt zum Zeitpunkt T3, rezidierte der Overbite beidseits auf 2,3 mm, mit einer Standardabweichung rechts von  $\pm 0,9$  mm und links von  $\pm 1,0$  mm. Der Median war beidseits konstant bei 2,0 mm, wie Abbildung 57 darstellt. Das größte Rezidiv lag hier bei einem Ausreißer vor und betrug 5,0 mm beidseits. Links lag das Minimum bei einem vereinzelt Ausreißer mit einem Kopfbiss vor (Overbite bei 0 mm). Es konnten alle 94 Patienten miteinbezogen werden.



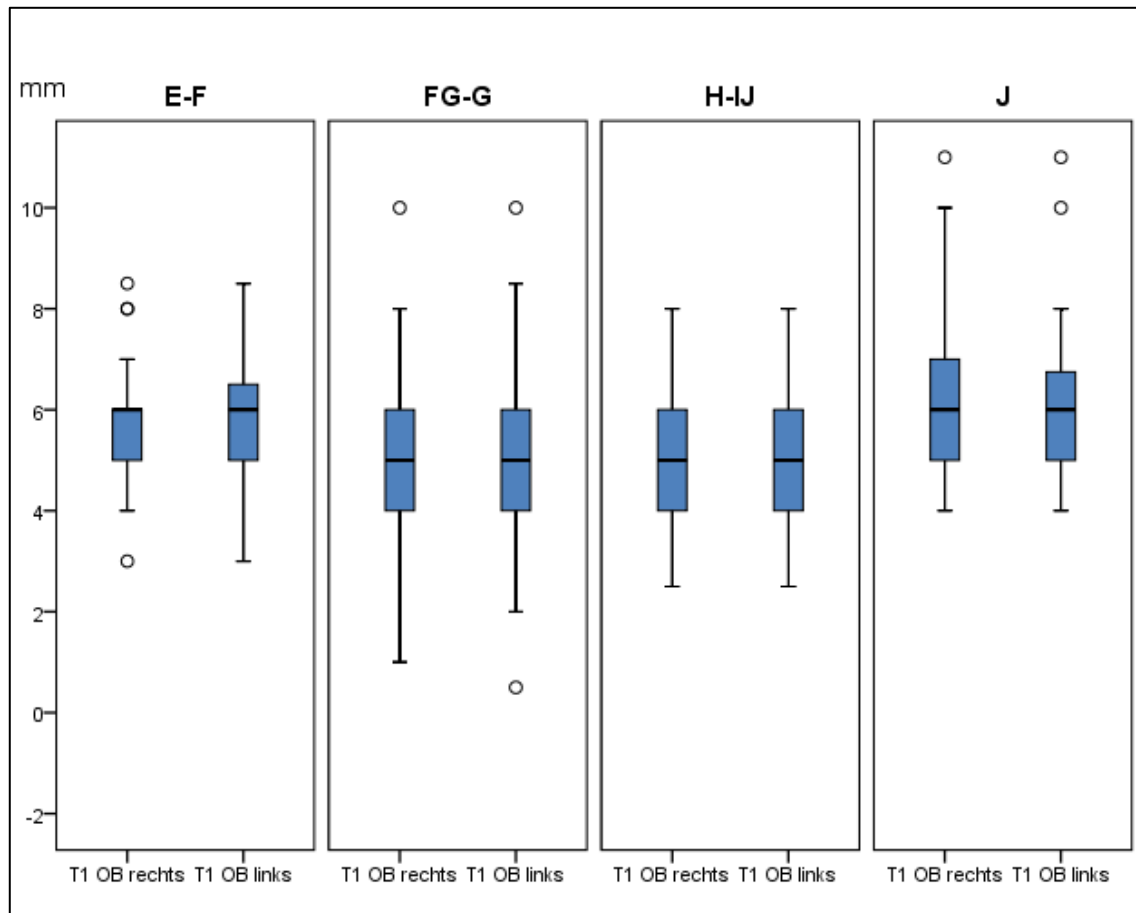
**Abbildung 57: Darstellung des Overbites nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) in Millimetern bei n = 94**

Ein negativer Overbite entspricht dabei einem offenen Biss.

### SUBGRUPPENANALYSE SKELETTALE REIFE

Zu Behandlungsbeginn lag in allen Gruppen ein erhöhter Overbite vor, wie aus Abbildung 58 hervorgeht. Dieser war in der Gruppe „J“ mit abgeschlossenem Wachstum mit einem Median von 6,0 mm bei durchschnittlich  $6,2 \pm 1,8$  für rechts, bzw.  $6,1 \pm 1,8$  mm für links am stärksten ausgeprägt. Auch die Maximalwerte von bis zu 11 mm wurden hier registriert. Ein gleich hoher Median lag ebenfalls bei der Gruppe „E-F“ vor, die noch am Anfang des pubertären Wachstums stand. Der Median für die Gruppen „FG-G“ und „H-IJ“ lag bei 5,0 mm. Der Mittelwert für die Gruppe „FG-G“ war mit  $5,1 \pm 1,6$  mm am geringsten ausgeprägt. Für rechts und links war der Overbite in den Gruppen recht ähnlich ausgeprägt. Der Kruskal-Wallis-Test lieferte einen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen diesen Gruppen ( $p = 0,028$  für rechts,  $p = 0,024$  für links).

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

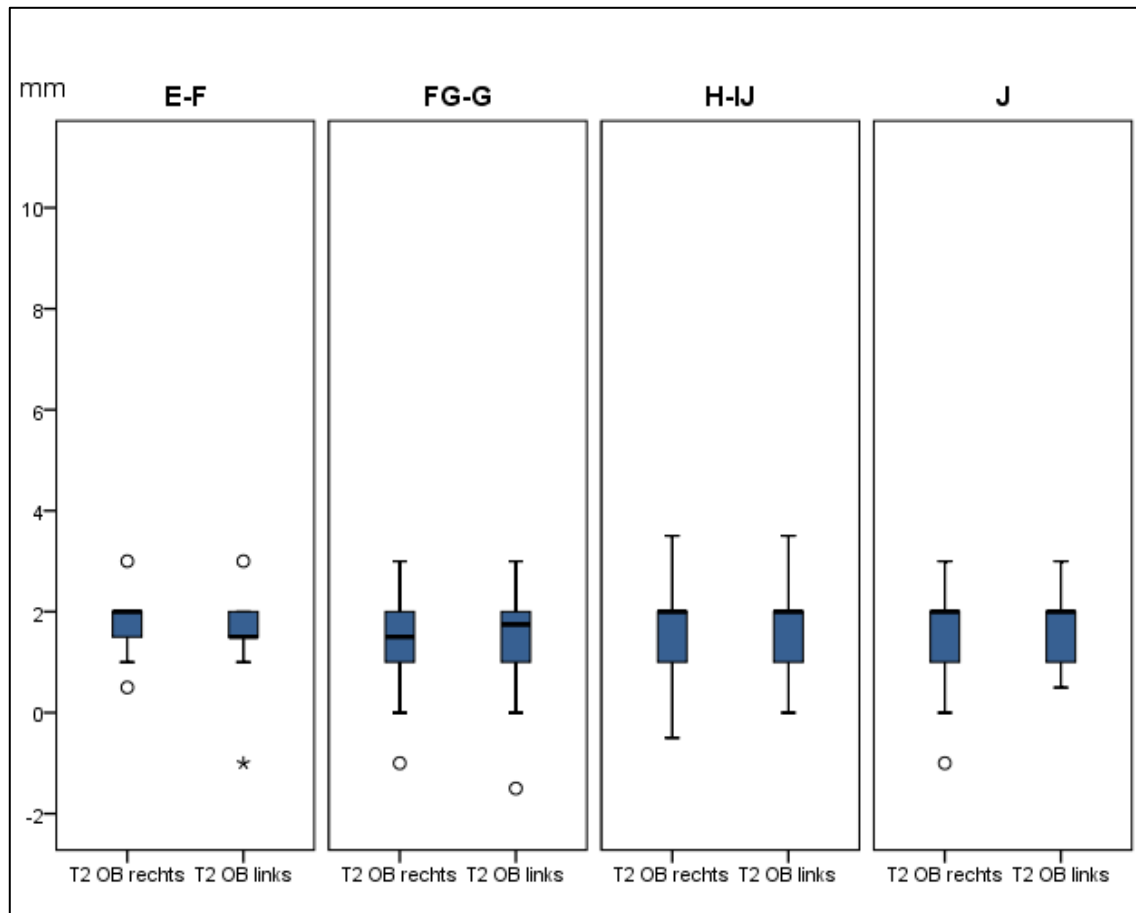


**Abbildung 58: Overbite für die Subgruppe Skelettale Reife zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) für rechts und links in Millimetern (mm)**

Ein negativer Overbite entspricht einem offenen Biss. Die Fallzahlen für die Subgruppe „E-F“ mit  $n = 22$ , „FG-G“ mit  $n = 56$ , „H-IJ“ mit  $n = 72$ , „J“ mit  $n = 23$ .

Zum Zeitpunkt T2 nach erfolgter Herbst-Multibracket-Apparatur konnte eine Reduzierung des Overbite gemessen werden. Diese Reduzierung fiel innerhalb der Gruppen recht ähnlich aus. So zeigte sich in den Gruppen „H-IJ“ und „J“ für rechts und links ein Median von 2,0 mm, während in den Gruppen „E-F“ und „FG-G“ die Werte für rechts und links zwar geringer, aber unterschiedlich ausfielen, wie aus Abbildung 59 entnommen werden kann. Die geringsten durchschnittlichen Werte lieferte die Gruppe „J“ mit  $1,5 \pm 0,9$  mm für rechts bzw.  $1,6 \pm 0,6$  mm für links, sowie „FG-G“ mit  $1,6 \pm 0,9$  mm. Gefolgt von „E-F“ mit rechts  $1,7 \pm 0,5$  mm und links  $1,6 \pm 0,8$  mm und „H-IJ“ mit  $1,7 \pm 0,8$  bzw.  $0,7$  mm. Varianzen lagen teilweise bei 0 mm, was einer Kopfbiss-Situation entspricht. Vereinzelt wurden Extremwerte von negativem Overbite gemessen, was einem offenen Biss und somit einer Überkorrektur entspricht. Der Kruskal-Wallis-Test lieferte keinen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen diesen Gruppen ( $p = 0,588$  für rechts,  $p = 0,867$  für links).

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

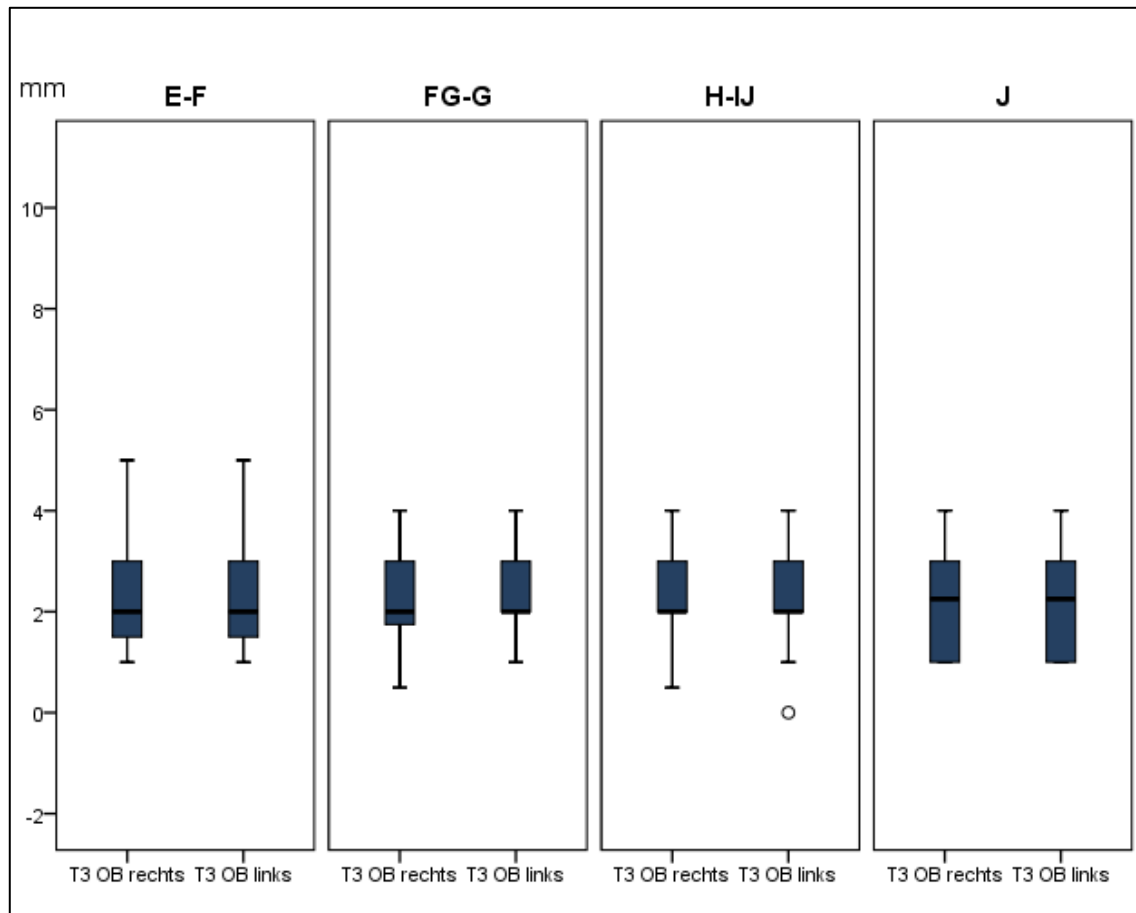


**Abbildung 59: Overbite für die Subgruppe Skelettale Reife nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) für rechts und links in Millimetern (mm)**

Ein negativer Overbite entspricht einem offenen Biss. Die Fallzahlen für die Subgruppe „E-F“ mit n = 21, „FG-G“ mit n = 56, „H-IJ“ mit n = 72, „J“ mit n = 23.

Zum Zeitpunkt T3 nach mindestens 24-monatiger Retention konnte der Overbite in den Gruppen die Werte vom Zeitpunkt T2 nicht halten und rezidierte. Die Werte des Median zum Zeitpunkt T3 entsprach in allen Gruppen einem angestrebten Overbite von 2-3 mm, wie aus Abbildung 60 hervorgeht. So lag der Median in allen Gruppen außer „J“ bei 2,0 mm für rechts und links. Die Gruppe „J“ zeigte einen etwas höheren Median von 2,3 mm, hier lag der Mittelwert bei  $2,3 \pm 1,1$  mm. Ein höherer Mittelwert konnte nur in den Gruppen „E-F“ und „FG-G“ für die linke Seite von  $2,4 \pm 1,2$  bzw.  $0,9$  mm registriert werden. Die Varianz war dementsprechend höher als noch zum Zeitpunkt T2. Bei „E-F“ kam es zu Rezidiven von bis zu 5 mm. Der Kruskal-Wallis-Test lieferte keinen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen diesen Gruppen ( $p = 0,988$  für rechts,  $p = 0,977$  für links).

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN



**Abbildung 60: Overbite für die Subgruppe Skelettale Reife nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) für rechts und links in Millimetern (mm)**

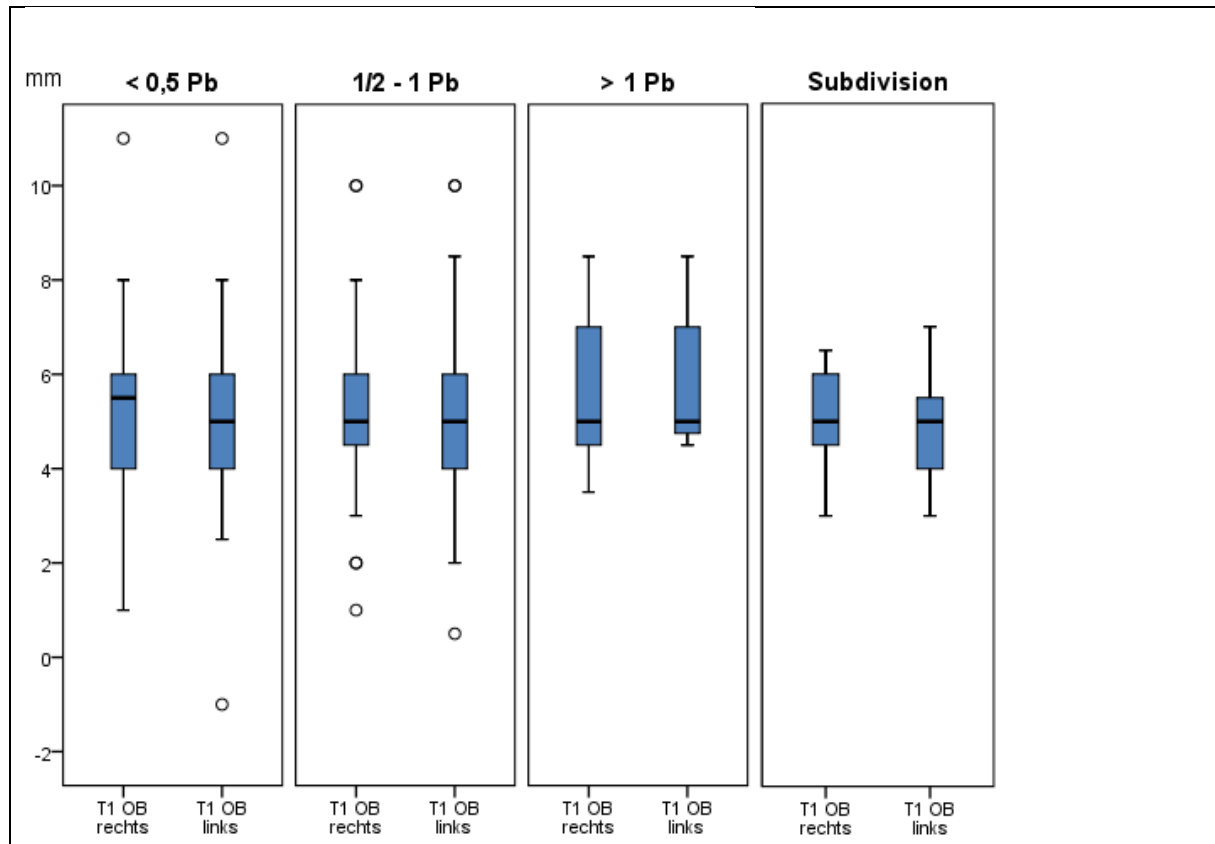
Ein negativer Overbite entspricht einem offenen Biss. Die Fallzahlen für die Subgruppe „E-F“ mit  $n = 13$ , „FG-G“ mit  $n = 32$ , „H-IJ“ mit  $n = 35$ , „J“ mit  $n = 14$ .

*SUBGRUPPENANALYSE SCHWEREGRAD DER MALOKKLUSION*

Der Overbite zum Zeitpunkt T1 vor Behandlungsbeginn war innerhalb der Subgruppe „Schweregrad der Malokklusion“ recht ähnlich ausgeprägt. Der Median lag innerhalb der Gruppen bei 5,0 mm, bzw. für die rechte Seite der Gruppe „ $\leq \frac{1}{2}$  Pb“ sogar bei 5,5 mm, vergleiche Abbildung 61. Es zeigte sich, dass die Gruppe „ $\leq \frac{1}{2}$  Pb“ mit der geringsten Ausprägung der Malokklusion auch den geringsten Mittelwert des Overbites aufwies. Dieser lag bei  $5,2 \pm 1,8$  mm für rechts und  $5,1 \pm 1,9$  mm für links. Die Gruppe „ $> 1$  Pb“ mit der stärksten Ausprägung der Malokklusion zu Behandlungsbeginn wies die höchsten Mittelwerte mit  $5,5 \pm 1,5$  mm für rechts bzw.  $5,7 \pm 1,3$  mm für links auf. Auffällig waren ebenfalls die abweichenden Extremwerte von bis zu 11 mm. Die Mischgruppe „Subdivision“ mit einer Differenz von  $\frac{3}{4}$  Pb zwischen rechter und linker Seite hatte ebenfalls geringe Mittelwerte von  $5,0 \pm 1,1$  mm für rechts bzw.  $4,9 \pm 1,2$  mm für links. Der Kruskal-Wallis-Test lieferte keinen Hinweis auf einen

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

systematischen Unterschied zwischen diesen Gruppen ( $p = 0,773$  für rechts,  $p = 0,452$  für links).



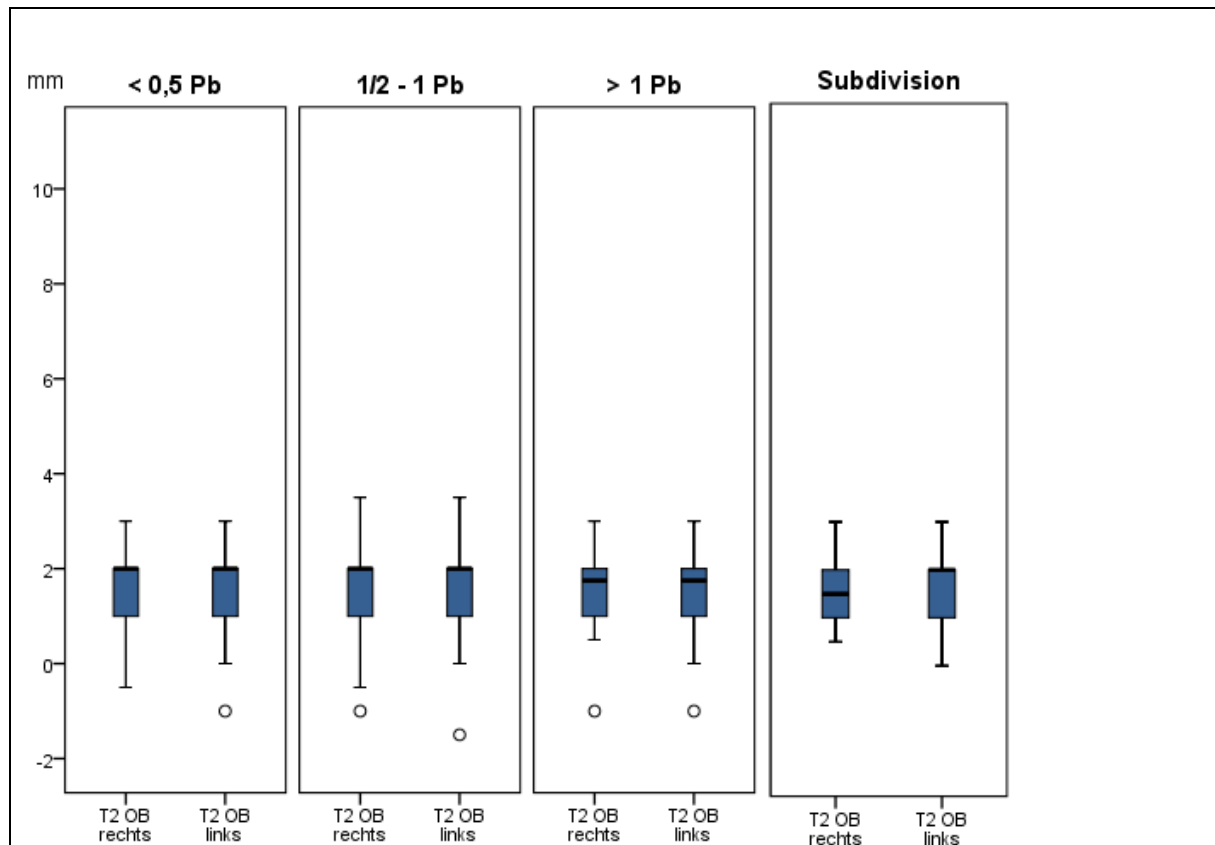
**Abbildung 61: Overbite für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links in Millimetern (mm)**

Ein negativer Overbite entspricht einem offenen Biss. Die Fallzahlen für die Subgruppe „ $\leq 1/2$  Pb“ mit  $n = 36$ , „ $1/2 - 1$  Pb“ mit  $n = 126$ , „ $> 1$  Pb“ mit  $n = 12$ . Die Zusatzgruppe „Subdivision“ mit  $n = 21$ .

Nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung konnte eine Reduzierung des Overbites in allen Gruppen beobachtet werden, wie aus Abbildung 62 hervorgeht. Dabei war der Median in der Gruppe mit der schwersten Malokklusion zu Behandlungsbeginn „ $> 1$  Pb“ mit 1,8 mm geringer als in den Gruppen „ $\leq 1/2$ “ und „ $1/2 - 1$  Pb“ mit 2,0 mm. Den geringsten Mittelwert hatte entsprechend auch Gruppe „ $> 1$  Pb“ mit  $1,4 \pm 1,0$  mm für rechts bzw.  $\pm 1,1$  mm für links. Einen ebenfalls geringen Mittelwert von  $1,5 \pm 0,7$  mm zeigte sich in der Gruppe „Subdivision“. Der Median war hier für rechte Seite bei 1,5 mm für die rechte Seite und 2,0 mm für die linke Seite. Vereinzelt kamen in jeder Gruppe Werte eines negativen Overbites vor. Der Kruskal-Wallis-Test lieferte keinen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen diesen Gruppen ( $p = 0,762$  für rechts,  $p = 0,809$  für links).



ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

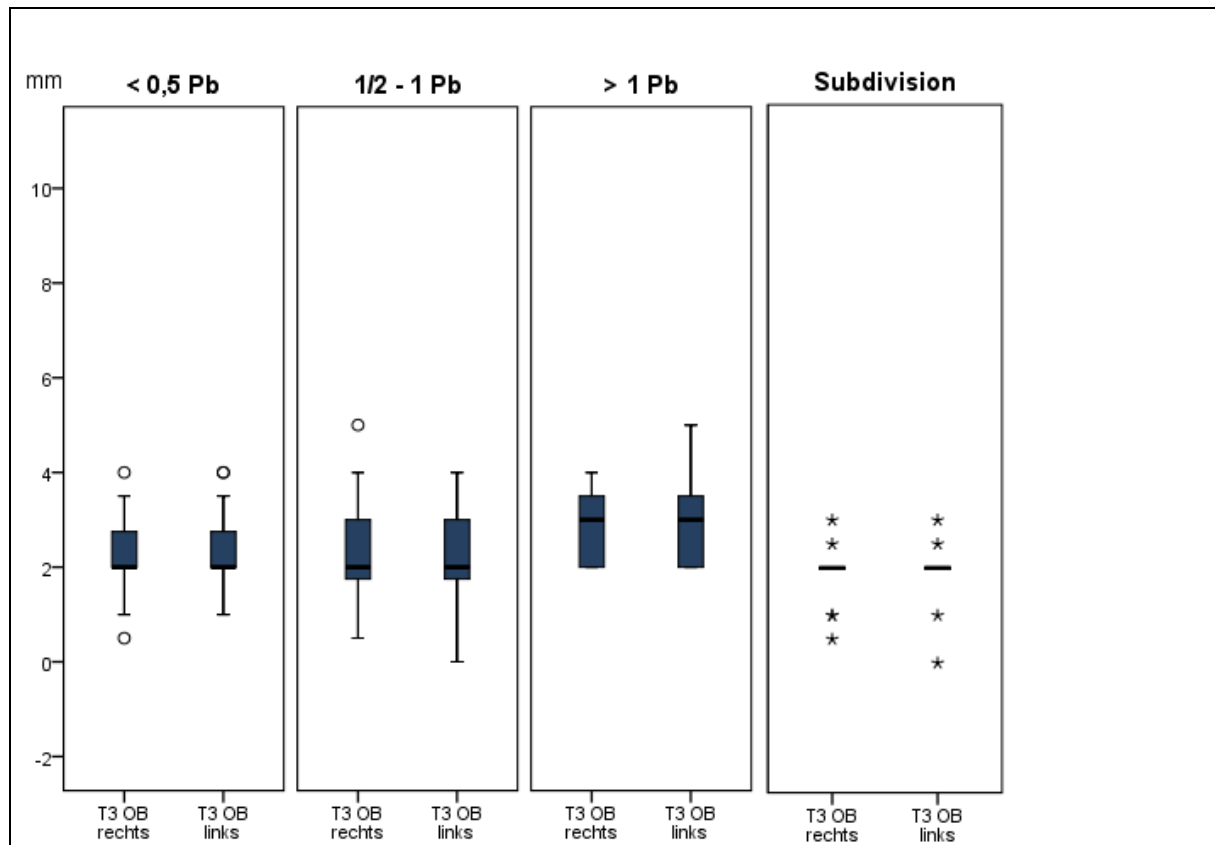


**Abbildung 62: Overbite für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links in Millimetern (mm)**

Ein negativer Overbite entspricht einem offenen Biss. Die Fallzahlen für die Subgruppe „ $\leq 1/2$  Pb“ mit  $n = 36$ , „ $1/2 - 1$  Pb“ mit  $n = 125$ , „ $> 1$  Pb“ mit  $n = 12$ . Die Zusatzgruppe „Subdivision“ mit  $n = 21$ .

Zum Zeitpunkt T3 nach mindestens 24-monatiger Retentionszeit konnte der Median in den Gruppen „ $\leq 1/2$  Pb“, „ $1/2 - 1$  Pb“ sowie in der Gruppe „Subdivision“ bei 2,0 mm stabil gehalten werden, siehe Abbildung 63. Die Mittelwerte dieser Gruppen rezidierten von 1,6 – 1,7 mm zum Zeitpunkt T2 auf Werte von 2,2 – 2,3  $\pm$  0,8 – 0,1 mm zum Zeitpunkt T3. In der Gruppe „ $> 1$  Pb“ steigerte sich der Overbite im Median von zuvor 1,8 mm auf 3,0 mm. Auch der Mittelwerte erhöhte sich auf Werte von rechts mit 2,9  $\pm$  0,9 mm und links mit 3,0  $\pm$  1,2 mm. Die geringste Veränderung des Mittelwerts von T2 zu T3 erzielte die zusätzliche Gruppe „Subdivision“ von 1,5 mm zum Zeitpunkt T2 auf 1,9  $\pm$  0,6 mm für rechts und 0,7 mm für links zum Zeitpunkt T3. Der Kruskal-Wallis-Test lieferte keinen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen diesen Gruppen ( $p = 0,285$  für rechts,  $p = 0,272$  für links).

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

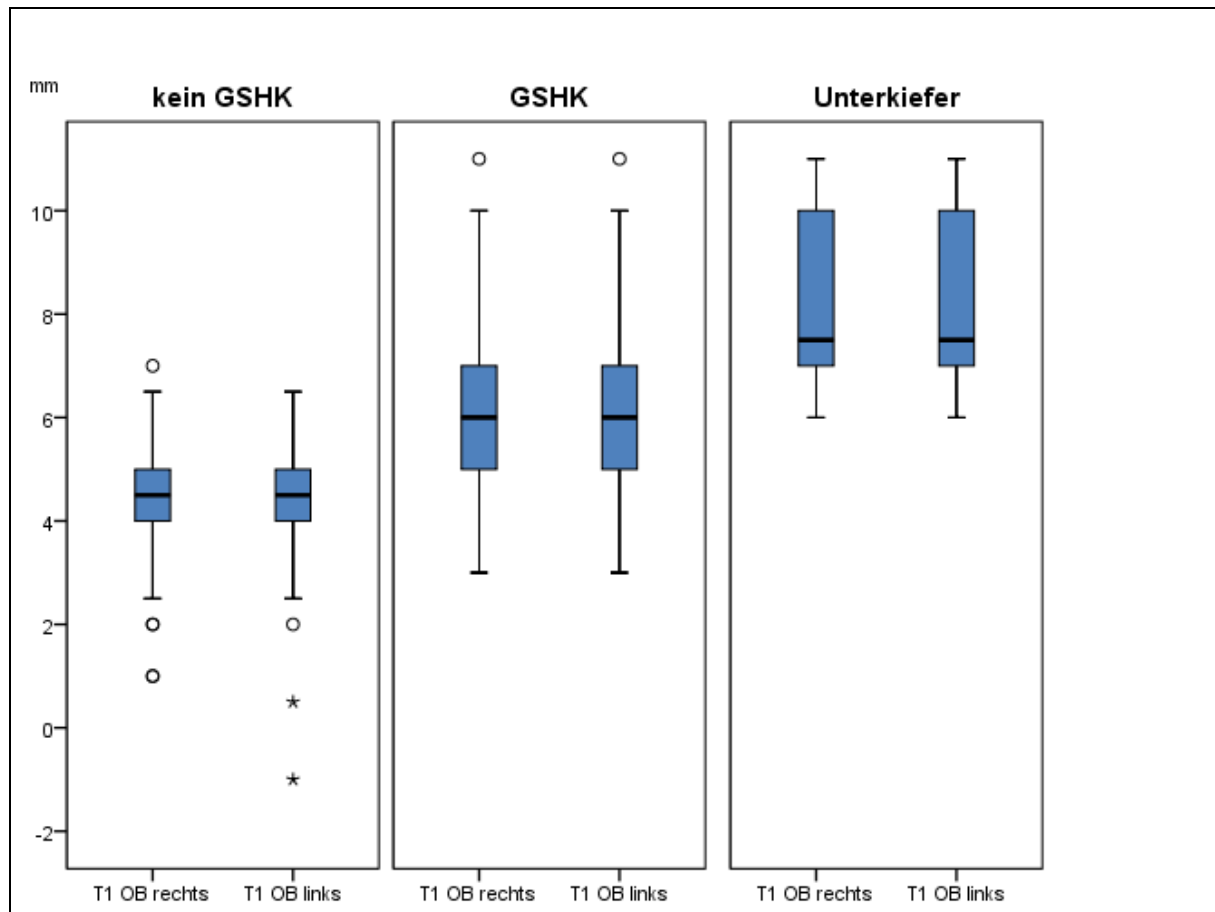


**Abbildung 63: Overbite für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links in Millimetern (mm)**  
Ein negativer Overbite entspricht einem offenen Biss. Die Fallzahlen für die Subgruppe „ $\leq 1/2$  Pb“ mit  $n = 19$ , „ $1/2 - 1$  Pb“ mit  $n = 68$ , „ $> 1$  Pb“ mit  $n = 7$ . Die Zusatzgruppe „Subdivision“ mit  $n = 15$ .

*SUBGRUPPENANALYSE GAUMENSCHLEIMHAUTKONTAKT*

Zu Behandlungsbeginn zum Zeitpunkt T1 zeigte sich in der Gruppe „GSHK“ mit vorhandenem Gaumenschleimhautkontakt erwartungsgemäß ein größerer Overbite als in der Gruppe „kein GSHK“ wie aus Abbildung 64 entnommen werden kann. In der Gruppe „GSHK“ wurden dabei durchschnittlich  $6,0 \pm 1,3$  mm für die rechte Seite, bzw.  $\pm 1,4$  mm für die linke Seite mit einem Median von 6,0 mm registriert im Gegensatz zur Gruppe „kein GSHK“ mit  $4,3 \pm 1,2$  mm für die rechte Seite bzw.  $\pm 1,3$  mm für die linke Seite bei einem Median von 4,5 mm. Den höchsten Wert verzeichnete jedoch die zusätzliche Gruppe „Unterkiefer“ mit vorhandenem Kontakt der Oberkieferzähne im Unterkiefervestibulum zu Behandlungsbeginn. Hier lag der Mittelwert bei  $8,2 \pm 1,9$  mm bei einem Median von 7,5 mm. Der Mann-Whitney-U-Test zeigte hier auch eine Tendenz zu einem systematischen Unterschied für die rechte und linke Seite ( $p < 0,001$ ). Die Gruppe „Unterkiefer“ ist als anekdotische Darstellung gezeigt.

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

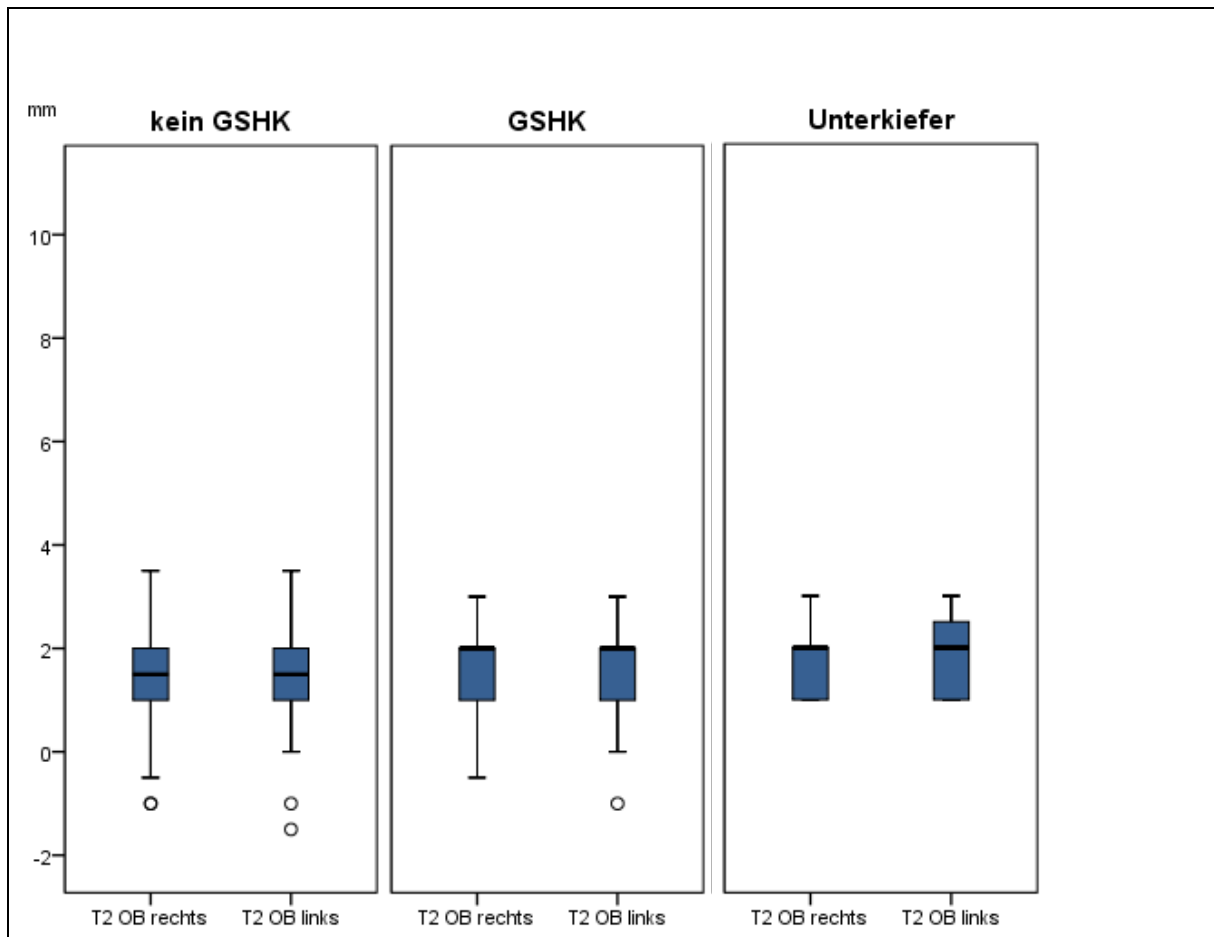


**Abbildung 64: Overbite für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links in Millimetern (mm)**

Ein negativer Overbite entspricht einem offenen Biss. Die Fallzahlen für die Subgruppe „kein GSHK“ mit  $n = 65$ , „GSHK“ mit  $n = 107$ . Die zusätzliche Gruppe „Unterkiefer“ mit  $n = 6$ .

Zum Zeitpunkt T2 nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung konnte der Overbite in den Gruppen deutlich reduziert werden, wie Abbildung 65 zeigt. In der Gruppe „kein GSHK“ zeigte sich hierbei der niedrigste Wert mit einem Median von 1,5 mm und Mittelwerten für rechts von  $1,6 \pm 0,9$  mm und links von  $1,5 \pm 0,9$  mm. Die Gruppen „GSHK“ sowie „Unterkiefer“ wiesen einen Median von 2,0 mm auf. Der durchschnittliche Wert von „GSHK“ lag dabei rechts bei  $1,7 \pm 0,7$  mm. Der Mann-Whitney-U-Test lieferte für die linke Seite einen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen den Gruppen ( $p = 0,142$ ), während rechts kein Hinweis gefunden wurde ( $p = 0,334$ ). Die Gruppe „Unterkiefer“ als kasuistisch dargestellt.

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

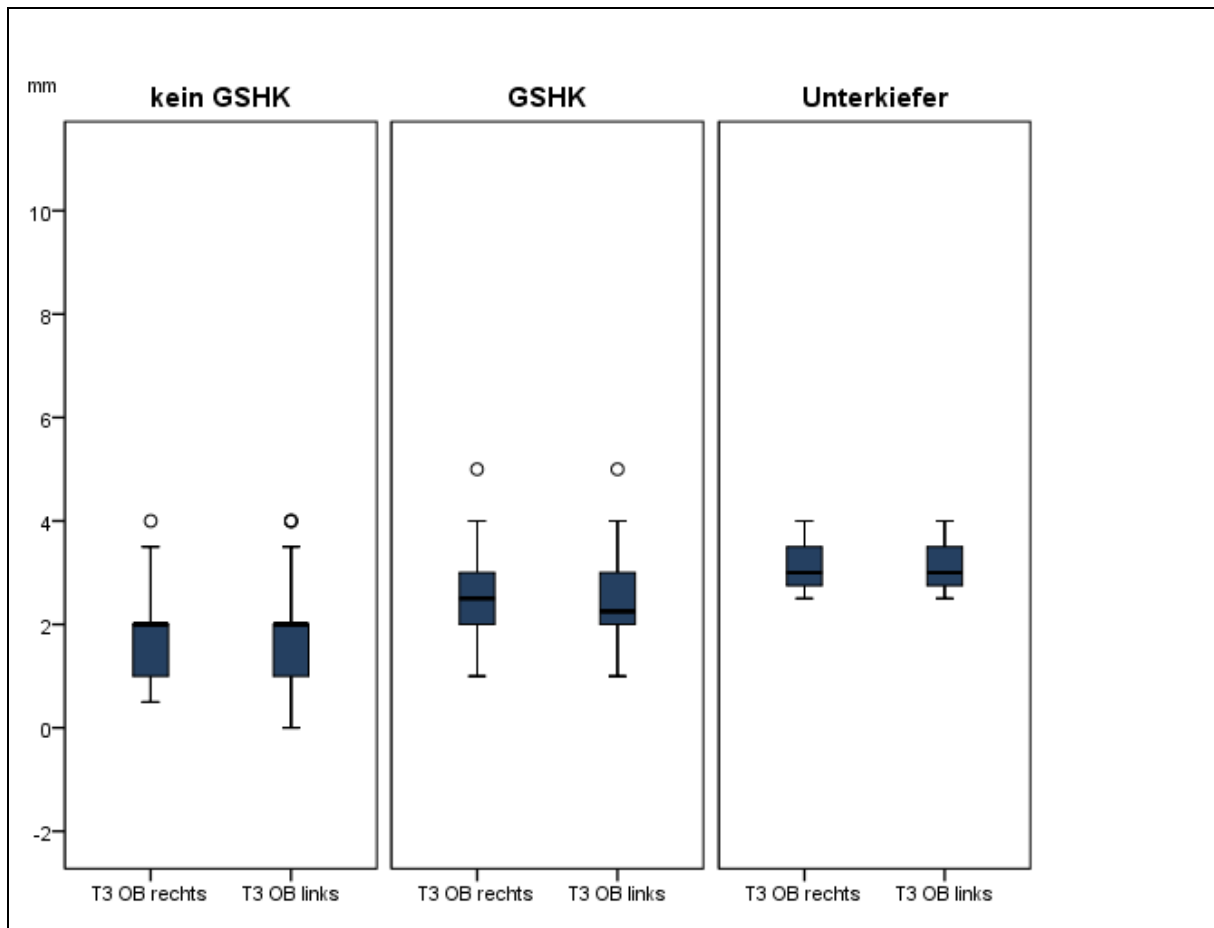


**Abbildung 65: Overbite für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt nach erfolgreicher Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links in Millimetern (mm)**

Ein negativer Overbite entspricht einem offenen Biss. Die Fallzahlen für die Subgruppe „kein GSHK“ mit  $n = 65$ , „GSHK“ mit  $n = 106$ . Die zusätzliche Gruppe „Unterkiefer“ mit  $n = 6$ .

Nach der mindestens 24-monatigen Retentionszeit rezidierte sich der Wert des Overbites in allen Gruppen, vergleiche Abbildung 66. So lag der Overbite in der Gruppe „kein GSHK“ zum Zeitpunkt T3 im Median bei 2,0 mm von zuvor 1,5 mm. Die Mittelwerte lagen rechts bei  $1,9 \pm 0,9$  mm und links bei  $\pm 1,0$  mm. In der Gruppe „GSHK“ erhöhte sich der Overbite ebenfalls. Die Werte für die rechte und linke Seite waren dabei verschieden, so lag der Median rechts bei 2,5 mm und links bei 2,3 mm, mit Mittelwerten von  $2,6 \pm 0,8$  mm rechts und  $2,6 \pm 0,9$  mm links. Am stärksten änderte sich der Wert in der Zusatzgruppe „Unterkiefer“ auf einen Median von 3,00 mm mit durchschnittlich  $3,2 \pm 0,8$  mm. Der Mann-Whitney-U-Test zeigte hier auch eine Tendenz zu einem systematischen Unterschied für die rechte und linke Seite ( $p = 0,001$  für rechts,  $p = 0,001$  für links). Die Gruppe „Unterkiefer“ ist als anekdotische Darstellung gezeigt.

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN



**Abbildung 66: Overbite für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links in Millimetern (mm)**

Ein negativer Overbite entspricht einem offenen Biss. Die Fallzahlen für die Subgruppe „kein GSHK“ mit  $n = 34$ , „GSHK“ mit  $n = 60$ . Die zusätzliche Gruppe „Unterkiefer“ mit  $n = 3$ .

#### OVERBITE MIT GAUMENSCHLEIMHAUTKONTAKT

In Schlussbissposition wurde der Kontakt der Unterkieferfrontzähne mit der Oberkiefer-Schleimhaut im Sinne eines Overbites mit Gaumenschleimhautkontakt bei 107 (62,2 %) von 172 vorhandenen Modellpaaren zu Behandlungsbeginn (T1) positiv beurteilt. Zwei Modelle konnten aufgrund abgebrochener Frontzähne nicht beurteilt werden. Es erfolgte eine Unterteilung, falls der Gaumenschleimhautkontakt mit den Unterkiefer-Eckzähnen erfolgte, was bei 6 Patienten prätherapeutisch der Fall war. Nach abgeschlossener Behandlung war an den nachfolgenden Untersuchungszeitpunkten (T2 bzw. T3) kein Gaumenschleimhautkontakt mehr feststellbar wie in Abbildung 67 durch die prozentualen Häufigkeiten erkennbar ist.

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

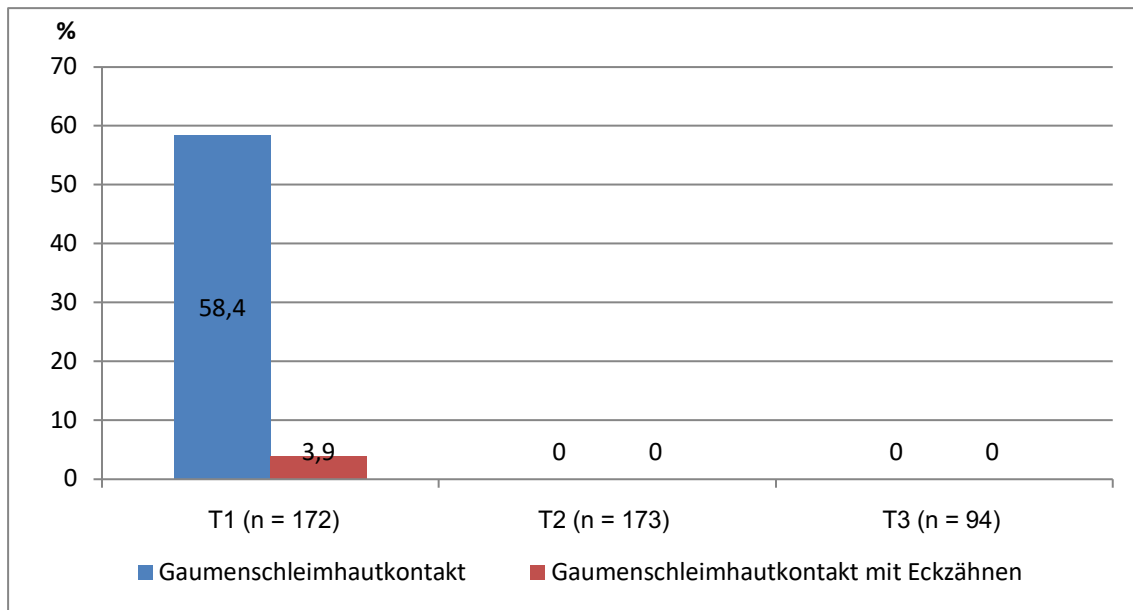


Abbildung 67: Prozentuale Häufigkeit des Gaumenschleimhautkontakts zu den verschiedenen Zeitpunkten

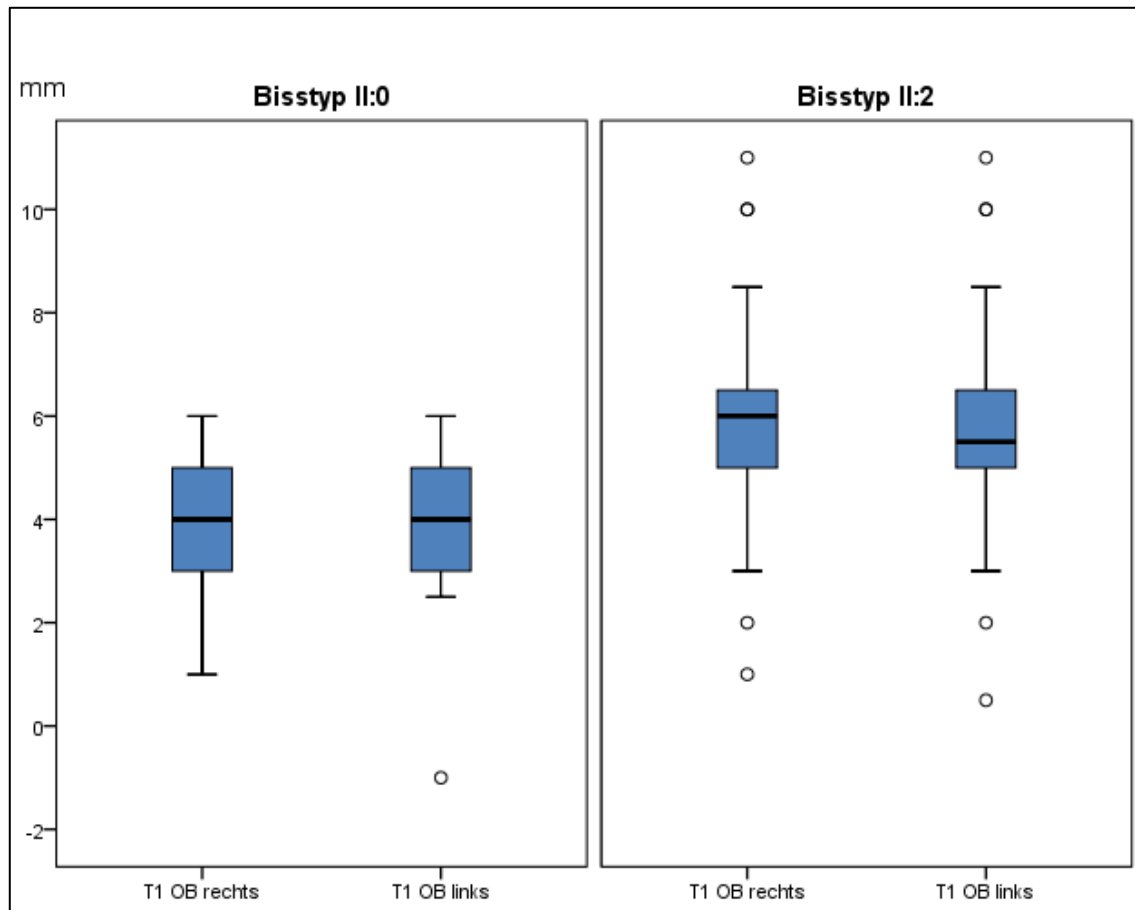
*OVERBITE MIT KONTAKT IM UNTERKIEFER-VESTIBULUMS*

Vertikal wurde ein Overbite mit Kontakt der Oberkiefer-Frontzähne im Unterkiefer-Vestibulum zu Beginn der Behandlung bei 6 Patienten (3,4 % bei n = 174) registriert. Nach der Behandlung war kein Kontakt mehr im Unterkiefer-Vestibulum von Oberkiefer-Frontzähnen zu den Zeitpunkten T2 und T3 vorhanden.

*SUBGRUPPENANALYSE BISSTYP*

Die Verteilung des Overbites der Subgruppe Bisstyp zum Zeitpunkt vor Behandlungsbeginn ist in Abbildung 68 gezeigt. Die Werte für die Gruppe „Bisstyp II:2“ liegen dabei mit durchschnittlich  $5,6 \pm 1,5$  mm höher als in der Gruppe „Bisstyp II:0“ mit durchschnittlich  $4,1 \pm 1,2$  mm für rechts bzw.  $\pm 1,4$  mm für links. Die meisten Extremwerte von bis zu 11 mm kamen dabei ebenfalls in der Gruppe „Bisstyp II:2“ vor. Der Median lag hier bei 6,00 mm für rechts und 5,50 mm für links, wohingegen der Median für die Gruppe „Bisstyp II:0“ bei 4,0 mm lag. Der Mann-Whitney-U-Test zeigte hier auch eine Tendenz zu einem systematischen Unterschied für die rechte und linke Seite ( $p < 0,001$ ).

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

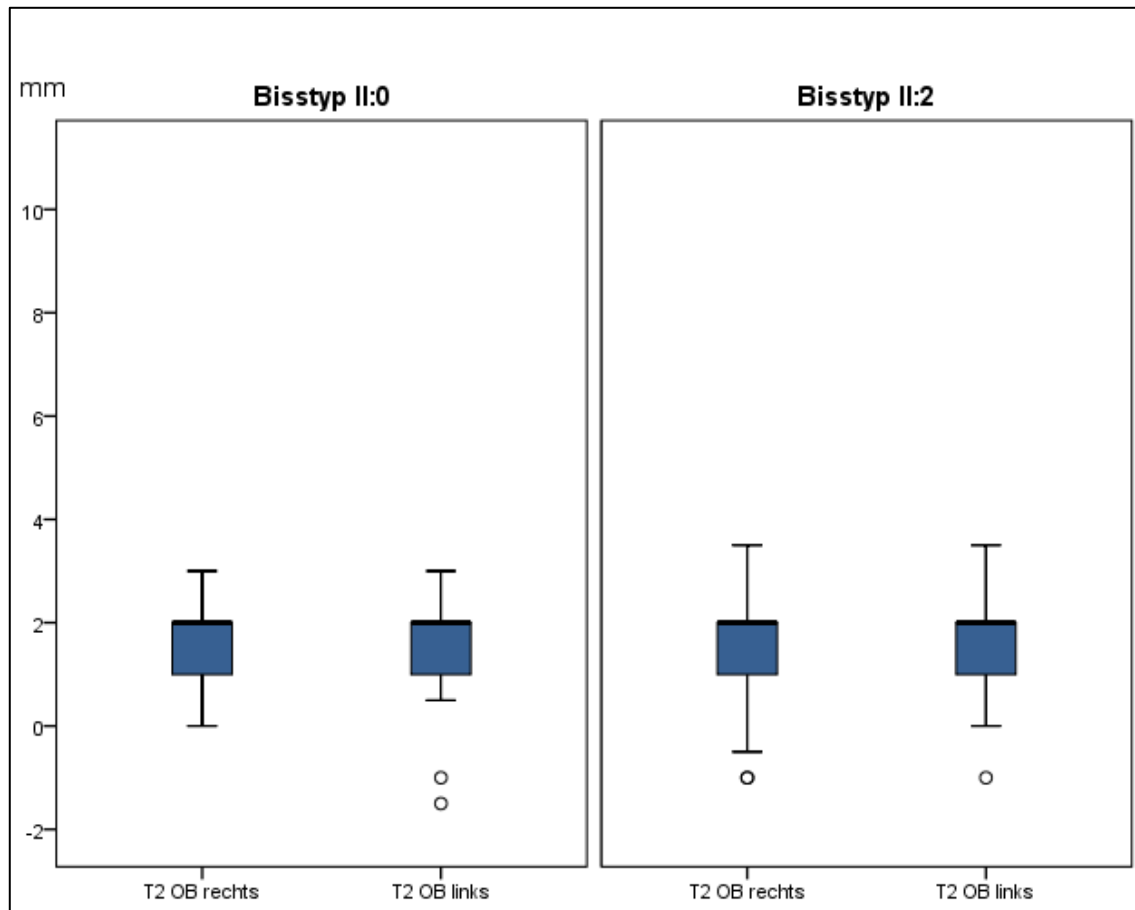


**Abbildung 68: Overbite für die Subgruppe Bisstyp zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links in Millimetern (mm)**

Ein negativer Overbite entspricht einem offenen Biss. Die Fallzahlen für die Subgruppe „Bisstyp II:0“ mit  $n = 35$  und „Bisstyp II:2“ mit  $n = 139$ .

Im Verlauf der Behandlung nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung zum Zeitpunkt T2 konnte ein reduzierter Overbite von 2,0 mm im Median in beiden Gruppen registriert werden, wie Abbildung 69 zeigt. Hier waren die Werte in der Gruppe „Bisstyp II:0“ auf der linken und rechten Seite etwas unterschiedlich mit  $1,7 \pm 0,8$  mm für die rechte bzw.  $1,5 \pm 0,9$  mm für die linke Seite. Der durchschnittliche Werte für die Gruppe „Bisstyp II:2“ lieferte Werte für beide Seiten von  $1,6 \pm 0,8$  mm. Vereinzelt kamen negative Werte im Sinne eines offenen Bisses vor, die auf eine Überkorrektur des Overbites durch die Behandlung hindeuten können. Der Mann-Whitney-U-Test konnte keinen Hinweis auf einen Unterschied zwischen den Gruppen feststellen ( $p = 0,911$  für rechts,  $p = 0,538$  für links).

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

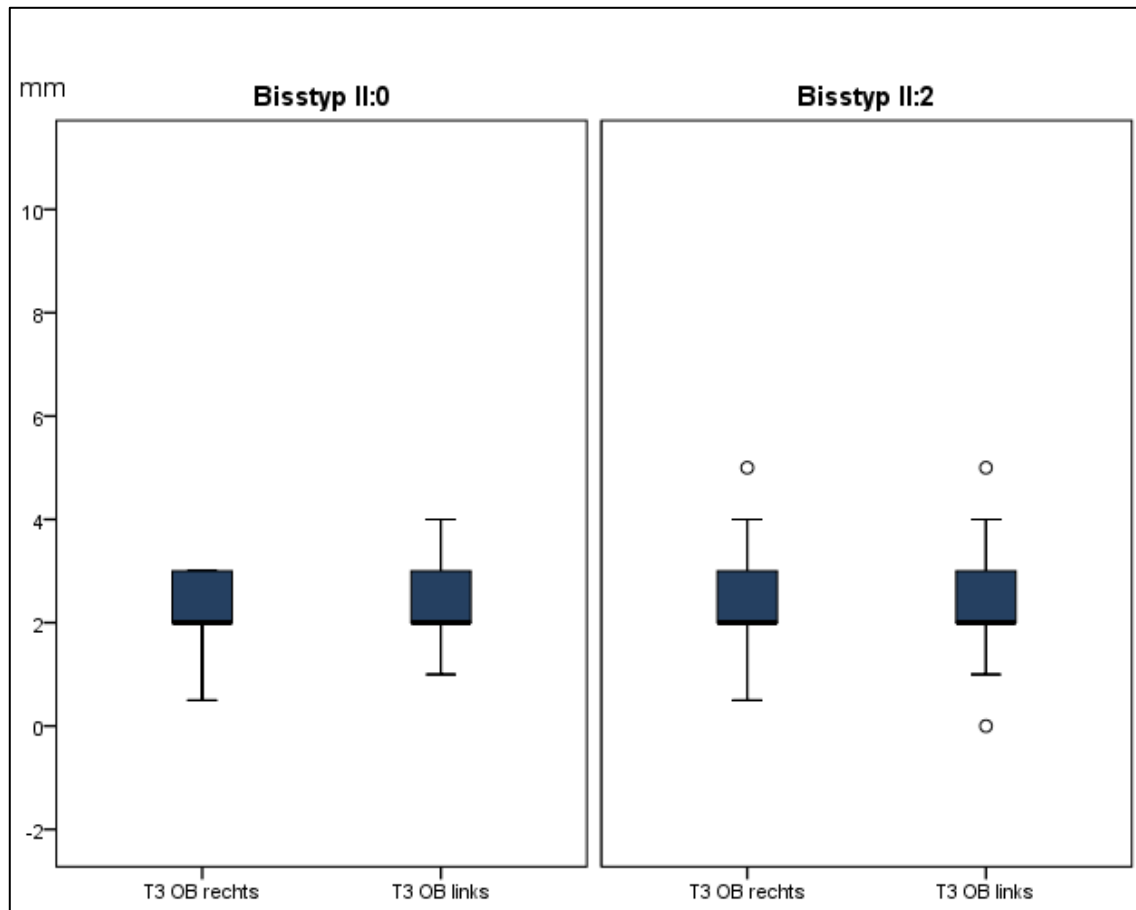


**Abbildung 69: Overbite für die Subgruppe Bisstyp nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links in Millimetern (mm)**

Ein negativer Overbite entspricht einem offenen Biss. Die Fallzahlen für die Subgruppe „Bisstyp II:0“ mit  $n = 35$  und „Bisstyp II:2“ mit  $n = 138$ .

Nach mindestens 24-monatiger Retentionszeit zum Zeitpunkt T3 konnte in beiden Gruppen eine leichte Erhöhung des Overbites registriert werden. Der Median blieb in beiden Gruppen unverändert bei 2,00 mm, wie Abbildung 70 zeigt. Jedoch waren die Mittelwerte erhöht. So zeigte die Gruppe „Bisstyp II:0“ durchschnittlich  $2,1 \pm 0,9$  mm für die rechte und  $2,3 \pm 0,9$  mm für die linke Seite. In der Gruppe „Bisstyp II:2“ konnten im Mittel 2,3 mm registriert werden mit einer Standardabweichung rechts von 0,9 mm und links 1,0 mm. Hier kam es ebenfalls zu einzelnen Rezidiven von 5 mm. Es konnte kein Hinweis auf einen Unterschied zwischen den Gruppen gefunden werden ( $p = 0,538$  für rechts,  $p = 0,932$  für links).





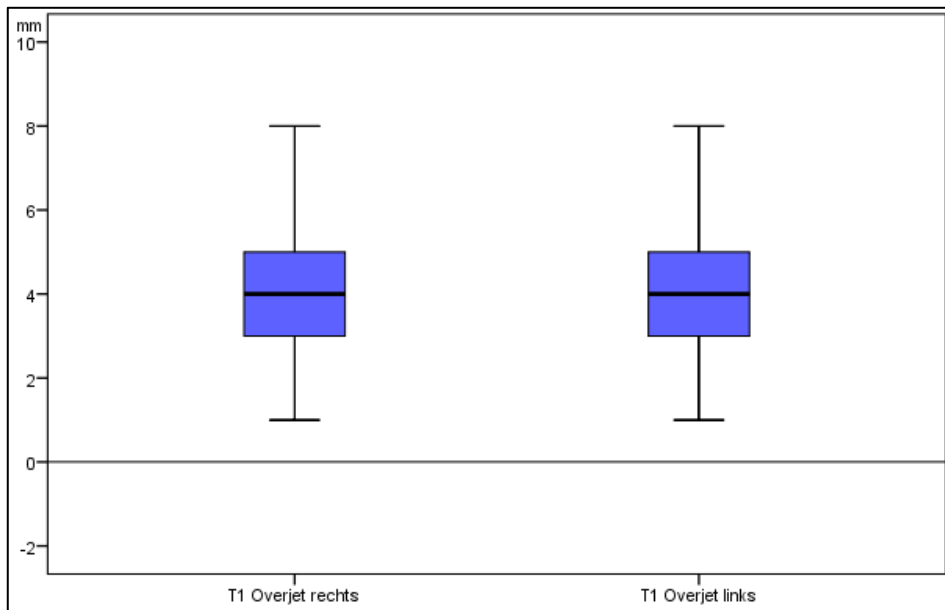
**Abbildung 70: Overbite für die Subgruppe Bisstyp nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links in Millimetern (mm)**

Ein negativer Overbite entspricht einem offenen Biss. Die Fallzahlen für die Subgruppe „Bisstyp II:0“ mit  $n = 13$ , 22 fehlend und „Bisstyp II:2“ mit  $n = 81$ , 61 fehlend.

#### 4.2.4 OVERJET

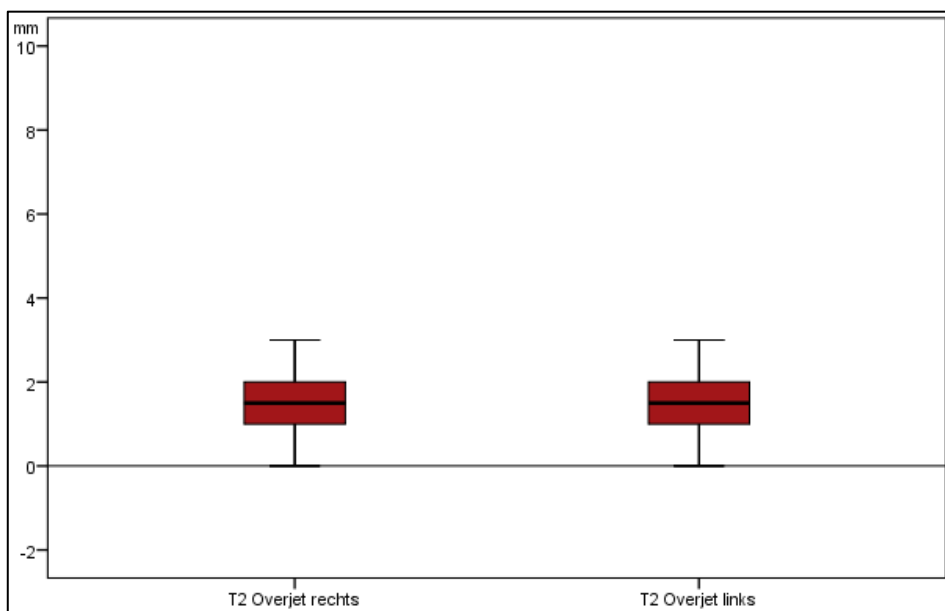
Der Overjet als Wert für die sagittale Frontzahnstufe war zu Behandlungsbeginn bei den 174 Patienten etwas erhöht. Die gemessenen Werte lagen rechts bei  $3,9 \pm 1,7$  mm und links bei  $4,0 \pm 1,5$  mm. Abbildung 71 zeigt den Median beidseits bei 4,0 mm. Auf beiden Seiten kamen vereinzelt sehr ausgeprägte Maximalwerte von bis zu 8 mm vor. Der kleinste gemessene Wert lag hingegen bei 1 mm.

## ERGEBNISSE OKKLUSALE VARIABLEN



**Abbildung 71: Darstellung des Overjets zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) in Millimetern (n = 174)**

Im Behandlungsverlauf konnte der Overjet durch Überkorrektur während der Herbst-Multibracket-Phase zum Zeitpunkt T2 auf  $1,5 \pm 0,7$  mm beidseits gesenkt werden (n = 173). Der Median lag hier beidseits bei 1,5 mm, siehe Abbildung 72. Die Überkorrektur war teilweise so ausgeprägt, dass es zu Werten rechts und links von 0 mm, also Kopfbiss, kam. Maximal ausgeprägte Werte lagen hier nur noch bei 3,0 mm.

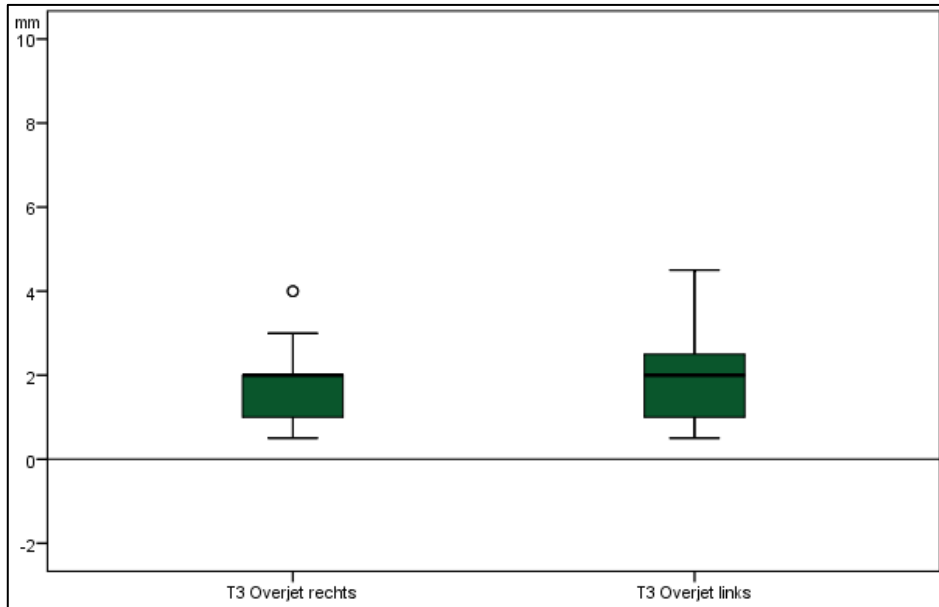


**Abbildung 72: Darstellung des Overjets nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) in Millimetern (n = 173)**

Im Verlauf der Retentionszeit rezidierte der Overjet etwas, sodass er zum letzten Untersuchungszeitpunkt T3 nach mindestens 24-monatiger Beobachtungszeit rechts  $1,8 \pm 0,7$

## ERGEBNISSE OKKLUSALE VARIABLEN

mm bzw. links  $1,8 \pm 0,8$  mm betrug. Der Median lag nun auf beiden Seiten bei 2,0 mm wie Abbildung 73 zeigt. Der kleinste Wert lag bei 0,5mm auf beiden Seiten, während die größte Ausprägung rechts bei 4,0 mm und links bei 4,5 mm gemessen wurde. Alle 94 Patienten konnten eingeschlossen werden.

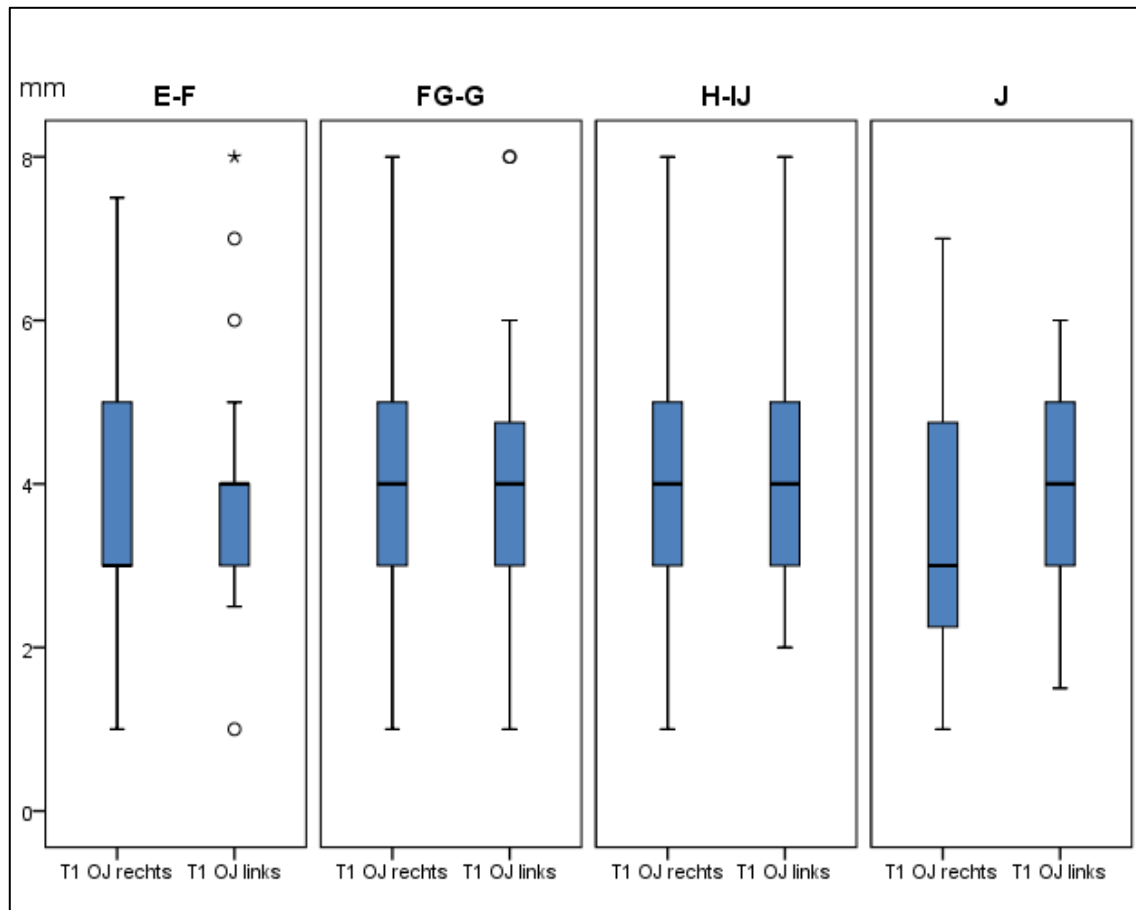


**Abbildung 73: Darstellung des Overjets nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) in Millimetern (n = 94)**

### *SUBGRUPPENANALYSE SKELETTALE REIFE*

Zu Behandlungsbeginn lag in allen Gruppen ein erhöhter Overjet vor, wie aus Abbildung 74 hervorgeht. Dieser war in der Gruppe „H-IJ“ mit einem Median von 4,0 mm bei durchschnittlich  $4,1 \pm 1,6$  für rechts bzw.  $\pm 1,4$  mm für links am stärksten ausgeprägt. In fast allen Gruppen gab es Maximalwerte von bis zu 8 mm. Ein gleich hoher Median lag ebenfalls bei der Gruppe „FG-G“ vor. Der Median für die Gruppen „E-F“ und „J“ lag bei 3,0 mm für die rechte Seite und 4,00 mm für die linke Seite. Der Kruskal-Wallis-Test lieferte keinen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen diesen Gruppen ( $p = 0,613$  für rechts,  $p = 0,579$  für links).

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

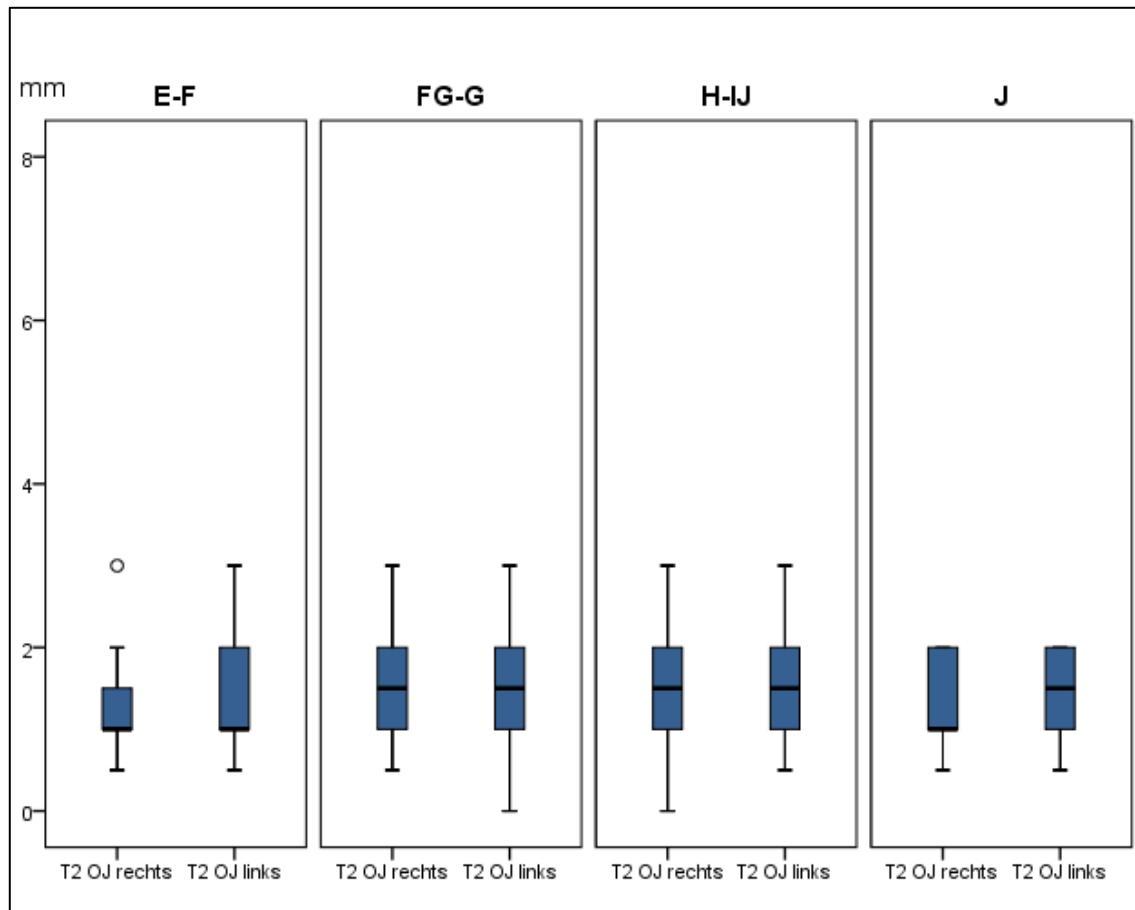


**Abbildung 74: Overjet für die Subgruppe Skeletale Reife zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) für rechts und links in Millimetern (mm)**

Die Fallzahlen für die Subgruppe „E-F“ mit  $n = 22$ , „FG-G“ mit  $n = 56$ , „H-IJ“ mit  $n = 72$ , „J“ mit  $n = 23$ .

Zum Zeitpunkt T2 nach erfolgter Herbst-Multibracket-Apparatur konnte eine deutliche Reduzierung des Overjets registriert werden. Diese Reduzierung fiel innerhalb der Gruppen unterschiedlich aus. So zeigte sich die größte Reduzierung um 3 mm in der Gruppe mit dem größten Anfangswert „H-IJ“. Hier lag der Median bei 1,50 mm beidseits, dieser Wert konnte auch für die Gruppe „FG-G“ erreicht werden, wie aus Abbildung 75 entnommen werden kann. In der „J“ lag der Median nach erfolgter Behandlung bei 1,0 mm rechts und 1,5 mm links. Einzig die Gruppe „E-F“ konnte den geringsten Overjet-Median von 1,0 mm beidseits erreichen. Der Kruskal-Wallis-Test lieferte keinen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen diesen Gruppen ( $p = 0,339$  für rechts,  $p = 0,519$  für links).

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

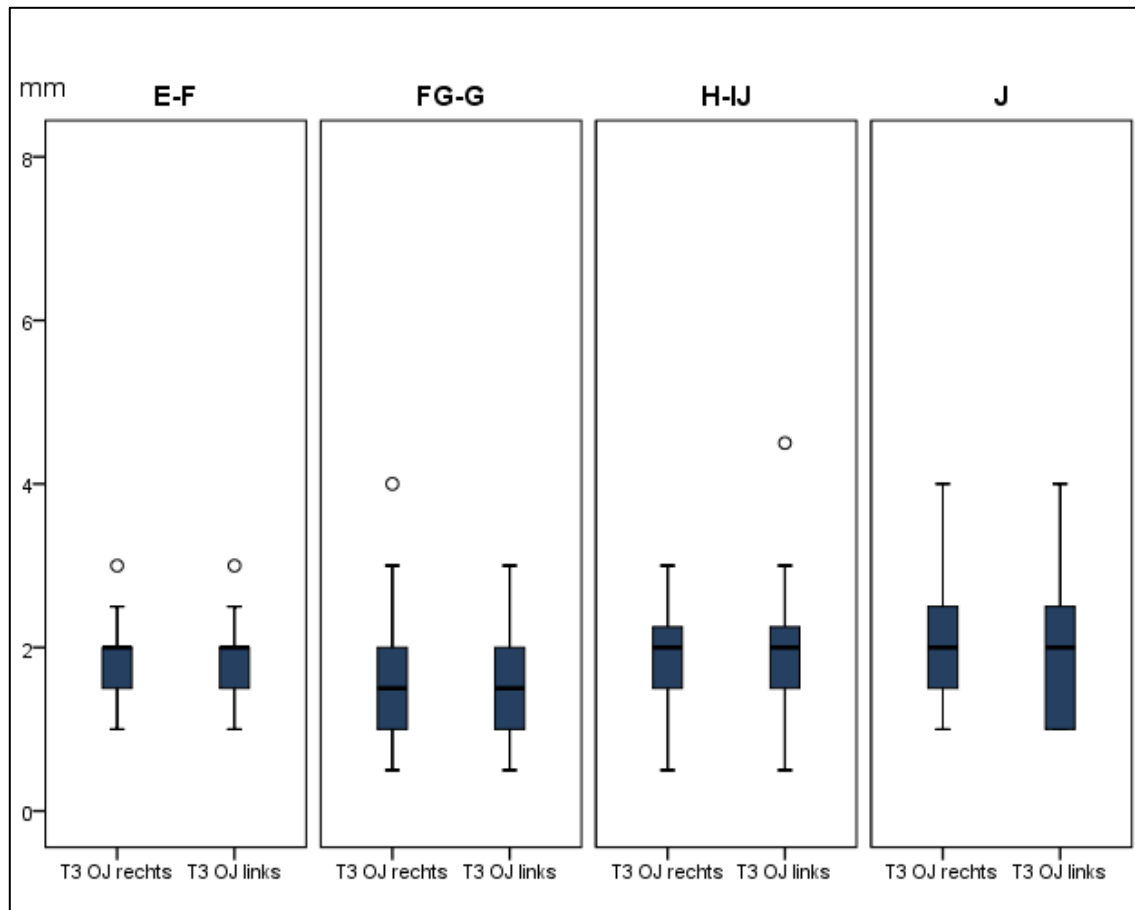


**Abbildung 75: Overjet für die Subgruppe Skelettale Reife nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) für rechts und links in Millimetern (mm)**

Die Fallzahlen für die Subgruppe „E-F“ mit  $n = 21$ , „FG-G“ mit  $n = 56$ , „H-IJ“ mit  $n = 72$ , „J“ mit  $n = 23$ .

Zum Zeitpunkt T3 nach mindestens 24-monatiger Retention konnte der Overjet in den Gruppen die Werte vom Zeitpunkt T2 nicht konstant halten und rezidierte. Die Werte des Medians zum Zeitpunkt T3 entsprach in allen Gruppen einem angestrebten Overjet von 2-3,5 mm. So lag der Median einzig in der Gruppe „FG-G“ weiterhin bei 1,50 mm beidseits, während er in den anderen Gruppen auf 2,0 mm für rechts und links rezidierte, wie aus Abbildung 76 hervorgeht. Der höchste Overjet mit  $2,1 \pm 0,9$  mm für rechts bzw.  $2,0 \pm 0,9$  mm für links konnte in der Gruppe „J“ gemessen werden. Am stabilsten zeigte sich die Gruppe „FG-G“ mit  $1,6 \pm 0,8$  mm für die rechte bzw.  $1,6 \pm 0,7$  mm für die linke Seite. Der Kruskal-Wallis-Test lieferte für die rechte Seite einen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen den Gruppen ( $p = 0,071$ ), während er für die linke Seite keinen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen diesen Gruppen zeigte ( $p = 0,201$ ).

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN



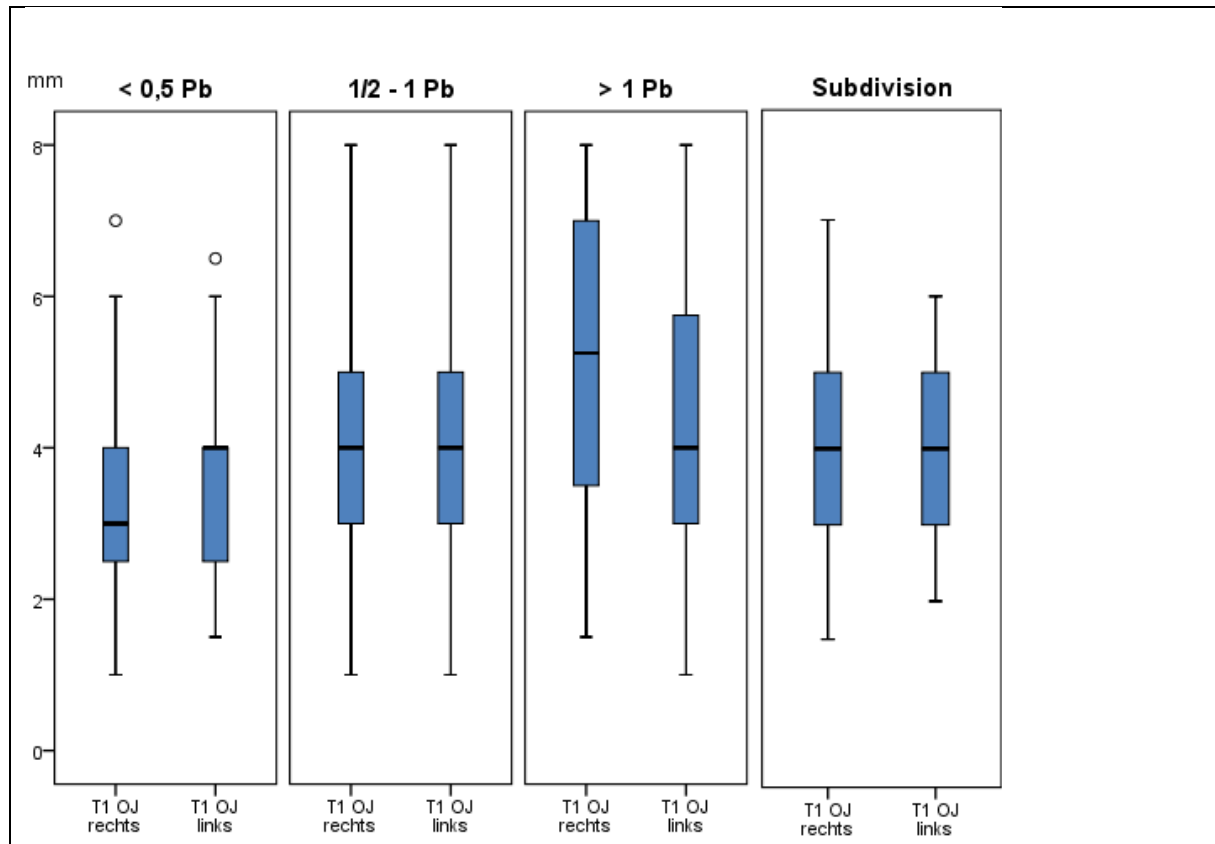
**Abbildung 76: Overjet für die Subgruppe Skelettale Reife nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) für rechts und links in Millimetern (mm)**

Die Fallzahlen für die Subgruppe „E-F“ mit n = 13, „FG-G“ mit n = 32, „H-IJ“ mit n = 35, „J“ mit n = 14.

*SUBGRUPPENANALYSE SCHWEREGRAD DER MALOKKLUSION*

Der Overjet zum Zeitpunkt T1 vor Behandlungsbeginn war innerhalb der Subgruppe „Schweregrad der Malokklusion“ unterschiedlich ausgeprägt. Der höchste Median rechts wurde mit 5,3 mm in der Gruppe „> 1 Pb“ registriert, während die Ausprägung links bei 4,0 mm lag mit durchschnittlichen Werten rechts von  $5,0 \pm 2,1$  mm und links  $4,3 \pm 2,3$  mm. Wohingegen die niedrigste Ausprägung mit 3,0 mm für rechts in der Gruppe „ $\leq \frac{1}{2}$  Pb“ mit dem geringsten Schweregrad der Malokklusion gefunden wurde, wie aus Abbildung 77 hervorgeht. Jedoch ergab hier der Medianwerte für die linke Seite jeweils bei 4,0 mm bei durchschnittlich  $3,3 \pm 1,2$  mm für rechts bzw.  $3,6 \pm 1,3$  mm für links. In der Gruppe „ $\frac{1}{2}$  Pb – 1 Pb“ konnten sowohl der Median als auch die Mittelwerte bei  $4,0 \pm 1,7$  bzw. 1,4 mm registriert werden. Die Mischgruppe „Subdivision“ mit einer Differenz von  $\frac{3}{4}$  Pb zwischen rechter und linker Seite wies einen Median von 4,0 mm auf, während die durchschnittlichen Werte für die rechte und linke Seite bei  $4,3 \pm 1,6$  mm bzw.  $3,8 \pm 1,2$  mm lagen. Der Kruskal-Wallis-Test lieferte für die rechte Seite einen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen den Gruppen ( $p = 0,019$ ), während

auf der linken Seite keinen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen diesen Gruppen gezeigt wurde ( $p = 0,209$ ).

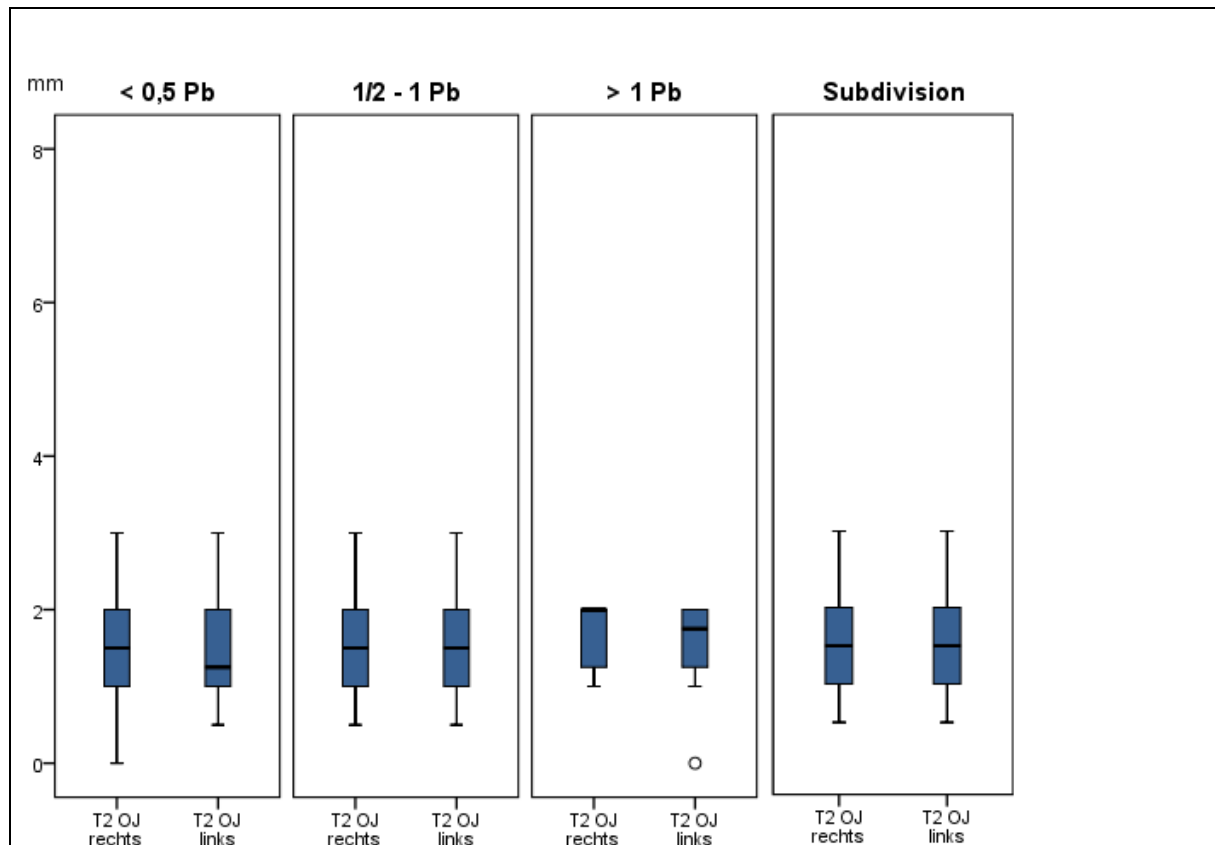


**Abbildung 77: Overjet für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links in Millimetern (mm)**

Die Fallzahlen für die Subgruppe „ $\leq 1/2$ “ mit  $n = 36$ , „ $1/2 - 1$  Pb“ mit  $n = 126$ , „ $> 1$  Pb“ mit  $n = 12$ . Die Zusatzgruppe „Subdivision“ mit  $n = 21$ .

Nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung konnte eine Reduzierung des Overjets in allen Gruppen beobachtet werden, wie auch aus Abbildung 78 hervorgeht. Dabei war der Median in der Gruppe mit der schwersten Malokklusion zu Behandlungsbeginn „ $> 1$  Pb“ mit 2,0 mm für rechts und 1,8 mm für links etwas höher als in den anderen Gruppen mit 1,3 – 1,5 mm. Die Subgruppen „ $\leq 1/2$ “ und „ $1/2 - 1$  Pb“ zeigten durchschnittliche Werte von  $1,5 \pm 0,7$  mm, ebenso die Mischgruppe „Subdivision“ mit einer Standardabweichung von 0,6 mm für rechts bzw. 0,7 mm für links. Die Gruppe „ $> 1$  Pb“ verzeichnete durchschnittliche Werte von  $1,7 \pm 0,4$  mm bzw.  $1,5 \pm 0,6$  mm. Vereinzelt wurde auch ein Kopfbiss, also ein Overjet von 0,0 mm gemessen. Der Kruskal-Wallis-Test lieferte keinen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen diesen Gruppen ( $p = 0,396$  für rechts,  $p = 0,707$  für links).

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

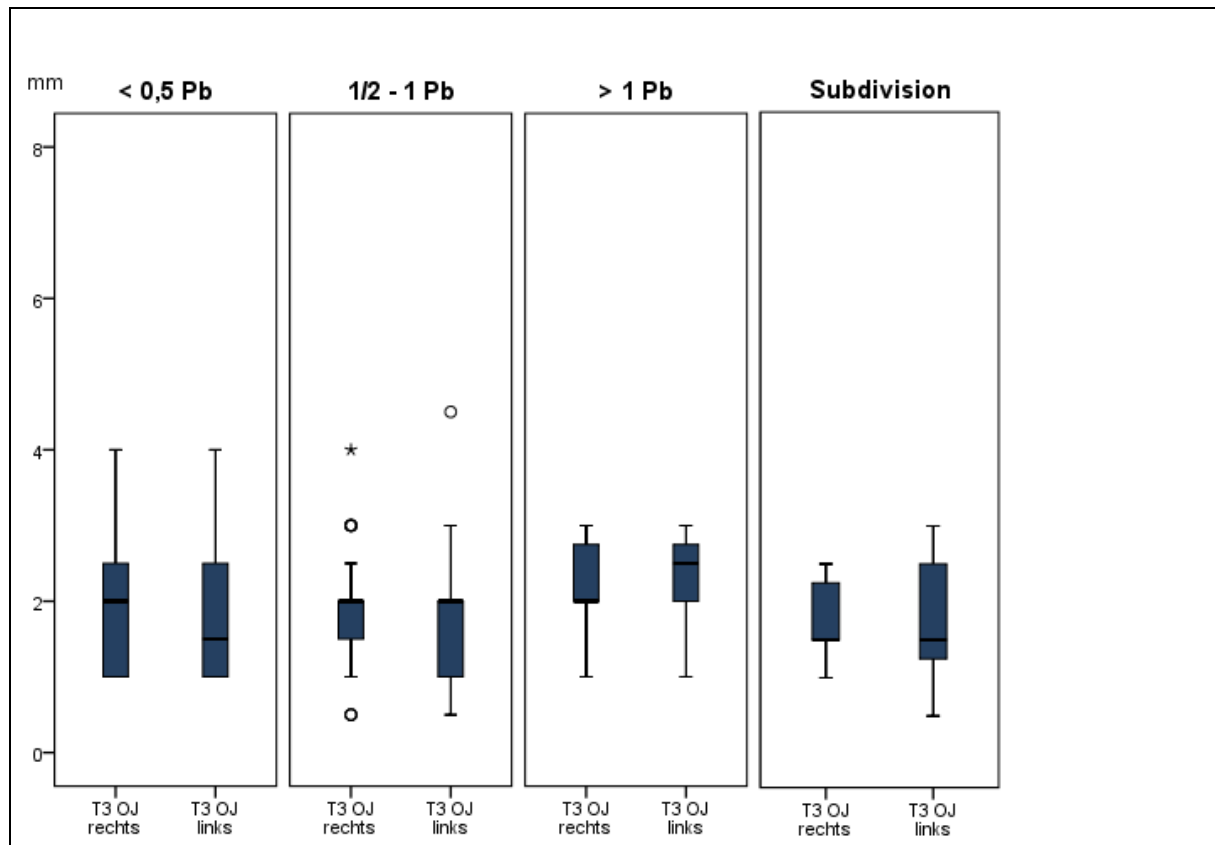


**Abbildung 78: Overjet für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links in Millimetern (mm)**  
Die Fallzahlen für die Subgruppe „ $\leq 1/2$  Pb“ mit  $n = 36$ , „ $1/2 - 1$  Pb“ mit  $n = 125$ , „ $> 1$  Pb“ mit  $n = 12$ . Die Zusatzgruppe „Subdivision“ mit  $n = 21$ .

Zum Zeitpunkt T3 nach mindestens 24-monatiger Retentionszeit rezidierte sowohl der durchschnittliche Wert als auch der Median innerhalb der Subgruppen. Einzig in der Mischgruppe „Subdivision“ konnte der Median stabil gehalten werden, wie aus Abbildung 79 ersichtlich wird, während der Mittelwert auf  $1,8 \pm 0,6$  bzw.  $0,7$  mm rezidierte. Den geringsten durchschnittlichen Wert von  $1,8 \pm 0,7$  mm konnte der Subgruppe „ $1/2 - 1$  Pb“ zugeordnet werden, mit Werten von  $1,9 \pm 0,9$  mm war die Subgruppe „ $\leq 1/2$  Pb“ nur knapp darüber. Es gab auch einzelne Ausreißer von bis zu  $4,5$  mm. Die Gruppe mit den anfangs höchsten Mittelwerten verzeichnete auch nach Abschluss der Behandlung die höchsten Werte mit  $2,2 - 2,3 \pm 0,7$  mm. Hier waren die Maximalwerte jedoch bei  $3,0$  mm. Der Kruskal-Wallis-Test lieferte keinen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen diesen Gruppen ( $p = 0,260$  für rechts,  $p = 0,165$  für links).



ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

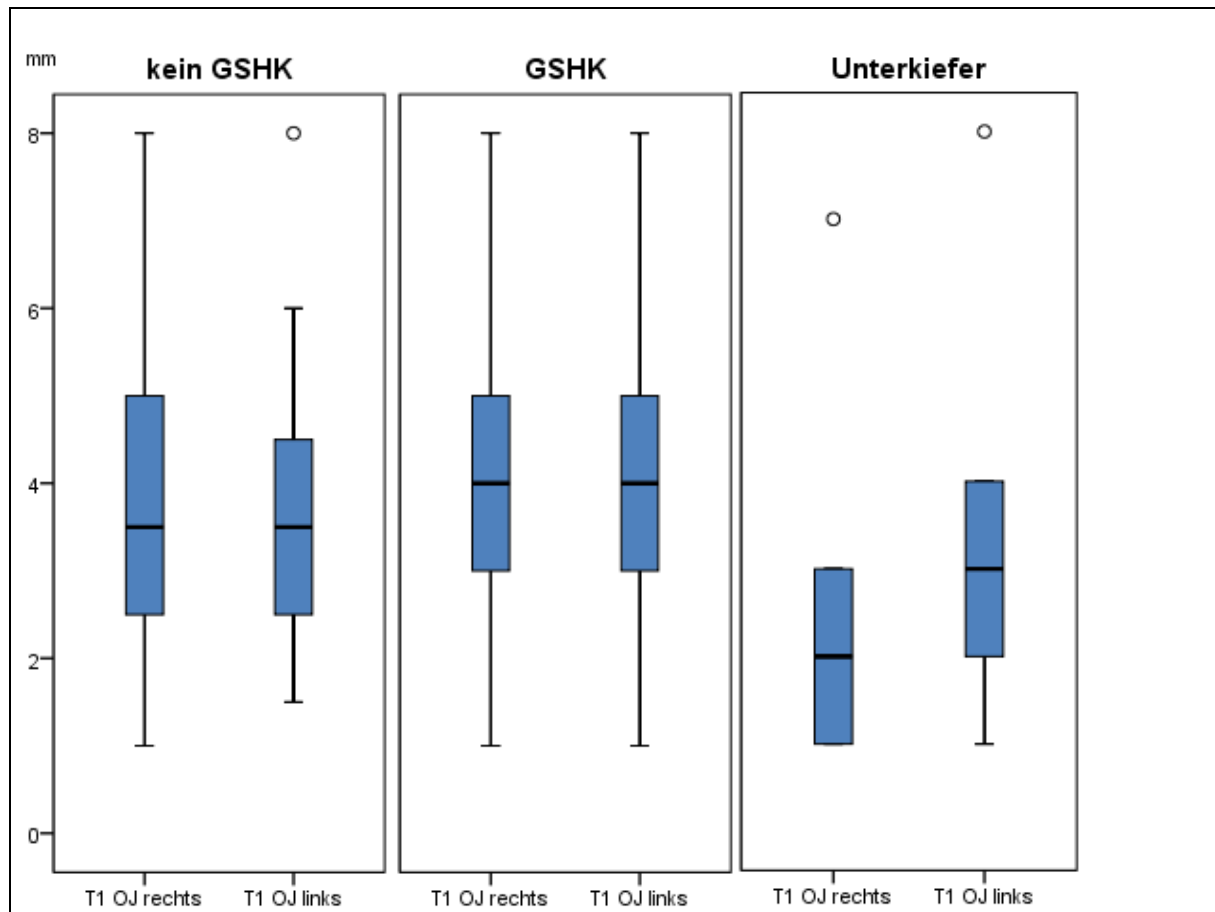


**Abbildung 79: Overjet für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links in Millimetern (mm)**  
Die Fallzahlen für die Subgruppe „ $\leq 1/2$  Pb“ mit  $n = 19$ , „ $1/2 - 1$  Pb“ mit  $n = 68$ , „ $> 1$  Pb“ mit  $n = 7$ . Die Zusatzgruppe „Subdivision“ mit  $n = 15$ .

*SUBGRUPPENANALYSE GAUMENSCHLEIMHAUTKONTAKT*

Zu Behandlungsbeginn zum Zeitpunkt T1 zeigte sich in der Gruppe „GSHK“ mit vorhandenem Gaumenschleimhautkontakt ein vergrößerter Overjet mit durchschnittlich  $4,0 \pm 1,7$  mm für die rechte Seite bzw.  $\pm 1,4$  mm für die linke Seite bei einem Median von 4,0 mm, wie aus Abbildung 80 entnommen werden kann. Es kam vereinzelt zu Maximalwerten von 8,0mm. In der Gruppe ohne Gaumenschleimhautkontakt lagen die durchschnittlichen Werte bei  $3,7 \pm 1,6$  mm für die rechte bzw.  $3,6 \pm 1,4$  mm für die linke Seite, mit einem Median von 3,5 mm. Der Mann-Whitney-U-Test zeigte hier eine Tendenz zu einem systematischen Unterschied für die linke Seite ( $p = 0,006$ ), während die rechte Seite keinen Hinweis auf einen Unterschied zeigte ( $p = 0,273$ ). Die geringsten Werte des Overjets für die Gruppe „Unterkiefer“ registriert wurden mit  $2,7 \pm 2,3$  mm für die rechte Seite und  $3,5 \pm 2,4$  mm für die linke Seite. Die Gruppe „Unterkiefer“ ist als anekdotische Darstellung gezeigt.

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

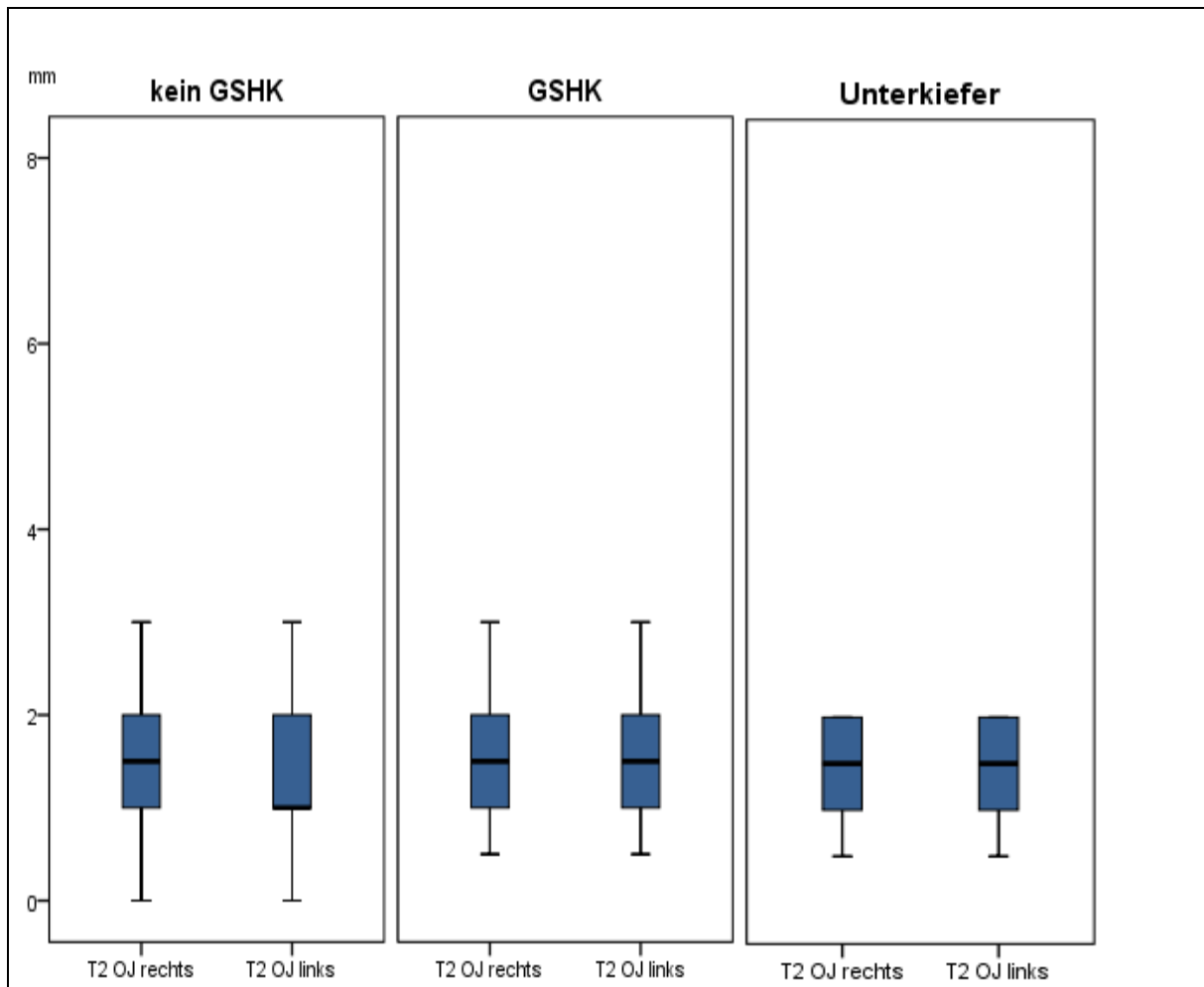


**Abbildung 80: Overjet für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links in Millimetern (mm)**

Die Fallzahlen für die Subgruppe „kein GSHK“ mit  $n = 65$ , „GSHK“ mit  $n = 107$ . Die zusätzliche Gruppe „Unterkiefer“ mit  $n = 6$ .

Zum Zeitpunkt T2 nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung konnte der Overjet in den Gruppen deutlich reduziert werden, wie Abbildung 81 zeigt. In der Gruppe „kein GSHK“ zeigte sich hierbei der niedrigste Wert mit einem Median von 1,0 mm für links, bzw. 1,5 mm für die rechte Seite, bei durchschnittlich  $1,4 \pm 0,6$  mm für die rechte Seite und  $\pm 0,7$  mm für die linke Seite. Die Gruppe „GSHK“ sowie „Unterkiefer“ wiesen einen Median von 1,5 mm auf. Der durchschnittliche Wert von „GSHK“ lag dabei bei  $1,5 \pm 0,7$  mm für beide Seiten. Während in der Gruppe „Unterkiefer“ ein etwas niedrigerer Durchschnitt von  $1,4 \pm 0,7$  mm gemessen wurde. Der Mann-Whitney-U-Test lieferte keinen Hinweis auf einen Unterschied zwischen den Gruppen ( $p = 0,425$  für rechts,  $p = 0,305$  für links). Die Gruppe „Unterkiefer“ ist kasuistisch dargestellt.

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

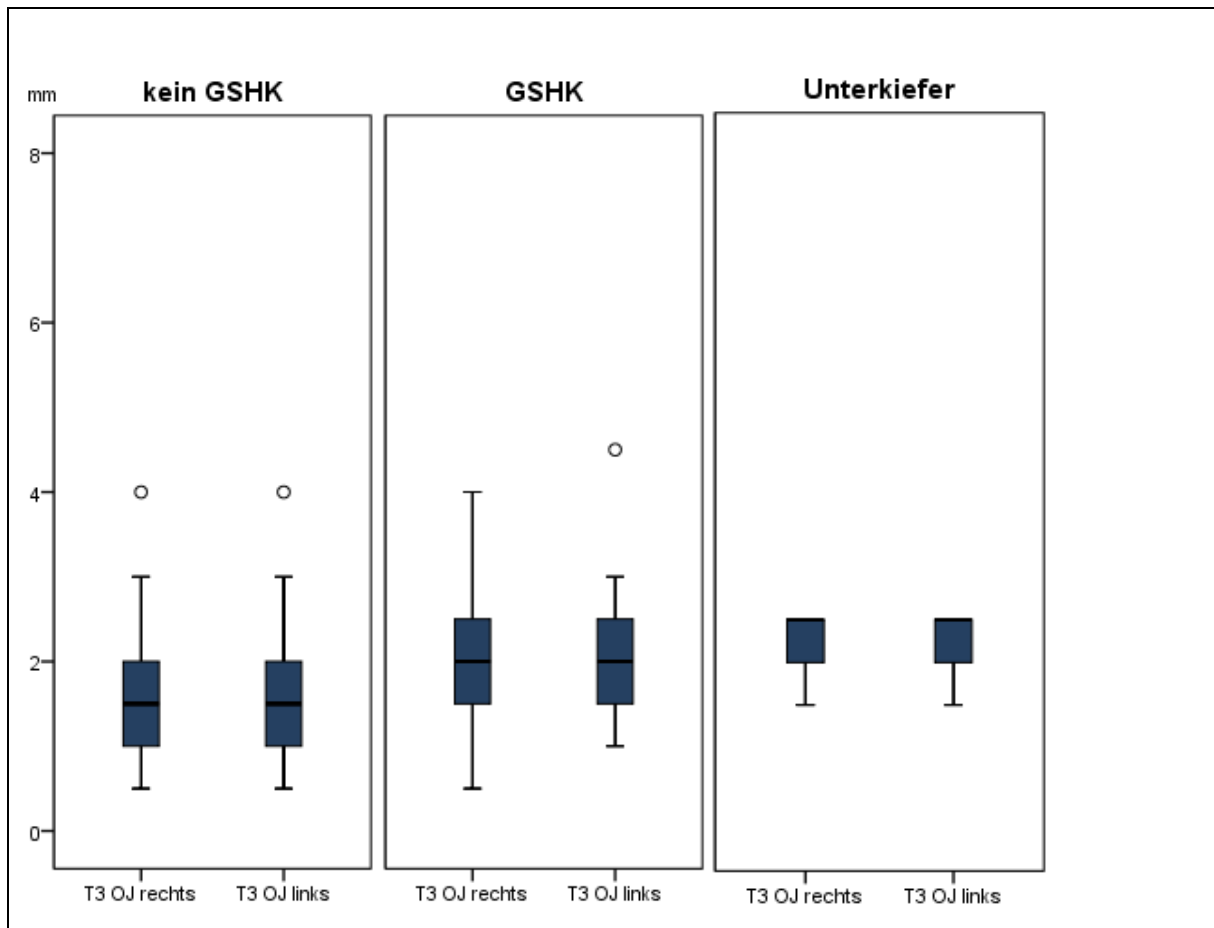


**Abbildung 81: Overjet für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links in Millimetern (mm)**

Die Fallzahlen für die Subgruppe „kein GSHK“ mit  $n = 65$ , „GSHK“ mit  $n = 106$ . Die zusätzliche Gruppe „Unterkiefer“ mit  $n = 6$ .

Nach der mindestens 24-monatigen Retentionszeit rezidierte sich der Wert des Overjets, vergleiche Abbildung 82, v.a. in der Gruppe „GSHK“. Zum Zeitpunkt T3 lag der Median bei 2,0 mm von zuvor 1,50 mm. Die Mittelwerte rezidierten ebenfalls auf  $2,0 \pm 0,7$  mm. In der Gruppe „ohne GSHK“ konnte nur eine leichte Erhöhung des Overjets registriert werden, so blieb der Median bei 1,5mm, während der Mittelwert leicht stieg auf  $1,6 \pm 0,2$  mm. Am stärksten änderte sich der Wert in der Zusatzgruppe „Unterkiefer“ auf einen Median von 2,5 mm mit durchschnittlich  $2,2 \pm 0,6$  mm. Der Mann-Whitney-U-Test lieferte für die rechte und linke Seite einen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen den Gruppen ( $p = 0,011$  für rechts,  $p = 0,005$  für links), Die Gruppe „Unterkiefer“ ist anekdotisch dargestellt.

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN



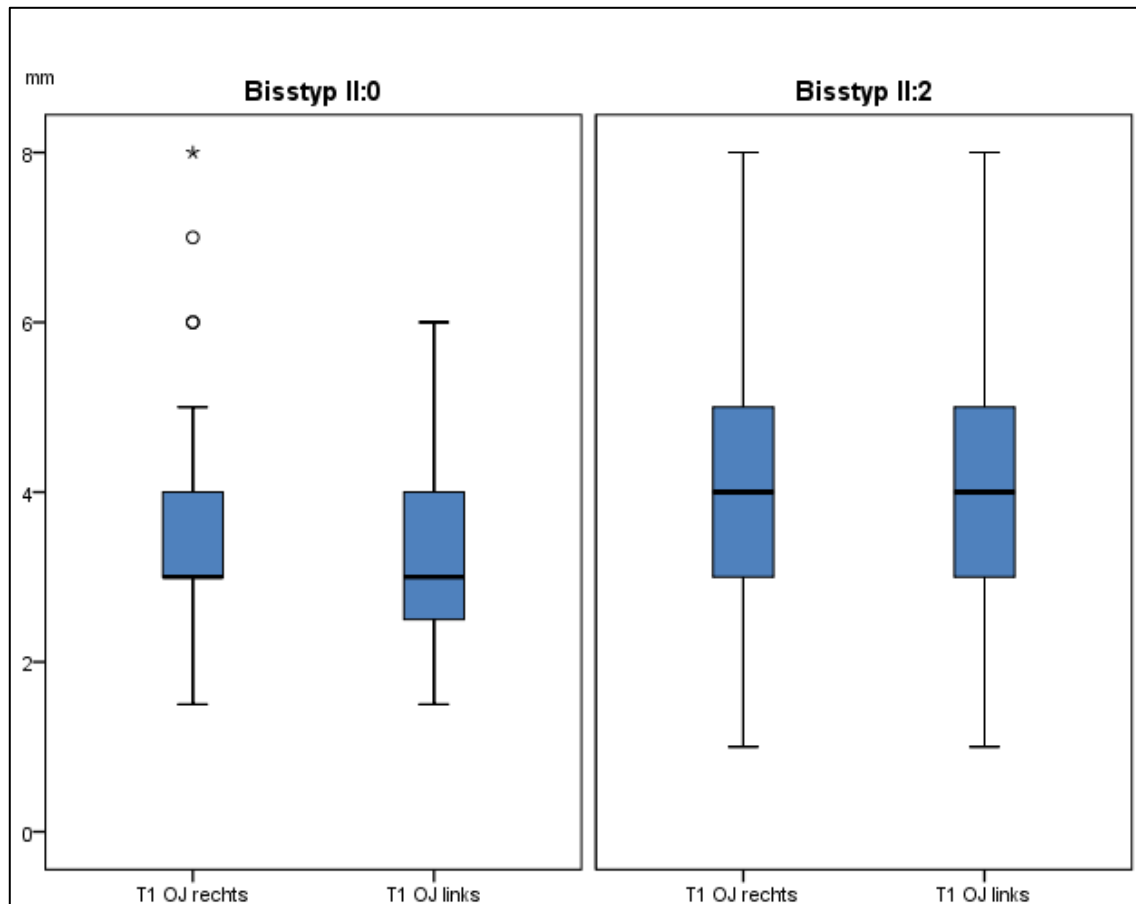
**Abbildung 82: Overjet für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links in Millimetern (mm)**

Die Fallzahlen für die Subgruppe „kein GSHK“ mit  $n = 34$ , „GSHK“ mit  $n = 60$ . Die zusätzliche Gruppe „Unterkiefer“ mit  $n = 3$ .

*SUBGRUPPENANALYSE BISSTYP*

Zu Behandlungsbeginn zum Zeitpunkt T1 zeigte sich in der Subgruppe „Bisstyp“ ein erhöhter Median von 4,0 mm bei der Gruppe Bisstyp II:2, siehe Abbildung 83. Hier lagen auch erhöhte Mittelwerte von  $4,0 \pm 1,7$  für die rechte Seite und  $4,1 \pm 1,5$  für die linke Seite vor. Im Gegensatz dazu waren sowohl der Median (3,0 mm) als auch die Mittelwerte für den Bisstyp II:0 geringer ( $3,7 \pm 1,4$  für die rechte Seite bzw.  $3,3 \pm 1,0$  für die linke Seite). Es kam vereinzelt zu Maximalwerten von bis zu 8 mm, bei einem Minimum von 1,0 mm bei Bisstyp II:2 bzw. 1,5 mm bei dem Bisstyp II:0. Der Mann-Whitney-U-Test lieferte für die linke Seite einen Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen den Gruppen ( $p = 0,001$ ), während rechts kein Hinweis gefunden wurde ( $p = 0,414$ ).

ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN

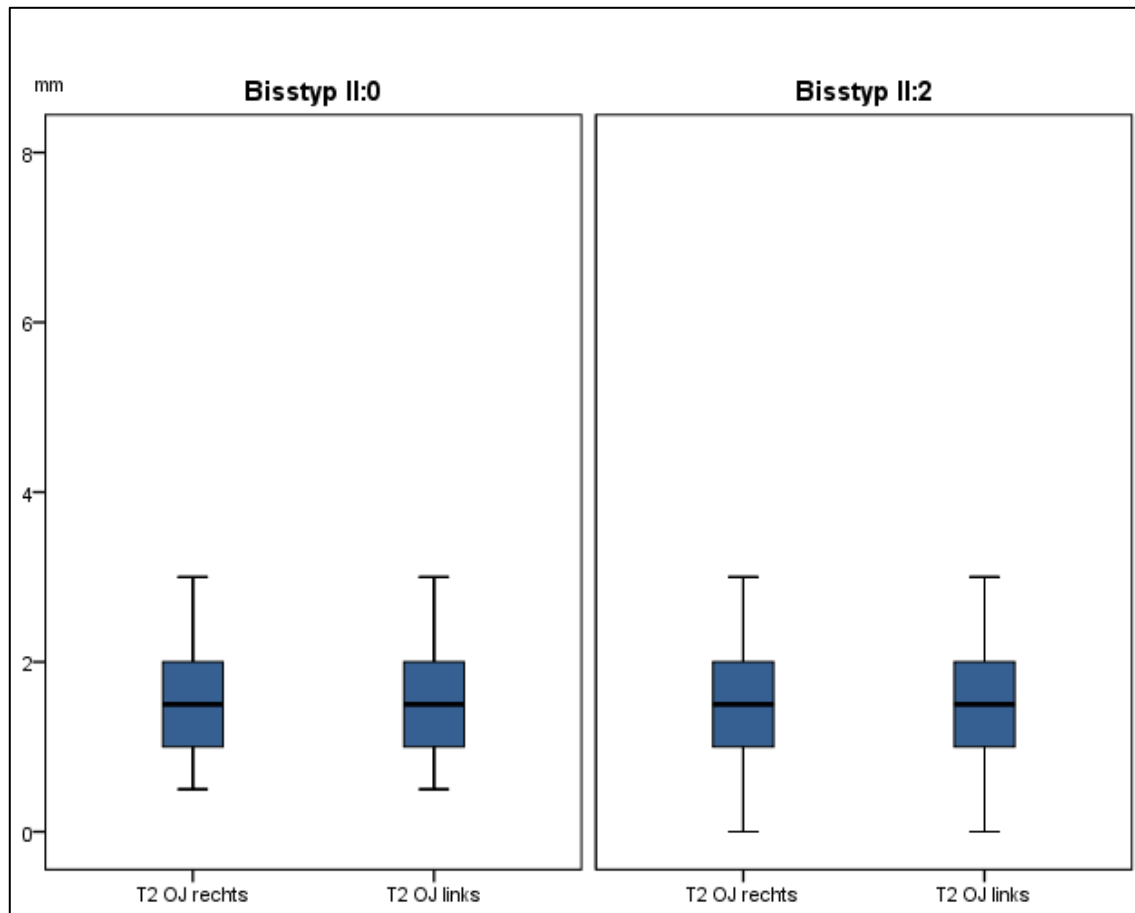


**Abbildung 83: Overjet für die Subgruppe Bisstyp zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links in Millimetern (mm)**

Die Fallzahlen für die Subgruppe „Bisstyp II:0“ mit n = 35, „Bisstyp II:2“ mit n = 139.

Zum Zeitpunkt T2 nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung konnte der Overjet innerhalb beider Gruppen deutlich reduziert werden, siehe Abbildung 84. So wurde in beiden Gruppen ein Median von 1,5 mm registriert, aber auch der Mittelwert konnte auf  $1,5 \pm 0,8$  für den Bisstyp II:0 und  $1,5 \pm 0,6$  mm für die rechte Seite bzw.  $\pm 0,7$  mm für die linke Seite reduziert werden. Das Maximum lag in beiden Gruppen bei 3 mm, während ein Minimum von 0,0 mm für den Bisstyp II:2 bzw. 0,5 mm für den Bisstyp II:0 aufwies. Der Mann-Whitney-U-Test lieferte keinen Hinweis auf einen Unterschied zwischen den Gruppen ( $p = 0,959$  für rechts,  $p = 0,840$  für links).

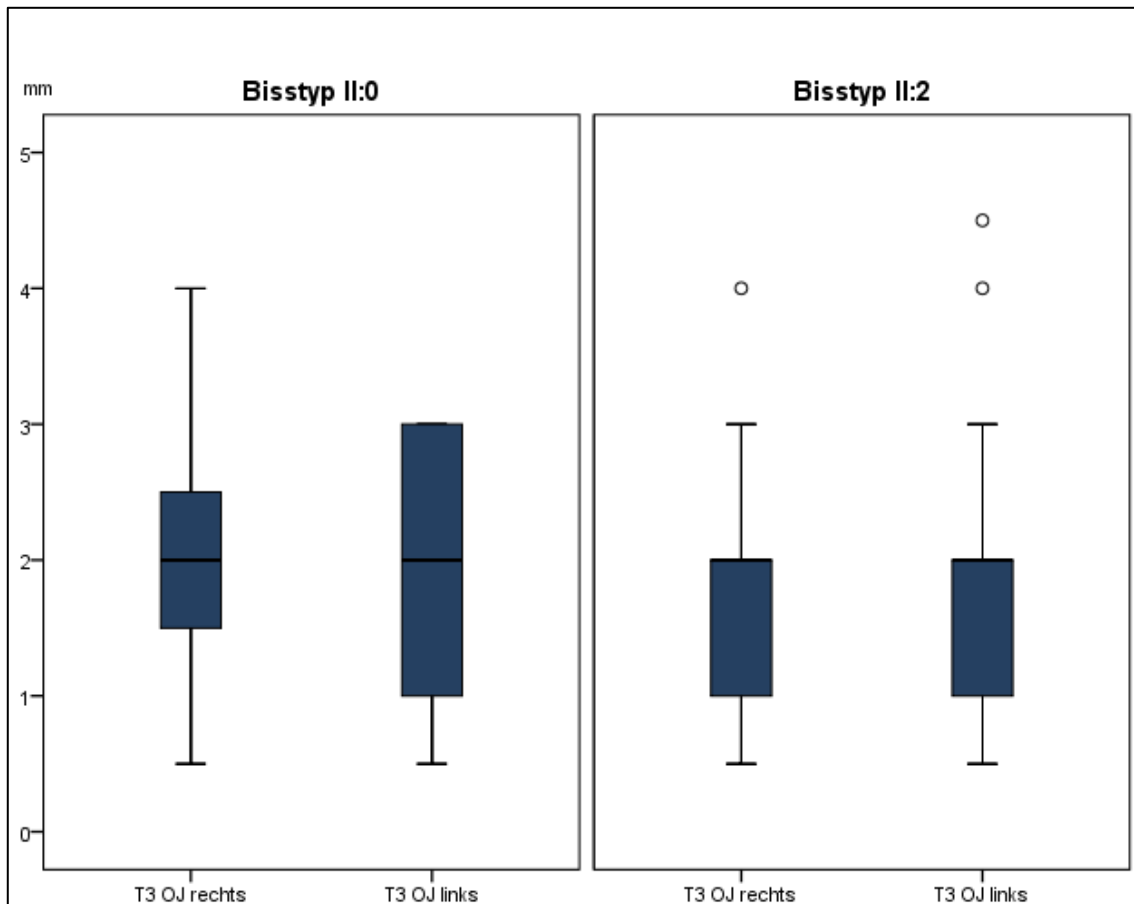
ERGEBNISSE  
OKKLUSALE VARIABLEN



**Abbildung 84: Overjet für die Subgruppe Bisstyp nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links in Millimetern (mm)**

Die Fallzahlen für die Subgruppe „Bisstyp II:0“ mit  $n = 35$ , „Bisstyp II:2“ mit  $n = 138$ .

Nach der mindestens 24-monatigen Retentionszeit rezidierte sich der Wert des Overjets in beiden Gruppen, vergleiche Abbildung 85. So lag der Overjet in beiden Gruppen zum Zeitpunkt T3 im Median bei 2,0 mm von zuvor 1,5 mm. Für die Gruppe „Bisstyp II:0“ lagen die Mittelwerte rechts bei  $1,9 \pm 0,9$  mm und links bei  $2,0 \pm 0,9$  mm. In der Gruppe „Bisstyp II:2“ erhöhte sich der mittlere Overjet ebenfalls. Die Werte für die rechte und linke Seite waren dabei gleich bei  $1,8 \pm 0,7$  mm. In der Gruppe „Bisstyp II:2“ lag das Maximum links bei 4,5 mm, während die höchsten Werte für den „Bisstyp II:0“ bei 4,0 mm für die rechte Seite betragen. Der Mann-Whitney-U-Test lieferte keinen Hinweis auf einen Unterschied zwischen den Gruppen ( $p = 0,809$  für rechts,  $p = 0,526$  für links).



**Abbildung 85: Overjet für die Subgruppe Bisstyp nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links in Millimetern (mm)**

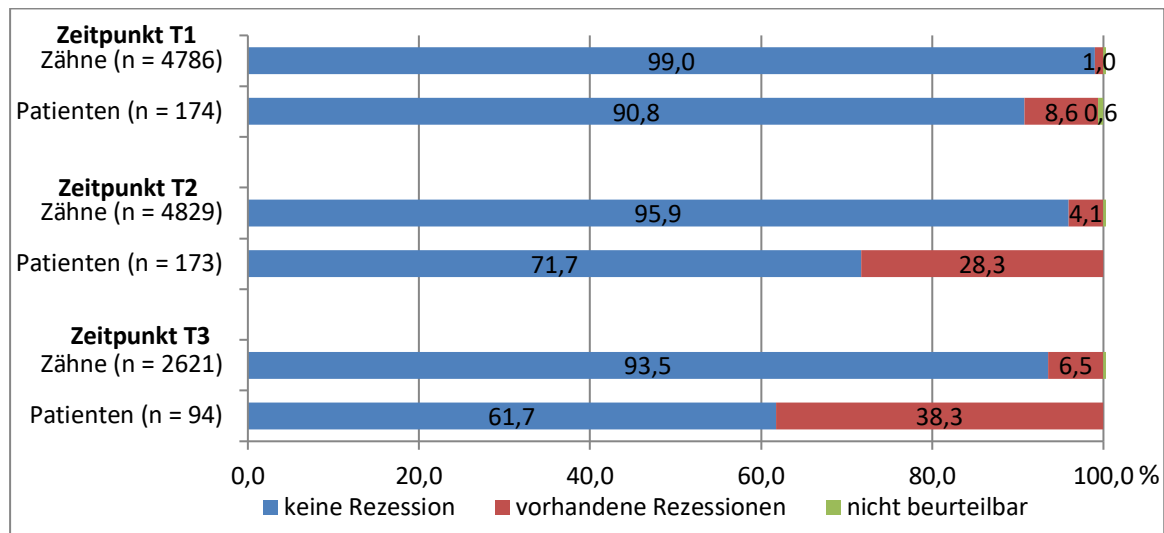
Die Fallzahlen für die Subgruppe „Bisstyp II:0“ mit n = 13, „Bisstyp II:2“ mit n = 81.

### 4.3 REZESSIONEN

Die Angabe zu den Rezessionen wird einerseits über die Anzahl bezogen auf die untersuchten Zähne und andererseits auf die Patientenzahl angegeben. Abbildung 86 veranschaulicht die Prävalenz der labialen, gingivalen Rezessionen zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. Ein Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Anzahl labialer, gingivaler Rezessionen im Verhältnis zur Zahnzahl bei den untersuchten Patienten. Zu Behandlungsbeginn T1 lag die Prävalenz aller labialen, gingivalen Rezessionen bei 1,0 % aller beurteilten Zähne (n = 4786). Bezogen auf die Patientenzahl, bei denen Rezessionen beurteilt worden waren, lag diese Prävalenz bei 8,6 % (n = 174), bei einem nicht beurteilbaren Patienten. Insgesamt wurden 48 positiv gewertete labiale, gingivale Rezessionsstellen bei 15 Patienten bei einer Gesamtzahl von 4786 beurteilten Zähnen registriert. Zum Zeitpunkt T2 stieg die prozentuale Anzahl labialer, gingivaler Rezessionen auf 4,1 % aller beurteilten Zähne (n = 4829). Bezogen auf die Patientenzahl, bei denen Rezessionen registriert worden waren, lag die Prävalenz bei 28,3 % der Patienten (n = 173). Dies waren 198 labiale, gingivale

ERGEBNISSE  
REZESSIONEN

Rezessionen bei 49 Patienten. Zum letzten Untersuchungszeitpunkt nach Retentionsphase T3 konnten insgesamt in 6,5 % aller untersuchten Zähne (n = 2621) labiale, gingivale Rezessionen registriert werden. Es waren damit 38,3 % 94 Patienten beteiligt. Die Anzahl an Zähnen mit labialer, gingivaler Rezession lag bei 170. Es konnte im Verlauf der Behandlung eine Zunahme der labialen, gingivalen Rezessionen registriert werden. Bei der Prävalenz der Patienten gilt zu beachten, dass diese ein oder mehrere Rezessionen aufweisen konnten.

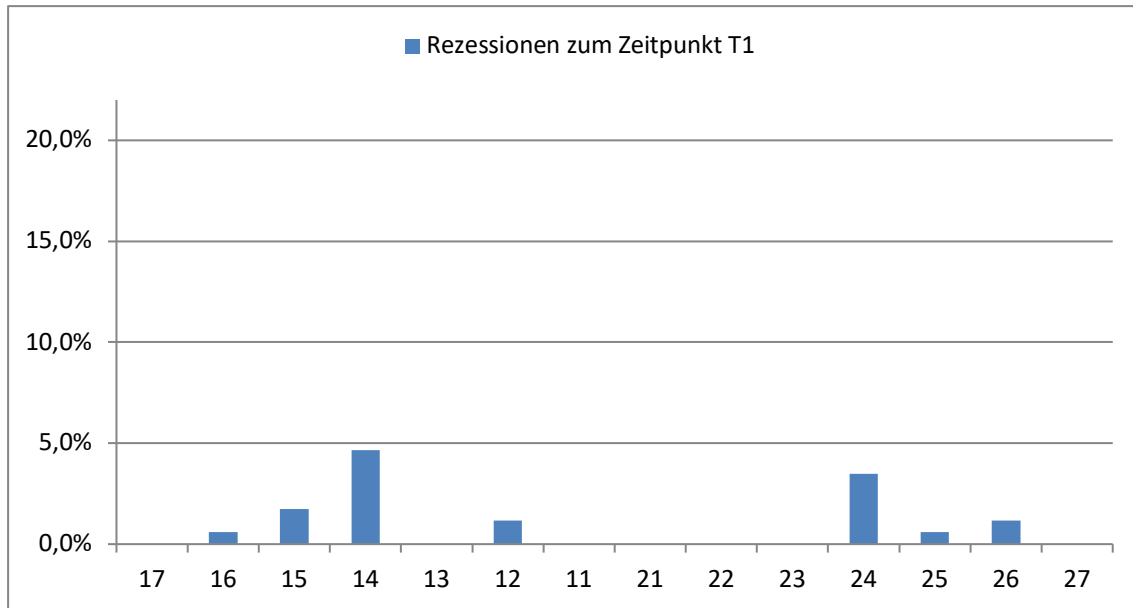


**Abbildung 86: Prävalenz von labialen, gingivalen Rezessionen zu den drei Untersuchungszeitpunkten T1, T2 und T3 mit der jeweiligen Zahnzahl bzw. Patientenzahl in Prozent; in Rot die relative Häufigkeit von vorhandenen und beurteilbaren Rezessionen.**

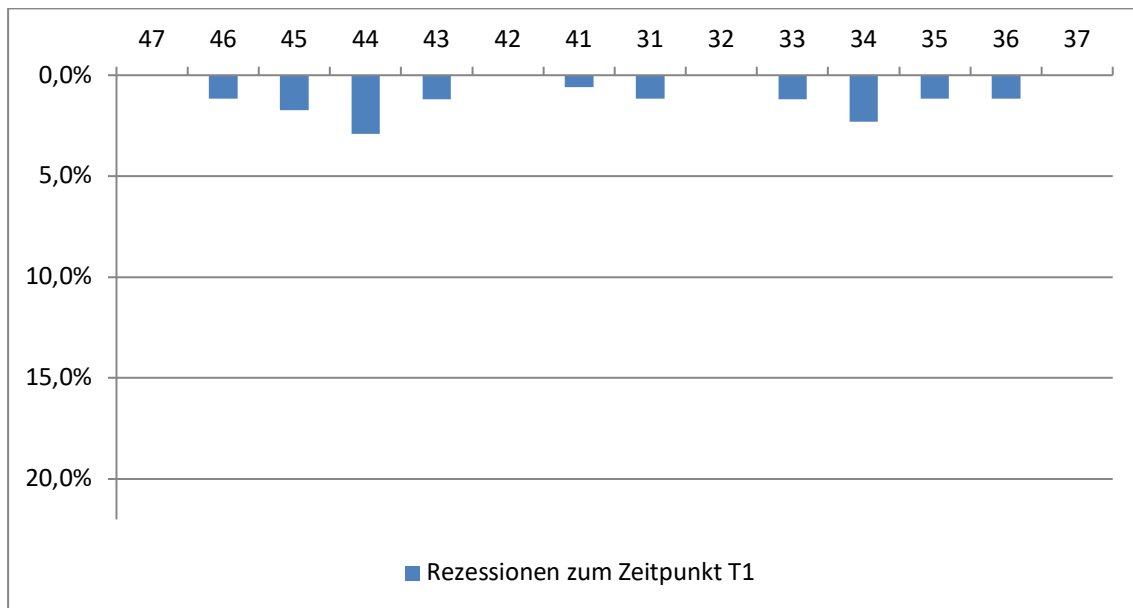
Um die Verteilung der labialen, gingivalen Rezessionen auf die einzelnen Zähne besser zu beurteilen, dienen die Abbildung 87 und Abbildung 88 für den Zeitpunkt T1. Dabei war der Zahn 14 mit 4,7 % bezogen auf die jeweils untersuchten Zähne am häufigsten betroffen (n = 8 von 172 untersuchten Zähnen 14). Dies entspricht 0,17 % aller untersuchten 4786 Zähne. Für die Unterkiefer-Inzisivi lag der Wert bei 0,6 – 1,2 % bezogen auf die jeweils untersuchten Zähne des entsprechenden Zahntyps. Das Ausmaß der gemessenen labialen, gingivalen Rezessionen betrug dabei von 0,5 mm bis maximal 1,5 mm. Der Mittelwert des Ausmaßes aller gemessenen Rezessionen lag bei 0,01 mm, der Median bei 0,0 mm.



ERGEBNISSE  
REZESSIONEN



**Abbildung 87: Prävalenz der Rezessionen pro Zahn des jeweils untersuchten Zahntyps zum Zeitpunkt T1 im Oberkiefer bei 2386 untersuchten Zähnen bei 173 Patienten**

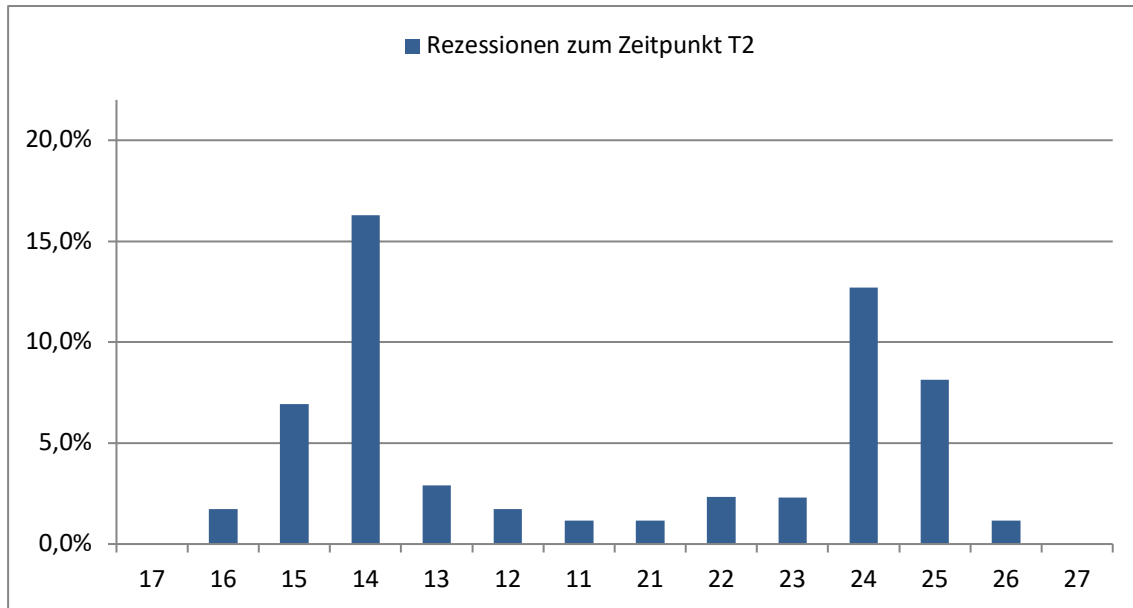


**Abbildung 88: Prävalenz der Rezessionen pro Zahn des jeweils untersuchten Zahntyps zum Zeitpunkt T1 im Unterkiefer bei 2400 untersuchten Zähnen bei 173 Patienten**

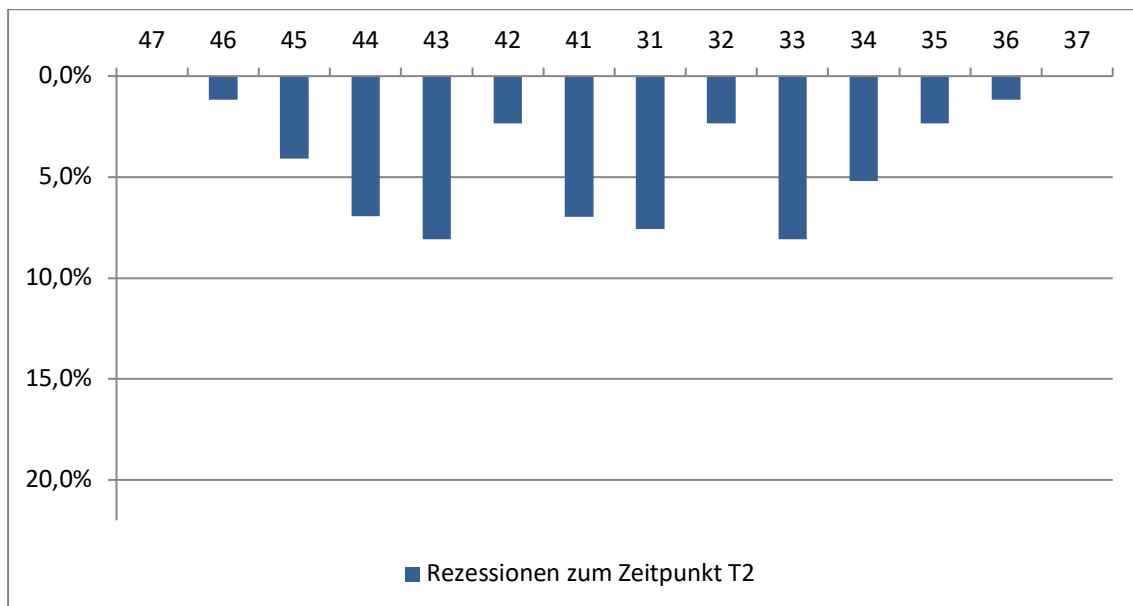
Zum Zeitpunkt T2 blieb der Zahn 14 mit 16,3 % am häufigsten von Rezessionen betroffen (n = 28 von 172 Zähnen), wie aus Abbildung 89 hervorgeht, entsprechend 0,58 % von allen untersuchten 4829 Zähnen bei 173 Patienten. Ebenso zeigte der kontralaterale Prämolare 24 eine erhöhte Prävalenz von 12,7 % bzw. 0,46 % (n = 22 von 173 bzw. von 4829 Zähnen). Im Unterkiefer wiesen die Eckzähne die höchste Prävalenz an Rezessionen auf mit je 8,1 % bzw. 0,29 % (14 Messstellen bei 173 Zähnen bzw. von 4829 Zähnen), siehe Abbildung 90, während der Wert für die mittleren Unterkiefer-Inzisivi auf 7,0 - 7,6 % bzw. 0,27 % anstieg. Das Ausmaß der gemessenen labialen, gingivalen Rezessionen lag zwischen 0,5 mm und 3 mm. Der

ERGEBNISSE  
REZESSIONEN

Mittelwert des Ausmaßes aller gemessenen Rezession lag bei 0,04 mm, der Median weiterhin bei 0,0 mm.



**Abbildung 89: Prävalenz der Rezessionen pro Zahn des jeweils untersuchten Zahntyps zum Zeitpunkt T2 im Oberkiefer bei 2417 untersuchten Zähnen bei 173 Patienten**

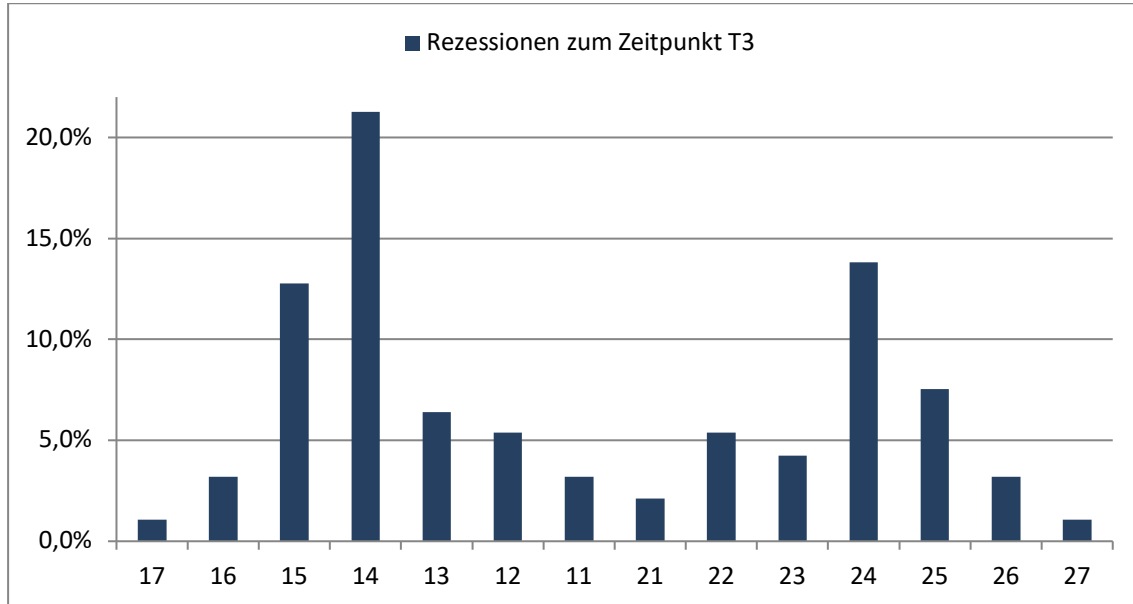


**Abbildung 90: Prävalenz der Rezessionen pro Zahn des jeweils untersuchten Zahntyps zum Zeitpunkt T2 im Unterkiefer bei 2412 untersuchten Zähnen bei 173 Patienten**

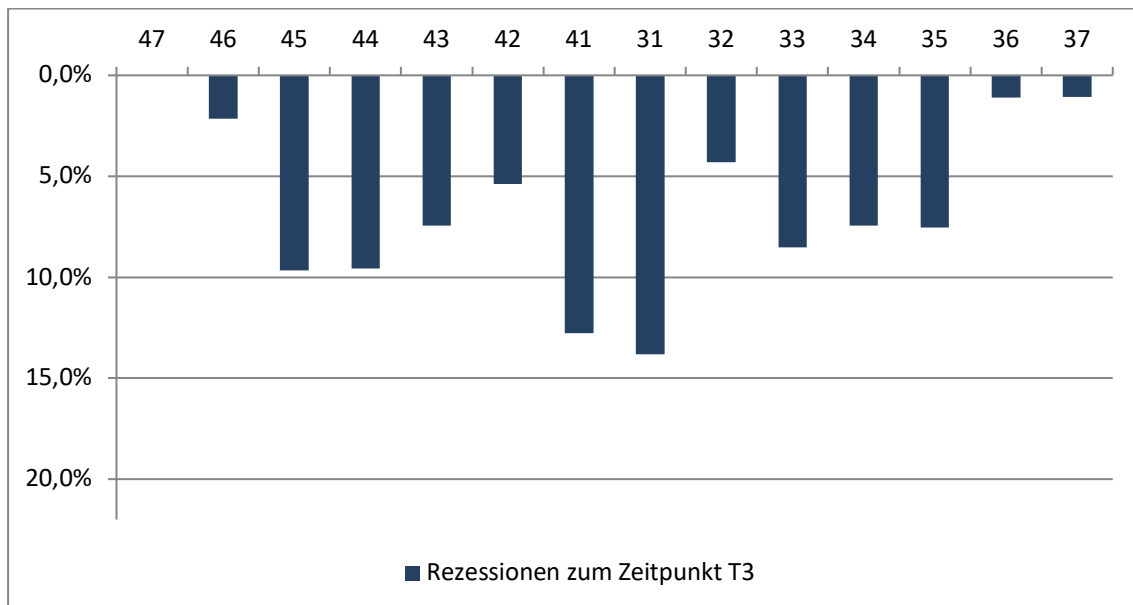
Ersichtlich aus Abbildung 91 und Abbildung 92 ergaben sich die höchsten Prävalenzwerte an labialen, gingivalen Rezessionen bei Zahn 14 (n = 20) mit 21,3 % bei 94 Zähnen bzw. 0,76 % von 2621 Zähnen. Der kontralaterale Prämolare 24 wies auch erhöhte Werte von 13,8 % bei 94 Zähnen bzw. 0,50 % (n = 13) bei 2621 Zähnen. Abbildung 92 zeigt, dass im Unterkiefer nun an den mittleren Inzisivi die höchste Anzahl an Rezessionen registriert worden waren. Zahn

ERGEBNISSE  
REZESSIONEN

31 mit 13,8 % bei 94 Zähnen bzw. 0,50 % (n = 13) von 2621 Zähnen und Zahn 41 mit 12,8 % bei 94 Zähnen bzw. 0,46 % (n = 12) von 2621 Zähnen. Das Ausmaß an gemessenen labialen, gingivalen Rezessionen lag zwischen 0,5 mm bis 3 mm. Der Mittelwert des Ausmaßes aller gemessenen Rezessionen lag bei 0,06 mm, der Median blieb bei 0,0 mm.



**Abbildung 91: Prävalenz der Rezessionen pro Zahn des jeweils untersuchten Zahntyps zum Zeitpunkt T3 im Oberkiefer bei 1313 untersuchten Zähnen bei 94 Patienten**

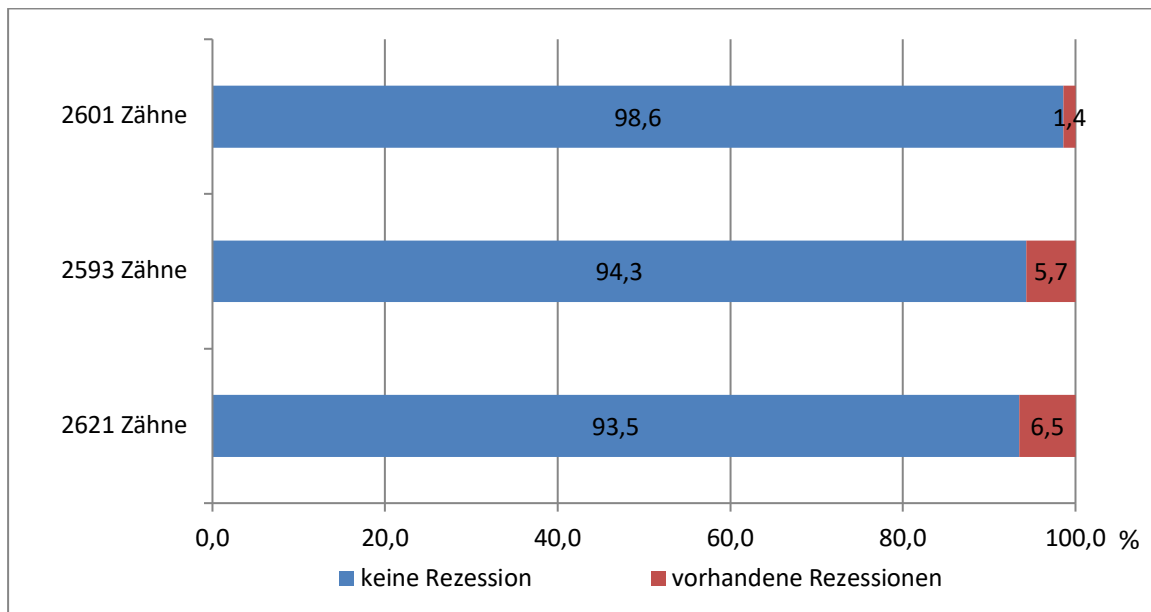


**Abbildung 92: Prävalenz der Rezessionen pro Zahn des jeweils untersuchten Zahntyps zum Zeitpunkt T3 im Unterkiefer bei 1308 untersuchten Zähnen bei 94 Patienten**

Um die Rezessionen in Bezug zu der abnehmenden Fallzahl zum Zeitpunkt T3 genauer beurteilen zu können, dient die Abbildung 93 als Übersicht. Es wurden somit nur diejenigen Modellpaare für die Untersuchungszeitpunkte berücksichtigt, bei denen auch ein

## ERGEBNISSE REZESSIONEN

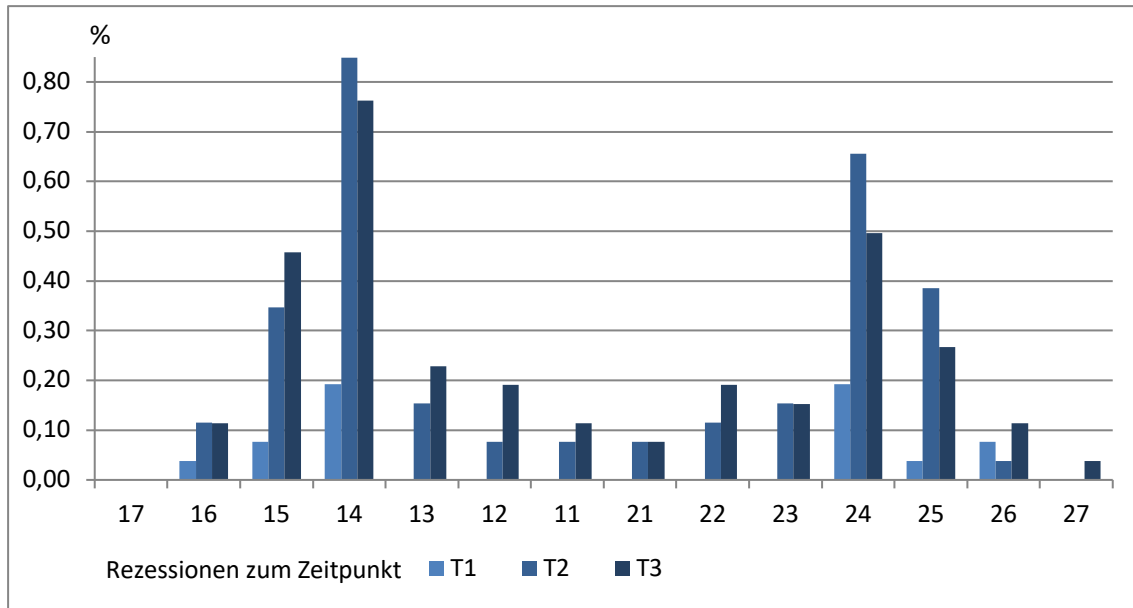
Retentionsmodell zum Zeitpunkt T3 nach mindestens 24-monatiger Beobachtungszeit zur Verfügung stand. Zum Zeitpunkt T1 und T3 standen dabei 94 Modellpaare zur Verfügung, während zum Zeitpunkt T2 93 Modellpaare eingeschlossen werden konnten. Es konnte auch in dieser Betrachtung ein Anstieg der Prävalenz der labialen, gingivalen Rezessionen beobachtet werden. Dabei stieg die prozentuale Häufigkeit von 1,4 % aller Zähne zum Zeitpunkt T1 auf 6,5 % zum Zeitpunkt T3.



**Abbildung 93: Prävalenz von labialen, gingivalen Rezessionen zu den drei Untersuchungszeitpunkten T1, T2 und T3 mit der jeweiligen Zahnzahl in Prozent bei der Patientengruppe mit vorhandenem Abschlussmodell; in Rot die relative Häufigkeit vorhandener Rezessionen (zum Zeitpunkt T1 und T3 mit 94 Modellpaare, zum Zeitpunkt T2 mit 93 Modellpaare)**

Abbildung 94 und Abbildung 95 zeigen die jeweiligen Zähne mit labialen, gingivalen Rezessionen im Ober- bzw. Unterkiefer. Der Zahn 14 wies dabei zu allen drei Untersuchungszeitpunkten die höchste Anzahl an Rezessionen auf mit 0,19 % von 2601 Zähnen zum Zeitpunkt T1, mit 0,85 % von 2593 Zähnen zum Zeitpunkt T2 und mit 0,76 % von 2621 Zähnen zum Zeitpunkt T3 auf. Der kontralaterale Prämolare 24 hatte ebenfalls hohe Werte mit 0,19 % zum Zeitpunkt T1, 0,66 % zum Zeitpunkt T2 und 0,50 % zum Zeitpunkt T3. Abbildung 94 zeigt diese Verteilung.

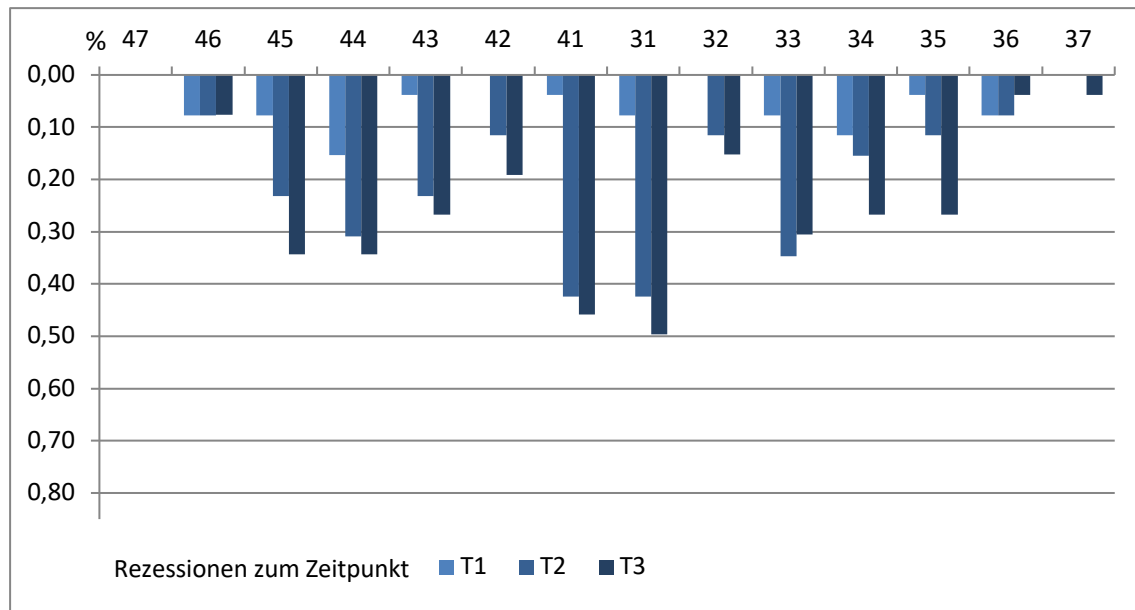
ERGEBNISSE  
REZESSIONEN



**Abbildung 94: Relative Häufigkeit der Rezessionen pro Zahn der Retentionspatienten zu allen drei Untersuchungszeitpunkten im Oberkiefer (T1: 1297 Zähne bei 94 Patienten, T2: 1299 Zähne bei 93 Patienten, T3: 1313 Zähne bei 94 Patienten)**

Im Unterkiefer zeigten die mittleren Inzisivi die höchste Anzahl an Rezessionen bezogen auf die beiden Untersuchungszeitpunkte T2 und T3. Zahn 31 hatte zum Zeitpunkt T1 in 0,08 % (n = 2) von 2601 untersuchten Zähnen labiale, gingivale Rezessionen. Zum Zeitpunkt T2 lagen die Rezessionen in 0,42 % (n = 11) von 2593 untersuchten Zähnen und zum letzten Untersuchungszeitpunkt T3 in 0,50 % (n = 13) von 2621 untersuchten Zähnen vor. Zahn 41 hatte zum Zeitpunkt T1 in 0,04 % (n = 1), zum Zeitpunkt T2 in 0,42 % (n = 11) und zum letzten Untersuchungszeitpunkt T3 in 0,46 % (n = 12) labiale, gingivale Rezessionen. Die Prämolaren und Eckzähne im Unterkiefer wiesen zum Zeitpunkt T3 Werte von 0,27 – 0,34 % auf (n = 7 - 9). Abbildung 95 zeigt die verschiedenen Verteilungen zu allen drei Untersuchungszeitpunkten.

## ERGEBNISSE REZESSIONEN



**Abbildung 95: Relative Häufigkeit der Rezessionen pro Zahn der Retentionspatienten zu allen drei Untersuchungszeitpunkten im Unterkiefer (T1: 1304 Zähne bei 94 Patienten, T2: 1294 Zähne bei 93 Patienten, T3: 1308 Zähne bei 94 Patienten)**

Auskunft über das Ausmaß der labialen, gingivalen Rezessionen innerhalb der Patientengruppe mit vorhandenem Retentionsmodell geben die Abbildung 98 bis Abbildung 103, welche im Anhang dargestellt werden. Hier flossen nur die beurteilten labialen, gingivalen Rezessionen ein, sodass nicht beurteilbare oder nicht vorhandene Rezessionen nicht in den Abbildungen wiedergegeben werden. Zum Zeitpunkt T1 wurden 1,4 % vorhandene Rezessionen registriert bei 11,7 % der Patienten (n = 94, siehe Abbildung 93). Dabei waren 36 labiale, gingivale Rezessionen an 2601 Zähnen registriert worden. Der Median lag für die meisten Zähne bei den Zeitpunkten T1, T2 und T3 bei 0,0 mm. Im Oberkiefer war das Ausmaß der Rezessionen an den Zähnen 14 und 24 zum Zeitpunkt T1 leicht erhöht, ansonsten zeigten sich nur einzelne Ausreißer bei den Molaren, wie aus Abbildung 98 hervorgeht. Das Ausmaß der labialen, gingivalen Rezessionen war im Unterkiefer nur an den Zähnen 34 und 44 etwas ausgeprägter. Die anderen Prämolaren und Molaren zeigten ebenfalls nur einzelne Ausreißer, wie aus Abbildung 99 hervorgeht.

Zum Zeitpunkt T2 wurden an 2593 untersuchten Zähnen 5,7 % vorhandene Rezessionen registriert bei 35,5 % der Patienten (n = 93), vergleiche hierzu Abbildung 93. Dabei lag der Median bei den Zähnen 14 und 24 bei 0,5 mm, hier zeigte sich ein leicht erhöhtes Ausmaß an Rezessionen, wie auch an den Zähnen 15 und 25. Dies ist in Abbildung 100 ersichtlich. Im Unterkiefer lag der Median an allen Zähnen weiterhin bei 0,0 mm zum selben Zeitpunkt T2. Hier war das Ausmaß der labialen, gingivalen Rezessionen geringfügig an den Prämolaren erhöht.

Zum letzten Untersuchungszeitpunkt T3, nach vollständiger Retentionszeit, wurden bei 2621 untersuchten Zähnen 6,5 % labiale, gingivale Rezessionen gemessen bei 38,3 % der Patienten (n = 94), siehe Abbildung 93. Diese wurden an 171 Stellen registriert. Der Median wies hier nur an den Zähnen 14 und 24 einen Wert von 1,0 mm auf, siehe Abbildung 102, an den anderen Zähnen blieb er weiterhin bei 0,0 mm. Im Unterkiefer blieb der Median bei 0,0 mm, jedoch zeigten nun auch die Unterkiefer-Inzisivi ein leicht erhöhtes Ausmaß an Rezessionen, siehe Abbildung 103.

## 5 DISKUSSION

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Behandlungsqualität einer großen Population von Herbst-Multibracket-Patienten zu beurteilen, die nicht der Herbst-Hauptindikationsgruppe Angle-Klasse II:1 entsprach. Die Untersuchung wich somit von der klassischen Herbst-Multibracket-Behandlung ab und ist vor allem deshalb von Interesse, da es in der Literatur bisher keine entsprechenden Daten von einer solch hohen Fallzahl gibt. Diese Informationen erscheinen relevant, da die bisherigen Ergebnisse verschiedener Studien zwar die Effektivität der Herbst-Multibracket-Behandlung bei Klasse II:2 bestätigen, jedoch ein Datensatz einer großen Anzahl unselektierter Herbst-Multibracket-Patienten dieser Bisstypen bis dato nicht veröffentlicht wurde. Da der Bisstyp II:2 die gleichen Kriterien wie die Angle-Klasse II:2 erfüllt, wird diese zum Vergleich in der Diskussion herangezogen. Vergleichbare Untersuchungen zum Bisstyp II:0 konnte die Verfasserin dieser Arbeit nicht ausfindig machen.

### 5.1 MATERIAL UND METHODE

#### 5.1.1 PATIENTENAUSWAHL UND MATERIAL

Das Archiv der Poliklinik für Kieferorthopädie der Justus-Liebig-Universität wurde umfangreich auf mögliche Patienten sowie deren Behandlung untersucht, um eine Gesamtaussage bezüglich der Behandlungsqualität zur Herbst-Multibracket-Apparatur von Bisstyp II:0 und II:2 treffen zu können. Der Zeitraum der Erhebung erstreckte sich von Beginn der Therapiemethode am Studienort 1986 über knapp drei Jahrzehnte bis Ende 2015, um ein möglichst großes Patientenkollektiv zu generieren und retrospektiv untersuchen zu können. Es entsprachen 177 Patienten den Einschlusskriterien und waren somit für diese Studie geeignet. Diese Patienten sollte man in Relation mit der durchaus geringen Prävalenz dieser Angle-Klasse sehen und nicht mit den Fallzahlen bei der häufiger vorkommenden Angle-Klasse II:1 mit Prävalenzen von 8,1 – 52 % (INGERVALL et al. 1978, MASSLER & FRANKEL 1951, ONYEASO 2004, SALONEN et al. 1992, WILLEMS et al. 2001) vergleichen. Zu bisher veröffentlichten Studien ist die vorliegende Fallzahl an unselektierten Patienten als sehr groß einzuschätzen, da sich die Patientenauswahl sonst auf 14 – 39 selektierte Patienten erstreckte (BOCK & RUF 2013, BOCK et al. 2009, BOCK & RUF 2013, PANCHERZ & ZIEBER 1998, EBERHARD & HIRSCHFELDER 1998, OBIJOU & PANCHERZ 1997, SCHWEITZER & PANCHERZ 2001) .

Wie bei anderen Studien (CANSUNAR & UYSAL 2014) erfolgte die Beurteilung der zu untersuchenden Parameter retrospektiv aus vorhandenen Patientenakten, Studienmodellen, Röntgenbildern sowie intraoralen Fotos. Nebenzielparameter wie die externe Vorbehandlung,



die Vorbehandlung mit verwendeten Behandlungsgeräten oder die Behandlungsdauer, mögliche Habits und Funktionsstörungen wurden anhand der Patientenakte notiert. Durch dieses retrospektive Studiendesign war es nicht möglich, alle Variablen nachzuprüfen. So fiel auf, dass einige Behandler beispielsweise einen deutlich ausführlicheren Aufnahmebogen ausfüllten als andere Behandler. Diese Information ist bei der Beurteilung der Nebenzielparame-ter zu beachten. Ein Patienten-Drop-Out, sei es durch die unvollständige Datenlage oder eine verminderte Fallzahl zum Zeitpunkt T3 ist ein allgemein akzeptierter Schwachpunkt einer retrospektiven Studie (SCHUMACHER & SCHULGEN 2007). Fehlende Unterlagen oder Aufzeichnungen können zu Verzerrungen in den Ergebnissen führen (GLENNY & HARRISON 2003), jedoch schien dies bei der geringen Quote in vorliegender Studie eher vernachlässigbar.

Das Patientengut war durch den gemeinsamen Bisstyp II:0 und II:2 sehr homogen, jedoch variierten Alter und auch der Schweregrad der Malokklusion gemessen mittels der PAR-Werte zum Zeitpunkt vor Beginn der Behandlung. Durch die Möglichkeit der Behandlung mittels Herbst-Multibracket-Apparatur wurde ein einheitlicher Non-Extraktions-Ansatz bei allen Patienten umgesetzt.

Die Größe und die Reputation der Poliklinik für Kieferorthopädie am Studienort Gießen sowie deren Erfahrung im Umgang mit der Herbst-Apparatur könnte einen positiven Einfluss auf die Patienten gehabt haben, sodass sich viele Patienten bewusst für diese Klinik entschieden hatten bzw. von niedergelassenen, Überweiser-Zahnärzten empfohlen worden waren, was die Größe des Patientenkollektivs an Herbst-Patienten der Klasse II Dysgnathien bestätigt. Da das Patientenkollektiv an einer universitären Klinik behandelt wurde, erfolgte die Behandlung sowohl durch Weiterbildungsassistenten unter Aufsicht von Fachzahnärzten/Oberärzten als auch durch die Fachzahnärzte für Kieferorthopädie selbst, Oberärzte oder die Abteilungsleiter. Aufgrund des langen Untersuchungszeitraums der Studie waren die Behandler entsprechend unterschiedlich. Ob und bei wie vielen Patienten es zu einem Behandlerwechsel innerhalb einer Patientenbehandlung gekommen war, lässt sich anhand der erfassten Daten nicht zurückverfolgen. Jedoch erfolgte bei Behandlerwechseln ein ausgiebiger Austausch zwischen den behandelnden Kollegen. FIRESTONE et al. (1999), MCGUINNESS & MCDONALD (1998), RICHMOND et al. (1993) und TURBILL et al. (1999) konnten keinen Unterschied zwischen verschiedenen qualifizierten Behandlern bei der Effektivität bzw. Qualität einer kieferorthopädischen Therapie feststellen, hingegen wurde festgestellt, dass die Behandlungszeit deutlich verlängert sein kann (MCGUINNESS & MCDONALD 1998). Die durchschnittliche Dauer der aktiven Behandlungsphase lag mit 24,5 Monaten ähnlich zu anderen vergleichbaren Studien mit einer Herbst-Multibracket-Behandlung bei Angle Klasse II:2 (BOCK & RUF 2008, 2013, BOCK et al. 2017b, BOCK et al. 2009, SCHWEITZER & PANCHERZ

2001, 2002), sodass dieser Effekt hier eine untergeordnete Rolle zu spielen scheint. TAYLOR et al. (1996) kamen jedoch zu dem Ergebnis, dass die Qualifikation Einfluss auf die Ergebnisqualität bei komplexen Fällen zu haben scheint.

Die Patientenzahl lag bei 177 Patienten zu Behandlungsbeginn (T1), wovon für die Modellanalyse 174 Modellpaare zum Zeitpunkt T1 bzw. 173 Modellpaare zum Zeitpunkt T2 beurteilt wurden, wie aus Abbildung 4 hervorgeht. Trotz also fehlender drei bzw. vier Modellpaare zum Zeitpunkt T1 bzw. T2 führte dies nicht zum Ausschluss dieser Patienten. Ziel war es, ein unselektiertes Patientenkollektiv von Bisstyp II:0 und II:2 im Hinblick auf die Behandlungsqualität zu einer kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung beschreiben, weswegen die Einschlusskriterien sehr ausgedehnt gefasst wurden. Auch wurden Patienten mit unvollständiger Nachbeobachtung nicht ausgeschlossen, da ihr Behandlungsergebnis zum Zeitpunkt T2 doch eine Gültigkeit im Hinblick auf das große Patientenkollektiv besitzt. Die Nachbeobachtungszeit von mindestens 24 Monaten erfüllten 95 Patienten, wovon 94 Modellpaare mit in die Beurteilung eingeschlossen werden konnten. Abgesehen von Patienten, die sich zum Zeitpunkt der Untersuchung noch in der Retentionsphase befanden (n = 23) oder eine zu kurze Nachbeobachtungszeit von weniger als 24 Monaten (n = 45) aufwiesen, fehlte bei 14 Patienten die Abschlussuntersuchung mit Modellanfertigung. Nach Durchsicht des Archivs mit entsprechenden Patientenakten war der Hauptgrund eine durch den Patienten versäumte Abschlussuntersuchung mit entsprechenden Abdrucknahmen, sodass kein Abschlussmodell angefertigt werden konnte.

Die kieferorthopädische Behandlungsqualität kann nicht allein anhand des Erfolgs am Ende der aktiven Behandlung bestimmt werden. Viel entscheidender ist der Erfolg der Stabilität eines Behandlungsergebnisses über einen ausreichenden Nachbeobachtungszeitraum. Dieser wurde für die vorliegende Studie bei 24 Monaten gewählt, um eine Aussage zur Kurzstabilität und dementsprechend zur Behandlungsqualität treffen zu können. Dieser Zeitraum der Nachbeobachtung erscheint als gut geeignet, da die meisten Rezidive bei der Behandlung einer Angle Klasse II:2 innerhalb der ersten zwei Jahre nach Ende der aktiven Behandlung auftreten (MILLETT et al. 2012). Zudem ist vor allem bei funktionskieferorthopädischen Apparaturen die Phase nach der aktiven Behandlung essentiell, da sich durch die knöchernen Umbauvorgänge die neue Lagebeziehung stabilisieren kann (KAHL-NIEKE 2010). Der Zeitraum schien im Sinne der Kurzzeitstabilität ideal und ermöglichte so ein großes Patientenkollektiv zu generieren. Natürlich wären auch Studien mit einer längeren Nachbeobachtungszeit denkbar, um gerade die okklusalen Variablen als auch die Behandlungsqualität bzw. die Ausbildung von Rezidiven genau nachvollziehen zu können. Man könnte anhand längerer Retentionszeiten von 5 oder 10 Jahren untersuchen, wie sie von anderen Autoren bereits für andere Behandlungsmethoden beschrieben wurden (AHLGREN

1993, AL YAMI et al. 1998, AL YAMI et al. 1999, HANSEN et al. 1995, HANSEN et al. 1997, OMBLUS et al. 1997, OTUYEMI & JONES 1995, PANCHERZ et al. 2014). Für die Zukunft wären im Sinne der langfristigen Qualitätsbeurteilung der Herbst-Multibracket-Behandlung von Klasse II:2 Patienten weitere Studien wie die von BOCK et al. (2017b) von Interesse. Hier wurde die Langzeitstabilität ( $\geq 15$  Jahre) von Herbst-Multibracket Patienten der Klasse II:2 mit einer Kontrollgruppe aus unbehandelten Klasse I Patienten (HEIKINHEIMO et al. 2012) verglichen.

Auch könnte man in Kooperation mit anderen Universitätskliniken arbeiten um von den retrospektiven Daten abgeschlossener Herbst-Multibracket-Behandlungen mit Angle-Klasse II:2 zu profitieren, um einerseits ein größeres Patienten Klientel zu generieren als auch eventuelle Unterschiede zwischen verschiedenen Behandlungsstandorten aufzuzeigen. Doch fehlen zumindest bisher derlei Datenbanken, um solche Informationen einfach abfragen und analysieren zu können.

Bisher umfassten Studien zum Herbst-Scharnier mit großem Patientenkollektiv hauptsächlich die Angle-Klasse II:1 (BOCK et al. 2016b, HOURFAR et al. 2012). Die Anzahl entsprechender Studien für die Angle-Klasse II:2 ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt gering. So war die Studie von OBIJOU & PANCHERZ (1997) die erste Studie, die die Effektivität des Herbst-Scharniers bei Angle-Klasse II:2 Patienten nachweisen konnte. Hierfür wurden 14 Patienten vor und nach einer Herbst-Behandlung betrachtet und mit 40 Angle Klasse II:1 Patienten verglichen. Über eine weiterführende Behandlung mit einer Multibracket-Apparatur wird nicht berichtet, ebenso fehlen Daten über die Retention. Eine andere Arbeitsgruppe untersuchte die Behandlung von 20 Angle-Klasse II:2 Patienten in der späten Wachstumsperiode anhand von Fernröntgenseitenbildern und konnte eine erfolgreiche Behandlung nachweisen (EBERHARD & HIRSCHFELDER 1998). Die Beurteilung der Weichteile von II:2 Patienten unter einer Herbst-Behandlung wurde von SCHWEITZER & PANCHERZ (2001, 2002) betrachtet. Das Patientengut umfasste 19 Patienten. Eine ähnliche Studie untersuchte 16 erwachsene Patienten (BOCK et al. 2009). Während die bisher genannten Studien auf kephalometrischen Auswertungen beruhen, gibt es bisher nur eine retrospektive Studie von Angle-Klasse II:2 Patienten unter Herbst-Multibracket-Behandlung anhand einer Modellanalyse (BOCK & RUF 2008). Die 37 Patienten wurden anhand ihrer skelettalen Reife in drei Kategorien (Early, Late, Adult) eingeteilt. Die Modelle wurden zu drei Zeitpunkten betrachtet, analog zu dieser Arbeit betrug die Retentionszeit durchschnittlich 27 Monate. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die bisherige Studienlage auf relativ geringen Fallzahlen beruht. Die Behandlungsqualität der Herbst-Multibracket-Behandlung bei Angle-Klasse II:2 wurde bisher nur von BREMEN & PANCHERZ (2003) untersucht, wobei hier Rücksicht auf die Effektivität genommen wurde. Das untersuchte Patienten Klientel war ebenfalls recht gering mit 23 Angle-Klasse II:2 Patienten, von denen lediglich 14 Patienten mit einem Herbst-Scharnier behandelt worden waren. Die

vorliegende Studie ist bis dato einzigartig, da noch nie ein solch großes, über fast drei Jahrzehnte reichendes, unselektiertes Patientengut von Herbst-Patienten von einem Studienort mit Angle-Klasse II:2 sowie den Bisstypen II:0 analysiert wurde.

In der deutschen Literatur wird die Abweichung bei der sagittalen Molaren- oder Eckzahnrelation in Abweichung von bis zu 1/4 Prämolarenbreiten angegeben (DIEDRICH 2000, KAHL-NIEKE 2010, RUF 2006b). Messfehler können auf diese Weise zwar nicht vermieden werden, doch ist die Lagebeziehung der Zähne zueinander ausschlaggebend (REISER 2012). Zur Sicherstellung einer möglichst gleichen Beurteilung erfolgte eine Wiederholung der Messungen von 20 willkürlich ausgewählten Patienten. Dies geschah sowohl für die Beurteilung der okklusalen Variablen, Rezessionen sowie für die Behandlungsqualität. Die ermittelten Tau-Koeffizienten für die einzelnen Variablen lieferten hohe Werte der Übereinstimmung, siehe Kapitel 3.13 Beobachterreliabilität auf Seite 39. Die Messungen für Overbite und Overjet wurden mithilfe einer Schieblehre (*Hammacher Modell*) durchgeführt, um ein möglichst präzises Ergebnis zu gewährleisten. Das lagegerechte Trimmen und eine plane Unterlage waren dabei Voraussetzung. Dies ist technisch anspruchsvoll und sehr zeitintensiv. Zukünftig könnten auch digitale Intraoralscanner eingesetzt werden, um die Patienten zu scannen und mittels Software Ortho Analyzer die digitalen Modelle zu vermessen, da die Zuverlässigkeit der Messungen mit denen konventioneller, manueller Methoden vergleichbar sind (CAMARDELLA et al. 2017), dies gilt insbesondere für die Guided-Scanning-Verfahren (ZIMMERMANN et al. 2017). So könnten zukünftig zum Beispiel auch standardmäßig alle Patienten digital gescannt und anschließend mittels Software vermessen werden und direkt, mit Angabe von Bisslage oder anderer wichtiger Eckpunkte, in eine Datenbank aufgenommen werden.

Was die Einteilung der Patienten in die bestimmten Angle-Klassen angeht, hegt sich viel Kritik (DU et al. 1998, KATZ 1992a, 1992b, PANCHERZ 2018, PANCHERZ & BONDEMARK 2021). In dieser Studie ist nur die Angle Klasse II:2 ausschlaggebend. In der Literatur wird viel über die Ungenauigkeit dieser Angle-Klassen Malokklusions-Definition diskutiert und Forderungen nach einer präziseren Einteilung werden laut. Vor allem werden Fälle nicht eindeutiger Angle-Klasse II oft unterschiedlich beurteilt (KATZ 1992a), sodass die Folge unterschiedliche Patientenkollektive in verschiedenen Studien sind. International dürften die Fälle des hier verwendeten Bisstyps II:0 als Angle-Klasse II:2 kategorisiert werden. Dabei ist die Klassifikation nach Angle zum Beschreiben der Malokklusionen im Vergleich zu zwei weiteren Methoden (Methode nach Katz sowie die British Insicor Classification) am unzuverlässigsten (DU et al. 1998), doch wird, wie anfangs erwähnt, die Angle-Einteilung aufgrund ihrer universellen Verständlichkeit benutzt (BISHARA 2006, KATZ 1992a). So wird als der größte Nachteil des zur Zeit verwendeten Systems genannt, dass durch gegebenenfalls falsche

Einteilung die Behandlung auf die Therapie eines falschen Problems gelenkt wird (KATZ 1992a). PANCHERZ (2018) Methode die Angle-Klassifikationen um die Frontzahnstellung auszuweiten, ist somit ein gutes Beispiel für die Verbesserung und Präzision der Beschreibung eines über 100-jährigen Malokklusion-Systems. In einer Studie konnte die Zuverlässigkeit dieser Methode beschrieben werden (PANCHERZ & BONDEMARK 2021), so klassifizierten die Testbeurteiler in allen Fällen mindestens 75 % den richtigen Bistyp. So kann diese Methode die Angle-Klassifikation ersetzen.

### 5.1.2 PAR-INDEX

Der PAR-Index ist nach KLAUS et al. (2017) der „Goldstandard“ für die Beurteilung von Behandlungsergebnissen und gilt als der am häufigsten verwendete okklusale Index für die Behandlungsqualität (WEBER & LACKNER 2010). Die Methode der Arbeitsgruppe um RICHMOND et al. (1992a, 1992b) wurden in zahlreichen Studien auf Reliabilität und Validität geprüft (BUCHANAN et al. 1996, DEGUZMAN et al. 1995, FELLNER & SCHLÖMER 1996, KERR et al. 1993, O'BRIEN et al. 1993, RICHMOND et al. 1992a, RICHMOND et al. 1992b, RICHMOND 2005). Die Untersucherin kann eine PAR-Zertifizierung (siehe Anhang Abbildung 96 auf Seite 177) unter Prof. Richmond vorweisen, sodass die Ergebnisse mit denen aus anderen Studien verglichen werden können. Die wiederholte Beurteilung des PAR-Wertes im Rahmen der Beobachterreliabilität zeigte eine hohe Übereinstimmung (Kendall's Tau 0,94), somit können die erhobenen Daten als wesentlich objektiv betrachtet werden.

Trotz der weiten Verbreitung des PAR-Index wurden in der Literatur einige Limitationen beschrieben, die auch bei der praktischen Durchführung dieser Studie aufgefallen sind. Da Milchzähne im PAR-Index nicht beurteilt werden, fällt der gewichtete Anfangswert weniger ausgeprägt aus, was sich in einer geringeren relativen wie absoluten Verbesserung widerspiegelt (FELLNER & SCHLÖMER 1996). Die Ergebnisse bei Behandlung im Wechselgebiss müssen deswegen vorsichtig interpretiert werden (FOX 1993). Da erst ab einer Verbesserung > 22 Punkten der entsprechende Fall in die Kategorie „greatly improved“ fällt und niedrige Anfangswerte dies nicht leisten können, lässt die Klassifizierung gegebenenfalls falsche Rückschlüsse zu (KERR et al. 1993). Man könnte folgern, die Behandlung sei nicht gut genug, doch ist es wichtig zu beachten, dass der Grad der Verbesserung eng mit dem Ausgangswert in Zusammenhang steht. KERR et al. (1993) kritisieren außerdem die Bezeichnungen aus dem Nomogramm für die Kategorie „worse / no different“ als gefühlsbeladen und teilweise nicht zutreffend. So profitierten selbst Patienten, die in ihrer Studie in die „worse / no different“-Kategorie fielen, von der Behandlung. Stattdessen wird die Bezeichnung „not significantly

improved“ vorgeschlagen. HAMDAN & ROCK (1999) empfehlen bei der Beurteilung der Behandlungsergebnisse die Verwendung der Punktwerte und der prozentualen Verbesserungen, da das Nomogramm nicht fundiert genug sei. In dieser Studie wurde daher auf die Verwendung des Nomogramms verzichtet.

Da es sich um einen reinen okklusalen Index handelt, der Veränderungen nur anhand von Modellen misst, werden funktionelle und ästhetische Gesichtspunkte, welche eine Behandlung ebenso qualitativ beeinflussen, außer Acht gelassen (BERGSTRÖM & HALLING 1997, BIRKELAND et al. 1997, DEGUZMAN et al. 2005, FOX 1993, OTUYEMI & JONES 1995). So wird weder iatrogenen Effekten wie Schmelzläsionen, Dekalzifikationen, marginaler Knochenverlust noch apikaler Wurzelresorption Aufmerksamkeit geschenkt (BIRKELAND et al. 1997, OTUYEMI & JONES 1995, FOX 1993) noch sind gingivale Rezessionen, die Behandlungsdauer oder die Patientenzufriedenheit von Relevanz (BIRKELAND et al. 1997, FOX 1993). Das Gesichtsprüfil oder Veränderungen im Fernröntgenseitenbild werden ebenso nicht berücksichtigt (DEGUZMAN et al. 1995).

Bei der Entwicklung des PAR-Index 1992 wurde die Meinung von 74 britischen Kieferorthopäden, ausgewählt von der Arbeitsgruppe RICHMOND et al. (1992a, 1992b) berücksichtigt, was BERGSTRÖM & HALLING (1997) sowie DEGUZMAN et al. (1995) beanstanden. So empfiehlt die Arbeitsgruppe um DEGUZMAN et al. (1995) andere Gewichtungen für die verschiedenen Merkmale des PAR-Indexes. Diese Gewichtung hat sich innerhalb der USA als PAR – US weighting durchgesetzt. RICHMOND et al. regten bereits 1992 eine länderspezifische Gewichtung vor, um die gegenwärtige Meinung widerzuspiegeln. Jedoch ist damit die Vergleichbarkeit der Studien international nicht mehr gewährleistet. Aus diesem Grund wurde in dieser Studie nur die ursprüngliche Gewichtung gewählt.

DEGUZMAN et al. (1995) versuchen, dem hohen Einfluss der Kategorie Overjet/negativer Overjet, welche nach RICHMOND et al. (1992a, 1992b) 6-fach gewichtet wird, durch eine niedrigere Gewichtung von 4,5 (combined weighting) vorzubeugen. FOX (1993) kritisiert, dass ein sehr großer Overjet von 14 mm genauso gewichtet wird wie ein Overjet von 10 mm und schlägt kleinere Abstände vor, um sensibler reagieren zu können. BIRKELAND et al. (1997) merken an, dass gerade das Ideal des Overjet von 0 – 3 mm, welche RICHMOND et al. (1992a, 1992b) angeben, zu streng gewählt sei. Ein Overjet von 3,1 - 3,5 mm, nach BROOK & SHAW (1989), CANUT & ARIAS (1999) oder RUF (2006b) noch innerhalb der Norm, fiel direkt in die nächst höhere Kategorie, und da diese 6-fach gewertet wird, mache dies einen erheblichen Unterschied (BIRKELAND et al. 1997). HAMDAN & ROCK (1999) bemängeln ein einheitliches Gewichtungssystem für alle Malokklusionen und regen aus diesem Grund eine spezifische Gewichtung vor, die Rücksicht auf das Hauptmerkmal der Malokklusion legen. Von

signifikanter Bedeutung ist bei einer Klasse II:2 der Overbite. Dieser wird im Vergleich zum Overjet nur doppelt gewichtet. Außerdem fließt ein tiefer Overbite mit Gaumenschleimhautkontakt nicht in die Bewertung des Index mit ein. Obwohl dies anhand der Modelle erkennbar ist, wurde hierfür keine Bewertung entwickelt. Beanstandet wird außerdem die Strenge bei der Beurteilung der sagittalen Seitenzahnokklusion (BIRKELAND et al. 1997, KERR et al. 1993), da hier von Eckzahn bis zum letzten Molaren alle Zähne berücksichtigt werden, sei es praktisch fast unmöglich, die beste Bewertung mit „0“ zu erreichen.

Alles in allem kann man jedoch sagen, dass trotz der vorhandenen Schwächen des PAR-Index, der Vorteil in der einfachen, zügigen und systematischen Anwendung innerhalb der Qualitätsbeurteilung der Kieferorthopädie liegt (RICHMOND 2005). Der Index hat sich als hilfreich erwiesen, Behandlungsstandards international zu vergleichen (BIRKELAND et al. 1997).

### 5.1.3 AHLGREN-SKALA

Die modifizierte Methode nach AHLGREN (1993) bewertet als subjektives Verfahren die Behandlungsqualität anhand des am Ende der Retentionszeit gefertigten Abschlussmodelles, welches im Verhältnis zum Anfangsmodell beurteilt wird. Diese Methode wurde bereits in vorangegangene Studien auf Zuverlässigkeit geprüft (KARAGEORGIU 1995, KRIEGER 2006). Das Abschlussmodell wird dabei mit einem eugnathe Gebiss nach ANGLE (1908) verglichen, sowie außerdem in ein Verhältnis zum Anfangsmodell und zu einem erreichbaren Behandlungsergebnis gesetzt (AHLGREN (1993). Somit wird vom Beurteiler viel spezielle Fachkenntnis gefordert sowie ein gewisser Erfahrungsgrad vorausgesetzt um diese Anforderungen erfüllen zu können. Von 01/1993 – 08/2005 erfolgte die routinemäßige Beurteilung aller abgeschlossenen Patientenfälle durch den damaligen Leiter der Abteilung, Herrn Prof. Dr. med. dent. Pancherz, seit 09/2005 hat die jetzige Abteilungsdirektorin, Frau Prof. Dr. med. dent. Ruf, diese Aufgabe übernommen. Abgesehen von den speziellen Anforderungen wird somit sichergestellt, dass die Varianz der Beurteilung möglichst gering ist. KLAUS et al. (2017) konnten zeigen, dass der erste Beurteiler (Prof. Dr. med. dent. Pancherz) strenger bei der Beurteilung „exzellent“ war, wohingegen der zweite Bewerter (Prof. Dr. med. dent. Ruf) weniger tolerant für inakzeptable Fälle war. Es wird rein die Zahn- und Kieferstellung beurteilt, welche man dem Modell entnehmen kann. Generell ungeachtet bleiben auch hier Profil- und Weichteilveränderungen sowie funktionelle Parameter. In der Literatur ist jenes Verfahren nicht weit verbreitet. In dieser Studie wurde die subjektive Bewertungsmethode als weiteres Messinstrument für die Behandlungsqualität genutzt, da der PAR-Index nach

RICHMOND et al. (1992a, 1992b) die oben erwähnten Nachteile aufweist. Zudem wurde die Methode nach Ahlgren genutzt, um auch mit dem PAR-Index verglichen zu werden.

Um die Behandlungsqualität objektiv beurteilen zu können, wäre für künftige Studien eine Verwendung von mehreren Indizes zu überlegen. Diese Erweiterung der Gütekriterien könnte zu einer erhöhten Vergleichbarkeit im Rahmen internationaler Studien führen. Durch die Angabe der okklusalen Variablen als weitere Kontroll- und Vergleichsgröße kann dies in Teilen innerhalb dieser Studie erreicht werden.

#### 5.1.4 REZSSIONEN

Die Beurteilung der labialen, gingivalen Rezessionen wurde vorgenommen, um potenzielle bzw. negative Auswirkungen der Herbst-Multibracket-Behandlung auf das Parodontium zu beurteilen. Eine labiale, gingivale Rezession kann für den Patienten mit erhöhter Thermosensibilität und verringerter dentogingivaler Ästhetik einhergehen (RENKEMA et al. 2017, SMITH 1997). Die Ätiologie einer Rezession ist sehr komplex und wird als multifaktoriell angesehen (JOHAL et al. 2013). So werden unter anderem der Gingiva-Biotyp (WENNSTRÖM et al. 1987), aber auch eine fehlerhafte Putztechnik bei der Entwicklung von Rezessionen genannt (KASSAB & COHEN 2003, KHOCHT et al. 1993). Als weiterer ätiologischer Faktor für die Entstehung von Rezessionen gilt die kieferorthopädische Behandlung (BOLLEN et al. 2008, JOSS-VASSALLI et al. 2010, SLUTZKEY & LEVIN 2008, WENNSTRÖM et al. 1987). Die Studienlage zu diesem Thema ist uneinheitlich, sodass YARED et al., DJEU et al., ARTUN & GROBÉTY (2006, 2002, 2001) einen positiven Zusammenhang bei der Entstehung der Rezessionen durch die Proklination der Unterkiefer-Inzisivi sehen. Dies konnte jedoch von ALLAIS & MELSEN, RENKEMA et al., RENKEMA et al., RUF et al. (2003, 2013b, 2013c, 1998) nicht bestätigt werden.

Die Herbst-Behandlung hat als unerwünschten Nebeneffekt eine Proklination der Unterkiefer-Inzisivi zur Folge (HANSEN et al. 1997, PANCHERZ & HANSEN 1988), welche in Zusammenhang mit der Bildung von Rezessionen zu stehen scheint (BOLLEN et al. 2008, SLUTZKEY & LEVIN 2008, RENKEMA et al. 2013a). Vorangegangene Studien zu diesem Thema konnten jedoch keinen signifikanten Zusammenhang nachweisen (BOCK et al. 2019, PANCHERZ & BJERKLIN 2014, RUF et al. 1998). So zeigten RUF et al. (1998) bei 98 untersuchten Patienten mit erfolgter Herbst-Behandlung eine unbeeinflusste oder gar verbesserte gingivale Situation in 97 %, womit die Zahl der Rezessionen bei lediglich 3 % der Fälle lag. Sie schlussfolgerten, dass eine kieferorthopädische Proklination der Unterkieferinzisivi bei Kindern und Jugendlichen keine gingivalen Rezessionen verursacht. PANCHERZ & BJERKLIN (2014) beobachteten in ihrer über drei Dekaden reichenden Langzeitstudie nur geringe, bis 1 mm reichende labiale, gingivale



Rezessionen an den Unterkiefer-Frontzähnen bzw. Eckzähnen, bei sehr guter Mundhygiene. Sie schlussfolgerten, dass auch ein intensives Zähneputzen dafür verantwortlich sein könnte.

Diese Beurteilung der Rezessionen zeigte eine hohe Übereinstimmung bei der wiederholten Messung (Kendall's Tau 0,84), so können diese Daten als weitgehend valide betrachtet werden. Es konnte eine hohe Übereinstimmung bei der klinischen Beurteilung von labialen, gingivalen Rezessionen und den Messungen an Studienmodellen nachgewiesen werden (RENKEMA et al. 2013c). So zeigten sich in der Studie von RENKEMA et al. (2013c) an 21 von 28 Zähnen identische Werte der Rezessionen, der durchschnittliche Kappa-Wert für alle Zähne betrug  $>0,8$ , was für einen guten Wert der Übereinstimmung spricht. In anderen Studien wurde zusätzlich die klinische Situation mitbeurteilt oder Fotos für die Beurteilung erhoben (ALLAIS & MELSEN 2003, ARTUN & GROBÉTY 2001), jedoch bedeckte der Lippenretraktor oft die Gingiva, sodass RENKEMA et al. (2013b) nach der Bewertung der Pilotstudie als Ergebnis nur Gipsmodelle für die Auswertung hinsichtlich der Entstehung von Rezessionen verwendeten. In dieser Studie wurden auch nur Gipsmodelle für die Beurteilung der gingivalen Rezessionen genutzt.

Da es sich bei der Entwicklung von Rezessionen um ein multifaktorielles Geschehen handelt, war es innerhalb der vorliegenden retrospektiven Studie nicht möglich, weitere Kontrollfaktoren wie den Umfang der Unterkiefer-Vorverlagerung, die parodontale Situation, den Gingivatyp oder die Patientencompliance zu berücksichtigen. Zudem stand zum letzten Untersuchungszeitpunkt T3 nur noch eine begrenzte Anzahl an Modellen zu Verfügung im Vergleich zu T1, sodass die Anzahl der vollständigen Modellpaare zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten geringer ausfällt.

## 5.2 ERGEBNISSE

Da der Bisstyp II:0 in der internationalen Literatur nicht üblich ist, wird diesbezüglich kein Vergleich zu anderen Studien möglich sein. Es ist jedoch anzunehmen, dass dieser Bisstyp im internationalen Raum der Angle Klasse II:2 zugeordnet wird.

### 5.2.1 PATIENTENKOLLEKTIV

Das Patientenkollektiv mit 58 % weiblichen zu 42 % männlichen Patienten entspricht in etwa dem anderer kieferorthopädischer Studien (CANUT & ARIAS 1999, ERICKSON & HUNTER 1985, FINK & SMITH 1992, FOX 1993, GONZÁLEZ-GIL-DE-BERNABÉ et al. 2014, KALAVRITINOS 2001, LAPATKI et al. 2002, ROBB et al. 1998, VIG et al. 1990). In den genannten Studien war ebenfalls ein erhöhter Anteil weiblicher Patienten im Verhältnis zu männlichen aufgeführt worden. Dies

könnte mit erhöhter Motivation der weiblicher Patientinnen an der Behandlung verbunden sein (KERR et al. 1994, OLIVEIRA et al. 2013). WHEELER et al. (1994) verweisen auf eine höhere Nachfrage an kieferorthopädischen Behandlungen bei Mädchen im Vergleich zu Jungen.

Das durchschnittliche Alter zu Behandlungsbeginn von  $15,7 \pm 5,1$  Jahren liegt im Bereich vergleichbarer Studien mit einer Herbst-Behandlung bei Klasse II:2 Patienten (Bock & Ruf 2008, 2013, Bock et al. 2009, Schweitzer & Pancherz 2001, Vu et al. 2012), der Median lag bei 14,6 Jahren. Der erhöhte Mittelwert im Vergleich zum Median ergibt sich durch den Anteil an erwachsenen Patienten, welche 16,5 % (n = 29) ausmachen. Am häufigsten begann die Behandlung bei jugendlichen Patienten zwischen 14 und 15 Jahren.

Die Bestimmung der skelettalen Reife nach der Methode von Hägg & Taranger (1980) anhand der röntgenologischen Handwurzel Aufnahme führte zu unterschiedlichen Patientengruppen in Bezug auf den pubertären Wachstumsschub. So standen 13,1 % noch am Beginn des pubertären Wachstumsschubs, während sich knapp die Hälfte der Patienten (48,3 %) rund um den pubertären Wachstumsgipfel befanden. 26,1 % wiesen bereits verknöcherte Strukturen am Radius auf und waren bereits am Ende ihres pubertären Wachstum bzw. wurden entsprechend anderen Untersuchungen schon als Erwachsene definiert (Ruf & Pancherz 2006).

Die skelettalen Parameter, abgelesen aus dem Fernröntgenseitenbild, entsprachen denen einer skelettalen Klasse II, was typisch für eine Angle-Klasse II ist (Ehmer 2000) und Angaben für die Winkel von ANB und ML/NSL bzw. der „Wits“-Appraisal decken sich mit bereits veröffentlichten Daten (Bock & Ruf 2008, 2013, Bock et al. 2009, Schweitzer & Pancherz 2001). Insgesamt kann man sagen, dass sich Mittelwerte und Mediane nicht sehr voneinander unterscheiden, was für eine gleichmäßige Verteilung der Stichprobe spricht. Dennoch waren die kephalometrischen Abweichungen sehr unterschiedlich ausgeprägt. Barbosa et al. (2017) beobachteten bei unbehandelten Angle-Klasse II:2 ebenfalls kleinere Mandibularbasiswinkel gegenüber unbehandelten Angle-Klasse I Patienten. Diese Hypodivergenz entwickelt sich früh und nimmt während des pubertären Wachstums zu (Barbosa et al. 2017). Vergleiche bezüglich der skelettalen Stabilität nach der Behandlung können für die Gesamtpopulation nicht präsentiert werden, da diese nicht Bestandteil der Untersuchung waren. Diese Vergleiche könnten allerdings Gegenstand künftiger Forschung werden.

Die Patientenakten wurden umfangreich auf Vorbehandlungen untersucht. 20,5 % der Patienten erhielten bereits eine Behandlung außerhalb des Studienstandorts. Inwieweit diese Behandlung als Früh- oder Vorbehandlung für die nachfolgende Therapie galt, konnte im Nachhinein nicht festgestellt werden. Mit einer durchschnittlichen Dauer von  $3,0 \pm 2,2$  Jahre kann davon ausgegangen werden, dass die Vorbehandlung nicht zum gewünschten

Therapieerfolg führte, sodass die Patienten dann in der Poliklinik für Kieferorthopädie vorstellig wurden. Die verwendeten Behandlungsgeräte lassen keine Aussagekraft hierfür zu.

Knapp die Hälfte der Patienten (44,6 %) erhielt am Studienort eine Behandlung vor Eingliederung der Herbst-Apparatur. Diese war in 83,3 % notwendige Voraussetzung für die Herbstbehandlung und dauerte im Schnitt  $5,6 \pm 3,7$  Monate, etwas kürzer als in den Untersuchungen von Bock & Ruf (2013) mit durchschnittlich 7 Monaten oder BOCK et al. (2018) mit  $8,6 \pm 5,6$  Monaten. Dies entspricht dem Behandlungsansatz von PANCHERZ (1985) über das 3-Stufen-Herbst-Modell bei Klasse II:2 Patienten. PANCHERZ' (1985) Ansatz bei der Klasse II:2 entspricht eine Proklination der Oberkiefer-Frontzähne mittels Multibracket-Apparatur vor der eigentlich Herbst-Phase durchzuführen, um eine Eingliederung der Herbst-Apparatur zu ermöglichen sowie eine Einstellung in eine inzisale Kopfbissposition Beziehung zu ermöglichen. So stellte die Multibracket-Apparatur im Oberkiefer oder in Kombination mit dem Unterkiefer mit 83,5 % das häufigste Behandlungsgerät dar. Es fiel auf, dass eine Vorbehandlung häufiger in der früheren Zeit (bis ca. ins Jahr 2002) am Studienstandort durchgeführt worden war. In der neueren Zeit gab es weniger Vorbehandlungen vor Eingliederung der Herbst-Multibracket-Apparatur. Somit übersprang man bei der Mehrzahl der Patienten die orthodontische Phase und startete direkt mit der orthopädischen. Da viele Patienten im Zuge der Insertion der Herbst-Apparatur parallel Brackets auf den Frontzähnen erhielten, kann davon ausgegangen werden, dass die Proklination der Oberkiefer-Inzisiven unmittelbar zur initialen Phase der Herbst-Behandlung stattfand. Auf diese Weise kann gewährleistet werden, dass die Herbst-Apparatur zu einer Vorverlagerung in eine Neutralokklusion oder überkompensierte Neutralokklusion führt (BOCK & RUF 2013). So kann der 3-Schritt-Behandlungsansatz von PANCHERZ (1985) für die Klasse II:2 Patienten insoweit überarbeitet werden, als dass die Vorbehandlung mit der Aufrichtung der Frontzähne in den meisten Fällen in die Phase mit der Herbst-Apparatur fällt und so einen kombinierten orthodontisch-orthopädischen Behandlungsansatz aufweist. Des Weiteren ist die anschließende Multi-Bracket-Behandlung essentiell um die Feineinstellung der Okklusion zu gewährleisten (EBERHARD & HIRSCHFELDER 1998).

Wie aus dem Patientenkollektiv hervorgeht, waren 16,5 % ( $n = 29$ ) der Patienten in dieser Studie Erwachsene, mit einem entsprechenden prätherapeutischen Alter von über 18 Jahren. Davon waren 72,4 % ( $n = 21$ ) der Patienten weiblich, was sich mit anderen Studien deckt, die eine höhere Motivation für kieferorthopädische Behandlung bei Frauen sehen (OLIVEIRA et al. 2013). Die behandelten erwachsenen Patienten können einerseits Grenzfälle zur Dysgnathie-Chirurgie sein, die auf diese Weise risikoärmer und kostengünstiger behandelt worden waren (RUF & PANCHERZ 2004), da die gesetzliche Krankenversicherung im Erwachsenenalter nur eine Kombination aus Dysgnathiechirurgie und Kieferorthopädie bezahlt. So sind auch häufiger

weibliche erwachsene Patientinnen bereit, sich einer Umstellungsosteotomie zu unterziehen (BAILEY et al. 2001). Andererseits spielt bei erwachsenen Patienten die dentofaziale Ästhetik als Hauptbehandlungsgrund eine zunehmende Rolle (BAUER & DIEDRICH 1990, HAMDAN 2004) bzw. ist der Wunsch nach geraden Zähnen und einem schönen Lächeln oft ausschlaggebend (PABARI et al. 2011). Die Erwachsenenbehandlung ist meist durch eine sehr hohe Motivation ausgezeichnet, jedoch reichen ausschließlich ästhetische Gründe für eine gute Kooperation nicht aus (BAUER & DIEDRICH 1990). Die Behandlung mittels Herbst-Apparatur führt zu ästhetisch ansprechenden Profilverläufen, welche von Laien als signifikant attraktiver empfunden wurden im Vergleich zu Kieferorthopäden (MORESCA et al. 2020). Demgegenüber sind intrinsisch motivierte Patienten eher mit dem Behandlungsergebnis zufrieden (PABARI et al. 2011). Auch wird die Behandlung im Erwachsenenalter als schwieriger, langwieriger und weniger optimal angesehen (DIEDRICH 2005, KAHL-NIEKE 2010), worüber die Patienten im Vorhinein aufgeklärt werden, bevor sie sich bewusst für diese Therapie mit Selbstkostenbeteiligung entscheiden. RICHMOND et al. (1993) konnten keinen Einfluss von Bezahlung auf die Behandlungsstandards nachweisen. So ist die Herbst-Behandlung für Grenzfallpatienten eine adäquate Therapie mit Langzeitstabilität (CHAIYONGSIRISERN et al. 2009).

Die Zeitspanne der reinen Herbst-Behandlung dauerte im Schnitt  $8,1 \pm 1,9$  Monate war in etwa vergleichbar mit anderen Herbst-Studien bei Klasse II:2 Patienten mit durchschnittlich 6,4 – 8,1 Monaten (BOCK & RUF 2013, 2008, BOCK et al. 2009, EBERHARD & HIRSCHFELDER 1998, OBIJOU & PANCHERZ 1997). Im Vergleich dazu liegt die Behandlungsdauer der reinen Herbst-Apparatur bei der Hauptindikationsklasse Angle Klasse II:1 bei durchschnittlich 6-8 Monaten (PANCHERZ & RUF 2000b) und somit sehr ähnlich. Die geringe Standardabweichung verdeutlicht, dass die Dauer der reinen Herbst-Behandlung sich unwesentlich innerhalb der Gesamtpopulation unterscheidet, was im Hinblick auf eine Aussagekraft für künftige Behandlungen eine ähnliche Dauer schließen lässt.

Die anschließende Multibracket-Behandlung dauerte durchschnittlich  $14,4 \pm 6,6$  Monate. In der vergleichbaren Literatur findet man Werte von 11 – 19 Monaten (BOCK & RUF 2013, 2008, BOCK et al. 2018, BOCK et al. 2009). Die etwas größere Standardabweichung im Vergleich zur reinen Herbst-Dauer deutet darauf hin, dass die Patienten innerhalb der Multibracket-Phase individuell unterschiedlich reagierten. Bezieht man sich auf die Gesamtdauer der kompletten Herbst-Multibracket-Behandlung lag diese bei  $24,6 \pm 7,9$  Monaten. Der Wert der Gesamtdauer ist höher als die addierte Summe von Herbst- und Multibracket-Behandlung, da in die Gesamtdauer auch die notwendige Vorbehandlung mit eingerechnet wurde. Es zeigte sich aber, dass diese die Behandlung nicht wesentlich verlängert hat. In anderen Untersuchungen wurde ebenfalls nach der Herbst-Phase die Multibracket-Apparatur für die Feinstellung der

Okklusion genutzt und als essentieller Behandlungsschritt gewertet (BOCK & RUF 2008, 2013, BOCK et al. 2017b, BOCK et al. 2009, SCHWEITZER & PANCHERZ 2001, 2002). Insgesamt kann man also sagen, dass die aktive Behandlungszeit etwa zwei Jahre in Anspruch nahm. Dies kann auch auf künftige Behandlungen des Bisstyps II:0 und II:2 übertragen werden. Eine Herbst-Behandlung in Kombination mit einem lingualen Behandlungssystem dauerte länger, nämlich durchschnittlich 32,6 Monate (VU et al. 2012). Dies ist insofern interessant, da für die Behandlung einer Angle Klasse II:2 oft eine längere Behandlungsdauer von 3 Jahren bis zu 50 Monaten mit festsitzenden Multibracket-Apparaturen angegeben wird (CANUT & ARIAS 1999, DEVREESE et al. 2007, FUHRMANN & BERG 1990, KINZEL et al. 2002) bzw. die Angle Klasse II als beeinflussender Faktor für eine längere Behandlungsdauer gesehen wird (VIG et al. 1990, TAYLOR et al. 1996, YASSIR et al. 2019). Somit bietet die untersuchte Methode eine deutliche Behandlungsverkürzung bei Angle Klasse II:2.

Die Retentionszeit gleichbedeutend mit der passiven Behandlung zum Stabilisieren des Behandlungsergebnisses betrug durchschnittlich  $29,1 \pm 7,4$  Monaten, mit einem Median von 26,3 Monaten, bei einer Voraussetzung von mindestens 24 Monaten. Bei BOCK & RUF 2013, 2008, BOCK et al. 2018, BOCK et al. 2009 lag der Schnitt der Retentionszeit bei etwas über zwei Jahren. Eine Untersuchung an einem großen Patientenkollektiv von 96 Angle-Klasse II:2 Patienten mit anderen Behandlungsmethoden verzeichnete eine ähnliche Gesamtdauer ( $49,8 \pm 18,66$  Monate zu hier  $53,7$  Monaten) (ZENTNER et al. 2003). In der vorliegenden Untersuchung zeigte sich auch, dass 90 % der Patienten innerhalb von 3 Jahren nach Ende der aktiven Behandlung die Therapie beendet hatten. Die in dieser Studie festgelegte Retentionsdauer von 24 Monaten erscheint als ausreichend gewählt, da Untersuchungen gezeigt haben, dass die meisten Rezidive innerhalb der ersten zwei Jahre nach Abschluss der aktiven Behandlung auftreten (MILLETT et al. 2012). Die Aussagekraft über die Stabilität der Behandlung und möglicher Rezidive ist somit hoch.

Eine Fehlfunktion der stomatognathen Muskulatur wird als Habit oder orofaziale Dyskinesie bezeichnet (KAHL-NIEKE 2010). Diese können ätiologisch als primär, also verursachend, oder sekundär, entsprechend adaptiven Fehlfunktionen, klassifiziert werden. So können primäre Fehlfunktionen die Ursache für eine Fehlokklusion sein, während sekundäre bereits angepasste Funktionsweisen dentale und/oder skelettale Abweichungen darstellen können (KAHL-NIEKE 2010). Die Erhebung der Habits und Funktionsstörungen fand im Rahmen der Erstuntersuchung am Studienort durch den behandelnden Zahnarzt statt. Hier war man auf die Angaben des Patienten bzw. dessen Eltern oder der Genauigkeit der Beobachtungsgabe bzw. auch der Dokumentation angewiesen. So ist es durchaus möglich, dass die wirkliche Anzahl der orofazialen Dysfunktionen deutlich höher liegt. Die Angaben dienen jedoch als Tendenz und können weiterer Forschung Raum bieten.

Da die Angle Klasse II:2 mit einer starken endogenen, hereditären Komponente behaftet ist (FRÄNKEL & FALCK 1967, HAUSSER 1953, PECK et al. 1998, RUF & PANCHERZ 1999a), spielen die orofazialen Dyskinesien nicht eine so starke Rolle wie bei der Angle Klasse II:1 (GRABOWSKI et al. 2007). Im Rahmen dieser Untersuchung kamen auf ein gutes Drittel der Patienten keine Habits oder Funktionsstörungen. Dies passt auch zu der Untersuchung von GRABOWSKI et al. (2007), bei denen der Tiefbiss signifikant häufiger bei Patienten ohne orofaziale Dysfunktionen im Milch- und Wechselgebiss identifiziert worden war. Somit hatten aber immer noch 63 % der Patienten ein oder mehrere Habits. Am häufigsten trat in dieser Untersuchung ein Habit auf (42 %), während sich die restlichen 21 % auf zwei bis fünf Habits aufteilen.

Die häufigste Fehlfunktion stellte dabei die Lippendysfunktion dar (17 %). Auf eine in etwa ähnliche Prävalenz der Lippendysfunktion kamen auch MORTON & PANCHERZ (2009), die die Veränderung in der funktionalen Okklusion untersuchten. Doch RUF & PANCHERZ (1999a) fragten sich, ob diese Lippendysfunktion ein primäres Verhaltensmuster der Angle Klasse II:2 sei oder das Ergebnis der proklinierten oberen Inzisivi. Im Rahmen ihrer Untersuchung an eineiigen Zwillingen, bei denen ein Zwilling der Angle Klasse II:1 entfiel, während der andere Zwilling der Angle Klasse II:2 zuzuordnen war, kamen sie zu dem Schluss, dass weder die Form noch die Funktion der alleinige Kontrollfaktor für die Ätiologie der Angle Klasse II:2 sein können. Das Lutschhabit war in der vorliegenden Untersuchung mit 15 % noch relativ häufig innerhalb der Patientengruppe vertreten. Lutschen kann das Auftreten einer immer größer werdenden sagittale Stufe deutlich beeinflussen (GRABOWSKI et al. 2007). Eine gute Patientenmitarbeit mit Beseitigung der oralen Habits kann zur langfristigen Stabilität des Behandlungsergebnisses beitragen (KIRSCHNECK & PROFF 2018). Zusammenfassend ist das Erkennen der Funktionsstörungen jedoch für realistische Behandlungsziele unerlässlich (KLAUS et al. 2017), um die Rezidivneigung zu reduzieren. (LANZER & BANTLEON 2016).

### 5.2.2 PAR-INDEX

Der PAR-Index von RICHMOND et al. (1992a, 1992b) wurde als Hauptzielparameter genutzt, um die Behandlungsqualität der gewählten Therapie darzustellen und zu vergleichen. Die bereits erwähnte starke Gewichtung des Overjets und eher geringe Gewichtung des Overbites sollte beim Blick auf andere Studien berücksichtigt werden. So können nicht näher klassifizierte Angle Klasse II Kollektive nur unzureichend als Vergleich genutzt werden, da die häufiger vorkommende Angle Klasse II:1 mit ihrem vergrößertem Overjet die entsprechenden Ergebnisse stark beeinflussen könnte.

Der Ausgangswert des PAR-Index in dieser Studie von  $24,2 \pm 7,4$  PAR-Punkte zu Behandlungsbeginn zum Zeitpunkt T1 ist vergleichbar mit Angle Klasse II:2 Kollektiven von BIRKELAND et al., VU et al. (1997, 2012), während andere Studien mit gleicher Angle Klasse deutlich geringe Ausgangswerte von 13 – 15 PAR-Punkten zu Behandlungsbeginn registrierten (BOCK et al. 2017b, ZENTNER et al. 2003). Der Wert konnte auf  $6,9 \pm 4,1$  Punkte zum Zeitpunkt T2 bzw.  $7,2 \pm 3,5$  Punkte zum Zeitpunkt T3 gesenkt werden. Diese Endwerte sind ähnlich wie bei BIRKELAND et al. (1997), aber etwas höher als bei den anderen vergleichbaren Angle Klasse II:2 Untersuchungen mit 2,9 – 5,9 Punkten (BOCK et al. 2017b, VU et al. 2012, ZENTNER et al. 2003). Einen anderen Behandlungsansatz wählte FERRAZZINI (2008). Mittels herausnehmbarer Apparaturen (Oberkieferplatte, später in Kombination mit UK-Splint als Aktivator eingesetzt) konnte er bei 44 Angle-Klasse II:2 Patienten zwar sehr gute PAR-Werte zu Behandlungsende erreichen, die auch nach 20 Jahren Nachbeobachtungszeit stabil blieben ( $3,4 - 3,6 \pm 1,9$  Punkte bzw.  $6,7 \pm 3,6$  Punkte nach 20 Jahren), jedoch waren die PAR-Werte zu Beginn deutlich geringer ( $11,9 - 14,3 \pm 5,0$  Punkte), sodass anzunehmen ist, dass der Autor für kompliziertere Klasse II:2 Fälle eine andere Behandlungsmethode wählte (FERRAZZINI 2008).

Die PAR-Wert Reduzierung von  $18,0 \pm 7,7$  Punkten entspricht einer prozentualen Verbesserung von 70,5 % (SD 17,8) zum Zeitpunkt T2, bzw. zum Zeitpunkt T3 einer prozentualen Verbesserung von 69,3 % (SD 16,5). Die vergleichbaren Untersuchungen mit übereinstimmenden Behandlungsansatz (Herbst-Multibracket-Behandlung bei Angle Klasse II:2) wiesen etwas höhere prozentuale Verbesserungen für den Zeitpunkt der Nachbeobachtungszeit auf (76 – 86 %) (BOCK et al. 2017b, BREMEN & PANCHERZ 2003, VU et al. 2012). Im Vergleich zu den anderen Studien umfasste diese Untersuchung jedoch fast fünfmal so viele und außerdem konsekutive Patienten und zeigt somit ein repräsentativeres Ergebnis. Eine ähnliche prozentuale Verbesserung von 69,8 % bei Angle Klasse II:2 erreichten auch BIRKELAND et al. (1997) in ihrer Untersuchung, allerdings war das Patientenkollektiv mit 16 sehr klein. Dieses wurde anhand der Behandlungsmethode noch genauer beschrieben, so erreichten die 7 Patienten mit Non-Extraktions-Methode bessere Werte (73,6 % vs. 66,8 %) als die Subgruppe mit Extraktionsbehandlung.

Der Anteil an Patienten innerhalb der Kategorie „greatly improved“ ist im Zuge der Nachbeobachtung leicht gestiegen (von 32 % auf 37 %), was mit der Zusammensetzung der Stichprobe zusammenhängt. Dies ist ein sehr hoher Wert für diese Kategorie, da beispielsweise in der Untersuchung von ZENTNER et al. (2003), in der ebenfalls eine große Patientenzahl (96 Angle-Klasse II:2 Patienten) untersucht worden waren, lediglich 4,2 % der Patienten dieses Ergebnis erreicht hatten. Zwar erreichten bei ZENTNER et al. (2003) mit 82,3 % deutlich mehr Patienten die Kategorie „improved“, im Vergleich zu 60 % zum Zeitpunkt T2

bzw. 65 % zum Zeitpunkt T3 in dieser Untersuchung, jedoch fiel der Anteil an „worse/no different“ mit 13,5 % ebenfalls deutlich höher aus. ZENTNER et al. (2003) nennen keine genauen Behandlungsansätze, lediglich verschiedene festsitzende und herausnehmbare Apparaturen und Kombinationen dieser. Mit der vorliegenden Untersuchung konnte somit eine deutlich höhere Effektivität der Herbst-Behandlung im Vergleich zu einem gemischten festsitzend/herausnehmbaren Ansatz gezeigt werden. VU et al. (2012) erzielten mit 58 % noch ausgeprägtere Werte für die Kategorie „greatly improved“ mit ihrem Ansatz der vollständig, individuellen lingualen Herbst-Multibracket-Apparatur, doch war hier die Patientenzahl mit 18 sehr gering. Dies unterstreicht jedoch ebenfalls die Effizienz des gewählten Ansatzes der Herbst-Apparatur bei Klasse II:2 Patienten. Zum Zeitpunkt T2 und T3 entfielen nur 3 % der Patienten auf die Kategorie „worse/no different“ mit einer Verbesserung von weniger als 30 %. BREMEN & PANCHERZ (2003) beobachteten bessere Ergebnisse für Patienten mittels Herbst-Multibracket-Methode im Vergleich zur konventionellen Behandlung bei Angle II:2 (PAR-Wert-Verbesserung 76,4 % zu 65,3 %). BOCK et al. (2017b) konnten innerhalb ihrer Untersuchung einen Unterschied von 2,4 Punkten zwischen Patienten mit Retainern ( $1,6 \pm 1,99$  Punkte) und ohne Retainern ( $4,0 \pm 3,55$  Punkte) identifizieren. Sie schlussfolgerten, dass die Stabilität somit besser als ihr Ruf sei (BOCK et al. 2017b).

Durch die Einteilung in die verschiedenen Subgruppen wurde untersucht, ob sich ein Unterschied innerhalb der Gruppen darstellte. Ebenfalls wurde geprüft, in wieweit sich ein Zusammenhang zwischen dem PAR-Wert und der skelettalen Reife bzw. der Bisstypen ergab. Zusammenfassend ließ sich durch diese verschiedenen Analysen feststellen, dass es keinen Zusammenhang gab bzw. auch kein klinisch relevanter Gruppenunterschied bei den Subgruppenanalysen zu finden war. Dies kann als positives Ergebnis für die künftigen Behandlungsplanungen in Bezug auf die Klasse II:2 gewertet werden. So ist die Indikationsbreite für die Therapie bei einem Bisstyp II:0 und II:2 mit einer Herbst-Multibracket-Apparatur nicht eingeschränkt. Das heißt, die Herbst-Multibracket-Behandlung kann für die Klasse II:2 unabhängig von der skelettalen Reife, dem Schweregrad der Malokklusion oder einem vorliegenden Gaumenschleimhautkontakt zu Beginn der Behandlung empfohlen werden. Dies gilt ebenso auch für Patienten mit einem Bisstyp II:0. Da es die erste, große Untersuchung von fast drei Dekaden konsekutiv behandelten Patienten bei Bisstyp II:0 und II:2 mittels Herbst-Multibracket-Apparatur war, kann diese nun diese Empfehlung geben.



### 5.2.3 AHLGREN-SKALA

Die Ahlgren-Skala wurde gewählt, um die PAR-Beurteilung durch eine Qualitätskomponente zu erweitern. Die Auswahl an vergleichbaren Daten in der Literatur in Bezug auf die Ahlgren-Skala ist sehr limitiert. Nach den Kriterien von AHLGREN (1993) erreichten knapp 97 % der Patienten am Ende der Nachbeobachtungszeit ein erfolgreiches Ergebnis, was für den Erfolg der kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung bei Klasse II:2 Patienten spricht. 18,1 % entfielen der Kategorie „ausgezeichnet“, während der Anteil an Patienten mit „inakzeptablen Ergebnis“ bei 3,2 % lag. KLAUS et al. (2017) untersuchten in ihrer Studie eine große Kohorte an unselektierten Patienten, die sie entsprechend der Ahlgren-Skala „ausgezeichnet“ und „inakzeptabel“ verglichen. Es fiel der Teil der „inakzeptablen“ Ergebnisse mit 3,4 % in etwa ähnlich aus wie in dieser Arbeit. Detailliert für die Angle Klasse II:2 lassen sich die Ergebnisse nicht interpretieren, jedoch konnte in allen Angle Klassen eine Verbesserung registriert werden. Die Daten aus dieser Arbeit sind in starker Übereinstimmung mit der sehr ähnlichen und einzig wirklich vergleichbaren Arbeit bezüglich der Ahlgren-Skala von BOCK et al. (2017a), die die Herbst-Multibracket-Behandlung bei Klasse II:1 Patienten untersuchten. Hier war die Verteilung der Ahlgren-Skala sehr ähnlich ausgeprägt. So entfielen 17 % der 240 Patienten der Kategorie „ausgezeichnet“, während 35 % mit einem guten bzw. 45 % einem akzeptablen Behandlungsergebnis abschlossen, auch hier waren 3 % als inakzeptabel eingestuft worden.

Die Werte des PAR-Index wurden auf die Verteilung der Ahlgren-Gruppen in Abbildung 19 dargestellt. Hierbei konnte eine deutliche Verbesserung des PAR-Wertes für alle Gruppen beobachtet werden. Zudem fiel auf, dass je besser die Gruppe nach Ahlgren beurteilt worden war, ein niedrigerer Median des PAR-Werts zum Zeitpunkt T1 bzw. T3 registriert wurde.

Bei der Beurteilung der PAR-Kategorien entsprechend des Nomogramms von RICHMOND et al. (1992a, 1992b), fiel auf, dass in den Ahlgren-Gruppen ausgezeichnet, gut und akzeptabel ein kleiner Prozentsatz (2,2 - 5,9 %) auf die PAR-Kategorie „worse/no different“ entfiel. Die unterschiedlichen Prozentzahlen täuschen über die tatsächliche Größe hinweg, da es sich nur um jeweils einen Patienten pro Ahlgren-Gruppe gehandelt hatte. Interessanterweise wies die Ahlgren-Gruppe inakzeptabel keine Patienten entsprechend der PAR-Kategorie „worse/no different“ auf. Natürlich war diese Ahlgren-Gruppe mit nur drei Patienten sehr klein, doch wurden hier die höchsten PAR-Ausgangswerte innerhalb der Ahlgren-Gruppen von durchschnittlich  $29,0 \pm 3,6$  PAR-Punkten registriert. Die erzielten Endwerte zum Zeitpunkt T3 fielen auf durchschnittlich  $8,0 \pm 2,0$  PAR-Punkte, entsprechend einer prozentualen Verbesserung um durchschnittlich  $72,6 \pm 5,1$  %. Nach RICHMOND et al. (1992a, 1992b) entspricht diese Verbesserung einem guten Behandlungsstandard. Der Unterschied liegt in den unterschiedlichen Beurteilungskriterien der beiden Indizes. Es deutet darauf hin, dass die

Beurteilung nach der Ahlgren-Skala deutlich strenger ist als die des PAR-Index. Dies steht im Einklang mit den Ergebnissen von KLAUS et al. (2017), auch wenn hier die durchschnittliche PAR-Reduktion für die inakzeptablen Fälle deutlich niedriger mit 30,5-37,0 % ausfiel. Die meisten Patienten in dieser Arbeit erhielten die PAR-Kategorie „improved“, so entfiel auf diese Kategorie in jeder Ahlgren-Gruppe der größte Anteil. Dies steht im Widerspruch mit der soweit einzig vergleichbaren Studie, bei der der größte Teil der Patienten der Kategorie „greatly improved“ zugeordnet werden konnte (BOCK et al. 2017a). Die Patienten von BOCK et al. (2017a) gehörten der Angle Klasse II:1 an, mit deutlich vergrößertem Overjet ( $7,0 \pm 2,3$  mm) zu Behandlungsbeginn, welches durch die höhere Gewichtung im PAR-Index größere Anfangswerte des PAR-Indexes produzierte.

Nachfolgend soll für die zu vergleichende Studie der Median genutzt werden, da dieser als numerischer Wert die obere Hälfte von der unteren Hälfte des Satzes teilt. KLAUS et al. (2017) konnten einen PAR-Wert in der Ahlgren-Gruppe „ausgezeichnet“ zu Behandlungsbeginn von 23-24 Punkte zeigen, dies entspricht auch dem Median aus in dieser Studie (24 PAR-Punkte). Durch die Behandlung konnte dieser Wert auf 2 bzw. 4 PAR-Punkte reduziert werden, was einer größeren Verbesserung entspricht als in dieser Arbeit mit 5 PAR-Punkten. In der Gruppe „inakzeptabel“ fiel der PAR-Ausgangswert bei KLAUS et al. (2017) mit 25 Punkten niedriger aus als in dieser Studie mit 30 Punkten. Doch konnte die dort erzielte Verbesserung nur viel geringer ausfallen, sodass am Ende ein Wert von 14 bzw. 15 Punkten nach Ende der Behandlung erzielt werden konnte. Damit wurden die „inakzeptablen“ Fälle innerhalb dieser Arbeit zu deutlich besseren Ergebnissen (8 PAR-Punkte) geführt als in der zu vergleichenden Arbeit.

Die Ahlgren-Methode bietet eine gute Möglichkeit die erzielten Behandlungsergebnisse im Verhältnis zum objektiveren PAR-Index zu setzen. Dennoch ist hier durch die subjektive Einschätzung mehr Variabilität möglich. So scheint sie, wie bereits oben erwähnt, in manchen Belangen strenger das Behandlungsergebnis einzuschätzen als der PAR-Index. Desweiteren fehlen Vergleichsmöglichkeiten bezüglich der Ahlgren-Skala.

#### 5.2.4 OKKLUSALE VARIABLEN

##### *MOLARENRELATION*

Die Molarenrelation soll durch die kieferorthopädische Behandlung von der Distalbisslage in eine Neutralokklusion überstellt werden und auch nach Abschluss der Behandlung in dieser stabil bestehen bleiben. Die Molarenrelation lag für das gesamte Patientengut vor

Behandlungsbeginn bei knapp einer  $\frac{3}{4}$  Pb nach distal und konnte durch die Behandlung mittels Herbst-Multibracket-Apparatur in eine stabile Klasse I Verzahnung entsprechend einer Neutralokklusion umgestellt werden und blieb auch nach der mindestens 24-monatigen Retentionszeit zuverlässig bestehen. Es gab einzelne Ausreißer, insgesamt gesehen konnte die Molarenrelation für die rechte und linke Seite als stabil ermittelt bleiben (Median 0,00 Pb, Mittelwert rechts  $0,08 \pm 0,2$  Pb bzw. links von  $0,09 \pm 0,2$  Pb). Die stabilen Ergebnisse sind im Einklang mit denen aus vergleichbaren Herbst-Multibracket-Studien bei Klasse II:1 (BOCK et al. 2017b) sowie Klasse II:2 (BOCK & RUF 2008, BOCK et al. 2017b) Diese sind die einzig vergleichbaren Untersuchungen bei denen die Veränderungen über Studienmodelle gezeigt wurden und nicht mittels kephalometrischer Auswertung (VU et al. 2012, BOCK & RUF 2013) oder über Fotos (VU et al. 2012), wobei in jeder dieser Untersuchungen eine abgestützte Neutralokklusion am Ende der Retentionszeit erreicht werden konnte. Die bereits erwähnte Untersuchung von BOCK et al. (2017b) zeigte stabile Ergebnisse für die Molarenrelation von 0,0 Pb auch nach einer sehr langen Nachbeobachtungszeit von durchschnittlich  $18,3 \pm 2,4$  Jahren nach Ende der aktiven Behandlung. Das gewählte Studiendesign und der Zeitumfang sind beachtlich, zeigt es doch vor allem, dass die Behandlung sowie die Langzeitretention erfolgsversprechend sind.

Klasse II:2 Patienten konnten auch mittels andere therapeutischer Ansätze in eine stabile Neutralokklusion gebracht werden. So erreichten FUHRMANN & BERG (1990) bei 17 ihrer Klasse II:2 Patienten mit festsitzenden Apparaturen stabile Ergebnisse für die Molaren- und Eckzahnrelation. Mittels festsitzender Non-Extraktions-Behandlung konnten CANUT & ARIAS (1999) die Molarenrelation der 30 Klasse II:2 Patienten auch nach sieben Jahren stabil halten. KIM & LITTLE (1999) erreichten ähnliche Ergebnisse bei 62 Patienten mittels edgewise-Technik, welche auch nach über 15 Jahren stabil gehalten werden konnten. Eine Behandlung mittels Aktivator zeigte nach 20 Jahren eine Zunahme der Molarenrelation von 1,5 mm in Richtung einer Klasse II (FERRAZZINI 2008).

Es zeigte sich innerhalb der Subgruppenanalyse der skelettale Reife, dass unabhängig vom Wachstumspotenzial die Molarenrelation durch die Behandlung deutlich reduziert werden konnte auf 0,0 – 0,1 Pb. Nach der Retentionszeit erreichten alle Gruppen einen Median von 0,0 Pb. BOCK & RUF (2008) konnten stabilere Ergebnisse für die Molarenrelation bei jugendlichen Patienten im Vergleich zu Erwachsenen zeigen.

Die Kategorie Subdivision mit einer Rechts-Links-Differenz von  $\geq \frac{3}{4}$  zu Behandlungsbeginn erzielte durch die Behandlung ebenfalls eine stabile Neutralokklusion mit einem Median von 0,0 Pb. Die Arbeit von BOCK et al. (2013) beschäftigte sich ebenfalls mit einer asymmetrisch vorliegenden Angle-Klasse II Malokklusion bei 22 Patienten, die dann mittels Herbst-

Multibracket-Apparatur behandelt wurden. Es zeigte sich, dass eine asymmetrisch vorliegende Malokklusion ähnlich erfolgreich mittels der Herbst-Multibracket-Apparatur behandelt werden konnte (BOCK et al. 2013), was in der vorliegenden Arbeit ebenfalls bei fast ähnlicher Fallzahl an Patienten sogar über einen längeren Nachbeobachtungszeitraum bestätigt werden konnte.

Ein vorhandener Gaumenschleimhautkontakt zu Beginn der Behandlung kann erfolgreich in eine neutrale, stabile Okklusion gebracht werden. Mit anderer Behandlungsmethode (edgewise-Technik) konnten FUHRMANN & BERG (1990) bei ihrer Studie mit Deckbiss bei Angle Klasse II:2 15 von 17 Patienten mit Gaumenschleimhautkontakt in eine Normokklusion therapieren.

#### *ECKZAHNRELATION*

Die Eckzahnrelation wurde als weitere Variable in Bezug auf die okklusale Stabilität aufgenommen, jedoch beschränkt sich die vergleichbare Literatur auf zwei Studien (BOCK & RUF 2008, BOCK et al. 2017b). Die Eckzahnrelation konnte durch die Behandlung von durchschnittlich etwas mehr als  $\frac{1}{2}$  Pb (genauer 0,6 Pb) auf 0,1 Pb zum Zeitpunkt T2 bzw. T3 gesenkt werden bei einem Median von 0,0 Pb. Die sehr geringe Abweichung des Mittelwerts nach distal erscheint klinisch nicht weiter relevant. BOCK & RUF, BOCK et al. (2008, 2017b) beobachteten ähnliche Werte für die Eckzahnrelation zu Beginn von 0,6 Pb, welche durch die Behandlung mittels Herbst-Multibracket-Behandlung auf Werte von 0,16 Pb bzw. 0,2 Pb zum Zeitpunkt nach der aktiven Behandlung gesenkt wurden. Diese Werte wurden als Eigenschaft normaler Okklusion angesehen (ANDREWS 1989). Die Stabilität der Eckzahnrelation zum Zeitpunkt der Nachbeobachtung (27 Monate nach Ende der Behandlung) bei BOCK & RUF (2008) lag bei 83 %, wobei die restlichen 17 % nur geringe Rezidiverungen von  $\leq \frac{1}{4}$  Pb aufwiesen. So beobachteten BOCK et al. (2017b) selbst nach über 15 Jahren unveränderte Eckzahnrelationen, was für die Stabilität der Okklusion spricht. KIM & LITTLE (1999) erreichten durch eine Therapie mittels edgewise Technik bei 62 Klasse II:2 Patienten auch nach über 15 Jahren stabile Werte für die Eckzahnrelation. Ähnliches berichten auch FUHRMANN & BERG (1990), deren 17 Klasse II:2 Patienten nach der Nachbeobachtung eine neutrale Verzahnung der Eckzahnrelation registrierten.

#### *OVERBITE*

Die Therapie des vergrößerten Overbites ist neben der Distalokklusion das zentrale Element der Behandlung einer Angle-Klasse II:2 und somit ist hier der Blick auf die Stabilität essentiell. Das Gesamtkollektiv konnte durch die Behandlung mittels Herbst-Multibracket-Apparatur zu einer deutlichen Reduzierung des Overbites geführt werden. So lag der Wert zu Beginn bei  $5,3 \pm 1,5$  mm für die rechte bzw.  $1,6$  mm für die linke Seite, welcher nach Abschluss der Herbst-Multibracket-Behandlung beidseits auf  $1,6 \pm 0,8$  mm gesenkt werden konnte. Dies entspricht

einer Reduzierung von 3,7 mm. In der Nachbeobachtungszeit kam es zu einem geringen Rezidiv von 0,7 mm, sodass zum Zeitpunkt T3 ein Overbite von  $2,3 \pm 0,9$  mm für rechts bzw. 1,0 mm für links gemessen werden konnte, und bestätigt infolgedessen vergleichbare Studien (BOCK & RUF 2008, 2013, BOCK et al. 2009, BOCK et al. 2017b, SCHWEITZER & PANCHERZ 2001, VU et al. 2012) zur Herbst-Behandlung von Klasse II:2 Patienten. BOCK & RUF (2008) definierten für ihre Arbeit verschiedene Ausprägungsgrade eines Rezidivs und definierten eine Veränderung von T2 zu T3 von  $\leq 1,5$  mm oder bis 3 mm als stabil. Betrachtet man nur die tatsächlichen Rezidive lag die Overbite-Stabilität bei 90 % ihrer Patienten.

Verglichen mit anderen Behandlungsansätzen mittels festsitzender Apparaturen bei Klasse II:2 Patienten, teilweise in Kombination mit Extraktionstherapie, fielen deutlich höhere Overbite-Werte für den Zeitpunkt nach der Nachbeobachtung auf (3,9 – 4,8 mm) auf (BERG 1983, FUHRMANN & BERG 1990, KIM & LITTLE 1999), entsprechend gab es auch höhere Rezidive, sodass davon auszugehen ist, dass die Overbite-Korrektur und -Stabilität mittels Herbst-Multibracket-Behandlung als sehr erfolgreich gesehen werden kann.

Innerhalb der Subgruppen-Analyse zeigte sich für „reifere“ Patienten der Gruppe „J“ ein höherer Overbite von 6,2 mm zu Behandlungsbeginn, vergleichbar mit BOCK & RUF (2013, 2008). Für die Untersuchung an ausschließlich erwachsenen Patienten wurden sogar Werte des Overbite von 7,0 mm registriert (BOCK et al. 2009). In dieser Untersuchung zeigte auch die Gruppe „E-F“ mit dem meisten Restwachstum ähnlich hohe Werte des Overbites, was in den vergleichenden Untersuchungen nicht gezeigt werden konnte. Es ergab sich ein Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen den Gruppen ( $p = 0,028$  bzw.  $p = 0,024$ ). Durch die Behandlung konnte der Overbite in allen Gruppen deutlich auf durchschnittlich 1,5 - 1,7 mm reduziert werden. Nach Ende der Nachbeobachtungszeit stieg dieser Wert in allen Gruppen wieder auf durchschnittlich 2,3 - 2,4 mm an, unabhängig von der skelettalen Reife. Dies untermauert die Auffassung, dass die Korrektur des Overbites nicht von der skelettalen Reife abhängt (BOCK & RUF 2013, KONIK et al. 1997, RUF & PANCHERZ 1999b).

Bei der Studie von FUHRMANN & BERG (1990) wiesen 15 von 17 Angle Klasse II:2 Patienten ebenfalls einen Gaumenschleimhautkontakt auf. Die Behandlungsweise ist mit Edwise-Technik nur bedingt vergleichbar, zumal manche Patienten auch noch eine Extraktionstherapie erhielten. Der Overbite konnte von anfangs 7,4 mm auf 4,8 mm nach Abschluss einer über zweijährigen posttherapeutischen Periode gesenkt werden. Die Ergebnisse aus der vorliegenden Untersuchung legen nahe, dass durch die Herbst-Behandlung verursachte Bisshebung auch Patienten mit Gaumenschleimkontakt langfristig zu gute kommt und sie zu einem stabileren Overbite gebracht werden können als durch andere Therapiemaßnahmen.

Für die Darstellung der Subgruppenanalyse Bisstyp fiel auf, dass die Gruppe „II:2“ deutlich höhere prätherapeutische Werte des Overbites aufwies (5,6 mm) als die Gruppe „II:0“ mit durchschnittlich 4,1 mm. Hier lag ein deutlicher Hinweis auf einen systematischen Unterschied zwischen den Gruppen vor ( $p < 0,001$ ). Durch die Behandlung reduzierte sich der Overbite in beiden Gruppen auf durchschnittlich 1,5 – 1,7 mm zum Zeitpunkt T2 bzw. auf 2,1 – 2,3 mm zum Zeitpunkt T3. Hierzu fehlt vergleichbare Literatur.

Hervorgehoben sollte an dieser Stelle noch die Untersuchung von BOCK et al. (2017b), die die Herbst-Behandlung über einen Zeitraum von über 15 Jahren nach Abschluss der Retentionszeit beurteilte. Zwar war die Patientengruppe mit 20 recht klein, doch blieb der Overbite mit 2,5 mm sehr stabil und kann für den langfristigen Erfolg der Behandlung sprechen. Außerdem kam ein systematisches Review zu dem Schluss, dass die Stabilität von Tiefbisskorrektur weitestgehend stabil bleibt (HUANG et al. 2012).

#### *OVERJET*

Insgesamt konnte der Overjet infolge der Herbst-Multibracket-Behandlung erfolgreich von durchschnittlich  $3,9 \pm 1,7$  mm für rechts und  $4,0 \pm 1,5$  mm für links auf  $1,5 \pm 0,7$  mm reduziert werden mit einem Median von 1,5 mm, was einer Reduktion des Overjets von 2,4 mm für die rechte Seite bzw. 2,5 mm für die linke Seite entspricht. Im Zuge der Retentionszeit rezidierte der Overjet leicht um 0,3 mm auf Werte von 1,8 mm bei einem Median von 2,0 mm, was den angestrebten Werten entspricht (RUF 2006b). Insgesamt erfolgte also eine Reduzierung des Overjets von 1,8 bzw. 1,9 mm. Trotz des leichten Rezidivs während der Retentionszeit kann die Herbst-Multibracket-Behandlung den Overjet bei Klasse II:2 deutlich und erfolgreich therapieren, was vergleichbare Studien schon belegten (BOCK et al. 2017b, BOCK et al. 2009, OBIJOU & PANCHERZ 1997). Dabei erreichten die untersuchten Patienten bei OBIJOU & PANCHERZ (1997) sogar Reduktionen des Overjets von 3,1 mm nach Ende der Herbst-Phase. Jedoch muss hinzugefügt werden, dass diese Untersuchung nur die reine Herbst-Phase betrachtete, der sich keine Multibracket-Phase anschloss oder eine Nachbeobachtungszeit. Die Werte des Overjets dieser Untersuchung nach Ende der aktiven Behandlung sind niedriger als bei der methodisch gleichen Arbeit von BOCK et al. (2017b) mit  $1,8 \pm 0,61$  mm. Das Rezidiv über einen Zeitraum von mehr als 15 Jahren betrug 0,5 mm (BOCK et al. 2017b), der Overjet war entsprechend im Normbereich, was auch mit diesem Kollektiv der Fall wäre, sollte das Rezidiv noch um 0,3 mm zunehmen über einen solch langen Zeitraum.

Untersuchungen mit anderen Behandlungsansätzen (Non-Extraktions-Methode mittels festsitzender Apparaturen) erreichten deutlich höhere Werte für den Overjet von bis zu  $3,99 \pm 0,8$  mm (CANUT & ARIAS 1999). Selbst KIM & LITTLE (1999) die einen geringeren initialen Overjet von  $3,1 \pm 1,3$  mm mittels egdewise-Technik behandelten, erreichten nach Abschluss

der Untersuchung Werte von  $2,0 \pm 0,6$  mm, welche höher liegen als in der vorliegenden Untersuchung.

Betrachtet man die Subgruppenanalyse skelettale Reife, fiel auf, dass die Gruppe kurz nach Ende des Wachstumsschubs „H-IJ“ die größte Reduktion zum Zeitpunkt T2 erreichte. Der größte Overjet zum Zeitpunkt T3 war in der Gruppe „J“ mit 2,1 mm für rechts bzw. 2,0 mm für links registriert worden. Dies ist in Übereinstimmung mit der Studie von BOCK et al. (2009), die nur erwachsene Patienten untersuchte und ebenfalls 2,1 mm nach Abschluss der Retentionszeit beobachtete.

Die Subdivision konnte mit  $1,8 \pm 0,6$  bzw.  $0,7$  mm die Behandlung zum Zeitpunkt T3 erfolgreich abschließen. BOCK et al. (2013) konnten den Erfolg bei einer Subdivision bereits nachweisen, die Werte für den Overjet waren hier jedoch viel höher, sodass anzunehmen ist, dass das Kollektiv vornehmlich aus Angle-Klasse II:1 bestand. Die vorliegende Arbeit kann somit den Erfolg auch für die Bisstypen II:0 und II:2 wiedergeben.

#### 5.2.5 REZESSIONEN

Das Erheben der Prävalenz der Rezessionen wurde als weiterer Parameter für die Beurteilung der Behandlungsqualität gewählt, um an einer großen Gruppe unselektierter Klasse II:2 Patienten Aussagen während und nach der erfolgten kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung bzw. nach Ende der Nachbeobachtungszeit zu treffen.

Die Studienlage zum Thema labiale, gingivale Rezessionen bei Jugendlichen ist sehr begrenzt. Eine Prävalenz von 1,0 % der labialen, gingivalen Rezessionen bei 4786 Zähnen zu Behandlungsbeginn zum Zeitpunkt T1 ist sehr gering. Dieses Ergebnis ist in Übereinstimmung mit dem Ergebnis von RENKEMA et al. (2013c), die eine Prävalenz von 1,7 % vor Behandlungsbeginn bei 302 kieferorthopädisch behandelten Patienten, hauptsächlich der Klasse II beschrieben. Eine Prävalenz der labialen, gingivalen Rezessionen von 1,1 % vor Behandlungsbeginn wurde auch bei Klasse II:1 Patienten ähnlichen Alters an 12573 Zähnen erhoben (BOCK et al. 2019). Durch das Studiendesign standen zum letzten Untersuchungspunkt weniger Patienten zur Verfügung. Doch auch in der Beurteilung der Patienten mit vorhandenem Abschlussmodell lag die Prävalenz zum Zeitpunkt T1 mit 1,4 % in etwa ähnlich hoch wie bei der Gesamtgruppe. Nach dem Ende der Herbst-Multibracket-Behandlung zum Zeitpunkt T2 stieg die Prävalenz der labialen, gingivalen Rezessionen bezogen auf die Zahl aller Zähne auf 4,1 %. Zum Zeitpunkt nach Ende der mindestens 24-monatigen Retentionszeit zum Zeitpunkt T3 stieg die Prävalenz auf 6,5 % bzw. wurden 170 Stellen mit labialen, gingivalen Rezessionen an 2621 untersuchten Zähnen bei 94 Patienten registriert. Dies deckt sich in etwa mit der Prävalenz (5,3 %) der vergleichbaren Studie von

BOCK et al. (2019) einer Herbst-Multibracket-Behandlung und mindestens 24-monatiger Beobachtungszeit bei Klasse II:1 Patienten. Eine Rate von 20,2 % wurde in einer Studie mit ähnlicher Dauer bei einer Gruppe ähnlichen Alters von 302 kieferorthopädisch behandelten Patienten beschrieben (RENKEMA et al. 2013c).

Zu Behandlungsbeginn entsprach der Anteil an Patienten mit einer labialen, gingivalen Rezession, entsprechend einer Ja/Nein Beurteilung, ca. 8,7 %. Die Anzahl an Patienten mit Rezessionen stieg im Verlauf auf 28,3 % zum Zeitpunkt T2 und passiver Behandlung auf 38,3 % zum Zeitpunkt T3. Eine ähnliche Prävalenz konnte auch bei ALLAIS & MELSEN (2003) und MELSEN & ALLAIS (2005) beobachtet werden, mit 35 % Rezessionen bei den Patienten zum letzten Untersuchungszeitpunkt. Jedoch wurden hier nur die Unterkiefer-Inzisivi bei erwachsenen Patienten beurteilt. Dies deckt sich teilweise auch mit den 302 untersuchten Patienten von RENKEMA et al. (2013c), die zwei Jahre nach Behandlungsende eine Prävalenz von 20 % bzw. 38 % nach fünf Jahren evaluierten.

Die mittleren Unterkiefer-Inzisivi waren mit einer Rate von 12,8 - 13,8 % zum Zeitpunkt T3 mit am häufigsten von Rezessionen betroffen. Dies ist in Übereinstimmung mit den in der Literatur vorkommenden Daten (BOCK et al. 2019, MORRIS et al. 2017, RUF et al. 1998). Das Ergebnis aus der Studie von BOCK et al. (2019) lieferte ein ähnliches Ergebnis mit 12,5 - 16,4 % für die mittleren Inzisivi, genauso wie MORRIS et al. (2017) mit 12,7 - 14,7 %. So zeigten in der Studie von RUF et al. (1998) die mittleren Inzisivi bei Herbst-Patienten Prävalenzen von 12,2 - 18,4 % zu Behandlungsbeginn und nach Behandlungsende von 15,3 - 22,4 %. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den gingivalen Rezessionen gezeigt werden (RUF et al. 1998). Dies bedeutet, dass die Proklination der Unterkiefer-Inzisivi in Folge der Herbst-Behandlung nicht zu Entstehungen von Rezessionen zu führen scheint. Die Angaben in der Literatur zu unbehandelten Patientengruppen ähnlichen Alters, im Mittel 18-29 Jahren, lagen für diese Zähne bei Prävalenzen von 4,5 – 9 % (SLUTZKEY & LEVIN 2008, TENENBAUM 1982). Es bleibt unklar, welcher Bestandteil der kieferorthopädischen Behandlung – die Position der Inzisivi, das kieferorthopädische Behandlungsgerät oder die Retention – den überwiegenden Anteil am Auftreten von Rezessionen bei unteren Inzisivi haben (RENKEMA et al. 2013a). Der ausschlaggebende Faktor bei der Entstehung von labialen, gingivalen Rezessionen ist nach MELSEN & ALLAIS (2005) die paradontale Gesundheit sowie die Gingivamorphologie. Die Proklination der Inzisivi steht laut ihrer Studie in keinem Zusammenhang mit der Entstehung von Rezessionen (MELSEN & ALLAIS 2005). Stattdessen wird übertriebenes Zähneputzen häufig als ätiologischer Grund für die Entstehung von Rezessionen gesehen (ARTUN & GROBÉTY 2001).



Der rechte obere erste Prämolare (Zahn 14) zeigte zu allen drei Zeitpunkten die höchste Prävalenz innerhalb der 28 untersuchten Zahntypen. Von 4,9 % zu Behandlungsbeginn T1 stieg der Wert auf 21,3 % zum Zeitpunkt T3 mit der höchsten Prävalenz an Rezessionen, ebenso der kontralaterale linke obere erste Prämolare mit immerhin noch 13,8 %. Dies steht im Einklang mit Studien von AINAMO et al. (1986), RENKEMA et al. (2013c), SLUTZKEY & LEVIN (2008) und TENENBAUM (1982), bei denen auch jeweils die ersten oberen Prämolaren rechts und links die höchsten Prävalenzen aufwiesen, jedoch teilweise unklarer Angabe zu einer kieferorthopädischen Behandlung. In der ähnlichen Studie mit gleichem Behandlungsablauf von BOCK et al. (2019) bei Angle Klasse II:1 Patienten waren deutlich niedrigere Prävalenzen für die ersten oberen Prämolaren zum Zeitpunkt nach Behandlungsende registriert worden (Werte von 7,1 – 8,9 %). So scheint es, als sei der Grund für die höheren Werte in dieser Studie nicht durch die Behandlung bedingt, sondern an der unterschiedlichen Morphologie der Angle Klasse II:2 assoziiert. Dies könnte durch weitere Studien überprüft werden. RENKEMA et al. (2013a) konnten in ihrer Studie keine Assoziation zwischen der Angle-Klasse und der Anzahl an Rezessionen finden ( $p = 0,938$ ).

Das Ausmaß der Rezessionen stieg im Behandlungsverlauf von anfangs 0,5 – 1,5 mm auf Werte von 0,5 – 3,0 mm am Ende der Behandlung sowie der Nachbeobachtungszeit. Der Mittelwert der betroffenen Zähne stieg minimal von 0,01 mm vom Zeitpunkt T1 auf 0,04 mm zum Zeitpunkt T2 bzw. 0,06 mm zum Zeitpunkt T3 an. Der Median lag zu allen drei Untersuchungszeitpunkten bei 0,0 mm. Diese Werte sind ausgesprochen gering, sodass sie für die klinische Relevanz unbedeutend einzuschätzen sind.

Aufgrund des retrospektiven Studiendesigns war es nicht möglich, alle Variablen, die bei der Entstehung von Rezessionen beteiligt sein können, zu erfassen, zu beurteilen und nachzuvollziehen. So gab es in den Patientenakten keinerlei Informationen über das Putzverhalten, die Patientencompliance, den Gingiva-Biotyp oder weitere Faktoren wie beispielsweise Rauchen. Allen Patienten gemein war das homogene Vorgehen während der Behandlung, da alle Patienten eine Herbst-Multibracket-Apparatur erhalten hatten und mit einer Non-Extraktions-Therapie behandelt worden waren. Im Anschluss erhielten alle Patienten mindestens im Unterkiefer einen festsitzenden Retainer, wenn nicht auch im Oberkiefer, zudem oft noch ein zusätzliches herausnehmbares Retentionsgerät. Um die Häufigkeit oder besser das Auftreten von Rezessionen besser beurteilen zu können, wurden die vorhandenen Rezessionen zum Zeitpunkt vor Behandlungsbeginn aufgeführt. Die kieferorthopädische Behandlung mittels einer Herbst-Multibracket-Apparatur kann die Entstehung von labialen, gingivalen Rezessionen beeinflussen, doch aufgrund des ausgesprochen geringen Ausmaßes nach der Nachbeobachtungszeit kann die klinische Relevanz als geringfügig betrachtet werden.

## 6 ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der Studie war es, die Behandlungsqualität aller Herbst-Multibracket-Patienten mit einem Bisstyp II:0 und II:2 des Zeitraums 1986 bis 2015 zu untersuchen. Der Hauptzielparameter war die PAR-Wert-Veränderung sowie die Einteilung nach Ahlgren. Es wurden okklusale Variablen sowie die Prävalenz von Rezessionen untersucht.

Eingeschlossen wurden 177 konsekutive Patienten mit 174 Studienmodellen der Poliklinik für Kieferorthopädie zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1); nach durchschnittlich  $24,6 \pm 7,9$  Monaten Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) standen noch Modellpaare von 173 Patienten zur Verfügung. Die Retentionszeit (Zeitpunkt T3), durchschnittlich  $29,1 \pm 7,4$  Monate, konnte für 95 Patienten mit 94 Modellpaaren beurteilt werden. Ein anfänglicher PAR-Wert von  $24,9 \pm 7,4$  Punkten (T1) konnte durch die Herbst-Multibracket-Behandlung auf durchschnittlich  $6,9 \pm 4,1$  Punkte reduziert werden (T2), entsprechend einer PAR-Wertreduzierung von  $18,0 \pm 7,7$  Punkten bzw. einer prozentualen Verbesserung von 70,5 % (SD = 17,8). Nach Ende der Retentionszeit (T3) lag der PAR-Wert bei  $7,2 \pm 3,5$  Punkten, dies entspricht einer PAR-Wertreduzierung von  $18,3 \pm 7,8$  Punkten bzw. einer prozentualen Verbesserung von 69,3 % (SD = 16,5). Die Beurteilung nach Ahlgren erfolgte für 94 Patienten, wovon 97 % als erfolgreich beurteilt werden können.

Die ursprüngliche Molarenrelation von einer 0,75 Prämolarenbreite nach distal sowie eine anfängliche Eckzahnrelation von 0,6 Prämolarenbreiten konnte durch die Behandlung in eine Neutralokklusion therapiert werden, welche auch nach Abschluss der Retentionsphase (T3) weitestgehend stabil blieb. Der primäre Overbite von  $5,3 \pm 1,5$  mm für rechts bzw. 1,6 mm für links konnte durch die Behandlung auf durchschnittlich  $1,6 \pm 0,8$  mm (T2) reduziert werden. Zum Zeitpunkt T3 stieg der Overbite leicht auf 2,3 mm mit SD rechts von  $\pm 0,9$  mm und links von  $\pm 1,0$  mm. Ein vorhandener Gaumenschleimhautkontakt, welcher anfangs bei 62,2 % der Patienten vorlag, konnte vollständig aufgelöst werden. Der anfängliche Overjet von rechts  $3,9 \pm 1,7$  mm und links  $4,0 \pm 1,5$  mm sank während der Behandlung auf  $1,5 \pm 0,7$  mm (T2) und zeigte zum Zeitpunkt T3 1,8 mm (SD rechts  $\pm 0,7$  mm bzw. links 0,8 mm). Die Prävalenz der Rezessionen  $\geq 0,5$  mm stieg von 1,0 % (T1) aller beurteilten Zähne auf 4,1 % (T2) bzw. 6,5 % (T3). Am häufigsten waren die oberen ersten Prämolaren betroffen.

Schlussfolgernd lässt sich feststellen, dass die Herbst-Multibracket-Behandlung bei Patienten mit Bisstyp II:0 und II:2 eine qualitativ hochwertige Behandlungsmethode darstellt, die stabile Ergebnisse ermöglicht.

## 7 SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the quality of Herbst multibracket appliance treatment of patients with a bite-type II:0 and II:2 between 1986 until 2015 at the Department of Orthodontics of the Justus-Liebig-University Giessen. The key parameters were the reduction of the PAR score as well as the outcome according to the Ahlgren index. Additionally, occlusal variables and the prevalence of recessions were investigated.

At the start of treatment (T1), 177 patients with 174 plaster casts fulfilled the criteria, after  $24.6 \pm 7.9$  months of Herbst multibracket appliance treatment (T2) there were 173 plaster casts to be evaluated. After an average period of retention (T3) of  $29.1 \pm 7.4$  months 95 patients with 94 plaster casts were analysed.

An initial PAR score of  $24.9 \pm 7.4$  points (T1) was reduced after the Herbst multibracket appliance treatment to  $6.9 \pm 4.1$  points (T2), marking a reduction of  $18.0 \pm 7.7$  points or rather an improvement of 70.5 % (SD = 17.8). After the end of retention (T3) an average PAR score of  $7.2 \pm 3.5$  points was observed, corresponding to a reduction of  $18.3 \pm 7.8$  points or improvement of 69.3 % (SD = 16.5). 97 % out of 94 patients were treated successfully according to the Ahlgren index.

Neutral occlusion was achieved by nearly all patients who had undergone treatment of an initial distal molar relationship of  $\frac{3}{4}$  cusp width (CW) and canine relationship of 0,6 CW. The molar and canine relationship was mostly stable after the retention period (T3).

The original overbite was reduced on average from 5.3 mm (SD  $\pm 1.5$  mm for the right/  $\pm 1.6$  mm for the left side) to  $1.6 \pm 0.8$  mm (T2) or rather to 2.3 mm (SD  $\pm 0.9$  mm for the right/  $\pm 1.0$  mm for the left side) (T3). A deep overbite with contact of the palatal mucosa, which was experienced by 62.2 % of the patients in the beginning, was totally dissolved. A reduction of overjet from  $3.9 \pm 1.7$  mm (right side)/  $4.0 \pm 1.5$  mm (left side) to  $1.5 \pm 0.7$  mm (T2) and in the end to 1.8 mm (T3) (SD  $\pm 0.7$  mm right side/  $\pm 0.8$  mm left side) was seen.

The prevalence of recessions rose from 1.0 % (T1) of all evaluated teeth to 4.1 % (T2) and 6.5 % at the end of the retention period (T3). The upper first premolars were the most frequent teeth to exhibit recessions.

A Herbst multibracket appliance treatment in patients experiencing a bite-type II:0 and II:2 can be a high quality treatment producing stable results.

## 8 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

DGKFO.....	<i>Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V.</i>
FRS .....	<i>Fernröntgenseitenbild</i>
GSHK .....	<i>Gaumenschleimhautkontakt</i>
ICON .....	<i>Index of Complexity, Outcome and Need</i>
IOTN.....	<i>Index of Orthodontic Treatment Need</i>
KIG .....	<i>Kieferorthopädische Indikationsgruppen</i>
mm .....	<i>Millimeter</i>
MW.....	<i>Mittelwert</i>
OB .....	<i>Overbite</i>
OJ.....	<i>Overjet</i>
OK .....	<i>Oberkiefer</i>
PAR-Index .....	<i>Peer Assessment Rating - Index</i>
Pb.....	<i>Prämolarenbreite</i>
SD .....	<i>Standardabweichung</i>
UK .....	<i>Unterkiefer</i>

## 9 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Darstellung der Angle-Klassen (PANCHERZ 2018).....	1
Abbildung 2: Bisstyp II mit seinen möglichen Overjet-Ausprägungen (PANCHERZ 2018)2	
Abbildung 3a-c: Gegossene Herbst-Multibracket-Apparatur in situ (HOURFAR et al. 2012) .....	8
Abbildung 4: Darstellung der Patienten und der vorhandenen Unterlagen zu allen drei Zeitpunkten.....	16
Abbildung 5: Darstellung der sagittalen Relation - a Winkel ANB - b "Wits"-Appraisal – Rechtwinklige Projektion der Punkte A und B auf die Okklusionsebene (RUF 2006b) .....	18
Abbildung 6: Darstellung des Winkels ML/NSL, auch Mandibularbasiswinkel genannt (RUF 2006b) .....	19
Abbildung 7: Labiale, gingivale Rezession (BOCK et al. 2019). Messung von der Schmelz- Zement-Grenze bis zum tiefsten Punkt des labialen Gingivarands in Millimetern mit einer Schieblehre <i>Hammacher (HSL247-52 „Züricher Modell“)</i> .....	27
Abbildung 8: Prozentuale Verteilung der Patienten (n = 176) auf das Alter vor Behandlungsbeginn T1 (gerundet in Jahren) .....	28
Abbildung 9: Prozentuale Verteilung der Patienten (n = 176) auf die skelettalen Reife nach HÄGG & TARANGER (1980) bzw. HASSEL & FARMAN (1995) zu Behandlungsbeginn (T1) .....	28
Abbildung 10: Relative Anzahl an Patienten (n = 176) mit Anzahl der Habits und Funktionsstörungen bei Aufnahme.....	30
Abbildung 11: Relative Anzahl der Patienten (n = 176) in Bezug auf das jeweilige Habit bzw. Funktionsstörung .....	30
Abbildung 12: Relative Häufigkeiten der verschiedenen Behandlungsgeräte der notwendigen Vorbehandlung (n = 65) .....	32
Abbildung 13: Behandlungsdauer in Monaten während der Herbst-Phase, Multibracket- Phase und aktiven Behandlung bei n = 176.....	33
Abbildung 14: Behandlungsdauer in Monaten während der mindestens 24-monatigen Retentionszeit bei n = 95.....	34
Abbildung 15: Detaillierte Darstellung der PAR-Werte zu den drei Zeitpunkten mit Boxplots Modellpaare zu T1 (n = 174), T2 (n = 173) und T3 (n = 94).....	41
Abbildung 16: Interpretation der PAR-Punktwertreduzierung T1 zu T2 nach RICHMOND et al. (1992a, 1992b). Die Verteilung der Patienten (n=173) auf die Kategorien „greatly improved“ bei mindestens 22 Punkten Verbesserung, „improved“ bei mindestens	

---

30% Verbesserung sowie „worse/no different“ bei weniger als 30% Verbesserung. .....	41
Abbildung 17: Interpretation der PAR-Punktwertreduzierung T1 zu T3 nach RICHMOND et al. (1992a, 1992b). Die Verteilung der Patienten (n=94) auf die Kategorien „greatly improved“ bei mindestens 22 Punkten Verbesserung, „improved“ bei mindestens 30% Verbesserung sowie „worse/no different“ bei weniger als 30% Verbesserung. .....	42
Abbildung 18: Ahlgren-Skala – relative Verteilung auf die verschiedenen Kategorien für n = 94.....	50
Abbildung 19: PAR-Werte in Bezug auf die Verteilung der Ahlgren-Gruppen .....	52
Abbildung 20: Prozentuale Verteilung der PAR-Beurteilung auf die Einteilung nach Ahlgren .....	53
Abbildung 21: Ahlgren-Skala grafisch dargestellt für die Subgruppenanalyse in Bezug auf die skelettale Reife .....	54
Abbildung 22: Ahlgren-Skala grafisch dargestellt für die Subgruppenanalyse in Bezug auf den Schweregrad der Malokklusion .....	55
Abbildung 23: Ahlgren-Skala grafisch dargestellt für die Subgruppenanalyse in Bezug auf den Gaumenschleimhautkontakt .....	56
Abbildung 24: Ahlgren-Skala grafisch dargestellt für die Subgruppenanalyse in Bezug auf den Bisstyp .....	57
Abbildung 25: Sagittale Molarenrelation zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links bei n = 173.....	58
Abbildung 26: Sagittale Molarenrelation nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links bei n = 172 .....	59
Abbildung 27: Sagittale Molarenrelation nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links bei n = 94 .....	59
Abbildung 28: Molarenrelation für die Subgruppe Skelettale Reife zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links .....	60
Abbildung 29: Molarenrelation für die Subgruppe Skelettale Reife nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links .....	61
Abbildung 30: Molarenrelation für die Subgruppe Skelettale Reife nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links .....	62
Abbildung 31: Molarenrelation für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links .....	63
Abbildung 32: Molarenrelation für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links .....	64

---

Abbildung 33: Molarenrelation für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links .....	65
Abbildung 34: Molarenrelation für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links .....	66
Abbildung 35: Molarenrelation für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links .....	67
Abbildung 36: Molarenrelation für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links .....	68
Abbildung 37: Molarenrelation für die Subgruppe Bisstyp zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links .....	69
Abbildung 38: Molarenrelation für die Subgruppe Bisstyp nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links .....	70
Abbildung 39: Molarenrelation für die Subgruppe Bisstyp nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links .....	71
Abbildung 40: Sagittale Eckzahnrelation zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links bei rechts n = 164; links n = 165 .....	72
Abbildung 41: Sagittale Eckzahnrelation nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links bei n = 173 .....	73
Abbildung 42: Sagittale Eckzahnrelation nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links bei n = 94 .....	73
Abbildung 43: Eckzahnrelation für die Subgruppe Skelettale Reife zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links .....	74
Abbildung 44: Eckzahnrelation für die Subgruppe Skelettale Reife nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links .....	75
Abbildung 45: Eckzahnrelation für die Subgruppe Skelettale Reife nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links .....	76
Abbildung 46: Eckzahnrelation für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links Positive Prämolarenbreiten entsprechen einer Distalverzahnung, während negative Werte die mesiale Ausprägung darstellen. Die Fallzahlen für die Subgruppe „ $\leq \frac{1}{2}$ Pb“ mit n(rechts) = 33, n(links) = 34. „ $\frac{1}{2} - 1$ Pb“ mit n = 121, „ $> 1$ Pb“ mit n = 10. Die Zusatzgruppe „Subdivision“ mit n = 21 .....	77
Abbildung 47: Eckzahnrelation für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links .....	78
Abbildung 48: Eckzahnrelation für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links .....	79

---

Abbildung 49: Eckzahnrelation für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links .....	80
Abbildung 50: Eckzahnrelation für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links .....	81
Abbildung 51: Eckzahnrelation für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links .....	82
Abbildung 52: Eckzahnrelation für die Subgruppe Bisstyp zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links .....	83
Abbildung 53: Eckzahnrelation für die Subgruppe Bisstyp nach erfolgter Herbst- Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links .....	84
Abbildung 54: Eckzahnrelation für die Subgruppe Bisstyp nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links .....	85
Abbildung 55: Darstellung des Overbites zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) in Millimetern bei n = 174 .....	86
Abbildung 56: Darstellung des Overbites nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) in Millimetern bei n = 173 .....	86
Abbildung 57: Darstellung des Overbites nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) in Millimetern bei n = 94.....	87
Abbildung 58: Overbite für die Subgruppe Skelettale Reife zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) für rechts und links in Millimetern (mm) .....	88
Abbildung 59: Overbite für die Subgruppe Skelettale Reife nach erfolgter Herbst- Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) für rechts und links in Millimetern (mm)	89
Abbildung 60: Overbite für die Subgruppe Skelettale Reife nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) für rechts und links in Millimetern (mm).....	90
Abbildung 61: Overbite für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links in Millimetern (mm).....	91
Abbildung 62: Overbite für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links in Millimetern (mm) .....	92
Abbildung 63: Overbite für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links in Millimetern (mm).....	93
Abbildung 64: Overbite für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links in Millimetern (mm).....	94
Abbildung 65: Overbite für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links in Millimetern (mm) .....	95



---

Abbildung 66: Overbite für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links in Millimetern (mm).....	96
Abbildung 67: Prozentuale Häufigkeit des Gaumenschleimhautkontakts zu den verschiedenen Zeitpunkten .....	97
Abbildung 68: Overbite für die Subgruppe Bisstyp zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links in Millimetern (mm) .....	98
Abbildung 69: Overbite für die Subgruppe Bisstyp nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links in Millimetern (mm) .....	99
Abbildung 70: Overbite für die Subgruppe Bisstyp nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links in Millimetern (mm).....	100
Abbildung 71: Darstellung des Overjets zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) in Millimetern (n = 174) .....	101
Abbildung 72: Darstellung des Overjets nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) in Millimetern (n = 173).....	101
Abbildung 73: Darstellung des Overjets nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) in Millimetern (n = 94) .....	102
Abbildung 74: Overjet für die Subgruppe Skelettale Reife zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) für rechts und links in Millimetern (mm) .....	103
Abbildung 75: Overjet für die Subgruppe Skelettale Reife nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) für rechts und links in Millimetern (mm)	104
Abbildung 76: Overjet für die Subgruppe Skelettale Reife nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) für rechts und links in Millimetern (mm).....	105
Abbildung 77: Overjet für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links in Millimetern (mm).....	106
Abbildung 78: Overjet für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links in Millimetern (mm) .....	107
Abbildung 79: Overjet für die Subgruppe Schweregrad der Malokklusion nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links in Millimetern (mm).....	108
Abbildung 80: Overjet für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links in Millimetern (mm).....	109
Abbildung 81: Overjet für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links in Millimetern (mm)	110
Abbildung 82: Overjet für die Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links in Millimetern (mm).....	111
Abbildung 83: Overjet für die Subgruppe Bisstyp zu Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T1) rechts und links in Millimetern (mm) .....	112

---

Abbildung 84: Overjet für die Subgruppe Bisstyp nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Zeitpunkt T2) rechts und links in Millimetern (mm) .....	113
Abbildung 85: Overjet für die Subgruppe Bisstyp nach Abschluss der Retentionszeit (Zeitpunkt T3) rechts und links in Millimetern (mm).....	114
Abbildung 86: Prävalenz von labialen, gingivalen Rezessionen zu den drei Untersuchungszeitpunkten T1, T2 und T3 mit der jeweiligen Zahnzahl bzw. Patientenzahl in Prozent; in Rot die relative Häufigkeit von vorhandenen und beurteilbaren Rezessionen.....	115
Abbildung 87: Prävalenz der Rezessionen pro Zahn des jeweils untersuchten Zahntyps zum Zeitpunkt T1 im Oberkiefer bei 2386 untersuchten Zähnen bei 173 Patienten	116
Abbildung 88: Prävalenz der Rezessionen pro Zahn des jeweils untersuchten Zahntyps zum Zeitpunkt T1 im Unterkiefer bei 2400 untersuchten Zähnen bei 173 Patienten	116
Abbildung 89: Prävalenz der Rezessionen pro Zahn des jeweils untersuchten Zahntyps zum Zeitpunkt T2 im Oberkiefer bei 2417 untersuchten Zähnen bei 173 Patienten	117
Abbildung 90: Prävalenz der Rezessionen pro Zahn des jeweils untersuchten Zahntyps zum Zeitpunkt T2 im Unterkiefer bei 2412 untersuchten Zähnen bei 173 Patienten	117
Abbildung 91: Prävalenz der Rezessionen pro Zahn des jeweils untersuchten Zahntyps zum Zeitpunkt T3 im Oberkiefer bei 1313 untersuchten Zähnen bei 94 Patienten .	118
Abbildung 92: Prävalenz der Rezessionen pro Zahn des jeweils untersuchten Zahntyps zum Zeitpunkt T3 im Unterkiefer bei 1308 untersuchten Zähnen bei 94 Patienten	118
Abbildung 93: Prävalenz von labialen, gingivalen Rezessionen zu den drei Untersuchungszeitpunkten T1, T2 und T3 mit der jeweiligen Zahnzahl in Prozent bei der Patientengruppe mit vorhandenem Abschlussmodell; in Rot die relative Häufigkeit vorhandener Rezessionen (zum Zeitpunkt T1 und T3 mit 94 Modellpaare, zum Zeitpunkt T2 mit 93 Modellpaare) .....	119
Abbildung 94: Relative Häufigkeit der Rezessionen pro Zahn der Retentionspatienten zu allen drei Untersuchungszeitpunkten im Oberkiefer (T1: 1297 Zähne bei 94 Patienten, T2: 1299 Zähne bei 93 Patienten, T3: 1313 Zähne bei 94 Patienten)	120
Abbildung 95: Relative Häufigkeit der Rezessionen pro Zahn der Retentionspatienten zu allen drei Untersuchungszeitpunkten im Unterkiefer (T1: 1304 Zähne bei 94 Patienten, T2: 1294 Zähne bei 93 Patienten, T3: 1308 Zähne bei 94 Patienten)	121
Abbildung 96: Zertifikat über den absolvierten PAR-Index Kurs bei Prof. Richmond in Cardiff .....	177
Abbildung 97: Erstellter Datenerfassungsbogen für die Modellauswertung.....	178
Abbildung 98: Ausmaß der labialen, gingivalen Rezessionen im Oberkiefer zum Zeitpunkt T1 für beurteilbare Rezessionen in Millimetern .....	179

Abbildung 99: Ausmaß der labialen, gingivalen Rezessionen im Unterkiefer zum Zeitpunkt T1 für beurteilbare Rezessionen in Millimetern .....	179
Abbildung 100: Ausmaß der labialen, gingivalen Rezessionen im Oberkiefer zum Zeitpunkt T2 für beurteilbare Rezessionen in Millimetern .....	180
Abbildung 101: Ausmaß der labialen, gingivalen Rezessionen im Unterkiefer zum Zeitpunkt T2 für beurteilbare Rezessionen in Millimetern .....	180
Abbildung 102: Ausmaß der labialen, gingivalen Rezessionen im Oberkiefer zum Zeitpunkt T3 für beurteilbare Rezessionen in Millimetern .....	181
Abbildung 103: Ausmaß der labialen, gingivalen Rezessionen im Unterkiefer zum Zeitpunkt T3 für beurteilbare Rezessionen in Millimetern .....	181

**10 TABELLENVERZEICHNIS**

Tabelle 1: Definition der Bisstypen nach PANCHERZ (2018).....	2
Tabelle 2: PAR-Werte für Overjet und anteriorer Kreuzbiss .....	22
Tabelle 3: PAR-Werte für Overbite und offenen Biss.....	23
Tabelle 4: PAR-Werte für Mittellinienabweichung.....	23
Tabelle 5: Übersicht der sagittalen Kieferbasenrelation mit dem Winkel ANB und „Wits“ sowie der vertikalen Kieferbasenrelation mit dem Mandibularbasis-Winkels (ML/NSL) des Patientenkollektivs (n = 176) zu Behandlungsbeginn.....	29
Tabelle 6: Retentionsgeräte im Ober- und Unterkiefer zum Zeitpunkt T3 nach Abschluss der Retentionszeit bei n = 94 .....	35
Tabelle 7: Definition der Subgruppe skelettale Reife bei n = 176 .....	36
Tabelle 8: Definition der Subgruppe Schweregrad der Malokklusion bei n = 174.....	37
Tabelle 9: Definition der Subgruppe Gaumenschleimhautkontakt (GSHK) bei n = 172 .....	37
Tabelle 10: Definition der Subgruppe Bisstyp bei n = 177 .....	37
Tabelle 11: Subgruppenanalyse skelettale Reife – PAR-Werte zum Zeitpunkt T1 .....	43
Tabelle 12: Subgruppenanalyse skelettale Reife – PAR-Werte zum Zeitpunkt T2.....	44
Tabelle 13: Subgruppenanalyse skelettale Reife – PAR-Werte zum Zeitpunkt T3.....	44
Tabelle 14: Subgruppenanalyse Schweregrad der Malokklusion – PAR-Werte zum Zeitpunkt T1 .....	45
Tabelle 15: Subgruppenanalyse Schweregrad der Malokklusion – PAR-Werte zum Zeitpunkt T2 .....	45
Tabelle 16: Subgruppenanalyse Schweregrad der Malokklusion – PAR-Werte zum Zeitpunkt T3 .....	46
Tabelle 17: Subgruppenanalyse in Bezug auf den Gaumenschleimhautkontakt – PAR-Werte zum Zeitpunkt T1 .....	47
Tabelle 18: Subgruppenanalyse in Bezug auf den Gaumenschleimhautkontakt – PAR-Werte zum Zeitpunkt T2 .....	47
Tabelle 19: Subgruppenanalyse in Bezug auf den Gaumenschleimhautkontakt – PAR-Werte zum Zeitpunkt T3 .....	48
Tabelle 20: Subgruppenanalyse in Bezug auf den Bisstyp – PAR-Werte zum Zeitpunkt T1 .....	49
Tabelle 21: Subgruppenanalyse in Bezug auf den Bisstyp – PAR-Werte zum Zeitpunkt T2 .....	49
Tabelle 22: Subgruppenanalyse in Bezug auf den Bisstyp – PAR-Werte zum Zeitpunkt T3 .....	50

## 11 LITERATURVERZEICHNIS

- AHLGREN, J. (1993): A ten-year evaluation of the quality of orthodontic treatment. *Swed Dent J* 17, (5), 201–209.
- AINAMO, J., PALOHEIMO, L., NORDBLAD, A., MURTOOMAA, H. (1986): Gingival recession in schoolchildren at 7, 12 and 17 years of age in Espoo, Finland. *Commun Dent Oral Epidemiol* 14, (5), 283–286.
- AL YAMI, E. A., KUIJPERS-JAGTMAN, A., HOF, M. (1998): Orthodontic treatment need prior to treatment and 5 years postretention. *Commun Dent Oral Epidemiol* 26, (6), 421–427.
- AL YAMI, E. A., KUIJPERS-JAGTMAN, A., VAN'T HOF, M. (1999): Stability of orthodontic treatment outcome: Follow-up until 10 years postretention. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 115, (3), 300–304.
- ALLAIS, D., MELSEN, B. (2003): Does labial movement of lower incisors influence the level of the gingival margin? A case–control study of adult orthodontic patients. *Eur J Orthod* 25, (4), 343–352.
- ANDREWS, L. (1989): *Straight Wire – The concept and appliance*, Wells, San Diego, Calif., 406 S.
- ANGLE, E. (1908): *Behandlung der Okklusionsanomalien der Zähne – Angle's System*, Verlag von Hermann Meusser, Berlin. 7. Aufl.
- ARTUN, J., GROBÉTY, D. (2001): Periodontal status of mandibular incisors after pronounced orthodontic advancement during adolescence: a follow-up evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 119, (1), 2–10.
- ARVYSTAS, M. (1979): Treatment of severe mandibular retrusion in Class II, Division 2 malocclusion. *Am J Orthod* 76, (2), 149–164.
- ARVYSTAS, M. (1990): Nonextraction treatment of severe class II, division 2 malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 97, (6), 510–521.
- AST, D., CARLOS, J., CONS, N. (1965): The prevalence and characteristics of malocclusion among senior high school students in upstate New York. *Am J Orthod* 51, (6), 437–445.
- BAILEY, L., HALTIWANGER, L., BLAKEY, G., PROFFIT, W. (2001): Who seeks surgical-orthodontic treatment: a current review. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 16, (4), 280–292.
- BARBOSA, L., ARAUJO, E., BEHRENTS, R., BUSCHANG, P. (2017): Longitudinal cephalometric growth of untreated subjects with Class II Division 2 malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 151, (5), 914–920.
- BASDRA, E., KIOKPASAGLOU, M., STELLZIG, A. (2000): The class II division 2 craniofacial type is associated with numerous congenital tooth anomalies. *Eur J Orthod* 22, (5), 529–535.

- BAUER, W., DIEDRICH, P. (1990): Motivation und Erfolgsbeurteilung erwachsener Patienten zur kieferorthopädischen Behandlung – Interpretation einer Befragung. *J Orofac Orthop* 51, (3), 180–188.
- BAUME, L., MARÉCHAUX, S. (1974): Uniform methods for the epidemiologic assessment of malocclusion – The development of basic methods by the World Health Organization and the Fédération Dentaire Internationale. *Am J Orthod* 66, (2), 121–129.
- BERG, R. (1983): Stability of deep overbite correction. *Eur J Orthod* 5, (1), 75–83.
- BERG, R., FREDLUND, A. (1981): Evaluation of orthodontic treatment results. *Eur J Orthod* 3, (3), 181–185.
- BERGSTRÖM, K., HALLING, A. (1997): Comparison of three indices in evaluation of orthodontic treatment outcome. *Acta Odontol Scand* 55, (1), 36–43.
- BIRKELAND, K., FUREVIK, J., BOE, O., WISTH, P. (1997): Evaluation of treatment and post-treatment changes by the PAR Index. *Eur J Orthod* 19, (3), 279–288.
- BISHARA, S. (2006): Class II Malocclusions – Diagnostic and Clinical Considerations With and Without Treatment. *Bull Tokyo Dent Coll* 12, (1), 11–24.
- BJÖRK, A., KREBS, A., SOLOW, B. (1964): A Method for Epidemiological Registration of Malocclusion. *Acta Odontol Scand* 22, (1), 27–41.
- BJORNAAS, T., RYGH, P., BOE, O. (1994): Severe overjet and overbite reduced alveolar bone height in 19-year-old men. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 106, (2), 139–145.
- BOCK, N., BREMEN, J. von, RUF, S. (2016a): Stabilität nach Therapie der Klasse II mit festsitzenden funktionskieferorthopädischen Geräten – systematische Übersicht und Metaanalyse. *Inf Orthod Kieferorthop* 48, (03), 177–187.
- BOCK, N., BREMEN, J. von, RUF, S. (2016b): Stability of Class II fixed functional appliance therapy—a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod* 38, (2), 129–139.
- BOCK, N., REISER, B., RUF, S. (2013): Class II subdivision treatment with the Herbst appliance. *Angle Orthod* 83, (2), 327–333.
- BOCK, N., RUEHL, J., RUF, S. (2017a): Orthodontic Class II:1 treatment—efficiency and outcome quality of Herbst-multibracket appliance therapy. *Clin Oral Invest.* 22, (5), 2005–2011.
- BOCK, N., RUEHL, J., RUF, S. (2019): Prevalence, magnitude, and incidence of labial gingival recession with Herbst-multibracket appliance treatment: A retrospective cohort study. *Angle Orthod* 89, (4), 535–543.
- BOCK, N., RUF, S. (2008): Post-treatment occlusal changes in Class II division 2 subjects treated with the Herbst appliance. *Eur J Orthod* 30, (6), 606–613.
- BOCK, N., RUF, S. (2013): Class II division 2 treatment—does skeletal maturity influence success and stability? *J Orofac Orthop* 74, (3), 187–204.

- BOCK, N., RUF, S., WIECHMANN, D., JILEK, T. (2016c): Herbst plus Lingual versus Herbst plus Labial – A comparison of occlusal outcome and gingival health. *Eur J Orthod* 38, (5), 478–484.
- BOCK, N., SAFFAR, M., HUDEL, H., EVÄLAHTI, M., HEIKINHEIMO, K., RICE, D., RUF, S. (2017b): Outcome quality and long-term (≥15 years) stability after Class II:2 Herbst-multibracket appliance treatment in comparison to untreated Class I controls. *Eur J Orthod*, 1-8.
- BOCK, N., SAFFAR, M., HUDEL, H., EVÄLAHTI, M., HEIKINHEIMO, K., RICE, D., RUF, S. (2018): Long-term effects of Class II orthodontic treatment on oral health. *J Orofac Orthop* 79, (2), 96–108.
- BOCK, N., SANTO, C., PANCHERZ, H. (2009): Facial profile and lip position changes in adult Class II, Division 2 subjects treated with the Herbst-Multibracket appliance. A radiographic cephalometric pilot study. *J Orofac Orthop* 70, (1), 51–62.
- BOLLEN, A.-M., CUNHA-CRUZ, J., BAKKO, D., HUANG, G., HUJOEL, P. (2008): The effects of orthodontic therapy on periodontal health: a systematic review of controlled evidence. *J Am Dent Assoc* 139, (4), 413–422.
- BREMEN, J. von (2000): Effizienz kieferorthopädischer Therapie des Distalbisses (Angle Klasse II:1) – Ein Vergleich von Früh- und Spätbehandlungen. Dissertation, Justus-Liebig-Universität, Gießen.
- BREMEN, J. von, BOCK, N., RUF, S. (2009): Is Herbst-Multibracket Appliance Treatment More Efficient in Adolescents than in Adults? *Angle Orthod* 79, (1), 173–177.
- BREMEN, J. von, LUDWIG, B., RUF, S. (2015): Anchorage loss due to Herbst mechanics-preventable through miniscrews? *Eur J Orthod* 37, (5), 462–466.
- BREMEN, J. von, PANCHERZ, H. (2002): Efficiency of early and late Class II Division 1 treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 121, (1), 31–37.
- BREMEN, J. von, PANCHERZ, H. (2003): Efficiency of class II division 1 and class II division 2 treatment in relation to different treatment approaches. *Semin Orthod* 9, (1), 87–92.
- BROOK, P., SHAW, W. (1989): The development of an index of orthodontic treatment priority. *Eur J Orthod* 11, (3), 309–320.
- BRUNELLE, J., BHAT, M., LIPTON, J. (1996): Prevalence and distribution of selected occlusal characteristics in the US population, 1988-1991. *J Dent Res* 75 Spec No, 706–713.
- BUCHANAN, I., RUSSELL, J., CLARK, J. (1996): Practical Application of the PAR Index – An Illustrative Comparison of the Outcome of Treatment Using Two Fixed Appliance Techniques. *Br J Orthod* 23, (4), 351–357.
- BUNDESRECHNUNGSHOF (2017): Bemerkung Nr. 9 - Nutzen kieferorthopädischer Behandlung muss endlich erforscht werden.

- CAMARDELLA, L., BREUNING, H., VASCONCELLOS VILELLA, O. de (2017): Accuracy and reproducibility of measurements on plaster models and digital models created using an intraoral scanner. *J Orofac Orthop* 78, (3), 211–220.
- CANSUNAR, H., UYSAL, T. (2014): Relationship between pretreatment case complexity and orthodontic clinical outcomes determined by the American Board of Orthodontics criteria. *Angle Orthod* 84, (6), 974–979.
- CANUT, J., ARIAS, S. (1999): A long-term evaluation of treated Class II division 2 malocclusions: a retrospective study model analysis. *Eur J Orthod* 21, (4), 377–386.
- CHAIYONGSIRISERN, A., RABIE, A., WONG, R. (2009): Stepwise Advancement Herbst Appliance versus Mandibular Sagittal Split Osteotomy – Treatment Effects and Long-term Stability of Adult Class II patients. *Angle Orthod* 79, (6), 1084–1094.
- CLEALL, J., BEGOLE, E. (1982): Diagnosis and Treatment of Class II Division 2 Malocclusion. *Angle Orthod* 52, (1), 38–60.
- DANIELS, C., RICHMOND, S. (2000): The development of the Index of Complexity, Outcome and Need (ICON). *J Public Health Dent* 27, (2), 149–162.
- DEGUCHI, T., HONJO, T., FUKUNAGA, T., MIYAWAKI, S., ROBERTS, W., TAKANO-YAMAMOTO, T. (2005): Clinical assessment of orthodontic outcomes with the peer assessment rating, discrepancy index, objective grading system, and comprehensive clinical assessment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 127, (4), 434–443.
- DEGUZMAN, L., BAHIRAEI, D., VIG, K., VIG, P., WEYANT, R., O'BRIEN, K. (1995): The validation of the Peer Assessment Rating index for malocclusion severity and treatment difficulty. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 107, (2), 172–176.
- DELIVANIS, H., KUFTINEC, M. (1980): Variation in morphology of the maxillary central incisors found in Class II, Division 2 malocclusions. *Am J Orthod* 78, (4), 438–443.
- DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR KIEFERORTHOPÄDIE E.V. (DGKFO) (2019): Qualitätssicherung in der Kieferorthopädie. *J Orofac Orthop* 80, (5), 279–288.
- DEVREESE, H., PAUW, G. de, VAN MAELE, G., KUIJPERS-JAGTMAN, A., DERMAUT, L. (2007): Stability of upper incisor inclination changes in Class II division 2 patients. *Eur J Orthod* 29, (3), 314–320.
- DIEDRICH, P., Hrsg. (2000): Kieferorthopädie I – Orofaziale Entwicklung und Diagnostik. *Praxis der Zahnheilkunde / begr. von D. Haunfelder... Hrsg. von P. Diedrich Bd. 11/I*, Urban & Fischer, München [u.a.].
- DIEDRICH, P. (2005): Kieferorthopädische Behandlung Erwachsener. In: DIEDRICH, P., Hrsg., *Kieferorthopädie III. Spezifische kieferorthopädische Fragestellungen und interdisziplinäre Aufgaben*, Urban & Fischer, München [u.a.], 173–208.



- DJEU, G., HAYES, C., ZAWAIDEH, S. (2002): Correlation Between Mandibular Central Incisor Proclination and Gingival Recession During Fixed Appliance Therapy. *Angle Orthod*, (72), 238–245.
- DRAKER, H. (1958): Handicapping labio-lingual deviations – A proposed Index for public Health purposes. *J Public Health Dent* 18, (4), 1–7.
- DROSCHL, H. (1974): Die Morphologie des Deckbisses. *J Orofac Orthop* 35, (2), 209–220.
- DU, S., RINCHUSE, D., ZULLO, T., RINCHUSE, D. (1998): Reliability of three methods of occlusion classification. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 113, (4), 463–470.
- EBERHARD, H., HIRSCHFELDER, U. (1998): Treatment of Class II, Division 2 in the late growth period. *J Orofac Orthop* 59, (6), 352–361.
- EHMER, U. (2000): Klassifikation der kieferorthopädischen Befunde. In: DIEDRICH, P., Hrsg., *Kieferorthopädie I. Orofaziale Entwicklung und Diagnostik*, Urban & Fischer, München [u.a.], 109–120.
- EISMANN, D. (1971): Ein Vorschlag zur Objektivierung kieferorthopädischer Behandlungsleistungen. *Dtsch Stomatol* 21, (7), 505–513.
- EISMANN, D. (1974): A method of evaluating the efficiency of orthodontic treatment. *Trans Eur Orthod Soc*, 223–232.
- ERICKSON, L., HUNTER, W. (1985): Class II, Division 2 Treatment and Mandibular Growth. *Angle Orthod* 55, (3), 215–224.
- FARMAND, M. (1988): Deckbißbehandlung von Erwachsenen ohne Prämolarenextraktion. *J Orofac Orthop* 49, (1), 56–61.
- FELLNER, U., SCHLÖMER, R. (1996): Der PAR-Index - eine praktikable Methode der Qualitätssicherung. *Kieferorthop* 10, 193–200.
- FERRAZZINI, G. (2008): Class II/2 malocclusion: early treatment with removable appliances and stability after 20 years. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 118, (9), 814–819.
- FIELD, A. (2009): *Discovering statistics using SPSS – (and sex and drugs and rock'n'roll)*, Sage, Los Angeles, Calif. 3. Aufl., 821 S.
- FINK, D., SMITH, R. (1992): The duration of orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 102, (1), 45–51.
- FIRESTONE, A., HÄSLER, R., INGERVALL, B. (1999): Treatment results in dental school orthodontic patients in 1983 and 1993. *Angle Orthod* 69, (1), 19–26.
- FISK, G., CULBERT, M., GRAINGER, R., HEMREND, B., MOYERS, R. (1953): The morphology and physiology of distocclusion. *Am J Orthod* 39, (1), 3–12.
- FLEISCHER-PETERS, A., FLEISCHER, E. (1974): Funktionelle Deckbißbehandlung. *J Orofac Orthop* 35, (1), 64–70.
- FLETCHER, G. (1975): The Retroclined Upper Incisor. *Br J Orthod* 2, (4), 207–216.

- FOX, N. (1993): The first 100 cases – A personal audit of orthodontic treatment assessed by the PAR (peer assessment rating) index. *Br Dent J* 174, (8), 290–297.
- FRÄNKEL, R., FALCK, F. (1967): Zahndurchbruch und Vererbung beim Deckbiß. *J Orofac Orthop* 28, (2), 175–182.
- FRÖHLICH, F. (1962): Changes In Untreated Class II Type Malocclusions. *Angle Orthod* 32, (3), 167–179.
- FUHRMANN, R., BERG, R. (1990): Nachuntersuchung von Patienten mit Deckbiss des Typs Angle-Klasse II,2. *Prakt Kieferorthop*, (4), 11–20.
- GHAFAARI, J., HADDAD, R. (2014): Cephalometric and dental analysis of Class II, Division 2 reveals various subtypes of the malocclusion and the primacy of dentoalveolar components. *Semin Orthod* 20, (4), 272–286.
- GLENNY, A.-M., HARRISON, J. (2003): How to...interpret the orthodontic literature. *J Orthod* 30, (2), 159–164.
- GONZÁLEZ-GIL-DE-BERNABÉ, P., BELLOT-ARCÍS, C., MONTIEL-COMPANY, J., GANDÍA-FRANCO, J. (2014): Evaluation of treatment outcomes in a 3 years post-graduate orthodontic program using the peer assessment rating (par). *J Clin Exp Dent* 6, (4), e364-8.
- GOTTLIEB, E. (1975): Grading your orthodontic treatment results. *J Clin Orthod* 9, (3), 155–161.
- GRABOWSKI, R., KUNDT, G., STAHL, F. (2007): Interrelation between occlusal findings and orofacial myofunctional status in primary and mixed dentition: Part III: Interrelation between malocclusions and orofacial dysfunctions. *J Orofac Orthop* 68, (6), 462–476.
- HÄGG, U., TARANGER, J. (1980): Skeletal stages of the hand and wrist as indicators of the pubertal growth spurt. *Acta Odontol Scand* 38, (3), 187–200.
- HAMDAN, A. (2004): The relationship between patient, parent and clinician perceived need and normative orthodontic treatment need. *Eur J Orthod* 26, (3), 265–271.
- HAMDAN, A., ROCK, W. (1999): An appraisal of the Peer Assessment Rating (PAR) Index and a suggested new weighting system. *Eur J Orthod* 21, (2), 181–192.
- HANSEN, K., IEMAMNUEISUK, P., PANCHERZ, H. (1995): Long-term effects of the Herbst appliance on the dental arches and arch relationships: a biometric study. *Br J Orthod* 22, (2), 123–134.
- HANSEN, K., KOUTSONAS, T., PANCHERZ, H. (1997): Long-term effects of Herbst treatment on the mandibular incisor segment: a cephalometric and biometric investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 112, (1), 92–103.
- HARZER, W. (1999): *Lehrbuch der Kieferorthopädie*, Hanser, München, xi, 299.
- HASSEL, B., FARMAN, A. (1995): Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 107, (1), 58–66.

- HAUSSER, E. (1953): Zur Ätiologie und Genese des Deckbisses. *J Orofac Orthop* 14, (3), 154–161.
- HEIDE, M. (1957): Class II, Division 2, A Challenge. *Angle Orthod* 27, (3), 159–161.
- HEIKINHEIMO, K., NYSTRÖM, M., HEIKINHEIMO, T., PIRTINIEMI, P., PIRINEN, S. (2012): Dental arch width, overbite, and overjet in a Finnish population with normal occlusion between the ages of 7 and 32 years. *Eur J Orthod* 34, (4), 418–426.
- HELLMAN, M. (1922): Studies on the etiology of Angle's Class II malocclusal manifestations. *Int J Orthod Oral Surg Radiogr* 8, (3), 129–150.
- HELM, S. (1977): Intra-examiner reliability of epidemiologic registrations of malocclusion. *Acta Odontol Scand* 35, (1-3), 161–165.
- HERBST, E. (1934): Dreissigjährige Erfahrungen mit dem Retentions-Scharnier. *Zahnärztl Rundsch* 43, 1513-1523, 1561-1568, 1609-1616.
- HIRSCHFELDER, U., FLEISCHER-PETERS, A. (1993): Kritische Bewertung funktionskieferorthopädisch behandelter Klasse-II-Anomalien. *J Orofac Orthop* 54, (6), 237–248.
- HOURFAR, J., LUDWIG, B., RUF, S. (2012): Das Behandlungsspektrum der Herbst-Apparatur im Verlauf von 3 Jahrzehnten - eine Literaturübersicht. *Inf Orthod Kieferorthop* 44, (03), 173–182.
- HOWE, R. (1982): The bonded Herbst appliance. *J Clin Orthod* 16, (10), 663–667.
- HOWE, R. (1984): The acrylic-splint Herbst. Problem solving. *J Clin Orthod* 18, (7), 497–501.
- HOWE, R. (1987): Removable plastic Herbst retainer. *J Clin Orthod* 21, (8), 533–537.
- HUANG, G., BATES, S., EHLERT, A., WHITING, D., CHEN, S., BOLLEN, A.-M. (2012): Stability of deep-bite correction: A systematic review. *J World Fed Orthod* 1, (3), e89-e86.
- IGES-INSTITUT (2018): Kieferorthopädische Behandlungsmaßnahmen – Gutachten für das Bundesministerium für Gesundheit, Berlin.
- INGERVALL, B., MOHLIN, B., THILANDER, B. (1978): Prevalence and awareness of malocclusion in Swedish men. *Commun Dent Oral Epidemiol* 6, (6), 308–314.
- JASPER, J., MCNAMARA JR., J. (1995): The correction of interarch malocclusions using a fixed force module. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 108, (6), 641–650.
- JOHAL, A., KATSAROS, C., KILIARIDIS, S., LEITAO, P., ROSA, M., SCULEAN, A., WEILAND, F., ZACHRISSON, B. (2013): State of the science on controversial topics: orthodontic therapy and gingival recession (a report of the Angle Society of Europe 2013 meeting). *Prog Orthod* 14, 16.
- JONAS, I. (2000): Therapie der Klasse II/2. In: DIEDRICH, P., Hrsg., *Kieferorthopädie II. Therapie*, Urban & Fischer, München, 315–327.

- JOSS-VASSALLI, I., GREBENSTEIN, C., TOPOUZELIS, N., SCULEAN, A., KATSAROS, C. (2010): Orthodontic therapy and gingival recession: a systematic review. *Orthod Craniofac Res* 13, (3), 127–141.
- KAHL-NIEKE, B. (2010): Einführung in die Kieferorthopädie – Diagnostik, Behandlungsplanung, Therapie, Deutscher Zahnärzte Verlag, Köln. 3. Aufl., 380 S.
- KALAVRITINOS, M. (2001): Dentoskeletal and esthetic changes of facial profile following activator treatment of Class II, Division 2 malocclusions. *Hellenic Orthodontic Review* 4, (1), 21–36.
- KARAGEORGIU, N. (1995): Auswertung kieferorthopädischer Behandlungsergebnisse. Dissertation, Justus-Liebig-Universität, Gießen.
- KASSAB, M., COHEN, R. (2003): The etiology and prevalence of gingival recession. *J Am Dent Assoc* 134, (2), 220–225.
- KATZ, M. (1992a): Angle classification revisited 1: Is current use reliable? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 102, (2), 173–179.
- KATZ, M. (1992b): Angle classification revisited 2: A modified Angle classification. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 102, (3), 277–284.
- KERR, W., BUCHANAN, I., MCCOLL, J. (1993): Use of the PAR Index in Assessing the Effectiveness of Removable Orthodontic Appliances. *Br J Orthod* 20, (4), 351–357.
- KERR, W., BUCHANAN, I., MCNAIR, F., MCCOLL, J. (1994): Factors influencing the outcome and duration of removable appliance treatment. *Eur J Orthod* 16, (3), 181–186.
- KHOCHT, A., SIMON, G., PERSON, P., DENEPITIYA, J. (1993): Gingival recession in relation to history of hard toothbrush use. *J Periodontol* 64, (9), 900–905.
- KIM, T., LITTLE, R. (1999): Postretention assessment of deep overbite correction in Class II Division 2 malocclusion. *Angle Orthod* 69, (2), 175–186.
- KINZEL, J., ABERSCHEK, P., MISCHAK, I., DROSCHL, H. (2002): Study of the extent of torque, protrusion and intrusion of the incisors in the context of Class II, division 2 treatment in adults. *J Orofac Orthop* 63, (4), 283–299.
- KINZINGER, G., FRYE, L., DIEDRICH, P. (2009): Class II treatment in adults: comparing camouflage orthodontics, dentofacial orthopedics and orthognathic surgery--a cephalometric study to evaluate various therapeutic effects. *J Orofac Orthop* 70, (1), 63–91.
- KIRSCHNECK, C., PROFF, P. (2018): Stabilitätsfaktoren und Stabilitätsprognose. In: IHLOW, D., RUDZKI, I., Hrsg., *Kieferorthopädische Retention. Kriterien, Regeln und Maßnahmen der Rezidivprophylaxe : 260 Abbildungen*, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 91–128.
- KLAUS, K., STARK, P., SERBESIS, T., PANCHERZ, H., RUF, S. (2017): Excellent versus unacceptable orthodontic results: influencing factors. *Eur J Orthod*. 39, (6), 615-621.

- KONIK, M., PANCHERZ, H., HANSEN, K. (1997): The mechanism of Class II correction in late Herbst treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 112, (1), 87–91.
- KORKHAUS, G. (1931): A. Ätiologie der Zahnstellungs- und Kieferanomalien. *J Orofac Orthop* 1, (1), 136–154.
- KORKHAUS, G. (1953): Über den Aufbau des Gesichtsschädels beim Deckbiß. *J Orofac Orthop* 14, (3), 162–172.
- KRIEGER, E. (2006): Effektivität der Multibracket-Apparatur (Tip Edge) mit Klasse II Gummizügen bei der Distalbissbehandlung (Angle Klasse II:1). Dissertation, Justus-Liebig-Universität, Gießen.
- KUNZ, F., PLATTE, P., KEß, S., GEIM, L., ZEMAN, F., PROFF, P., HIRSCHFELDER, U., STELLZIG-EISENHAUER, A. (2018): Correlation between oral health-related quality of life and orthodontic treatment need in children and adolescents—a prospective interdisciplinary multicentre cohort study. *J Orofac Orthop* 79, (5), 297–308.
- LANZER, B., BANTLEON, H.-P. (2016): Äquilibrium von Zunge, Lippen und Wangen. *Inf Orthod Kieferorthop* 48, (01), 29–34.
- LAPATKI, B., MAGER, A., SCHULTE-MONTING, J., JONAS, I. (2002): The Importance of the Level of the Lip Line and Resting Lip Pressure in Class II, Division 2 Malocclusion. *J Dent Res* 81, (5), 323–328.
- LISSON, J., ZIMMER, B. (11. Januar 2019): IGES-Gutachten zum Nutzen kieferorthopädischer Behandlung wird vielfach falsch interpretiert / Die Kieferorthopädie kann Lebensqualität verbessern, 2 S.
- LITT, R., NIELSEN, I. (1984): Class II, division 2 malocclusion. To extract--or not extract? *Angle Orthod* 54, (2), 123–138.
- MASSLER, M., FRANKEL, J. (1951): Prevalence of malocclusion in children aged 14 to 18 years. *Am J Orthod* 37, (10), 751–768.
- MAYRHOFER, B. (1912): Lehrbuch der Zahnkrankheiten, Fischer, Jena.
- MCGUINNESS, N., MCDONALD, J. (1998): The influence of operator changes on orthodontic treatment times and results in a postgraduate teaching environment. *Eur J Orthod* 20, (2), 159–167.
- MCNAMARA JR., J. (1973): Neuromuscular and skeletal adaptations to altered function in the orofacial region. *Am J Orthod* 64, (6), 578–606.
- MCNAMARA JR., J. (1981): Components of Class II Malocclusion in Children. *Angle Orthod* 51, (3), 171–202.
- MCNAMARA JR., J., HOWE, R. (1988): Clinical management of the acrylic splint Herbst appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 94, (2), 142–149.

- MCNAMARA JR., J., PETERSON, J., PANCHERZ, H. (2003): Histologic changes associated with the Herbst appliance in adult rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Semin Orthod* 9, (1), 26–40.
- MELSEN, B., ALLAIS, D. (2005): Factors of importance for the development of dehiscences during labial movement of mandibular incisors: a retrospective study of adult orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 127, (5), 552-61; quiz 625.
- MILLETT, D., CUNNINGHAM, S., O'BRIEN, K., BENSON, P., OLIVEIRA, C. de (2012): Treatment and stability of class II division 2 malocclusion in children and adolescents: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 142, (2), 159-169.e9.
- MILLETT, D., CUNNINGHAM, S., O'BRIEN, K., BENSON, P., OLIVEIRA, C. de (2017): Orthodontic treatment for deep bite and retroclined upper front teeth in children. *Cochrane Database Syst Rev*, (10).
- MILLETT, D., CUNNINGHAM, S., O'BRIEN, K., BENSON, P., WILLIAMS, A., OLIVEIRA, C. de (2006): Orthodontic treatment for deep bite and retroclined upper front teeth in children. *Cochrane Database Syst Rev*, (4), CD005972.
- MILLS, J. (1973): The Problem of Overbite in Class II, Division 2 Malocclusion. *Br J Orthod* 1, (1), 34–48.
- MORESCA, A., MORAES, N. de, TOPOLSKI, F., FLORES-MIR, C., MORO, A., MORESCA, R., CORRER, G. (2020): Esthetic perception of facial profile changes in Class II patients treated with Herbst or Forsus appliances. *Angle Orthod*.
- MORRIS, J., CAMPBELL, P., TADLOCK, L., BOLEY, J., BUSCHANG, P. (2017): Prevalence of gingival recession after orthodontic tooth movements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 151, (5), 851–859.
- MORTON, S., PANCHERZ, H. (2009): Changes in functional occlusion during the postorthodontic retention period: a prospective longitudinal clinical study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 135, (3), 310–315.
- MOYERS, R., RIOLO, M., GUIRE, K., WAINRIGHT, R., BOOKSTEIN, F. (1980): Differential diagnosis of Class II malocclusions. *Am J Orthod* 78, (5), 477–494.
- NICOL, W. (1954): The morphology of the lips in relation to the incisor teeth. *Trans Brit Soc Study Orthod*, 25–28.
- OBIJOU, C., PANCHERZ, H. (1997): Herbst appliance treatment of Class II, division 2 malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 112, (3), 287–291.
- O'BRIEN, K., SHAW, W., ROBERTS, C. (1993): The Use of Occlusal Indices in Assessing the Provision of Orthodontic Treatment by the Hospital Orthodontic Service of England and Wales. *Br J Orthod* 20, (1), 25–35.
- O'BRIEN, K., WRIGHT, J., CONBOY, F., SANJIE, Y., MANDALL, N., CHADWICK, S., CONNOLLY, I., COOK, P., BIRNIE, D., HAMMOND, M., HARRADINE, N., LEWIS, D., MCDADE, C., MITCHELL, L.,

- MURRAY, A., O'NEILL, J., READ, M., ROBINSON, S., ROBERTS-HARRY, D., SANDLER, J., SHAW, I. (2003): Effectiveness of treatment for class II malocclusion with the herbst or twin-block appliances – A randomized, controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 124, (2), 128–137.
- OLIVEIRA, P., TAVARES, R., FREITAS, J. (2013): Assessment of motivation, expectations and satisfaction of adult patients submitted to orthodontic treatment. *Dental Press J Orthod* 18, (2), 81–87.
- OMBLUS, J., MALMGREN, O., PANCHERZ, H., HÄGG, U., HANSEN, K. (1997): Long-term effects of Class II correction in Herbst and Bass therapy. *Eur J Orthod* 19, (2), 185–193.
- ONYEASO, C. (2004): Prevalence of malocclusion among adolescents in Ibadan, Nigeria. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 126, (5), 604–607.
- OTUYEMI, O., JONES, S. (1995): Long-term Evaluation of Treated Class II Division 1 Malocclusions Utilizing the PAR Index. *Br J Orthod* 22, (2), 171–178.
- PABARI, S., MOLES, D., CUNNINGHAM, S. (2011): Assessment of motivation and psychological characteristics of adult orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 140, (6), e263-e272.
- PANCHERZ, H. (1979): Treatment of class II malocclusions by jumping the bite with the Herbst appliance. A cephalometric investigation. *Am J Orthod* 76, (4), 423–442.
- PANCHERZ, H. (1981): The effect of continuous bite jumping on the dentofacial complex: a follow-up study after Herbst appliance treatment of Class II malocclusions. *Eur J Orthod* 3, (1), 49–60.
- PANCHERZ, H. (1982): The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment. A cephalometric investigation. *Am J Orthod* 82, (2), 104–113.
- PANCHERZ, H. (1985): The Herbst appliance—Its biologic effects and clinical use. *Am J Orthod* 87, (1), 1–20.
- PANCHERZ, H. (1995): *The Herbst appliance*, Editorial Aguiram, Sevilla, Spain. 1. Aufl., 74 S.
- PANCHERZ, H. (2000): Dentofacial orthopedics or orthognathic surgery – Is it a matter of age? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 117, (5), 571–574.
- PANCHERZ, H. (2018): Der Bisstyp - eine erweiterte Angle-Klassifikation – Vorstellung einer neuen Methode. *Kieferorthop* 32, (1), 31–36.
- PANCHERZ, H., ANEHUS-PANCHERZ, M. (1993): The headgear effect of the herbst appliance – A cephalometric long-term study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 103, (6), 510–520.
- PANCHERZ, H., BJERKLIN, K. (2014): Mandibular incisor inclination, tooth irregularity, and gingival recessions after Herbst therapy: a 32-year follow-up study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 146, (3), 310–318.

- PANCHERZ, H., BJERKLIN, K., LINDSKOG-STOKLAND, B., HANSEN, K. (2014): Thirty-two-year follow-up study of Herbst therapy: a biometric dental cast analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 145, (1), 15–27.
- PANCHERZ, H., BONDEMARK, L. (2021): The bite-type malocclusion classification – An extended Angle-method. Is the new classification reliable? *APOS* 11, 100–105.
- PANCHERZ, H., HÄGG, U. (1985): Dentofacial orthopedics in relation to somatic maturation. An analysis of 70 consecutive cases treated with the Herbst appliance. *Am J Orthod* 88, (4), 273–287.
- PANCHERZ, H., HANSEN, K. (1986): Occlusal changes during and after Herbst treatment: a cephalometric investigation. *Eur J Orthod* 8, (4), 215–228.
- PANCHERZ, H., HANSEN, K. (1988): Mandibular anchorage in Herbst treatment. *Eur J Orthod* 10, (2), 149–164.
- PANCHERZ, H., RUF, S. (2000a): Herbst-Apparatur. In: DIEDRICH, P., Hrsg., *Kieferorthopädie II. Therapie*, Urban & Fischer, München, 281–297.
- PANCHERZ, H., RUF, S. (2000b): The Herbst Appliance: Research-Based Updated Clinical Possibilities. *World J Orthod*, (1(1)), 17–32.
- PANCHERZ, H., RUF, S. (2008): The Herbst appliance – Research-based clinical management, Quintessence Pub. Co, London, Chicago, 266 S.
- PANCHERZ, H., RUF, S., KOHLHAS, P. (1998): "Effective condylar growth" and chin position changes in Herbst treatment: a cephalometric roentgenographic long-term study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 114, (4), 437–446.
- PANCHERZ, H., SZYSKA, M. (2000): Analyse der Halswirbelkörper statt der Handknochen zur Bestimmung der somatischen Reife. *Inf Orthod Kieferorthop* 32, (2), 151–161.
- PANCHERZ, H., ZIEBER, K. (1998): Dentoskeletal morphology in children with Deckbiss. *J Orofac Orthop* 59, (5), 274–285.
- PECK, S., PECK, L., KATAJA, M. (1998): Class II Division 2 malocclusion: a heritable pattern of small teeth in well-developed jaws. *Angle Orthod* 68, (1), 9–20.
- PIETZ, I. (2000): Positionsveränderungen und Belastungsschäden der Ankerzähne bei der Herbst-Behandlung. Dissertation, Gießen.
- REISER, B. (2012): Erfolg asymmetrischer Unterkiefervorverlagerung mit der Herbst-Apparatur. Dissertation, Justus-Liebig-Universität, Gießen.
- RENKEMA, A., FUDALEJ, P., RENKEMA, A., ABBAS, F., BRONKHORST, E., KATSAROS, C. (2013a): Gingival labial recessions in orthodontically treated and untreated individuals: a case - control study. *J Clin Periodontol* 40, (6), 631–637.
- RENKEMA, A., FUDALEJ, P., RENKEMA, A., BRONKHORST, E., KATSAROS, C. (2013b): Gingival recessions and the change of inclination of mandibular incisors during orthodontic treatment. *Eur J Orthod* 35, (2), 249–255.



- RENKEMA, A., FUDALEJ, P., RENKEMA, A., KIEKENS, R., KATSAROS, C. (2013c): Development of labial gingival recessions in orthodontically treated patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 143, (2), 206–212.
- RENKEMA, A., PADMOS, J., QUINCEY, G. de (2017): Gingivarezessionen und Kieferorthopädie. *Inf Orthod Kieferorthop* 49, (02), 99–104.
- RICHMOND, S. (2005): Evaluating effective orthodontic care, First Numerics, Ltd., Cardiff, 84 S.
- RICHMOND, S., SHAW, W., O'BRIEN, K., BUCHANAN, I., JONES, R., STEPHENS, C., ROBERTS, C., ANDREWS, M. (1992a): The development of the PAR Index (Peer Assessment Rating) – Reliability and validity. *Eur J Orthod* 14, (2), 125–139.
- RICHMOND, S., SHAW, W., ROBERTS, C., ANDREWS, M. (1992b): The PAR Index (Peer Assessment Rating) – Methods to determine outcome of orthodontic treatment in terms of improvement and standards. *Eur J Orthod* 14, (3), 180–187.
- RICHMOND, S., SHAW, W., STEPHENS, C., WEBB, W., ROBERTS, C., ANDREWS, M. (1993): Orthodontics in the General Dental Service of England and Wales – A Critical Assessment of Standards. *Br Dent J* 174, (9), 315–329.
- RIDLEY, D. (1960): Some factors concerned with the reduction of excessive incisor overbite in Angle's Class II, division 2 type of malocclusion. *Transactions of the British Society for the Study of Orthodontics*, 118–137.
- ROBB, S., SADOWSKY, C., SCHNEIDER, B., BEGOLE, E. (1998): Effectiveness and duration of orthodontic treatment in adults and adolescents. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 114, (4), 383–386.
- ROBERTSON, N., HILTON, R. (1965): Feature of the Upper Central Incisors in Class II, Division 2. *Angle Orthod* 35, (1), 51–53.
- ROCK, W. (1990): Treatment of Class II malocclusions with removable appliances. Part 4. Class II division 2 treatment. *Br Dent J* 168, (7), 298–302.
- RUF, S. (2006a): Kieferorthopädische Behandlungsmittel – 2. neubearbeitete Auflage, Justus-Liebig-Universität, Gießen.
- RUF, S. (2006b): Kommentar zum Befundbericht – 13. neubearbeitete Auflage, Gießen.
- RUF, S., HANSEN, K., PANCHERZ, H. (1998): Does orthodontic proclination of lower incisors in children and adolescents cause gingival recession? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 114, (1), 100–106.
- RUF, S., PANCHERZ, H. (1998): Temporomandibular joint growth adaptation in Herbst treatment: a prospective magnetic resonance imaging and cephalometric roentgenographic study. *Eur J Orthod* 20, (4), 375–388.
- RUF, S., PANCHERZ, H. (1999a): Class II Division 2 malocclusion: Genetics or environment? A case report of monozygotic twins. *Angle Orthod* 69, (4), 321–324.

- RUF, S., PANCHERZ, H. (1999b): Dentoskeletal effects and facial profile changes in young adults treated with the Herbst appliance. *Angle Orthod* 69, (3), 239–246.
- RUF, S., PANCHERZ, H. (1999c): Temporomandibular joint remodeling in adolescents and young adults during Herbst treatment: A prospective longitudinal magnetic resonance imaging and cephalometric radiographic investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 115, (6), 607–618.
- RUF, S., PANCHERZ, H. (2004): Orthognathic surgery and dentofacial orthopedics in adult Class II Division 1 treatment: mandibular sagittal split osteotomy versus Herbst appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 126, (2), 140-52; quiz 254-5.
- RUF, S., PANCHERZ, H. (2006): Herbst/multibracket appliance treatment of Class II division 1 malocclusions in early and late adulthood. a prospective cephalometric study of consecutively treated subjects. *Eur J Orthod* 28, (4), 352–360.
- RUTTER, R., WITT, E. (1990): Correction of class II, division 2 malocclusions through the use of the bionator appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 97, (2), 106–112.
- SALONEN, L., MOHLIN, B., GOOTZLINGER, B., HELLDEN, L. (1992): Need and demand for orthodontic treatment in an adult Swedish population. *Eur J Orthod* 14, (5), 359–368.
- SALZMANN, J. (1968): Handicapping malocclusion assessment to establish treatment priority. *Am J Orthod* 54, (10), 749–765.
- SANDEN, E., PANCHERZ, H., HANSEN, K. (2004): Complications during Herbst appliance treatment. *J Clin Orthod* 38, (3), 130–133.
- SASSOUNI, V. (1969): A classification of skeletal facial types. *Am J Orthod* 55, (2), 109–123.
- SCHIÖTH, T., BREMEN, J. von, PANCHERZ, H., RUF, S. (2007): Complications during Herbst appliance treatment with reduced mandibular cast splints – A prospective, clinical multicenter study. *J Orofac Orthop* 68, (4), 321–327.
- SCHOPF, P. (2008a): *Curriculum Kieferorthopädie*, Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin [u.a.]. 4. Aufl.
- SCHOPF, P. (2008b): *Curriculum Kieferorthopädie*, Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin [u.a.]. 4. Aufl.
- SCHOPF, P. (2013): *Kieferorthopädische Abrechnung – BEMA, KIG, GOZ 2012/GOÄ*, Quintessenz-Verl., Berlin, Chicago, Ill., Tokio, Barcelona, Bukarest, Istanbul, London, Mailand, Moskau, Neu-Delhi, Paris, Peking, Prag, Riad, São Paulo, Seoul, Singapur, Warschau, Zagreb. 2. Aufl., 188 S.
- SCHULZE, C. (1982): *Die normale und abnorme Entwicklung des Gebisses, die Umbauvorgänge im Parodontium und Kiefergelenksbereich, Morpho- bzw. Pathogenese und Ätiologie der Dysgnathien*, Quintessenz Verlag, Berlin, 372 S.

- SCHUMACHER, M., SCHULGEN, G. (2007): Methodik klinischer Studien – Methodische Grundlagen der Planung, Durchführung und Auswertung, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- SCHURICHT, H. (1953): Beitrag zur Morphogenese des Deckbisses. *J Orofac Orthop* 14, (2), 92–97.
- SCHWARZ, A. (1934): Erfahrungen mit dem Herbstschen Scharnier zur Behandlung des Distalbisses. *Zahnärztl Rundsch* 43, 45-53, 89-99.
- SCHWARZ, A. (1953): Über das Ziehen von Zähnen bei Deckbiß. *J Orofac Orthop* 14, (3), 145–154.
- SCHWARZ, A. (1956): Der Deckbiß (Steilbiß) im Fernröntgenbild. *J Orofac Orthop* 17, (4), 258–282.
- SCHWEITZER, M., PANCHERZ, H. (2001): The incisor-lip relationship in Herbst/multibracket appliance treatment of Class II, Division 2 malocclusions. *Angle Orthod* 71, (5), 358–363.
- SCHWEITZER, M., PANCHERZ, H. (2002): Die Relation der Unterlippe zu den oberen Schneidezähnen bei der Behandlung der Klasse II:2 mit der Herbst-/Multibracket-Apparatur. *Inf Orthod Kieferorthop* 34, 35–42.
- SELWYN-BARNETT, B. (1991): Rationale of Treatment for Class II Division 2 Malocclusion. *Br J Orthod* 18, (3), 173–181.
- SHAW, W., RICHMOND, S., O'BRIEN, K. (1995): The use of occlusal indices – A European perspective. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 107, (1), 1–10.
- SHAW, W., RICHMOND, S., O'BRIEN, K., BROOK, P., STEPHENS, C. (1991): Quality control in orthodontics – Indices of treatment need and treatment standards. *Br Dent J* 170, (3), 107–112.
- SIDDEGOWDA, R., RANI, M. (2013): Prevalence of malocclusion in four zones of Karnataka state school children using Ackermann–Proffit system – An epidemiological survey. *J Pierre Fauchard Acad* 27, (4), 113–117.
- SIERWALD, I., JOHN, M., SCHIERZ, O., JOST-BRINKMANN, P.-G., REISSMANN, D. (2015): Association of overjet and overbite with esthetic impairments of oral health-related quality of life. *J Orofac Orthop* 76, (5), 405–420.
- SILVA, J., GERSZEWSKI, C., MORESCA, R., CORRER, G., FLORES-MIR, C., MORO, A. (2015): Retrospective study of clinical complications during orthodontic treatment with either a removable mandibular acrylic splint Herbst or with a cantilever Herbst. *Angle Orthod* 85, (1), 64–71.
- SILVA, R., KANG, D. (2001): Prevalence of malocclusion among Latino adolescents. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 119, (3), 313–315.
- SIRIWAT, P., JARABAK, J. (1985): Malocclusion and Facial Morphology Is there a Relationship? *Angle Orthod* 55, (2), 127–138.

- SLUTZKEY, S., LEVIN, L. (2008): Gingival recession in young adults: occurrence, severity, and relationship to past orthodontic treatment and oral piercing. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 134, (5), 652–656.
- SMITH, R. (1997): Gingival recession. Reappraisal of an enigmatic condition and a new index for monitoring. *J Clin Periodontol* 24, (3), 201–205.
- SO, L., TANG, E. (1993): A comparative study using the Occlusal Index and the Index of Orthodontic Treatment Need. *Angle Orthod* 63, (1), 57–64.
- STELLZIG, A., BASDRA, E., KOMPOSCH, G. (1996): Skelettale und dentoalveoläre Veränderungen nach Extraktion der zweiten Molaren im Oberkiefer. *J Orofac Orthop* 57, (5), 288–297.
- STELLZIG, A., BASDRA, E., KUBE, C., KOMPOSCH, G. (1999): Extraction therapy in patients with class II/2 malocclusion. *J Orofac Orthop* 60, (1), 39–52.
- STRANG, R. (1958): Class II, Division 2 Malocclusion\*. *Angle Orthod* 28, (4), 210–214.
- SÜDWASSER, S., BOCK, N., JOST, J., KILLAT, S., RUF, S. (2021): Herbst–multibracket appliance treatment: is there an association between lower incisor position changes and the development of labial gingival recessions? *J Orofac Orthop*.
- SUMMERS, C. (1971): The occlusal index: A system for identifying and scoring occlusal disorders. *Am J Orthod* 59, (6), 552–567.
- SWANN, G. (1954): The diagnosis and interception of Class II, Division 2 malocclusion. *Am J Orthod* 40, (5), 325–340.
- TAYLOR, P., KERR, W., MCCOLL, J. (1996): Factors Associated with the Standard and Duration of Orthodontic Treatment. *Br J Orthod* 23, (4), 335–341.
- TENENBAUM, H. (1982): A clinical study comparing the width of attached gingiva and the prevalence of gingival recessions. *J Clin Periodontol* 9, (1), 86–92.
- TURBILL, E., RICHMOND, S., WRIGHT, J. (1999): A closer look at General Dental Service orthodontics in England and Wales. I: Factors influencing effectiveness. *Br Dent J* 187, (4), 211–216.
- VAN DER LINDEN, F., BOERSMA, H. (1988): Diagnose und Behandlungsplanung in der Kieferorthopädie, Quintessenz Verlag, Berlin, Chicago, London, São Paulo, Tokio.
- VIG, P., ORTH., D., WEINTRAUB, J., BROWN, C., KOWALSKI, C. (1990): The duration of orthodontic treatment with and without extractions – A pilot study of five selected practices. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 97, (1), 45–51.
- VU, J., PANCHERZ, H., SCHWESTKA-POLLY, R., WIECHMANN, D. (2012): Correction of Class II, Division 2 malocclusions using a completely customized lingual appliance and the Herbst device. *J Orofac Orthop* 73, (3), 225–235.
- WALLIS, S. (1963): Integration of Certain Variants of the Facial Skeleton in Class II Division 2. *Angle Orthod* 33, (1), 60–67.

- WEBER, T., LACKNER, C. (2010): *Memorix Zahnmedizin*, Georg Thieme Verlag, Stuttgart. 3. Aufl.
- WENNSTRÖM, J., LINDHE, J., SINCLAIR, F., THILANDER, B. (1987): Some periodontal tissue reactions to orthodontic tooth movement in monkeys. *J Clin Periodontol* 14, (3), 121–129.
- WHEELER, T., MCGORRAY, S., YURKIEWICZ, L., KEELING, S., KING, G. (1994): Orthodontic treatment demand and need in third and fourth grade schoolchildren. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 106, (1), 22–33.
- WICHELHAUS, A. (2012): *Farbatlanten der Zahnmedizin – Kieferorthopädie - Therapie*. 1. Grundlegende Behandlungskonzepte, Georg Thieme Verlag, Stuttgart [u.a.]. 1. Aufl., 580 S.
- WIECHMANN, D., VU, J., SCHWESTKA-POLLY, R., HELMS, H.-J., KNOSEL, M. (2015): Clinical complications during treatment with a modified Herbst appliance in combination with a lingual appliance. *Head Face Med* 11, 31.
- WIESLANDER, L. (1984): Intensive treatment of severe Class II malocclusions with a headgear-Herbst appliance in the early mixed dentition. *Am J Orthod* 86, (1), 1–13.
- WILLEMS, G., BRUYNE, I. de, VERDONCK, A., FIEUWS, S., CARELS, C. (2001): Prevalence of dentofacial characteristics in a Belgian orthodontic population. *Clin Oral Invest* 5, (4), 220–226.
- WILMOT, J., BARBER, H., CHOU, D., VIG, K. (1993): Associations between severity of dentofacial deformity and motivation for orthodontic-orthognathic surgery treatment. *Angle Orthod* 63, (4), 283–288.
- WOLF, H., RATEITSCHAK, E., RATEITSCHAK, K. (2012): *Parodontologie*, Georg Thieme Verlag, Stuttgart. 3. Aufl.
- WRAGG, P., JENKINS, W., WATSON, I., STIRRUPS, D. (1990): The deep overbite: prevention of trauma. *Br Dent J* 168, (9), 365–367.
- YARED, K., ZENOBIO, E., PACHECO, W. (2006): Periodontal status of mandibular central incisors after orthodontic proclination in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 130, (1), 6.e1-8.
- YASSIR, Y., EL-ANGBAWI, A., MCINTYRE, G., REVIE, G., BEARN, D. (2019): A randomized clinical trial of the effectiveness of 0.018-inch and 0.022-inch slot orthodontic bracket systems: part 1-duration of treatment. *Eur J Orthod* 41, (2), 133–142.
- ZENTNER, A., PEYLO, S., BROTHAG, D. (2003): Predictive value of morphologic parameters for successful correction of Class II Division 2 malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 123, (3), 279–285.
- ZIMMERMANN, M., KOLLER, C., RUMETSCH, M., ENDER, A., MEHL, A. (2017): Precision of guided scanning procedures for full-arch digital impressions in vivo. *J Orofac Orthop* 78, (6), 466–471.

**12 ANHANG**

12.1 ZERTIFIKAT DES PAR-INDEX-KURSES

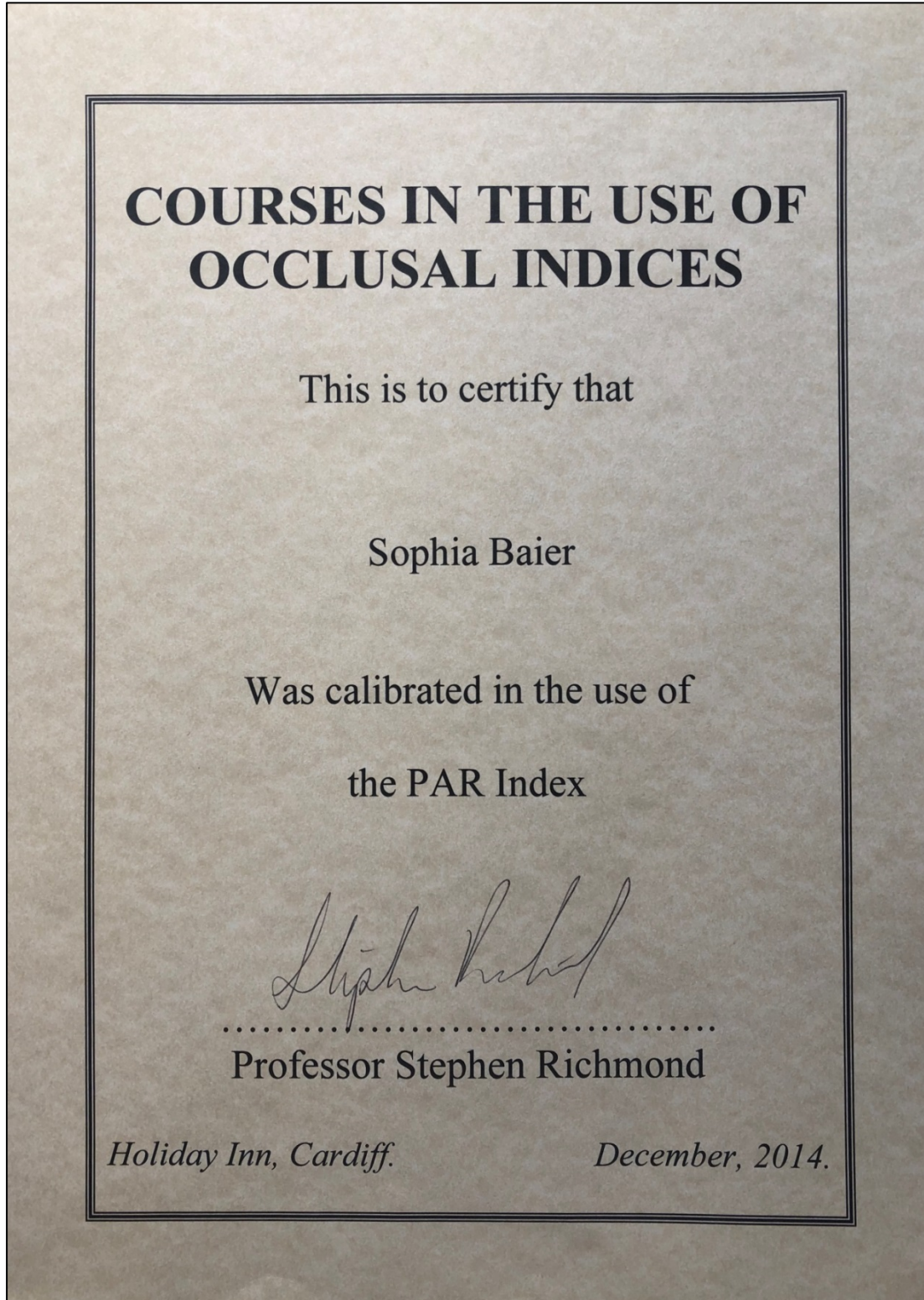


Abbildung 96: Zertifikat über den absolvierten PAR-Index Kurs bei Prof. Richmond in Cardiff

12.2 ERHEBUNGSBOGEN FÜR DIE MODELLAUSWERTUNG

**Datenerfassung**

Ltd.Nr.: \_\_\_\_\_ Pat.Nr.: \_\_\_\_\_ Geschlecht: \_\_\_\_\_  
 Name: \_\_\_\_\_ Geburtsdatum: \_\_\_\_\_  
 Dysgnathie: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

**1. Modell vor/nach Herbst/MB/Retention vom:** \_\_\_\_\_

1.1. Rezessionen im Modell (in 0,5mm Schritten)

Keine  n. B.

17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27
47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37

**1.2. Okklusale Variablen**

Rechts				Links			
Overjet (mm)				Overjet (mm)			
Overbite (mm)				Overbite (mm)			
Molarenrelation (PB)				Molarenrelation (PB)			
Eckzahnrelation (PB)				Eckzahnrelation (PB)			

1.3 OB mit Schleimhautkontakt  ja  nein  n.B.  
 1.4 Schleimhautkontakt im UK- Vestibulum:  ja  nein  n.B.

**1.5 PAR Index**

PAR KOMPONENTEN	RECHTS								LINKS				UNBEWERTET	BEWERTET TOTAL
Oberes FZ-Segment	3-2		2-1		1-1		1-2		2-3					X1
Unteres FZ-Segment	3-2		2-1		1-1		1-2		2-3					X1
Bukkale Okklusion	Ant-Post		Rechts				Links					X1		
	Transversal		Rechts				Links					X1		
	Vertikal		Rechts				Links					X1		
Overjet	Positiv				Negativ					X6				
Overbite	Overbite				Offener Biss					X2				
Mittellinie												X4		
											TOTAL			

Abbildung 97: Erstellter Datenerfassungsbogen für die Modellauswertung

### 12.3 REZSSIONEN

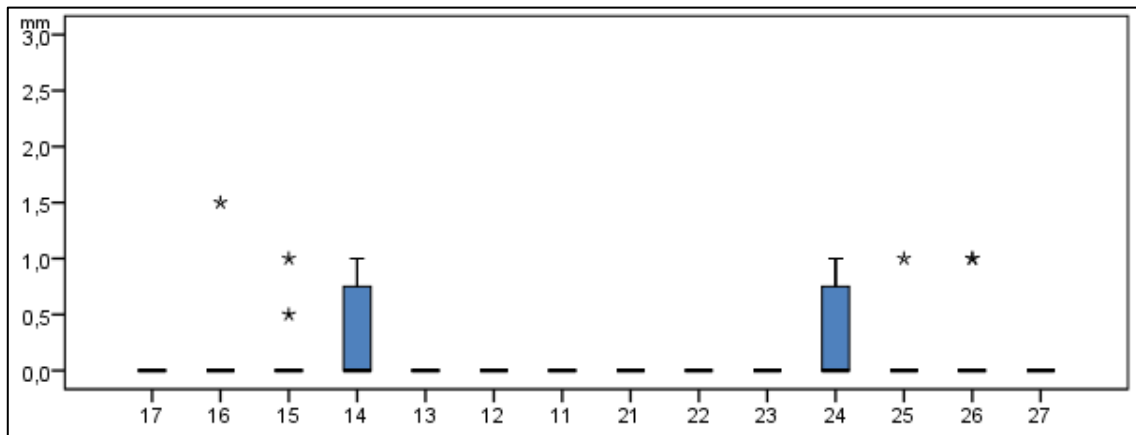


Abbildung 98: Ausmaß der labialen, gingivalen Rezessionen im Oberkiefer zum Zeitpunkt T1 für beurteilbare Rezessionen in Millimetern

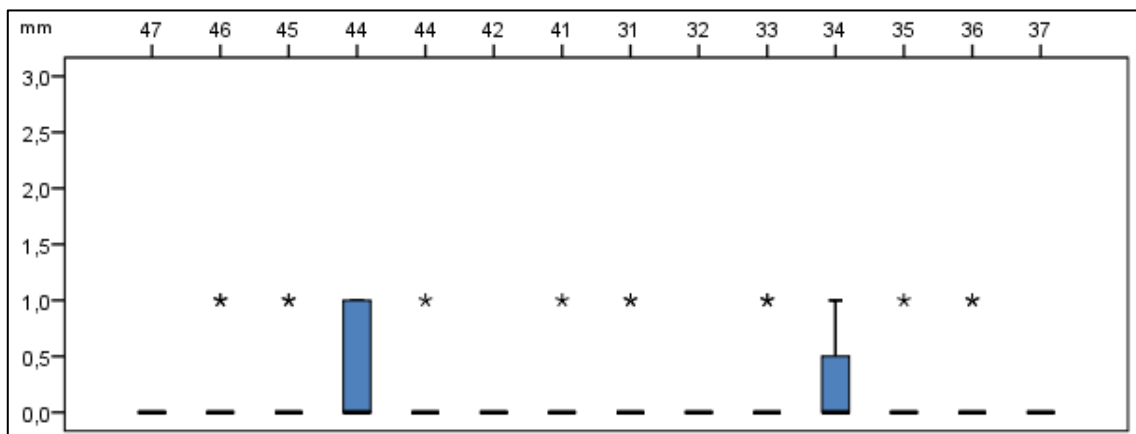


Abbildung 99: Ausmaß der labialen, gingivalen Rezessionen im Unterkiefer zum Zeitpunkt T1 für beurteilbare Rezessionen in Millimetern



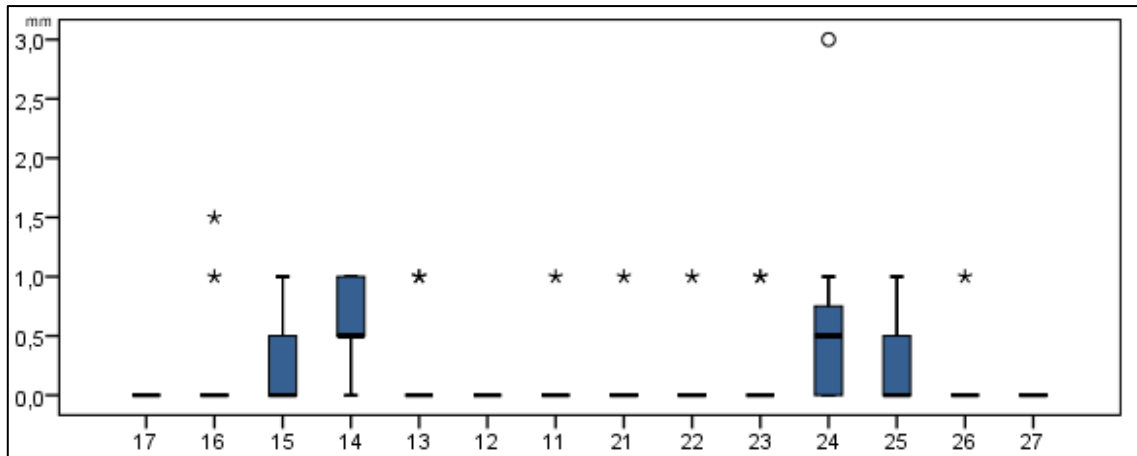


Abbildung 100: Ausmaß der labialen, gingivalen Rezessionen im Oberkiefer zum Zeitpunkt T2 für beurteilbare Rezessionen in Millimetern

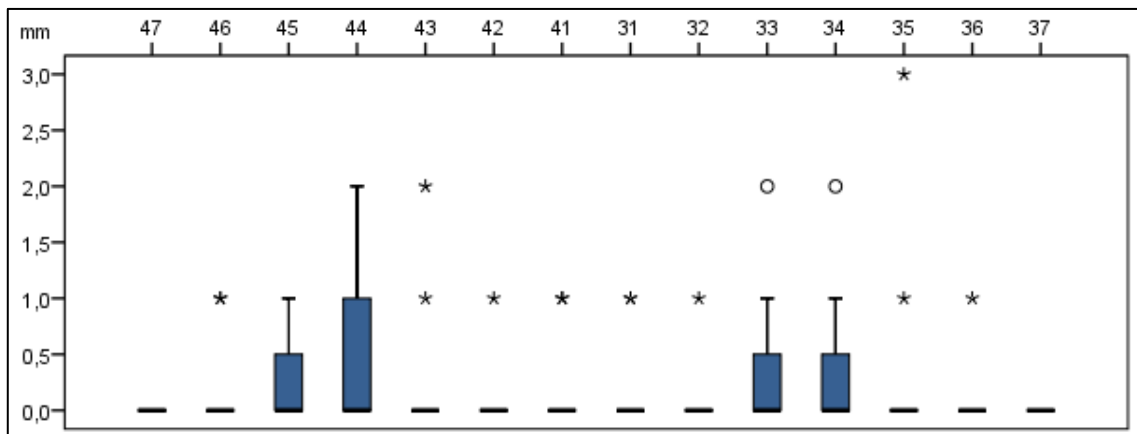


Abbildung 101: Ausmaß der labialen, gingivalen Rezessionen im Unterkiefer zum Zeitpunkt T2 für beurteilbare Rezessionen in Millimetern

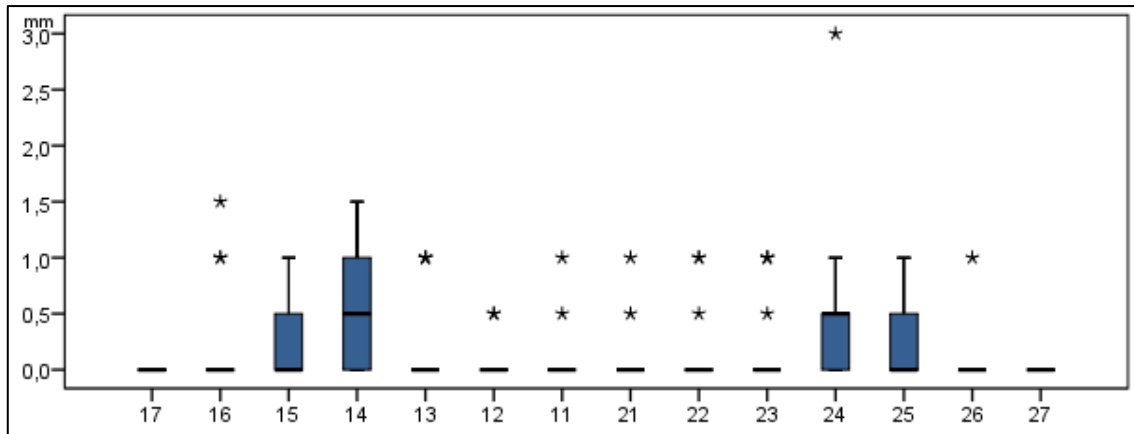


Abbildung 102: Ausmaß der labialen, gingivalen Rezessionen im Oberkiefer zum Zeitpunkt T3 für beurteilbare Rezessionen in Millimetern

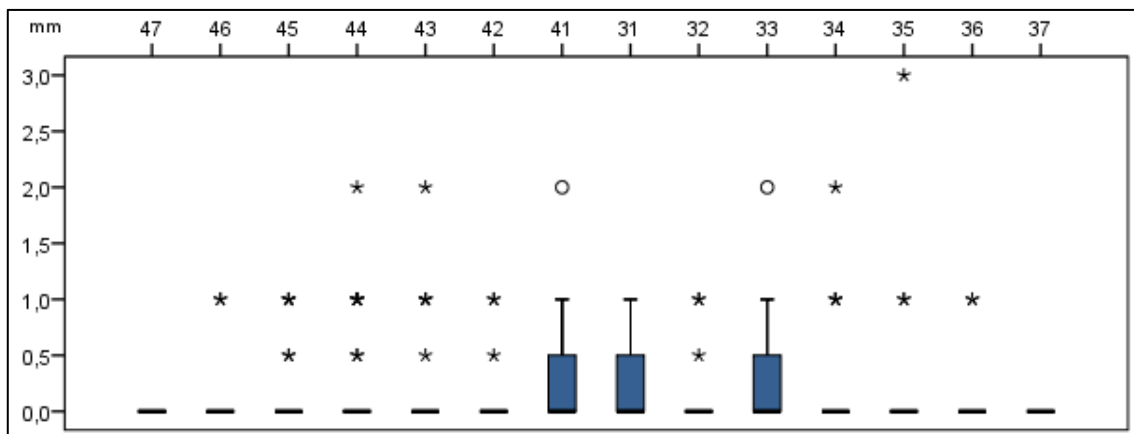


Abbildung 103: Ausmaß der labialen, gingivalen Rezessionen im Unterkiefer zum Zeitpunkt T3 für beurteilbare Rezessionen in Millimetern

## 13 PUBLIKATIONSVERZEICHNIS

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit wurden bisher folgendermaßen veröffentlicht:

- Artikel in Fachzeitschriften
  - „Class II:2 malocclusion – prevalence and progression of labial gingival recessions during Herbst-Multibracket appliance treatment“ von BOCK, NC., KILLAT, S., RUF, S. in der Zeitschrift Clinical Oral Investigations 2020 (<https://doi.org/10.1007/s00784-020-03243-2>)
  - „Herbst-Multibracket Appliance Treatment: is there an association between lower incisor position changes and the development of labial gingival recessions?“ von SÜDWASSER, S., BOCK, N., JOST, J., KILLAT, S., RUF, S. im Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte der Kieferorthopädie 2021 (<https://doi.org/10.1007/s00056-020-00272-0>)
  - „Efficiency and outcome quality of Herbst-Multibracket appliance therapy in Class II:2 patients“ von BOCK NC., KILLAT S., RUF S. beim European Journal of Orthodontics 2021 (<https://doi.org/10.1093/ejo/cjab021>)
- Vorträge auf wissenschaftlichen Fachtagungen
  - „Herbst-Multibracket Treatment: Does the amount of lower incisor position changes correlate with the development of labial gingival recessions?“ von SÜDWASSER, S., BOCK, NC., BAIER, S., RÜHL, J., RUF, S. im Rahmen der 95. Tagung der European Orthodontic Society (EOS) am 29. Juni 2019 in Nizza
- Poster auf wissenschaftlichen Fachtagungen
  - „Behandlungsqualität von Herbst-MB-Behandlungen – ein Vergleich von 708 konsekutiven Klasse II:1 und II:2 Patienten“ von BOCK, NC., BAIER, S., RÜHL, J., RUF, S. im Zuge der 89. wissenschaftlichen Jahrestagung der deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie (DGKFO) vom 14.- 18. September 2016 in Hannover
  - „Besteht ein Zusammenhang zwischen Positionsveränderungen der unteren Inzisivi und labialen, gingivalen Rezessionen?“ von Südwasser, S., Bock, NC., Jost, J., Baier, S., Ruf, S. während der 92. Jahrestagung der deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie (DGKFO) vom 04.- 08. September 2019 in Regensburg

## 14 EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, und dass die vorgelegte Arbeit weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt wurde. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

---

Ort, Datum

---

Sophia Killat

## 15 DANKSAGUNG

An erster Stelle gilt mein Dank Frau Prof. Dr. Ruf für die freundliche Überlassung dieser Promotionsarbeit, die konstruktive Kritik und die wissenschaftliche Beratung bei Erstellung dieser Arbeit.

Herrn PD Dr. Bock danke ich für die unermüdliche und hervorragende Unterstützung als Betreuer. Die zahlreichen Gespräche und Emails sowie die schnellen Korrekturen waren jederzeit eine große Hilfe und Bereicherung. Außerdem möchte ich mich bei der gesamten Abteilung für Kieferorthopädie bedanken, die mir stets geholfen haben, wenn ich auf der Suche nach Akten oder Modellen war.

Des Weiteren danke ich Herrn Hudel aus der Abteilung Medizinische Statistik für die sehr freundliche Betreuung und fachliche Unterstützung bei der Auswertung der Daten.

Meinen Eltern danke ich von Herzen, dass sie mich immer ermutigt und in meinen Vorhaben bestärkt haben. Danke, dass ihr all das möglich gemacht habt.

Ein besonderer Dank gilt meinen Freunden aus der Gießener Zeit, sowie aus Bonn und Stuttgart, die das Studium und die ersten Berufsjahre durch ihre Freundschaft und die vielen schöne Erlebnisse sehr bereichert haben. Sie standen mir mit Rat und Tat zur Seite und haben mich motiviert, diese Arbeit zu beenden.

Meinem Mann Jonas gilt mein größter Dank für seine Liebe, seine unendliche Geduld, sein Verständnis und dafür, dass er immer an mich glaubt, mich motiviert und mir liebevoll zur Seite steht.