

# Versorgungsqualität von Klasse II:1 Patienten durch Herbst-Multibracket-Behandlung

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin

des Fachbereichs Medizin der

Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von

**Julia Rühl**

aus Darmstadt

Gießen (2018)

Aus dem Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

Poliklinik für Kieferorthopädie

der Justus-Liebig-Universität Gießen

Direktorin: Prof. Dr. Sabine Ruf

Gutachterin: Prof. Dr. Sabine Ruf

Gutachter: Prof. Dr. Peter Rehmann

Tag der Disputation: 09. August 2018

Für meine Eltern

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
1.1	Die Angle-Klasse II:1 .....	1
1.2	Wirkungsweise der Funktionskieferorthopädie .....	2
1.3	Die Herbst-Apparatur .....	4
1.4	Zeitpunkt der Therapie .....	6
1.4.1	Das Dentalstadium als Indikator .....	6
1.4.2	Die skelettale Reife als Indikator .....	6
1.5	Erwachsenenbehandlung .....	8
1.6	Aktuelle Datenlage .....	10
2	Ziel .....	12
3	Patienten .....	13
4	Methodik .....	17
4.1	Auswertung der Situationsmodelle .....	17
4.2	Beurteilung der Versorgungsqualität .....	18
4.2.1	PAR-Index .....	18
4.2.2	Ahlgren-Methode .....	19
4.3	Beurteilung der okklusalen Variablen .....	20
4.4	Beurteilung der Rezessionen .....	22
4.5	Auswertung der Patientenakte .....	23
4.6	Ermittlung der skelettalen Reife .....	24
4.7	Definition Behandlungsende .....	25
5	Datenmanagement .....	26
6	Beobachterreliabilität .....	28
7	Ergebnisse Gesamtpatientengut .....	29
7.1	Patientengut .....	29
7.2	Behandlungsfaktoren .....	30
7.2.1	Externe Vorbehandlung .....	30
7.2.2	Interne Vorbehandlung .....	31

7.2.3	Herbst-Multibracket-Behandlung .....	32
7.2.4	Nachbeobachtungsphase.....	34
7.3	PAR-Index.....	36
7.4	Ahlgren-Bewertung .....	39
7.5	Okklusale Variablen .....	42
7.5.1	Overjet .....	43
7.5.2	Overbite .....	46
7.5.3	Molarenrelation .....	49
7.5.4	Eckzahnrelation.....	52
7.6	Rezessionen .....	55
7.7	Habits-/ Funktionsstörungen.....	62
8	Ergebnisse Subgruppenanalyse.....	64
8.1	Patientengut.....	66
8.2	Behandlungsfaktoren .....	73
8.2.1	Externe Vorbehandlung.....	73
8.2.2	Interne Vorbehandlung.....	79
8.2.3	Herbst-Multibracket-Behandlung .....	87
8.2.4	Nachbeobachtungsphase.....	93
8.2.5	PAR-Index.....	97
8.2.6	Ahlgren-Ergebnisse.....	107
8.3	Okklusale Variablen .....	121
8.3.1	Overjet .....	121
8.3.2	Overbite .....	133
8.3.3	Molarenrelation .....	143
8.3.4	Eckzahnrelation.....	147
8.3.5	Rezessionen .....	153
8.3.6	Habits und Funktionsstörungen.....	165
9	Diskussion.....	170
9.1	Patientengut.....	170

9.2	Material und Methodik .....	174
9.3	Ergebnisse .....	181
9.3.1	Behandlungsfaktoren .....	181
9.3.2	PAR-Index.....	185
9.3.3	Ahlgren-Methode.....	191
9.3.4	Okklusale Variablen .....	194
9.3.5	Rezessionen .....	199
9.3.6	Habits-/ Funktionsstörungen.....	203
10	Zusammenfassung.....	206
11	Summary.....	208
12	Abkürzungsverzeichnis .....	210
13	Abbildungsverzeichnis.....	211
14	Tabellenverzeichnis.....	219
15	Literaturverzeichnis .....	222
16	Anhang.....	239
16.1	PAR-Index.....	239
16.2	Okklusale Variablen .....	244
16.3	Rezessionen .....	250
17	Publikationsverzeichnis .....	252
18	Erklärung zur Dissertation .....	261
19	Danksagung.....	262

# 1 Einleitung

## 1.1 Die Angle-Klasse II:1

In der Kieferorthopädie erfolgt die Kategorisierung von Gebissanomalien durch die Bestimmung der Bisslage. Die Einteilung der Bisslagen, d.h. der sagittalen Relation von Ober- und Unterkiefer zueinander, wurde bereits 1899 von ANGLE definiert. Eine Neutralbisslage entspricht hierbei einer Angle-Klasse I, eine Distalbisslage einer Angle-Klasse II und eine Mesialbisslage einer Angle-Klasse III. Im Gegensatz zur Neutral- und Mesialbisslage erfolgt eine weitere Unterteilung der Distalbisslage unter zusätzlicher Berücksichtigung der Oberkieferfrontzahnstellung. Eine Angle-Klasse II:1 beschreibt somit den Fall einer distalen Relation zwischen Ober- und Unterkiefer mit der Besonderheit der proklinierten oberen Inzisiven bei einer vergrößerten sagittalen Frontzahnstufe (Overjet). Demgegenüber steht die Angle-Klasse II:2 mit retroklinierten Frontzähnen bei einem verkleinerten Overjet mit tiefem Biss.

Neben den oben benannten Merkmalen, die zur eindeutigen Diagnostik einer Angle-Klasse II:1 unabdingbar sind, können weitere typische Symptome für diese Angle-Klasse beschrieben werden. Neben einem schmalen Oberkiefer (ANGLE 1899) mit kleiner apikaler Basis und einem hohen Gaumen findet sich häufig ein stark ausgeprägter Verlauf der sagittalen Kompensationskurve (Spee-Kurve) mit daraus resultierendem tiefen Biss (ANGLE 1908; KAHL-NIEKE 2010; WEBER 2010). Auch extraoral lassen sich typische Merkmale ausmachen. Deutlich zu erkennen ist ein konvexes Profil mit einem kurzen Untergesicht. Durch den vergrößerten Overjet ergibt sich eine negative Lippenstufe sowie in Abhängigkeit zur Ausprägung dieser, ein inkompetenter Lippenschluss (ANGLE 1908; WEBER 2010). Besonderheiten der kraniofazialen Morphologie bei Klasse II:1 Patienten beschrieben DRELICH (1948) und ALTEMUS (1955).

Der inkompetente Lippenschluss und die damit assoziierte offene Mundhaltung brachten ANGLE (1908) zu dem Schluss, dass die Mundatmung eine ätiologische Komponente für die Ausbildung von okklusalen Anomalien ist. Ursächlich hierfür sei eine behinderte Nasenatmung, die laut ANGLE (1908) gehäuft im Alter zwischen drei und 14 Jahren auftritt und damit in den entscheidenden Zeitraum der Gebissentwicklung fällt. Der störende Einfluss entstehe vor allem durch die Verhinderung einer regelrechten Entwicklung der Muskulatur, der Nasen- und der Kieferknochen, woraus sich wiederum eine funktionelle Dysbalance der Weichteile, wie

Lippen, Zunge und Wangen, erbebe. Neben der Mundatmung beschreibt Angle auch das Beißen und Saugen der Unterlippe als Charakteristikum für die Klasse II:1 Anomalie.

Allgemein betrachtet können die Ursachen einer Klasse II:1 Dysgnathie sowohl dentoalveolärer, skelettaler als auch kombiniert dentoalveolärer und skelettaler Natur sein (AL-KHATEEB und AL-KHATEEB 2009; CRAIG 1951; MIETHKE 2000; MCNAMARA 2005; HITCHCOCK 1973; JACOB und BUSCHANG 2014; MCNAMARA 1981; PANCHERZ et al. 1997). Bei einer dentoalveolären Dysgnathie ist der Ursprung in einer mandibulären Retrusion, einer maxillären Protrusion oder einer Kombination aus beidem zu suchen. Der Grund für eine skelettal bedingte Klasse II:1 Anomalie ist eine mandibuläre Retrognathie, maxilläre Prognathie bzw. das Auftreten einer Kombination beider Phänomene. Generell können diese in allen erdenklichen Kombinationen auftreten (HAUSSER 1954, MIETHKE 2000, PANCHERZ et al. 1997, WICHELHAUS et al. 2013) und unterstreichen so den multifaktoriellen Ursprung der Angle-Klasse II:1. Dieser muss vor allem zur Erzielung eines erfolgreichen Therapieergebnisses berücksichtigt werden.

## 1.2 Wirkungsweise der Funktionskieferorthopädie

Therapiekonzepte zur Behandlung der Klasse II:1 Dysgnathie umfassen unter Berücksichtigung der Ätiologie sowohl dentoalveoläre als auch skelettale Maßnahmen. Eine dentoalveoläre Wirkung kann durch eine Retrusion des maxillären und eine Protrusion des mandibulären Zahnbogens sowie mit Hilfe einer - gegebenenfalls ergänzenden - Extraktionstherapie erzielt werden. Skelettal wirken funktionskieferorthopädische Geräte durch die Hemmung des maxillären Wachstums bzw. die Stimulation des sagittalen mandibulären Wachstums. Diese Anforderungen an die Behandlung einer Klasse II Malokklusion und die erfolgreiche Umsetzung dieser beschrieb bereits MOORE (1959a). In einigen Fällen ist eine kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Intervention angezeigt, bei der nach einer kieferorthopädischen Ausformung der Zahnbögen eine chirurgische Lagekorrektur von Mandibula und bzw. oder Maxilla vorgenommen wird.

Die Effektivität von funktionskieferorthopädischen Geräten wurde bereits mehrfach untersucht. So konnten zum Beispiel PANCHERZ (1984) wie auch VARGERVIK und HARVOLD (1985) die oben beschriebenen dentoalveolären und skelettalen

Veränderungen für eine Therapie mit dem Aktivator (ANDRESEN et al. 1953), einer herausnehmbaren, bimaxillär wirkenden Apparatur, nachweisen. Hierbei zeigte sich eine signifikante Verbesserung der Malokklusion durch ein eingeschränktes anteriores Wachstum der Maxilla, eine Zunahme der mandibulären Entwicklung und so eine Abnahme des Overjets sowie ein positiver Effekt auf die Stellung der maxillären und mandibulären Molaren und Inzisiven. Diese Reaktion trat verstärkt im ersten Jahr der Behandlung auf.

Auch für den Funktionsregler (FRÄNKEL 1984), ebenfalls eine herausnehmbare, bimaxillär wirkende Apparatur, wurden diese Effekte nachgewiesen. Laut MCNAMARA et al. (1985) konnten sowohl signifikante dentale als auch signifikante skelettale Veränderungen festgestellt werden. Allerdings konnte, je nach definiertem Messpunkt, kein oder nur ein geringer Einfluss auf die maxilläre Struktur dokumentiert werden. Zusätzlich wiesen MCNAMARA et al. (1985) einen positiven Behandlungseinfluss auf das Gesichtsprofil in bezug auf die vertikale Dimension des unteren Gesichtsdrittels und die Position des Kinns nach. Das Ausmaß dieses Behandlungseinflusses hing von den jeweils definierten Messpunkten ab.

Ebenfalls für den Funktionsregler beschrieben RODRIGUES DE ALMEIDA et al. (2002) den positiven Einfluss auf die Klasse II:1 Anomalie, und auch sie konnten keine signifikante Hemmung des maxillären Wachstums nachweisen. Daher sehen RODRIGUES DE ALMEIDA et al. (2002) die maßgebliche Wirkung des Funktionsreglers auf dem dentoalveolären Effekt mit einem geringen skelettalen Einfluss auf das Unterkieferwachstum. Als alternative, herausnehmbare Geräte seien noch der Bionator (BALTERS 1964) und der Headgear (KLOEHN 1947) genannt.

Einen maßgeblichen Einfluss auf die Effektivität von herausnehmbaren funktionskieferorthopädischen Geräten hat die Kooperationsbereitschaft des Patienten, auch Compliance genannt. Ist diese nicht oder nur in geringem Maße vorhanden, hat dies einen entscheidend limitierenden Einfluss auf den Erfolg der Behandlung. Als Compliance ist hierbei vor allem die Tragebereitschaft des Patienten anzusehen. Beeinflussende Faktoren für ein unkooperatives Verhalten des Patienten wurden bereits mehrfach untersucht (CLEMMER und HAYES 1979; DANIELS et al. 2009; GROSS et al. 1985; NANDA und KIERL 1992), allerdings konnte keine dieser Untersuchungen eine Strategie zur Motivation aller Patienten hervorbringen. Völlig unabhängig von der Mitarbeit bzw. Tragebereitschaft des Patienten ist die Behandlung mit der Herbst-Apparatur. Als einzementiertes funktionskieferorthopädisches Gerät kann sie 24 Stunden am Tag wirken und ermöglicht somit auch die erfolgreiche

Behandlung von unkooperativen Patienten. Weiterhin können Patienten mit Mundatmung behandelt werden, denen das Tragen einer herausnehmbaren Apparatur kaum möglich ist.

### 1.3 Die Herbst-Apparatur

Bei der Herbst-Apparatur (HERBST 1910) handelt es sich um ein festsitzendes, funktionskieferorthopädisches Behandlungsgerät, welches den Unterkiefer permanent in einer Vorschublage hält. Hauptsächlich findet es seinen Einsatz in der Behandlung von Klasse II Dysgnathien, schwerpunktmäßig bei der Behandlung der Angle-Klasse II:1. Ergänzend empfiehlt es sich, der Herbst-Behandlung eine Multibracket-Behandlung anzuschließen (PANCHERZ 1985; PANCHERZ und RUF 2008).

Die Herbst-Apparatur setzt sich aus bilateral verankerten Teleskopen zusammen, die über orthodontische Bänder oder gegossene Metallschienen in der Regel auf Höhe des ersten oberen Molaren und des ersten unteren Prämolaren fixiert sind (Abbildung 1.1). Jedes Teleskop besteht wiederum aus einem Führungsrohr und einer Gleitstange, die individuell an den Patienten angepasst werden. Über die Länge des Führungsrohrs lässt sich das Ausmaß der Vorverlagerung beeinflussen. Eine Mundöffnung und minimal eingeschränkte Seitwärtsbewegungen sind nach Insertion der Apparatur weiterhin möglich (MIETHKE und DRESCHER 1996).



*Abbildung 1.1 Herbst-Apparatur mit gegossenen Metallschienen in situ. Laterale (linkes Bild) und frontale (rechtes Bild) Ansicht.*

Die Funktionsweise der Herbst-Apparatur greift die erstmals 1879 von Norman W. Kingsley als „jumping the bite“ beschriebene Technik auf (WAHL 2006). Die erzielte

Wirkung der forcierten Unterkiefervorverlagerung basiert dabei sowohl auf dentoalveolären als auch auf skelettalen Reaktionen, die bereits durch mehrere Studien, sowohl klinisch (KONIK et al. 1997; PANCHERZ 1979, 1981, 1985, 1991; RUF und PANCHERZ 1999a, 2006) als auch an Hand von Tierexperimenten (BAUME und DERICHSWEILER 1961; BREITNER 1940; HINTON und MCNAMARA 1984a, 1984b; MCNAMARA 1973; MCNAMARA et al. 1982, 2003; MCNAMARA und BRYAN 1987; RABIE et al. 2001, 2003, 2004; RAMFJORD und ENLOW 1971; STÖCKLI und WILLERT 1971; VOUDOURIS et al. 2003a, 2003b; WOODSIDE et al. 1983, 1987) belegt werden konnten.

Im Rahmen der klinischen Studien konnten insbesondere die Wachstumshemmung der Maxilla (PANCHERZ und ANEHUS-PANCHERZ 1993) und die Stimulation des Mandibulawachstums (PANCHERZ 1982) als gewünschte Reaktionen auf die Herbst-Behandlung nachgewiesen werden. Weiterhin konnten auch die dentoalveolären Anpassungsmechanismen, wie die Bewegung der maxillären Seitenzähne nach posterior und der mandibulären Seitenzähne nach anterior (PANCHERZ 1982, PANCHERZ und HANSEN 1986) sowie die Intrusion und Proklination der Unterkieferfrontzähne (HANSEN et al. 1997; MARTIN und PANCHERZ 2009) aufgezeigt werden. Mit Hilfe röntgenologischer Untersuchungen konnte zusätzlich eine Adaptation im Kiefergelenk festgestellt werden (BALTROMEJUS et al. 2002; PANCHERZ et al. 1998; RUF und PANCHERZ 1999b).

Im Rahmen tierexperimenteller Studien konnten die durch die Unterkiefervorverlagerung auftretenden histologischen Umbauprozesse im Kiefergelenk nachgewiesen werden (BAUME und DERICHSWEILER 1961; BREITNER 1940; HINTON und MCNAMARA 1984a, 1984b; MCNAMARA 1973; MCNAMARA et al. 1982, 2003; MCNAMARA und BRYAN 1987; RAMFJORD und ENLOW 1971; STÖCKLI und WILLERT 1971; VOUDOURIS et al. 2003a, 2003b; WOODSIDE et al. 1983, 1987). Diese auf Untersuchungen an Primaten basierenden Beobachtungen konnten durch neuere Untersuchungen an Ratten weiterhin gestärkt werden (RABIE et al. 2001, 2003, 2004).

Die sowohl dentoalveoläre als auch skelettale Wirkungsweise, die Möglichkeit der Behandlung während des bestehenden oder auch abgeschlossenen Wachstums, die potentielle Vermeidung eines chirurgischen Eingriffs sowie die Unabhängigkeit von der Kooperationsbereitschaft des Patienten machen die Herbst-Apparatur zusammenfassend zu einem attraktiven und erfolgsversprechenden Behandlungsgerät.

## 1.4 Zeitpunkt der Therapie

### 1.4.1 Das Dentalstadium als Indikator

Für die Wahl der richtigen Behandlungsapparatur ist es notwendig, den individuellen Zahnstatus bzw. die skelettale Reife des Patienten zu beachten. Während eine Distalbisslage im Wechselgebiss üblicherweise mit herausnehmbaren funktionskieferorthopädischen Geräten behandelt wird, empfiehlt sich im bleibenden Gebiss die Behandlung mit einem festsitzenden funktionskieferorthopädischen Gerät, wie zum Beispiel der Herbst-Apparatur (PANCHERZ und RUF 2008).

VON BREMEN und PANCHERZ (2002) untersuchten die Effizienz der kieferorthopädischen Intervention für Klasse II:1 Dysgnathien in Bezug zum Dentalstadium. Dafür unterteilten sie das untersuchte Patientengut in drei Gruppen nach dem Zahnstatus - frühes Wechselgebiss, spätes Wechselgebiss und permanente Dentition. Ihre Untersuchung ergab, dass die Gesamtbehandlungszeit am kürzesten für Patienten mit bleibender Dentition ausfiel. Auch in Hinsicht auf das Behandlungsergebnis, gemessen mit dem PAR Index (RICHMOND et al. 1992a), erzielte diese Patientengruppe die besten Resultate. Weiterhin stellten sie fest, dass Patienten, die ausschließlich mit festsitzenden Apparaturen behandelt wurden, die kürzesten Behandlungszeiten und gleichzeitig die deutlichsten Verbesserungen aufwiesen. Anhand dieser Ergebnisse zeigten VON BREMEN und PANCHERZ (2002), dass eine Behandlung der Klasse II:1 Malokklusion im bleibenden Gebiss effizienter ist als im Wechselgebiss.

### 1.4.2 Die skelettale Reife als Indikator

Der ideale Zeitpunkt für eine funktionskieferorthopädische Behandlung in Bezug auf die skelettale Reife wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Gegenstand dieser Diskussionen ist nicht etwa das gesamte Wachstum eines Patienten, sondern lediglich der Zeitraum des pubertären Wachstums. Maßgeblich bestehen Empfehlungen zur kieferorthopädischen Intervention vor oder während des pubertären Wachstumsgipfels.

MOORE (1959a, 1959b) vertritt die Überzeugung, eine präpubertäre kieferorthopädische Intervention sei anzustreben. Die Empfehlung zur Behandlung vor dem Erreichen des pubertären Wachstumshöhepunktes begründet er mit dem

Sachverhalt, dass speziell im Alter zwischen sieben und elf Jahren das Wachstum und die Entwicklung des Gesichts von Kindern sehr schnell voranschreiten. Zudem würde sich die Eruption sowohl der maxillären Eckzähne als auch der Prämolaren günstig auf eine Distalisation der Molaren auswirken. SANDUSKY (1965) teilt die Auffassung, eine Behandlung sollte so früh wie möglich starten.

Im Gegensatz zu MOORE (1959a, 1959b) und SANDUSKY (1965) empfehlen HÄGG und PANCHERZ (1988), MALMGREN et al. (1987) sowie PANCHERZ und HÄGG (1985) eine kieferorthopädische Behandlung zeitlich nah am pubertären Wachstumsmaximum.

PANCHERZ und HÄGG (1985) untersuchten die skelettalen und dentalen Veränderungen bei Patienten während der Herbst-Behandlung in Bezug zum Wachstumsstadium. Dabei stellten sie einen signifikanten Zusammenhang bei Jungen zwischen der somatischen Reife und dem Entwicklungspotential des mandibulären Kondylus fest. Für Mädchen konnten sie lediglich eine Tendenz erkennen, was allerdings auf die geringe weibliche Probandenzahl in der entsprechenden Studie zurückzuführen sein dürfte. Das vertikale Kondyluswachstum und die Anteriorbewegung der Molaren waren am größten bei einer Behandlung während des pubertären Wachstumsschubes. Die größte Protrusionsbewegung für die unteren Inzisiven stellten sie nach dem pubertären Wachstumsmaximum fest. Aufgrund dieser Ergebnisse empfehlen PANCHERZ und HÄGG (1985) die Behandlung mit einer Herbst-Apparatur zeitlich nah am Wachstumsgipfel.

Stellvertretend für die herausnehmbaren funktionskieferorthopädischen Geräte sei hier die Untersuchung von MALMGREN et al. (1987) dargestellt. Diese untersuchten ebenfalls den Zusammenhang skelettaler und dentaler Veränderungen in Bezug zur Wachstumsphase, allerdings während einer kombinierten Therapie mit Aktivator- und high-pull-Headgear. Dabei fanden sie heraus, dass ein signifikanter skelettaler Effekt bei Jungen, die während des pubertären Maximums behandelt wurden, auftrat. Bei Mädchen ergab sich diese Signifikanz nicht, jedoch konnte auch hier derselbe Trend festgestellt werden.

In einer weiteren Studie untersuchten HÄGG und PANCHERZ (1988) die mandibulären skelettalen und dentalen Veränderungen nicht nur in Bezug auf die somatische Reife sondern auch auf das chronologische Alter der Probanden. Dabei wurde festgestellt, dass die deutlichste Wachstumszunahme des Kondylus in vertikaler Richtung in dem von HÄGG und TARANGER (1982) als MP3-FG klassifizierten Wachstumsstadium erfolgte. Das chronologische Alter stellte sich als unzureichender Indikator für die

Aussage über die Kapazität des kondylären Wachstums und somit auch für die Wahl des idealen Behandlungszeitraums heraus. Ein Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Korrektur der Frontzahnfehlstellung und dem Wachstumsstadium bzw. dem chronologischen Alter konnte nicht festgestellt werden.

### 1.5 Erwachsenenbehandlung

Dem sich im Wachstum befindenden Patienten steht die Gruppe der adulten Patienten gegenüber, deren Wachstum abgeschlossen ist. Da auf das Kieferwachstum kaum noch Einfluss genommen werden kann, sind die kieferorthopädischen Möglichkeiten beschränkt. Hier bietet die Herbst-Apparatur allerdings eine Behandlungsoption. Bereits mehrfach wurde die Effektivität dieser in der Behandlung adulter Klasse II:1 Fälle nachgewiesen (BOCK und RUF 2012; RUF und PANCHERZ 1999a, 1999b, 2004, 2006; VON BREMEN et al. 2009). Weiterhin zeigten BOCK et al. (2010), dass diese als positiv zu bewertenden Behandlungsergebnisse auch eine gute Kurzzeitstabilität aufweisen.

Zur Ermittlung der Langzeitstabilität untersuchten PANCHERZ et al. (2014; 2015) Patienten, die 32 Jahre zuvor eine Herbst-Behandlung erfolgreich abgeschlossen hatten. Dabei konnten sie weitestgehend stabile Situationen vorfinden (PANCHERZ et al. 2014). Zwar rezidierten sowohl die Eckzahn- als auch die Molarenrelation in geringem Maß, blieben durchschnittlich aber unverändert. Ähnlich verhielt es sich mit dem Overjet. Für den Overbite konnte eine nicht signifikante Verschlechterung festgestellt werden. Lediglich das Ausmaß an Zahnfehlstellungen im unteren Frontzahnbereich nahm deutlich zu. Mögliche Gründe für das Auftreten von Rezidiven sahen PANCHERZ et al. (2014) in erster Linie in einer instabilen Interdigitation, in posttherapeutisch persistierenden Habits und in einer unzureichenden Retention. Die Verschlechterungen des erzielten Behandlungsergebnisses traten maßgeblich in den ersten sechs Jahren nach Beendigung der Behandlung auf. Langzeitveränderungen schienen behandlungsunabhängig und in Folge von physiologischen dentoskelettalen Entwicklungen im Erwachsenenalter aufzutreten. Diese Gegebenheit untersuchten PANCHERZ et al. (2015) anhand desselben Patientenkollektives intensiver. Zum Untersuchungszeitpunkt waren die Patienten im Mittel 46 Jahre alt und hatten sich zuletzt im Alter von circa 20 Jahren einer Nachuntersuchung unterzogen. Dabei wurde die skelettale Reife röntgenologisch überprüft und es zeigte sich, dass Epi- und Diphysen des Radius bereits verknöchert waren und somit kein Restwachstum mehr zu

erwarten war. PANCHERZ et al. (2015) konnten allerdings für alle untersuchten Patienten ein anhaltendes anterior gerichtetes Wachstum sowohl der Maxilla als auch der Mandibula nach dem 20. Lebensjahr nachweisen. Zu welchem Zeitpunkt das Wachstum endgültig beendet war, konnten sie jedoch nicht identifizieren. Abgeleitet von diesem Ergebnis, weisen PANCHERZ et al. (2015) auf die notwendige Berücksichtigung des skelettofazialen Wachstums jenseits des 20. Lebensjahres in allen Bereichen der Behandlung hin.

Auf milde bzw. moderate Klasse II Anomalien kann andernfalls nur mit einer Kompensation der Malokklusion reagiert werden. Diese wird als Camouflage-Behandlung bezeichnet (PROFFIT et al. 2013) und setzt sich in der Regel aus zwei Behandlungsschritten zusammen. Zunächst erfolgt eine Extraktion der oberen ersten Prämolaren, an die sich eine Multibracket-Behandlung zur Normalisierung der sagittalen Frontzahnstufe (Overjet) anschließt. Allerdings kann bei dieser Behandlungsstrategie, anders als bei einer Herbst-Behandlung oder einer chirurgischen Intervention, kein Einfluss auf die Kieferbasen genommen werden. Obwohl eine neutrale Eckzahnrelation erzielt werden kann, bleibt die distale Molarenrelation bestehen. Dass eine Verbesserung der oberen Frontzahninklination ohne gleichzeitig auftretende Profilverschlechterung zu erreichen ist, zeigten WEYRICH und LISSON (2009). Eine deutliche Verbesserung der Inzisivenstellung und damit des Overjets konnten auch SANGCHAREARN und HO (2007) belegen.

Schwere Klasse II:1 Dysgnatien bedürfen jedoch nicht nur einer Kompensation des vergrößerten Overjets, sondern auch einer Korrektur der Distalokklusion. Dass dieses Behandlungsziel mit einer kombinierten Therapie aus orthopädischen und chirurgischen Maßnahmen erreichbar ist, beschrieben unter anderem JACOBS und SINCLAIR (1983); PANCHERZ et al. (2004); PROFFIT et al. (1992) sowie SCHWENZER und EHRENFELD (2011).

Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass die Herbst-Apparatur eine sehr gute Alternative sowohl zur Extraktionstherapie als auch (in Grenzfällen) zur chirurgischen Intervention darstellt (RUF und PANCHERZ 2006). Mit Hilfe der Herbst-Therapie konnten, wie auch bei der chirurgisch-kieferorthopädisch kombinierten Therapie, sowohl eine Neutralokklusion als auch ein normaler Overjet und Overbite erzielt werden. Eine Reduktion der Konvexität des Gesichtsprofils konnte ebenfalls, allerdings nur in geringerem Maße, erreicht werden (RUF und PANCHERZ 2004).

## 1.6 Aktuelle Datenlage

Aufgrund der oben beschriebenen Vorteile hat sich die Herbst-Apparatur im Einsatz zur Korrektur der Distalbilsslage etabliert (KEIM et al. 2008; PROFFIT et al. 2013). So kennen laut THIEBES (2006) in Deutschland 99,3% von insgesamt 425 befragten Kieferorthopäden die Herbst-Apparatur. Unter diesen komme sie bei 38,2% regelmäßig zum Einsatz.

Der hohe Bekanntheitsgrad der Herbst-Apparatur führte nicht zuletzt zu einem gesteigerten wissenschaftlichen Interesse, sowohl im Hinblick auf spezielle Wirkmechanismen als auch auf definierte Patientengruppen.

Zum einen lag ein Schwerpunkt auf der Ermittlung des idealen Behandlungszeitraums für die Herbst-Apparatur in Relation zur skelettalen Reife. Dabei spielten vor allem die Auswirkungen auf die skelettalen Anpassungsmechanismen eine entscheidende Rolle (HÄGG und PANCHERZ 1988; PANCHERZ 1985; PANCHERZ und HÄGG 1985; RUF und PANCHERZ 2006).

Weiterhin wurde die Möglichkeit der Erwachsenenbehandlung, wie oben beschrieben, in mehreren Studien untersucht (RUF UND PANCHERZ 1999a, 1999b, 2004, 2006; BOCK und RUF 2012). Auch die Einsatzfähigkeit im frühen Wechselgebiss war Bestand zahlreicher Studien (CROFT et al. 1999; RODRIGUES DE ALMEIDA et al. 2005; WIGAL et al. 2011).

Neben diesen eher patientenspezifischen Begutachtungen wurde der Einfluss der Herbst-Apparatur auf einzelne Strukturen untersucht. So gab es neben, den oben bereits erwähnten Studienarbeiten zur dentoalveolären und skelettalen Anpassungsmechanismen (BALTROMEJUS et al. 2002; HANSEN et al. 1997; MARTIN und PANCHERZ 2009; PANCHERZ 1982; PANCHERZ et al. 1998; PANCHERZ und ANEHUS-PANCHERZ 1993; PANCHERZ und HANSEN 1986; RUF und PANCHERZ 1999b), beispielsweise auch Untersuchungen, die sich mit dem Einfluss auf unterschiedliche Wachstumsmuster (BOCK und PANCHERZ 2006; PANCHERZ und MICHAILEDOU 2004) und auf kranio-mandibulären Dysfunktionen (DE ARRUDA AIDAR et al. 2006, 2009; RUF 2003; RUF und PANCHERZ 1998, 1999b, 2000) beschäftigten sowie eine mögliche Behandelbarkeit des obstruktiven Schlafapnoe-Syndroms untersuchten (EVELOFF et al. 1994; ITZHAKI et al. 2007).

Neben der Tatsache, dass eine sehr große Auswahl an sowohl herausnehmbaren als auch festsitzenden Geräten (BOCK et al. 2016b, PROFFIT et al. 2013) zur Behandlung

der Klasse II:1 Anomalie zur Verfügung stehen, rückt die Effizienzsteigerung der kieferorthopädischen Behandlung im Allgemeinen, sowohl von Behandler- als auch von Patientenseite, immer weiter in den Fokus.

Mit der Effektivität von Klasse II:1 Behandlungen im Allgemeinen setzten sich bereits O'BRIEN et al. (1995) auseinander. In dieser Studie wurden insgesamt 250 Klasse II:1 Patienten im Alter zwischen 11 und 14 Jahren untersucht. Als Maß für die Effektivität galten sowohl Behandlungsdauer als auch die behandlungsbedingten Veränderungen, die mittels Peer Assessment Rating Index (PAR-Index) erfasst wurden. Eine behandlungsartspezifische Unterteilung erfolgte lediglich nach Extraktions- bzw. Non-Extraktionsfälle sowie nach ein- oder zweiphasiger Behandlung. Auf die verwendeten Apparaturen wurde nicht näher eingegangen. Festgestellt wurde, dass eine erhebliche Verbesserung durch die kieferorthopädische Intervention stattgefunden hatte.

Eine Studie von VON BREMEN und PANCHERZ (2003) befasste sich ebenfalls mit der Effektivität der Behandlung von Klasse II Dysgnathien, unterschied aber zwischen verschiedenen Behandlungsweisen hinsichtlich der verwendeten Geräte. Die untersuchten Patienten waren im Alter zwischen 10 und 15 Jahren. Von diesen wurden unter anderem 30 Klasse II:1 Patienten mit einer Herbst-Apparatur behandelt. So konnte festgestellt werden, dass für dieses Patientengut die durchschnittliche Behandlungsdauer sowohl kürzer als auch erfolgreicher (größere PAR-Wert Reduzierung) war.

Diese Sicherung der Behandlungsqualität scheint auch unter Berücksichtigung der zunehmenden Ausgliederung von zahnärztlichen Leistungen aus dem Leistungskatalog der gesetzlichen Krankenkassen und der damit einhergehenden abnehmenden Zahlungsbereitschaft dieser bzw. den steigenden privaten Kosten für die Patienten (BERIÉ et al. 2005; KERN et al. 2004) von zusätzlichem Interesse zu sein. Unter anderem dieser Entwicklung geschuldet, erscheint die Qualitätssicherung hinsichtlich der Versorgungsqualität unabdingbar. Neben dem finanziellen Aspekt, sind vor allem die Behandlungsdauer und das -ergebnis wichtige Parameter der Effizienz und Qualität einer kieferorthopädischen Behandlung.

## 2 Ziel

Das Ziel dieser Studie ist die Beurteilung der Versorgungsqualität (PAR-Wertreduzierung) unter Einbeziehung der in der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität mit einer kombinierten Herbst-Multibracket-Therapie behandelten Gesamtpopulation an Klasse II:1 Patienten (Hauptzielparameter).

Als Nebenzielparameter sollen die Veränderungen okklusaler Variablen, Habits und Funktionsstörungen bei Behandlungsbeginn, das Auftreten von Rezessionen sowie Gründe für ein eventuelles vorzeitiges Ende der Behandlung erfasst werden, wobei sowohl das Ergebnis der aktiven Behandlung als auch die entsprechende Kurzzeitstabilität berücksichtigt wird. Desweiteren sollen der Schweregrad der Malokklusion sowie die skelettale Reife als Einflussfaktoren untersucht werden.

### 3 Patienten

Das untersuchte Patientenkollektiv setzte sich aus allen Patienten der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität zusammen, die eine Klasse II:1 Dysgnathie aufwiesen und seit 1986 mit einer Herbst- sowie anschließend einer Multibracket-Apparatur behandelt worden sind. Dabei wurden alle Patienten eingeschlossen, deren aktive Behandlung bis Ende 2014 beendet worden war. Unter einer aktiven Behandlung ist die Behandlung mit festsitzenden Apparaturen (Kombination aus der Herbst-Phase und die anschließenden Multibracket-Phase) sowie eine ggf. vorab erfolgte Dehnung des Oberkiefers anzusehen. Die Nachbeobachtungsphase gilt als passive Behandlung.

Somit lassen sich folgende Einschlusskriterien zusammen fassen:

- Angle-Klasse II:1 bei Behandlungsbeginn
- Herbst-Multibracket-Behandlung
- Aktive Behandlung bis maximal Ende 2014
- Abschluss einer mindestens 24 monatigen Nachbeobachtungsphase (optional)

508 Patienten, darunter 240 (47,2%) männliche und 268 (52,8%) weibliche, erfüllten diese Einschlusskriterien, wobei die Modellauswertung bei 16 Patienten aufgrund von fehlenden Modellpaaren (für den Zeitpunkt T1) generell nicht möglich war. Weiterhin wurden 10 Patienten trotz fehlender Modellpaare (2 Modellpaare für den Zeitpunkt T2; 8 Modellpaare für den Zeitpunkt T3) mit einbezogen, da die Auswertung hinsichtlich des Gesamterfolges bzw. die Beurteilung der aktiven Behandlungsphase bei diesen Patienten dennoch möglich war.

Für drei Patienten lagen im Zeitraum der Datenerhebung zwar keine Patientenakten, jedoch die relevanten Modellpaare inklusive der Behandlungsdaten vor, sodass sie in die Auswertung mit einbezogen wurden (Abbildung 3.1).

Die mindestens 24 monatige Nachbeobachtungsphase durchliefen insgesamt 240 der 508 (47,2%) Patienten. Nur wenn ein Patient diese im oben genannten Zeitraum ebenfalls beendet hatte, konnte die Kurzzeitstabilität bewertet werden.

## Patienten

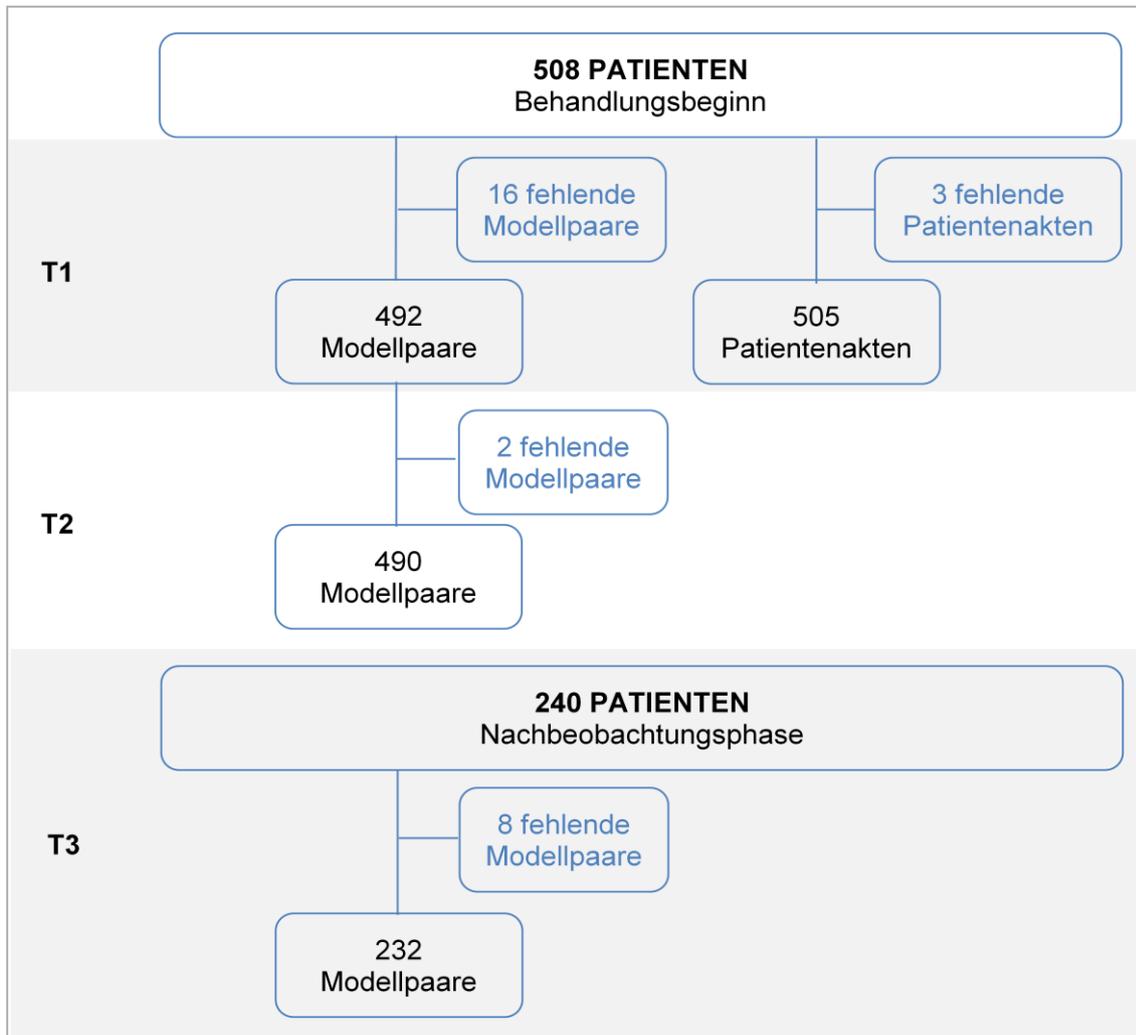


Abbildung 3.1 Patientenunterlagen. Darstellung der absoluten Häufigkeit von ausgewerteten Modellpaaren und Patientenakten zu den einzelnen Zeitpunkten (T1, T2 und T3).

## Patienten

Am Ende der aktiven Behandlung erhielten die Patienten im Rahmen der Nachbeobachtungsphase in der Regel Retentionsgeräte. Welche hierbei zur Anwendung kamen ist in Tabelle 3.1 dargestellt. Ein möglicher Einfluss der verwendeten Geräte auf die erhobenen Ergebnisse in der passiven Behandlungsphase wurde nicht untersucht.

*Tabelle 3.1 In der Nachbeobachtungsphase zur Anwendung gekommene Retentionsgeräte im Ober- und Unterkiefer.*

Unterkiefer	Oberkiefer		
	Festsitzender Retainer	Herausnehmbares Retentionsgerät	Kein Retentionsgerät
Festsitzender Retainer	52,6%	26,7%	8,2%
Herausnehmbares Retentionsgerät	0,0%	3,0%	0,4%
Kein Retentionsgerät	0,0%	1,7%	6,5%

Das Alter der Patienten bei Insertion der Herbst-Apparatur lag zwischen 9,8 und 44,4 Jahren, was ein Durchschnittsalter von 14,4 Jahren ergab. Der Median lag bei 13,8 Jahren. Zu diesem Zeitpunkt befanden sich die Probanden im Mittel in der von HÄGG und TARANGER (1982) als MP3-G klassifizierten Wachstumsphase mit einem Median bei ebenfalls MP3-G. Für 4 der 508 Patienten musste das Reifestadium mit Hilfe der von HASSEL und FARMAN (1995) beschriebenen Methode anhand eines Fernröntgenseitenbildes ermittelt werden. Der Median lag für diese Patienten bei dem von HASSEL und FARMAN (1995) beschriebenen Reifestadium S 3.

Die durchschnittliche aktive Behandlungsdauer lag bei 24,2 Monaten, mit einem Median von 22,9 Monaten; darunter eine im Durchschnitt 8,1 Monate (Median: 7,8 Monate) dauernde Therapie mit einer Herbst-Apparatur, an die sich eine durchschnittlich 16,1 Monate (Median: 14,5 Monate) lange Multibracket-Behandlung anschloss. Die von 240 Patienten abgeschlossene, mindestens 24 Monate dauernde,

Nachbeobachtungsphase betrug im Durchschnitt 32,6 Monate mit einem Median von 27,1 Monaten.

## 4 Methodik

Es wurde eine retrospektive Auswertung der vorhandenen Patientenunterlagen durchgeführt. Hierzu wurden neben der Patientenakte auch die kieferorthopädischen Situationsmodelle und, bei Bedarf ergänzend, intraorale Fotos der Patienten ausgewertet. Zur Beurteilung von Veränderungen während der einzelnen Behandlungsabschnitte wurden drei Untersuchungszeitpunkte definiert:

- Vor der Herbst-Apparatur (T1)
- Unmittelbar nach Ende der Herbst-Multibracket-Behandlung (T2)
- Nach einer Nachbeobachtungsphase von mind. 24 Monaten (T3)

Der Zeitraum zwischen der Modellanfertigung (T1) und der Insertion der Herbst-Apparatur betrug durchschnittlich 5,5 Monate.

### 4.1 Auswertung der Situationsmodelle

Es erfolgte eine visuelle Beurteilung und Vermessung der kieferorthopädischen Situationsmodelle, die zu den oben genannten Zeitpunkten hergestellt worden waren. Um eine Reproduzierbarkeit der tatsächlichen intraoralen Patientensituation gewährleisten zu können, waren die Modellpaare zuvor in dreidimensionaler Lagebeziehung nach ANGLE (1899) getrimmt worden. Im Falle einer durch eine instabile Okklusion bedingten, nicht eindeutigen Lagebeziehung, wurde erneut der Bisschlüssel zwischen den Modellen eingesetzt und ergänzend auf intraorale Fotografien zurückgegriffen. Diese intraoralen Aufnahmen wurden auch zur Beurteilung der Situationsmodelle von Patienten, die laut Akte einen Dualbiss (zwei voneinander abweichende, habituelle Schlussbisspositionen) aufwiesen, herangezogen. Beurteilt wurde in diesem Fall die stärker von einer idealen Okklusion abweichende Schlussbissposition.

Die Auswertung aller Modelle erfolgte zur Untersuchung folgender Gegebenheiten:

- Beurteilung der subjektiven Versorgungsqualität
- Beurteilung der objektiven Versorgungsqualität
- Vermessung okklusaler Variablen
- Beurteilung und Vermessung vorhandener gingivaler Rezessionen

## 4.2 Beurteilung der Versorgungsqualität

Die Versorgungsqualität wurde einerseits objektiv durch eine Vermessung der Situationsmodelle mittels Peer Assessment Rating Index (PAR-Index) nach RICHMOND et al. (1992a) erfasst und andererseits subjektiv unter Verwendung der von AHLGREN (1988) beschriebenen Methode beurteilt.

### 4.2.1 PAR-Index

Der PAR-Index ist ein von RICHMOND et al. (1992a) entwickeltes Instrument zur objektiven Bewertung der Malokklusion sowie zur Beurteilung der kieferorthopädischen Versorgung. Er basiert auf fünf Komponenten, die es ermöglichen, jeder Abweichung vom eugnathen Gebiss einen Punktwert zu zuordnen:

1. Kontaktpunktabweichungen in der Ober- und Unterkieferfront
2. Beurteilung der Seitenzahnokklusion in den drei Ebenen (sagittal, vertikal und transversal) jeweils rechts und links
3. Overjet (sagittaler Frontzahnüberbiss)
4. Overbite (vertikaler Frontzahnüberbiss)
5. Mittellinienverschiebung zwischen Ober- und Unterkiefer

Nach der Beurteilung der einzelnen Komponenten werden diese zusätzlich gewichtet. So stellt eine hohe Punktzahl eine große Abweichung vom Idealgebiss dar, dementsprechend steht ein Gesamtwert von „0“ für einen ideal ausgeformten Zahnbogen und eine ideale Lagebeziehung der Zahnbögen zueinander. Die einzelnen Komponenten des PAR-Indexes sowie deren Gewichtung sind im Anhang (Kapitel 16.1) ausführlich dargestellt.

Um die Qualität der kieferorthopädischen Behandlung respektive Versorgung objektivieren zu können, wird eine Differenz zwischen den ermittelten prä- und posttherapeutischen Werten gebildet, die sogenannte PAR-Wertreduzierung. Diese kann sowohl in Punkten als auch in Prozent angegeben werden. Zur Interpretation des Behandlungserfolges beschreiben RICHMOND et al. (1992b) drei Gruppen:

- Erhebliche Verbesserung (Reduzierung von mindestens 22 Punkten)
- Verbesserung (Reduzierung um mindestens 30%)
- Verschlechterung oder kein Unterschied (Reduzierung unter 30%)

Um das Ergebnis einer „erheblichen Verbesserung“ zu erzielen, muss der Ausgangswert bereits über 22 Punkten liegen. Die prozentuale Reduzierung des Wertes hat in dieser Beurteilungsgruppe keinen Einfluss.

Die Objektivität dieser Methodik wird durch die notwendige Kalibrierung der Technik in einem von Prof. Dr. Stephen Richmond gehaltenen Zertifizierungskurs gewährleistet. Dieser wurde von der Autorin der vorliegenden Arbeit im Dezember 2013 erfolgreich abgeschlossen (Zertifikat im Anhang, Abbildung 16.2).

Die Modellvermessung basiert auf der Verwendung eines speziellen Lineals (RICHMOND et al. 1992a), welches ebenfalls im Anhang (Abbildung 16.1) dargestellt ist.

#### 4.2.2 Ahlgren-Methode

Zur subjektiven Beurteilung des erzielten Behandlungsergebnisses wurde die Ahlgren-Methode (AHLGREN 1988) herangezogen. Hierbei erfolgte die Bewertung der Modellpaare (T1 und T3) rein visuell und unter Berücksichtigung der Ausgangssituation durch die Direktorin der Abteilung, Frau Prof. Dr. Sabine Ruf, bzw. durch den ehemaligen Direktor Prof. Dr. Hans Pancherz. Eine Validierung der, durch die beiden genannten Behandler erfolgten, subjektiven Beurteilung wurde bereits mit Hilfe des PAR-Indexes von SERBESIS (2013) und STARK (2015) durchgeführt.

AHLGREN (1988) teilte zur Beurteilung der Versorgungsqualität in der Kieferorthopädie die durch eine kieferorthopädische Therapie erzielten Behandlungsergebnisse eigens definierten Gruppen zu:

- **Ausgezeichnetes Behandlungsergebnis**

Es wurden morphologisch ideale oder fast ideale Gebissverhältnisse erzielt.

- **Gutes Behandlungsergebnis**

Geringfügige Abweichungen zum Idealgebiss. Hierzu zählen kleinere Engstände in der Unterkieferfront, geringe Einzelzahnrotationen und -kippen, kleine Lücken sowie eine nicht perfekte bukkale Verzahnung.

- **Akzeptables Behandlungsergebnis**

Wesentliche Verbesserung zur Ausgangssituation, jedoch bestehen nach wie vor geringe Abweichungen. Hierzu zählen z.B. Abweichungen in der bukkalen sagittalen Verzahnung bis zu  $\frac{1}{2}$  Prämolarenbreite (Pb) mesial oder distal, ein leicht vergrößerter sagittaler oder vertikaler Frontzahnüberbiss sowie ein mäßiger Engstand.

- **Inakzeptables Behandlungsergebnis**

Die ursprüngliche Situation hat sich kaum verbessert, hat sich verschlechtert oder eine neue Malokklusion hat sich entwickelt.

- **Abgebrochene Behandlung oder nicht beurteilbares Behandlungsergebnis**

Die Behandlung wurde aus verschiedenen Gründen nicht zu Ende gebracht.

Die ersten drei Gruppen (ausgezeichnetes, gutes und akzeptables Behandlungsergebnis) spiegeln ein für den Patienten günstiges Behandlungsergebnis und somit eine erfolgreiche Therapie wider. Kennzeichen einer idealen Gebissmorphologie ist neben einem normalen Überbiss eine neutrale Molarenrelation bei der der mesiobukkale Höcker des oberen ersten Molaren in die Fissur zwischen mesio- und distobukkalem Höcker des unteren ersten Molaren greift (ANGLE 1988).

### 4.3 Beurteilung der okklusalen Variablen

Zusätzlich zur Erfassung über den PAR-Index wurden folgende Parameter jeweils rechts und links beurteilt:

- sagittale Schneidekantendifferenz (Overjet, in Schritten von 0,5 mm)
- vertikale Schneidekantendifferenz (Overbite, in Schritten von 0,5 mm)
- Eckzahnrelation rechts und links (visuell beurteilt in Schritten von  $\frac{1}{4}$  Prämolarenbreiten)
- Molarenrelation rechts und links (visuell beurteilt in Schritten von  $\frac{1}{4}$  Prämolarenbreiten)

Der Overjet, auch sagittaler Frontzahnüberbiss genannt, ist definiert als sagittale Schneidekantendifferenz (KAHL-NIEKE 2010). Er beschreibt den Abstand zwischen der labialen Fläche des Oberkieferinzisivus zum antagonistischen Unterkieferinzisivus. Dabei entspricht ein positiver Wert einem normalen bzw. einem vergrößerten Overjet, ein negativer Wert einem frontalen Kreuzbiss. Mit Hilfe einer Schieblehre wurde er parallel zur Okklusionsebene jeweils an den medialen und lateralen Inzisiven (in Schritten von 0,5 mm) gemessen und der höchste Wert für die jeweils rechte und linke Kieferhälfte erhoben.

Der Overbite bzw. der vertikale Frontzahnüberbiss, definiert als vertikale Schneidekantendifferenz (KAHL-NIEKE 2010), beschreibt den Abstand zwischen den Schneidekanten der Oberkiefer- und Unterkieferfrontzähne in maximaler Interkuspitation. Ein positiver Wert entspricht auch hier einem normalen oder vergrößerten Overbite. In einer Kopfbissituation treffen die Schneidekanten aufeinander, der Overbite beträgt in diesem Fall „0“, folglich beschreibt ein negativer Wert einen offenen Biss. Die Vermessung (in Schritten von 0,5 mm) des Overbites wurde ebenfalls mit einer Schieblehre durchgeführt, die lotrecht zur Okklusionsebene angelegt wurde.

Des Weiteren wurde die Okklusion im Seitenzahnbereich in der Sagittalen visuell beurteilt. Als Referenz für die Gesamtokklusion wird hierzu die Verzahnung der ersten Molaren (ANGLE 1899) und Eckzähne einer Seite in maximaler Interkuspitation herangezogen. In einer als neutral bewerteten Schlussbissposition (Neutralokklusion) greift die mesiale Höckerspitze des oberen ersten Molaren in die Fissur zwischen dem mesio- und distobukkalen Höckers des unteren ersten Molaren (Molarenrelation) sowie die Spitze des Oberkiefereckzahnes in den Approximalraum zwischen Unterkiefereckzahn und erstem Prämolaren der gleichen Seite (Eckzahnrelation). Abweichungen hiervon werden in der Maßeinheit Prämolarenbreiten (Pb) beschrieben und geben an, inwieweit sich die Relation von einer neutralen Verzahnung unterscheidet. Als Referenz dient der erste Molar bzw. der Eckzahn im Oberkiefer, zu dem der entsprechende Antagonist im Unterkiefer um eine  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ , 1 etc. Pb nach mesial oder distal verschoben ist (KAHL-NIEKE 2010).

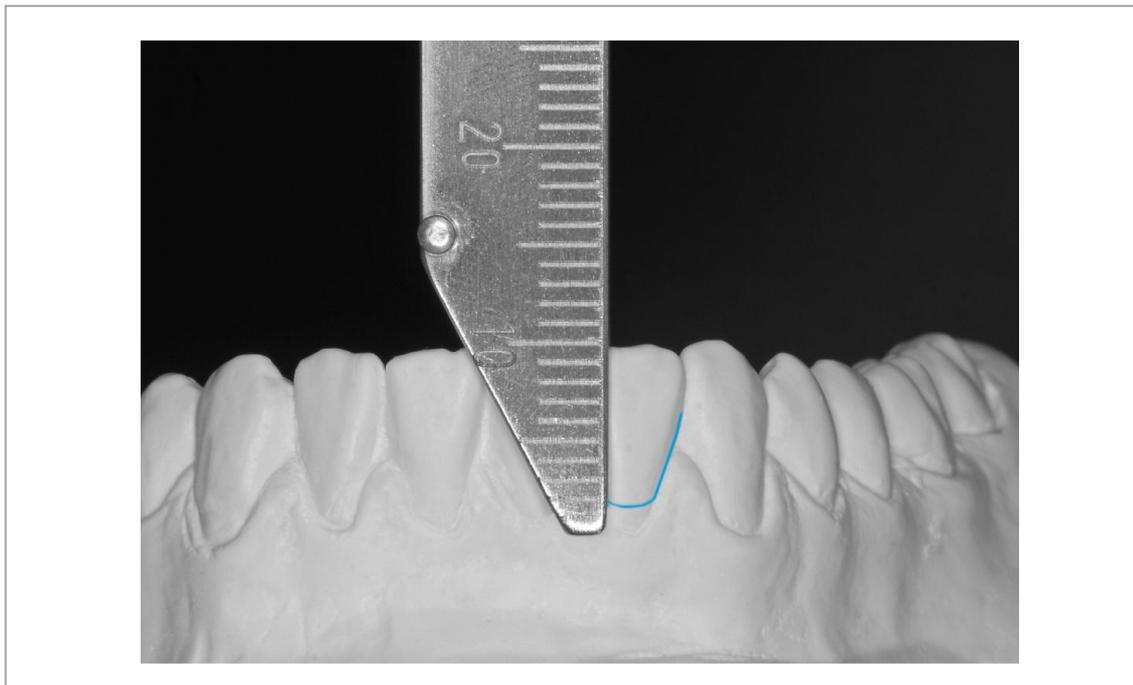
Bei der Auswertung der okklusalen Variablen konnten teilweise, trotz Vorhandensein des Modellpaares, Situationen nicht beurteilt werden. In diesen Fällen verhinderte entweder die Beschaffenheit des Modells, bspw. durch einen abgebrochenen Modellzahn, oder der Zahnstatus des Patienten durch einen fehlenden Zahn eine

zuverlässige Beurteilung. Diese Modellsituationen wurden dementsprechend als „nicht beurteilbar“ erfasst.

#### 4.4 Beurteilung der Rezessionen

Die Beurteilung von Rezessionen erfolgte an den Modellpaaren zu allen drei Zeitpunkten (T1, T2 und T3). Da nach erfolgter Auswertung 47,1% der Modelle für den Zeitpunkt T2, also unmittelbar nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung, hinsichtlich der gingivalen Situation nicht beurteilbar waren, wurde dieser Untersuchungszeitpunkt von der weiteren Untersuchung ausgeschlossen. Dementsprechend wurden gingivale Rezessionen ausschließlich zu den beiden Zeitpunkten T1 und T3 untersucht.

Vorhandene Rezessionen wurden mit Hilfe einer Schieblehre (in Schritten von 0,5 mm) an allen Modellzähnen (ausgenommen der Weisheitszähne) gemessen. Dabei wurde immer die Strecke zwischen dem vorherigen Gingivarand bzw. der Schmelz-Zement-Grenze und dem tiefsten Punkt der Rezession beurteilt (Abbildung 4.1).



*Abbildung 4.1 Messmethodik zur Beurteilung von gingivalen Rezessionen mit hervorgehobener Schmelz-Zement-Grenze (blau).*

## 4.5 Auswertung der Patientenakte

Ergänzend zur Modellauswertung erfolgte eine Sichtung der Patientenakten. Neben der Erhebung des Geschlechts und des Alters der Probanden sollte eine Auswertung bezüglich folgender Daten erfolgen:

- Behandlungsdauer (Vorbehandlung, Herbstphase, Multibracketphase, Nachbeobachtungsphase)
- Habits und Funktionsstörungen vor Beginn der Behandlung
- Gründe für eine eventuelle vorzeitige Beendigung der Behandlung

Ergänzend zu den Habits und Funktionsstörungen wurden dentale Traumata erfasst, die sich vor Behandlungsbeginn ereignet hatten. Die bei der Erstuntersuchung in der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität aufgenommenen Habits und Funktionsstörungen wurden folgenden Gruppen zugeordnet:

- Kauen auf Gegenständen
- Spielen von Blasinstrumenten
- Lutschhabit
- Lippendysfunktion
- Zungendysfunktion
- Atypisches Schluckmuster
- Mundatmung
- Parafunktion
- Sigmatismus
- Zwangsbiss
- Kiefergelenksfunktionsstörung (CMD)
- Dentales Trauma

## 4.6 Ermittlung der skelettalen Reife

Das Stadium der skelettalen Reife vor Beginn der Therapie mit der Herbst-Apparatur wurde nach Aktenlage erhoben. Bei Probanden, bei denen eine zuvor nicht ausgewertete Handwurzelaufnahme (HWA) oder ein Fernröntgenseitenbild (FRS) vorlagen, wurde die skelettale Reife mit den von HÄGG und TARANGER (1982) bzw. HASSEL und FARMAN (1995) beschriebenen Methoden selbst bestimmt. Dabei wurde der Methode von HÄGG und TARANGER (1982) Vorzug gegeben. Diese von HÄGG und TARANGER (1982) definierte Methode zur Einteilung der Wachstumsstadien basiert auf der voranschreitenden Verknöcherung der mittleren Phalanx des Mittelfingers und des Radius. Demgegenüber steht die Methode von HASSEL und FARMAN (1995) zur Bestimmung des Reifegrades anhand der morphologischen Veränderung des dritten Halswirbelkörpers (C3).

Wachstumsstadien der medialen Phalanx des Mittelfingers (MP3) nach HÄGG und TARANGER (1982):

S	Verknöcherung des Sesambeins. Zeitgleich zu Stadium MP3-F
MP3-E	Die Epiphyse ist schmaler als die Diaphyse (Beginn des pubertären Wachstums)
MP3-F	Die Epiphyse und die Diaphyse haben die gleiche Breite
MP3-FG	Die Epiphyse und die Diaphyse haben die gleiche Breite, zusätzlich bildet der laterale Rand der Epiphyse einen rechten Winkel mit der lateralen Epiphysenfläche (kurz vor dem pubertären Wachstumsmaximum)
MP3-G	Die verdickten Seitenflächen der Epiphyse umgreifen die Diaphyse (kurz nach dem pubertären Wachstumsmaximum)
MP3-H	Beginn der Verknöcherung zwischen der Epi- und der Diaphyse
MP3-I	Vollständige Verknöcherung des mittleren Phalanx

Wachstumsstadien des Radius (R) nach HÄGG und TARANGER (1982):

R-I	Verknöcherung zwischen der Epi- und der Diaphyse des Radius beginnt
R-IJ	Verknöcherung fast abgeschlossen, ein- oder beidseitige laterale Einkerbung
R-J	Vollständige Verknöcherung der Epi- und der Diaphyse des Radius

Reifegrad des Halswirbelkörpers C3 im FRS nach HASSEL und FARMAN (1995):

- Stadium 1 Die inferiore Fläche von C3 bildet eine gerade Linie, die superiore Grenze fällt steil von posterior nach anterior ab (pubertäres Wachstum beginnt).
- Stadium 2 Die inferiore Fläche von C3 erscheint konkav gewölbt, die superiore Grenze fällt weniger steil von posterior nach anterior ab.
- Stadium 3 Die inferiore Fläche von C3 ist deutlich konkav gewölbt, die superiore Grenze ist kaum noch schräg (kurz vor dem pubertären Wachstumsmaximum).
- Stadium 4 Die inferiore Fläche von C3 bleibt gleich konkav gewölbt, die superiore Linie ist gerade (kurz nach dem pubertären Wachstumsmaximum).
- Stadium 5 Der Wirbelkörper ist vertikal größer als horizontal, die inferiore Konkavität hat weiter zugenommen.
- Stadium 6 Der Wirbelkörper ist deutlich größer in der Vertikalen als in der Horizontalen. Die Konkavität ist stärker ausgeprägt als zuvor.

## 4.7 Definition Behandlungsende

Eine Behandlung wurde als vorzeitig beendet betrachtet, wenn die aktive Behandlungsphase (Herbst- und Multibracket-Behandlung) abgebrochen oder wenn nach abgeschlossener aktiver Behandlung (T2) die Nachbeobachtungsphase nicht bis zum Ende wahrgenommen wurde (T3). In zweitem Fall wurden die erhobenen Daten bis zum Zeitpunkt T2 berücksichtigt. Die Gründe für ein verfrühtes Behandlungsende wurden folgenden Kategorien zugeteilt:

- Proband nicht mehr erschienen
- Behandlerwechsel
- Keine Weiterbehandlung wegen ausstehender Rechnungen
- Proband lehnte weitere Therapie ab
- Abbruch wegen mangelnder Mitarbeit (Compliance)

## 5 Datenmanagement

Die Datenerhebung dieser Studie gliederte sich in zwei Phasen. Zunächst wurde eine Datenbank in Microsoft Office Excel 2007 mit allen Patienten, die mit einer Herbst-Apparatur in der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität behandelt wurden, angelegt. Für jeden dieser Patienten wurden folgende Daten erfasst:

- Patientennummer
- Geburtsdatum
- Geschlecht
- Skelettale Reife vor Behandlung
- Habits und Funktionsstörungen
- Dauer und Art der einzelnen Behandlungsschritte
- Evtl. Vor- und Nachbehandlungsmaßnahmen
- Evtl. Gründe für ein verfrühtes Behandlungsende

Anschließend wurden die Situationsmodelle aller Probanden, die die oben genannten Einschlusskriterien erfüllten, ausgewertet. Hierbei erfolgte die Datenerhebung in einem für diese Studie erstellten Erfassungsbogen. Die Daten wurden daraufhin in Microsoft Office Excel 2007 digitalisiert und zur Sicherstellung der korrekten Übertragung erneut kontrolliert.

Die statistische Auswertung und Analyse der Daten erfolgte, mit Unterstützung durch Herrn Hudel aus der Arbeitsgruppe für Medizinische Statistik der Justus-Liebig-Universität Gießen, unter Verwendung von IBM SPSS Statistics, Version 21. Mit dieser Software wurden die Daten zunächst deskriptiv statistisch ausgewertet.

Zur detaillierteren Betrachtung des Hauptzielparameters respektive der Versorgungsqualität wurden weiterhin mögliche Einflüsse der skelettalen Reife bzw. der Ausprägung der Malokklusion auf die Versorgungsqualität untersucht. Hierfür wurde zum einen die Rangkorrelationsanalyse nach Spearman und zum anderen der Kruskal-Wallis-Test verwendet. Da aufgrund der häufigen Testungen die Wahrscheinlichkeit für falsch positive Werte stieg, demnach ein multiples Testproblem vorlag, wurde zur Korrektur des allgemeinen  $\alpha$ -Fehlers die Bonferroni-Korrektur angewendet. Zur Ermittlung möglicher Zusammenhänge zwischen der PAR-Wert-Reduktion und der skelettalen Reife wurde die Rangkorrelation nach Spearman

bestimmt und zwischen der Ahlgren-Gruppeneinteilung und der skelettalen Reife der Kruskal-Wallis-Test verwendet.

Um mögliche Zusammenhänge zum Ausprägungsgrad der sagittalen Malokklusion zu untersuchen, wurde die erhobenen Werte der Molarenrelation der rechten und linken Seite zunächst gemittelt und anschließend die Reduzierung der Ausprägung der Malokklusion zu den einzelnen Zeitpunkten errechnet. So wurde ein möglicher Zusammenhang zwischen der Reduzierung der Malokklusion und der PAR-Wert-Reduktion (RICHMOND 1992a) mit Hilfe der Rangkorrelationsanalyse nach Spearman untersucht. Mögliche Zusammenhänge zwischen der Ausprägung der Malokklusion und der Ahlgren-Gruppeneinteilung (AHLGREN 1988) wurden unter Verwendung des Kruskal-Wallis-Testes untersucht.

Da die weiteren, erhobenen Daten, wie bspw. die Behandlungsdauer, die Veränderung okklusaler Variablen, Habits und Funktionsstörungen zu Behandlungsbeginn oder auch das Auftreten von Rezessionen rein explorativ erhoben wurden, fand für diese keine weitere statistische Auswertung statt. Vielmehr sollten sie als möglicher Anhaltspunkt für weitere Fragestellungen dienen.

## 6 Beobachterreliabilität

Zur Überprüfung der Bewertungszuverlässigkeit bei der Auswertung der Patientenmodelle wurde die Beobachterreliabilität ermittelt. Hierfür wertete die Untersucherin jeweils alle vorhandenen Modellpaare der ersten zwanzig Patientenfälle zu den Zeitpunkten T1, T2 und T3 erneut aus. Diese zweite Beurteilung der ausgewählten Modellpaare erfolgte nach Abschluss der vollständigen Datenerhebung und umfasste folgende Kriterien:

- Okklusale Variablen
- PAR-Index
- Rezessionen

Der Grad der Übereinstimmung wurde mit Hilfe des Korrelationskoeffizienten Kendall's Tau für die genannten Kriterien bestimmt und lag für die okklusalen Variablen bei 0,83 - 0,98, für den PAR-Index bei 0,86 und für die Rezessionen bei 0,71. Dieser Tau-Koeffizient entspricht einem sehr hohen ( $\geq 0,7$ ) Grad an Übereinstimmung (KUCKARTZ et al. 2010).

Weiterhin erfolgte eine Validierung hinsichtlich der Auswertung der skelettalen Reife. Diese wurde im Rahmen der Erstuntersuchung in der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität ermittelt. Im Zeitraum der Datenerhebung wurden 20 zufällig ausgewählte Handwurzelaufnahmen erneut befundet und die Beobachterreliabilität mittels Kendall's Tau bestimmt. Der Grad der Übereinstimmung lag bei 0,94 und stellt einen sehr starken Zusammenhang dar (KUCKARTZ et al. 2010).

## 7 Ergebnisse Gesamtpatientengut

### 7.1 Patientengut

Das untersuchte Gesamtpatientengut von insgesamt 508 Klasse II:1 Herbst-Patienten, setzte sich aus insgesamt 240 (47,2%) männlichen und 268 (52,8%) weiblichen Patienten zusammen. Zu Beginn der aktiven Behandlungsphase befand sich die Mehrheit der Patienten im Alter zwischen 12 und 16 (80,9%) Jahren. 30 (5,9%) Patienten waren zu Behandlungsbeginn jünger und 67 (13,2%) Patienten waren älter. Die genaue Altersverteilung ist der Abbildung 7.1 zu entnehmen.

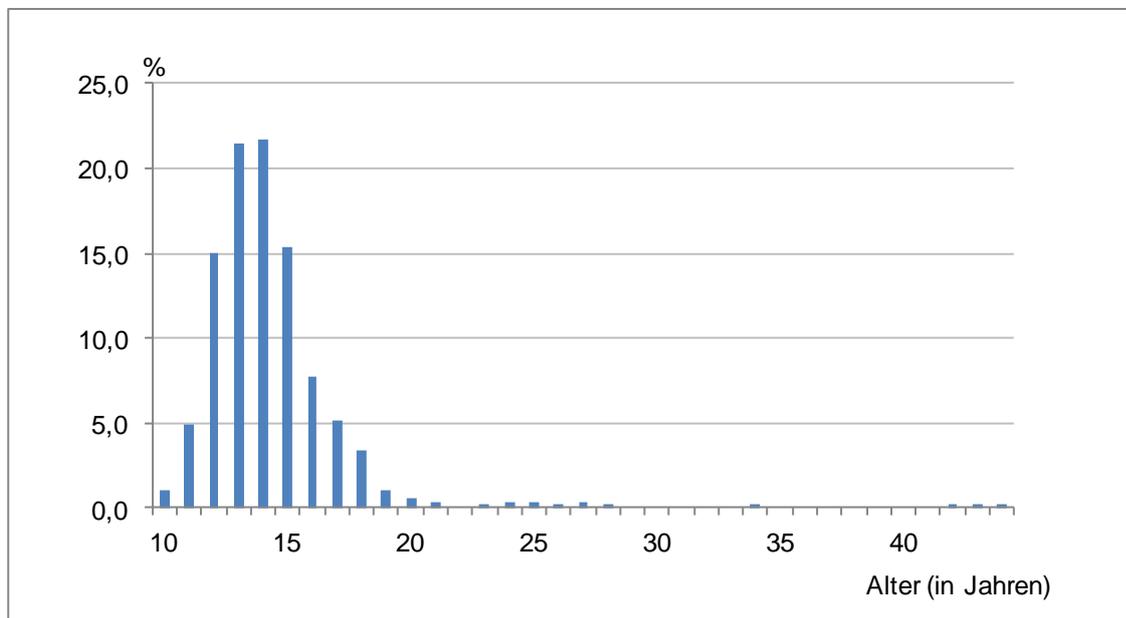


Abbildung 7.1 Prozentuale Altersverteilung des Gesamtpatientengutes an Klasse II:1 Herbst-Patienten (n=508) zu Beginn der aktiven Behandlung (gerundet, in Jahren).

Entsprechend der Altersverteilung verhielt sich auch die Verteilung der skelettalen Reife vor Behandlungsbeginn. Diese konnte für 3 (0,6%) der 508 Patienten aufgrund fehlender Patientenakten nicht ermittelt werden (Abbildung 3.1). 336 (66,1%) aller Patienten befanden sich in einem Entwicklungsstadium im Bereich des pubertären Wachstumsgipfels (Abbildung 7.2). Dies entspricht einem Stadium zwischen MP3-F und einschließlich MP3-H nach HÄGG und TARANGER (1982) bzw. dem C3-Stadium 2 bis C3-Stadium 4 nach HASSEL und FARMAN (1995). 73 (14,5%) Patienten wiesen nur noch ein geringes Restwachstum auf. Sie befanden sich in einem

Wachstumsstadium zwischen MP3-I und R-IJ (HÄGG und TARANGER 1982). Behandelt wurden weiterhin 44 (8,7%) erwachsene Patienten ohne noch zu erwartendes Restwachstum. Dem gegenüber standen 52 (10,3%) heranwachsende Patienten vor dem pubertären Wachstumsschub (MP3-E).

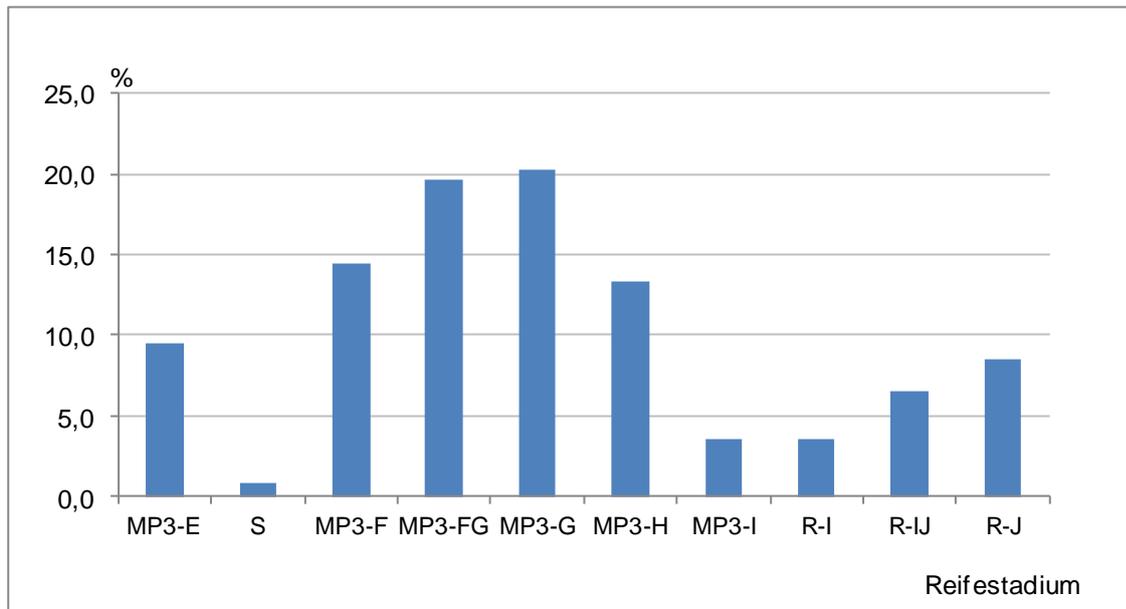


Abbildung 7.2 Verteilung nach skelettalen Reife (HÄGG und TARANGER 1982): Prozentuale Häufigkeit der Patienten (n=505) in den jeweiligen skelettalen Reifestadien zu Behandlungsbeginn (T1).

## 7.2 Behandlungsfaktoren

### 7.2.1 Externe Vorbehandlung

150 (29,7%) Patienten wurden zuvor bereits extern behandelt, ehe sie in der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität vorstellig wurden. Im Falle einer extern stattgefundenen Vorbehandlung dauerte diese durchschnittlich  $3,6 \pm 2,2$  Jahre mit einem Median bei 3,3 Jahren. Jedoch war die Vorbehandlungsdauer bei 34 (22,7%) der 150 Patienten, die eine externe Vorbehandlung erhalten hatten, nicht bekannt.

Zum Einsatz kamen dabei sowohl herausnehmbare als auch festsitzende Apparaturen. Insgesamt wurden 114 (76,0%) Patienten ausschließlich mit herausnehmbaren, 16 (10,7%) Patienten ausschließlich mit festsitzenden Apparaturen und 20 (13,3%) Patienten sowohl mit festsitzenden als auch mit herausnehmbaren Geräten behandelt.

### 7.2.2 Interne Vorbehandlung

108 (21,4%) von 505 Patienten hatten sich in der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität bereits vor der Herbst-Multibracket-Behandlung einer Therapie unterzogen. Diese zunächst erfolgte Behandlung dauerte im Schnitt  $22,7 \pm 16,0$  Monate (Median: 19,3 Monaten) und stellte zumeist eine eigenständige und nicht vorbereitende Therapiemaßnahme dar. Hiervon zu unterscheiden ist die Patientengruppe von 58 (11,5%) Patienten, die sich einer für die anschließende Herbst-Multibracket-Behandlung notwendigen Vorbehandlung unterzogen.

Als notwendige vorbereitende Maßnahmen wurden hierbei die transversale Dehnung des Oberkiefers mittels Gaumennahterweiterungsapparatur (GNE) oder Quadhelix, die Behebung einzelner Frontzahnfehlstellungen mittels Multibracket-Apparatur sowie die Kombination aus diesen Maßnahmen angesehen. Diese, für die Herbsttherapie als notwendig zu erachtende, Vorbehandlung dauerte im Mittel  $7,9 \pm 5,8$  Monate mit einem Median bei 6,2 Monaten.

Dabei verteilten sich die vorbereitenden Maßnahmen wie folgt:

- 35 (60,4%) Patienten erhielten eine (Teil-) Multibracket-Apparatur (MB)
- 11 (19,0%) Patienten erhielten eine Gaumennahterweiterungsapparatur (GNE)
- 6 (10,3%) Patienten erhielten eine Quadhelix
- 3 (5,2%) Patienten erhielten sowohl eine Quadhelix als auch eine MB
- 2 (3,4%) Patienten erhielten sowohl eine GNE als auch eine MB
- 1 (1,7%) Patient erhielt zunächst eine Quadhelix und anschließend eine GNE

### 7.2.3 Herbst-Multibracket-Behandlung

Alle 508 Patienten erhielten die Herbst-Multibracket-Behandlung in der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität. Diese aktive Behandlung ist in Abbildung 7.3 dargestellt und umfasste eine durchschnittlich  $8,1 \pm 1,8$  Monate (Median: 7,8 Monate) dauernde Herbstphase, an die sich eine im Mittel  $16,1 \pm 7,4$  monatige Multibracketphase, mit einem Median bei 14,5 Monaten, anschloss. Während sich die Dauer der Herbst-Behandlung für die einzelnen Patienten auf 3 bis 16 Monate verteilte, unterschied sich die Dauer der Behandlung mit der Multibracket-Apparatur weitreichender. So konnte für diesen Behandlungsabschnitt eine Verteilung zwischen 4 und 47 Monaten beobachtet werden.

Die Gesamtbehandlungsdauer, ebenfalls in Abbildung 7.3 dargestellt (rechter Boxplot), betrug im Durchschnitt  $24,2 \pm 7,8$  Monate mit einem Median bei 22,9 Monaten. Wie für die Dauer der Multibracket-Phase war auch die Streuung der vollständigen Behandlungsdauer sehr breit angelegt.

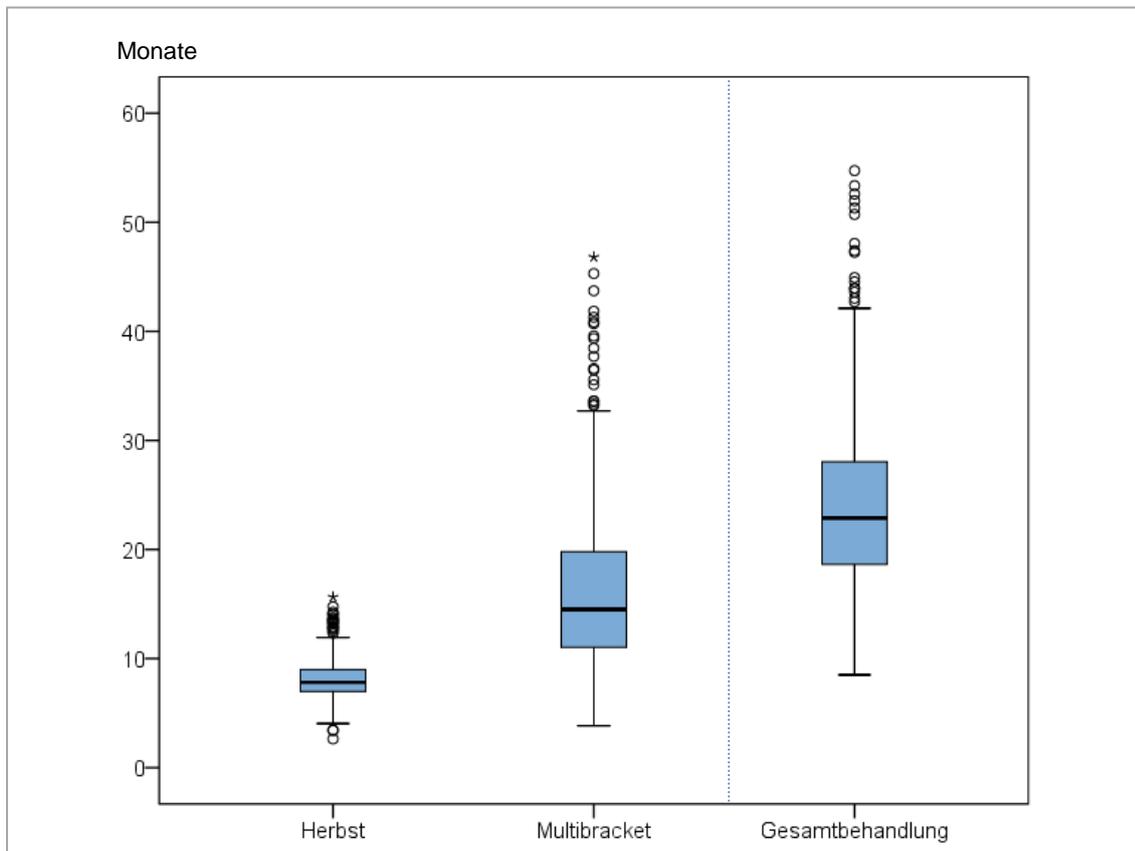


Abbildung 7.3 Dauer der Herbst- und Multibracket-Phase sowie der gesamten aktiven Behandlungszeit (Herbst-Multibracket-Behandlung) in Monaten.

Während die Dauer der einzelnen Behandlungsschritte sowohl mit Hilfe der Patientenakten als auch mit Hilfe vorhandener Patientenmodelle rekonstruiert werden konnten, ließ sich die Auswertung begleitender Maßnahmen nur durch die jeweilige Patientenakte ermitteln. Durch die Aktenauswertung konnte festgestellt werden, dass begleitend zur Herbst-Apparatur bei 10 (2,0%) der 505 Patienten eine Quadhelix und bei 105 (20,8%) der 505 Patienten eine Gaumennahterweiterungsapparatur (GNE) inseriert worden war.

## 7.2.4 Nachbeobachtungsphase

Das Einschlusskriterium einer mindestens 24 monatigen Nachbeobachtungsphase nach Ende der Multibracket-Phase erfüllten 240 (47,2%) aller 508 Patienten. Die restlichen 268 Patienten befanden sich noch in der Nachbeobachtungsphase (zw. T2 - T3), hatten diese vorzeitig abgebrochen (vor T3) oder regelrecht beendet, jedoch mit einer Nachbeobachtungsphase unter 24 Monaten (Abbildung 7.4).

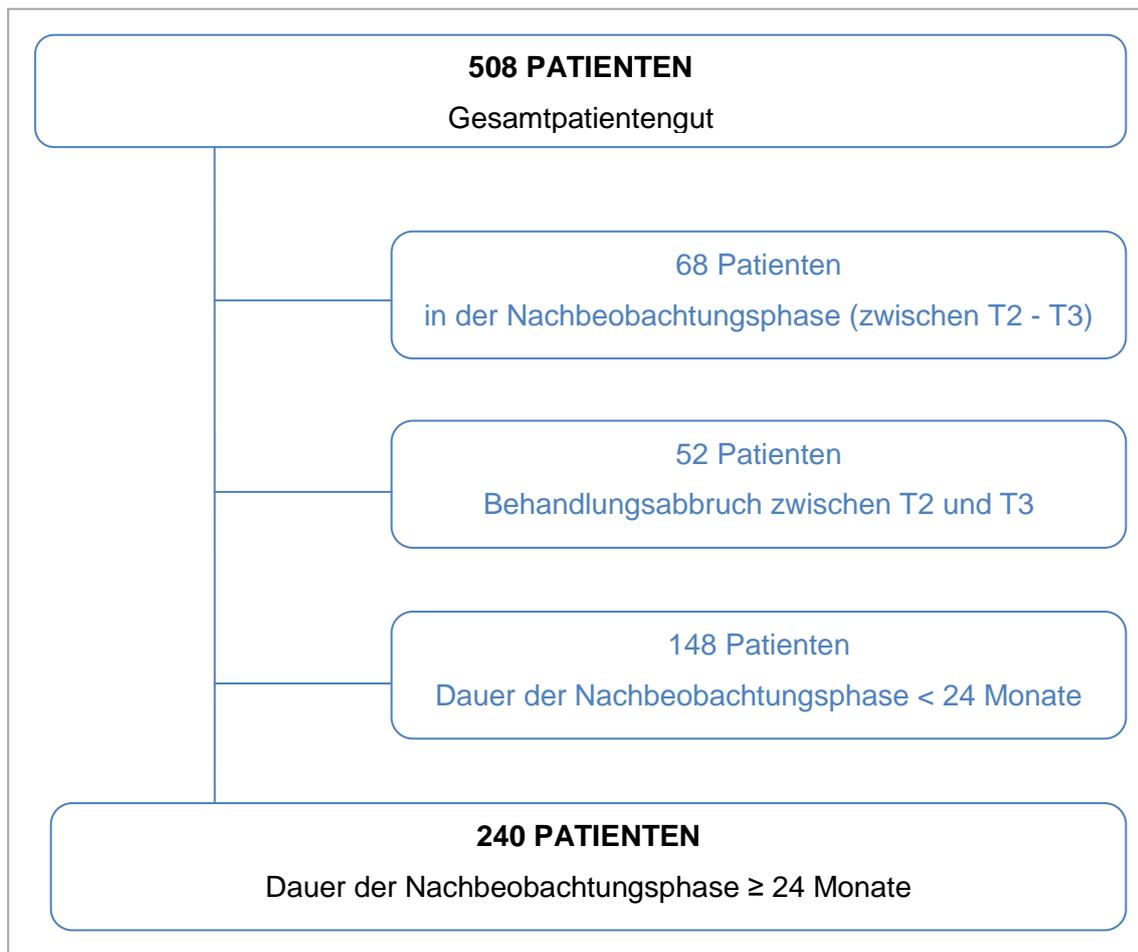


Abbildung 7.4 Verteilung der Patienten in der Nachbeobachtungsphase (Zeitraum zwischen T2 und T3). Hervorgehoben sind hierbei die 240 Patienten, die die mindestens 24 monatige Nachbeobachtungsphase durchliefen und zum Zeitpunkt T3 ausgewertet werden konnten.

Wurde die mindestens 24 monatige Nachbeobachtungsphase abgeschlossen, so dauerte diese im Durchschnitt  $32,6 \pm 15,8$  Monate mit einem Median bei 27,1 Monate. Die genaue Verteilung ist in Abbildung 7.5 dargestellt. In Einzelfällen belief sich die Gesamtnachbeobachtungsdauer über 60 Monate. Einen extremen Ausreißer nach oben bildete ein Patientenfall mit einer Beobachtungsphase von 190 Monaten, dieser wurde der übersichtshalber in der Abbildung nicht dargestellt.

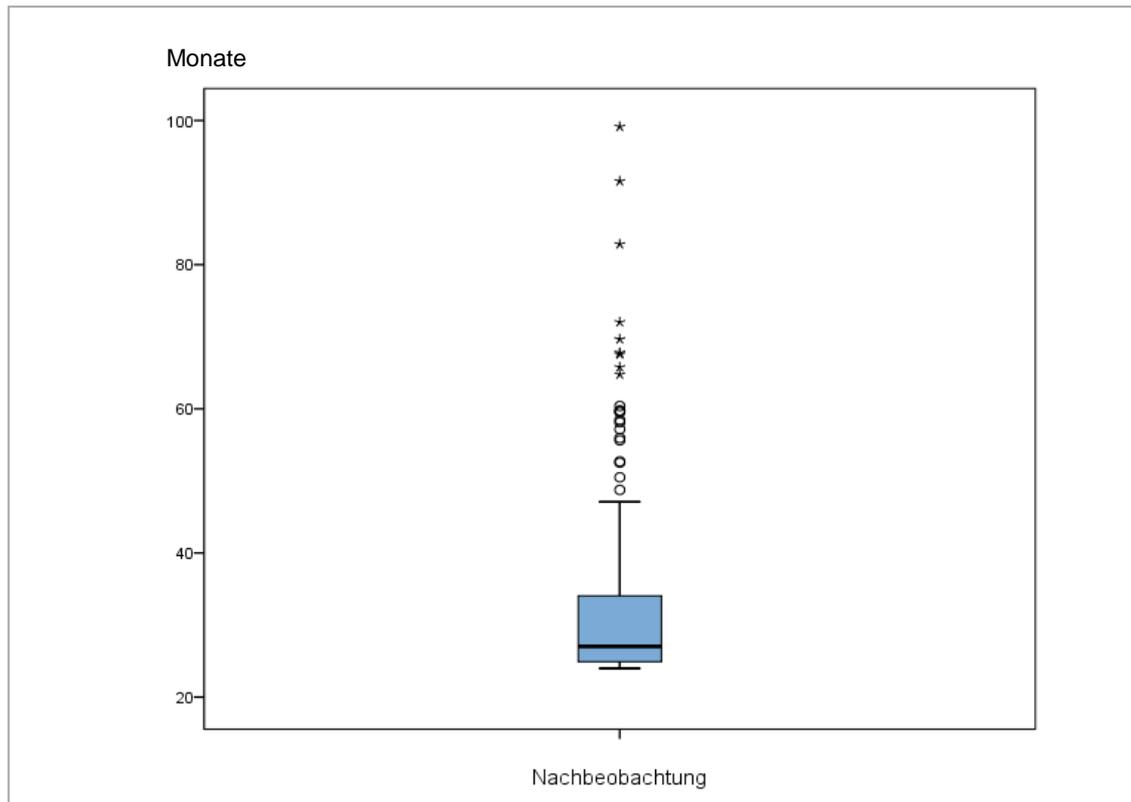


Abbildung 7.5 Dauer der gesamten Nachbeobachtungsphase (n=240 Patienten) in Monaten.

Wie bereits in Abbildung 7.4 dargestellt fand bei 52 (10,2%) Patienten ein vorzeitiger Behandlungsabbruch während der Nachbeobachtungsphase statt. Die Gründe für den vorzeitigen Behandlungsabbruch wurden erfasst:

- 34 (65,4%) dieser 52 Patienten erschienen ohne bekannten Grund nicht mehr.
- Bei 7 (13,5%) Patienten fand ein Behandlungsabbruch aufgrund von mangelnder Mitarbeit und Motivation statt.
- 5 (9,6%) dieser Patienten wechselten während der Nachbeobachtungsphase den Behandler.
- 4 (7,7%) Patienten lehnten eine Weiterbehandlung ab.
- Bei 2 (3,8%) Patienten wurde die Behandlung aufgrund ausstehender Rechnungen vorzeitig beendet.

### 7.3 PAR-Index

Zu Behandlungsbeginn lag der PAR-Index im Durchschnitt bei  $32,4 \pm 8,8$  Punkten mit einem Median bei 32,0 Punkten. Die genaue Verteilung ist der Abbildung 7.6 zu entnehmen.

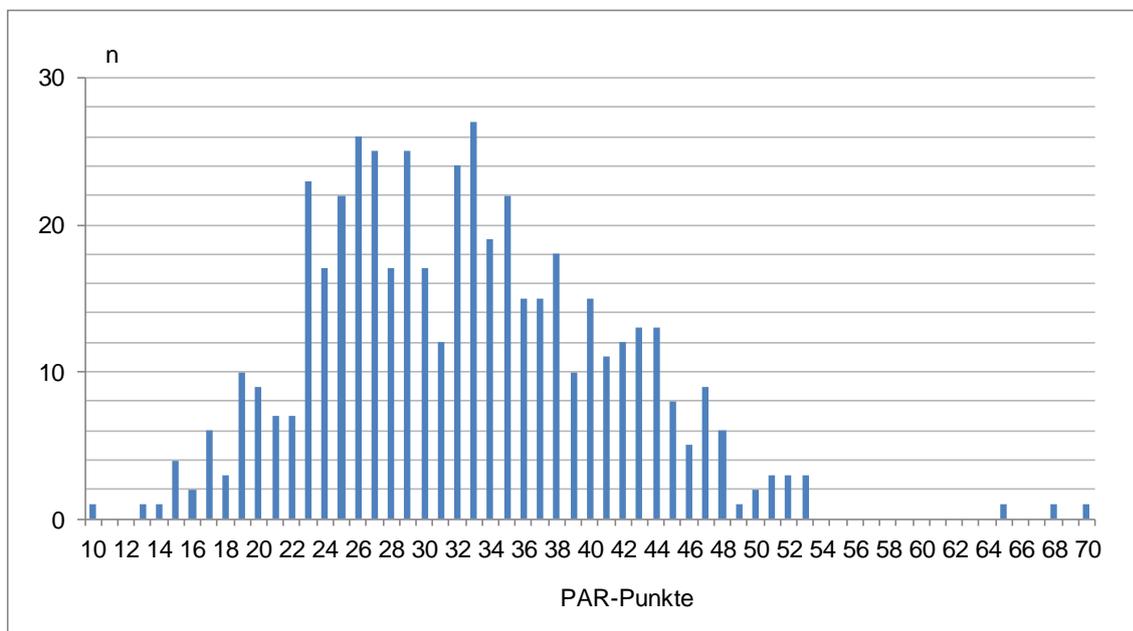


Abbildung 7.6 PAR-Punkteverteilung zu Behandlungsbeginn: Prozentualer Anteil an Patienten ( $n=492$ ) je PAR-Punktwert (gewichtet) vor Beginn der Behandlung. Median in Dunkelblau.

Der anfängliche PAR-Wert konnte nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2) auf durchschnittlich  $8,0 \pm 4,5$  Punkte mit einem Median von 7,0 Punkten gesenkt werden. So wurde bei 302 (59,4%) Patienten eine PAR-Wertreduzierung von mindestens 22 Punkten erreicht und somit eine Einteilung in die Kategorie „Greatly improved“ (Abbildung 7.7). Das Behandlungsergebnis von 177 (34,8%) Patienten erzielte die Einstufung „Improved“ und lediglich 11 (2,2%) Patienten mussten der Kategorie „Worse / No different“ zugeteilt werden.

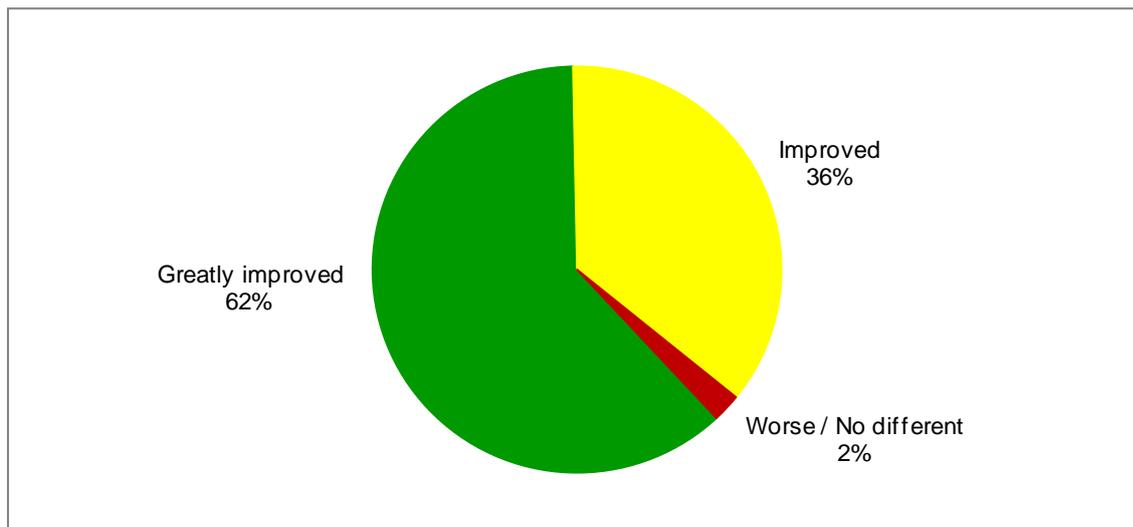


Abbildung 7.7 Erzielte Kategorien nach Punktwertreduzierung (T1 zu T2): Gerundete prozentuale (%) Verteilung der Patienten (n=490) auf die drei Kategorien „Greatly improved“, „Improved“ und „Worse / No different“.

Für 47,2% der Patienten (n=492) konnte das erreichte Behandlungsergebnis nach einer mindestens 24 monatigen Nachbeobachtungsphase (T3) beurteilt werden. In dieser stieg der durchschnittliche PAR-Wert geringfügig von 8,0 auf  $8,8 \pm 5,1$  Punkte (Median: 7,0 Punkte) an. Auch nach Abschluss der Nachbeobachtungsphase konnten 97,0% der 232 Patienten den Kategorien „Greatly improved“ (56,9%) oder „Improved“ (40,1%) zugeteilt werden. Lediglich 3,0% fielen der Kategorie „Worse / No different“ zu (Abbildung 7.8).

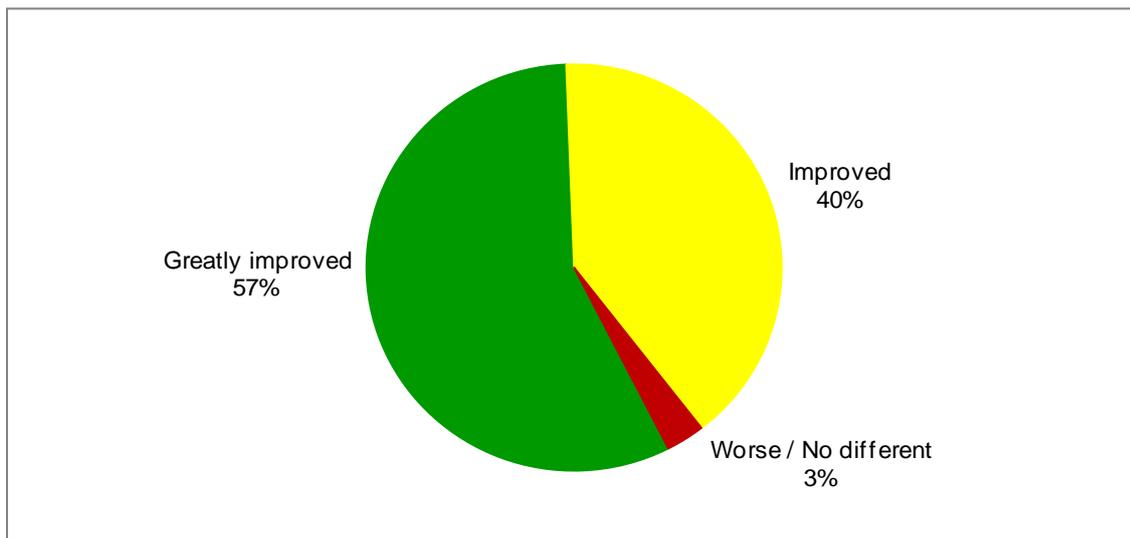


Abbildung 7.8 Erzielte Kategorien nach Punktwertreduzierung (T1 zu T3): Gerundete prozentuale (%) Verteilung der Patienten (n=232) auf die drei Kategorien „Greatly improved“, „Improved“ und „Worse / No different“.

Zur detaillierten Betrachtung der Versorgungsqualität wurde der Zusammenhang zwischen der PAR-Wert-Reduktion der Zeitpunkte T1 zu T2 respektive T1 zu T3 und der skelettalen Reife sowie der Reduzierung der Malokklusion zu den jeweiligen Zeitpunkten getestet.

Unter Verwendung der Rangkorrelationsanalyse nach Spearman konnte kein Zusammenhang zwischen der Punktwertreduktion während der Behandlung (T1 zu T2) und der skelettalen Reife der Patienten ( $r=0,057$ ) nachgewiesen werden. Auch zwischen der Punktwertreduktion von Behandlungsbeginn bis zum Ende der Nachbeobachtungsphase (T1 zu T3) und der skelettalen Reife ( $r=0,031$ ) konnte ein Zusammenhang ebenfalls ausgeschlossen werden.

Zwischen der PAR-Punktwertreduktion und der Reduzierung der Ausprägung der Malokklusion von T1 zu T2 konnte kein Zusammenhang ( $r=0,154$ ) nachgewiesen werden (KUCKARTZ et al. 2010). Auch zeigte sich zwischen der PAR-Punktwertreduktion und der Reduktion der Malokklusion von Behandlungsbeginn zum Ende der Nachbeobachtungsphase (T1 zu T3) ein geringer Zusammenhang ( $r=0,23$ ).

## 7.4 Ahlgren-Bewertung

Mit der von AHLGREN (1988) entwickelten Methode zur Beurteilung der Versorgungsqualität wurden ausschließlich Modelle von Patienten bewertet, die die mindestens 24 monatige Nachbeobachtungsphase (T3) abgeschlossen hatten.

Von diesen 232 Patienten erreichten 39 (16,8%) ein ausgezeichnetes Behandlungsergebnis nach AHLGREN (1988). Diese Patienten erzielten eine durchschnittliche PAR-Wertreduzierung von  $23,0 \pm 8,5$  Punkten (Median: 23,0 Punkte). Für weitere 81 (34,9%) Patienten konnte ein gutes Behandlungsergebnis erzielt werden. Die PAR-Wertreduktion lag hier im Mittel bei  $24,6 \pm 8,8$  Punkten (Median: 24,0 Punkte) und somit minimal höher als für Patienten mit einem ausgezeichneten Behandlungsergebnis. Bei der Mehrheit, demnach bei 102 (44,0%) Patienten, wurde ein als akzeptabel zu bewertendes Behandlungsergebnis erzielt. Auch in dieser Gruppe konnte der PAR-Wert deutlich reduziert werden ( $23,4 \pm 9,8$  Punkte, Median von 23,0 Punkten). Lediglich 5 (2,2%) Patienten erreichten ein inakzeptables Behandlungsergebnis. Obwohl das Behandlungsergebnis dieser Patienten lediglich als inakzeptabel eingestuft wurde, konnte der PAR-Wert um durchschnittlich  $20,8 \pm 12,5$  Punkte (Median: 19,0 Punkten) gesenkt werden. Im Rahmen der Ahlgren-Bewertung wurde bei 5 (2,2%) Patienten die Behandlung als abgebrochen oder das Behandlungsergebnis als nicht beurteilbar eingestuft. Da von diesen Patienten jedoch Modelle vorlagen, wurde der PAR-Wert ermittelt. Patienten dieser Gruppe erzielten eine durchschnittlich Reduzierung von  $14,4 \pm 9,7$  Punkten (Median: 13,0 Punkten), womit sie deutlich unter den Durchschnittswerten der restlichen Gruppen (ausgezeichnetes - inakzeptables Behandlungsergebnis) lagen. Die genaue Verteilung des PAR-Wertes zu den beiden Zeitpunkten T1 und T3 ist in Abbildung 7.9 für alle fünf Gruppen nach AHLGREN (1988) dargestellt.

Zu Behandlungsbeginn (T1) lag der durchschnittlichen PAR-Punktwert in allen Ahlgren-Gruppen zwischen ca. 29 und 35 Punkten (Median der Gruppe ausgezeichnetes

Ergebnis: 29 Punkte, gutes Ergebnis: 32 Punkte, akzeptables Ergebnis: 34 Punkte, inakzeptables Ergebnis: 30 Punkte und nicht beurteilbares Ergebnis: 35 Punkte). Dabei nahm die Varianz, bis auf einige Ausreißer in den Gruppen mit einem akzeptablen bzw. inakzeptablen Behandlungsergebnis, mit dem erzielten Behandlungsergebnis (ausgezeichnet - inakzeptabel) ab. Wie bereits beschrieben, konnte der anfängliche PAR-Wert durch die erfolgte Herbst-Multibracket-Behandlung in allen Ahlgren-Gruppen deutlich gesenkt werden (Abbildung 7.9). Für den durchschnittlichen PAR-Wert am Ende der Nachbeobachtungsphase (T3) ergab sich eine Steigerung entsprechend des Ahlgren-Ergebnisses. So lag der Median in der Gruppe mit Patienten, die ein ausgezeichnetes Behandlungsergebnis aufwiesen, bei 5 Punkten und für Patienten mit einem inakzeptablen Ergebnis bei 9 Punkten. Patienten, deren Behandlung als abgebrochen oder das Ergebnis als nicht beurteilbar gewertet wurde, wiesen einen Median von 14 Punkten auf.

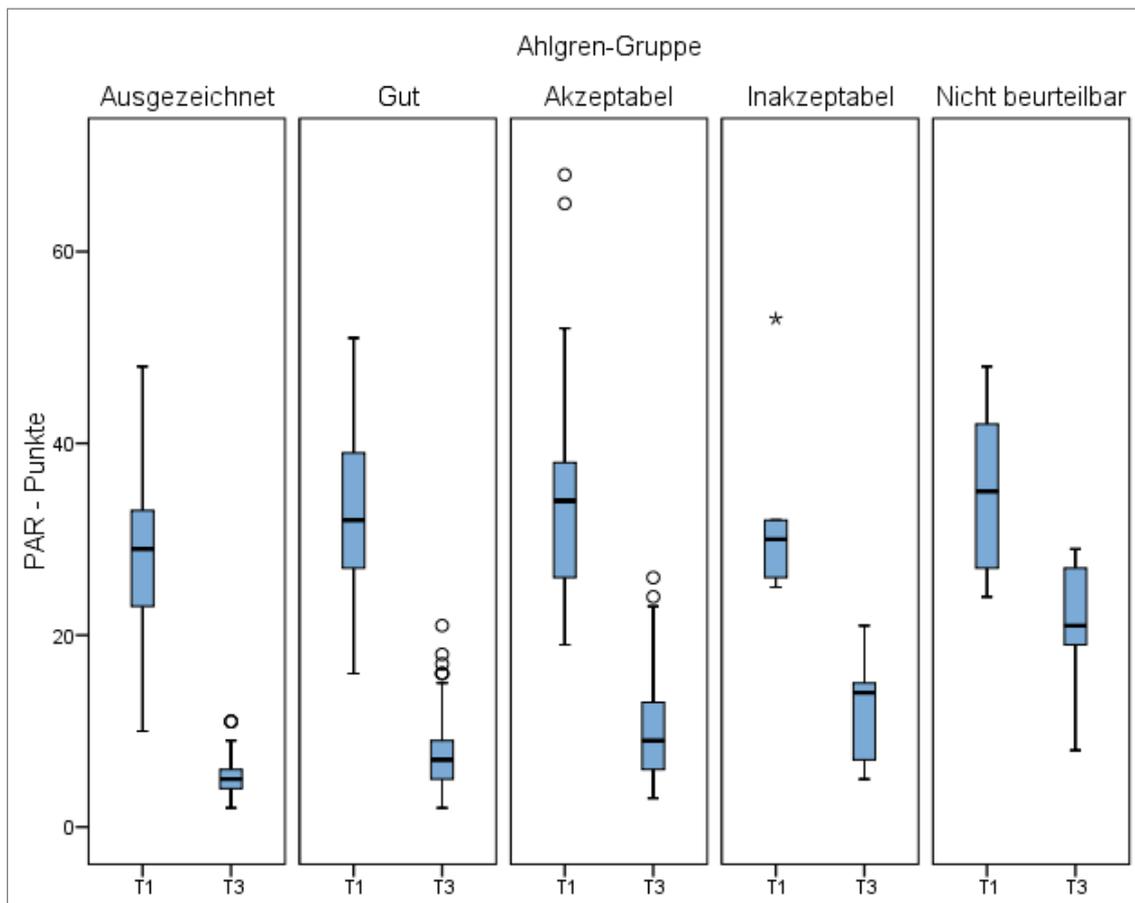


Abbildung 7.9 Verteilung des PAR-Punktwertes zu den Zeitpunkten **T1** und **T3** in den einzelnen Ahlgren-Gruppen (n=232).

Durch die Ermittlung der PAR-Wertreduzierung in den einzelnen Ahlgren-Gruppen konnten die Patienten auch zusätzlich den PAR-Kategorien zugeteilt werden. Die Verteilung der einzelnen Patienten in den jeweiligen Ahlgren-Gruppen auf die drei PAR-Kategorien ist in Abbildung 7.10 dargestellt.

Alle Patienten mit einem ausgezeichneten Behandlungsergebnis konnten den PAR-Kategorien „Greatly improved“ oder „Improved“ zugeteilt werden. Etwas mehr als die Hälfte der Patienten mit einem guten Behandlungsergebnis nach AHLGREN (1988) wies die PAR-Kategorie „Greatly improved“ auf. Die restlichen Patienten konnten mehrheitlich der Kategorie „Improved“ zugeteilt werden. Eine ähnliche Verteilung zeigte sich in der Patientengruppe mit einem akzeptablen Behandlungsergebnis. Auch hier erlangte die Mehrheit der Patienten die PAR-Kategorie „Greatly improved“ (Abbildung 7.10).

Wider Erwarten wies kein Patient aus der Gruppe der inakzeptablen Ergebnissen eine PAR-Wertreduzierung auf, die der Kategorie „Worse / No different“ zugeteilt werden musste (Abbildung 7.10). Patienten, deren Behandlungsergebnis nach AHLGREN (1988) nicht beurteilt werden konnte, kamen in allen drei PAR-Kategorien (RICHMOND et al. 1992b) vor.

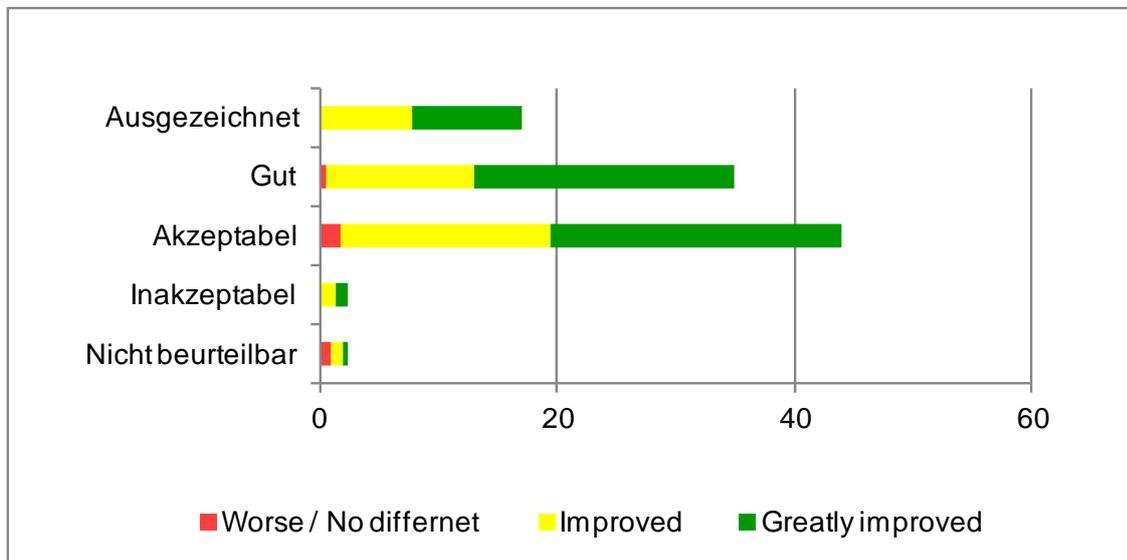


Abbildung 7.10 Erzielte Kategorien des PAR-Indexes innerhalb der einzelnen Ahlgren-Gruppen (n=232 Patienten).

Auch die Ergebnisse der Beurteilung nach AHLGREN (1988) wurden auf mögliche Zusammenhänge zur skelettalen Reife zu Behandlungsbeginn sowie zur Reduktion der Ausprägung der Malokklusion untersucht. Hierbei kam der Kruskal-Wallis-Test für unabhängige Stichproben zur Anwendung.

Dieser konnte weder einen Unterschied in der Verteilung der Ahlgren-Gruppen hinsichtlich der skelettalen Reife ( $p=0,638$ ) noch hinsichtlich der Reduktion der Ausprägung der Malokklusion von Behandlungsbeginn zum Ende der Nachbeobachtungsphase, demnach von T1 zu T3, nachweisen ( $p=0,031$ ). Das Signifikanzniveau lag in beiden Fällen bei 0,02.

### 7.5 Okklusale Variablen

Alle okklusalen Variablen (Overjet, Overbite, Molaren- und Eckzahnrelation) wurden zu alle drei Untersuchungszeitpunkten (T1, T2 und T3) sowohl für die rechte als auch für die linke Seite ermittelt. Eine Front- bzw. Seitenzahnsituation wurde als nicht beurteilbar gewertet, wenn ein zu beurteilender Zahn fehlte oder ein solcher Modellzahn beschädigt bzw. abgebrochen war. Diese getrennte Beurteilung der rechten und linken Seite sorgte für eine unterschiedliche Anzahl an beurteilbaren bzw. nicht beurteilbaren Situationen. Die Anzahl an nicht beurteilbaren Zähnen ist dementsprechend für die rechte und linke Seite separat angegeben.

### 7.5.1 Overjet

Zum Zeitpunkt T1, dementsprechend vor Behandlungsbeginn, betrug der Overjet auf der rechten Seite durchschnittlich  $7,1 \pm 2,4$  mm und auf der linken Seite durchschnittlich  $7,0 \pm 2,3$  mm mit einem beidseitigem Median von 7,0 mm. Der ermittelte Maximalwert betrug 15,0 mm für die rechte und 16,0 mm für die linke Seite. Bei keinem Probanden wurde ein negativer Overjet, das heißt ein frontaler Kreuzbiss, festgestellt (Abbildung 7.11). Weit über zwei Drittel der Patienten (86,3% rechts; 87,0% links) wiesen einen Overjet von mindestens 5,0 mm auf. Die sagittale Schneidekantendifferenz konnte für zwei Patienten rechtsseitig und für einen Patienten linksseitig nicht beurteilt werden.

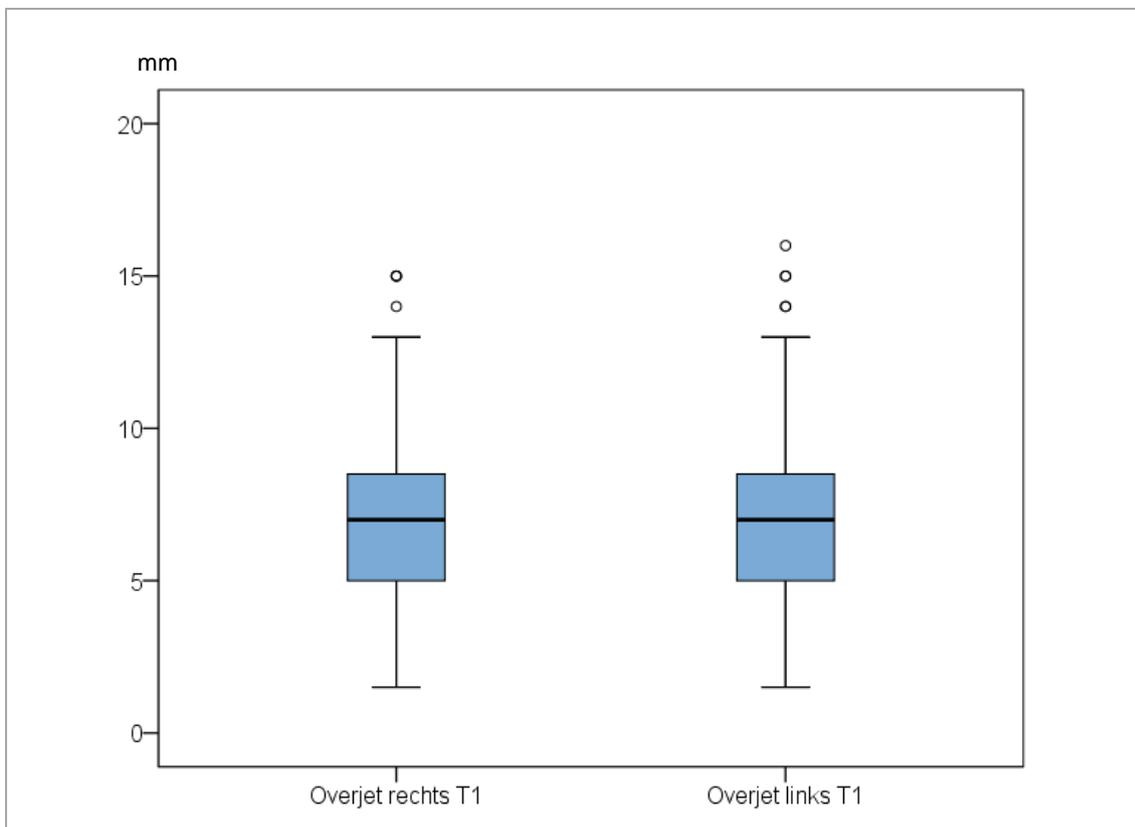


Abbildung 7.11 Ausmaß und Verteilung des Overjets (mm) für die rechte und linke Seite zu Behandlungsbeginn (T1).

Mit Hilfe der kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung konnte der Overjet deutlich reduziert werden. So lag der Overjet zum Zeitpunkt T2 sowohl links- als auch rechtsseitig bei durchschnittlich  $2,0 \pm 0,9$  mm mit einem Median bei ebenfalls 2,0 mm (Abbildung 7.12). Für 94,7% der Patienten konnte der Overjet sowohl auf der linken, als auch auf der rechten Seite auf 3,0 mm oder weniger reduziert werden. Bei keinem der Probanden lag ein negativer Overjet vor. Jedoch wurde bei 8 (1,6%) Patienten rechtsseitig und bei 10 (2,0%) Patienten linksseitig ein frontaler Kopfbiss beobachtet.

Der Overjet konnte für einen Patienten rechtsseitig und für drei Patienten linksseitig nicht beurteilt werden.

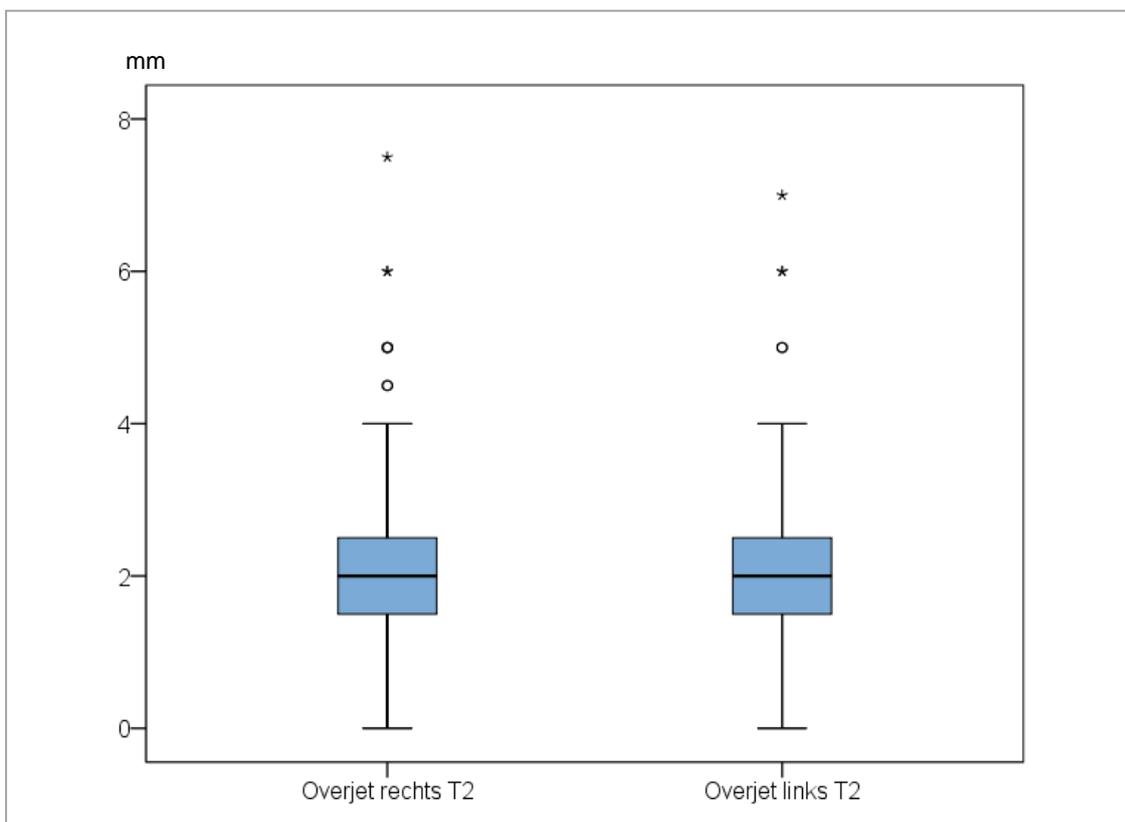


Abbildung 7.12 Ausmaß und Verteilung des Overjets (mm) für die rechte und linke Seite nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2).

Nach einer 24 monatigen Nachbeobachtungsphase (T3) stieg der mittlere Overjet im Vergleich zur Situation am Ende der Behandlung sowohl auf der rechten ( $2,6 \pm 0,9$  mm) als auch auf der linken ( $2,7 \pm 0,9$  mm) Seite an. Der Median betrug für beide Seiten 2,5 mm (Abbildung 7.13). Der Großteil der untersuchten Patienten wies dennoch einen Overjet von maximal 3,0 mm auf (85,8%; 199 Patienten rechts und 83,2%; 193 Patienten links).

Lediglich für einen Patienten konnte der Overjet für die linke Seite nicht beurteilt werden.

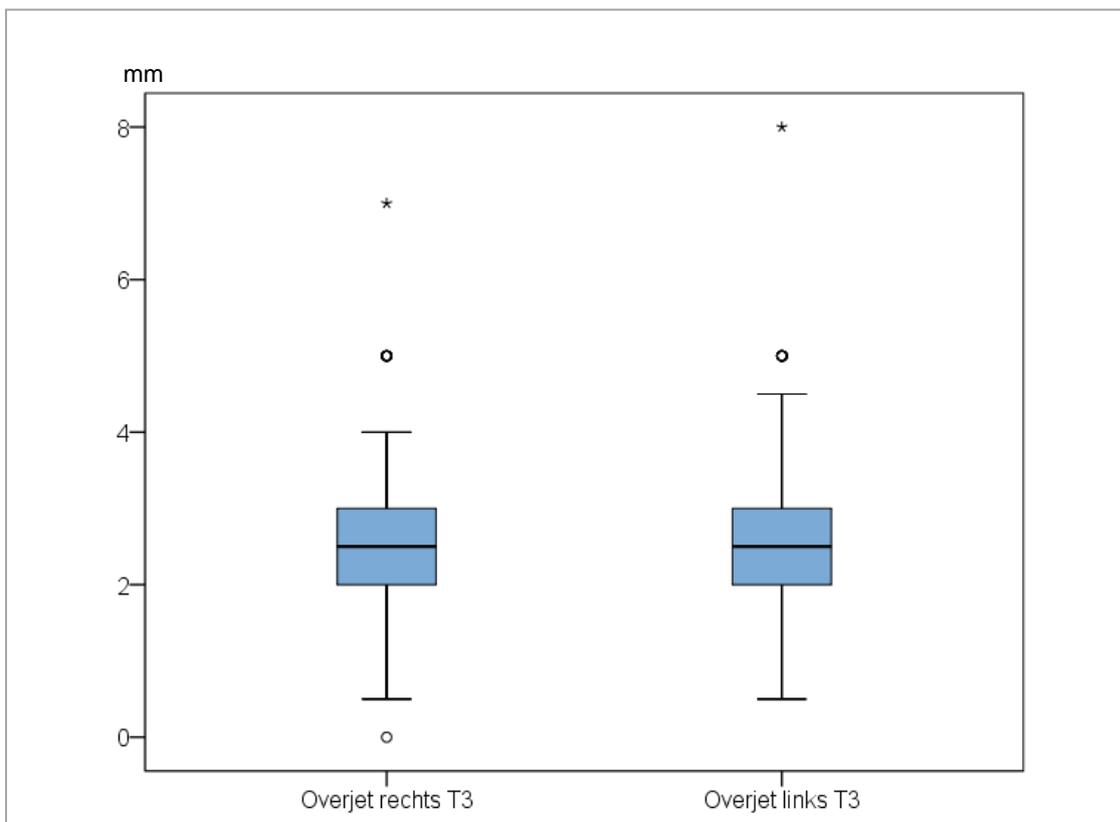


Abbildung 7.13 Ausmaß und Verteilung des Overjets (mm) für die rechte und linke Seite am Ende der Nachbeobachtungsphase (**T3**).

## 7.5.2 Overbite

Zu Behandlungsbeginn (T1) lag der durchschnittliche vertikale Frontzahnüberbiss für die rechte Seite bei  $4,0 \pm 2,0$  mm und für die linke Seite bei  $4,1 \pm 1,9$  mm. Beidseits lag der Median bei 4,0 mm (Abbildung 7.14). Die Ausmaßverteilung des Overbites war weitgestreut. So wurden sowohl offene Frontzahnsituationen von bis -4,0 mm erhoben als auch maximale Ausprägungen, die auf der rechten Seite bis zu 9,0 mm und auf der linken Seite bis zu 10,0 mm reichten.

Insgesamt konnte der Overbite in vier Fällen auf der rechten Seite und in zwei Fällen auf der linken Seite nicht beurteilt werden.

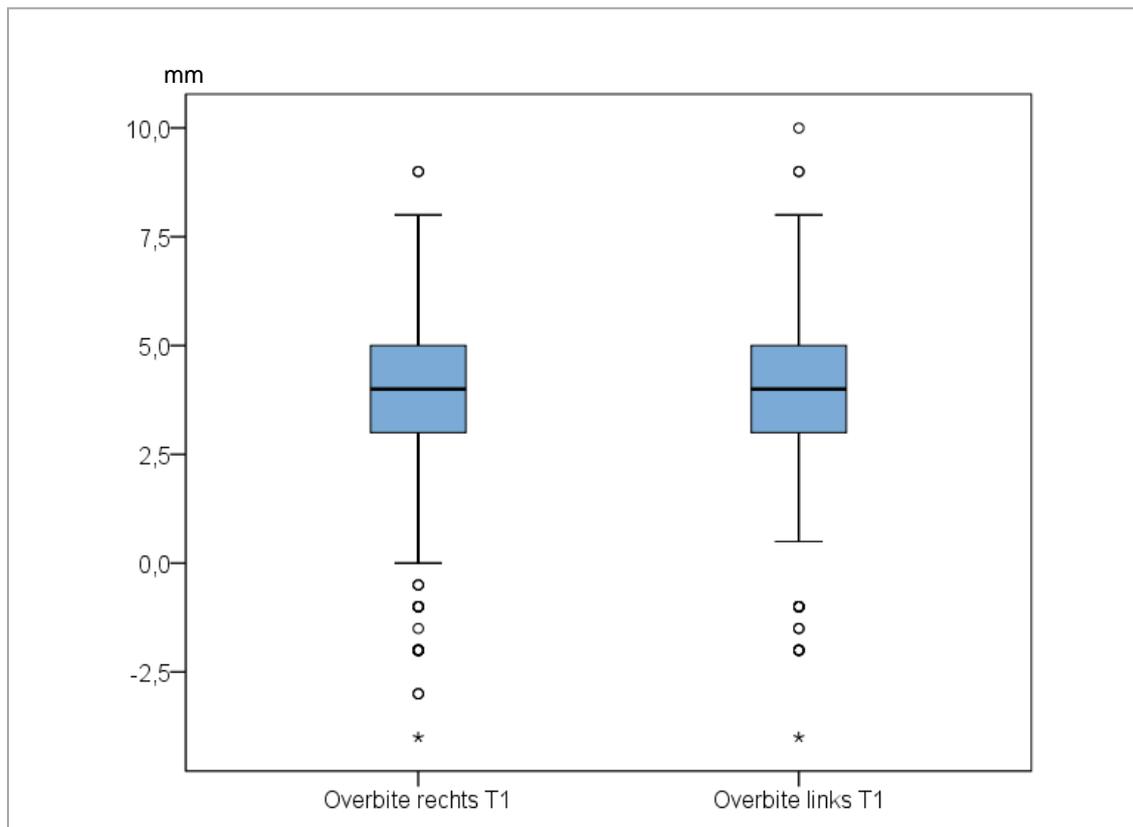


Abbildung 7.14 Ausmaß und Verteilung des Overbites (mm) für die rechte und linke Seite zu Behandlungsbeginn (T1).

Durch die kombinierte Herbst-Multibracket-Behandlung (T2) konnte der durchschnittliche Overbite beidseits auf  $1,5 \pm 0,9$  mm reduziert werden. Der Median betrug auf beiden Seiten ebenfalls 1,5 mm (Abbildung 7.15). Weiterhin konnte sowohl die minimale als auch die maximale Ausprägung des Overbites gesenkt werden. Für die rechte Seite ergaben sich ein minimaler Overbite von -2,0 mm und ein maximaler Overbite von 5,0 mm. Für die linke Seite konnten ähnliche Werte erzielt werden, der Maximalwert lag bei 4,0 mm und der Minimalwert bei ebenfalls -2,0 mm. Diese minimalen bzw. maximalen Ausprägungen stellte Ausreißer dar.

Die Beurteilung des vertikalen Frontzahnüberbisses war auf der rechten Seite in zwei Fällen und auf der linken Seite in vier Fällen nicht möglich.

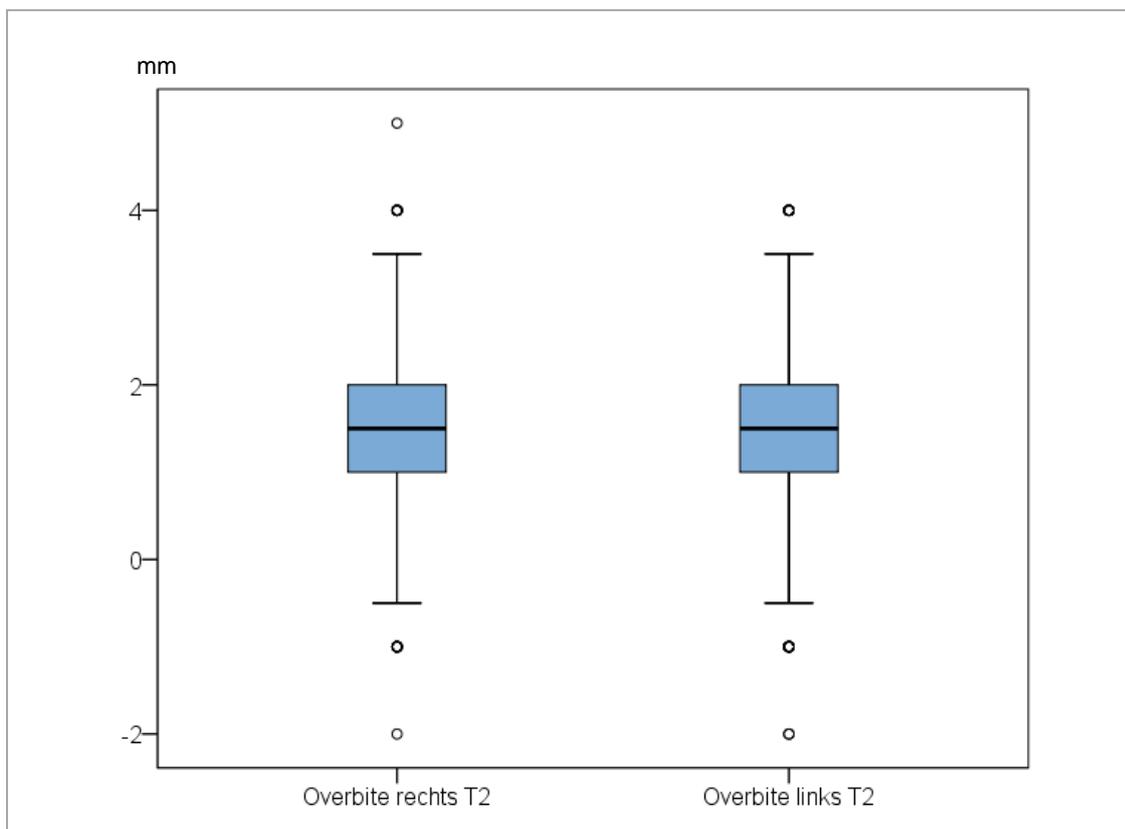


Abbildung 7.15 Ausmaß und Verteilung des Overbites (mm) für die rechte und linke Seite nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2).

Im Vergleich zum erzielten Behandlungsergebnis (T2) stiegen die Werte während der mindestens 24 monatigen Nachbeobachtungsphase (T3) nur geringfügig an (Abbildung 7.16). Seitenunterschiede konnten nicht festgestellt werden. Neben dem durchschnittlichen Overbite lag auch der Median zu T3 bei  $2,0 \pm 1,2$  mm. Es ergab sich eine minimale Ausprägung des Overbites von -2,0 mm sowie eine maximale vertikale Schneidekantendifferenz von 5,0 mm beidseits. Während eine Zunahme des Overbites in mehreren Fällen beobachtet werden konnte, stellte der offene Biss mit -2,0mm erneut einen Ausreißer dar.

In einem Fall konnte der Overbite rechtsseitig und in drei Fällen linksseitig nicht beurteilt werden.

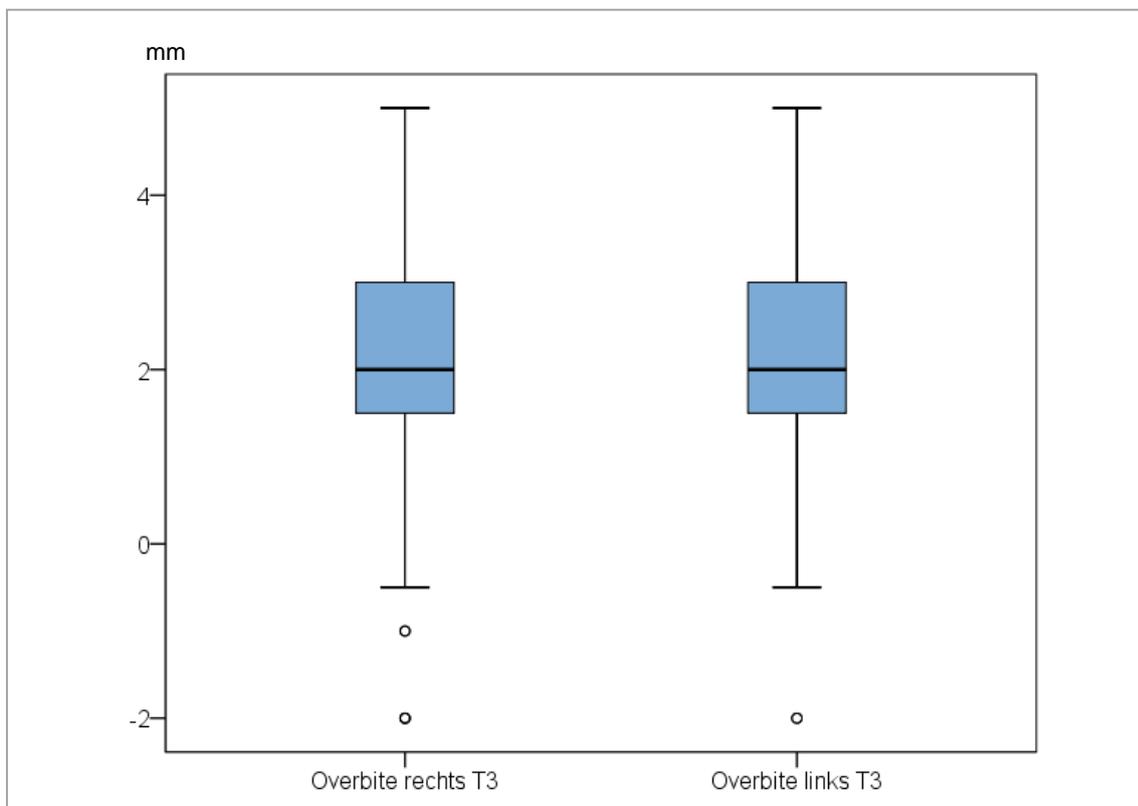


Abbildung 7.16 Ausmaß und Verteilung des Overbites (mm) für die rechte und linke Seite am Ende der Nachbeobachtungsphase (T3).

### 7.5.3 Molarenrelation

Zu Behandlungsbeginn, demnach zum Zeitpunkt T1, lag im Durchschnitt eine Distalokklusion von einer  $\frac{3}{4}$  Pb distal vor (rechts:  $0,74 \pm 0,36$  Pb; links:  $0,73 \pm 0,41$  Pb). Dementsprechend lag der Median auf beiden Seiten ebenfalls bei einer distalen Molarenrelation von einer  $\frac{3}{4}$  Pb (Abbildung 7.17). Die maximale Ausprägung der Distalokklusion lag für beide Seiten bei einer Abweichung von 2 Pb, die einen Einzelfall darstellten. Auf der linken Seite kam es in Einzelfällen zu einer mesialen Verzahnung von mehr als einer  $\frac{1}{2}$  Prämolarenbreite. Diese asymmetrische Verteilung und somit auch Verzahnung zwischen der rechten und der linken Seite weisen auf eine Subdivision hin.

In drei Fällen konnte die Molarenrelation auf der rechten und in 13 Fällen auf der linken Seite nicht beurteilt werden.

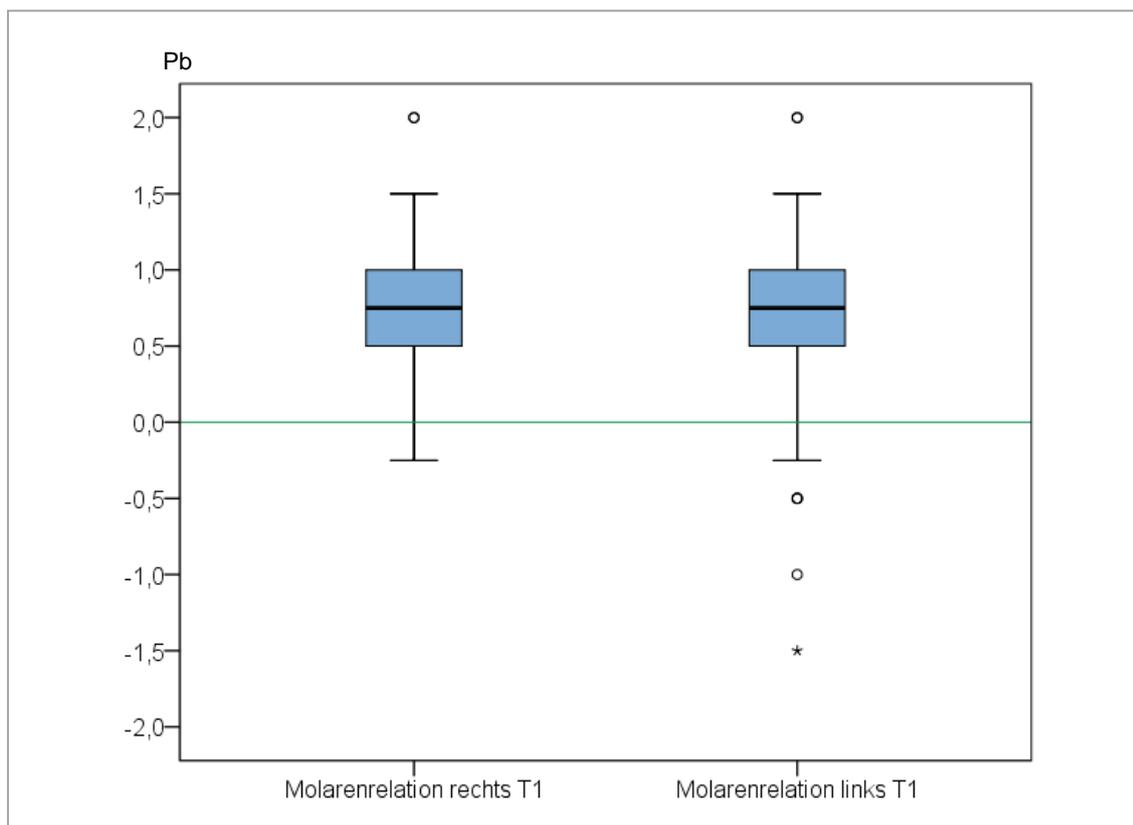


Abbildung 7.17 Ausmaß und Verteilung der Molarenrelation (Pb) für die rechte und linke Seite zu Behandlungsbeginn (T1).

Nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung konnte für einen Großteil der Patienten eine neutrale Molarenrelation (grüne Linie) erzielt werden (Abbildung 7.18). So zeigte sich bei 233 Patienten (47,9%) auf der rechten Seite und bei 205 Patienten (42,9%) auf der linken Seite eine neutrale Molarenverzahnung. Dementsprechend ist der Median auf der rechten und der linken Seite bei 0 Pb angesiedelt. Weiterhin ließ sich eine Zunahme an mesialen Molarenrelationen feststellen. Diese Überkorrektur zeigte sich auch in den Durchschnittswerten (rechts:  $-0,06 \pm 0,26$  Pb; links:  $-0,04 \pm 0,28$  Pb). In wenigen Einzelfällen blieb die Molarenrelation bei einer  $\frac{3}{4}$  bzw. 1 Pb distal verzahnt.

In vier Fällen konnte die Molarenrelation auf der rechten und in 12 Fällen auf der linken Seite nicht beurteilt werden.

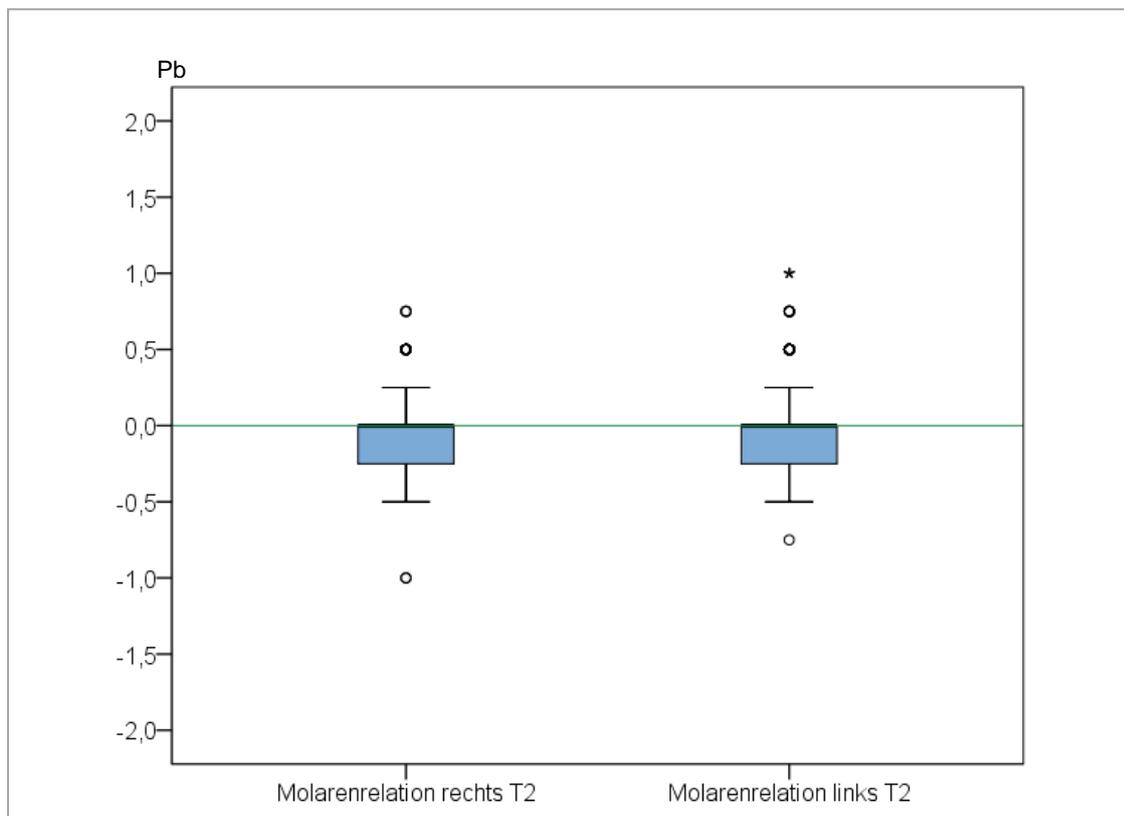


Abbildung 7.18 Ausmaß und Verteilung der Molarenrelation (Pb) für die rechte und linke Seite nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2).

Eine vornehmlich neutrale Molarenrelation, erkennbar an der geringen Streuung, konnte zum Zeitpunkt T3 beobachtet werden (Abbildung 7.19). So lagen sowohl der Durchschnitt (rechts und links:  $-0,01$  Pb) als auch der Median bei  $0$  Pb. Eine mesiale Molarenrelation konnte häufiger auf der rechten als auf der linken Seite nachgewiesen werden. Diese betrug jedoch nur in Einzelfällen mehr als  $\frac{1}{2}$  Pb mesial. Auch eine erneute Verschlechterung der Distalokklusion konnte nur in einzelnen Fällen beobachtet werden.

In einem Fall konnte die Molarenrelation auf der rechten und in vier Fällen auf der linken Seite nicht beurteilt werden.

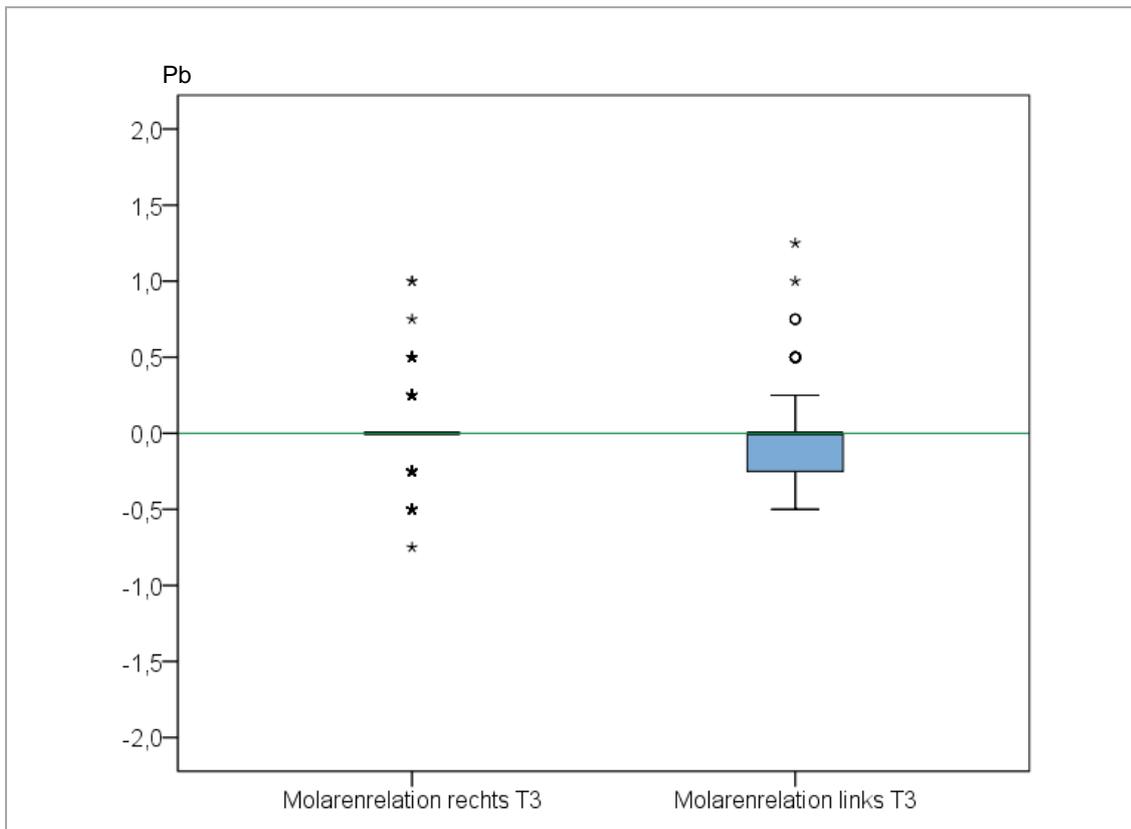


Abbildung 7.19 Ausmaß und Verteilung der Molarenrelation (Pb) für die rechte und linke Seite am Ende der Nachbeobachtungsphase (**T3**).

### 7.5.4 Eckzahnrelation

Zu Behandlungsbeginn (T1) ließ sich bei allen Patienten (n=492) eine distale Relation der Eckzähne von mindestens  $\frac{1}{4}$  Pb Abweichung auf einer der beiden Seiten beobachten. Im Durchschnitt waren die Eckzähne in einer  $\frac{3}{4}$  Pb distal verzahnt (rechts:  $0,68 \pm 0,27$  Pb; links:  $0,68 \pm 0,3$  Pb). Auch der Median lag auf beiden Seiten bei einer  $\frac{3}{4}$  Pb distal (Abbildung 7.20). Diese Verzahnung entspricht dem Ausmaß der Distalokklusion im Molarenbereich zu Behandlungsbeginn (Abbildung 8.17). Wie auch bereits für die Molarenrelation, konnte ein Ausreißer mit einer Okklusion von 2 Pb distal beobachtet werden. Allerdings gestaltete sich die Verteilung hinsichtlich des Ausmaßes auf beiden Seiten gleichmäßiger, als im Falle der Molarenrelation.

In 22 Fällen konnte die Eckzahnrelation auf der rechten und in 17 Fällen auf der linken Seite nicht beurteilt werden.

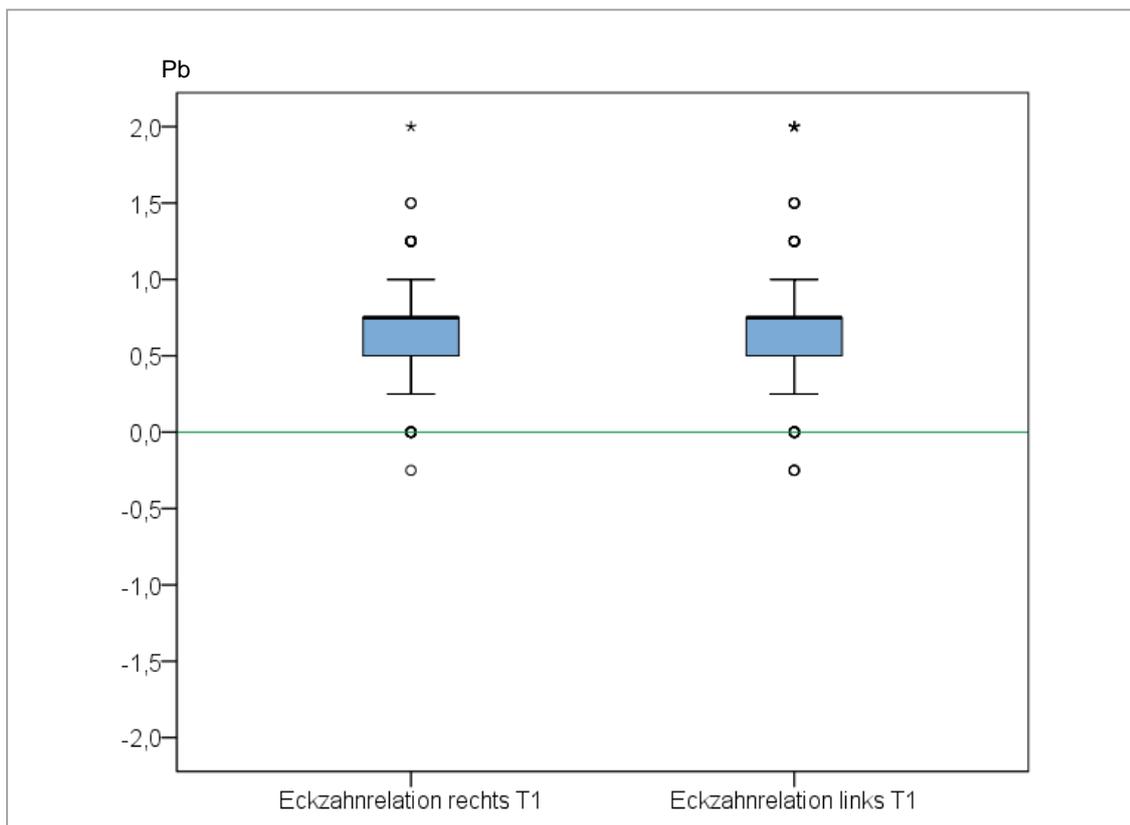


Abbildung 7.20 Ausmaß und Verteilung der Eckzahnrelation (Pb) für die rechte und linke Seite zu Behandlungsbeginn (T1).

Obwohl das Ausmaß der Distalokklusion im Eckzahnbereich beidseitig deutlich reduziert werden konnte, stellte sich durchschnittlich einer Verzahnung von einer  $\frac{1}{4}$  Pb distal ein (rechts:  $0,15 \pm 0,19$  Pb; links:  $0,18 \pm 0,21$  Pb). Der Median lag auf beiden Seiten bei einer  $\frac{1}{4}$  Pb distal (Abbildung 7.21). Dennoch konnte für 189 (38,6%) Patienten eine neutrale Eckzahnverzahnung auf der rechten Seite sowie für 163 (33,3%) der Patienten auf der linken Seite erzielt werden. Weiterhin ließ sich zum Zeitpunkt T2, wie auch bei der Verteilung der Molarenrelation, eine Zunahme an Fällen mit einer mesialen Eckzahnrelation aufzeigen.

In lediglich einem Fall konnte die Eckzahnrelation auf der linken Seite nicht beurteilt werden.

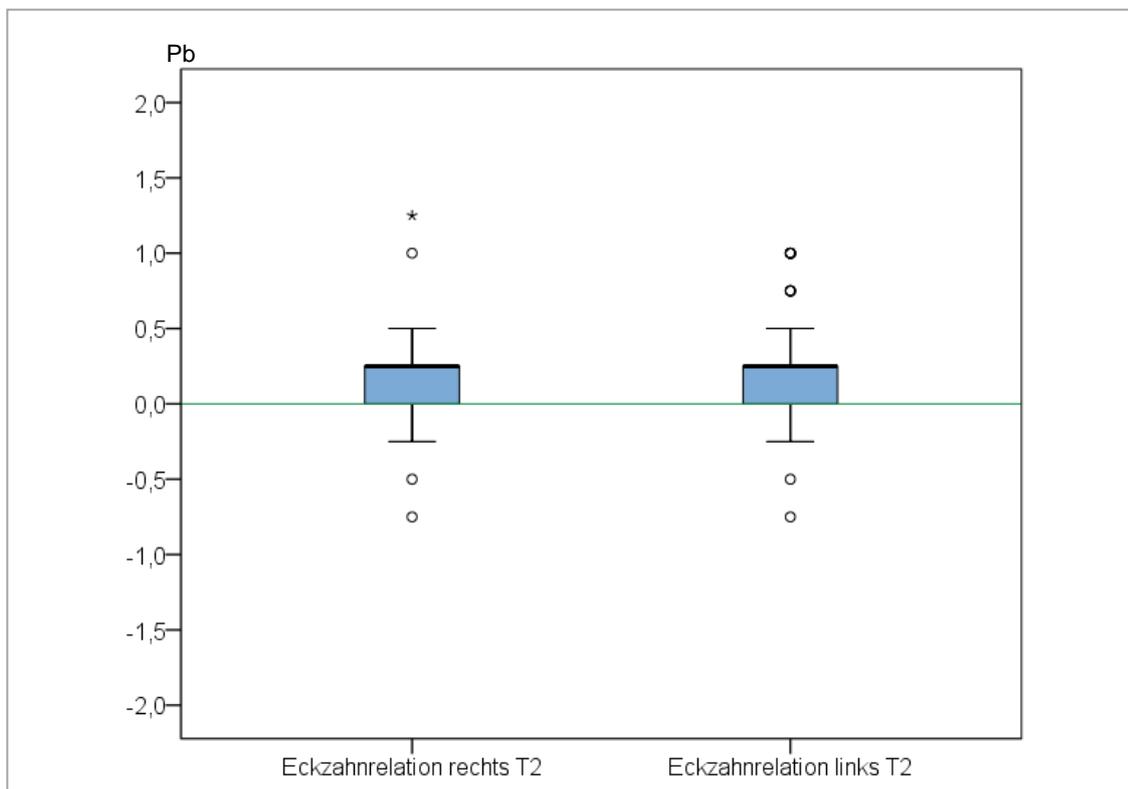


Abbildung 7.21 Ausmaß und Verteilung der Eckzahnrelation (Pb) für die rechte und linke Seite nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2).

Die durch die erfolgte Herbst-Multibracket-Behandlung erzielten Ergebnisse blieben auch während der mindestens 24 monatigen Nachbeobachtungsphase weitestgehend unverändert. Zum Zeitpunkt T3 lag der Median nach wie vor bei  $\frac{1}{4}$  Pb distal (Abbildung 7.22). Die Durchschnittswerte der rechten ( $0,19 \pm 0,19$  Pb) und der linken ( $0,21 \pm 0,21$ ) Seite zeigten ebenfalls auf, dass der größte Teil der Patienten eine neutrale bis leichte Ausprägung der Distalokklusion (um eine  $\frac{1}{4}$  Pb distal) aufwiesen.

In lediglich einem Fall konnte die Eckzahnrelation jeweils auf der rechten und linken Seite nicht beurteilt werden.

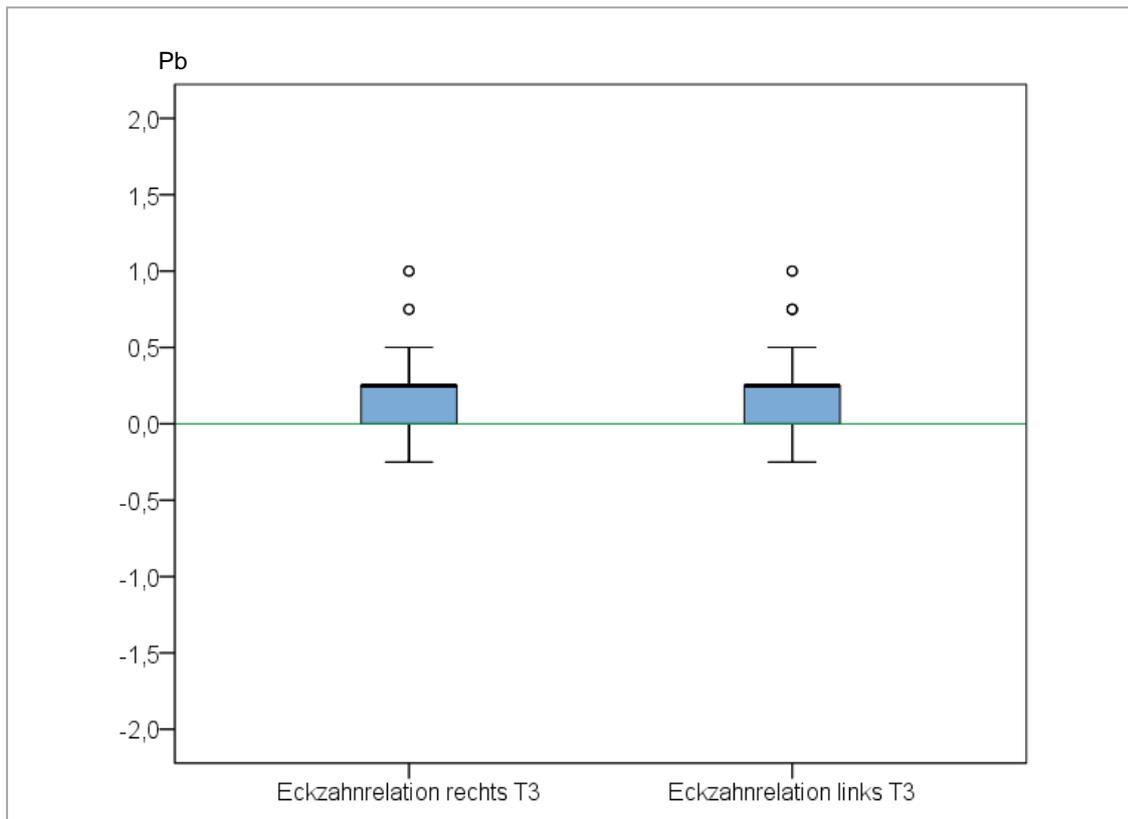


Abbildung 7.22 Ausmaß und Verteilung der Eckzahnrelation (Pb) für die rechte und linke Seite am Ende der Nachbeobachtungsphase (T3).

## 7.6 Rezessionen

Die Bildung bzw. Veränderung von gingivalen Rezessionen wurde an allen Zähnen mit Ausnahme der Weisheitszähne einzeln zu jeweils allen drei Zeitpunkten (T1, T2 und T3) ausgemessen.

Im Verlauf der Behandlung (T1 zu T3) konnte eine Zunahme an gingivalen Rezessionen beobachtet werden. Zum Zeitpunkt T2 stieg der Anteil an nicht beurteilbaren Gesamtsituationen auf den hierfür höchsten Wert, 47,1% der Patienten, an. Aufgrund des hohen Anteils an nicht beurteilbaren Modellen wurde der Zeitpunkt T2 von der weiteren Analyse ausgeschlossen.

Abbildung 7.23 stellt eine Übersicht bezüglich des Auftretens von gingivalen Rezessionen zu den beiden Untersuchungszeitpunkten (T1 und T3) dar. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass das untersuchte Patientenkollektiv von Zeitpunkt T1 (n= 492) zu T3 (n=232) stetig kleiner wird, wurde im Rahmen der Vergleichbarkeit die Darstellung der prozentualen Häufigkeit gewählt.

Zu Behandlungsbeginn (T1) lagen bereits bei 67 (13,6%) der 492 untersuchten Patienten einzelne Rezessionen vor (Abbildung 7.23). Für 33 (6,7%) Patienten war der gingivale Status aufgrund der Modellsituation nicht ermittelbar. Die Mehrheit der Patienten (79,7%) wies zu Behandlungsbeginn jedoch keine Rezessionen auf.

Dahingegen konnten bei 100 der 232 (43,1%) Patienten Rezessionen beobachtet werden. Die Anzahl an nicht beurteilbaren Situation sank auf 1,7% (Abbildung 7.23).

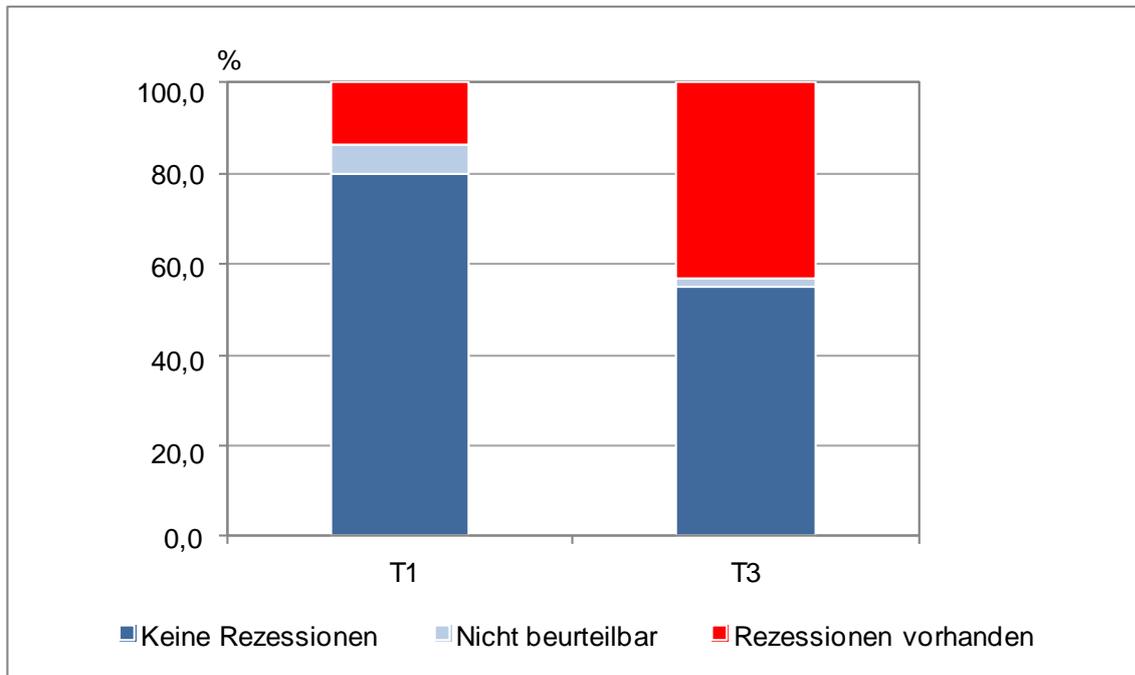


Abbildung 7.23 Beurteilung der gingivalen Situation hinsichtlich auftretender Rezessionen zu den beiden Zeitpunkten **T1** (n=492) und **T3** (n=232). Dargestellt ist die prozentuale Häufigkeit an Patienten je gingivaler Gegebenheit.

Zu Behandlungsbeginn (T1) konnten innerhalb der Gruppe der 67 Patienten mit Rezessionen an insgesamt 139 Zähnen Rezessionen festgestellt werden. Diese traten im Oberkiefer zu Behandlungsbeginn vermehrt an den ersten und zweiten Prämolaren sowie an den lateralen Inzisiven auf (Abbildung 7.24). Im Unterkiefer zeigte sich eine auffällige Häufung von Rezessionen im Frontzahnbereich (0,5% von 13642 Zähnen).

In der Gruppe der 100 Patienten, die am Ende der passiven Behandlungsphase gingivale Rezessionen aufwiesen, konnte das Auftreten respektive das weitere Bestehen dieser an insgesamt 325 Zähnen festgestellt werden (Abbildung 7.24). Damit stieg die Prävalenz von gingivalen Rezessionen aufzeigenden Zähnen von anfänglich 1,0% (T1) auf 5,2% am Ende der Nachbeobachtungsphase an.

Im Oberkiefer (Abbildung 7.24) waren mit Ausnahme der Molaren alle Zähne häufiger betroffen, als zu Beginn der Behandlung. Eine leichte Konzentration ließ sich im Bereich der ersten oberen Prämolaren erkennen. Generell verteilten sich die Rezessionen im Oberkiefer gleichmäßiger auf alle Zähne, mit Ausnahme der Molaren, als im Unterkiefer. In diesem kam es hingegen zu einer sehr deutlichen Konzentration auf die medialen und lateralen Inzisiven (2,1% von 6291 Zähnen). Dabei waren die

Inzisiven des dritten Quadranten (1,1%) etwas häufiger als die des vierten Quadranten (1,0%) von Rezessionen betroffen.

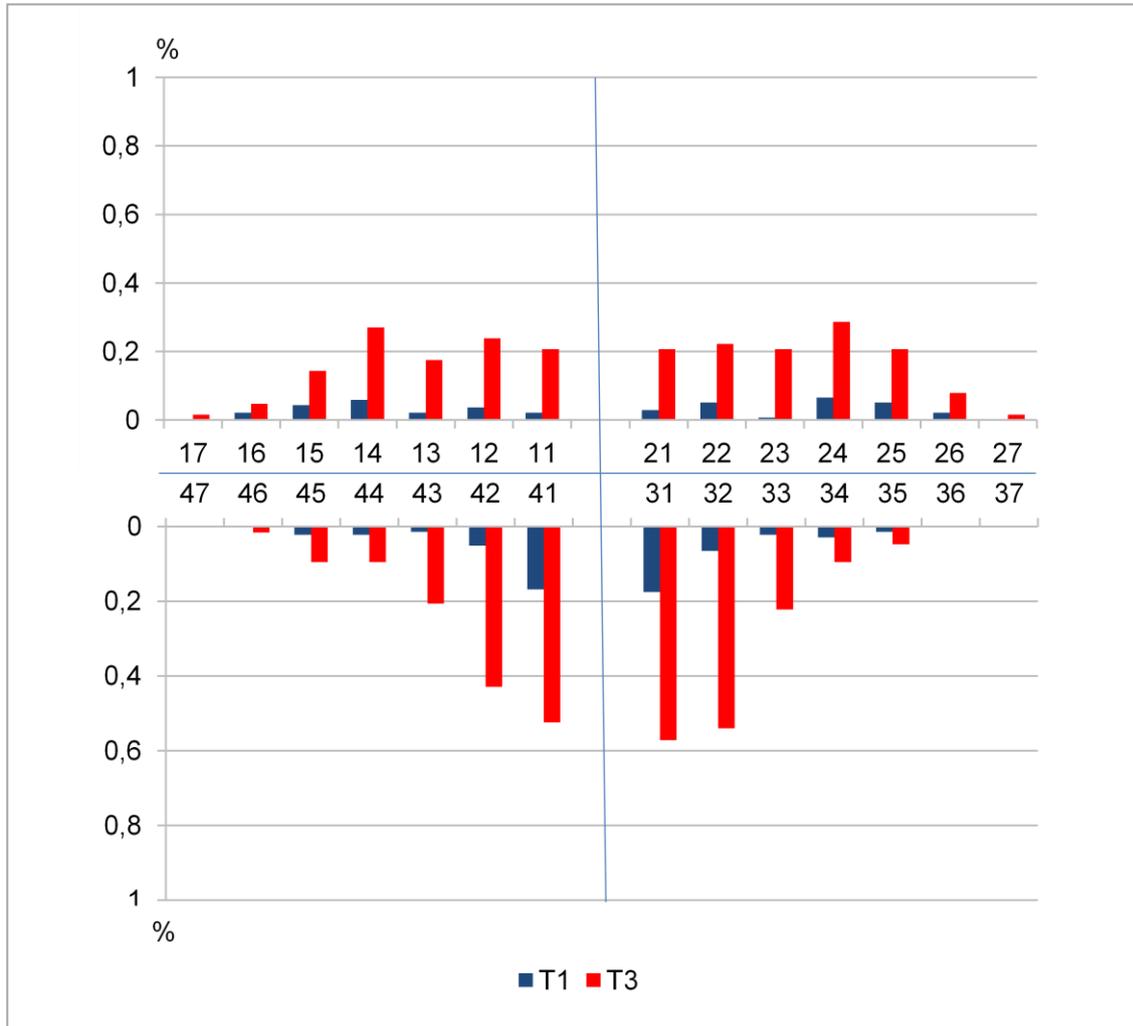


Abbildung 7.24 Prozentuale Häufigkeit an Rezessionen je Zahn zu den Zeitpunkten **T1** ( $n=13642$  Zähne) und **T3** ( $n=6291$  Zähne).

Neben dem Auftreten von gingivalen Rezessionen und deren Verteilung auf das Patientenkollektiv bzw. auf die einzelnen Zähne wurde auch das Ausmaß (in mm) dieser erfasst. Die Erfassung erfolgte in Schritten von 0,5 mm und ist in Form von Boxplot-Diagrammen getrennt für den Ober- und Unterkiefer in den Abbildungen 7.25 und Abbildung 7.26 für die Zeitpunkte T1 und T3 dargestellt. Für diese Darstellungsform wurden alle nicht beurteilbaren und alle Zähne ohne gingivale Rezessionen ausgeschlossen.

So zeigte sich, dass nicht nur die Häufigkeit an Rezessionen je Einzelzahn zunahm, sondern auch die Ausprägung dieser in vielen Fällen höher ausfiel. Während der Median für die Mehrzahl der Zähne zu den beiden Untersuchungszeitpunkten (T1 und T3) bei -1,0 mm lag, fiel die Varianz unterschiedlich hoch aus. In einigen Fällen floss in die Bildung des Boxplots lediglich der Wert eines einzigen oder nur weniger Einzelzähne ein (Vgl. Abbildung 7.24).

Leicht erhöht war das Ausmaß der bereits vorhandenen Rezessionen im Oberkiefer zu Behandlungsbeginn (T1) lediglich an den beiden mittleren Inzisiven und den ersten Molaren (Abbildung 7.25).

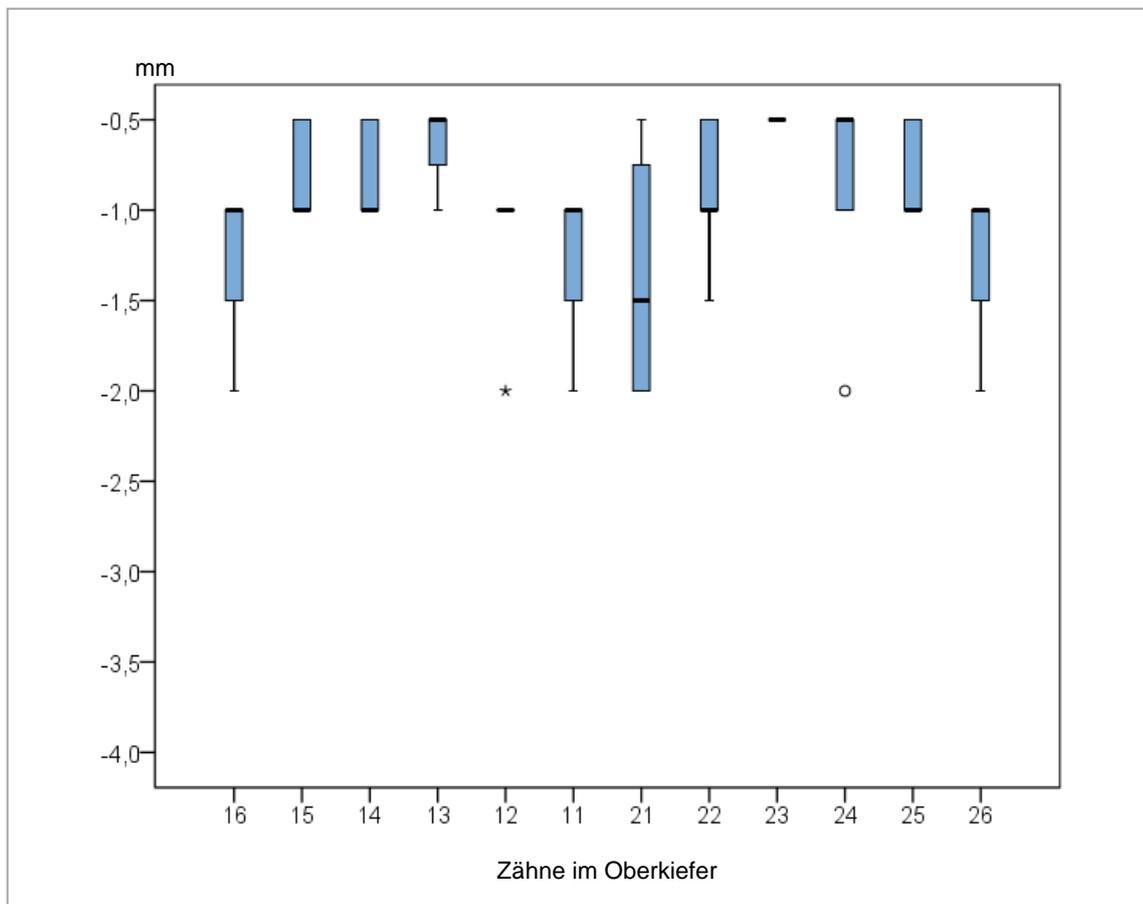


Abbildung 7.25 Ausmaß der Rezessionen je Zahn im **Oberkiefer** zum **Zeitpunkt T1**. Der Wert „0“ beschreibt eine gesunde gingivale Situation, wohingegen ein negativer Wert das Vorhandensein von gingivalen Rezessionen darstellt.

Im Unterkiefer hingegen, kam es lediglich an Zahn 33 zu einem gehäuften Auftreten von vergrößerten Rezessionen (Abbildung 7.26), ansonsten konnten diese im Unterkiefer nur in Form von Ausreißern beobachtet werden.

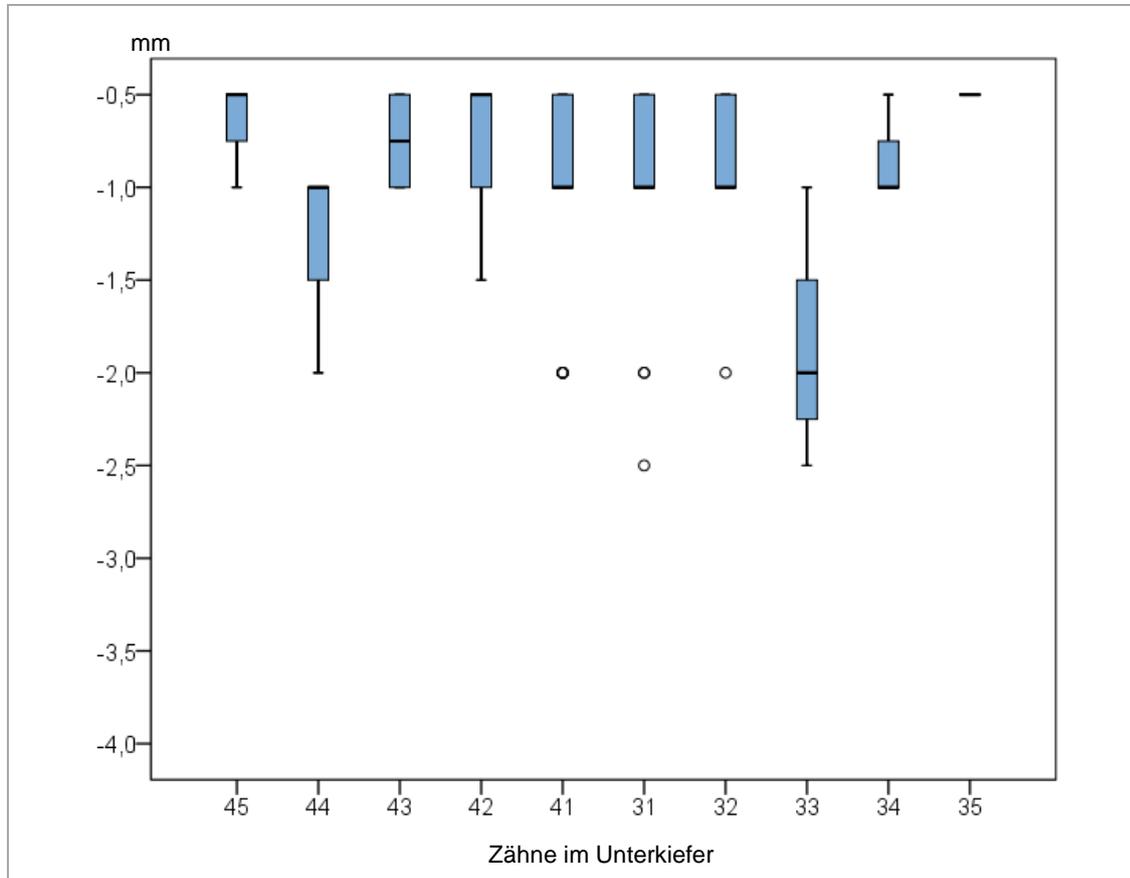


Abbildung 7.26 Ausmaß der Rezessionen je Zahn im **Unterkiefer** zum **Zeitpunkt T1**. Der Wert „0“ beschreibt eine gesunde gingivale Situation, wohingegen ein negativer Wert das Vorhandensein von gingivalen Rezessionen darstellt.

Im Laufe der aktiven und passiven Behandlung kam es, wie bereits dargestellt, nicht nur zu einer Zunahme an Rezessionen je Patient sondern auch zu einer Steigerung in der Ausprägung (in mm). So konnten zum Zeitpunkt T3 vermehrt Rezessionen mit einem Ausmaß zwischen 1 und 2mm beobachtet werden (Abbildung 7.27 und Abbildung 7.28). In Einzelfällen traten sogar Rezessionen von über 2mm auf. Etwas häufiger waren im Oberkiefer der Eckzahn sowie der erste Prämolare auf der linken Seite betroffen (Abbildung 7.27). Im Vergleich zum Ausgangsbefund (Abbildung 7.25) konnte generell jedoch nur eine geringe Zunahme von ca. 0,5mm festgestellt werden.

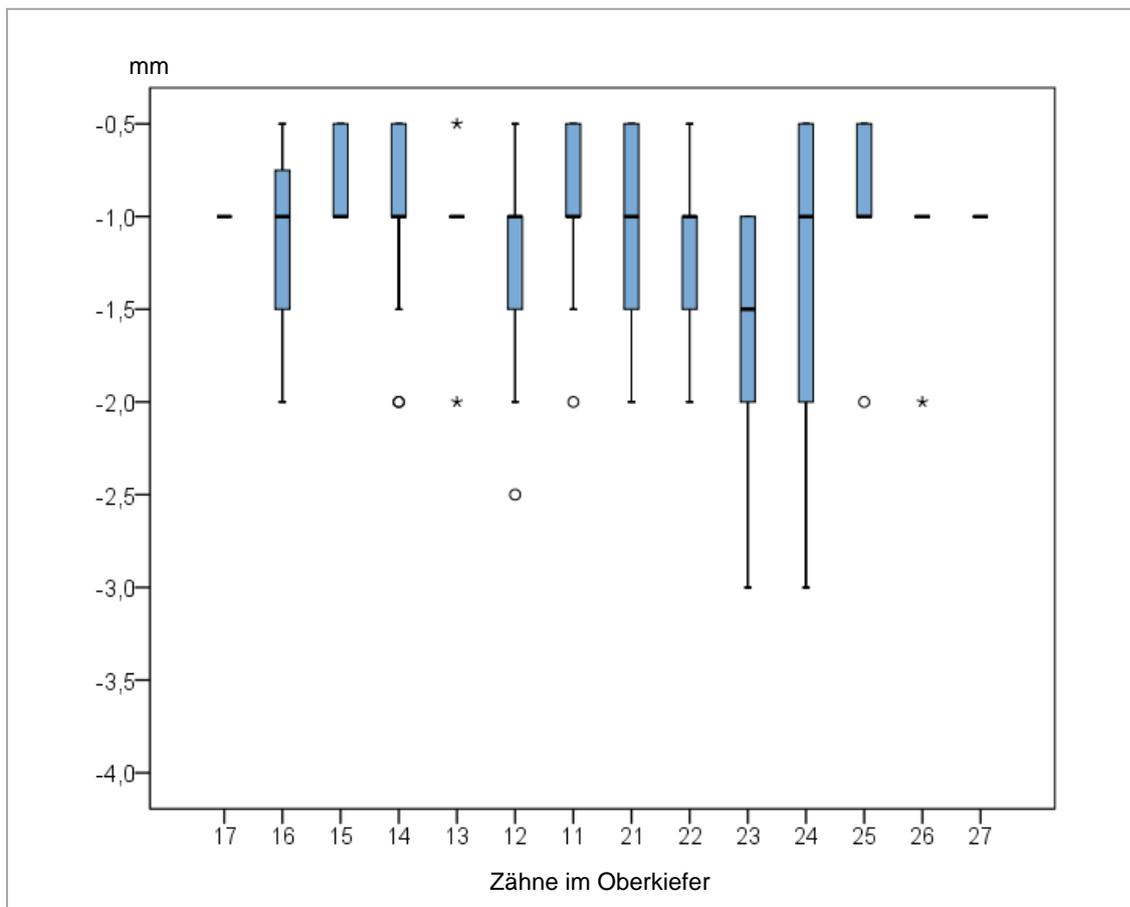


Abbildung 7.27 Ausmaß der Rezessionen je Zahn im **Oberkiefer** zum **Zeitpunkt T3**. Der Wert „0“ beschreibt eine gesunde gingivale Situation, wohingegen ein negativer Wert das Vorhandensein von gingivalen Rezessionen darstellt.

Ähnlich verhielt es sich im Unterkiefer. Während die unteren Frontzähne am häufigsten Rezessionen aufzeigten fielen diese jedoch für die unteren Eckzähne und Prämolaren etwas höher aus (Abbildung 7.28). Insgesamt zeigte sich eine stärkere Ausprägung der Rezessionen im Unter- als im Oberkiefer.

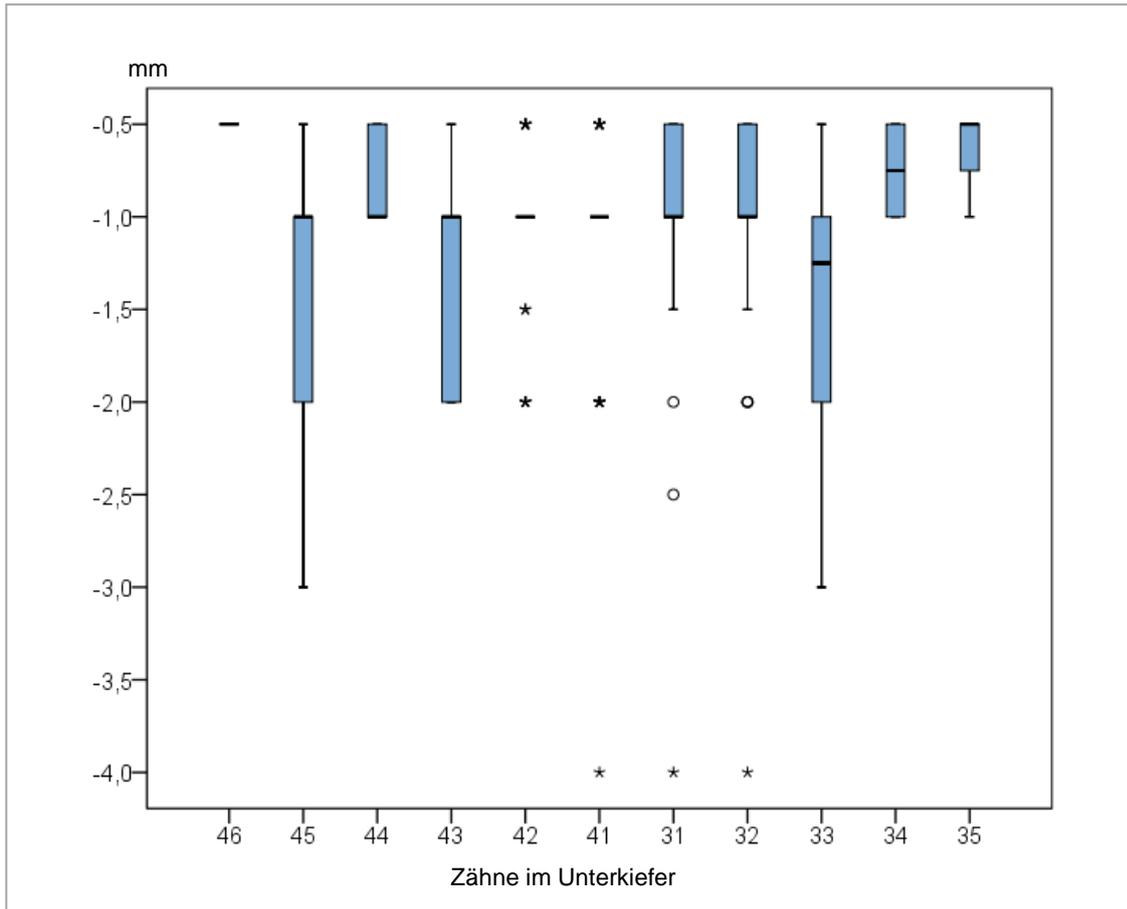


Abbildung 7.28 Ausmaß der Rezessionen je Zahn im Unterkiefer zum **Zeitpunkt T3**. Der Wert „0“ beschreibt eine gesunde gingivale Situation, wohingegen ein negativer Wert das Vorhandensein von gingivalen Rezessionen darstellt.

## 7.7 Habits-/ Funktionsstörungen

Das Auftreten von Habits und Funktionsstörungen vor Therapiebeginn wurde für 505 Patienten erfasst. Unterschieden wurden die in Kapitel 4.5 (Seite 23) aufgelisteten zwölf Auffälligkeiten.

Unter allen untersuchten Patienten wiesen 102 (20,2%) Patienten kein („0“, grün), jedoch 403 (79,8%) Patienten ein oder mehrere Habits bzw. Funktionsstörungen auf (Abbildung 7.29). Bei 143 (28,3%) der 505 Patienten lag lediglich eine Auffälligkeit vor. Allerdings bestanden bei 137 (27,1%) Patienten zwei, bei 69 (13,7%) drei, bei 41 (8,1%) vier, bei 12 (2,4%) fünf und in einem Einzelfall (0,2%) sogar sechs Habits sowie Funktionsstörungen zeitgleich oder aufeinander folgend. Diese Habits und Funktionsstörungen bestanden zum Zeitpunkt der Erstaufnahme in der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität. Inwieweit diese zu Beginn der kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung weiterhin bestanden, konnte aus den bestehenden Unterlagen nicht abgeleitet werden.

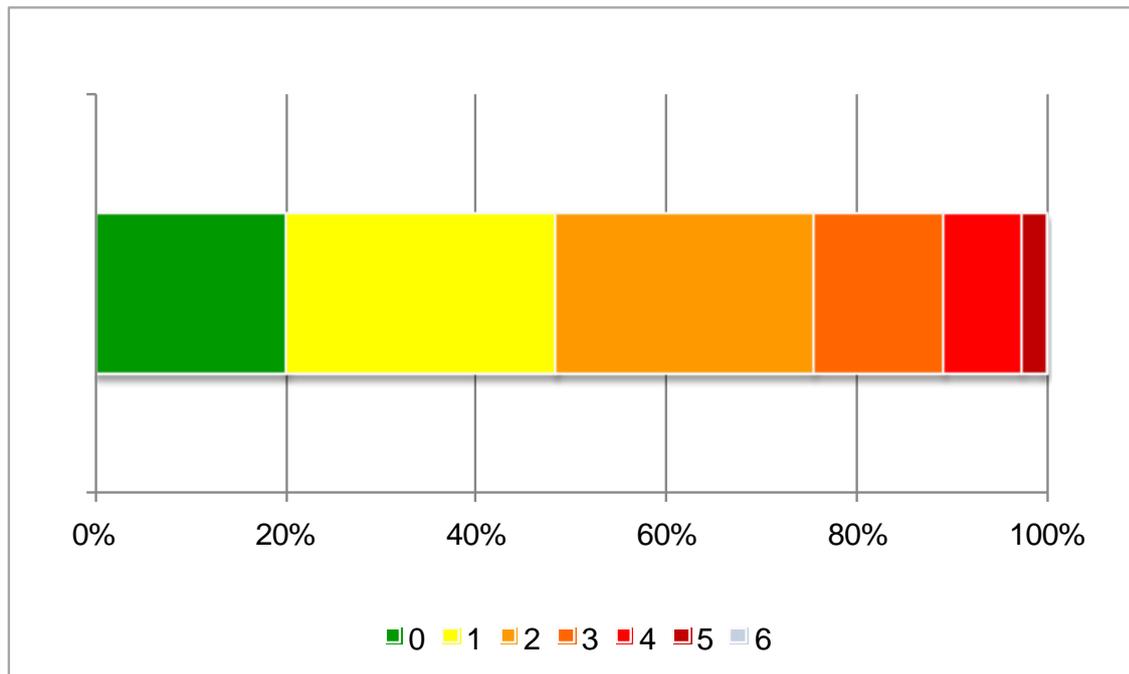


Abbildung 7.29 Prozentuale Häufigkeit an Patienten (n=505) mit jeweiliger Anzahl bestehender Habits und Funktionsstörungen zu Behandlungsbeginn.

Unter allen Habits und Funktionsstörungen bildete die Mundatmung die am häufigsten auftretende Störung (Abbildung 7.30). Diese trat bei insgesamt 148 (17,3%) Patienten auf. Insgesamt zeigten 127 (14,9%) Patienten ein atypisches Schluckmuster auf. Das Bestehen eines Lutschhabits wurde für 118 (13,8%) verzeichnet. 106 (12,4%) Patienten hatten in der Vergangenheit ein dentales Trauma. Weiterhin wiesen 96 (11,2%) Patienten eine bestehende Lippen- bzw. 46 (5,4%) Patienten eine Zungendysfunktion auf. 58 (6,8%) Patienten hatten einen Sigmatismus. Die Angewohnheit, auf Gegenständen zu kauen, wurde für 55 (6,4%) Patienten beschrieben. Bei 48 (5,6%) Patienten wurden Parafunktionen der Zähne festgestellt. 27 (3,2%) Patienten spielten ein Blasinstrument. Bei lediglich 18 (2,1%) Patienten wurden zu Beginn der Behandlung Kiefergelenkssymptome und lediglich bei 8 (0,9%) Patienten ein Zwangsbiss erfasst.

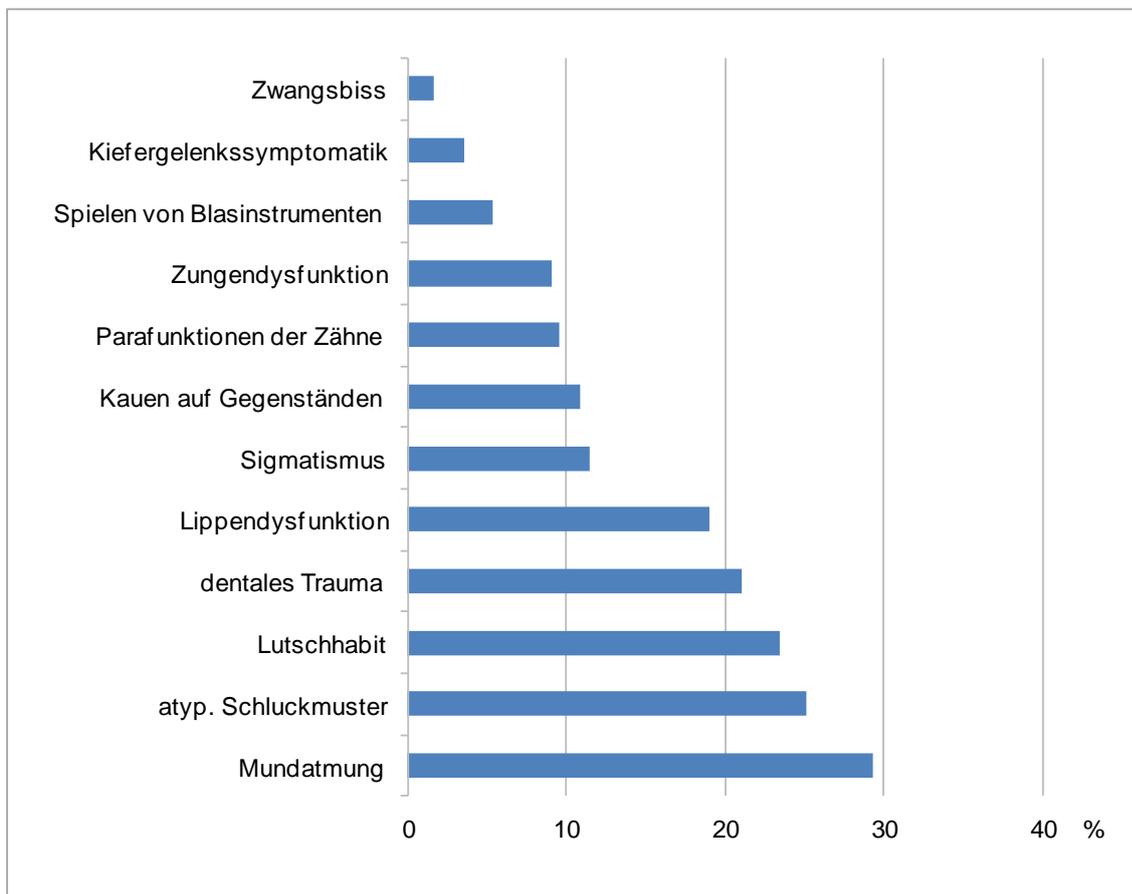


Abbildung 7.30 Prozentuale Häufigkeit an Patienten (n=403) mit Habits und oder Funktionsstörungen zu Behandlungsbeginn.

## 8 Ergebnisse Subgruppenanalyse

Neben der Gesamtauswertung wurde auch eine Subgruppenanalyse vorgenommen. Diese ermöglichte eine Auswertung einerseits unter Berücksichtigung der skelettalen Reife und andererseits unter Berücksichtigung der maximalen sagittalen Ausprägung der Malokklusion zu Behandlungsbeginn. Dafür wurde das untersuchte Gesamtpatientengut folgendermaßen unterteilt:

### 1. Subgruppeneinteilung nach maximaler sagittaler Ausprägung der Okklusion (rechts- oder linksseitig) in Prämolarenbreiten (Pb)

Gruppe $\frac{1}{2}$	Abweichung von $\leq \frac{1}{2}$ Pb distal
Gruppe $\frac{1}{2} - 1$	Abweichung von $> \frac{1}{2}$ Pb bis $\leq 1$ Pb distal
Gruppe $> 1$	Abweichung von $> 1$ Pb distal
Gruppe Subdivision	Rechts-Links-Differenz $\geq \frac{3}{4}$ Pb (Klasse II Subdivision)

### 2. Subgruppeneinteilung nach skelettaler Reife (HÄGG und TARANGER 1982)

Gruppe F	$\leq$ Wachstumsstadium MP3-F
Gruppe FG - G	Wachstumsstadium MP3-FG $\leq$ MP3-G
Gruppe H - IJ	Wachstumsstadium MP3-H $\leq$ Wachstumsstadium R-IJ
Gruppe J	Wachstumsstadium R-J (Erwachsenenbehandlung)

Patienten mit fehlender Akte oder fehlendem Modellpaar zu T1 wurden in der jeweiligen Subgruppenanalyse nicht berücksichtigt (Abbildung 8.1, Abbildung 8.3).

Zur Unterteilung des Gesamtpatientengutes in der ersten Subgruppenanalyse, hinsichtlich der maximalen sagittalen Ausprägung der Malokklusion, wurde jeweils ausschließlich die Molarenrelation verwendet. Die Eckzahnrelation wurde nicht mitberücksichtigt. Patienten, die die Einschlusskriterien der Schnittmengengruppe

„Subdivision“ erfüllten, wurden außerdem auch in einer der drei weiteren Subgruppen („ $\frac{1}{2}$ “, „ $\frac{1}{2} - 1$ “ und „ $>1$ “) mitberücksichtigt.

Für die Zuteilung des Gesamtpatientengutes ergab sich in der zweiten Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife eine Besonderheit für vier Patienten, deren skelettales Wachstum aufgrund fehlender Handwurzelaufnahmen nur nach der Methode von HASSEL und FARMAN (1995) ermittelt werden konnte. Sie wurden den einzelnen Subgruppen folgendermaßen zugeordnet:

- Patienten mit C3-Stadium 2 (n=1) zu Subgruppe F
- Patienten mit C3-Stadium 3 (n=1) und 4 (n=2) zu Subgruppe FG - G

## 8.1 Patientengut

### Subgruppenanalyse hinsichtlich der Molarenrelation

Die erste Subgruppenunterteilung erfolgte unter Berücksichtigung der maximalen sagittalen Ausprägung der Okklusion zu Behandlungsbeginn. Die Anzahl an Patienten ist für alle untersuchten Subgruppen, inklusive der Schnittmengengruppe „Subdivision“, in Tabelle 8.1 dargestellt.

Bei 85 (17,3%) Patienten, darunter 40 (47,1%) männliche und 45 (52,9%) weibliche, lag eine maximale Abweichung von der neutralen Okklusion von weniger bis einschließlich einer halben Prämolarenbreite vor (Subgruppe  $\frac{1}{2}$ ). Bei insgesamt 337 (68,8%) Patienten, darunter 157 (46,6%) männliche und 180 (53,4%) weibliche, wich die Molarenrelation um mehr als eine halbe aber maximal eine komplette Prämolarenbreite ab (Subgruppe  $\frac{1}{2} - 1$ ). Diese Gruppe bildete die mit Abstand größte Subgruppe. Eine schwere Ausprägung des Distalbisses, von mehr als einer kompletten Prämolarenbreite Abweichung, konnte bei 68 (13,9%) Patienten (36, 52,9% männliche, 32, 47,1% weibliche) verzeichnet werden (Subgruppe  $>1$ ). Bei 67 Patienten (13,7%) lag die o.g. Rechts-Links-Abweichung von mehr als einer dreiviertel Prämolarenbreite (Schnittmengengruppe Subdivision). Hierzu gehörten 36 (53,7%) männliche und 31 (46,3%) weibliche Patienten.

*Tabelle 8.1 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit der Patienten (n=490) in den einzelnen Subgruppen „ $\frac{1}{2}$ “ bis „ $>1$ “ sowie in der Schnittmengengruppe Subdivision (n=67) zu Behandlungsbeginn.*

Gruppe		Patienten	
		n	%
$\frac{1}{2}$	Abweichung von $\leq \frac{1}{2}$ Pb distal	85	17,3
$\frac{1}{2} - 1$	Abweichung von $> \frac{1}{2}$ Pb bis $\leq 1$ PB distal	337	68,8
$>1$	Abweichung von $> 1$ Pb distal	68	13,9
Subdivision	Rechts-Links-Differenz $\geq \frac{3}{4}$ Pb	67	13,7

Wie bereits in der Auswertung des Gesamtpatientengutes (Abbildung 3.1) dargestellt, fehlten 16 Modellpaare zu T1, weiterhin konnte die Molarenrelation für zwei Patienten auf Grund von Modellgegebenheiten nicht zuverlässig beurteilt werden, somit wurden diese 18 Patienten auch nicht in der Subgruppenanalyse berücksichtigt. Fehlte lediglich die Akte, wurden die Patienten in dieser Subgruppenanalyse berücksichtigt, so dass sich für den gleichen Untersuchungszeitpunkt eine unterschiedliche Anzahl an untersuchten Patienten ergab Abbildung 8.1.

Patienten, die zu Behandlungsbeginn eine asymmetrische Distalokklusion ( $\geq \frac{3}{4}$  Pb) aufwiesen, wurden einerseits in einer der drei Subgruppen hinsichtlich des Ausmaßes der Distalokklusion untersucht und zusätzlich in der Schnittmengengruppe „Subdivision“ beurteilt. Die Zuteilung dieser Patienten ist daher gesondert in Abbildung 8.2 dargestellt.

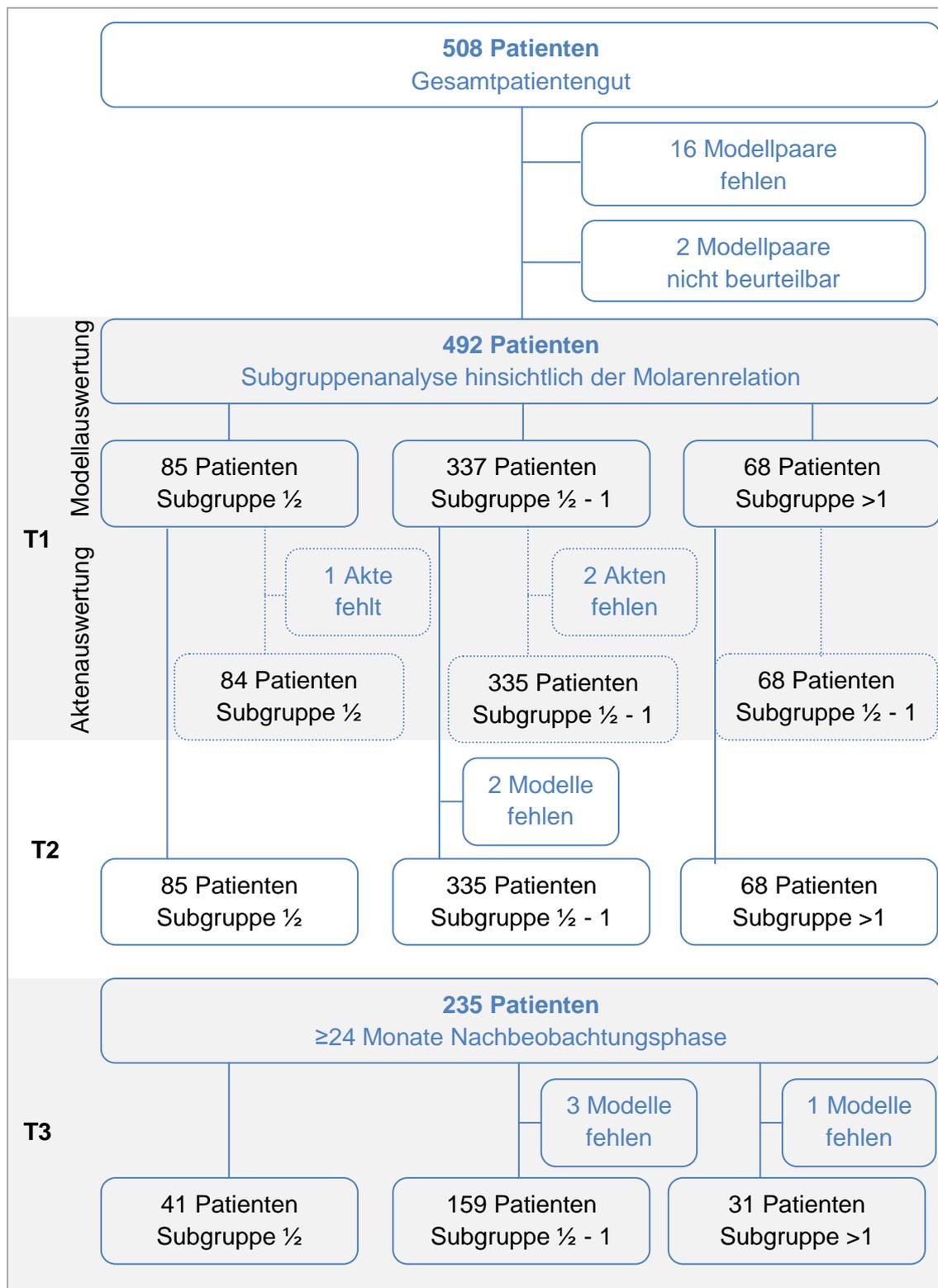


Abbildung 8.1 Ausgewertete Daten in der Subgruppenanalyse hinsichtlich der **maximalen Ausprägung der sagittalen Okklusion**. Absolute Häufigkeit der Patienten (n=508) in den jeweiligen Subgruppen „1/2“ bis „>1“ zu den drei Untersuchungszeitpunkten (T1, T2 und T3). Nicht dargestellt ist die Schnittmengengruppe „Subdivision“.

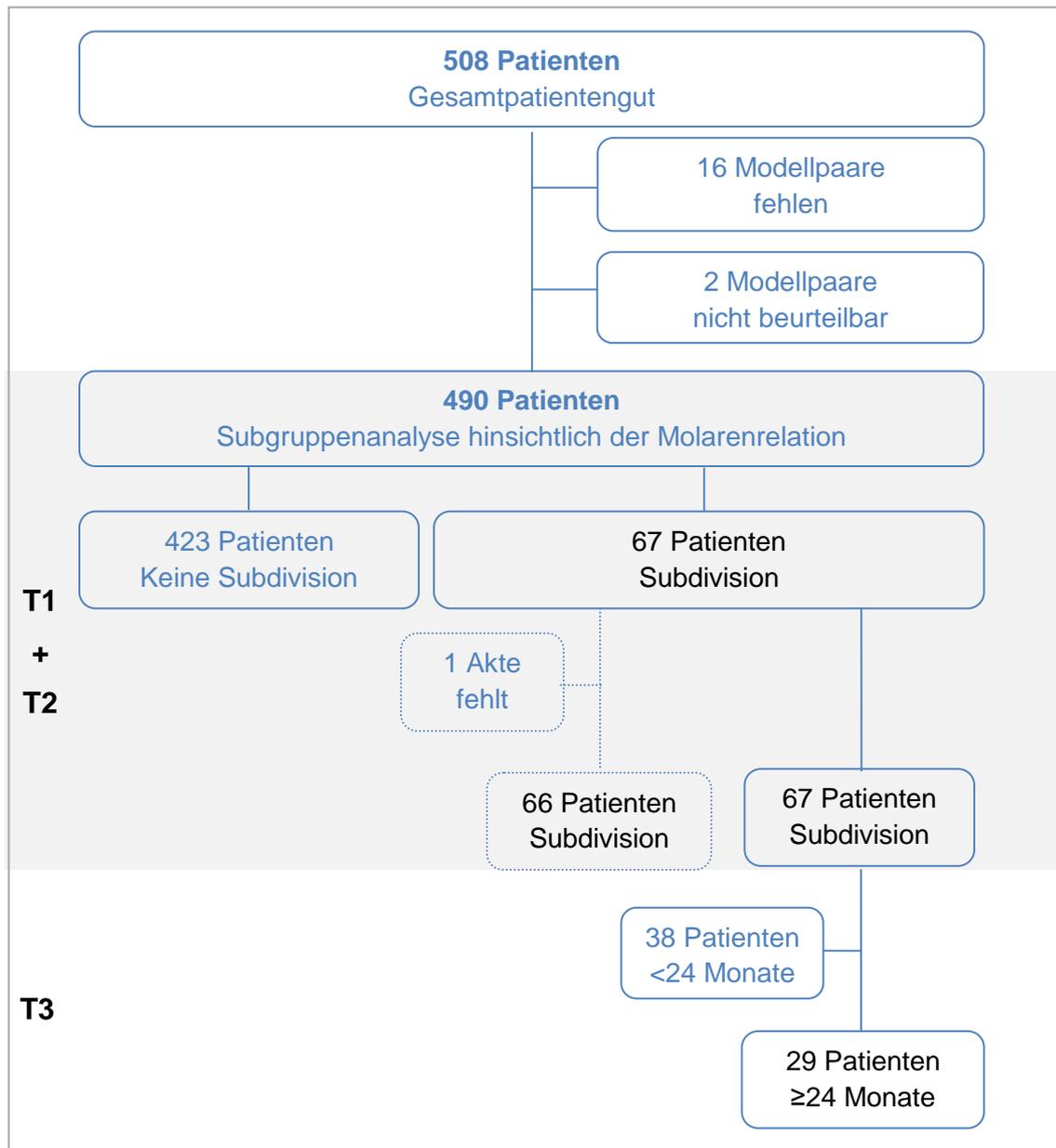


Abbildung 8.2 Ausgewertete Daten in der Subgruppenanalyse hinsichtlich der maximalen Ausprägung der Distalokklusion für die **Schnittmengengruppe** „**Subdivision**“ zu allen drei Zeitpunkten T1, T2 und T3.

Das Durchschnittsalter zu Behandlungsbeginn (T1) gestaltete sich in allen vier Gruppen annähernd gleich. So waren Patienten mit einer moderaten Ausprägung des Distalbisses (Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “) durchschnittlich  $14,6 \pm 3,8$  Jahre (Median: 13,9 Jahre), Patienten mit einer maximalen sagittalen Abweichung von bis zu einer Prämolarenbreite (Subgruppe „ $\frac{1}{2} - 1$ “) durchschnittlich  $14,4 \pm 3,2$  Jahre (Median: 13,8 Jahre) alt. Patienten mit einer Abweichung von mehr als einer Prämolarenbreite waren

zu Behandlungsbeginn minimal jünger, nämlich  $14,2 \pm 2,1$  Jahre (Median: 13,8 Jahre) alt. Für die Patienten, die eine Subdivision aufwiesen, ergab sich ein Durchschnittsalter von  $14,5 \pm 2,2$  Jahren mit einem Median bei 14,2 Jahren. Damit lagen sie ebenfalls im Gruppendurchschnitt. Patienten der Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ bis „ $>1$ “ befanden sich durchschnittlich in dem von HÄGG und TARANGER (1982) als MP3-G beschriebenen Reifestadium. Allerdings wiesen Patienten der Schnittmengengruppe „Subdivision“ trotz ähnlichem Durchschnittsalter eine etwas fortgeschrittenere skelettale Reife auf. Diese lag zwischen MP3-G und MP3-H (HÄGG und TARANGER 1982). Für jeweils einen Patienten aus den Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ und der Schnittmengengruppe „Subdivision“ sowie für zwei Patienten aus Subgruppe „ $\frac{1}{2} - 1$ “ war eine Beurteilung hinsichtlich der skelettalen Reife aufgrund von fehlenden Akten nicht möglich.

### **Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife**

In der zweiten Subgruppenunterteilung, hinsichtlich der Wachstumsstadieneinteilung nach HÄGG und TARANGER (1982), konnten drei Patienten auf Grund fehlender Akten keiner der vier Subgruppen zugeteilt werden und wurden folglich auch nicht in der Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife berücksichtigt.

Tabelle 8.2 veranschaulicht die exakte Patientenanzahl je Subgruppe. 125 Patienten (24,8% von 505), darunter 89 (71,2% von 125) männliche und 36 (28,8% von 125) weibliche, hatten zum Zeitpunkt der Insertion der Herbst-Apparatur das als MP3-F klassifizierte Wachstumsstadium noch nicht oder gerade eben erreicht und bildeten eine Subgruppe (Subgruppe „F“). Die größte Subgruppe bildeten die 201 (39,8% von 505) Patienten, 104 (51,7% von 201) männliche und 97 (48,3% von 201) weibliche, die sich im Bereich des pubertären Wachstumsmaximums befanden (Subgruppe „FG - G“). Sie befanden sich in einem späteren Wachstumsstadium als dem als MP3-F klassifizierten Stadium, jedoch maximal in dem als MP3-G klassifizierten. 136 (26,9% von 505) Patienten wiesen eine skelettale Reife jenseits des Wachstumsmaximums auf (Subgruppe „H - IJ“). Darunter befanden sich 37 (27,2% von 136) männliche und 99 (72,8% von 136) weibliche Patienten in einem Wachstumsstadium nach MP3-G bis einschließlich R-IJ. Alle Patienten (43 Patienten, 8,5% von 505), 10 (23,3% von 43) männliche und 33 (76,7% von 43) weibliche, die kein Wachstum mehr aufwiesen und sich damit in bzw. jenseits der als R-J klassifizierten Wachstumsperiode befanden, bildeten die letzte der vier wachstumsphasenspezifischen Subgruppen (Subgruppe „J“).

Tabelle 8.2 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit der Patienten (n=505) in den einzelnen Subgruppen, definiert nach der Wachstumsphasenkategorisierung nach HÄGG und TARANGER (1982).

Subgruppe		Patienten	
		n	%
F	Bis einschließlich Wachstumsstadium MP3-F	125	24,8
FG - G	Nach Wachstumsstadium MP3-F bis MP3-G	201	39,8
H - IJ	Nach Wachstumsstadium MP3-G bis R-IJ	136	26,9
J	Vollständig abgeschlossenes Wachstum	43	8,5

Da, wie bereits für das Gesamtpatientengut und auch für die erste Subgruppenanalyse hinsichtlich der Molarenrelation dargestellt, einige Modelle fehlten, ist die genaue Anzahl an ausgewerteten Modellen je Subgruppe und Zeitpunkt in der Abbildung 8.3 ausführlich dargestellt. Fehlte die Patientenakte zu Behandlungsbeginn, konnte die skeletale Reife nicht ermittelt werden und die entsprechenden Patienten keiner der vier Subgruppen („F“ - „J“) zugeteilt werden.

Die Altersverteilung in den die skeletale Reife berücksichtigenden Subgruppen ließ sich in einen direkten Zusammenhang zur Einteilung dieser setzen. So ergab es sich, dass Patienten in der Subgruppe „F“ zu Behandlungsbeginn im Durchschnitt  $12,8 \pm 1,2$  Jahre, mit einem Median bei 12,7 Jahren, alt waren. Der jüngste Patient in dieser Subgruppe war zu genanntem Zeitpunkt 9,8 Jahre, der älteste 15,2 Jahre alt. Entsprechend der weiter fortgeschrittenen skelettalen Reife lag der Altersdurchschnitt in der Subgruppe „FG - G“ bei  $13,5 \pm 1,3$  Jahren mit einem Median bei 13,4 Jahren. Dabei reichte das Alter der Patienten von 10,3 Jahren bis 17,7 Jahren. In der Subgruppe „H - IJ“ lag das Durchschnittsalter zu Beginn der aktiven Behandlung bei  $15,1 \pm 1,8$  Jahren (Median: 15,0 Jahren) wobei der jüngste Patient 11,2 Jahre und der älteste Patient 22,8 Jahre alt war. Während die Altersspanne in diesen drei Subgruppen kontinuierlich zunahm, betrug sie in der Subgruppe „J“ mehr als doppelt so lange (31,7 Jahre). Das Durchschnittsalter lag in dieser Patientengruppe bei  $21,1 \pm 7,5$  Jahren (Median: 18,3 Jahre).

Ergebnisse Subgruppenanalyse

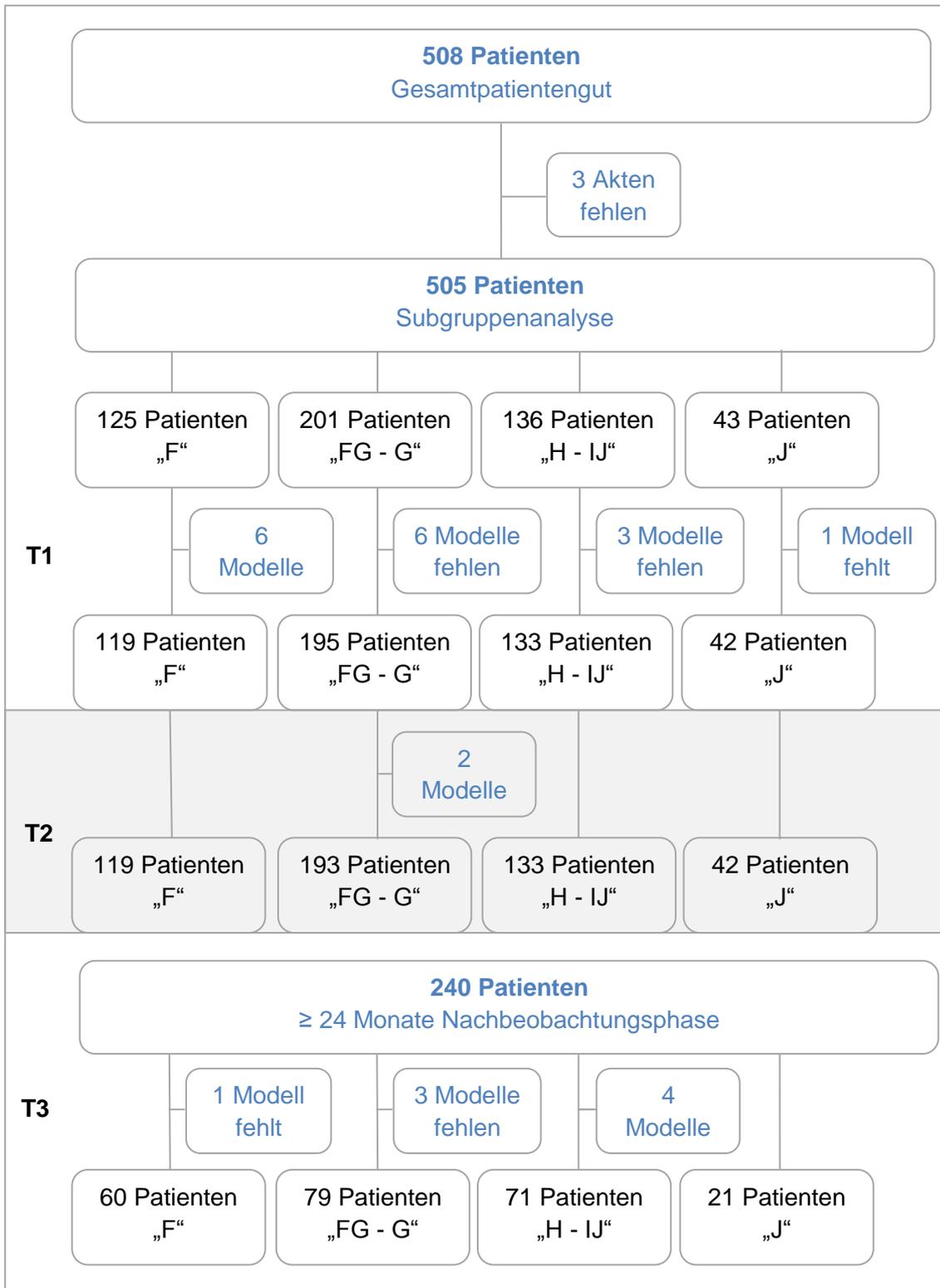


Abbildung 8.3. Ausgewertete Daten in der Subgruppenanalyse hinsichtlich der **skelettalen Reife**. Absolute Häufigkeit der berücksichtigten Patientenunterlagen ( $n=508$ ) in den vier Subgruppen „F“ bis „J“ zu den drei Untersuchungszeitpunkten T1, T2 und T3.

## 8.2 Behandlungsfaktoren

### 8.2.1 Externe Vorbehandlung

#### **Subgruppenanalyse hinsichtlich der Molarenrelation**

Die Verteilung der Patienten, die sich einer externen Vorbehandlung unterzogen hatten, ist für die erste Subgruppenanalyse, unterteilt nach der Ausprägung der sagittalen Okklusion, in Tabelle 8.3 dargestellt.

Hierbei zeigte sich, dass in allen vier Gruppen circa ein Drittel der Patienten zuvor extern behandelt wurde.

*Tabelle 8.3 Patientenverteilung hinsichtlich einer zuvor stattgefundenen, externen Vorbehandlung in den einzelnen Subgruppen.*

	$\frac{1}{2}$ (n=85)	$\frac{1}{2} - 1$ (n=337)	$> 1$ (n=68)	<b>Subdivision</b> (n=66)
ja (%)	37,7	26,4	33,8	31,8
nein (%)	62,3	73,6	66,2	68,2

## Ergebnisse Subgruppenanalyse

---

Diese zuvor erfolgte externe Behandlung dauerte in allen vier Gruppen durchschnittlich um die vier Jahre. Die genaue Dauer ist in Tabelle 8.4 dargestellt.

*Tabelle 8.4 Dauer (in Jahren) der zuvor extern stattgefundenen Vorbehandlung für die einzelnen Gruppen „½“ bis „Subdivision“. Dargestellt sind der Mittelwert (MW) mit Standardabweichung (SD), der Median sowie die Anzahl an Patienten mit unbekannter Dauer.*

---

	½ (n=85)	½ - 1 (n=337)	> 1 (n=68)	<b>Subdivision</b> (n=66)
MW ± SD	3,8 ± 2,0	3,6 ± 2,3	3,8 ± 2,2	4,4 ± 2,0
Median	3,5	3,0	4,0	4,0
Dauer unbekannt	3 (3,5%)	24 (7,1%)	5 (7,4%)	6 (9,1%)

---

Die kieferorthopädischen Geräte, die während dieser externen Vorbehandlung zum Einsatz kamen, wurden den drei Kategorien „Herausnehmbar“, „Festsitzend“ und „Kombiniert“ zugeteilt und sind in Tabelle 8.5 dargestellt. In allen vier Subgruppen kamen herausnehmbare Behandlungsgeräte am häufigsten zum Einsatz. Während sich der Anteil an ausschließlich festsitzenden Behandlungsapparaturen generell gering gestaltete, kamen diese in Subgruppe „>1“ generell nicht zum Einsatz. Jedoch fand in dieser Subgruppe (>1), das kombinierte Therapiekonzept mit herausnehmbaren und festsitzenden Apparaturen im direkten Subgruppenvergleich deutlich häufiger Anwendung.

*Tabelle 8.5 Verwendete Apparaturen bei der zuvor erfolgten externen Behandlung: Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit an Patienten je Behandlungsapparatur und Subgruppe. Subgruppe „½“ (n=85), Subgruppe „½ - 1“ (n=337), Subgruppe „>1“ (n=68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n=66).*

Behandlungsapparatur	½		½ - 1		> 1		Subdivision	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Festsitzend	6	18,8	10	11,2	0	0	4	19,1
Herausnehmbar	24	75,0	71	79,8	15	65,2	12	57,1
Kombiniert	2	6,2	8	9,0	8	34,8	5	23,8

### **Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife**

In der zweiten Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife zu Behandlungsbeginn verteilen sich die Patienten, die sich einer externen Vorbehandlung unterzogen hatten, wie in Tabelle 8.6 dargestellt.

Hierbei nahm der prozentuale Anteil an Patienten, die eine externe Vorbehandlung erhalten hatten, von Gruppe „F“ zu „J“ kontinuierlich zu, so dass dieser Patientenanteil in der Erwachsenengruppe („J“) mehr als die Hälfte aller Patienten ausmachte.

*Tabelle 8.6 Patientenverteilung hinsichtlich einer zuvor stattgefundenen, externen Vorbehandlung in den einzelnen Subgruppen.*

---

	<b>F</b> (n=125)	<b>FG - G</b> (n=201)	<b>HI - J</b> (n=136)	<b>J</b> (n=43)
ja (%)	17,6	20,9	43,4	62,8
nein (%)	82,4	79,1	56,6	37,2

---

## Ergebnisse Subgruppenanalyse

Diese Beobachtung bezog sich nicht alleine auf die Anzahl an Patienten, sondern auch auf die Dauer der externen Vorbehandlung. So nahm die durchschnittliche Dauer dieser zuvor extern stattgefundenen Behandlung ebenfalls mit der skelettalen Reife zu (Tabelle 8.7). Ausgewachsenen Patienten („Subgruppe J“) wurden nahezu doppelt so lange behandelt, wie Patienten vor dem pubertären Wachstum (Subgruppe „F“).

*Tabelle 8.7 Dauer (in Jahren) der zuvor extern stattgefundenen Vorbehandlung für die einzelnen Subgruppen „F“ bis „J“. Dargestellt sind der Mittelwert (MW) mit Standardabweichung (SD), der Median sowie die Anzahl an Patienten mit unbekannter Dauer.*

	<b>F</b> (n=125)	<b>FG - G</b> (n=201)	<b>HI - J</b> (n=136)	<b>J</b> (n=43)
MW ± SD	2,8 ± 1,4	2,8 ± 1,6	3,8 ± 2,2	4,8 ± 2,5
Median	2,8	2,8	3,8	5,0
Dauer unbekannt	10 (8,0%)	10 (5,0%)	13 (9,6%)	1 (2,3%)

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass mit zunehmender skelettaler Reife (entsprechend höherer Subgruppe) nicht nur mehr Patienten zuvor extern behandelt worden waren sondern auch, dass die durchschnittliche Behandlungsdauer ebenfalls mit der skelettalen Reife zunahm. In Tabelle 8.8 ist die Verteilung der dabei verwendeten Behandlungsmittel dargestellt. In allen Subgruppen fand die Therapie mit ausschließlich herausnehmbaren Apparaturen die häufigste Anwendung. Eine weitere Gemeinsamkeit zwischen den Subgruppen „F“, „HI - J“ und „J“, stellt der seltene Einsatz von ausschließlich festsitzenden Behandlungsapparaturen (unter 10,0% in den Subgruppen) dar. Diese kamen bei Patienten, die sich im pubertären Wachstum befanden, deutlich häufiger zum Einsatz. Patienten, die zu Behandlungsbeginn lediglich ein Restwachstum aufwiesen (Subgruppe „HI - J“), wurden zuvor extern vermehrt sowohl mit festsitzenden als auch herausnehmbaren Geräten therapiert.

*Tabelle 8.8 Verwendete Apparaturen bei der zuvor erfolgten externen Behandlung: Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit an Patienten je Behandlungsapparatur und Subgruppe. Subgruppe „F“ (n=22 von 125), Subgruppe „FG - G“ (n=42 von 201), Subgruppe „H - IJ“ (n=59 von 136) und Subgruppe „J“ (n=27 von 43).*

Behandlungsapparatur	F		FG - G		H - IJ		J	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Festsitzend	1	4,5	10	23,8	4	6,8	1	3,7
Herausnehmbar	21	95,5	28	66,7	43	72,9	22	81,5
Kombiniert	0	0	4	9,5	12	20,3	4	14,8

## 8.2.2 Interne Vorbehandlung

### Subgruppenanalyse hinsichtlich der Molarenrelation

Die Anzahl an Patienten in den einzelnen Gruppen, die sich vor der kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung bereits in der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität einer Behandlung unterzogen hatten, wurde in der ersten Gruppenanalyse, zur detaillierten Berücksichtigung der Malokklusion, ermittelt. Hierbei wurde ebenfalls unterschieden, ob die Patienten zuvor nach einem anderen Therapiekonzept behandelt wurden oder ob die zuvor stattgefundenene Behandlung eine notwendige Vorbehandlung darstellte (Tabelle 8.9). Der Anteil dieser Patienten gestaltete sich in allen Gruppen annähernd gleich groß, so dass, unabhängig von der Ausprägung der Malokklusion, bei über 70% der Patienten von Anfang an, die eigentliche Behandlung, nämlich eine kombiniert Herbst-Multibracket-Therapie, verfolgt wurde.

*Tabelle 8.9 Prozentualer Anteil (%) an Patienten je Gruppe, die zuvor nach einem anderen Therapiekonzept behandelt wurden.*

	$\frac{1}{2}$ (n = 85)	$\frac{1}{2} - 1$ (n = 337)	$>1$ (n = 68)	<b>Subdivision</b> (n = 66)
ja (%)	24,7	19,0	23,5	20,9
nein (%)	75,3	81,0	76,5	79,1

## Ergebnisse Subgruppenanalyse

---

Die Anzahl an Patienten, die sich internen zuvor einer notwendigen Vorbehandlung unterzogen, lag in Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ mit 24,7% am höchsten. Deutlich geringer fiel der Anteil an Patienten, die eine für die Herbstbehandlung notwendige Vorbehandlung erhielten, in den einzelnen Subgruppen aus (Tabelle 8.10). Patienten aus der Schnittmengengruppe „Subdivision“ mussten deutlich seltener auf die Herbst-Behandlung vorbereitet werden, als Patienten der restlichen drei Subgruppen. Wobei erneut Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ den größten Anteil an Patienten mit erfolgter Vorbehandlung aufwies.

*Tabelle 8.10 Prozentualer Anteil (%) an Patienten je Gruppe, die zuvor eine für die Herbst-Multibracket-Therapie notwendige Vorbehandlung erhielten.*

---

	$\frac{1}{2}$ (n = 85)	$\frac{1}{2} - 1$ (n = 337)	$>1$ (n = 68)	<b>Subdivision</b> (n = 66)
ja (%)	15,3	10,4	10,3	4,5
nein (%)	84,7	89,6	89,7	95,5

---

## Ergebnisse Subgruppenanalyse

Während die durchschnittliche Vorbehandlungsdauer von Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ über die Subgruppe „ $\frac{1}{2} - 1$ “ zu Subgruppe „ $>1$ “ kontinuierlich anstieg, lag sie in der Schnittmengengruppe „Subdivision“ wieder etwas niedriger (Tabelle 8.11). Deutlich fiel jedoch die hohe Streuung für die individuellen Vorbehandlungsdauern, erkennbar an der hohen Standardabweichung, in allen Gruppen auf.

Bezüglich der Dauer, zeigte sich die gleiche Staffelung für die Herbst spezifische Vorbehandlung wie für die unspezifischen Vorbehandlung. So fiel die Herbst spezifische Vorbehandlung für Patienten der Subgruppe „ $>1$ “ erneut am längsten aus. Für Patienten, die eine Subdivision aufwiesen, gestaltete sich diese im Gruppenvergleich am kürzesten. Auch lag die Standardabweichung in dieser Patientengruppe am niedrigsten.

*Tabelle 8.11 Dauer (in Monaten) der internen Vorbehandlung in den jeweiligen Gruppen. Zusätzlich dargestellt ist die Dauer der notwendigen Vorbehandlungen.*

<b>Interne Vorbehandlung</b>	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2} - 1$	$>1$	<b>Subdivision</b>
MW $\pm$ SD	19,6 $\pm$ 12,5	22,8 $\pm$ 16,6	29,3 $\pm$ 18,9	23,1 $\pm$ 15,0
Median	19,6	16,0	23,5	20,1
<b>Notwendige Vorbehandlung</b>				
MW $\pm$ SD	6,7 $\pm$ 3,6	7,6 $\pm$ 6,4	9,5 $\pm$ 6,9	6,7 $\pm$ 3,0
Median	6,1	5,1	10,3	5,3

Die Apparaturen, die bei dieser spezifischen, internen Vorbehandlung Anwendung fanden, sind nach Gruppen unterteilt in Tabelle 8.12 dargestellt. In den Subgruppen „ $\frac{1}{2}$ “, „ $\frac{1}{2} - 1$ “ und „ $>1$ “ kam die Multibracket-Apparatur am häufigsten zum Einsatz, sie fand aber auch in der Schnittmengengruppe „Subdivision“ ihren Einsatz. In allen Gruppen, mit Ausnahme der Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “, kamen die GNE und die Quadhelix annähernd gleich oft zum Einsatz. Eine eindeutige Aussage bezüglich der präferierten Behandlungsapparatur in der Schnittmengengruppe „Subdivision“ lässt sich aufgrund der geringen Probandenzahl mit erfolgter Vorbehandlung nicht ableiten. Die fehlenden Daten dreier Patienten aus den Gruppen „ $\frac{1}{2}$ “, „ $\frac{1}{2} - 1$ “ und „Subdivision“ begründeten sich erneut in fehlenden Patientenakten.

*Tabelle 8.12 Verwendete Apparaturen bei der für die Herbstbehandlung notwendige Vorbehandlung: Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit an Patienten je Behandlungsapparatur und Gruppe: Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ (n=13 von 85), Subgruppe „ $\frac{1}{2} - 1$ “ (n=35 von 337); Subgruppe „ $>1$ “ (n=7 von 68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n=3 von 66).*

	$\frac{1}{2}$		$\frac{1}{2} - 1$		$>1$		<b>Subdivision</b>	
	n	%	n	%	n	%	n	%
GNE	0	0	9	25,7	1	14,3	1	33,3
Quadhelix	2	15,4	3	8,6	1	14,3	1	33,3
GNE und Quadhelix	0	0	0	0	1	14,3	0	0
MB	11	84,6	19	54,3	3	42,8	1	33,3
Quadhelix und MB	0	0	2	5,7	1	14,3	0	0
GNE und MB	0	0	2	5,7	0	0	0	0

### Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife

Auch in der Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife musste erneut zwischen den Patienten, welche zunächst eine andersartige Behandlung zur Korrektur ihrer Malokklusion erhielten (Tabelle 8.13) und denen, die sich einer Vorbehandlung als vorbereitende Maßnahme für die Herbstbehandlung unterzogen (Tabelle 8.14), unterschieden werden.

Hierbei setzte sich der Anteil an Patienten, die zuvor unabhängig von der durchgeführten Herbsttherapie behandelt wurden, in den einzelnen Gruppen unterschiedlich zusammen (Tabelle 8.13). Während in der Subgruppe „F“, also bei den noch sehr jungen Patienten, nahezu die Hälfte aller Patienten zuvor nach einem anderen Therapieansatz behandelt wurden, lag dieser Patientenanteil bei den Erwachsenenpatienten bei nicht einmal 10%. Demnach wurde die kombinierte Herbst-Multibracket-Behandlung umso häufiger von Anfang an geplant desto weiter fortgeschritten die skelettale Reife der Patienten war.

*Tabelle 8.13 Prozentualer Anteil (%) an Patienten je Gruppe, die zuvor nach einem anderen Therapiekonzept behandelt wurden.*

	<b>F</b> (n = 125)	<b>FG - G</b> (n = 201)	<b>H - IJ</b> (n = 136)	<b>J</b> (n = 43)
ja (%)	40,0	22,4	6,6	9,3
nein (%)	60,0	77,6	93,4	90,7

## Ergebnisse Subgruppenanalyse

---

In dieser Subgruppenanalyse fiel der Anteil an Patienten, die eine für die Herbsttherapie notwendige Vorbehandlung erhielten, insgesamt gering aus (Tabelle 8.14). So erhielten nur 10,0% bis 14,4% der Patienten in den einzelnen Subgruppen eine solche vorbereitende Behandlung. Den größten Anteil bildeten hierbei mit 14,4% die Patienten aus der Subgruppe „F“. Der Anteil an Patienten mit erforderlicher Vorbehandlung verteilte sich folgendermaßen

*Tabelle 8.14 Prozentualer Anteil (%) an Patienten je Gruppe, die zuvor eine für die Herbst-Multibracket-Therapie notwendige Vorbehandlung erhielten.*

---

	<b>F</b> (n = 125)	<b>FG - G</b> (n = 201)	<b>H - IJ</b> (n = 136)	<b>J</b> (n = 43)
ja (%)	14,4	10,0	11,0	11,6
nein (%)	85,6	90,0	89,0	88,4

---

In allen untersuchten Subgruppen hinsichtlich der skelettalen Reife dauerte eine bereits vor der eigentlichen Herbst-Multibracket-Behandlung stattgefundene Therapiemaßnahme über ein Jahr (Tabelle 8.15). Diese durchlaufene Vorbehandlung verkürzte sich in allen Gruppen, wenn sie als direkte Vorbehandlung für die Herbstbehandlung durchgeführt wurde deutlich. Insgesamt ergab sich für Patienten der Subgruppe „FG - G“ sowohl die längste allgemeine als auch die längste für die Herbsttherapie notwendige Vorbehandlungsdauer. Während die für die Herbst-Therapie relevante, vorbereitende Maßnahme für alle Patienten ähnlich kurz ausfiel, zeigte sich in der Gruppe der ausgewachsenen Patienten („J“) eine deutlich kürzere allgemeine Vorbehandlungszeit. Dies lässt darauf schließen, dass es bei erwachsenen Patienten schneller zu einer Therapieänderung kam, als bei Patienten im Wachstum.

Die individuelle Vorbehandlungsdauer variierte jedoch deutlich in allen untersuchten Subgruppen, was sich an den hohen Standardabweichungen erkennen lässt.

*Tabelle 8.15 Dauer (in Monaten) der internen Vorbehandlung in den jeweiligen Subgruppen. Zusätzlich dargestellt ist die Dauer der notwendigen Vorbehandlungen.*

<b>Interne Vorbehandlung</b>	<b>F</b>	<b>FG - G</b>	<b>HI - J</b>	<b>J</b>
MW ± SD	20,1 ± 16,7	25,0 ± 14,6	25,0 ± 20,8	16,6 ± 9,4
Median	14,6	23,2	19,6	13,1
<b>Notwendige Vorbehandlung</b>				
MW ± SD	7,6 ± 5,2	9,1 ± 7,0	6,9 ± 5,6	7,0 ± 3,9
Median	5,8	7,8	4,8	6,8

## Ergebnisse Subgruppenanalyse

Eine subgruppenspezifische Unterteilung der zum Einsatz gekommenen Behandlungsapparaturen zur Vorbereitung auf die Herbst-Behandlung stellt Tabelle 8.16 dar. In allen Subgruppen kam die Multibracket-Apparatur, gefolgt von der Gaumennahterweiterung, am häufigsten zur Anwendung. Vor allem die kombinierten Vorbehandlungen mit Gaumennahterweiterung und Quadhelix bzw. mit Gaumennahterweiterung und Multibracket-Apparatur kamen nur sehr selten zum Einsatz.

*Tabelle 8.16 Verwendete Apparaturen bei der für die Herbstbehandlung notwendige Vorbehandlung: Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit an Patienten je Behandlungsapparatur und Subgruppe: Subgruppe „F“ (n=18 von 125), Subgruppe „FG - G“ (n=20 von 201), Subgruppe „H - IJ“ (n=15 von 136) und Subgruppe „J“ (n=5 von 43).*

	<b>F</b>		<b>FG - G</b>		<b>H - IJ</b>		<b>J</b>	
	n	%	n	%	n	%	n	%
GNE	4	22,2	3	15,0	3	20,0	1	20,0
Quadhelix	2	11,1	4	20,0	0	0	0	0
GNE und Quadhelix	1	5,6	0	0	0	0	0	0
MB	9	50,0	12	60,0	10	66,7	4	80,0
Quadhelix und MB	2	11,1	1	5,0	0	0,0	0	0
GNE und MB	0	0	0	0	2	13,3	0	0

### 8.2.3 Herbst-Multibracket-Behandlung

#### Subgruppenanalyse hinsichtlich der Molarenrelation

Die Herbst-Phase variierte in den vier untersuchten Gruppen („1/2“ - „Subdivision“) geringfügig (Abbildung 8.4). Während die Herbstphase bei Patienten mit einer moderaten Ausprägung der Distalokklusion (Subgruppe „1/2“) durchschnittliche  $8,0 \pm 1,8$  Monate betrug (Median: 7,7 Monate), lag sie bei Patienten mit einer schweren Ausprägung („>1“) bei  $8,7 \pm 2,1$  Monaten (Median: 8,1 Monate). Auch Patienten mit Subdivision durchliefen eine längere Herbst-Phase von  $8,6 \pm 2,0$  Monaten (Median: 8,3 Monate). Ausreißer nach oben kamen in allen vier Subgruppen vor. Insgesamt ergab sich somit jedoch nur ein maximaler Unterschied von 0,7 Monaten.

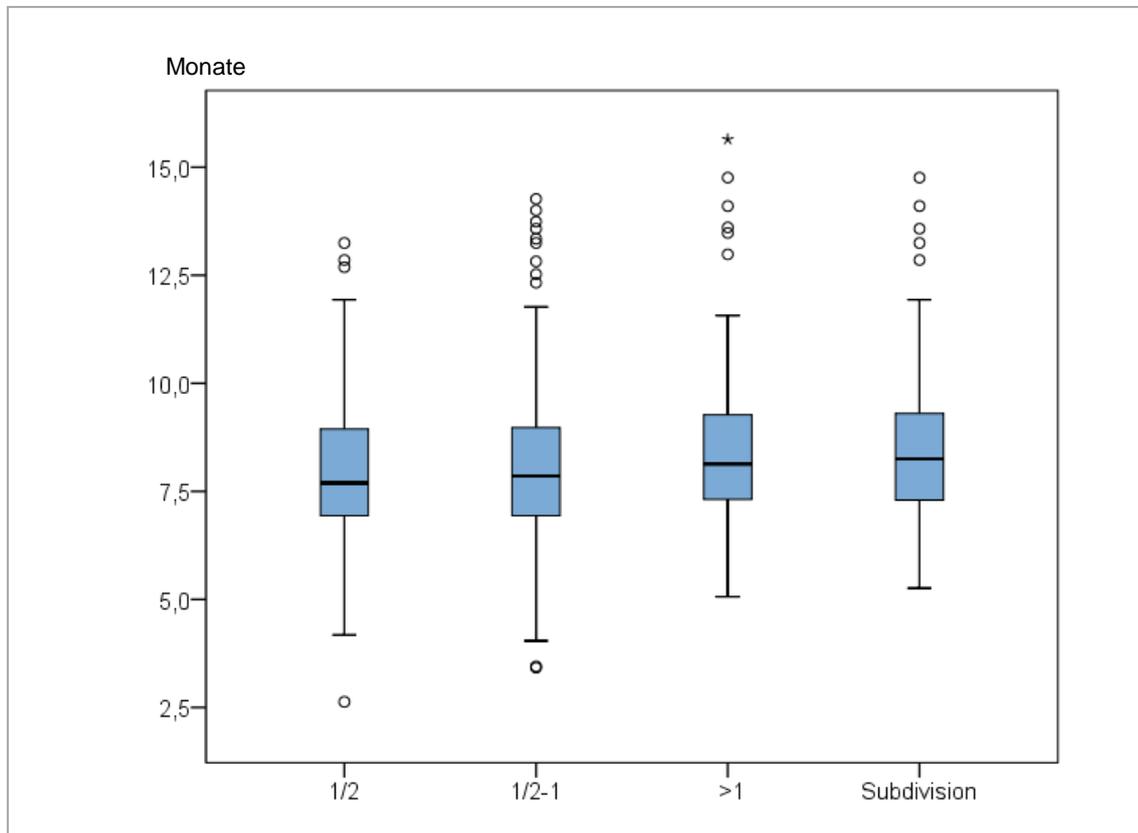


Abbildung 8.4 Dauer der **Herbst-Phase** (Monate) für die Subgruppenanalyse hinsichtlich der Molarenrelation. Subgruppe „1/2“ (n=85), Subgruppe „1/2 - 1“ (n=337), Subgruppe „>1“ (n=68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n=67).

Anders als die Herbstphase gestaltete sich die Multibracket-Phase in ihrer durchschnittlichen Dauer heterogener (Abbildung 8.5). Während bei der durchschnittlichen Herbst-Behandlungsdauer lediglich ein Unterschied von 0,7 Monaten beobachtet werden konnte, betrug dieser bei der Multibracket-Behandlung 2,6 Monate. Die durchschnittliche Behandlungsdauer mit der Multibracket-Apparatur lag in Subgruppe „>1“ mit  $18,0 \pm 8,6$  Monaten am höchsten und in Subgruppe „ $\frac{1}{2}$  - 1“ ( $15,4 \pm 6,8$  Monate) am niedrigsten. Erneut konnten in allen vier Gruppen Ausreißer beobachtet werden.

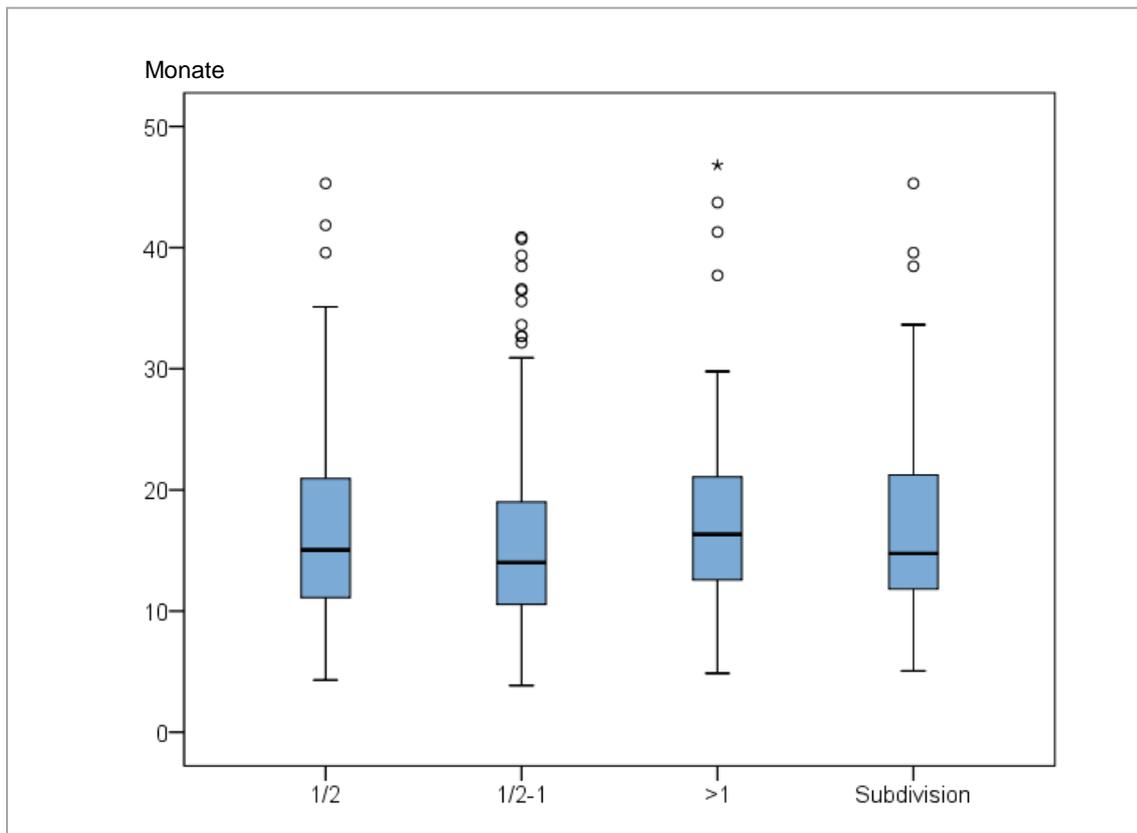


Abbildung 8.5 Dauer der **Multibracket-Phase** (Monate) für die Subgruppenanalyse hinsichtlich der Molarenrelation. Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ ( $n=85$ ), Subgruppe „ $\frac{1}{2}$  - 1“ ( $n=355$ ), Subgruppe „>1“ ( $n=68$ ) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ ( $n=67$ ).

Diese, wenn auch geringen, Abweichungen in der Dauer der Herbst- und Multibracket-Phase wirkten sich unweigerlich auch auf die Gesamtbehandlungsdauer aus. Tendenziell dauerte die Gesamtbehandlung in den Subgruppen „>1“ ( $26,6 \pm 8,7$  Monate) und „Subdivision“ ( $26,5 \pm 8,9$  Monate) am längsten (Abbildung 8.6). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich die Behandlungszeit, unabhängig von der jeweiligen Phase, für Patienten mit einer geringeren Ausprägung der Malokklusion in der Sagittalen geringer gestaltete als für Patienten mit einer schweren Ausprägung dieser oder einer Subdivision.

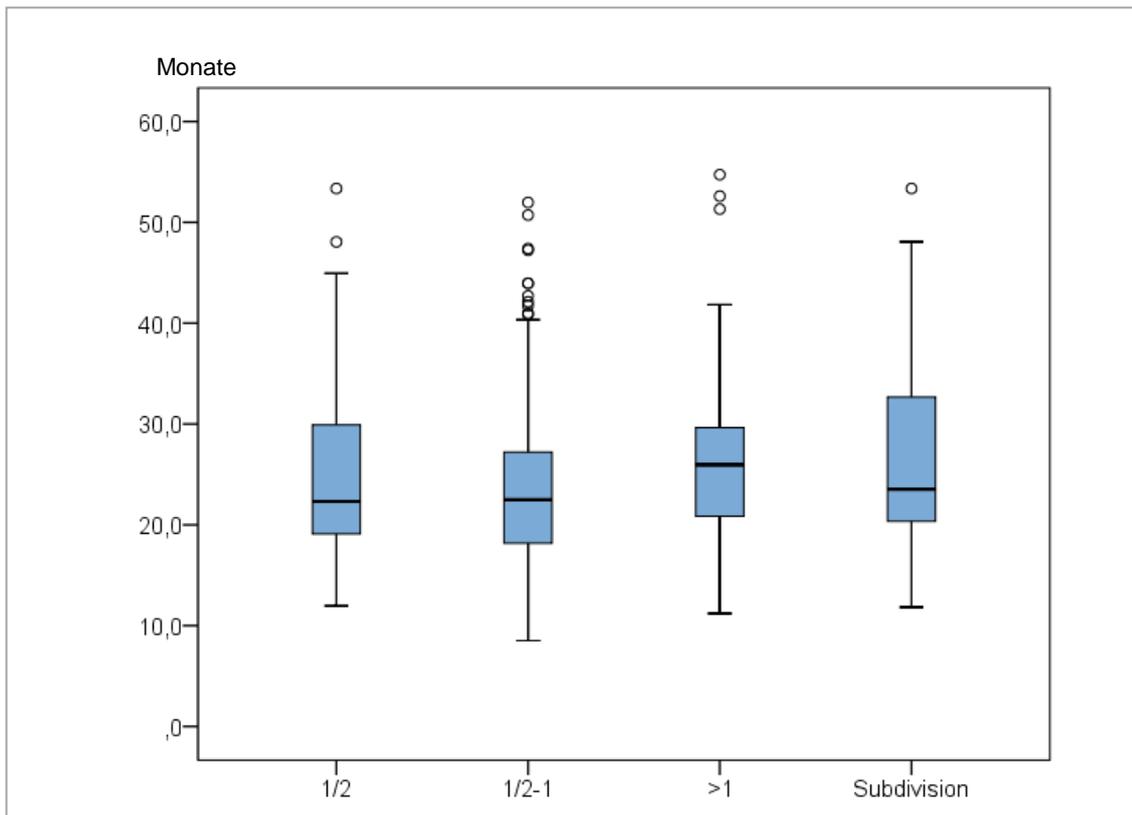


Abbildung 8.6 Dauer der kombinierten **Herbst-Multibracket-Behandlung** (Monate) für die Subgruppenanalyse hinsichtlich der Molarenrelation. Subgruppe „1/2“ (n=85), Subgruppe „1/2 - 1“ (n=355), Subgruppe „>1“ (n=68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n=67).

### Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife

Ähnlich homogen, wie für die erste Subgruppenanalyse, gestaltete sich auch die durchschnittliche Behandlungsdauer in der zweiten Subgruppenanalyse (Abbildung 8.7 bis Abbildung 8.9).

Die durchschnittliche Dauer der reinen Herbst-Behandlung variierte zwischen den einzelnen Subgruppen lediglich um 1,6 Monate („F“:  $7,7 \pm 1,3$  Monate, „J“:  $9,3 \pm 1,8$  Monate), wobei eine eindeutige Steigerung der Behandlungsdauer mit dem Stadium der skelettalen Reife zu erkennen ist (Abbildung 8.7). Die größte Varianz ist in der Patientengruppe am Ende des Wachstums („H - IJ“) festzustellen. Dies zeigt sich neben der größten Standardabweichung (SD:  $\pm 2,1$ ) auch an einer Vielzahl an Ausreißern nach oben.

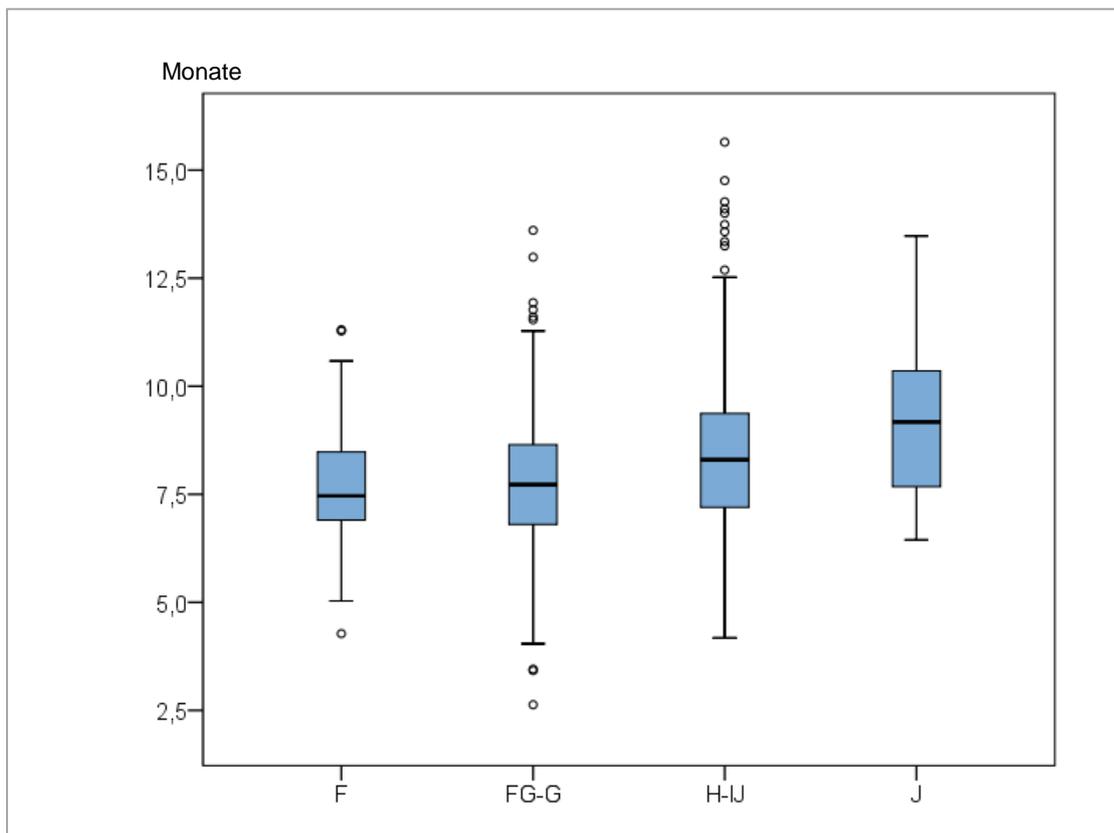


Abbildung 8.7 Dauer der **Herbst-Phase** (Monate) für die Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife. Subgruppe „F“ (n=125), Subgruppe „FG - G“ (n=201), Subgruppe „H - IJ“ (n=136) und Subgruppe „J“ (n=43).

Die durchschnittliche Dauer der Multibracket-Phase gestaltete sich in allen Subgruppen deutlich länger als die zuvor von allen Patienten durchlaufene Herbst-Phase und variierte mit 2,2 Monaten („F“: 17,2 Monaten, „J“: 15,0 Monaten) eher geringfügig zwischen den einzelnen Subgruppen (Abbildung 8.8). Entgegengesetzt der Herbst-Phase nahmen die mittlere Behandlungsdauer und die Varianz mit der skelettalen Reife ab. So gestaltete sich die Multibracket-Behandlung für Patienten, die sich vor dem pubertären Wachstumsschub befanden („F“) tendenziell länger. Auch Ausreißer nach oben kamen vor allem in dieser Subgruppe vor.

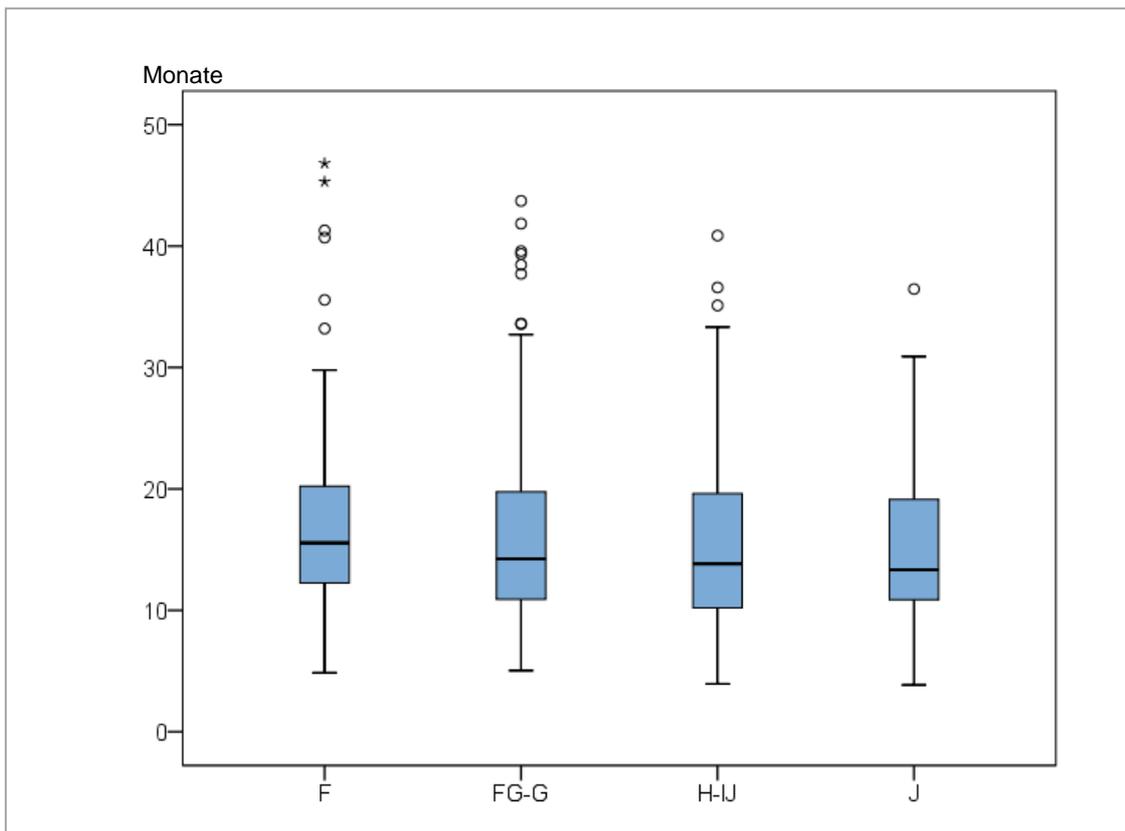


Abbildung 8.8 Dauer der **Multibracket-Phase** (Monate) für die Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife. Subgruppe „F“ (n=125), Subgruppe „FG - G“ (n=201), Subgruppe „H - IJ“ (n=136) und Subgruppe „J“ (n=43).

Die Tatsache, dass die durchschnittliche Dauer der Herbst-Phase mit der skelettalen Reife zunahm, die mittlere Dauer der Multibracket-Phase aber mit dieser abnahm, führte zu einer annähernd gleich langen Gesamtbehandlungsdauer in den Subgruppen (Abbildung 8.9). So variierte der Mittelwert um lediglich 0,8 Monate. Die durchschnittliche Dauer der kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung gestaltete sich für die beiden Subgruppen „FG - G“ und „H - IJ“ mit 24,0 Monaten dezent kürzer als für die Patienten vor dem Wachstumsschub („F“: 24,8 Monate) bzw. ohne Restwachstum („J“: 24,6 Monate).

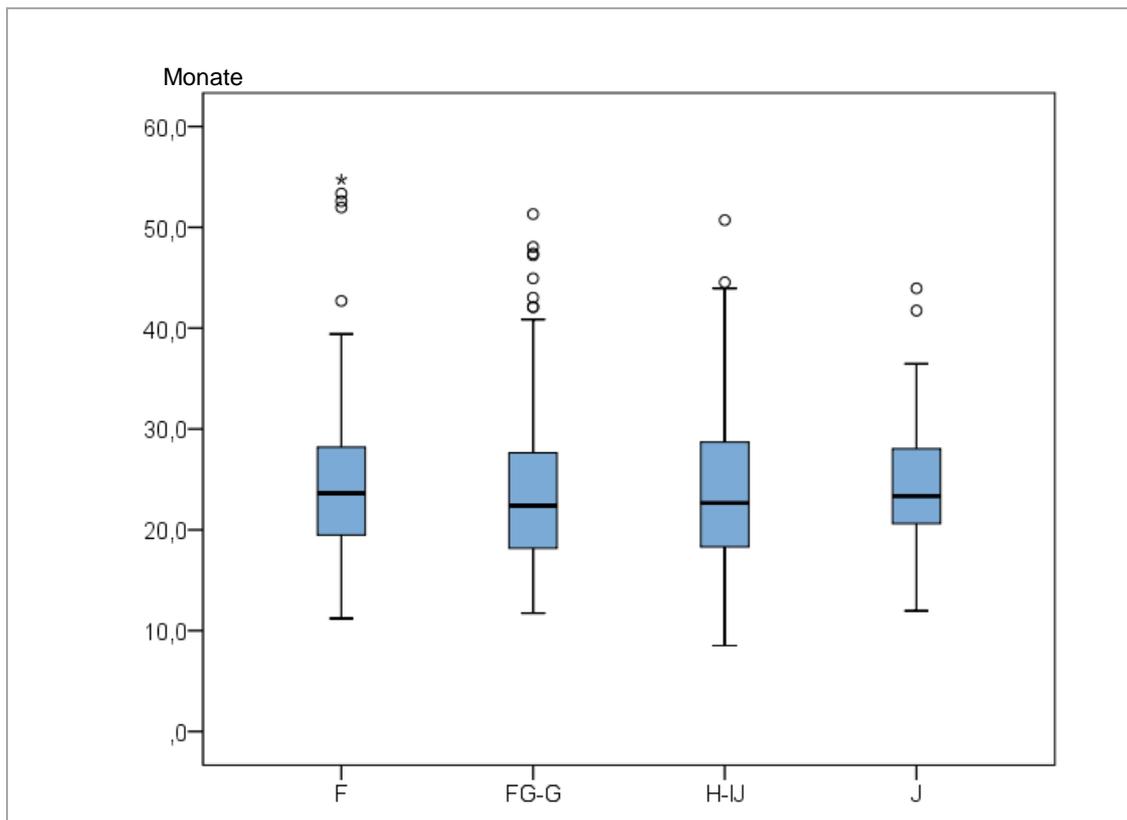


Abbildung 8.9 Dauer der kombinierten **Herbst-Multibracket-Behandlung** (Monate) für die Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife. Subgruppe „F“ (n=125), Subgruppe „FG - G“ (n=201), Subgruppe „H - IJ“ (n=136) und Subgruppe „J“ (n=43).

## 8.2.4 Nachbeobachtungsphase

### **Subgruppenanalyse hinsichtlich der Molarenrelation**

Von den in der ersten Subgruppenanalyse untersuchten 490 Patienten hatten insgesamt 235 Patienten die mindestens 24 monatige Nachbeobachtungsphase abgeschlossen. Von diesen Patienten wiesen zusätzlich 29 Patienten eine Subdivision auf.

Die Patienten verteilten sich folgendermaßen auf die einzelnen Gruppen:

- In der Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ schlossen 41 von 85 (48,2%) diese Nachbeobachtungsphase ab.
- In der Subgruppe „ $\frac{1}{2}$  - 1“ schlossen 162 von 337 (48,1%) diese Nachbeobachtungsphase ab.
- In der Subgruppe „ $>1$ “ schlossen 32 von 68 (47,1%) diese Nachbeobachtungsphase ab.
- In der Schnittmengengruppe „Subdivision“ schlossen 29 von 67 (43,3%) diese Nachbeobachtungsphase ab.

Der Anteil an Patienten mit abgeschlossener Nachbeobachtungsphase fiel in den ersten drei Subgruppen („ $\frac{1}{2}$ “ - „ $>1$ “) annähernd gleich hoch aus und lag lediglich in der Patientengruppe, die eine Subdivision aufwiesen, geringfügig unter dem Gruppendurchschnitt.

Die mittlere Nachbeobachtungszeit gestaltete sich in allen vier Subgruppen mehr oder weniger gleich lang (Abbildung 8.10). So ergab sich für Patienten der Schnittmengengruppe „Subdivision“ die durchschnittlich längste Nachbeobachtungszeit, wobei sich diese von den restlichen Durchschnittszeiten lediglich um ca. 2,5 Monate unterschied. Hohe individuelle Nachbeobachtungszeitunterschiede machten sich auch in dieser Subgruppenanalyse, erkennbar an der erhöhten Standardabweichung, bemerkbar. Diese traten vornehmlich in Gruppe „ $\frac{1}{2}$  - 1“ auf. In dieser Patientengruppe kam es, mit einer Nachbeobachtungsdauer von 190 Monaten, zu einem Ausreißer nach oben, der der besseren Übersichtlichkeit halber nicht in der Abbildung dargestellt ist.

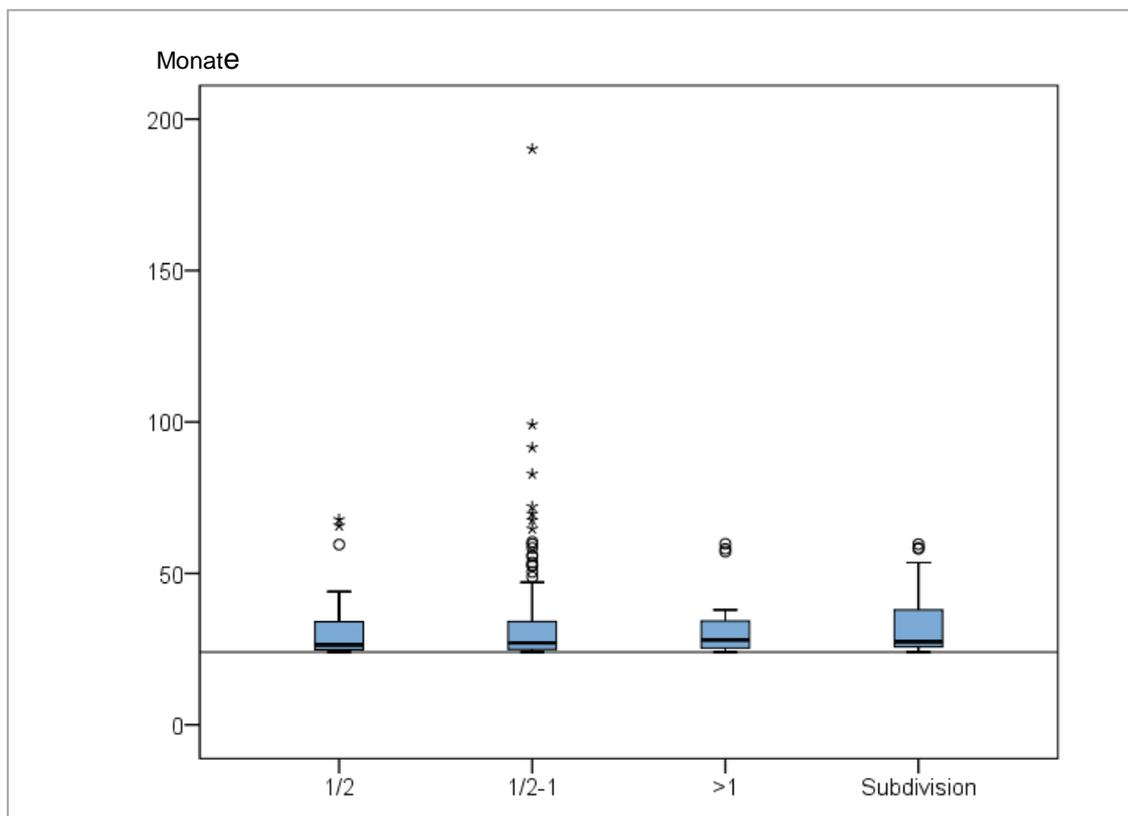


Abbildung 8.10 Dauer der **Nachbeobachtungsphase** (Monate) für die Subgruppenanalyse hinsichtlich der Molarenrelation. Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ (n=85), Subgruppe „ $\frac{1}{2}$  - 1“ (n=336), Subgruppe „>1“ (n=68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n=67).

### **Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife**

Von den insgesamt 505 in der Subgruppenanalyse, hinsichtlich der skelettalen Reife, berücksichtigten Patienten schlossen 239 eine mindestens 24 monatige Nachbeobachtungsphase ab.

Die Patienten verteilten sich, wie folgt auf die einzelnen Subgruppen:

- In Subgruppe „F“ schlossen 61 von 125 (48,8%) diese Nachbeobachtungsphase ab.
- In Subgruppe „FG - G“ schlossen 82 von 201 (40,8%) diese Nachbeobachtungsphase ab.
- In Subgruppe „H - IJ“ schlossen 75 von 136 (55,2%) diese Nachbeobachtungsphase ab.
- In Subgruppe „J“ schlossen 21 von 43 (48,8%) diese Nachbeobachtungsphase ab.

Somit lag der Anteil an Patienten, die eine mindestens 24 monatige Nachbeobachtungsphase abgeschlossen hatten, in der Subgruppe „H - IJ“ am höchsten und in der Subgruppe „FG - G“ am niedrigsten, variierte jedoch insgesamt um die Hälfte der Patienten jeder Subgruppe.

Wie auch die einzelnen aktiven Behandlungsphasen und die Gesamtbehandlungsdauer, nahm die Nachbeobachtungsphase in allen Subgruppen annähernd gleich viel Zeit in Anspruch (Abbildung 8.11). Dies zeigte sich am Mittelwert, der um maximal 3,9 Monate variierte. Die Nachbeobachtungsphase für Patienten der Subgruppe „J“ dauerte geringfügig länger ( $35,3 \pm 13,4$  Monate), als für die Patienten der anderen Subgruppen („F“:  $32,9 \pm 12,1$  Monate, „FG - G“:  $32,5 \pm 21,2$  und „H - IJ“:  $31,4 \pm 11,7$ ). Anhand der hohen Standardabweichung in allen Subgruppen lässt sich erkennen, dass diese teilweise hohen individuellen Abweichungen der durchschnittlichen Nachbeobachtungszeit generalisiert, wenn auch mit einer schwachen Konzentration auf Gruppe „FG - G“, vorkommen. Wie bereits in der Subgruppenanalyse hinsichtlich der maximalen, sagittalen Ausprägung der Malokklusion, wurde der besseren Übersicht halber ein deutlicher Ausreißer nach oben (Nachbeobachtungsdauer von 190 Monate) nicht in der Abbildung dargestellt.

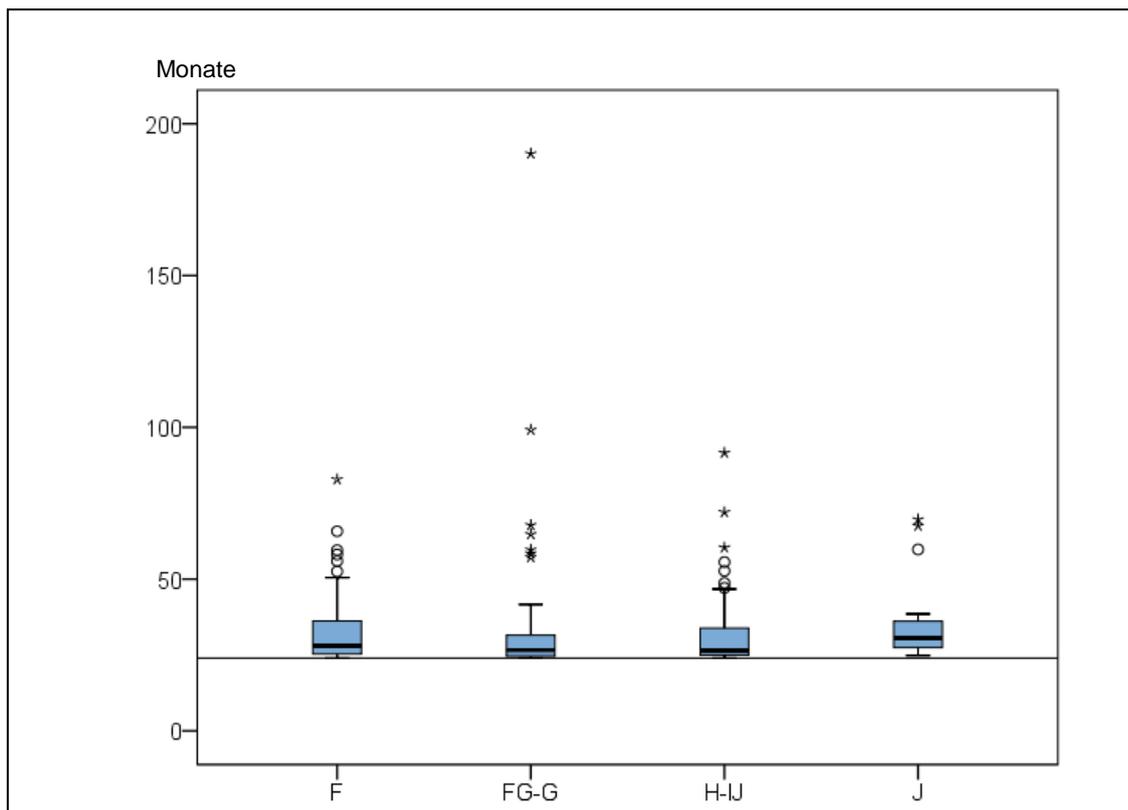


Abbildung 8.11 Dauer der **Nachbeobachtungsphase** (Monate) für die Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife. Subgruppe „F“ (n=61 von 125), Subgruppe „FG - G“ (n=82 von 201), Subgruppe „H - IJ“ (n=75 von 136) und Subgruppe „J“ (n=21 von 43).

## 8.2.5 PAR-Index

### Subgruppenanalyse hinsichtlich der Molarenrelation

In der Subgruppenanalyse hinsichtlich der maximalen, sagittalen Ausprägung der Malokklusion wiesen Patienten der Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ und der Subgruppe „ $\frac{1}{2} - 1$ “ die niedrigsten Ausgangswerte auf (Tabelle 8.17). Am höchsten dagegen lag der mittlere PAR-Wert zu Beginn der Therapie mit  $36,6 \pm 7,4$  Punkten (Median: 37,0 Punkten) bei Patienten der Subgruppe „ $>1$ “. Auf den durchschnittlichen Ausgangswert bezogen, reihte sich die Schnittmengengruppe „Subdivision“ im mittleren Bereich ein.

*Tabelle 8.17 Ausgangs-PAR-Wert in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der Molarenrelation zu Behandlungsbeginn (T1). Dargestellt sind neben dem Mittelwert (MW) die Standardabweichung (SD) und der Median. Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ (n=85), Subgruppe „ $\frac{1}{2} - 1$ “ (n= 337), Subgruppe „ $>1$ “ (n=68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n=67).*

	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2} - 1$	$>1$	<b>Subdivision</b>
MW $\pm$ SD	31,5 $\pm$ 9,4	31,8 $\pm$ 8,7	36,6 $\pm$ 7,4	33,5 $\pm$ 8,8
Median	32,0	30,0	37,0	33,0

Durch die erfolgte Herbst-Multibracket-Behandlung (T2) konnte der PAR-Wert in allen Subgruppen deutlich gesenkt werden, so dass er in jeder Patientengruppe durchschnittlich unter zehn Punkten lag (Tabelle 8.18). Der Durchschnittswert nach erfolgter Behandlung lag, wie auch vor der Behandlung, für Patienten mit einer schweren Ausprägung der distalen Molarenrelation („>1“) am höchsten. Auch wenn der erzielte PAR-Punktwert zum Zeitpunkt T2 nicht in allen Subgruppen gleich niedrig angesiedelt war, so konnte doch in allen Subgruppen eine deutliche Reduzierung von mehr als 22,0 Punkten erzielt werden.

*Tabelle 8.18 Mittlerer PAR-Wert in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der Molarenrelation am Ende der Herbst-Multibracket-Behandlung (T2) sowie die Punktwertreduzierung zu T1. Dargestellt sind neben dem Mittelwert (MW) die Standardabweichung (SD) und der Median. Subgruppe „½“ (n= 85), Subgruppe „½ - 1“ (n=335 von 337), Subgruppe „>1“ (n=68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n= 67).*

	½	½ - 1	>1	<b>Subdivision</b>
MW ± SD	8,1 ± 4,7	7,7 ± 4,3	9,3 ± 5,2	7,8 ± 4,0
Median	7,0	7,0	7,5	7,5
Reduzierung zu T1	23,4 ± 9,1	24,1 ± 9,6	27,3 ± 8,5	25,8 ± 9,0

## Ergebnisse Subgruppenanalyse

Nach erfolgter 24 monatiger Nachbeobachtungsphase (T3) stieg der durchschnittliche PAR-Wert in allen Gruppen wieder geringfügig an (Tabelle 8.19). Auch zu T3 unterschieden sich die erzielten, mittleren Punktwerte in den einzelnen Patientengruppen. Erneut lag der PAR-Wert in der Gruppe „>1“, also für Patienten mit einer distalen Molarenrelation von über 1 PB, am höchsten. Anders als in Subgruppe „½“ lag der mittlere PAR-Wert in den übrigen drei Gruppen über 22,0 Punkte unter dem Ausgangs-PAR-Wert (T1). Am stabilsten zeigte sich das erzielte Ergebnis in Subgruppe „½ - 1“, da es während der Nachbeobachtungsphase lediglich zu einer mittleren Punktzunahme von 0,6 Punkten kam (T2 - T3). In den restlichen drei Patientengruppen lag der Zuwachs bei durchschnittlich 1,3 Punkten.

*Tabelle 8.19 Mittlerer PAR-Wert in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der Molarenrelation am Ende der Nachbeobachtungsphase (T3) und die Punktwertreduzierung zu T1 sowie die Punktzunahme zu T2. Dargestellt sind neben dem Mittelwert (MW) die Standardabweichung (SD) und der Median. Subgruppe „½“ (n=41 von 85), Subgruppe „½ - 1“ (n=159 von 337), Subgruppe „>1“ (n=31 von 68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n=29 von 67).*

	½	½ - 1	>1	Subdivision
MW ± SD	9,4 ± 5,3	8,3 ± 4,5	10,6 ± 7,0	9,1 ± 4,2
Median	7,0	7,0	8,0	9,0
Reduzierung zu T1	20,0 ± 9,1	23,9 ± 9,0	25,7 ± 10,5	22,9 ± 9,2
Zunahme zu T2	0,6 ± 6,0	1,0 ± 4,9	2,2 ± 5,9	2,6 ± 4,6

## Ergebnisse Subgruppenanalyse

Mit Hilfe der ermittelten Punktwertreduzierung konnten die erzielten Behandlungsergebnisse den drei Kategorien „Greatly improved“, „Improved“ und „Worse / No different“ zugeteilt werden. Diese sind Subgruppenspezifisch für den Zeitpunkt T2 in Abbildung 8.12 dargestellt. In allen vier Subgruppen konnte das Behandlungsergebnis von weit über der Hälfte der Patienten der Kategorie „Greatly improved“ zugeteilt werden. In Subgruppe „>1“ befanden sich nicht nur die meisten Patienten mit einem sehr guten („Greatly improved“: 79,4%) sondern auch die meisten mit einem unzureichenden („Worse / No different“: 2,9%) Behandlungsergebnis.



Abbildung 8.12 Erzielte Kategorien nach Punktwertreduzierung (T1 zu T2) für die einzelnen Subgruppen: Prozentuale (%) Verteilung der Patienten auf die drei Kategorien „Greatly improved“, „Improved“ und „Worse / No different“. Subgruppe „1/2“ (n=85), Subgruppe „1/2 - 1“ (n=335 von 337), Subgruppe „>1“ (n=68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n=67).

Wie bereits dargestellt (Tabelle 8.19), stieg der durchschnittliche PAR-Wert in allen vier Subgruppen während der Nachbeobachtungsphase etwas an. Dies führte ebenfalls zu einer Veränderung in den zugeteilten Kategorien (Abbildung 8.13). Dennoch konnten in drei Gruppen („½ - 1“, „>1“ und „Subdivision“) nach wie vor über die Hälfte der Patienten der Kategorie „Greatly improved“ zugeteilt werden. Lediglich in der Patientengruppe mit geringer Ausprägung der Distalokklusion („½“) lag dieser Patientenanteil knapp unter 50,0%. Der deutlichste Anstieg in der Kategorie „Worse / No different“ war in Subgruppe „>1“ zu beobachten. Insgesamt zeigte sich aber nur ein geringer Zuwachs dieser Kategorie (zwischen +0,3% und +3,6%), so dass hauptsächlich eine Verschiebung der Patienten aus „Greatly improved“ hin zur Kategorie „Improved“ stattgefunden hatte. Diese Kategorie erhielt in allen Subgruppen einen Zuwachs (zwischen +1,8% und +10,0%), wobei dieser in der Patientengruppe mit ursprünglich starker Ausprägung der sagittalen Okklusion nach distal („>1“) am geringsten ausfiel.

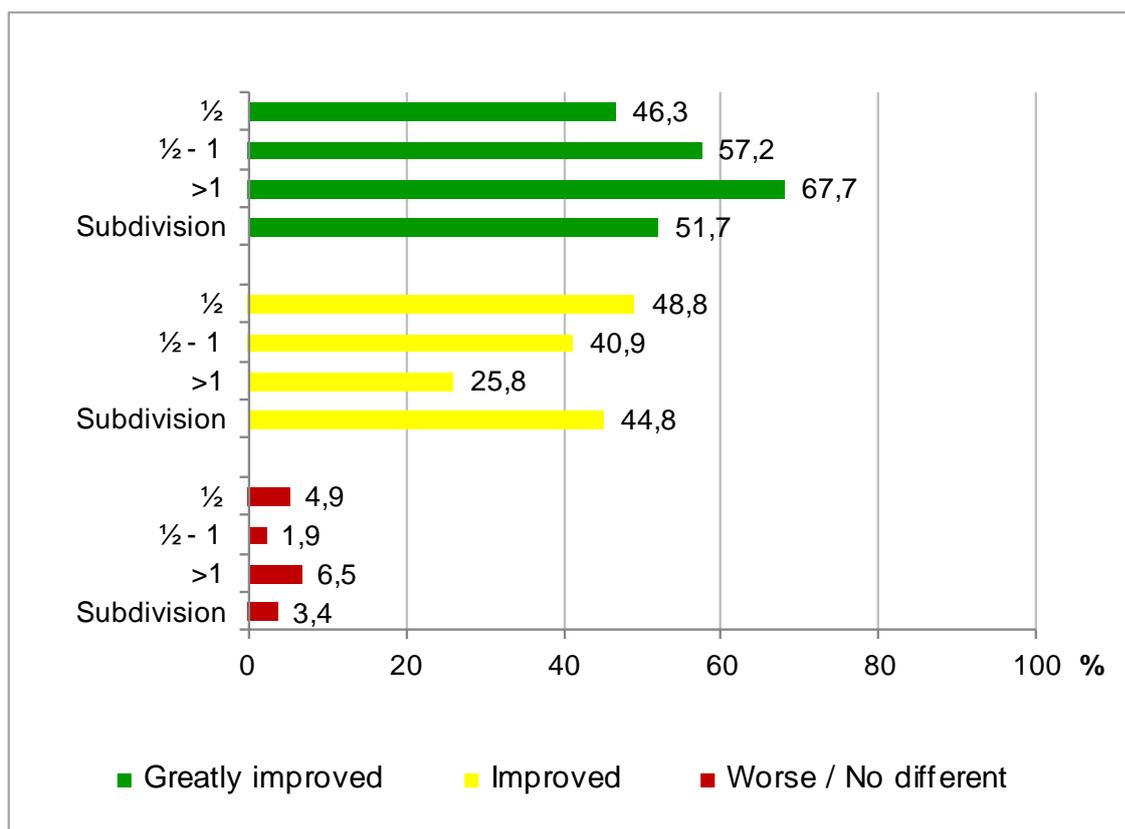


Abbildung 8.13 Erzielte Kategorien nach Punktwertreduzierung (T1 zu T3) für die einzelnen Subgruppen: Prozentuale (%) Verteilung der Patienten auf die drei Kategorien „Greatly improved“, „Improved“ und „Worse / No different“. Subgruppe „½“ (n=41 von 85), Subgruppe „½ - 1“ (n=159 von 337), Subgruppe „>1“ (n=31 von 68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n=29 von 67).

**Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife**

Der Ausgangs-PAR-Wert war in den einzelnen Subgruppen „F“ bis „H - IJ“ ähnlich angesiedelt wie im Gesamtpatientengut mit 32,4 Punkten (Kapitel 7.3, Seite 36). Lediglich in der Subgruppe „J“, die von erwachsenen Patienten gebildet wurde, lag dieser mit 35,4 Punkten deutlich höher (Tabelle 8.20).

*Tabelle 8.20 Ausgangs-PAR-Wert in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der skelettalen Reife zu Behandlungsbeginn (T1). Dargestellt sind neben dem Mittelwert (MW) die Standardabweichung (SD) und der Median. Subgruppe „F“ (n=119 von 125), Subgruppe „FG - G“ (n=195 von 201), Subgruppe „H - IJ“ (n=133 von 136) und Subgruppe „J“ (n=42 von 43).*

	<b>F</b>	<b>FG - G</b>	<b>H - IJ</b>	<b>J</b>
MW ± SD	32,7 ± 8,4	31,8 ± 8,5	31,9 ± 9,0	35,4 ± 10,7
Median	31,0	32,0	32,0	35,0

Nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2) konnte der anfängliche PAR-Wert in allen Subgruppen deutlich reduziert werden (Tabelle 8.21). Dieser lag für alle Subgruppen, trotz unterschiedlichem Ausgangswert, auf einem Niveau. Der geringste durchschnittliche PAR-Wert stellte sich mit 7,7 Punkten in Subgruppe „H - IJ“ und der höchste mit 8,4 Punkten in Subgruppe „F“ ein. Jedoch konnte für die Subgruppe der erwachsenen Patienten („J“) mit einer Reduktion von 75,8% die größte Punktwertreduzierung (27,3 Punkte) erzielt werden.

*Tabelle 8.21 Mittlerer PAR-Wert in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der skelettalen Reife am Ende der Herbst-Multibracket-Behandlung (T2) sowie die Punktwertreduzierung zu T1. Dargestellt sind neben dem Mittelwert (MW) die Standardabweichung (SD) und der Median. Subgruppe „F“ (n=119 von 125), Subgruppe „FG - G“ (n=193 von 201), Subgruppe „H - IJ“ (n=133 von 136) und Subgruppe „J“ (n=42 von 43).*

	<b>F</b>	<b>FG - G</b>	<b>H - IJ</b>	<b>J</b>
MW ± SD	8,4 ± 5,2	7,8 ± 4,5	7,7 ± 4,2	8,1 ± 3,8
Median	7,0	6,0	7,0	7,5
Reduzierung zu T1	24,3 ± 9,0	23,9 ± 9,6	24,2 ± 9,2	27,3 ± 10,4

Das durch die kombinierte Herbst-Multibracket-Behandlung erzielte Ergebnis blieb auch während der Nachbeobachtungsphase in allen Subgruppen weitestgehend stabil (Tabelle 8.22). So stieg der durchschnittliche PAR-Punktwert lediglich zwischen 0,6 und 1,4 Punkte an. Hierbei zeigte sich insbesondere das Ergebnis von Patienten, die sich am Ende ihres Wachstums (Subgruppe „H - IJ“) befanden, stabil. Im Vergleich zur Ausgangssituation (T1) konnte der Punktwert in allen Gruppen über 70,0% gesenkt werden. Obwohl der Punktwert in Subgruppe „J“ mit 27,1 Punkten erneut am stärksten gesunken war, zeigte sich aus prozentualer Sicht die Reduktion mit 71,9% in Subgruppe „F“ am deutlichsten.

*Tabelle 8.22 Mittlerer PAR-Wert in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der skelettalen Reife am Ende der mindestens 24 monatigen Nachbeobachtungsphase (T3) und die Punktwertreduzierung zu T1 sowie die Punktwertzunahme zu T2. Dargestellt sind neben dem Mittelwert (MW) die Standardabweichung (SD) und der Median. Subgruppe „F“ (n=60 von 125), Subgruppe „FG - G“ (n=79 von 201), Subgruppe „H - IJ“ (n=71 von 136) und Subgruppe „J“ (n=21 von 43).*

	<b>F</b>	<b>FG - G</b>	<b>H - IJ</b>	<b>J</b>
MW ± SD	9,3 ± 6,2	8,2 ± 5,0	8,9 ± 4,3	9,2 ± 4,9
Median	7,0	6,0	8,0	8,0
Reduzierung zu T1	23,8 ± 8,0	22,7 ± 10,0	23,1 ± 8,0	27,1 ± 13,7
Zunahme zu T2	1,0 ± 6,3	0,6 ± 4,5	1,4 ± 5,0	1,4 ± 5,7

## Ergebnisse Subgruppenanalyse

Die für jede Gruppe ermittelte PAR-Wert-Reduktion ermöglichte eine subgruppenspezifische Verteilung der einzelnen Patienten auf die drei Kategorien „Greatly improved“, „Improved“ und „Worse / No different“ (Abbildung 8.14). Hierbei fällt auf, dass sich die Patienten in allen Subgruppen annähernd gleich über die drei Kategorien verteilen. In allen Subgruppen liegt der Patientenanteil mit einem sehr guten Ergebnis (Greatly improved) deutlich über 50,0%. In der Erwachsenengruppe („J“) musste kein Behandlungsergebnis der Kategorie „Worse / No different“ zugeteilt werden und auch in der Gruppe der Patienten mit Restwachstum, die den größten Anteil an Patienten der Kategorie „Worse / No different“ ausmachten, lag dieser lediglich bei 3,0%.

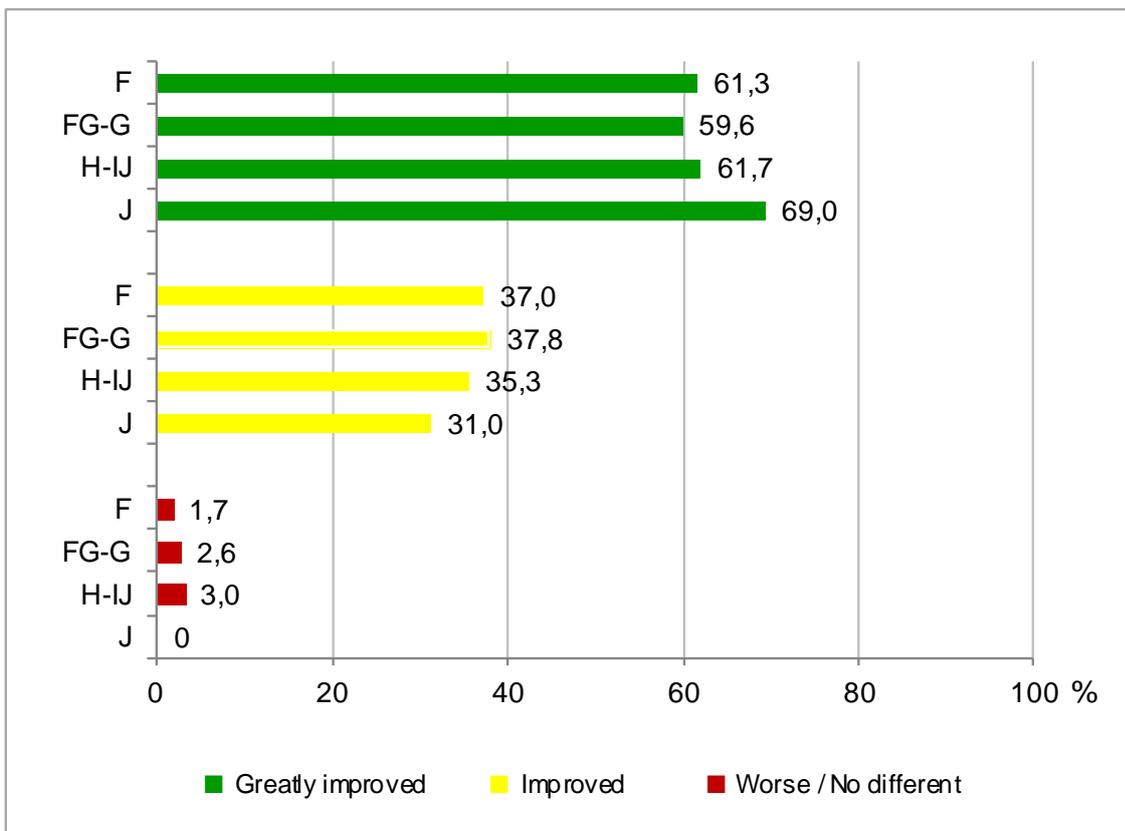


Abbildung 8.14 Erzielte Kategorien nach Punktwertreduzierung (T1 zu T2) für die einzelnen Subgruppen: Prozentuale (%) Verteilung der Patienten auf die drei Kategorien „Greatly improved“, „Improved“ und „Worse / No different“. Subgruppe „F“ (n=119 von 125), Subgruppe „FG - G“ (n=193 von 201), Subgruppe „H - IJ“ (n=133 von 136) und Subgruppe „J“ (n=42 von 43).

Entsprechend des lediglich geringfügigen Anstiegs des durchschnittlichen PAR-Wertes im Rahmen der Nachbeobachtungsphase (Tabelle 8.22), veränderte sich auch der Anteil an Patienten in den jeweiligen Kategorien „Greatly improved“, „Improved“ und „Worse / No different“ nur marginal (Abbildung 8.15). Der Anteil an Patienten, die der Kategorie „Greatly improved“ zugeteilt werden konnten, machte weiterhin mehr als die Hälfte aller Patienten in den Subgruppen aus. Während in den Subgruppen „F“ bis „H - IJ“ eine leichte Verschiebung von „Greatly improved“ zu „Improved“, bei nahezu unveränderter Größe der Kategorie „Worse / No different“ festzustellen war, fand die Kategorie „Worse / No different“ in der Subgruppe der ausgewachsenen Patienten („J“) einen deutlichen Zuwachs.

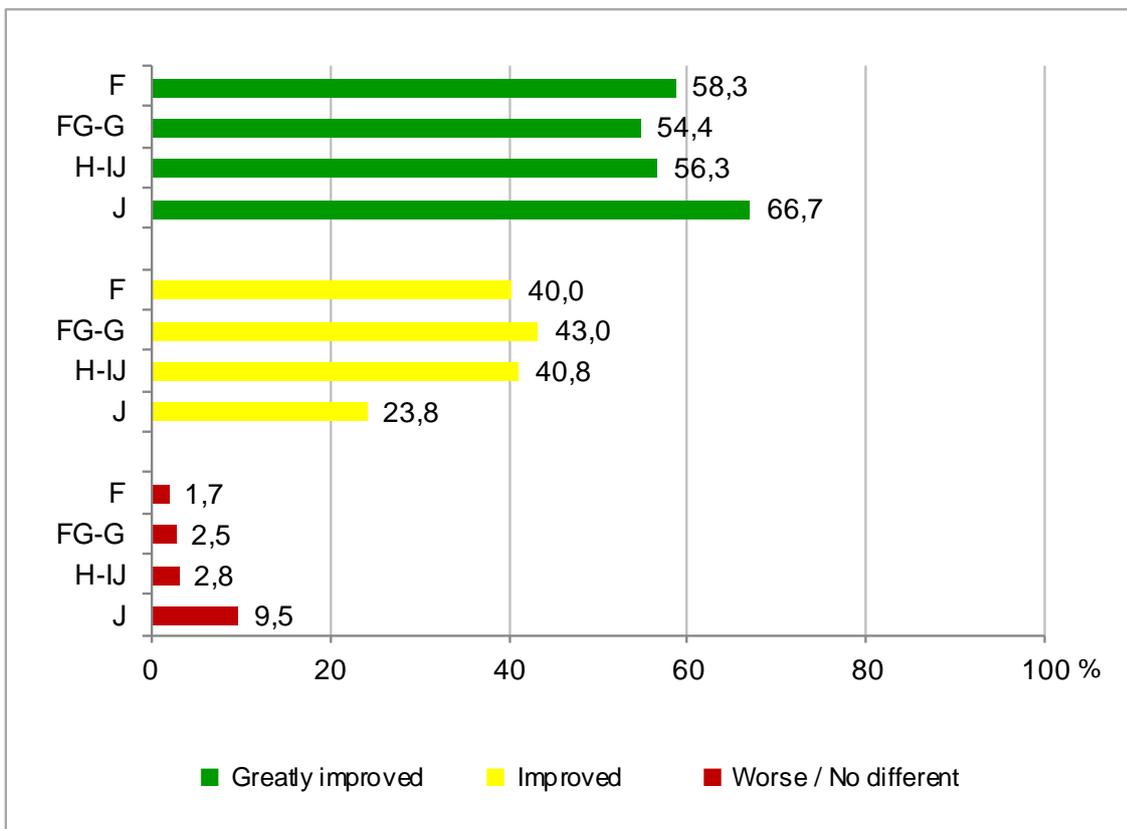


Abbildung 8.15 Erzielte Kategorien nach Punktwertreduzierung (T1 zu T3) für die einzelnen Subgruppen: Prozentuale (%) Verteilung der Patienten auf die drei Kategorien „Greatly improved“, „Improved“ und „Worse / No different“. Subgruppe „F“ (n=60 von 125), Subgruppe „FG - G“ (n=79 von 201), Subgruppe „H - IJ“ (n=71 von 136) und Subgruppe „J“ (n=21 von 43).

## 8.2.6 Ahlgren-Ergebnisse

### Subgruppenanalyse hinsichtlich der Molarenrelation

In der ersten Subgruppenanalyse hinsichtlich der maximalen sagittalen Ausprägung der distalen Okklusion zeigte sich eine ähnliche Verteilung der Patienten über die von AHLGREN (1988) definierten Gruppen (Tabelle 8.23) wie in der Betrachtung des Gesamtpatientenkollektives (Kapitel 7.4, Seite 39). Während die meisten Patienten in allen vier Subgruppen („½“ - „Subgruppe“) ein als akzeptabel eingestuftes Behandlungsergebnis (AHLGREN 1988) erzielten, gestaltete sich der Anteil an Patienten mit einem sehr guten Behandlungsergebnis in Subgruppe „>1“ auffällig klein (3,2%). Zudem erreichten, im Vergleich mit den anderen Gruppen, mehr Patienten lediglich ein akzeptables Behandlungsergebnis, kein Patient jedoch ein inakzeptables. Auch das Behandlungsergebnis von Patienten mit einer anfänglichen Subdivision wurde in keinem Fall als inakzeptabel eingestuft. Bei gemeinsamer Betrachtung der ausgezeichneten und guten Behandlungsergebnisse zeigte sich, dass für über die Hälfte der Patienten aus den Subgruppen „½“ (56,1%) und „½ - 1“ (54,1%) ein solches Ergebnis erzielt werden konnte. Für Patienten mit starker Ausprägung der Distalokklusion („>1“) lag der Anteil an Patienten lediglich bei 32,2%.

*Tabelle 8.23 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit an Patienten je Subgruppe in den einzelnen definierten Gruppen nach AHLGREN (1988). Subgruppe „½“ (n=41 von 85), Schnittmengengruppe „½ - 1“ (n=159 von 337), Subgruppe „>1“ (n=31 von 68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n=29 von 67).*

Ergebnis nach Ahlgren	½		½ - 1		>1		Subdivision	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Ausgezeichnet	10	24,4	28	17,6	1	3,2	5	17,2
Gut	13	31,7	58	36,5	9	29,0	8	27,6
Akzeptabel	15	36,6	68	41,5	17	54,8	16	55,2
Inakzeptabel	3	7,3	1	0,6	0	0	0	0
Nicht beurteilbar	0	0	6	3,8	4	12,0	0	0

Weiterhin wurde neben der Verteilung der Patienten auf die einzelnen Gruppen nach Ahlgren (Tabelle 8.23) auch der Zusammenhang zur ermittelten PAR-Kategorie zum Zeitpunkt T3 untersucht (Abbildung 8.16).

Patienten aus den beiden Subgruppen „ $\frac{1}{2}$ “ und „ $\frac{1}{2} - 1$ “, die beurteilt nach dem PAR-Index, ein sehr gutes Behandlungsergebnis („Greatly improved“) aufwiesen, waren zeitgleich den vier Ahlgren-Gruppen „Ausgezeichnet“ - „Inakzeptabel“ zugeteilt worden (Abbildung 8.16). Dementsprechend waren auch Patienten mit einer starken Ausprägung der distalen Molarenrelation („ $>1$ “) bzw. mit einer Subdivision gleichzeitig in der PAR-Kategorie „Greatly improved“ und den Ahlgren-Gruppen „Ausgezeichnet“ - „Akzeptabel“. Dabei waren in allen Subgruppen Patienten der Kategorie „Greatly improved“ am häufigsten der Ahlgren-Gruppe „Akzeptabel“, zugeteilt worden.

Das Behandlungsergebnis von Patienten, für die lediglich eine geringe Punktwertreduzierung erzielt wurde („Worse / No different“), wurde in keinem Fall als ausgezeichnet und lediglich in einem Einzelfall, in Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “, als gut (AHLGREN 1988) bewertet.

## Ergebnisse Subgruppenanalyse

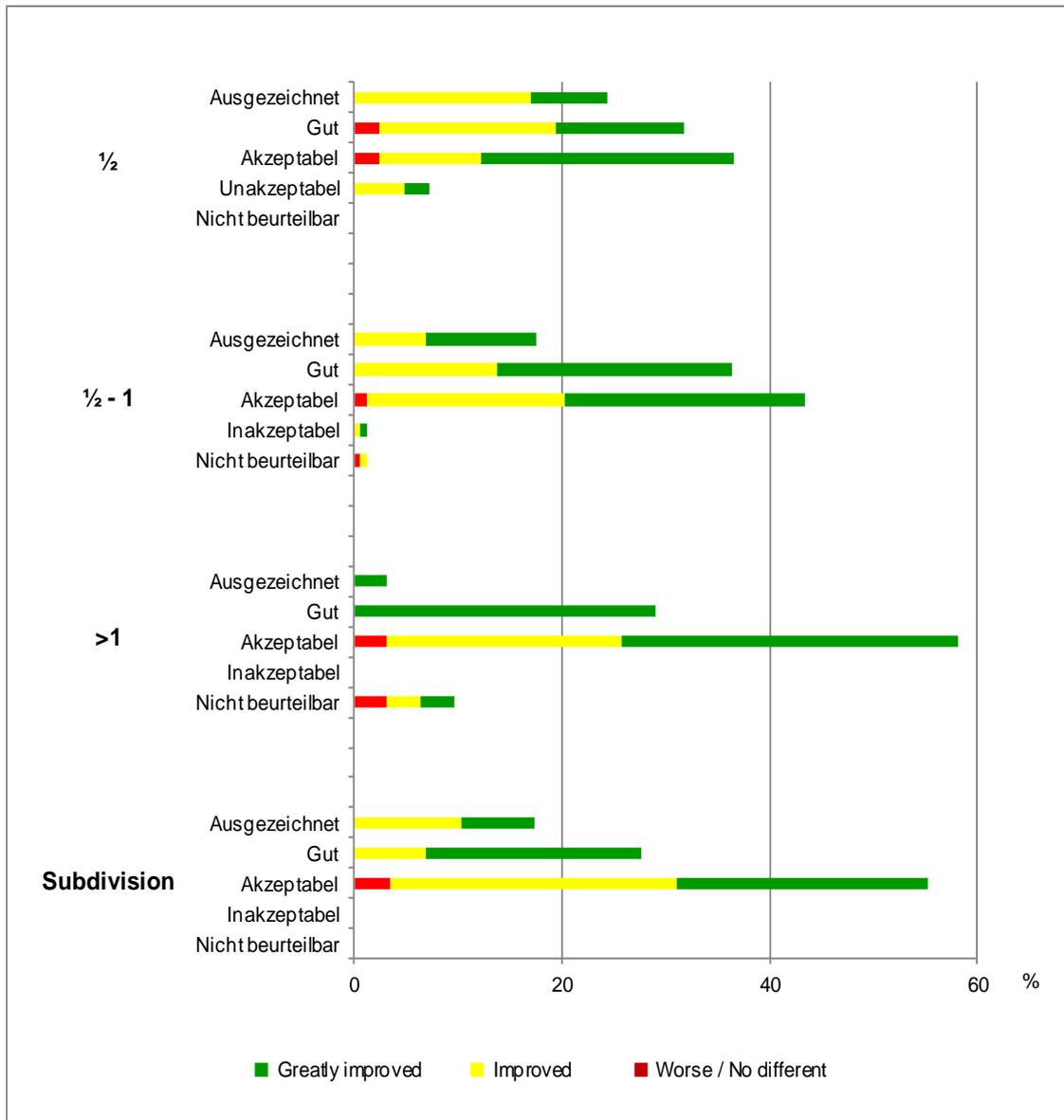


Abbildung 8.16 Prozentuale Häufigkeit der Patienten je PAR-Kategorie und Ahlgren-Gruppe in den einzelnen Subgruppen. Subgruppe „1/2“ (n=41 von 85), Subgruppe „1/2 - 1“ (n=159 von 337), Subgruppe „>1“ (n=31 von 68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n=29 von 67).

Die Verteilung des PAR-Wertes in den unterschiedlichen Gruppen nach AHLGREN (1988) ist für jede Subgruppe einzeln zu Beginn der Behandlung (T1) sowie am Ende der Nachbeobachtungsphase (T3) in den Abbildung 8.17 bis Abbildung 8.20 dargestellt. Hierbei sind lediglich die Gruppen nach Ahlgren aufgezeigt, die in der jeweiligen Subgruppe auch repräsentiert wurden.

Der durchschnittliche PAR-Wert für Patienten mit einer moderaten Ausprägung der Distalokklusion („1/2“) steigerte sich sowohl für den Untersuchungszeitpunkt T1 als auch

für T3 in den einzelnen Ahlgren-Gruppen von „Ausgezeichnet“ nach „Akzeptabel“ (Abbildung 8.17). Hierbei fiel die Streuung nach oben vor allem bei Patienten mit einem ausgezeichneten Behandlungsergebnis nach AHLGREN (1988) deutlicher aus, als in den anderen Ergebnisgruppen. Patienten mit einem inakzeptablen Behandlungsergebnis (AHLGREN 1988) lagen mit einem mittleren PAR-Wert von  $27,7 \pm 3,8$  Punkten zu T1 und  $9,0 \pm 5,3$  Punkten zu T3 im mittleren Feld. Auch gestaltete sich in dieser Patientengruppe die Varianz deutlich geringer. Da keine Patienten dieser Subgruppe der Ahlgren-Gruppe „Nicht beurteilbar“ zugeordnet werden musste, ist diese nicht in der Grafik aufgeführt.

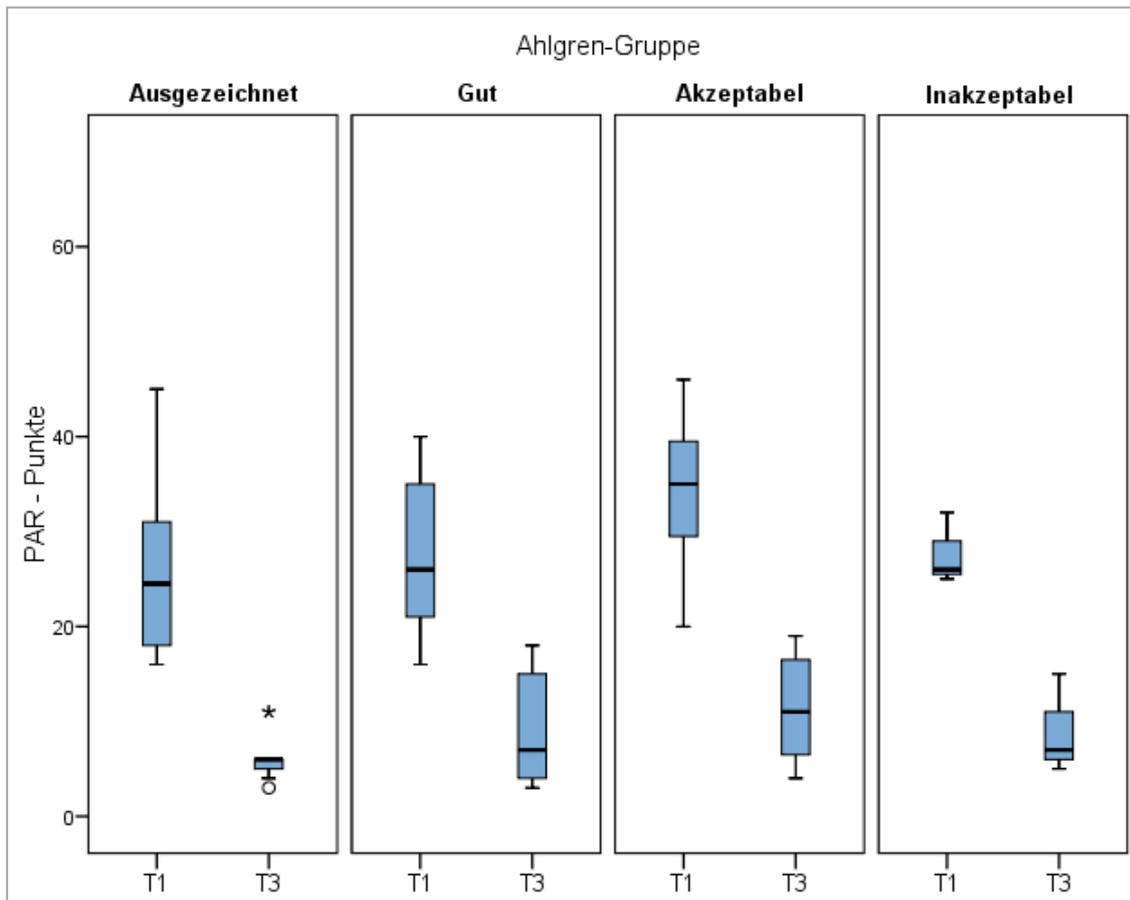


Abbildung 8.17 Verteilung des PAR-Punktwertes zu den Zeitpunkten T1 und T3 in den einzelnen Gruppen nach AHLGREN (1988) für Patienten der **Subgruppe** „1/2“ (n=41 von 85).

Ähnlich, wie bereits für die Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ zu beobachten war, steigerte sich auch für die Subgruppe „ $\frac{1}{2} - 1$ “ sowohl für den Untersuchungszeitpunkt T1 als auch für T3 der mittlere PAR-Wert und erreichte in der Patientengruppe mit inakzeptablen Behandlungsergebnis den höchsten Wert (Abbildung 8.18). Insgesamt fiel der durchschnittliche PAR-Wert in allen Ergebnisgruppen nach AHLGREN (1988) in der Subgruppe „ $\frac{1}{2} - 1$ “ höher aus als in der Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “. In dieser Subgruppenanalyse („ $\frac{1}{2} - 1$ “) wurde das Behandlungsergebnis von zwei Patienten als nicht beurteilbar eingestuft. Neben der Tatsache, dass der Ausgangs-PAR-Wert (T1) in dieser Gruppe insgesamt etwas höher angesiedelt war, jedoch geringer als in der Gruppe der inakzeptablen Ergebnisse lag, konnte auch durch die erfolgte Behandlung der PAR-Wert nur geringfügiger als in den übrigen vier Ergebnisgruppen gesenkt werden. Damit ergab sich für diese beiden Patienten der höchste PAR-Wert zu T3.

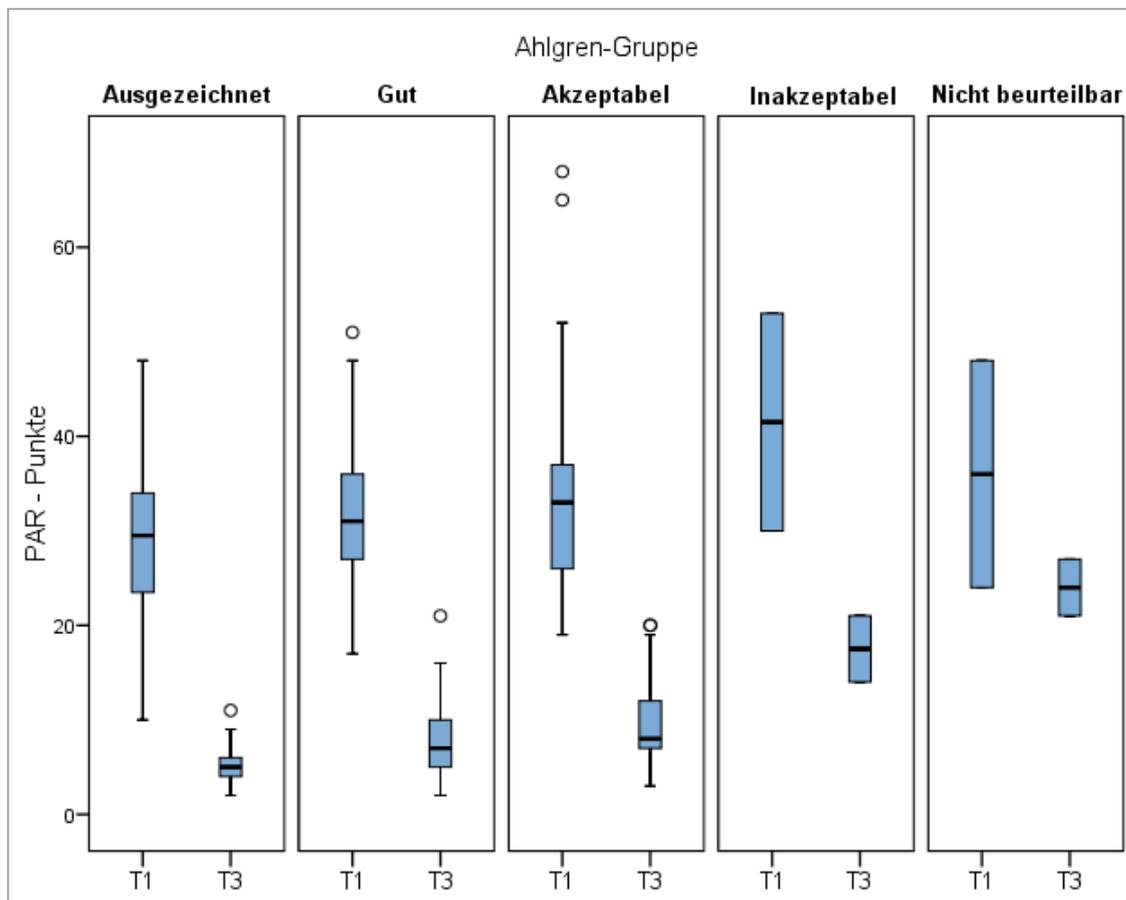


Abbildung 8.18 Verteilung des PAR-Punktwertes zu den Zeitpunkten T1 und T3 in den einzelnen Gruppen nach AHLGREN (1988) für Patienten der **Subgruppe** „ $\frac{1}{2} - 1$ “ (n=159 von 337).

Anders als in der vorherigen beiden Subgruppen, zeigte sich in der Gruppe „>1“ keine Zunahme des PAR-Wertes mit den Gruppen nach Ahlgren (Abbildung 8.19). Des Weiteren konnte für alle Patienten dieser Subgruppe, mit Ausnahme der nicht beurteilbaren Fälle, mindestens ein akzeptables Behandlungsziel erreicht werden. Allerdings wies nur ein Patient ein ausgezeichnetes Behandlungsergebnis auf, weshalb in Abbildung 8.19 in der Kategorie „Ausgezeichnet“ kein Boxplot, sondern lediglich eine einzelne Darstellung des Patienten zustande kam. Der dargestellte mittlere PAR-Wert der Gruppe A wird daher bei der weiteren Beschreibung außer Acht gelassen.

Während der Ausgang-PAR-Wert für Patienten mit einem guten Behandlungsergebnis höher ausfiel als für Patienten mit einem akzeptablen oder einem als nicht beurteilbar eingestuftem Ergebnis, konnte dieser durch erfolgte Behandlung deutlicher reduziert werden. So lag der durchschnittliche PAR-Wert zu T3 in den Patientengruppen mit akzeptablem bzw. nicht beurteilbarem Ergebnis höher, als für Patienten mit einem guten Ergebnis und zeigte zusätzlich eine größere Varianz auf.

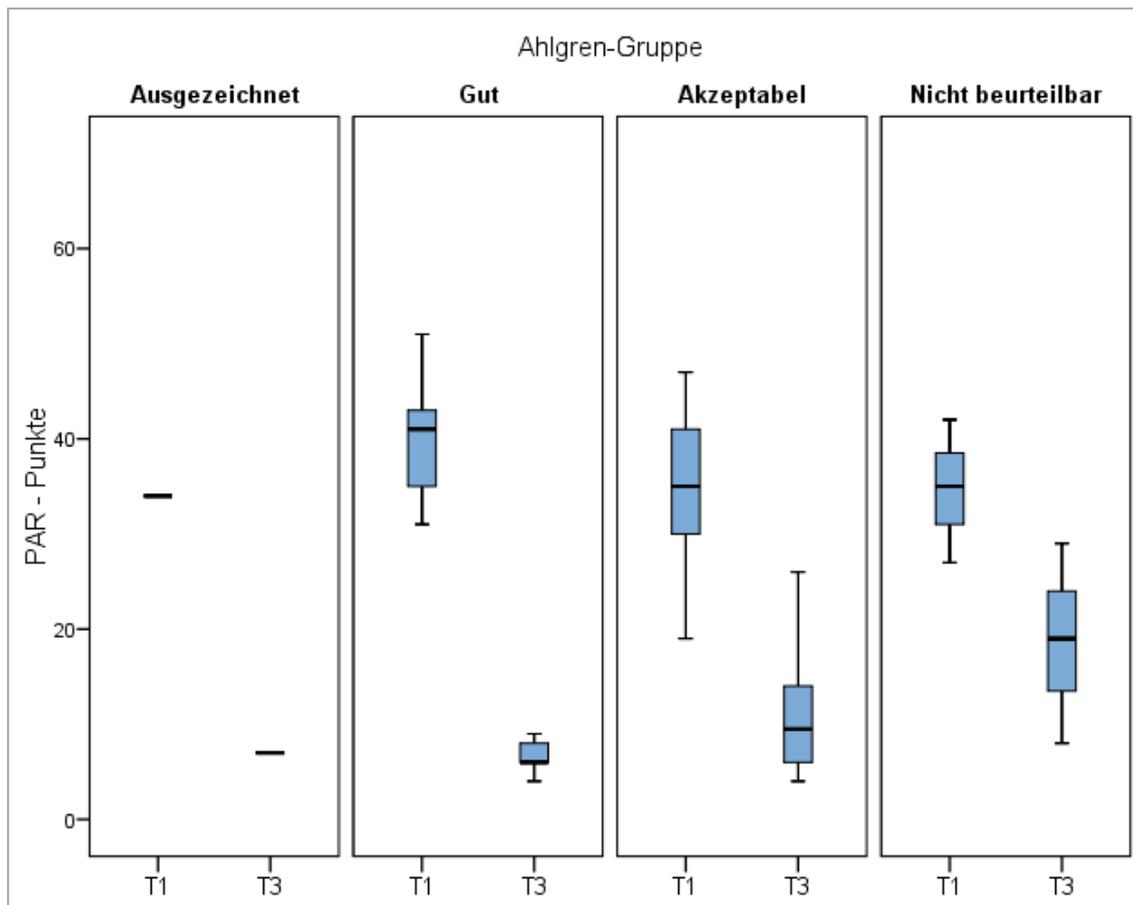


Abbildung 8.19 Verteilung des PAR-Punktwertes zu den Zeitpunkten T1 und T3 in den einzelnen Gruppen nach AHLGREN (1988) für Patienten der **Subgruppe „>1“** (n=31 von 68).

Für Patienten, die zu Behandlungsbeginn eine Subdivision aufwiesen, konnte in jedem Fall mindestens ein akzeptables Behandlungsergebnis erzielt werden (Abbildung 8.20). Dementsprechend wurden keine Patienten den Ahlgren-Gruppen mit inakzeptablem oder nicht beurteilbarem Ergebnis zugeteilt.

Der anfängliche Durchschnitts-PAR-Wert von Patienten mit einem ausgezeichneten Behandlungsergebnis war niedriger angesiedelt, als der der Patienten mit einem guten oder akzeptablen Resultat. Dementsprechend fiel auch der durchschnittliche PAR-Wert am Ende der Nachbeobachtungsphase (T3) aus. Für Patienten mit einem akzeptablen Behandlungsergebnis ergab sich nicht nur der höchste Durchschnittswert sondern auch die größte Varianz.

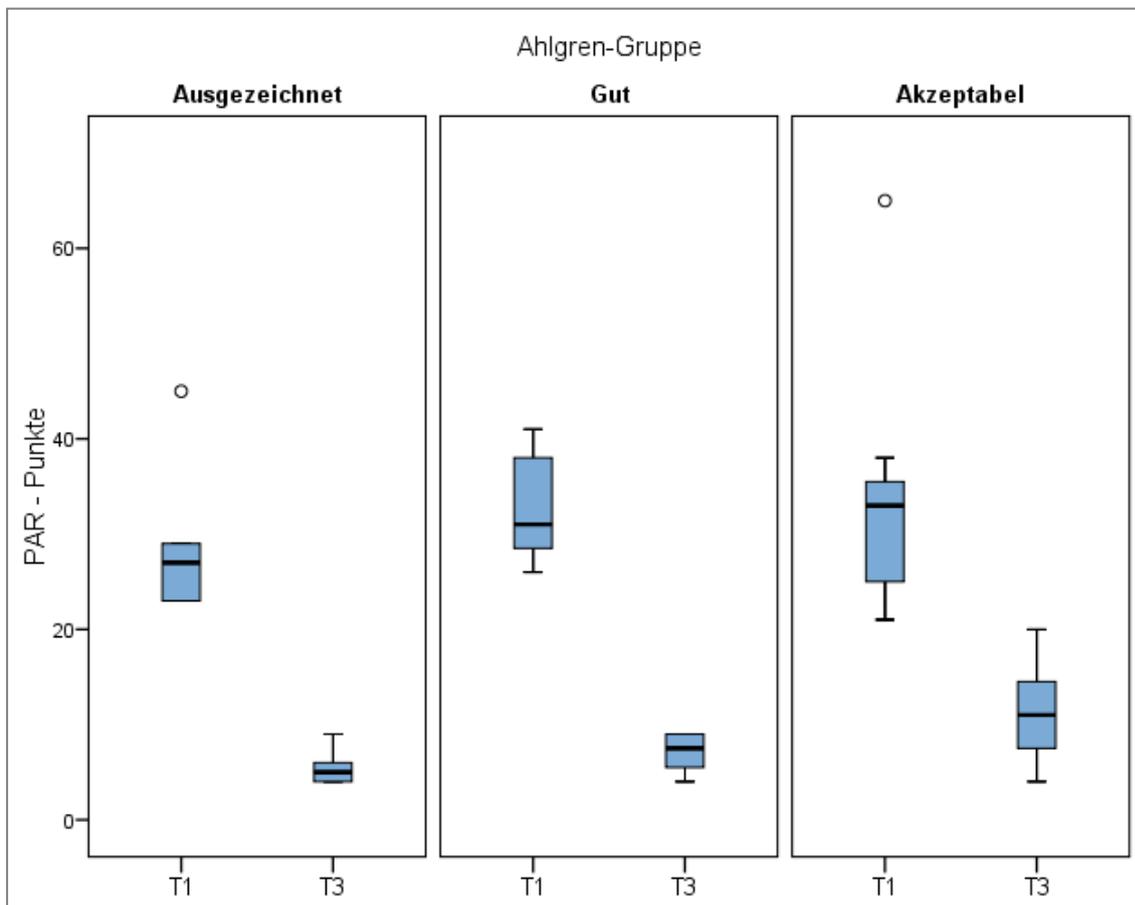


Abbildung 8.20 Verteilung des PAR-Punktwertes zu den Zeitpunkten T1 und T3 in den einzelnen Gruppen nach AHLGREN (1988) für Patienten der **Schnittmengengruppe** „Subdivision“ (n=29 von 66).

**Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife**

In der zweiten Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife zeigte sich, dass in nahezu allen Subgruppen die Mehrheit der beurteilten Patienten lediglich ein akzeptables Behandlungsergebnis aufwiesen (Tabelle 8.24). Diese Beobachtung stimmte mit der Verteilung des Gesamtpatientengutes überein (Kapitel 7.4, Seite 39). Eine Ausnahme bildete hierbei lediglich die Subgruppe „F“, da für den größten Teil dieser Patienten ein als gut zu bewertendes Behandlungsergebnis (AHLGREN 1988) erzielt werden konnte. In der Patientengruppe, der nahezu ausgewachsenen Patienten („H - IJ“), wurde kein Behandlungsergebnis als inakzeptabel eingestuft. Behandlungsergebnisse, die als nicht beurteilbar eingestuft wurden, traten in allen Subgruppen außer der Erwachsenengruppe („J“) auf.

*Tabelle 8.24 Subgruppenanalyse nach skelettaler Reife: Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit an Patienten (Subgruppe „F“ (n=60 von 125), Subgruppe „FG - G“ (n=79 von 201), Subgruppe „H - IJ“ (n=71 von 136) und Subgruppe „J“ (n=21 von 43)) in den einzelnen definierten Gruppen nach AHLGREN (1988).*

Ergebnis nach Ahlgren	F		FG - G		H - IJ		J	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Ausgezeichnet	12	20,0	13	16,5	10	14,1	4	19,0
Gut	23	38,3	26	32,9	25	35,2	7	33,3
Akzeptabel	21	35,0	36	45,6	35	49,3	9	42,9
Inakzeptabel	2	3,3	2	2,5	0	0	1	4,8
Nicht beurteilbar	2	3,3	2	2,5	1	0,7	0	0

Die Kategorisierung des Behandlungsergebnisses mittels PAR-Index (RICHMOND et al. 1992b) für die einzelnen Subgruppen hinsichtlich der skelettalen Reife ist in Abbildung 8.21 dargestellt. Die Behandlungsergebnisse von Patienten, die nach dem PAR-Index die Kategorie „Improved“ erreicht hatte, waren in allen Subgruppen am häufigsten als akzeptable Ergebnisse eingestuft worden. Deutlich variabler gestaltete sich die Verteilung der Patienten, die eine deutliche Verbesserung der Malokklusion („Greatly improved“) nach dem PAR-Index aufwiesen. Während der größte Teil dieser Patienten aus den Subgruppen „FG - G“ und „H - IJ“ nach AHLGREN (1988) lediglich ein akzeptables Behandlungsergebnis aufwiesen, waren es in der Gruppe mit dem geringsten Wachstum („F“) mehr gute Behandlungsergebnisse und in der Erwachsenengruppe („J“) genau so viele gute, wie akzeptable Behandlungsergebnisse. In diesen beiden Gruppen („F“ und „J“) gab es jedoch auch jeweils einen Patienten, dessen Malokklusion sich durch die erfolgte Therapie nur soweit verbesserte, dass trotz der Kategorisierung „Greatly improved“ im PAR-Index, die erzielte Situation nach Ahlgren als inakzeptabel eingestuft wurde. Andererseits wurde das erzielte Behandlungsergebnis eines Patienten aus der Subgruppe „H - IJ“ als gut beurteilt, obwohl die Reduzierung des PAR-Wertes lediglich eine Einstufung in die Kategorie „Worse / No different“ zuließ.

## Ergebnisse Subgruppenanalyse

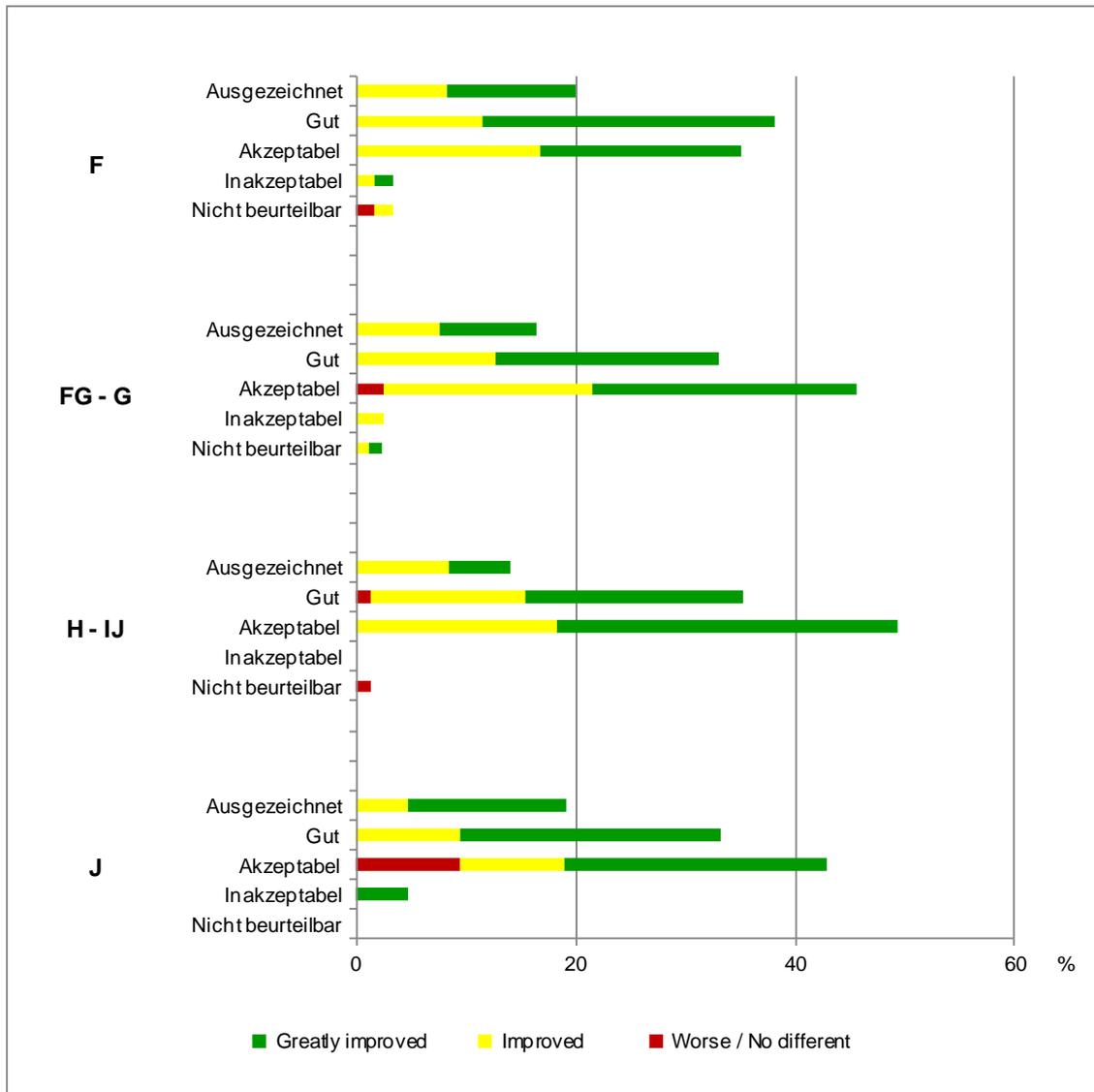


Abbildung 8.21 Prozentuale Häufigkeit der Patienten je PAR-Kategorie und Ahlgren-Gruppe in den einzelnen Subgruppen. Subgruppe „F“ (n=60 von 125), Subgruppe „F - G“ (n=79 von 201), Subgruppe „H - IJ“ (n=71 von 136) und Subgruppe „J“ (n=21 von 43).

Die Verteilung der PAR-Punkte in den einzelnen Gruppen nach AHLGREN (1988) ist für die beiden Zeitpunkte T1 und T3 subgruppenspezifisch in den Abbildungen 8.22 bis 8.25 dargestellt. Wie auch zuvor in der Subgruppenanalyse hinsichtlich der Molarenrelation sind lediglich die Ahlgren-Gruppen abgebildet, die in der jeweiligen Subgruppe auch Patienten umfassten.

Für Patienten, die sich zu Behandlungsbeginn (T1) am Anfang ihres Wachstums befanden („F“), zeigte sich eine Steigerung sowohl des anfänglichen PAR-Wertes als

auch des Abschlusspunktwertes entgegengesetzt der Qualität des Behandlungsergebnisses in den ersten drei Gruppen („Ausgezeichnet“ - „Akzeptabel“) nach Ahlgren (Abbildung 8.22). Anders gestaltete sich der durchschnittliche PAR-Wert für Patienten, die ein inakzeptables Behandlungsergebnis aufwiesen. Beide PAR-Werte (zu T1 und T3) waren im unteren Bereich angesiedelt (Median zu T1:  $29,0 \pm 4,2$  Punkte und zu T3:  $6,0 \pm 1,4$  Punkte). Für diese Patienten fiel die Varianz der PAR-Punktwerte zudem verhältnismäßig gering aus. Patienten, deren Behandlungsergebnis nach Ahlgren nicht beurteilt werden konnte, wiesen zu beiden Untersuchungszeitpunkten einen tendenziell höheren PAR-Wert auf (Median zu T1:  $36,0 \pm 17,0$  Punkte und zu T3:  $24,0 \pm 4,2$  Punkte).

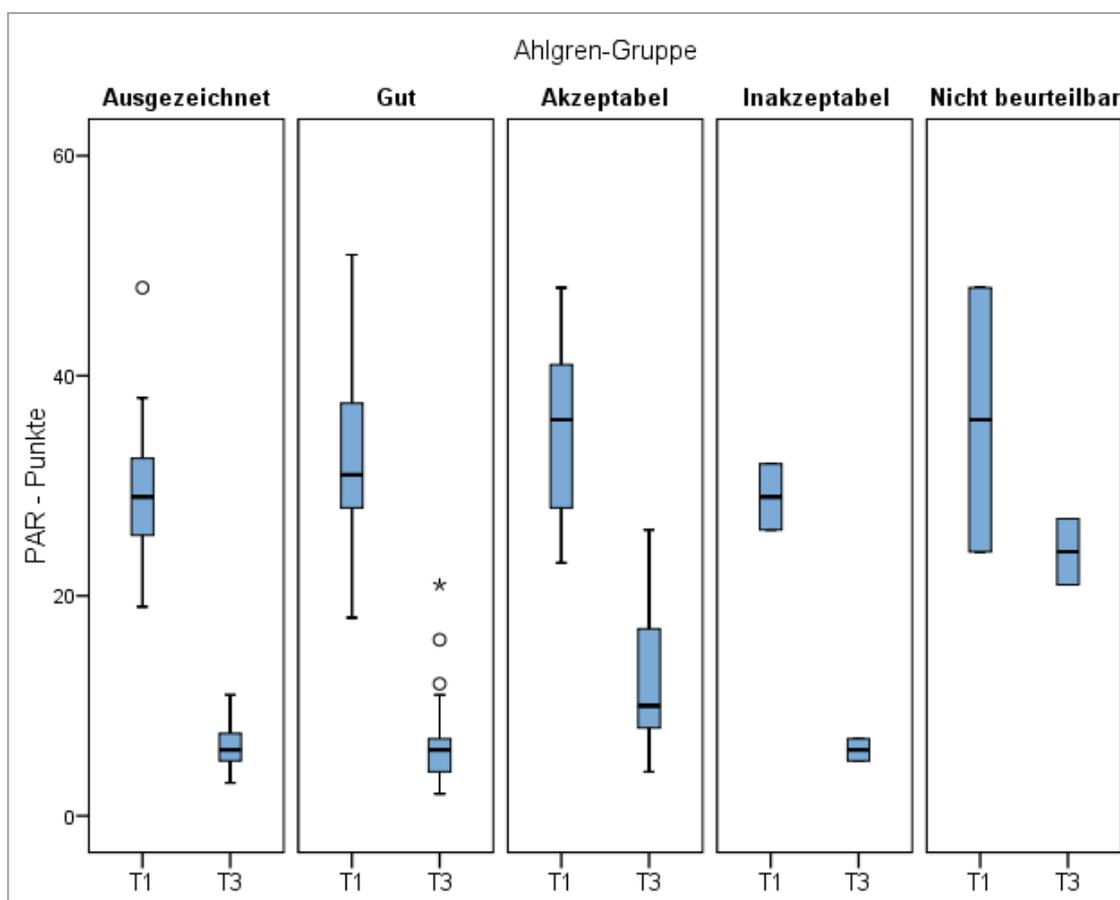


Abbildung 8.22 Verteilung des PAR-Punktwertes zu den Zeitpunkten T1 und T3 in den einzelnen Gruppen nach AHLGREN (1988) für Patienten der **Subgruppe „F“** (n=60 von 119).

Während sich für Patienten, die am Anfang ihres Wachstums standen („F“), deutliche Unterschiede in der Verteilung des mittleren PAR-Wertes zu beiden Untersuchungszeitpunkten zeigten, lagen diese für die Patienten im pubertärem

Wachstumsschub („FG - G“) zu Behandlungsbeginn (T1) in allen Ahlgren-Gruppen um die 30,0 Punkte (Abbildung 8.23). Entsprechend der subjektiven Einschätzung des Behandlungserfolges (AHLGREN 1988) gestalteten sich die PAR-Punktwerte zu Behandlungsende (T3). So stiegen diese von der Patientengruppe mit ausgezeichnetem Behandlungsergebnis über die Gruppen mit gutem und akzeptablem Ergebnis zur Gruppe mit inakzeptablen Resultaten an. Die höchsten Werte, sowohl für T1 als auch für T3, wurden in der Gruppe der nicht beurteilten Behandlungsergebnisse erfasst.

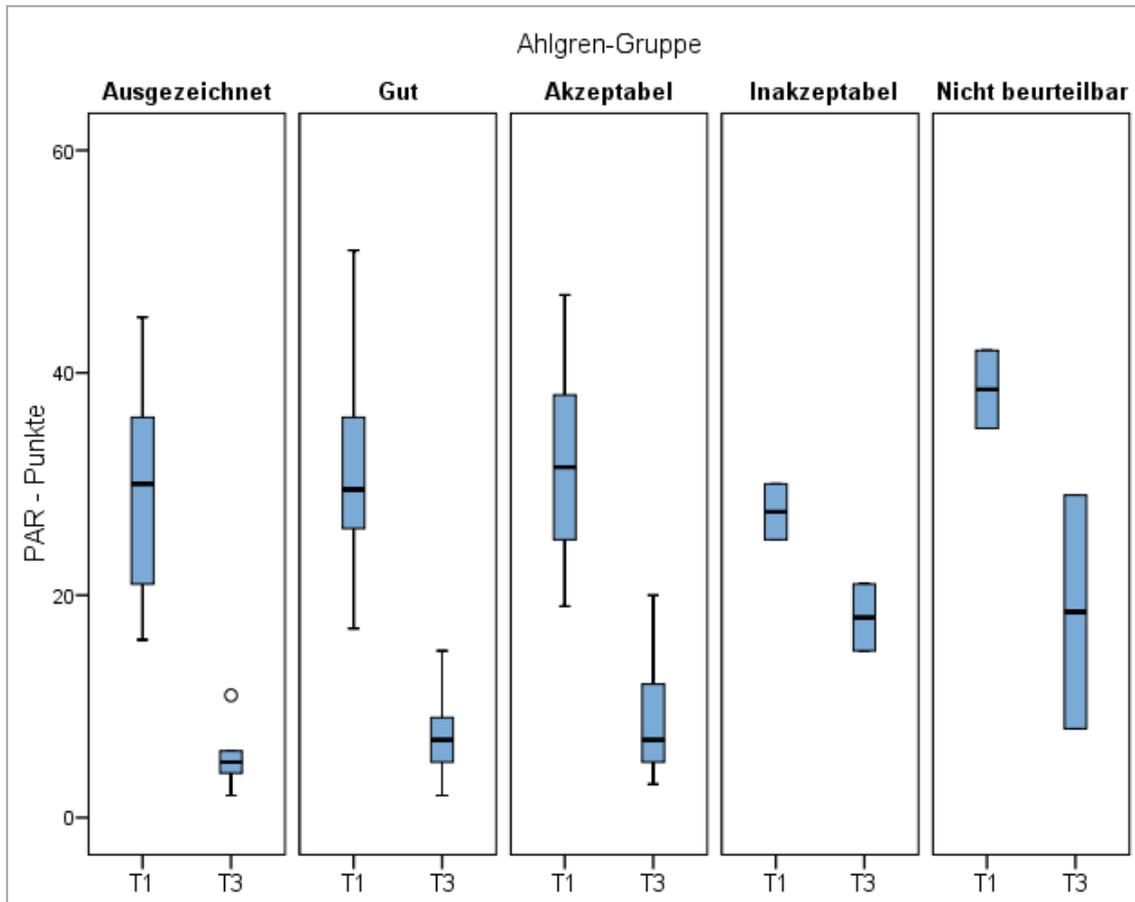


Abbildung 8.23 Verteilung des PAR-Punktwertes zu den Zeitpunkten T1 und T3 in den einzelnen Gruppen nach AHLGREN (1988) für Patienten der Subgruppe „FG - G“ (n=79 von 195).

Der mittlere PAR-Wert für Patienten aus Subgruppe „H - IJ“, die ein ausgezeichnetes Behandlungsergebnis aufzeigten, lag zu beiden Zeitpunkten unter dem der Patienten mit einem guten oder akzeptablen Ergebnis (Abbildung 8.24). Zudem gestaltete sich die Varianz in diesen beiden Patientengruppen breiter. Kein Patient der Subgruppe „H - IJ“ wies ein als inakzeptabel beurteiltes Behandlungsergebnis auf. Lediglich ein Patientenfall in dieser Subgruppe galt als nicht beurteilbar, weswegen die entsprechende Abbildung keine weitere berücksichtigt fand.

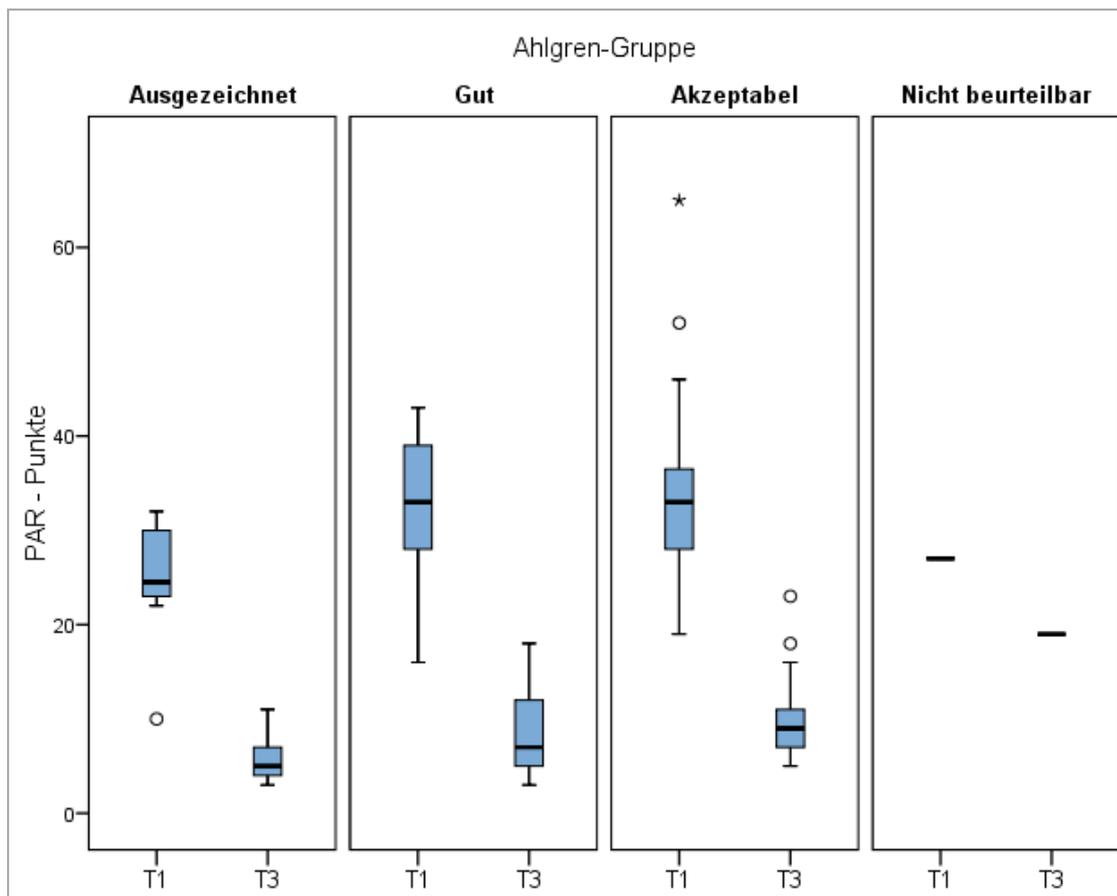


Abbildung 8.24 Verteilung des PAR-Punktwertes zu den Zeitpunkten T1 und T3 in den einzelnen Gruppen nach AHLGREN (1988) für Patienten der **Subgruppe „H - IJ“** (n=71 von 133).

In der Erwachsenengruppe („J“) lag der mittlere Ausgangs-PAR-Wert für Patienten mit einem ausgezeichneten Behandlungsergebnisse (Median zu T1:  $34,5 \pm 4,9$  Punkte) am niedrigsten und für Patienten mit einem guten Behandlungsergebnisse (Median zu T1:  $39,0 \pm 7,9$  Punkte) am höchsten (Abbildung 8.25). In der Patientengruppe mit einem akzeptablen Behandlungsergebnis nach Ahlgren war dieser zwischen den anderen beiden mittleren Ausgangswerten angesiedelt. Insgesamt wies der Großteil dieser

Patienten einen tendenziell geringeren PAR-Wert zu T1 als den errechneten Median auf. Gleichzeitig kam es jedoch in dieser Patientengruppe zu deutlichen Ausreißern nach oben, was insgesamt zu einer sehr großen Varianz der Punkteverteilung führte.

Der PAR-Wert konnte in allen drei Gruppen nach Ahlgren („Ausgezeichnet“ - „Akzeptabel“) deutlich gesenkt werden, wobei dieser zu T3 in der Gruppe mit ausgezeichnetem Behandlungsergebnis am niedrigsten angesiedelt war und in der Patientengruppe mit einem akzeptablen Ergebnis am höchsten (Abbildung 8.25). Neben dem durchschnittlichen PAR-Wert an sich, wurde auch die Varianz in allen drei Gruppen geschmälert.

In der Erwachsenenengruppe kam, wie bereits dargestellt (Abbildung 8.25), lediglich ein Patient mit einem inakzeptablen Behandlungsergebnis vor. Dieser lag, wie auch bereits in den zuvor beschriebenen Subgruppen (Abbildung 8.22 bis Abbildung 8.24) zu beiden Zeitpunkten höher als in den restlichen Gruppen nach Ahlgren.

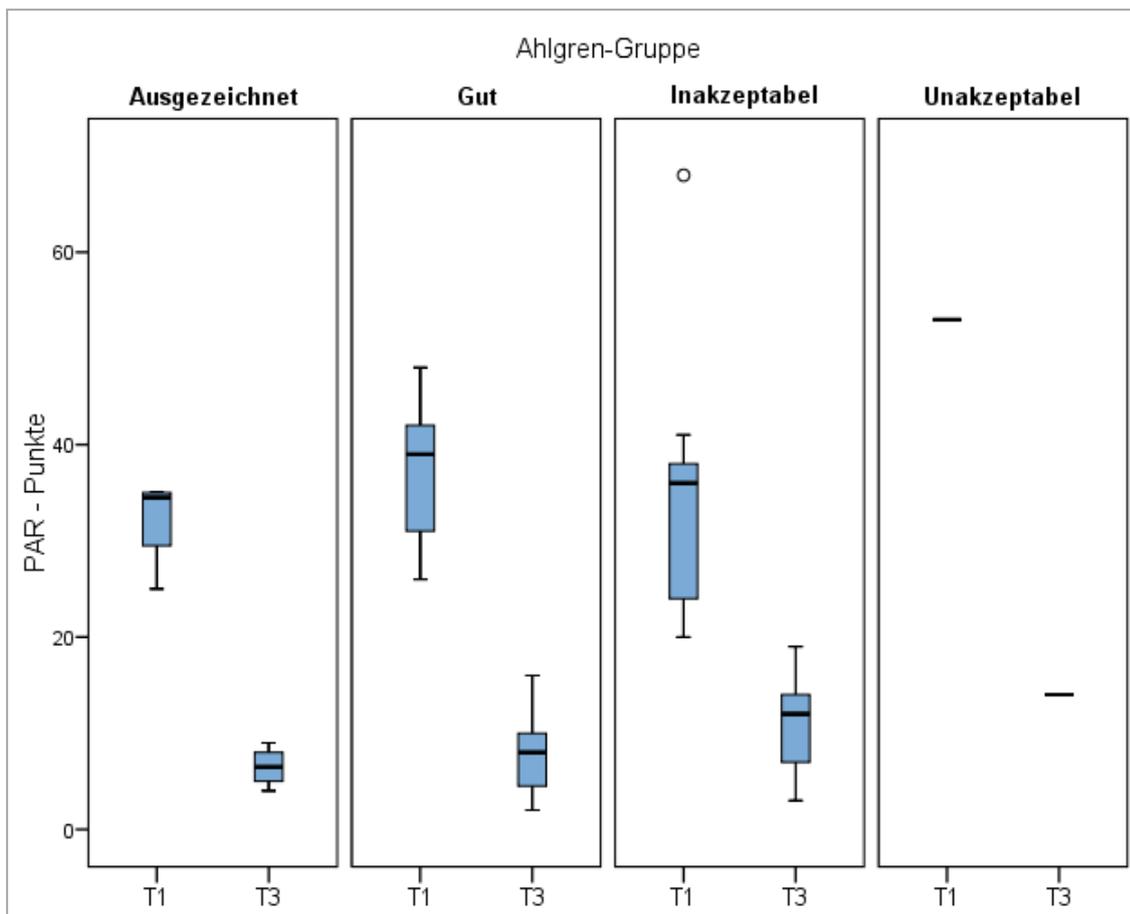


Abbildung 8.25 Verteilung des PAR-Punktwertes zu den Zeitpunkten T1 und T3 in den einzelnen Gruppen nach AHLGREN (1988) für Patienten der **Subgruppe „J“** (n=21 von 42).

## 8.3 Okklusale Variablen

### 8.3.1 Overjet

#### **Subgruppenanalyse hinsichtlich der Molarenrelation**

Zu Behandlungsbeginn war die durchschnittliche Ausprägung des Overjets in allen Subgruppen deutlich erhöht (Abbildung 8.26) und nahm von Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ zu „ $>1$ “ stetig zu. Patienten mit Subdivision lagen mit einem mittleren Overjet von  $6,6 \pm 2,2$  mm beidseits im Mittelfeld. In Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ lag der durchschnittliche sagittale Frontzahnüberbiss zu Behandlungsbeginn auf der rechten Seite bei  $6,3 \pm 2,2$  mm und auf der linken Seite bei  $6,4 \pm 2,4$  mm (Median beidseits bei 6,0 mm). Patienten der Subgruppe „ $\frac{1}{2} - 1$ “ wiesen einen etwas größeren Overjet auf. Dieser lag beidseitig bei 7,0 mm ( $\pm 2,3$  mm rechts und  $\pm 2,2$  mm links) mit einem beidseitigen Median von ebenfalls 7,0 mm. Mit dem höchsten Ausgangswert für den sagittalen Frontzahnüberbiss, von  $8,2 \pm 2,6$  mm rechts und  $8,1 \pm 2,8$  mm links sowie einem Median von 8,0 mm, begannen Patienten der Subgruppe „ $>1$ “ die Behandlung. Ähnlich heterogen wie die unterschiedliche Gestaltung der Durchschnittswerte und der Mediane der einzelnen Subgruppen, fiel die Streuung bezüglich der individuellen Overjetausmaße aus. So unterschied sich der anfängliche Overjet vor allem in den beiden Subgruppen „ $\frac{1}{2} - 1$ “ und „ $>1$ “ deutlich zwischen den einzelnen Patienten. Während die maximale Ausprägung der sagittalen Frontzahnstufe (15 mm in den Subgruppen „ $\frac{1}{2} - 1$ “ und „ $>1$ “ sowie 16 mm in der Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ und der Schnittmengengruppe „Subdivision“) in den Gruppen „ $\frac{1}{2}$ “, „ $\frac{1}{2} - 1$ “ und „Subdivision“ lediglich in Einzelfällen (Ausreißern) auftrat, erreichten mehrere Patienten der Subgruppe „ $>1$ “ diese.

## Ergebnisse Subgruppenanalyse

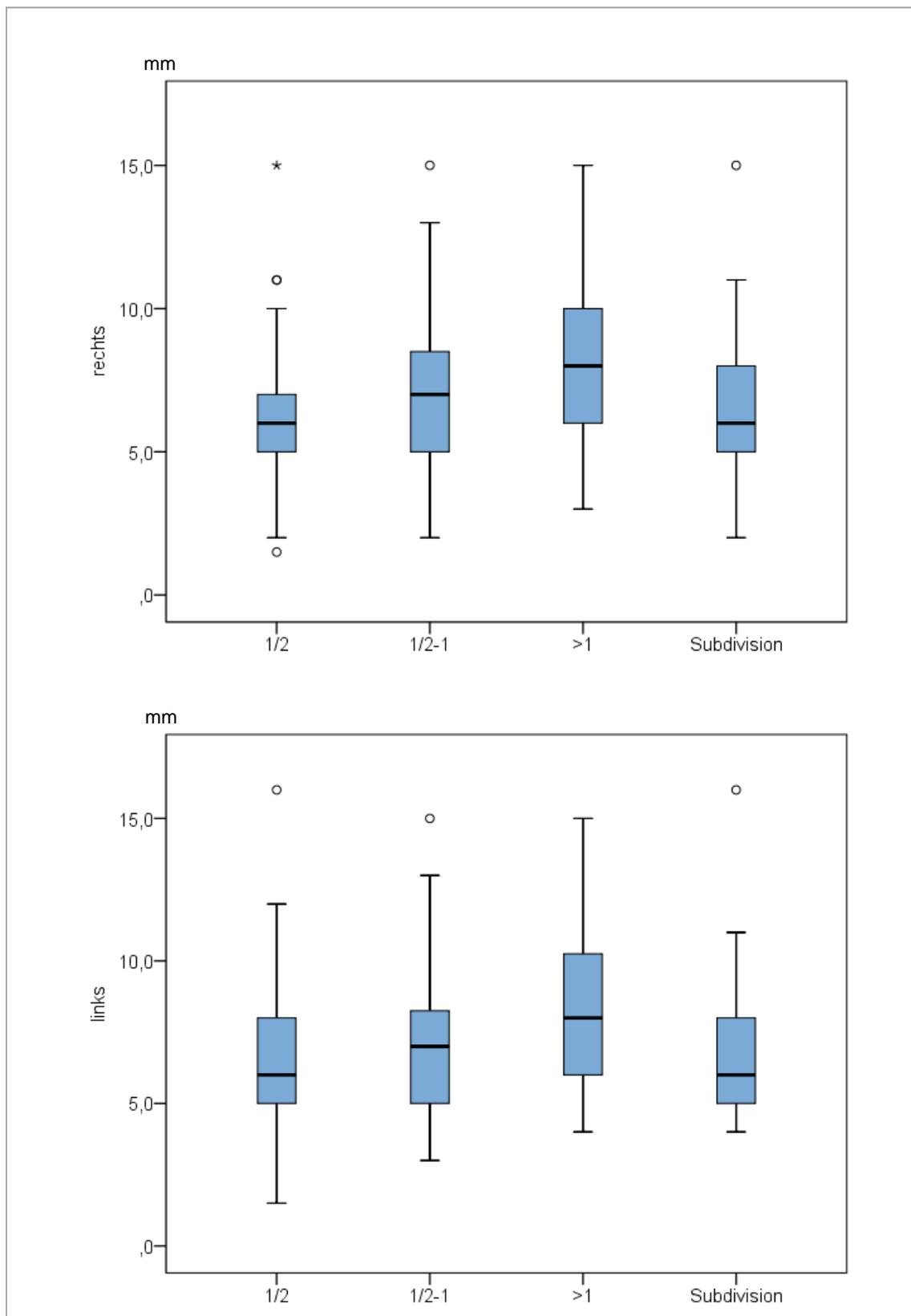


Abbildung 8.26 Ausmaß des Overjets (in mm) für die rechte und linke Seite in den einzelnen Subgruppen zu Behandlungsbeginn (T1). Subgruppe „1/2“ (n=84 rechts und 85 links); Subgruppe „1/2 - 1“ (n=336); Subgruppe „>1“ (n=68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n=67).

Durch die kombinierte Herbst-Multibracket-Behandlung konnte der Overjet in allen Subgruppen gesenkt werden, so dass sich ein allgemeiner Median von 2,0 mm einstellte (Abbildung 8.27 und Abbildung 8.28). Bei Patienten der Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ konnte der sagittale Frontzahnüberbiss auf  $2,1 \text{ mm} \pm 0,9 \text{ mm}$  beidseits reduziert werden. In Subgruppe „ $\frac{1}{2} - 1$ “ betrug der Overjet zum Zeitpunkt T2 durchschnittlich  $2,0 \pm 0,9 \text{ mm}$  auf beiden Seiten. Allerdings kam es in dieser Subgruppe auf der rechten Seite zu auffällig vielen, sowohl milden als auch extremen Ausreißern. Auch für Patienten der Subgruppe „ $>1$ “ konnte der anfängliche Overjet auf  $2,0 \pm 1,1 \text{ mm}$  sowohl rechts als auch links reduziert werden. Die durchschnittliche sagittale Schneidekantendifferenz betrug bei Patienten mit Subdivision beidseits  $2,1 \pm 0,8 \text{ mm}$ .

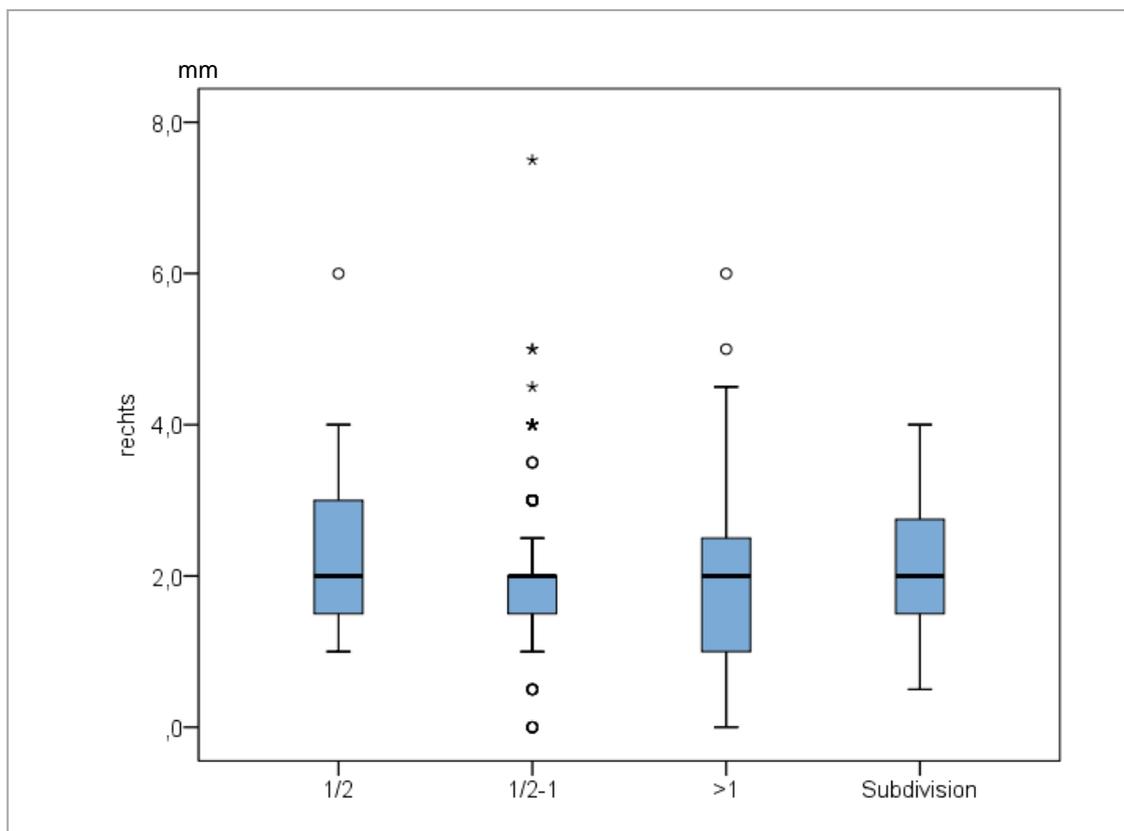


Abbildung 8.27 Ausmaß des Overjets (in mm) für die rechte Seite in den einzelnen Subgruppen nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2). Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ (n=85); Subgruppe „ $\frac{1}{2} - 1$ “ (n=334 auf der rechten Seite von 337); Subgruppe „ $>1$ “ (n=68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n=67).

## Ergebnisse Subgruppenanalyse

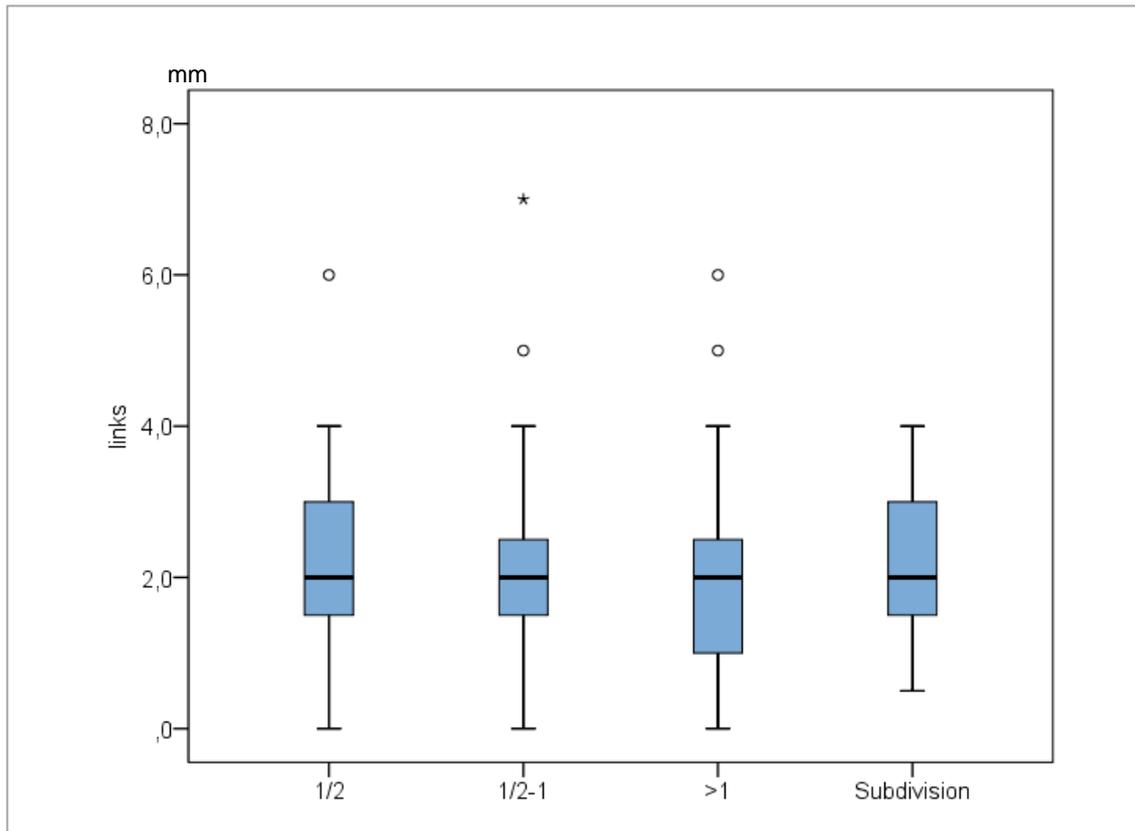


Abbildung 8.28 Ausmaß des Overjets (in mm) für linke Seite in den einzelnen Subgruppen nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2). Subgruppe „1/2“ (n=85); Subgruppe „1/2 - 1“ (n=333 auf der linken Seite von 337); Subgruppe „>1“ (n= 67 von 68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n= 66 von 67).

Während der 24 monatigen Nachbeobachtungszeit nahm die Ausprägung des Overjets in allen Subgruppen erneut zu. Diese Zunahme gestaltete sich allerdings unterschiedlich für die einzelnen Subgruppen (Abbildung 29 und Abbildung 30). Bei Patienten aus Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ stieg er auf beiden Seiten geringfügig auf  $2,8 \pm 1,0$  mm an. Der Median lag zu diesem Zeitpunkt bei 3,0 mm. Eine ähnliche Entwicklung des Overjets wurde in Subgruppe „ $\frac{1}{2} - 1$ “ beobachtet. Hier stieg der sagittale Frontzahnüberbiss auf beiden Seiten auf durchschnittlich 2,6 mm ( $\pm 0,8$  mm rechts und  $\pm 0,9$  mm links) mit einem Median bei 2,5 mm an. Auch in Subgruppe „ $>1$ “ kam es zu einer geringen Rezidivbildung, so dass der Median für beide Seiten auf 2,5 mm anstieg. Der durchschnittliche sagittale Frontzahnüberbiss betrug zu diesem Zeitpunkt (T3) rechts  $2,7 \pm 1,3$  mm und links  $2,8 \pm 1,4$  mm. In der Schnittmengengruppe „Subdivision“ stieg der durchschnittliche Overjet auf  $2,7 \pm 0,9$  mm beidseits an. Neben einer Zunahme des Medians zum Zeitpunkt T3 kam es zusätzlich zur Ausbildung eines geringfügigen Seitenunterschiedes. So lag der Median bei 3,0 mm auf der rechten und bei 2,8 mm auf der linken Seite.

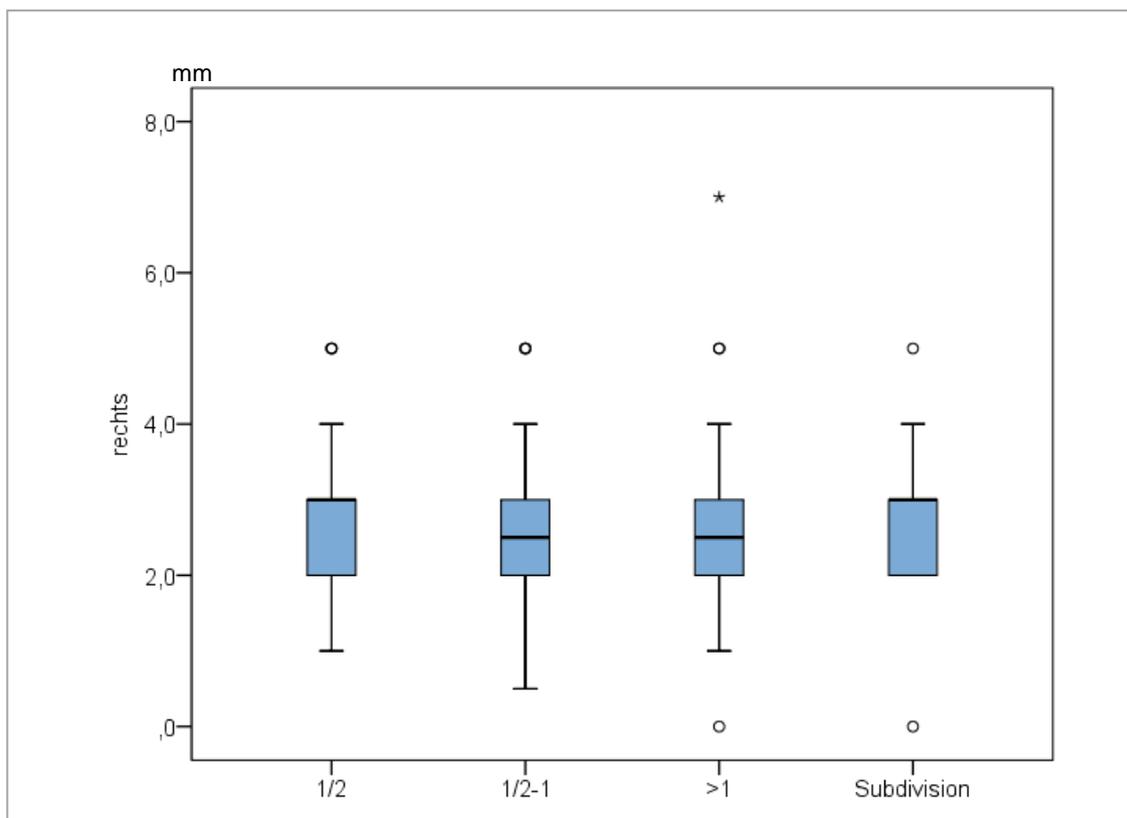


Abbildung 8.29 Ausmaß des Overjets (in mm) für die rechte Seite in den einzelnen Subgruppen nach abgeschlossener Nachbeobachtungsphase (T3). Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ (n=41 von 85); Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ (n=159 von 337); Subgruppe „ $>1$ “ (n=31 von 68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n=29 von 67).

## Ergebnisse Subgruppenanalyse

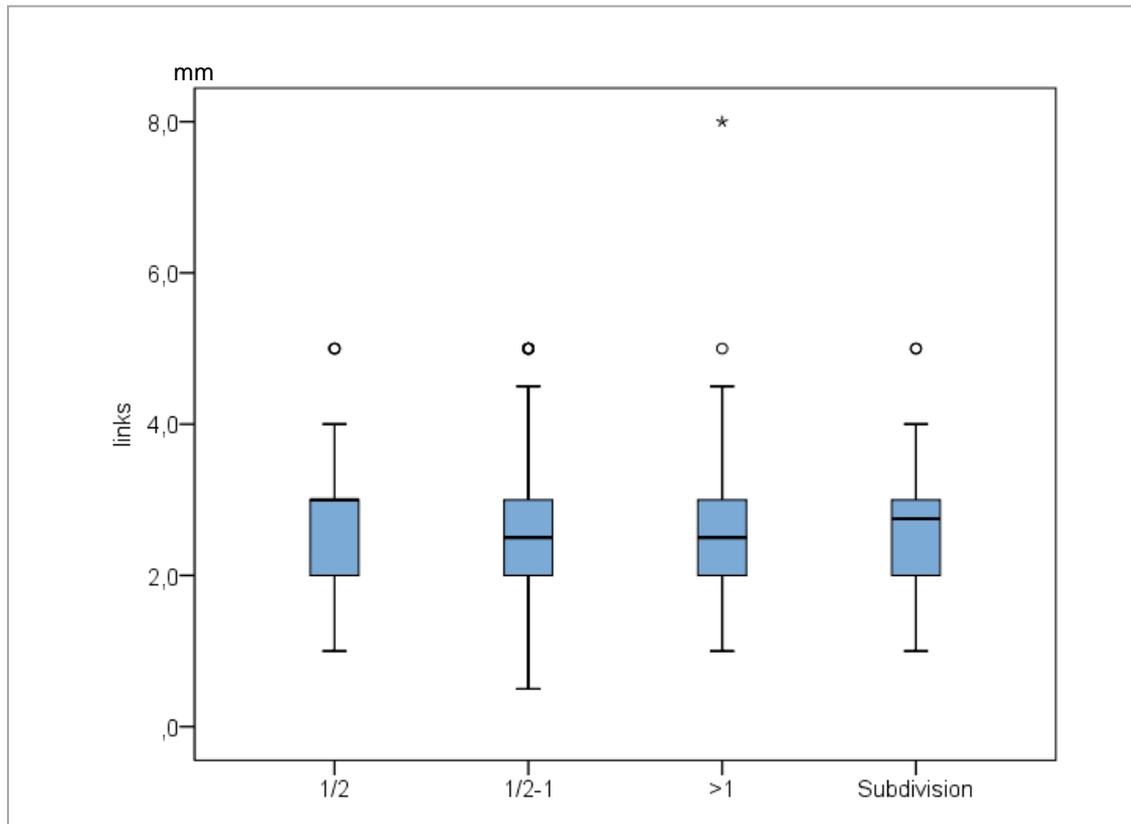


Abbildung 8.30 Ausmaß des Overjets (in mm) für die linke Seite in den einzelnen Subgruppen nach abgeschlossener Nachbeobachtungsphase (T3). Subgruppe „1/2“ (n=41 von 85); Subgruppe „1/2“ (n=159 von 337); Subgruppe „>1“ (n=30 von 68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n= 28 von 67).

### **Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife**

Unter Berücksichtigung der skelettalen Reife erfolgte die Bestimmung und Auswertung des Overjets für jede einzelne Subgruppe („F“ bis „J“).

Zu Behandlungsbeginn (T1) war der durchschnittliche Overjet in allen Subgruppen um 7,0 mm angesiedelt (Abbildung 8.31). Eine leichte Abweichung nach oben konnte hierbei jedoch in der Erwachsenengruppe („J“) für die linke Frontzahnsituation festgestellt werden ( $7,7 \pm 2,6$  mm). Die Varianz um den errechneten Mittelwert gestaltete sich zwischen den Gruppen gleichmäßig, so dass eine maximale Abweichung der Standardabweichung von 0,4 mm zustande kam.

Patienten der Subgruppe „F“ wiesen zu Behandlungsbeginn (T1) einen mittleren Overjet von  $7,3 \pm 2,4$  mm auf der rechten und  $7,2 \pm 2,4$  mm auf der linken Seite auf. Der Median betrug für beide Seiten 7,0 mm. Etwas geringfügiger fiel der Overjet in der Subgruppe „FG - G“ aus. Während der durchschnittliche sagittale Frontzahnüberbiss auf der rechten Seite  $7,0 \pm 2,3$  mm betrug, lag er auf der linken Seite bei durchschnittlich  $6,9 \pm 2,3$  mm. Dieser geringe Seitenunterschied stellte sich auch beim Median ein (6,5 mm rechts und 6,8 mm links). Für Patienten, die sich am Ende des Wachstums befanden („H - IJ“), lag der mittlere Overjet auf der rechten Seite bei  $7,0 \pm 2,3$  und auf der linken Seite bei  $6,9 \pm 2,2$  mm (Median rechts 7,0 mm und links 6,0 mm). In der Gruppe der ausgewachsenen Patienten („J“) zeigte sich neben einer erkennbaren Seitendiskrepanz die stärkste mittlere sagittale Schneidekantendifferenz. So betrug der durchschnittliche Overjet auf der rechten Seite  $7,2 \pm 2,6$  mm mit einem Median bei 6,8 mm, linksseitig allerdings  $7,7 \pm 2,6$  mm mit einem Median von 8,0 mm. Maximale Ausprägungen von 15,0 mm und mehr zu Behandlungsbeginn traten, mit Ausnahme von Subgruppe „F“, in allen Patientengruppen auf.

## Ergebnisse Subgruppenanalyse

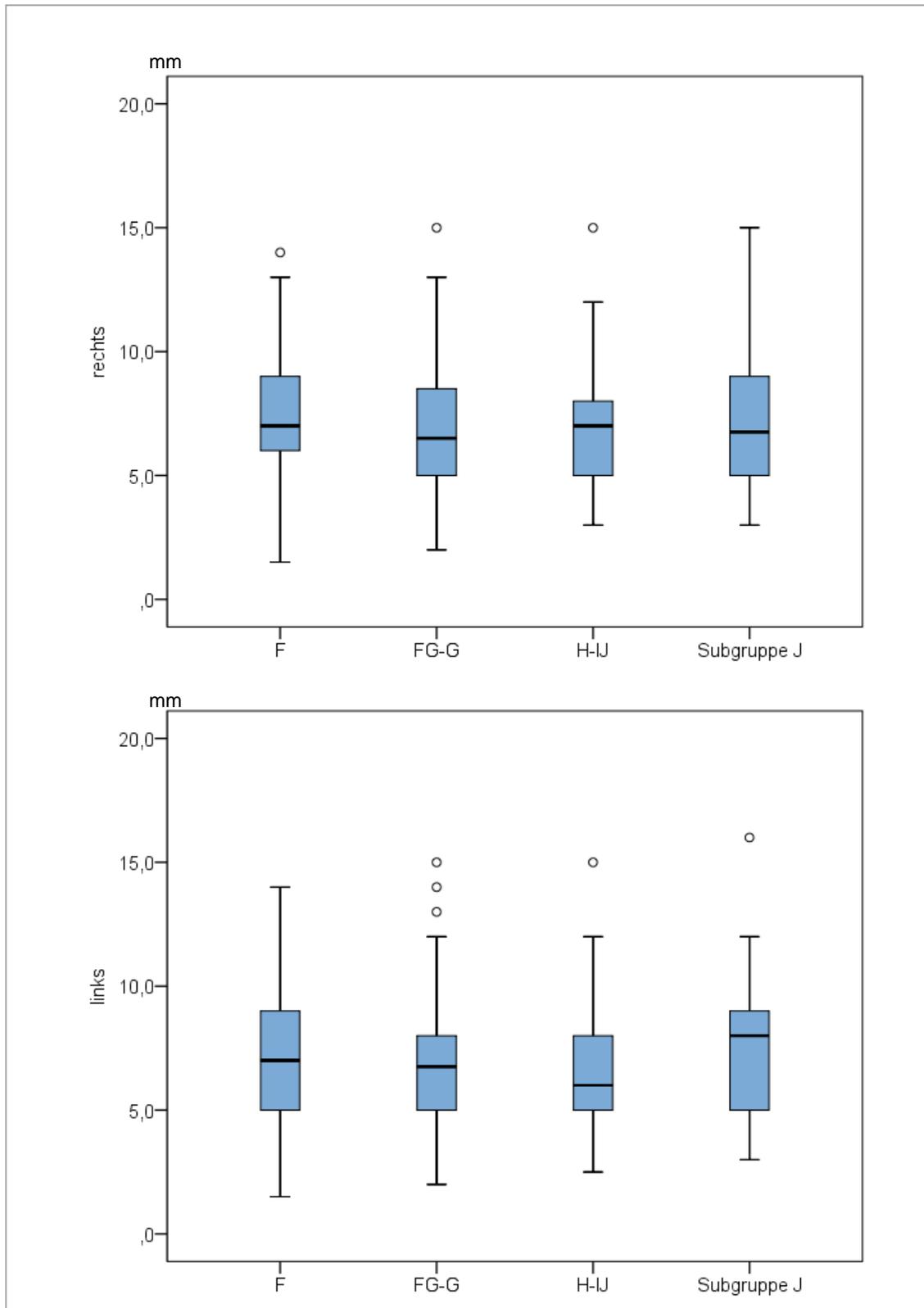


Abbildung 8.31 Ausmaß des Overjets (in mm) für die rechte und linke Seite in den einzelnen Subgruppen („F“ bis „J“) zu Behandlungsbeginn (T1). Subgruppe „F“ (n=118 rechts, n=119 links von 125); Subgruppe „FG - G“ (n=194 von 201); Subgruppe „H - IJ“ (n=133 von 136) und Subgruppe „J“ (n=42 von 43).

In allen Subgruppen konnte der Overjet durch die erfolgte Herbst-Multibracket-Behandlung (T2) auf durchschnittlich 2,0 mm gesenkt werden (Abbildung 8.32 und Abbildung 8.33). Auch der Median betrug in allen Subgruppen auf beiden Seiten 2,0 mm. Bei Patienten der Subgruppe „F“ betrug der Durchschnittswert zum Zeitpunkt T2 2,0 mm ( $\pm 1,1$  mm rechts und  $\pm 1,0$  mm links) beidseits. In Subgruppe „FG - G“ konnte die sagittale Schneidekantendifferenz im Mittel auf  $2,0 \pm 0,9$  mm beidseits reduziert werden. Ähnlich verhielt es sich in Subgruppe „H - IJ“, Patienten aus dieser Subgruppe wiesen einen durchschnittlichen Overjet von  $2,0 \pm 0,8$  mm sowohl auf der rechten als auch auf der linken Seite auf. Auch in Subgruppe „J“ konnte trotz durchschnittlich höchstem Ausgangswert eine Reduzierung auf 2,1 mm ( $\pm 0,8$  mm rechts und  $\pm 0,9$  mm links) erzielt werden. In nahezu allen Subgruppen, mit Ausnahme von Gruppe „J“, konnten frontale Kreuzbisse beobachtet werden. Ein negativer Overjet lag am Ende der Behandlung bei keinem Patienten vor.

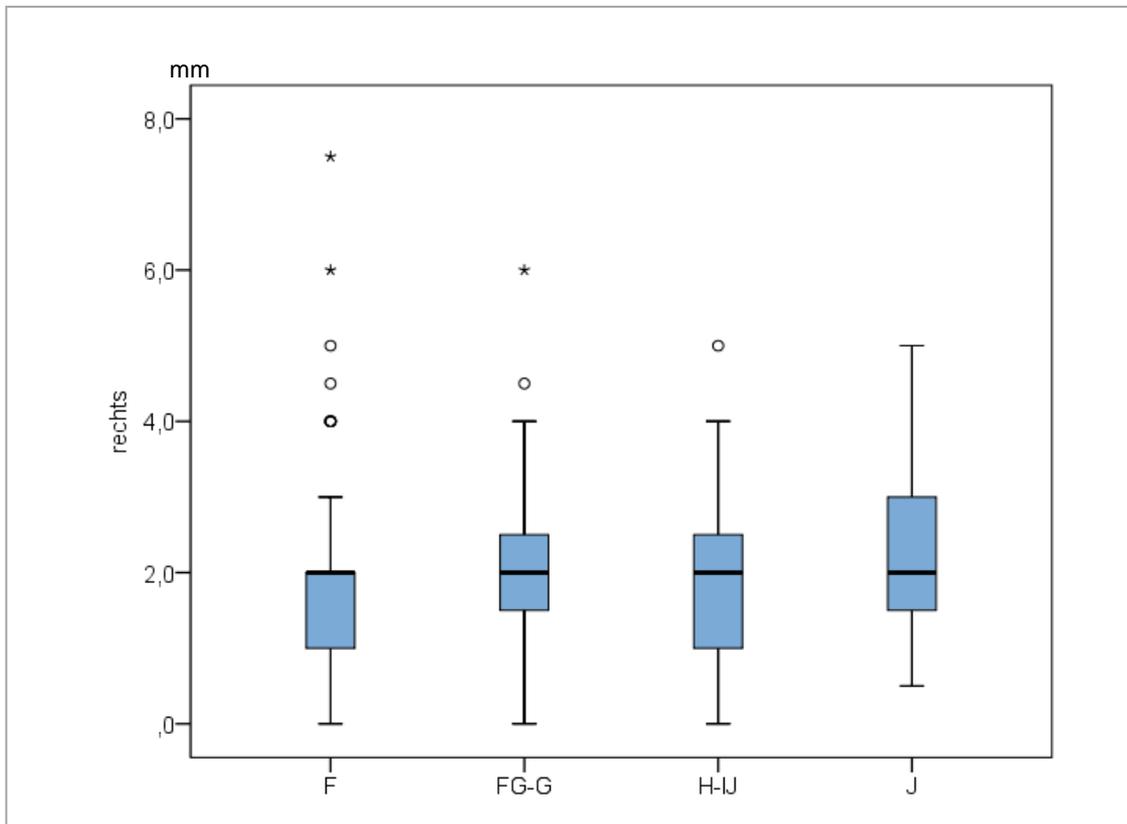


Abbildung 8.32 Ausmaß des Overjets (in mm) für die rechte Seite in den einzelnen Subgruppen („F“ bis „J“) nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2). Subgruppe „F“ (n=119 von 125); Subgruppe „FG - G“ (n=192 von 201); „H - IJ“ (n=133 von 136) und „J“ (n=42 von 43).

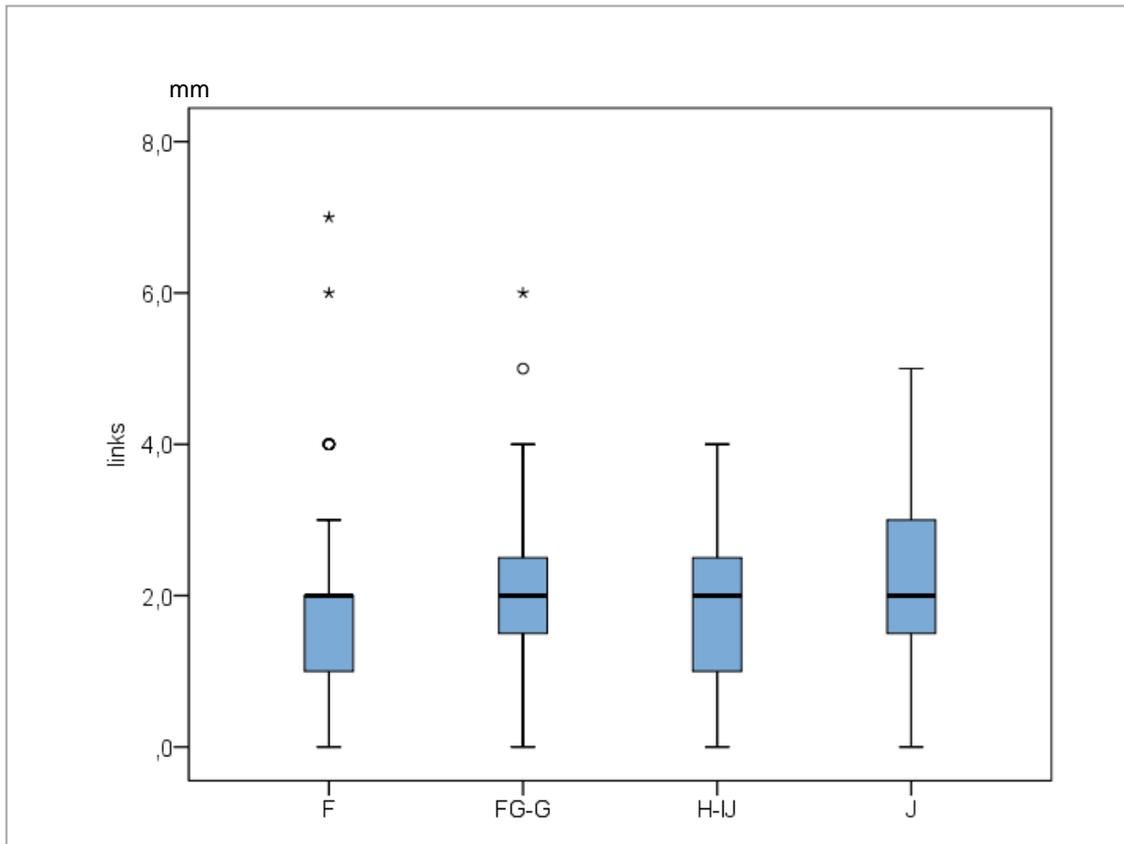


Abbildung 8.33 Ausmaß des Overjets (in mm) für die linke Seite in den einzelnen Subgruppen („F“ bis „J“) nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2). Subgruppe „F“ (n=117 von 125); Subgruppe „FG - G“ (n=192 von 201); „H - IJ“ (n=133 von 136) und „J“ (n=42 von 43).

Während einer mindestens 24 monatigen Nachbeobachtungszeit (T3) rezidierte der sagittale Frontzahn­biss in allen Subgruppen geringfügig. Obwohl die durchschnittliche Ausprägung des Overjets nach der aktiven Behandlung (T2) in allen Gruppen auf ca. 2,0 mm gesenkt werden konnte, entwickelte sie sich in den einzelnen Patientengruppen unterschiedlich (Abbildung 8.34). So stellte sich in Subgruppe „F“ beidseits ein durchschnittlicher Overjet von 2,7 mm ( $\pm 0,9$  mm rechts und  $\pm 1,0$  mm links) ein. Obwohl der Durchschnittswert für beide Seiten übereinstimmte, lag der Median für die rechte Seite (3,0 mm) geringfügig höher als für die linke Seite (2,5 mm). In Subgruppe „FG - G“ kam es zu einer Vergrößerung des Overjets um 0,6 mm, so dass er zum Zeitpunkt T3 durchschnittlich  $2,6 \pm 1,0$  mm betrug und einen Median von ebenfalls 2,5 mm aufwies. Ein beidseitiger Median von 2,5 mm stellte sich auch in Subgruppe „H - IJ“ ein. Für die Patienten dieser Gruppe betrug der mittlere Overjet rechts  $2,6 \pm 0,9$  mm und links  $2,7 \pm 0,9$  mm. Am deutlichsten vergrößerte sich der sagittale Frontzahn­überbiss bei erwachsenen Patienten („J“). Dieser betrug zum Zeitpunkt T3 für die rechte Seite durchschnittlich  $2,8 \pm 0,8$  mm mit einem ebenso großen Median und für die linke Seite  $2,9 \pm 0,8$  mm mit einem Median von 3,0 mm. Damit wies Subgruppe „J“ sowohl zu Behandlungsbeginn (T1) als auch nach abgeschlossener Nachbeobachtungszeit (T3) durchschnittlich den größten Overjet (linksseitig) auf. Eine maximale sagittale Frontzahn­stufe von 7 mm und mehr konnte lediglich in der Gruppe des pubertären Wachstums (FG - G) beobachtet werden.

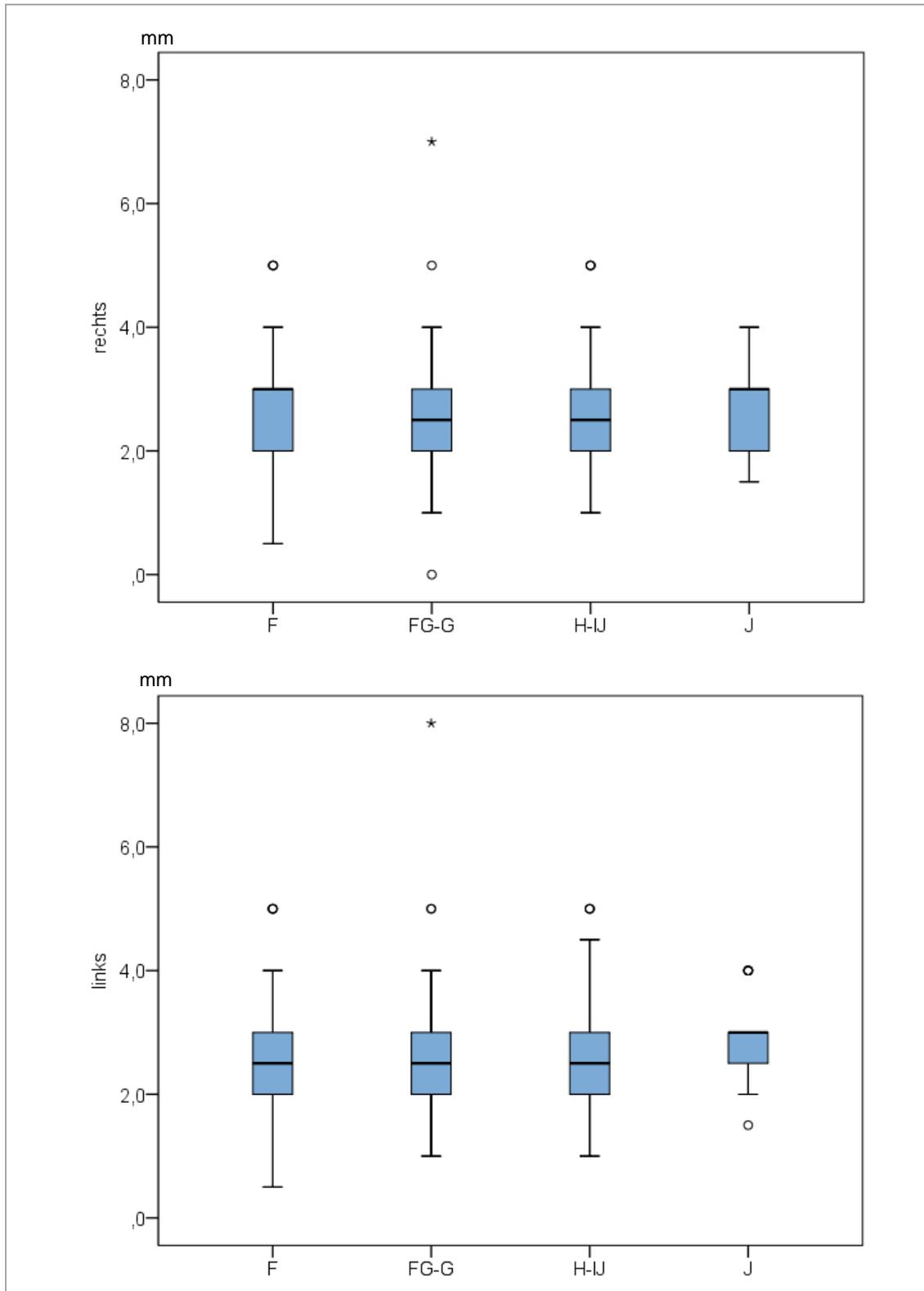


Abbildung 8.34 Ausmaß des Overjets (in mm) für die rechte und linke Seite in den einzelnen Subgruppen („F“ bis „J“) nach erfolgter Nachbeobachtungsphase (T3). Subgruppe „F“ (n=60 rechts und n=59 links von 125); Subgruppe „FG - G“ (n=79 von 201); Subgruppe „H - IJ“ (n=71 von 136) und Subgruppe „J“ (n=21 von 43).

### 8.3.2 Overbite

#### **Subgruppenanalyse hinsichtlich der Molarenrelation**

In der ersten Subgruppenanalyse steigerte sich das durchschnittliche Ausmaß des Overbites, wie auch im Falle des Overjets, von Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ zu „ $>1$ “. Diese Steigerung stellte sich im gebildeten Median nur schwach dar. Der Median zu Behandlungsbeginn (T1) lag in den drei Gruppen „ $\frac{1}{2}$ “, „ $\frac{1}{2} - 1$ “ und „Subdivision“ bei 4,0 mm und war lediglich in Subgruppe „ $>1$ “ mit 5,0 mm geringfügig höher angesiedelt (Abbildung 8.35). Patienten aus Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ wiesen durchschnittlich einen vertikalen Frontzahnüberbiss von 3,7 mm ( $\pm 1,9$  mm rechts und  $\pm 1,8$  mm links) auf. Für die 335 ausgewerteten Patienten aus Subgruppe „ $\frac{1}{2} - 1$ “ ergab sich ein durchschnittlicher Overbite von  $4,0 \pm 2,0$  mm rechtsseitig sowie  $4,1 \pm 1,9$  mm linksseitig. In der Subgruppe „ $>1$ “ lag der durchschnittliche Ausgangswert für den Overbite zu Behandlungsbeginn (T1) beidseitig bei 4,5 mm ( $\pm 2,2$  mm rechts und  $\pm 2,1$  mm links). Im Subgruppenvergleich stellte dies den höchsten anfänglichen Wert dar. Für Patienten, die eine Subdivision aufwiesen, betrug der anfängliche Overbite auf beiden Kieferseiten durchschnittlich 4,2 mm ( $\pm 1,8$  mm rechts und  $\pm 1,7$  mm links).

## Ergebnisse Subgruppenanalyse

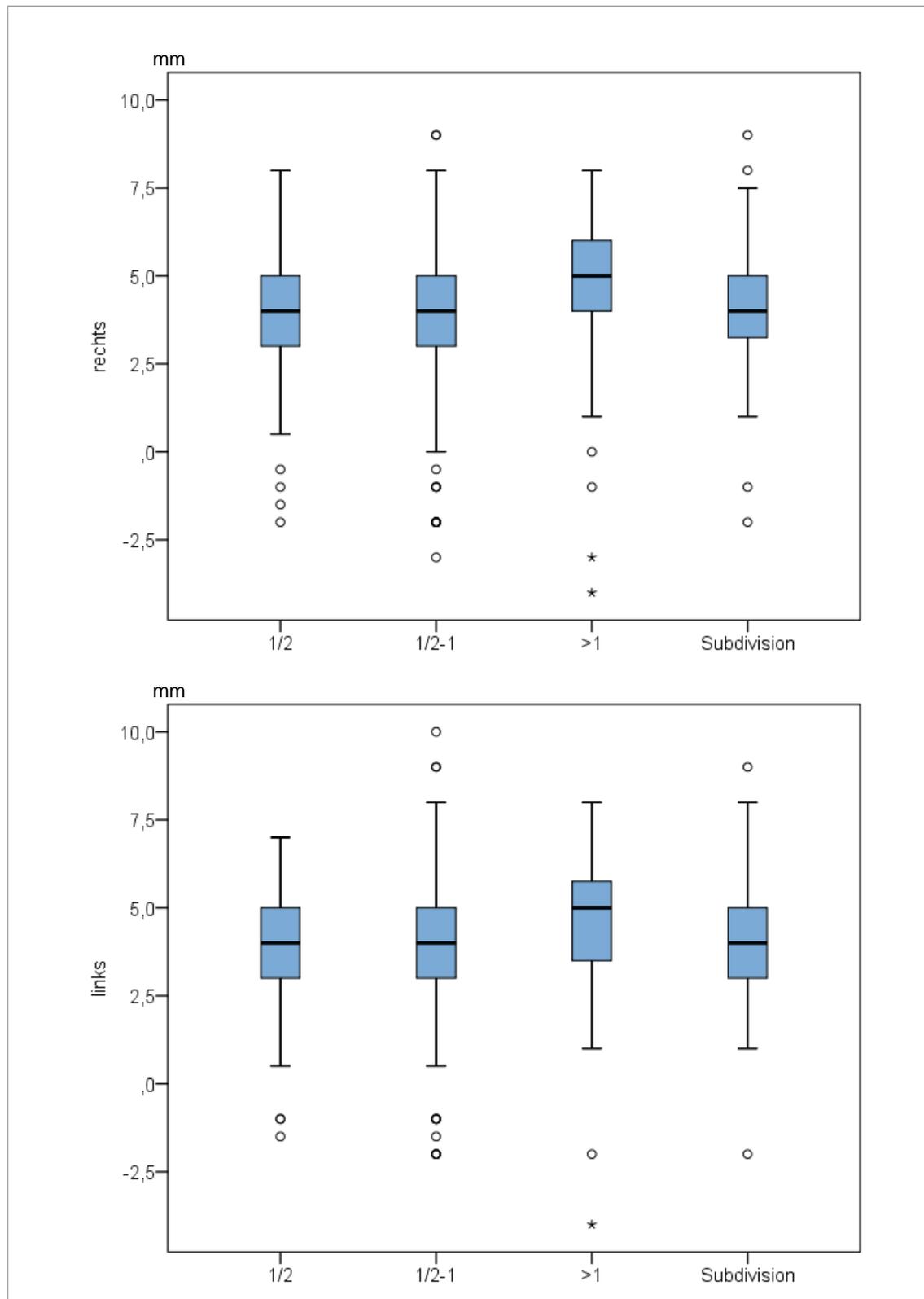


Abbildung 8.35 Ausmaß des Overbites (in mm) für die rechte und linke Seite in den einzelnen Subgruppen vor Behandlungsbeginn (T1). Subgruppe „1/2“ (n=83 auf der rechten und n=85 auf der linken Seite); Subgruppe „1/2 - 1“ (n=335); Subgruppe „>1“ (n=68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n=67).

Durch die erfolgte Herbst-Multibracket-Behandlung (T2) konnte das Ausmaß des Overbites in allen Subgruppen auf einen gemeinsamen Median von 1,5 mm gesenkt werden (Abbildung 8.36 und Abbildung 8.37). Eine Seitenabweichung ergab sich lediglich in der Schnittmengengruppe der „Subdivision“ für die linke Seite. Hier war der Median bei 1,8 mm angesiedelt. In der Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ konnte die durchschnittliche vertikale Schneidekantendifferenz beidseits auf 1,6 mm ( $\pm 0,8$  mm rechts und  $\pm 0,9$  mm links) reduziert werden. Für Patienten der Subgruppe „ $\frac{1}{2} - 1$ “ konnte sogar eine durchschnittliche Reduzierung auf  $1,5 \pm 0,9$  mm beidseitig erzielt werden. Trotz höchstem Ausgangswert konnte auch in der Subgruppe mit deutlicher Ausprägung der Distalokklusion („ $>1$ “) ein durchschnittliches Ausmaß des Overbites auf beiden Seiten von  $1,5 \pm 0,9$  mm erreicht werden. Auch für Patienten, die zu Behandlungsbeginn eine Subdivision aufwiesen, konnte der durchschnittliche Overbite auf  $1,5 \pm 0,8$  mm rechts sowie auf  $1,6 \pm 0,9$  mm links reduziert werden.

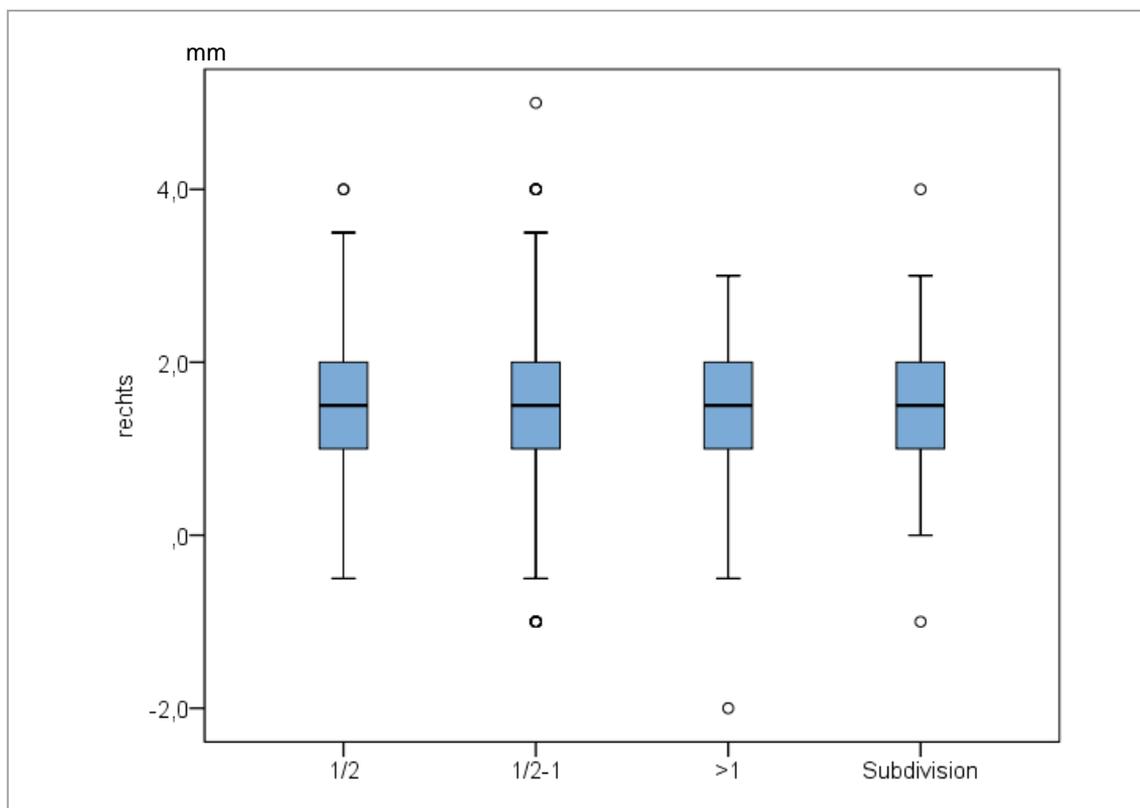


Abbildung 8.36 Ausmaß des Overbites (in mm) für die rechte Seite in den einzelnen Subgruppen nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2). Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ (n=85); Subgruppe „ $\frac{1}{2} - 1$ “ (n=334 von 337); Subgruppe „ $>1$ “ (n=67 von 68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n=67 von 67).

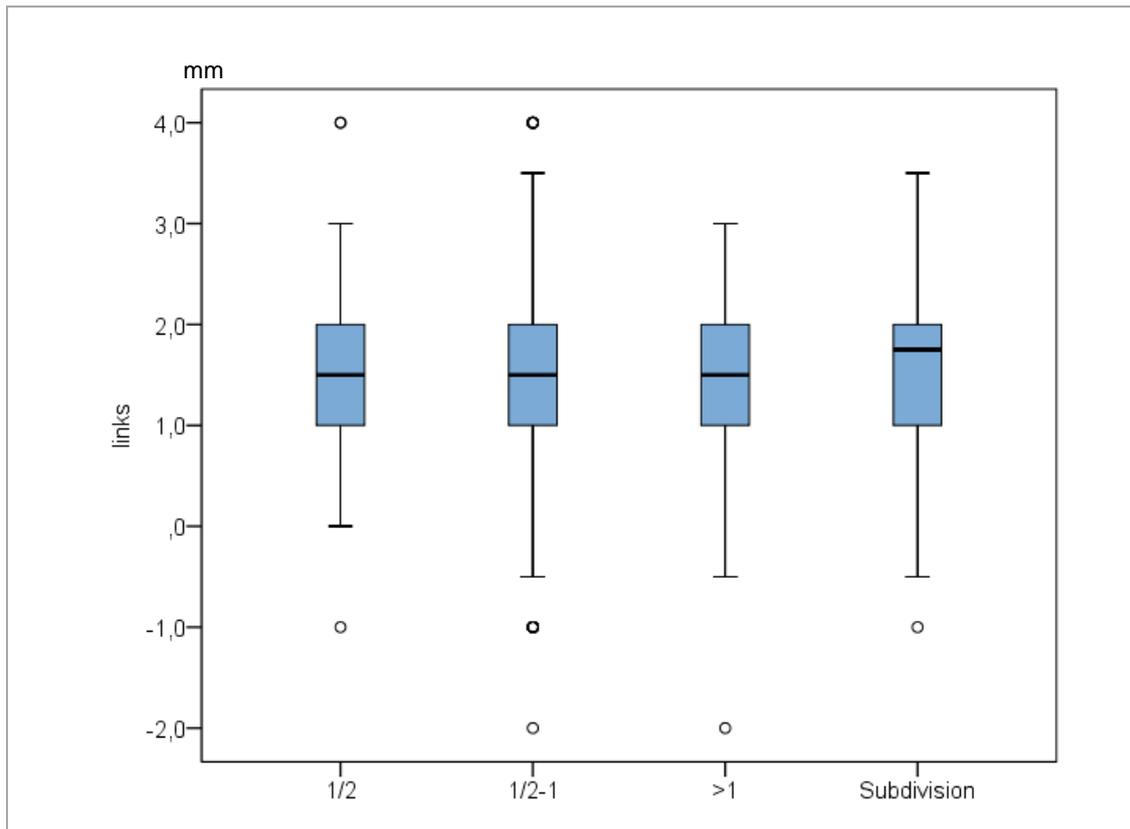


Abbildung 8.37 Ausmaß des Overbites (in mm) für die linke Seite in den einzelnen Subgruppen nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2). Subgruppe „1/2“ (n=85); Subgruppe „1/2 - 1“ (n=333 von 337); Subgruppe „>1“ (n=66 von 68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n=66 von 67).

Während der 24 monatigen Nachbeobachtungsphase (T3) kam es in allen Subgruppen zu einer leichten Vergrößerung des Overbites. Auch wenn sich in allen vier Subgruppen ein gemeinsamer Median von 2,0 mm einstellte, gestaltete sich die Verteilung der Patienten dem Ausmaß des individuellen Overbites entsprechend, heterogen (Abbildung 8.38). So lag das durchschnittliche Ausmaß des vertikalen Frontzahnüberbisses in Subgruppe „1/2“ bei  $1,9 \pm 1,1$  mm auf der rechten und  $2,0 \pm 1,1$  mm auf der linken Seite. Patienten der Subgruppe „1/2 - 1“ wiesen zum Zeitpunkt T3 einen durchschnittlichen Overbite von 2,1 mm ( $\pm 1,1$  mm rechts und  $\pm 1,0$  mm links) auf. Der durchschnittliche vertikale Frontzahnüberbiss lag für Patienten der Subgruppe „>1“ zu diesem Zeitpunkt rechtsseitig bei  $2,0 \pm 1,5$  mm und linksseitig bei  $1,9 \pm 1,6$  mm. Die zum Zeitpunkt T2 festgestellte Seitendiskrepanz für Patienten aus der Schnittmengengruppe „Subdivision“ glich sich während der Nachbeobachtungsphase (T3) wieder aus, womit der durchschnittliche Overbite beidseitig bei 2,0 mm ( $\pm 1,5$  mm rechts und 1,4 mm links) lag.

## Ergebnisse Subgruppenanalyse

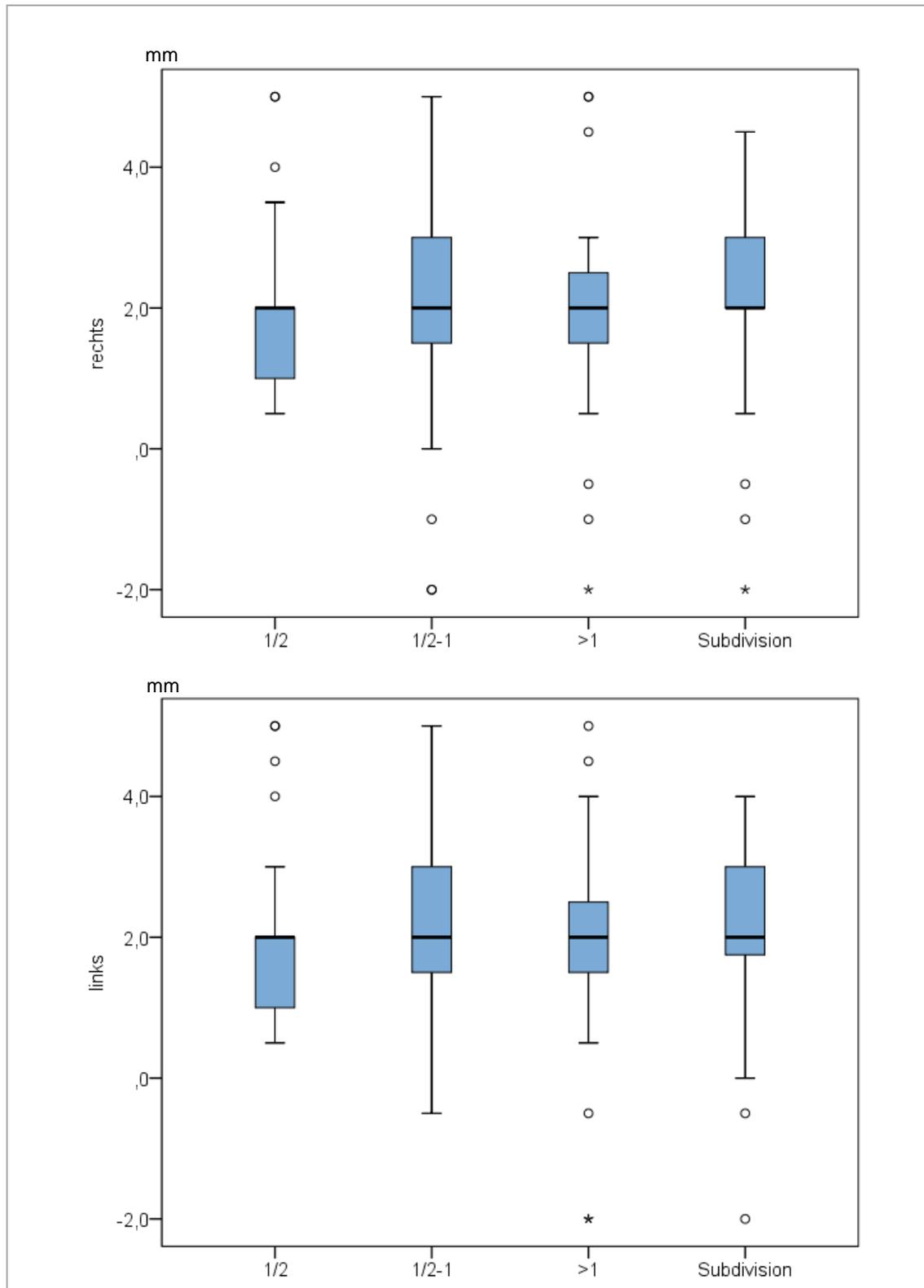


Abbildung 8.38 Ausmaß des Overbites (in mm) für die rechte und linke Seite in den einzelnen Subgruppen nach erfolgter Nachbeobachtungsphase (T3). Subgruppe „1/2“ (n=41 von 85); Subgruppe „1/2-1“ (n=159 von 337); Subgruppe „>1“ (n=31 auf der rechten und n=30 auf der linken Seite von 68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n=29 auf der rechten und n=28 auf der linken Seite von 67).

### Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife

In der zweiten Subgruppenanalyse, hinsichtlich der skelettalen Reife, lag der durchschnittliche Overbite in allen Gruppen um die 4,0 mm (Abbildung 8.39 und Abbildung 8.40). Patienten der Subgruppe „F“ wiesen zu diesem Zeitpunkt einen durchschnittlichen vertikalen Frontzahnüberbiss von  $4,1 \pm 2,0$  mm rechts- und  $4,2 \pm 2,0$  mm linksseitig auf. Wie in dieser Patientengruppe gestaltete sich auch die vertikale Ausprägung der Frontzahnstufe in der Subgruppe „FG - G“ (rechts  $4,1 \pm 2,0$ mm, links  $4,2 \pm 1,9$  mm). Für Patienten, die nur noch ein Restwachstum aufwiesen („H - IJ“) ergab sich ein mittlerer Overbite von  $3,8 \pm 2,0$  mm auf der rechten Seite und von  $3,9 \pm 1,8$  mm auf der linken Seite. In der Erwachsenengruppe („J“) lag die vertikale Schneidekantendifferenz beidseits bei 4,1 mm ( $\pm 2,2$  mm rechts,  $\pm 1,9$  mm links). Die höchsten positiven Werte ( $\geq 9,0$  mm) wurden in der Subgruppe „FG -G“ erhoben. Negative Werte, dementsprechend offene Frontzahnsituationen, wurden in allen Subgruppen festgestellt.

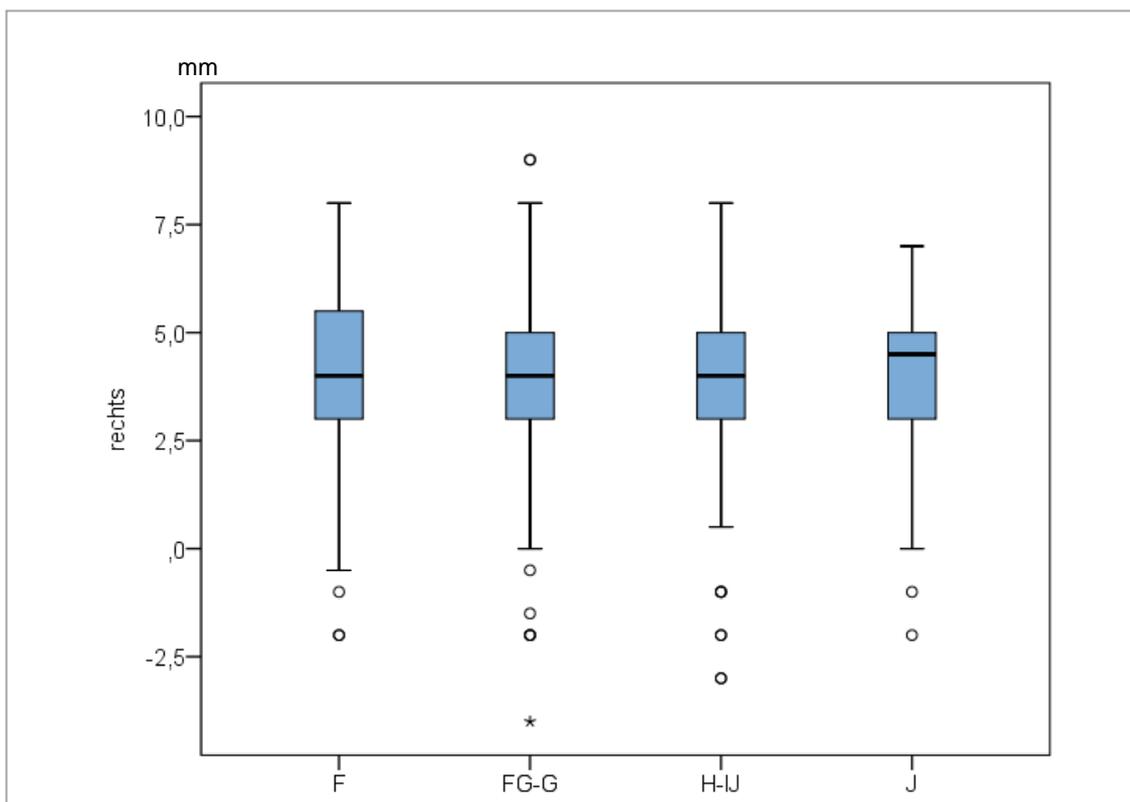


Abbildung 8.39 Ausmaß des Overbites (in mm) für die rechte Seite in den einzelnen Subgruppen („F“ bis „J“) zu Behandlungsbeginn (T1). Subgruppe „F“ (n=118 von 125); Subgruppe „FG - G“ (n=194 von 201); Subgruppe „H - IJ“ (n=131 von 136) und Subgruppe „J“ (n=42 von 43).

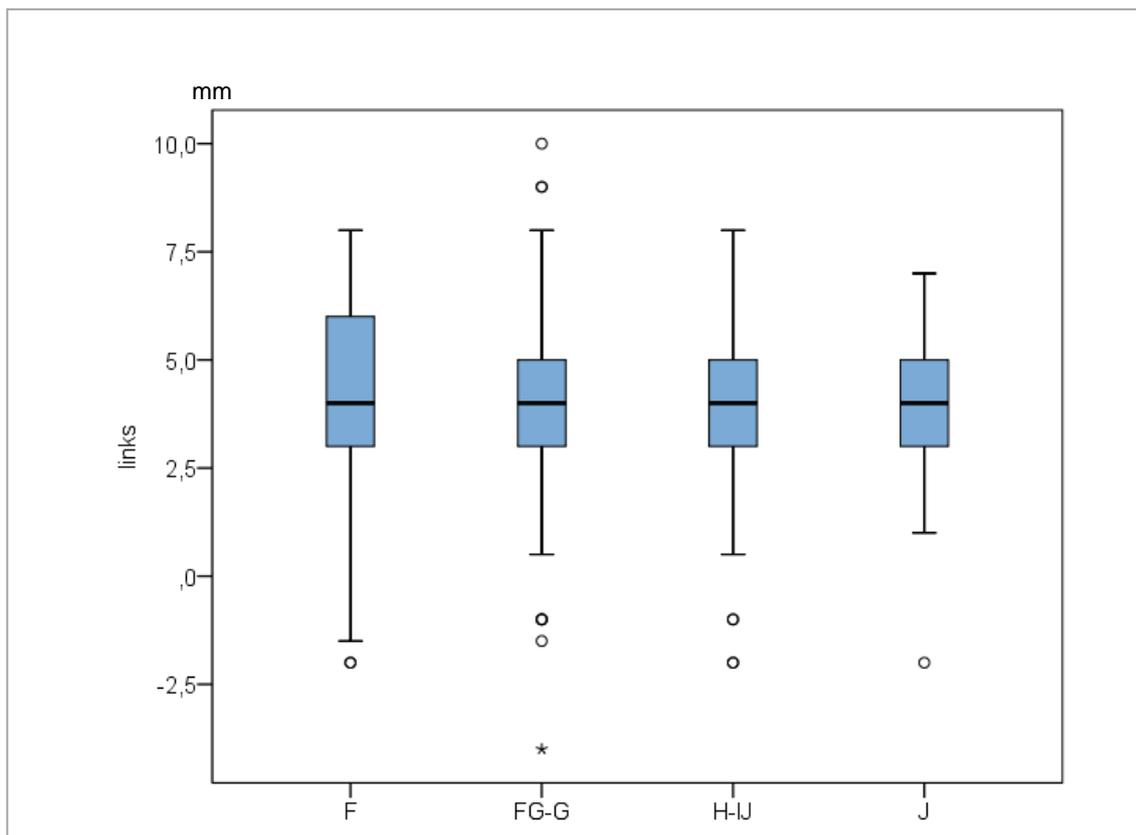


Abbildung 8.40 Ausmaß des Overbites (in mm) für die linke Seite in den einzelnen Subgruppen („F“ bis „J“) zu Behandlungsbeginn (T1). Subgruppe „F“ (n=119 von 125); Subgruppe „FG - G“ (n=194 von 201); Subgruppe „H - IJ“ (n=132 von 136) und Subgruppe „J“ (n=42 von 43).

Durch die erfolgte Herbst-Multibracket-Behandlung konnte der Overbite in allen Subgruppen deutlich gesenkt werden (Abbildung 8.41). Allerdings konnten zum Zeitpunkt T2 vereinzelt auch frontal offene Bisse in allen Subgruppen, dementsprechend negative Werte, beobachtet werden. In Subgruppe „F“ betrug die durchschnittliche vertikale Schneidekantendifferenz  $1,4 \pm 0,9$  mm rechts bzw.  $\pm 1,0$  mm links mit einem Median von 1,0 mm auf beiden Seiten. In Subgruppe „FG - G“ konnte der Overbite im Mittel auf  $1,6 \pm 0,9$  mm auf beiden Seiten reduziert werden. Der Median lag bei Patienten in dieser Gruppe auf der rechten Seite bei 1,5 mm und bei 2,0 mm auf der linken Seite. Auf einen Durchschnittswert von  $1,6 \text{ mm} \pm 0,9$  mm rechts bzw.  $1,5 \pm 1,0$  mm links konnte der Overbite in Subgruppe „H - IJ“ gesenkt werden. In dieser Gruppe lag der Median in beiden Kieferhälften bei 1,5 mm. Den geringsten durchschnittlichen Overbite wiesen ausgewachsene Patienten („J“) auf. Dieser betrug zum Zeitpunkt T2 im Mittel  $1,4 \pm 0,9$  mm rechts bzw.  $\pm 0,8$  mm links (Median rechts=1,0 mm, links=1,3 mm).

## Ergebnisse Subgruppenanalyse

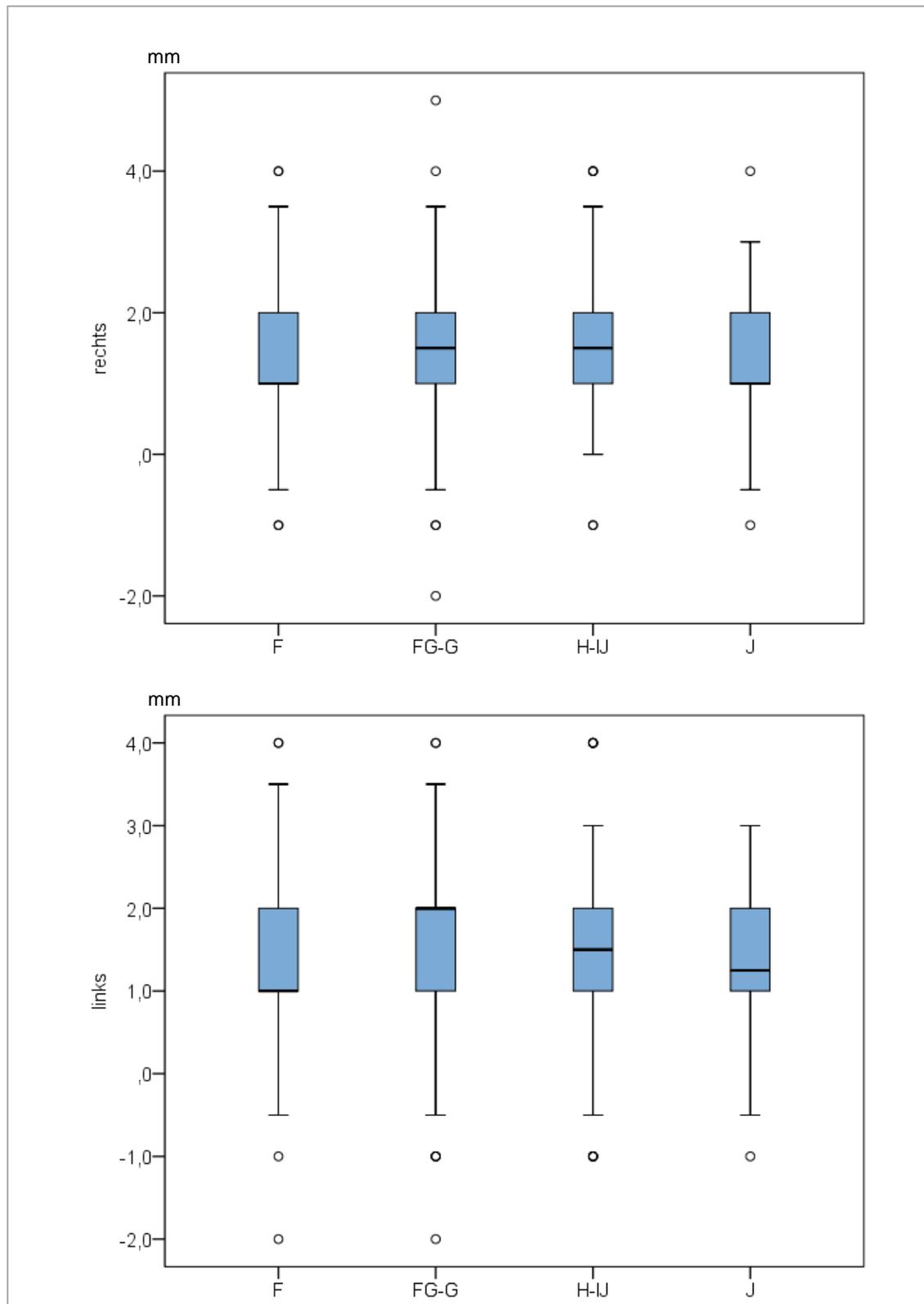


Abbildung 8.41 Ausmaß des Overbites (in mm) für die rechte und linke Seite in den einzelnen Subgruppen („F“ bis „J“) nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2). Subgruppe „F“ (n=119 rechts und n=117 links von 125); Subgruppe „FG - G“ (n=192 rechts und n=191 links von 201); Subgruppe „H - IJ“ (n=132 rechts und n=133 links von 136) und Subgruppe „J“ (n=21 von 43).

Wie auch im Falle des Overjets beobachtet werden konnte, rezidierte das Ausmaß des Overbites in allen Subgruppen geringfügig, so dass der Median zum Zeitpunkt T3 in allen Gruppen sowohl rechts als auch links 2,0 mm betrug (Abbildung 8.42 und Abbildung 8.43). In Subgruppe „F“ stieg der vertikale Frontzahnüberbiss auf durchschnittlich  $2,1 \pm 1,5$  mm an. Auf  $1,8 \pm 1,1$  mm rechts und  $1,9 \pm 1,0$  mm links stieg der mittlere Overbite in Subgruppe „FG - G“. Während die vertikale Schneidekantendifferenz in Subgruppe „H - IJ“ auf beiden Seiten durchschnittlich  $2,2 \pm 0,8$  mm betrug, lag sie bei Patienten der Subgruppe „J“ auf der rechten Seite ebenfalls bei  $2,2 \pm 1,1$  mm, jedoch auf der linken Seite geringfügig darunter, nämlich bei  $2,1 \pm 1,3$  mm.

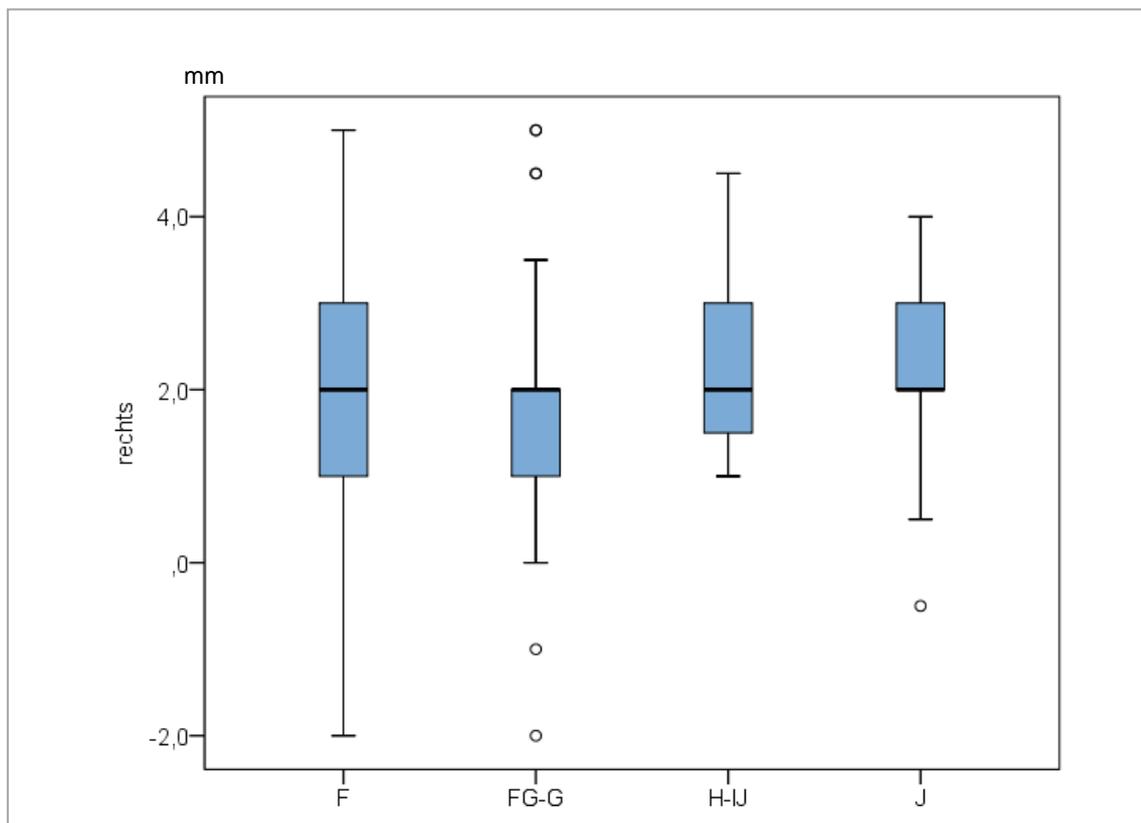


Abbildung 8.42 Ausmaß des Overbites (in mm) für die rechte Seite in den einzelnen Subgruppen („F“ bis „FG - G“) nach Abschluss der Nachbeobachtungsphase (T3). Subgruppe „F“ (n=60 von 125); Subgruppe „FG - G“ (n=78 von 201); Subgruppe „H - IJ“ (n=71 von 136) und Subgruppe „J“ (n=21 von 43).

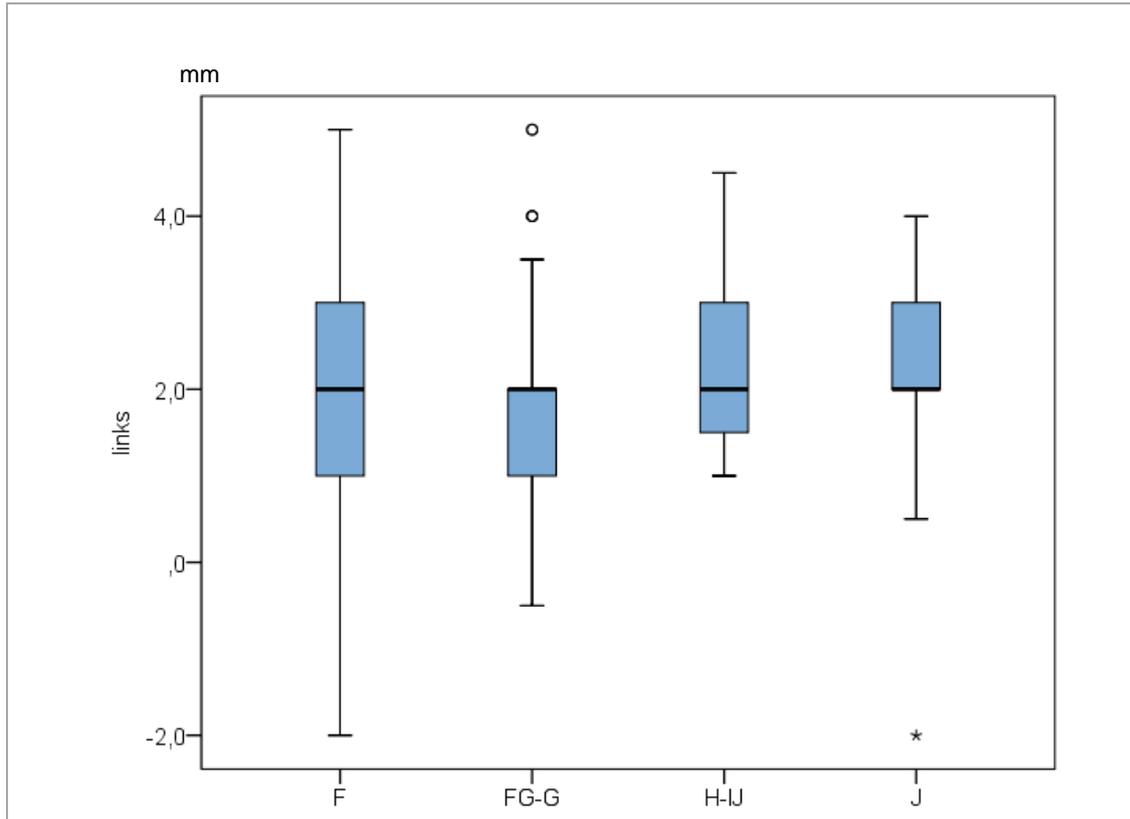


Abbildung 8.43 Ausmaß des Overbites (in mm) für die rechte und linke Seite in den einzelnen Subgruppen („F“ bis „FG - G“) nach Abschluss der Nachbeobachtungsphase (T3). Subgruppe „F“ (n=60 rechts und 59 n=links von 125); Subgruppe „FG - G“ (n=78 von 201); Subgruppe „H - IJ“ (n=71 rechts und n=70 links von 136) und Subgruppe „J“ (n=21 von 43).

### 8.3.3 Molarenrelation

#### **Subgruppenanalyse hinsichtlich der Molarenrelation**

Da sich die zweite Subgruppenanalyse auf die maximale sagittale Ausprägung der Okklusion stützt, sei an dieser Stelle auf die exakte Darstellung der Molarenverzahnung verzichtet.

### Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife

Zu Behandlungsbeginn (T1) verteilen sich die Patienten hinsichtlich der individuellen Ausprägung der Malokklusion gleichmäßig auf die einzelnen Subgruppen. So lag der Median in allen vier Gruppen unabhängig von der skelettalen Reife sowohl auf der rechten als auch auf der linken Seite bei einer  $\frac{3}{4}$  Pb distal (Abbildung 8.44). Da sich Patienten mit einer Subdivision auf alle vier untersuchten Subgruppen verteilen, kam es hierbei entsprechend in allen vier Gruppen auch zur Darstellung negativer, dementsprechend mesialer Ausprägungen der Molarenverzahnung.

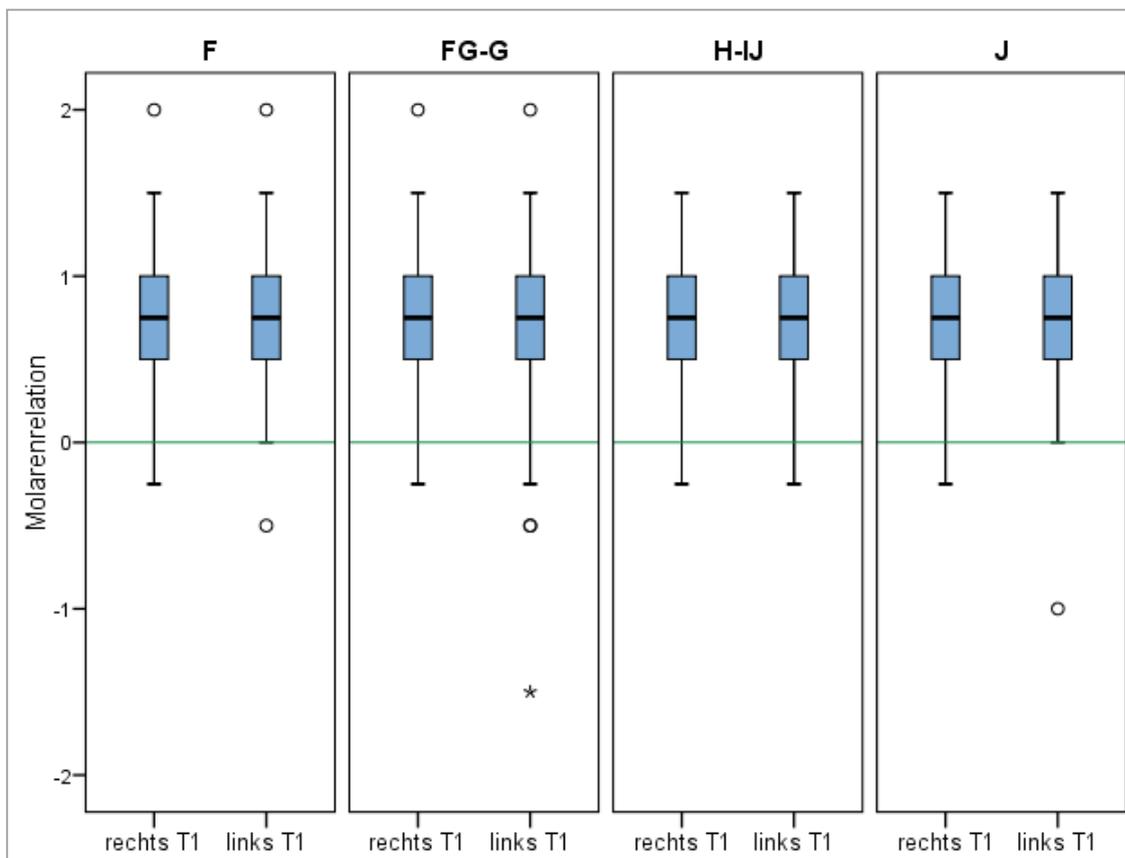


Abbildung 8.44 Verteilung der Patienten in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der gemessenen Molarenrelation zu Behandlungsbeginn (T1). Die Darstellung zeigt jeweils die rechte und linke Seite. Positive Werte stehen für eine Abweichung der Molarenverzahnung nach distal, negative nach mesial. Eine neutrale Verzahnung liegt bei null (grüne Linie) vor. Subgruppe „F“ (n= 119 rechts und 115 links von 125), „FG - G“ (n=195 rechts und 193 links von 201), „H - IJ“ (n=131 rechts und 130 links von 136) und „J“ (n=41 rechts und 38 links von 43).

Durch die erfolgte Herbst-Multibracket-Behandlung (T2) konnte in allen Subgruppen das Ausmaß der Distalokklusion reduziert werden. So stellte sich, mit Ausnahme der Subgruppe „J“, im Mittel eine neutrale Molarenrelation hergestellt werden (Abbildung 8.45). Die erwachsenen Patienten („J“) wiesen eine leichte Überkorrektur der Molarenverzahnung auf, so dass der Median im negativen Bereich angesiedelt war.

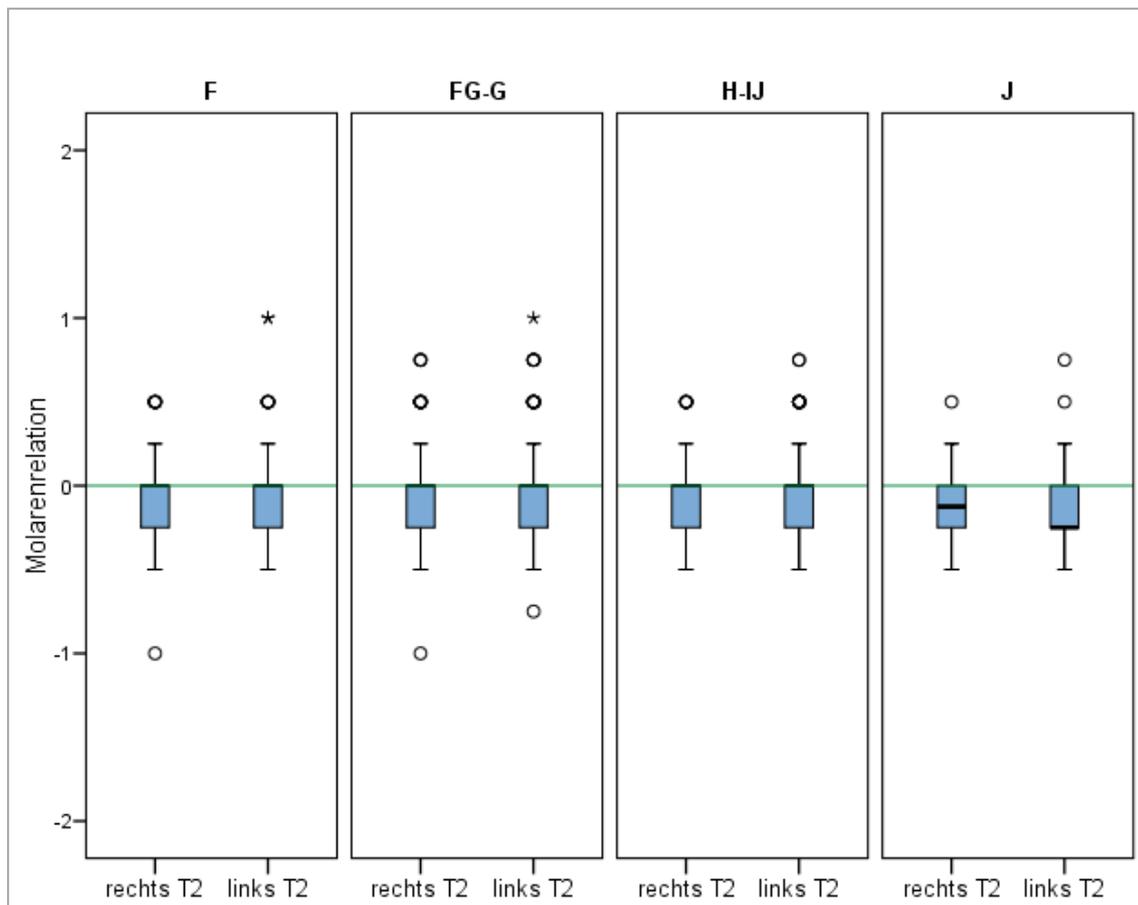


Abbildung 8.45 Verteilung der Patienten in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der gemessenen Molarenrelation nach erfolgter Behandlung (T2). Die Darstellung zeigt jeweils die rechte und linke Seite. Positive Werte stehen für eine Abweichung der Molarenverzahnung nach distal, negative nach mesial. Eine neutrale Verzahnung liegt bei null (grüne Linie) vor. Subgruppe „F“ (n=119 rechts und 118 links von 125), Subgruppe „FG - G“ (n=192 von 201), Subgruppe „H - IJ“ (n=131 rechts und 130 links von 136) und Subgruppe „J“ (n=41 rechts und 39 links von 43).

Auch nach der mindesten 24 monatigen Nachbeobachtungsphase (T3) blieb es in allen Subgruppen bei einer reduzierten Ausprägung der Distalokklusion (Abbildung 8.46). So zeigte sich auch zu diesem Untersuchungszeitpunkt eine vorwiegend neutrale Verzahnung in allen Subgruppen auf jeweils beiden Seiten. In den Subgruppen „FG - G“ und „H - IJ“ konnte für über 50% der Patienten eine neutrale Verzahnung der Molaren erzielt werden („FG - G“: 57,0%, „H - IJ“: 50,7%).

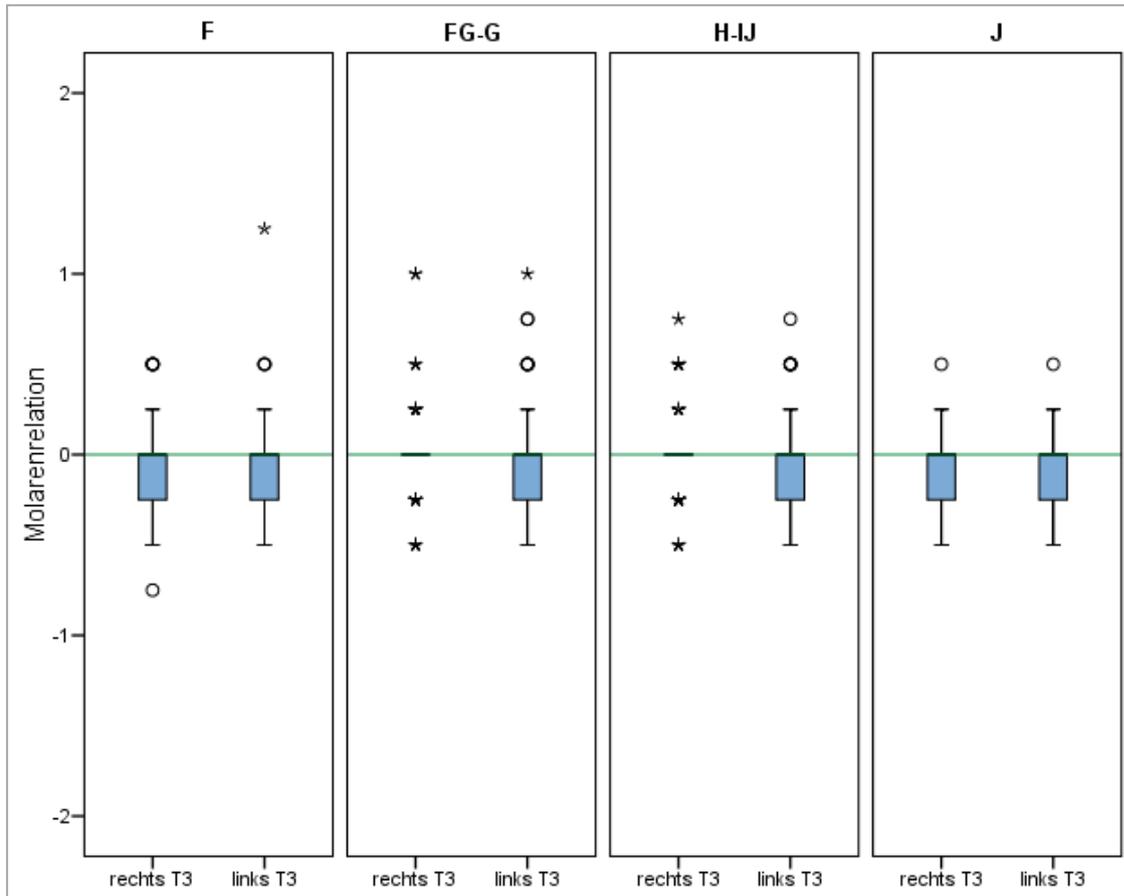


Abbildung 8.46 Verteilung der Patienten in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der gemessenen Molarenrelation am Ende der Nachbeobachtungsphase (T3). Die Darstellung zeigt jeweils die rechte und linke Seite. Positive Werte stehen für eine Abweichung der Molarenverzahnung nach distal, negative nach mesial. Eine neutrale Verzahnung liegt bei null (grüne Linie) vor. Subgruppe „F“ (n=60 von 125), Subgruppe „FG - G“ (n=79 von 201), Subgruppe „H - IJ“ (n=71 rechts 69 links von 136) und Subgruppe „J“ (n=20 rechts und 18 links von 43).

### 8.3.4 Eckzahnrelation

#### Subgruppenanalyse hinsichtlich der Molarenrelation

In der ersten Subgruppenanalyse hinsichtlich der maximalen Ausprägung der sagittalen Malokklusion, zeigte sich eine anfängliche Ausprägung der Eckzahnrelation (T1), die dem Ausmaß der distalen Molarenverzahnung entsprach (Abbildung 8.47). So stieg die durchschnittliche distale Relation der Eckzähne mit Zunahme der Distalokklusion im Molarenbereich ebenfalls an (Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ - „ $>1$ “). In der Schnittmengengruppe „Subdivision“ lag der anfängliche Median beidseits bei einer  $\frac{1}{2}$  Pb distal.

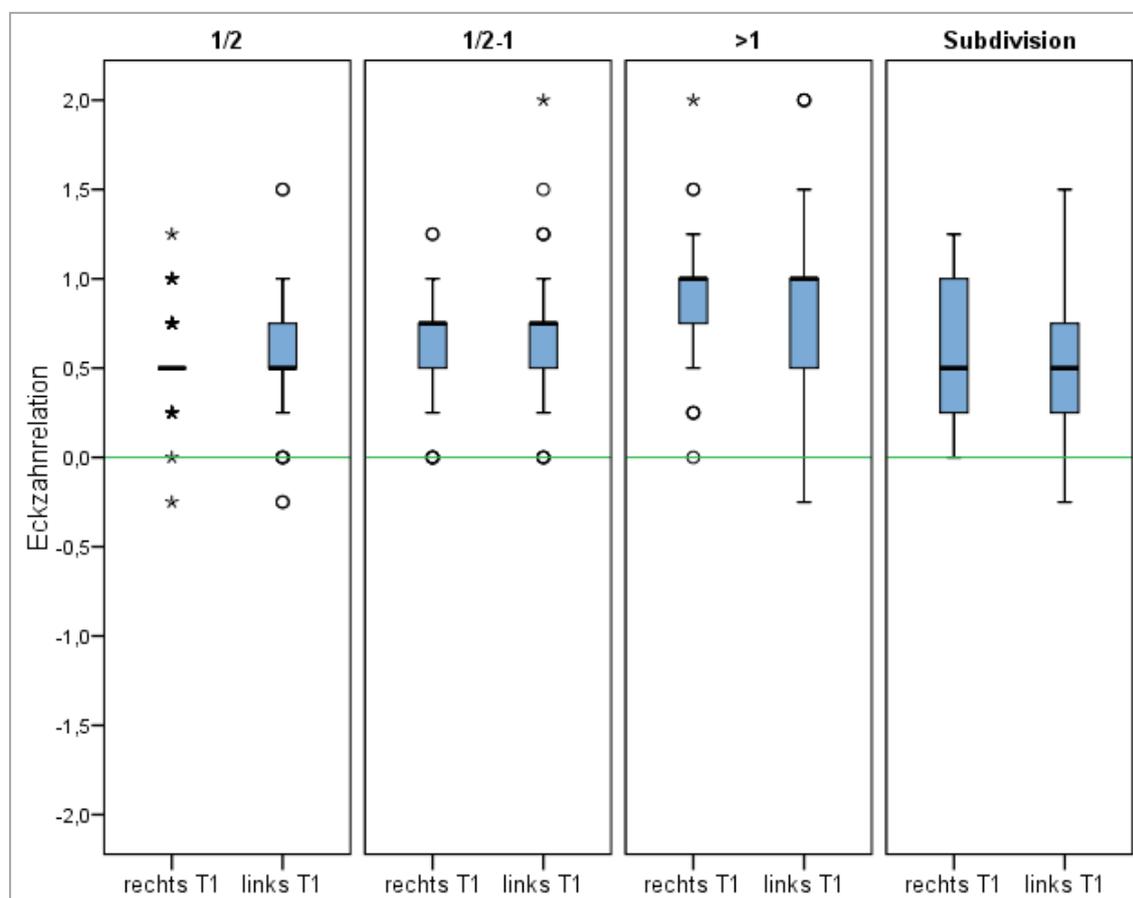


Abbildung 8.47 Verteilung der Patienten in den einzelnen Gruppen hinsichtlich der gemessenen Eckzahnrelation zu Behandlungsbeginn (T1). Die Darstellung zeigt jeweils die rechte und linke Seite. Positive Werte stehen für eine Abweichung der Eckzahnverzahnung nach distal, negative nach mesial. Eine neutrale Verzahnung liegt bei null (grüne Linie) vor. Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ (n= 82 von 85 ), „ $\frac{1}{2}$  - 1“ (n=322 rechts und 327 links von 337), „ $>1$ “ (n=64 von 68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n=61 rechts und 65 links von 67).

Nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2) konnte die Eckzahnrelation zwar in allen Subgruppen deutlich korrigiert werden, jedoch blieb sie im Mittel bei einer  $\frac{1}{4}$  Pb distal (Abbildung 8.48). Dementsprechend war hier auch der Median in allen Patientengruppen, mit Ausnahme der Gruppe „ $\frac{1}{2}$ “, bei der er auf der rechten Seite neutral ausfiel, angesiedelt.

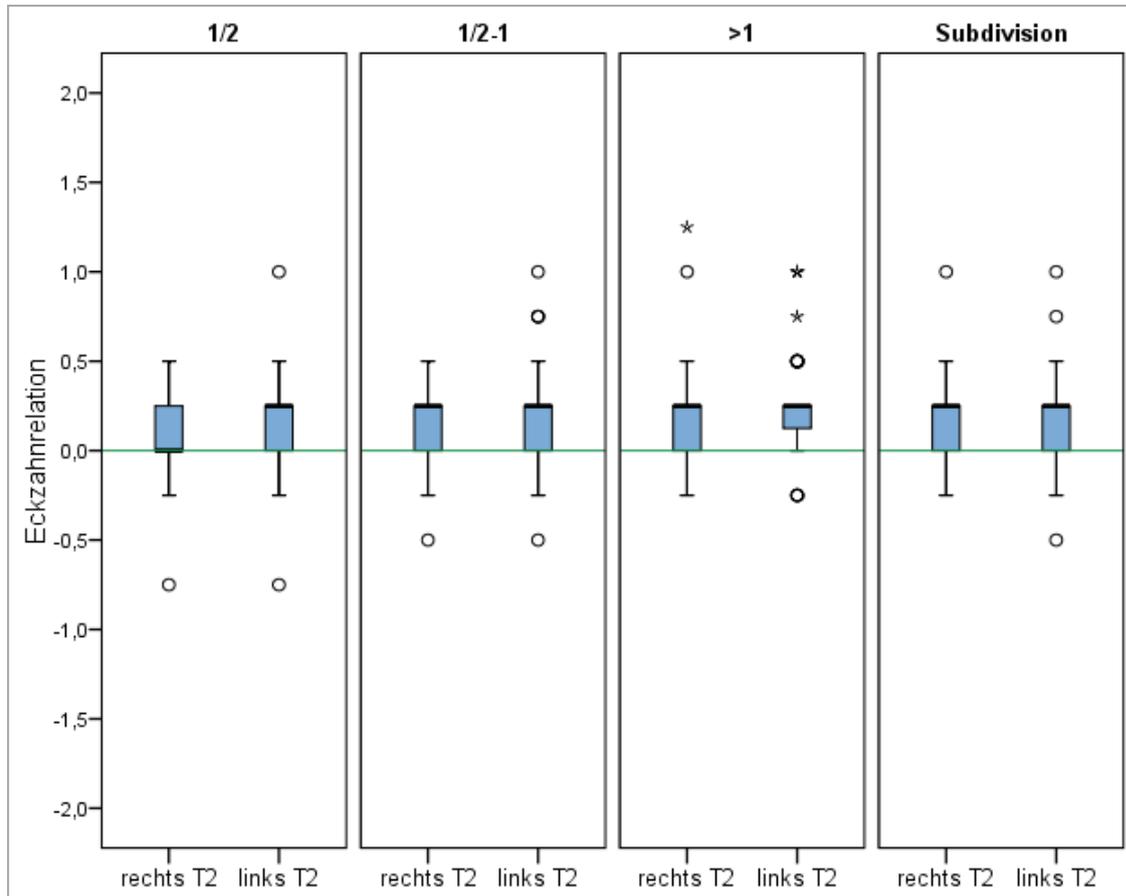


Abbildung 8.48 Verteilung der Patienten in den einzelnen Gruppen hinsichtlich der gemessenen Eckzahnrelation nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2). Die Darstellung zeigt jeweils die rechte und linke Seite. Positive Werte stehen für eine Abweichung der Eckzahnverzahnung nach distal, negative nach mesial. Eine neutrale Verzahnung liegt bei null (grüne Linie) vor. Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ (n= 84 von 85 ), „ $\frac{1}{2} - 1$ “ (n=335 von 337), „>1“ (n=67 von 68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n= 67).

Während der mindestens 24 monatigen Nachbeobachtungsphase blieb die erzielte Eckzahnrelation weitestgehend stabil (Abbildung 8.49). Der Median in der Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ stieg auf der rechten Seite auf eine  $\frac{1}{4}$  Pb distal an. Auch in der Subgruppe mit starker Ausprägung der sagittalen Malokklusion („ $>1$ “) konnte tendenziell eine leichte Verschlechterung der Eckzahnverzahnung im Vergleich zur Situation unmittelbar nach der Behandlung festgestellt werden. Zwar lag der Median hier nach wie vor auf beiden Seiten bei einer  $\frac{1}{4}$  Pb distal, doch die Varianz veränderte sich deutlich. Insgesamt konnte zu T3 in allen Gruppen ein Median von  $\frac{1}{4}$  Pb distal beobachtet werden.

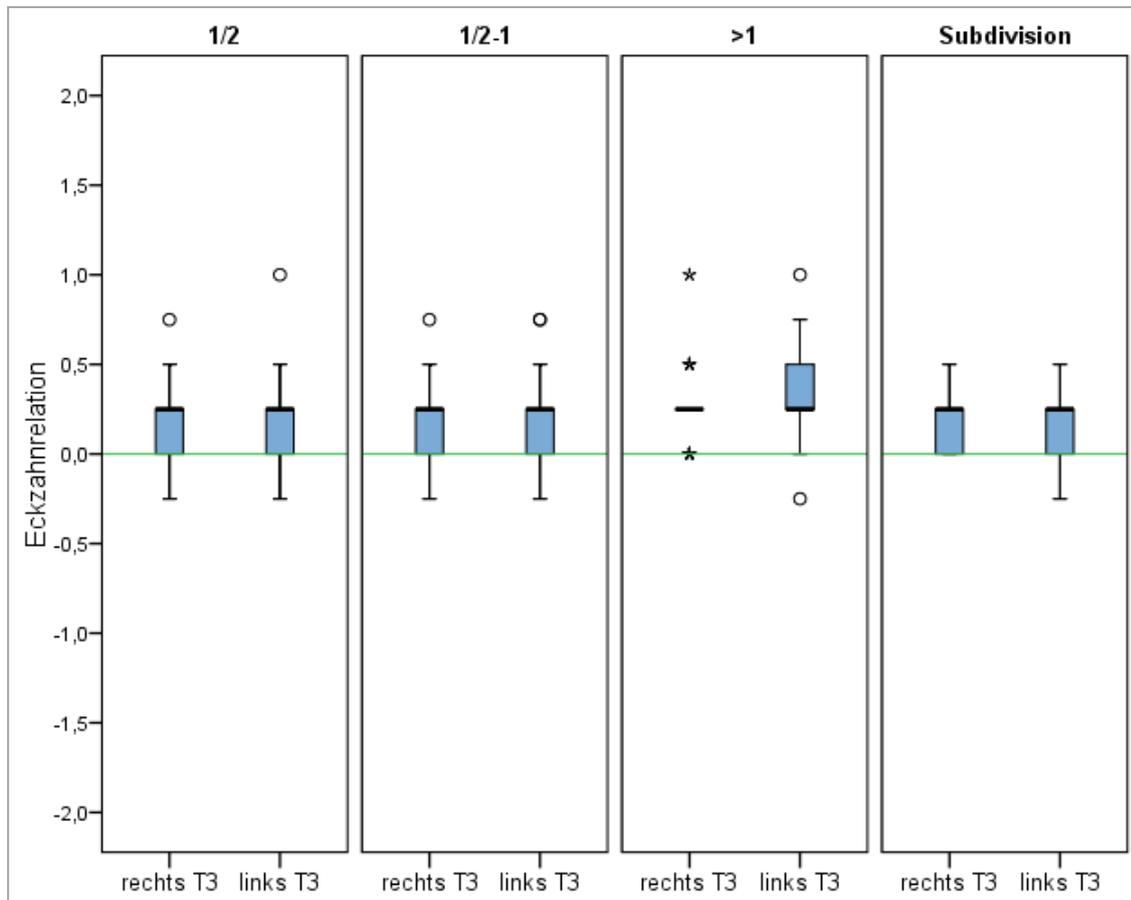


Abbildung 8.49 Verteilung der Patienten in den einzelnen Gruppen hinsichtlich der gemessenen Eckzahnrelation am Ende der Nachbeobachtungsphase (T3). Die Darstellung zeigt jeweils die rechte und linke Seite. Positive Werte stehen für eine Abweichung der Eckzahnverzahnung nach distal, negative nach mesial. Eine neutrale Verzahnung liegt bei null (grüne Linie) vor. Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ (n=41 von 85), „ $\frac{1}{2} - 1$ “ (n=159 rechts und 158 links von 337), „ $>1$ “ (n=31 rechts und 30 links von 68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n= 29 von 67).

**Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife**

Zu Behandlungsbeginn (T1) lag der Median, wie auch im Falle der Molarenrelation, in allen vier Subgruppen sowohl auf der rechten als auch auf der linken Seite bei einer  $\frac{3}{4}$  Pb distal (Abbildung 8.50). Dabei verteilten sich die Patienten hinsichtlich der individuellen Ausprägung der Malokklusion sowohl im direkten Seitenvergleich als auch unter den einzelnen Subgruppen unterschiedlich, so dass sich die Varianz der einzelnen Boxplotdiagramme deutlich unterschied.

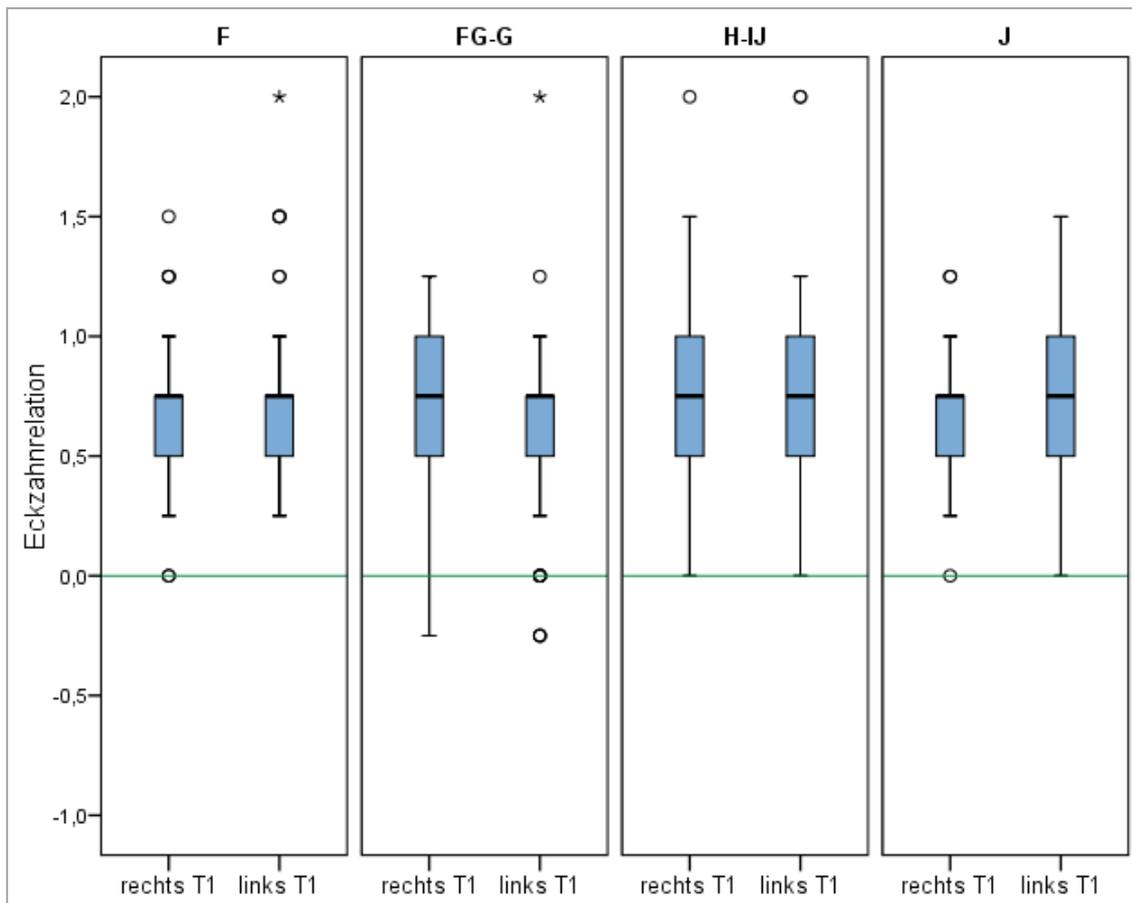


Abbildung 8.50 Verteilung der Patienten in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der gemessenen Eckzahnrelation zu Behandlungsbeginn (T1). Die Darstellung zeigt jeweils die rechte und linke Seite. Positive Werte stehen für eine Abweichung der Eckzahnverzahnung nach distal, negative nach mesial. Eine neutrale Verzahnung liegt bei null (grüne Linie) vor. Subgruppe „F“ (n=114 rechts und 112 links von 125), „FG - G“ (n=182 rechts und 187 links von 201), „H - IJ“ (n=129 rechts und 131 von 136) und „J“ (n=42 von 43).

In allen Subgruppen konnte eine deutliche Verbesserung der Ausprägung der distalen Eckzahnrelation erreicht werden (T2). So ergab sich nach erfolgter Behandlung der noch heranwachsenden Patienten für Patienten der Subgruppen „F“ und „FG - G“ eine beidseitige und für Patienten der Subgruppe „H - IJ“ eine einseitige Eckzahnrelation von einer  $\frac{1}{4}$  Pb distal (Abbildung 8.51). Ausschließlich für die ausgewachsenen Patienten („J“) ergab sich zum Zeitpunkt T2 eine neutrale Verzahnung der Eckzähne auf beiden Seiten.

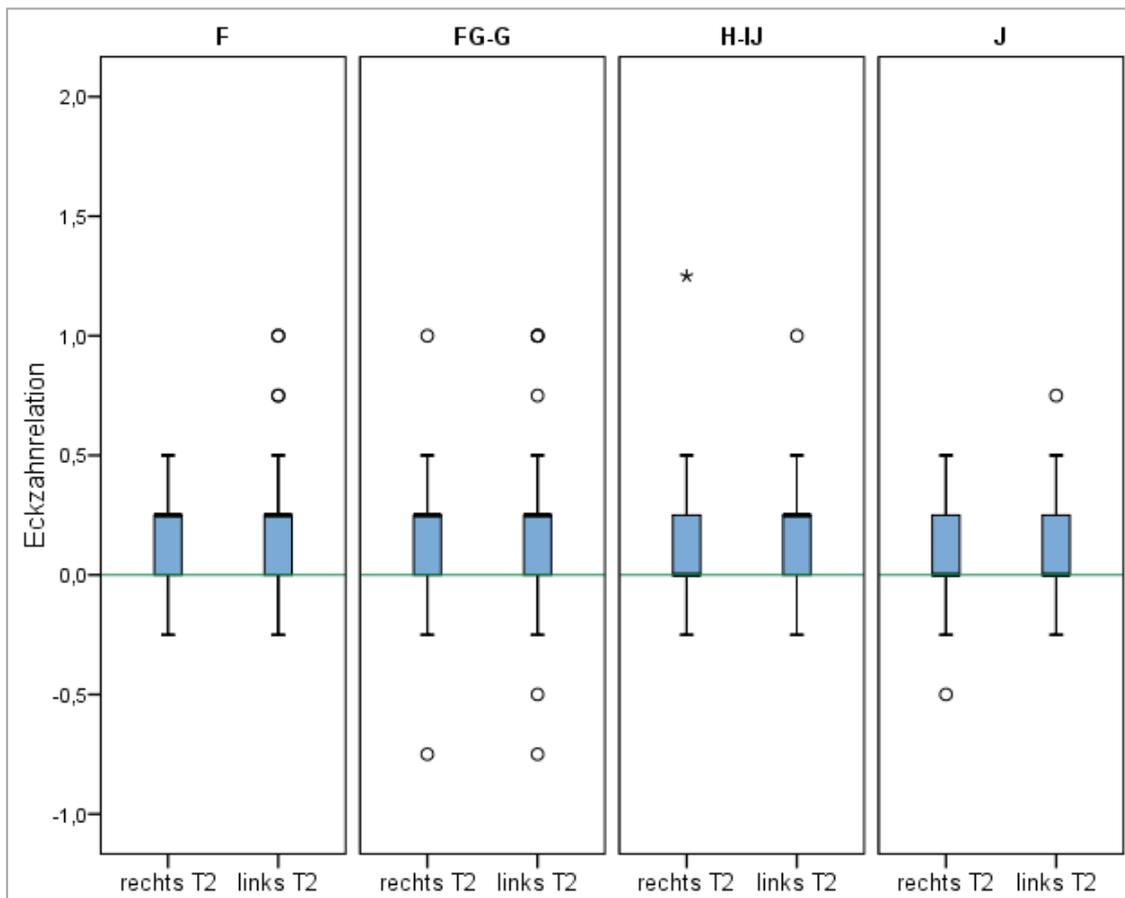


Abbildung 8.51 Verteilung der Patienten in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der gemessenen Eckzahnrelation nach erfolgter Behandlung (T2). Die Darstellung zeigt jeweils die rechte und linke Seite. Positive Werte stehen für eine Abweichung der Molarenverzahnung nach distal, negative nach mesial. Eine neutrale Verzahnung liegt bei null (grüne Linie) vor. Subgruppe „F“ (n=119 von 125), Subgruppe „FG - G“ (n=193 rechts und 192 links von 201), Subgruppe „H - IJ“ (n=133 von 136) und Subgruppe „J“ (n=42 von 43).

Eine Veränderung des Medianes trat zum Zeitpunkt T3 in zwei Patientengruppen auf - in der Subgruppen „H - IJ“ rechts- und in der Gruppe „J“ linksseitig (Abbildung 8.52). Dieser stieg in beiden Subgruppen geringfügig auf eine  $\frac{1}{4}$  Pb distal an. Während in der Patientengruppe mit Restwachstum („H - IJ“) nun beide Seiten den gleichen Median ( $\frac{1}{4}$  Pb distal) aufwiesen, ergab sich in der Subgruppe „J“ nach erfolgter Nachbeobachtungsphase eine Seitendifferenz von einer  $\frac{1}{4}$  Pb. Für die restlichen Subgruppen blieben die zu T2 erreichten Eckzahnrelationen nahezu unverändert und somit bei einer  $\frac{1}{4}$  Pb distal.

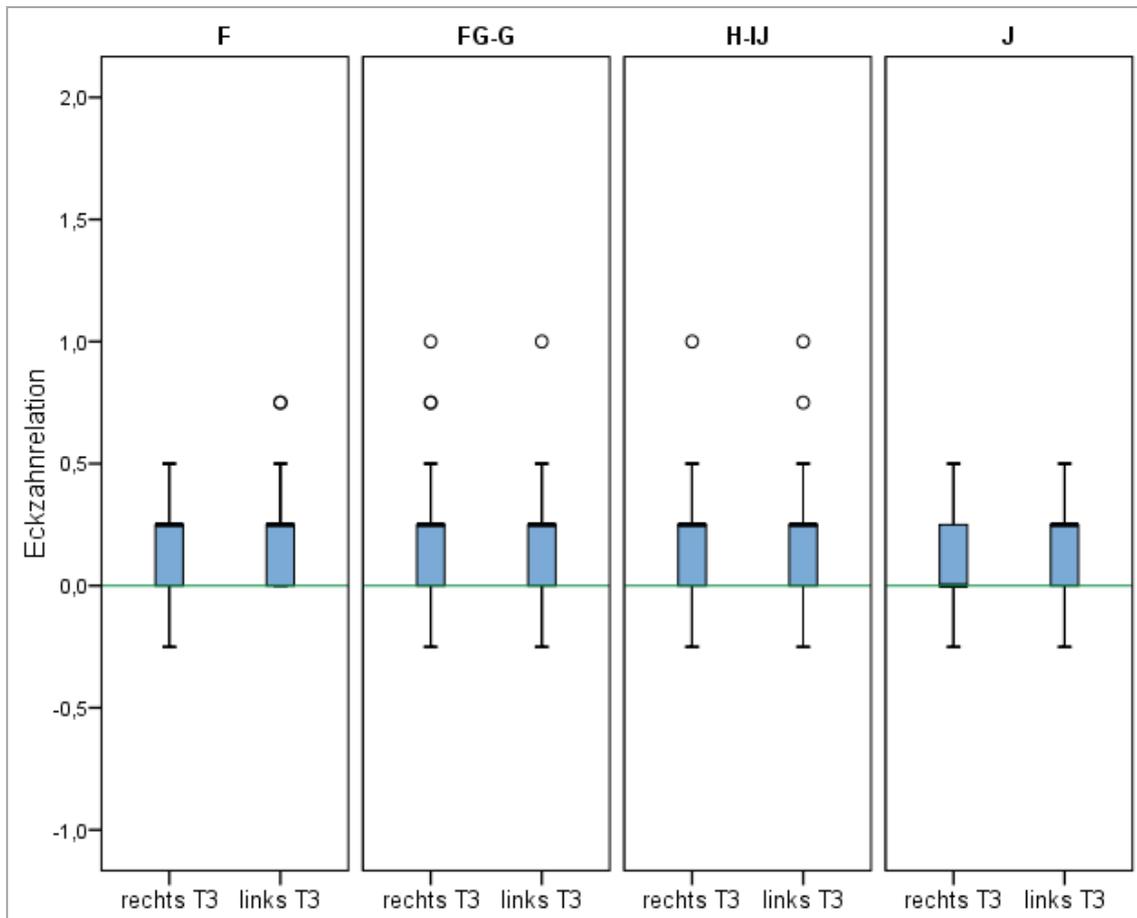


Abbildung 8.52 Verteilung der Patienten in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der gemessenen Eckzahnrelation am Ende der Nachbeobachtungsphase (T3). Die Darstellung zeigt jeweils die rechte und linke Seite. Positive Werte stehen für eine Abweichung der Molarenverzahnung nach distal, negative nach mesial. Eine neutrale Verzahnung liegt bei null (grüne Linie) vor. Subgruppe „F“ (n=60 von 125), Subgruppe „FG - G“ (n=78 von 201), Subgruppe „H - IJ“ (n=71 von 136) und Subgruppe „J“ (n=21 von 43).

### 8.3.5 Rezessionen

Wie bereits in der Untersuchung des Gesamtpatientengutes beschrieben (Kapitel 7.6), kam es zum Untersuchungszeitpunkt T2 zu einem starken Anstieg an nicht beurteilbaren gingivalen Situationen. Da nahezu die Hälfte der Patienten am Ende der Herbst-Multibracket-Behandlung (T2) nicht zuverlässig beurteilt werden konnten, wurden auch in der Subgruppenuntersuchung lediglich die Ausgangssituation (T1) und die Situation am Ende der Nachbeobachtungsphase (T3) beurteilt.

Als nicht beurteilbar wurden nicht sicher beurteilbare, gingivale Situationen am Modellpaar angesehen.

### Subgruppenanalyse hinsichtlich der Molarenrelation

Während zu Behandlungsbeginn (T1) die absolute Mehrheit der Patienten, nämlich in allen Gruppen über 75% der Patienten, keine Rezessionen aufwiesen, veränderte sich dies im Laufe der Behandlung (Tabelle 8.25). Dennoch zeigten über die Hälfte der Patienten in allen untersuchten Gruppen, mit Ausnahme der Subgruppe „>1“, auch am Ende der Nachbeobachtungsphase keine Rezessionen auf. Aber auch in der Subgruppe mit deutlicher Ausprägung der sagittalen Malokklusion („>1“) fiel dieser Patientenanteil mit 48,4% noch relativ hoch aus.

Eine Zunahme an Rezessionen aufweisenden Patienten konnte in jeder der vier Gruppen beobachtet werden (T1 zu T3). Zum Ende der Gesamtbehandlung (T3) fiel der Anteil an Patienten mit Rezessionen in Subgruppe „>1“ am höchsten und in der Schnittmengengruppe „Subdivision“ am geringsten aus.

*Tabelle 8.25 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit an Patienten ohne bzw. mit Rezessionen (Rez), mit im Ausmaß unveränderten Rezessionen und mit nicht beurteilbaren gingivalen Verhältnissen zu den beiden Zeitpunkten (T1 und T3).*

Gruppe	Zeitpunkt	Keine Rez		Rez vorhanden		Rez unverändert		Nicht beurteilbar	
		n	%	n	%	n	%	n	%
½	T1	68	80,0	12	14,1	-	-	5	5,9
	T3	22	53,7	14	34,1	5	12,2	-	-
½ - 1	T1	267	79,2	45	13,4	-	-	25	7,4
	T3	91	57,2	51	32,1	14	8,8	3	1,9
>1	T1	55	80,9	10	14,7	-	-	3	4,4
	T3	15	48,4	12	38,7	3	9,7	1	3,2
Subdivision	T1	53	79,1	10	14,9	-	-	4	6,0
	T3	18	62,1	9	31,0	2	6,9	-	-

Welche Zähne insbesondere von Rezessionen betroffen waren, ist für die einzelnen Gruppen in den Abbildung 8.53 bis Abbildung 8.56 dargestellt. Wie bereits der Tabelle 8.25 entnommen werden konnte, stieg die Anzahl der Patienten, die Rezessionen aufwiesen zum Zeitpunkt T3 deutlich an. Dieses Ergebnis zeigte sich dementsprechend auch für die Verteilung auf die einzelnen Zähne (Abbildung 8.53 bis Abbildung 8.56). Insgesamt zeigten aber lediglich zwischen 4,3% und 7,6% der jeweils beurteilten Zähne am Ende der Nachbeobachtungsphase (T3) Rezessionen auf.

In der Subgruppe „1/2“ wiesen zu Behandlungsbeginn 1,4% der Zähne Rezessionen auf. Dieser Anteil stieg im Laufe der Behandlung an und betrug am Ende der Nachbeobachtungsphase (T3) 7,6% (Abbildung 8.53). Dies war der höchste Wert, der in den vier Gruppen, die hinsichtlich der Ausprägung der sagittalen Molarenrelation untersucht wurden, festgestellt werden konnte.

Im Oberkiefer konnte eine deutliche Zunahme an den oberen lateralen Inzisiven sowie den Eckzähnen als auch den ersten Prämolaren beobachtet werden (Abbildung 8.53). Im Unterkiefer konnte diese Zunahme insbesondere an den Front- und Eckzähnen beobachtet werden, wobei die linke Seite geringfügig stärker betroffen war, als die rechte Seite. Die Rezessionen aufweisenden unteren Frontzähne machten dabei 2,6% aller untersuchten Zähne aus. Dennoch blieb der Anteil an Rezessionen je Zahn in Bezug zur Gesamtanzahl an untersuchten Zähnen (T1: 2346 Zähne und T3: 1135 Zähne) stets unter 1%.

## Ergebnisse Subgruppenanalyse

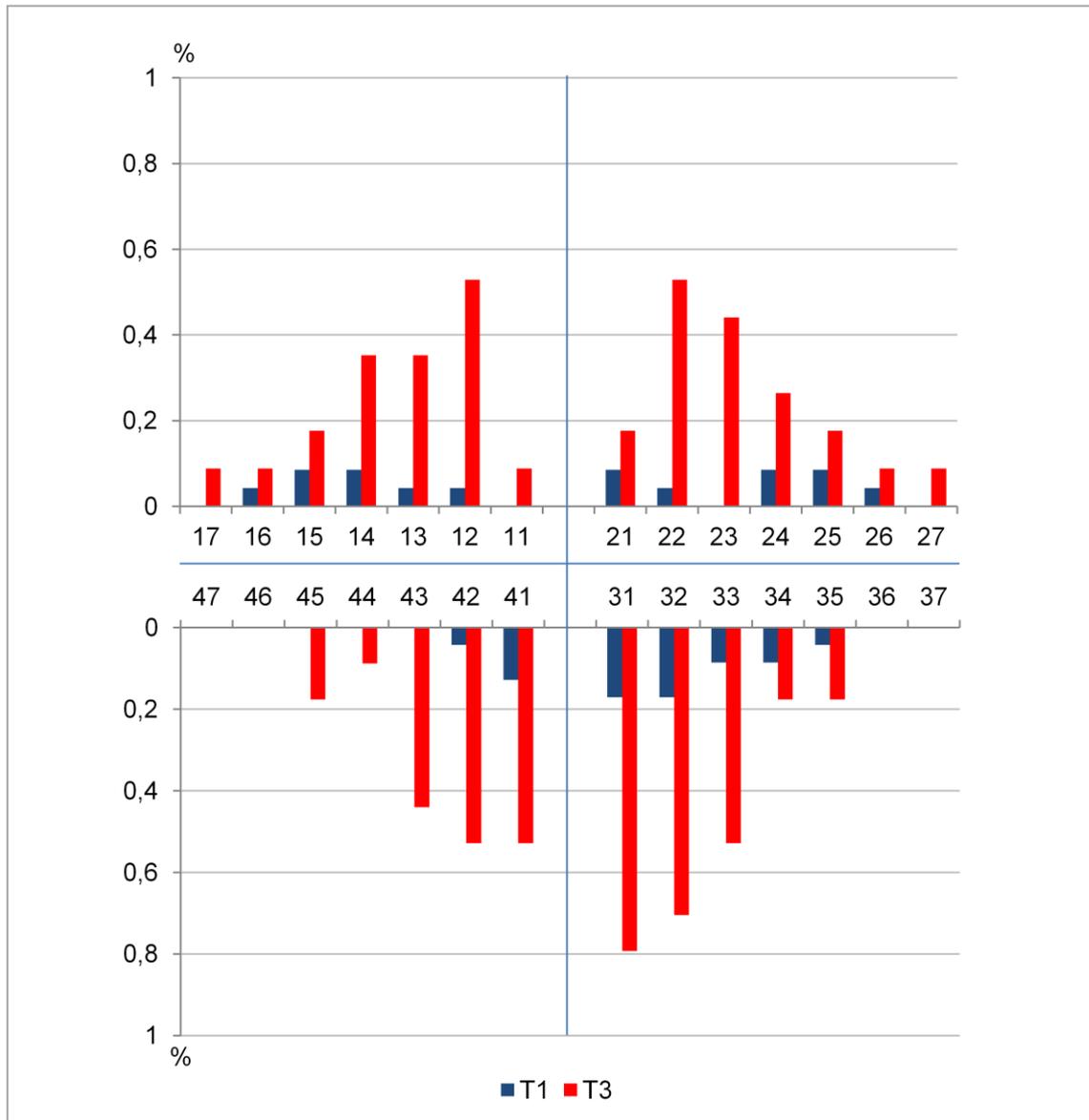


Abbildung 8.53 Prozentuale Häufigkeit an Rezessionen je Zahn (n) für die untersuchte Subgruppe „1/2“ zu den Zeitpunkten **T1** (n=2346 Zähne) und **T3** (n=1135 Zähne).

In der patientenstärksten Subgruppe „½ - 1“ wiesen zu Behandlungsbeginn 1% der Zähne Rezessionen auf. Dieser Wert stieg nach erfolgter Nachbeobachtungsphase (T3) auf 4,5% der Zähne an (Abbildung 8.54). Im Oberkiefer nahm der Anteil an Zähnen mit Rezessionen, mit Ausnahme der zweiten Molaren (Zähne 17 und 27), gleichmäßig zu. Im Unterkiefer zeigten vor allem die Frontzähne Rezessionen auf. Insgesamt machten die Rezessionen aufweisenden unteren Frontzähne lediglich 1,9% aller untersuchten Zähne (T3) in dieser Subgruppe aus.

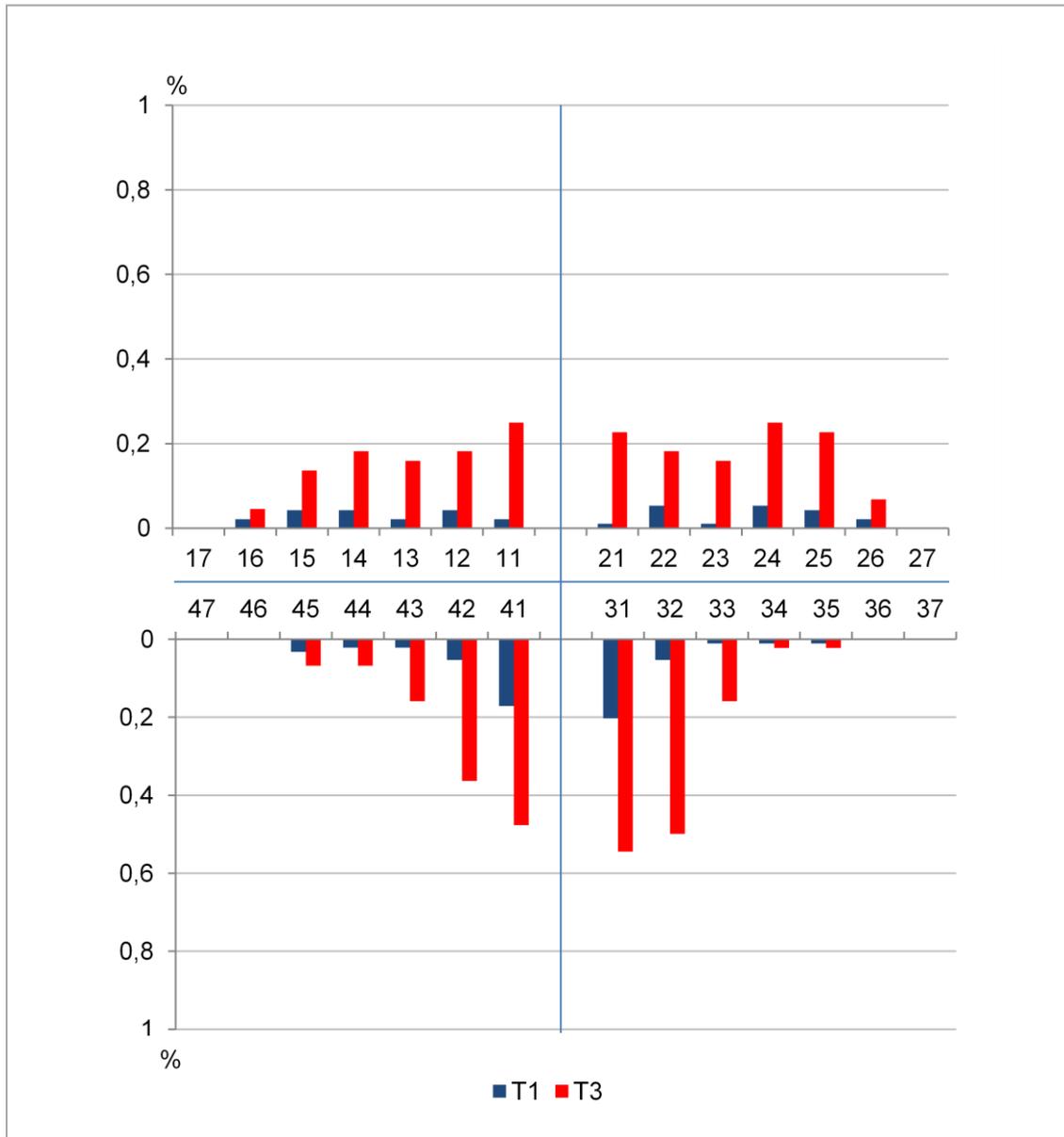


Abbildung 8.54 Prozentuale Häufigkeit an Rezessionen je Zahn (n) für die untersuchte Subgruppe „½ - 1“ zu den Zeitpunkten T1 (n=9354 Zähne) und T3 (n=4406 Zähne).

Zu Behandlungsbeginn lag der Anteil an Rezessionen aufweisenden Zähnen in der Subgruppe „>1“ bei lediglich 0,9%. Hierbei zeigten sich die Rezessionen nur an vereinzelt Zähnen (Abbildung 8.55). Am Ende der passiven Behandlungsphase (T3) wiesen 5,0% der Zähne Rezessionen auf. Diese konzentrierten sich im Oberkiefer vor allem auf die ersten Prämolaren und im Unterkiefer erneut auf die Frontzähne (2,1%), wobei die Prävalenz rechtsseitig etwas größer ausfiel.

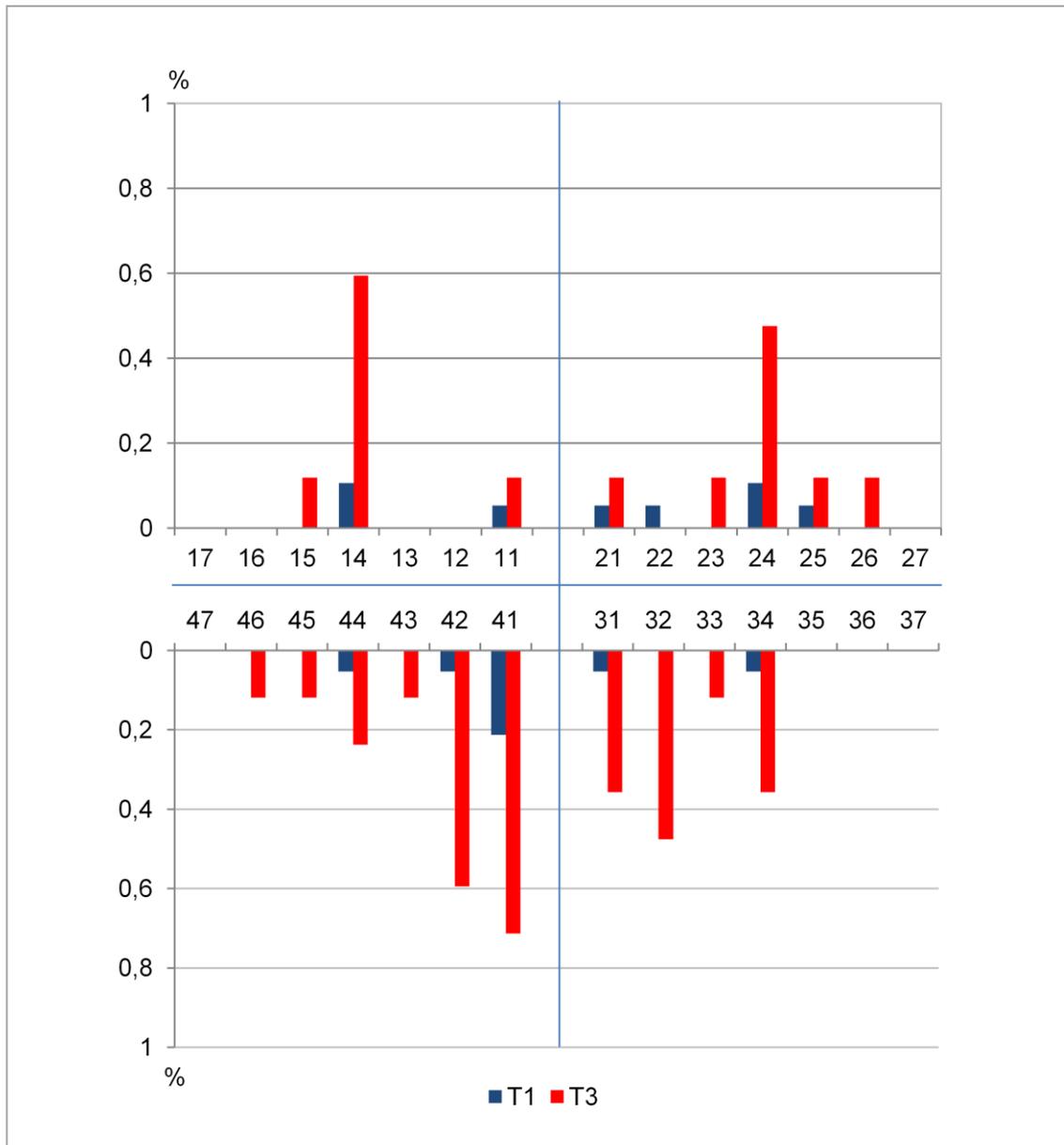


Abbildung 8.55 Prozentuale Häufigkeit an Rezessionen je Zahn (n) für die untersuchte Subgruppe „>1“ zu den Zeitpunkten T1 (n=1880 Zähne) und T3 (n=841 Zähne).

## Ergebnisse Subgruppenanalyse

Die Zunahme der Rezessionen im Laufe der Behandlung und Nachbeobachtungsphase konnte auch in der Schnittmengengruppe „Subdivision“ festgestellt werden (Abbildung 8.56). Während anfänglich (T1) 1,6% der beurteilten Zähne Rezessionen aufwiesen, waren es nach Abschluss der Nachbeobachtungsphase (T3) 4,3%. Diese Zunahme zeigte sich im Oberkiefer vor allem an den Prämolaren und im Unterkiefer, wie auch in den Gruppen zuvor, an den Frontzähnen (2,0%).

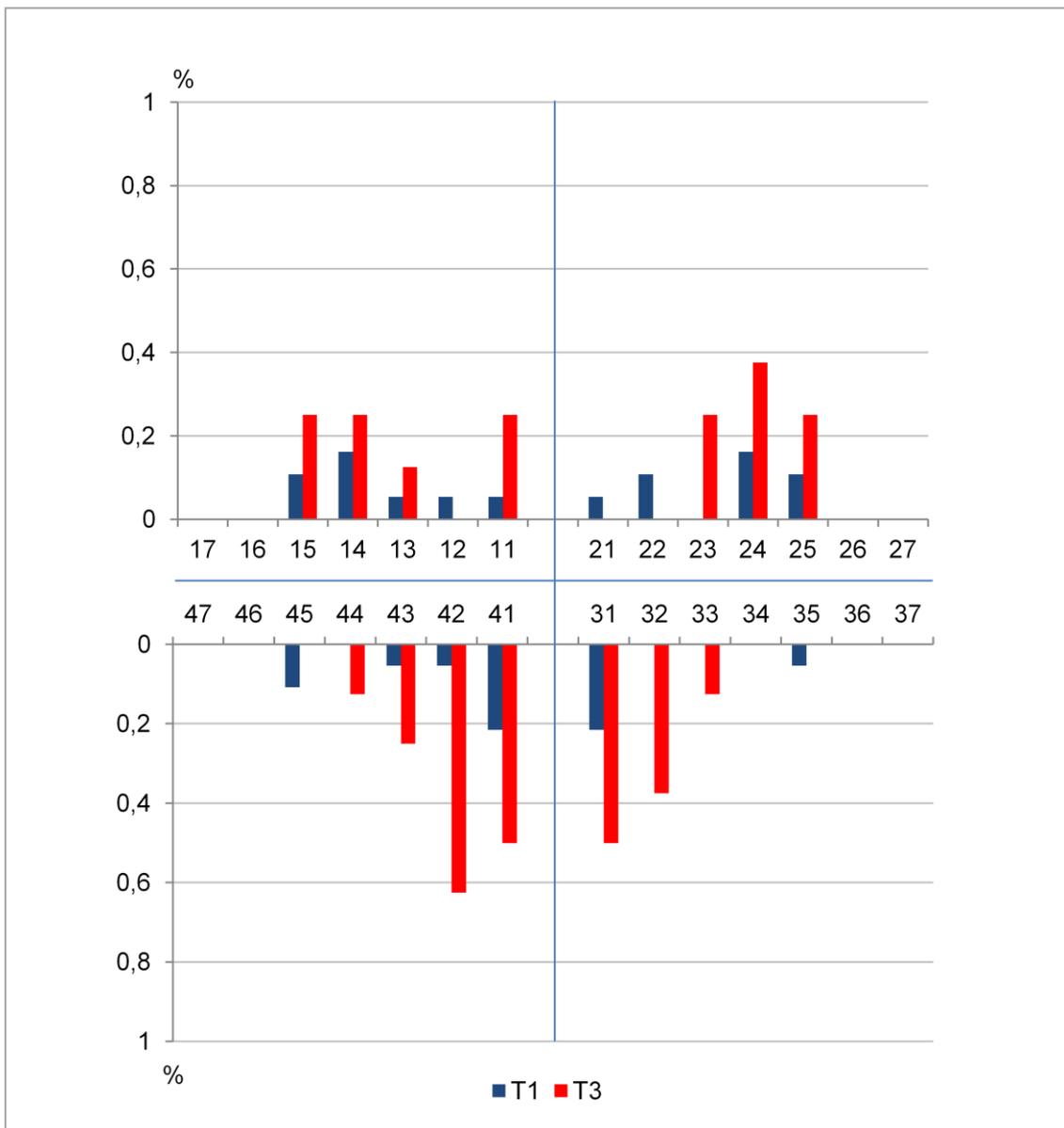


Abbildung 8.56 Prozentuale Häufigkeit an Rezessionen je Zahn (n) für die untersuchte Schnittmengengruppe „Subdivision“ zu den Zeitpunkten T1 (n=1854 Zähne) und T3 (n=799 Zähne).

**Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife**

Der Anteil an Patienten mit Rezessionen stieg in allen vier Subgruppen während der Behandlung (T1 zu T3) kontinuierlich an (Tabelle 8.26). Während der Patientenanteil, der Rezessionen aufwies, zu Behandlungsbeginn (T1=16,7%) in Subgruppe „J“ am größten war, fiel dieser am Ende der Nachbeobachtungsphase (T3=36,7%) in der Gruppe der Heranwachsenden („F“) am größten aus. Am Ende der Nachbeobachtungsphase (T3) machte der Anteil an im Ausmaß unveränderten Rezessionen den geringsten Teil aller beobachteten Rezessionen aus. In allen untersuchten Gruppen zeigte circa ein Drittel der Patienten (28,6 - 36,7%) neu aufgetretene gingivale Rezessionen (Tabelle 8.26, Spalte „Rezessionen vorhanden“).

*Tabelle 8.26 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit an Patienten ohne bzw. mit Rezessionen, mit im Ausmaß unveränderten Rezessionen und mit nicht beurteilbaren gingivalen Verhältnissen zu allen drei Zeitpunkten (T1, T2 und T3).*

Gruppe	Zeitpunkt	Keine Rezessionen		Rezessionen vorhanden		Rezessionen unverändert		Nicht beurteilbar	
		n	%	n	%	n	%	n	%
F	T1	93	78,2	16	13,4	-	-	10	8,4
	T3	34	56,7	22	36,7	4	6,7	-	-
FG - G	T1	155	79,5	25	12,8	-	-	15	7,7
	T3	45	57,0	27	34,2	6	7,6	1	1,3
H - IJ	T1	108	81,2	19	14,3	-	-	6	4,5
	T3	39	54,9	22	31,0	9	12,7	1	1,4
J	T1	33	78,6	7	16,7	-	-	2	4,8
	T3	10	47,6	6	28,6	3	14,3	2	9,5

## Ergebnisse Subgruppenanalyse

Die Verteilung der beobachteten Rezessionen ist für die beiden Untersuchungszeitpunkte (T1 und T3) subgruppenspezifisch in den Abbildung 8.57 bis Abbildung 8.60 dargestellt.

In der Subgruppe „F“ verteilten sich die gingivalen Rezessionen zu Behandlungsbeginn gleichmäßig über die Front- und Eckzähne sowie über die Prämolaren im Ober- und Unterkiefer (Abbildung 8.57). Insgesamt wiesen lediglich 0,8% aller Zähne Rezessionen auf. Am Ende der Nachbeobachtungsphase (T3) konnte eine geringfügige Konzentration auf die unteren Inzisiven beobachtet werden. Während zu T3 insgesamt 5,5% aller Zähne Rezessionen aufwiesen, machten die unteren Inzisiven lediglich 1,8% aller Zähne aus.

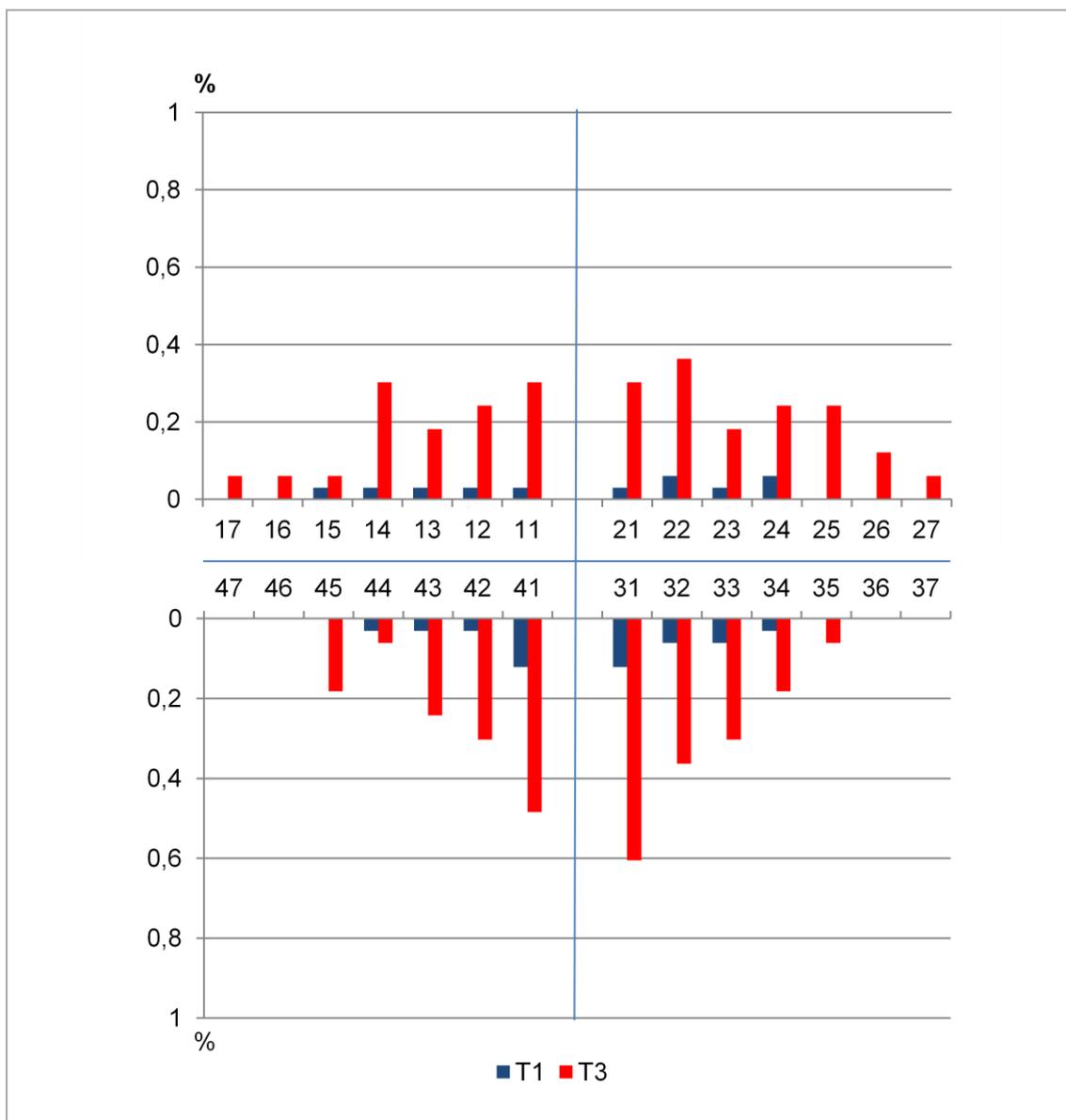


Abbildung 8.57 Prozentuale Häufigkeit an Rezessionen je Zahn (n) für die untersuchte Subgruppe „F“ zu den Zeitpunkten T1 (n=3302 Zähne) und T3 (n=1653 Zähne).

## Ergebnisse Subgruppenanalyse

In der Patientengruppe, die sich zu Behandlungsbeginn vor dem pubertären Wachstumsmaximum befanden („FG - G“) wiesen zu T1 bereits häufiger die unteren Frontzähne Rezessionen auf als dies die übrigen Zähne taten (Abbildung 8.58). Insgesamt machten diese 0,4% aller untersuchten Zähne aus, während insgesamt nur lediglich an 0,8% aller Zähne Rezessionen auftraten. Nach erfolgter Behandlung und Nachbeobachtung stieg nicht nur der Anteil an Zähnen mit Rezessionen insgesamt (5,5%) sondern auch der Anteil an unteren Frontzähnen, die Rezessionen aufwiesen auf 2,8%. Dies stellte die höchste Prävalenz in dieser Subgruppenuntersuchung dar.

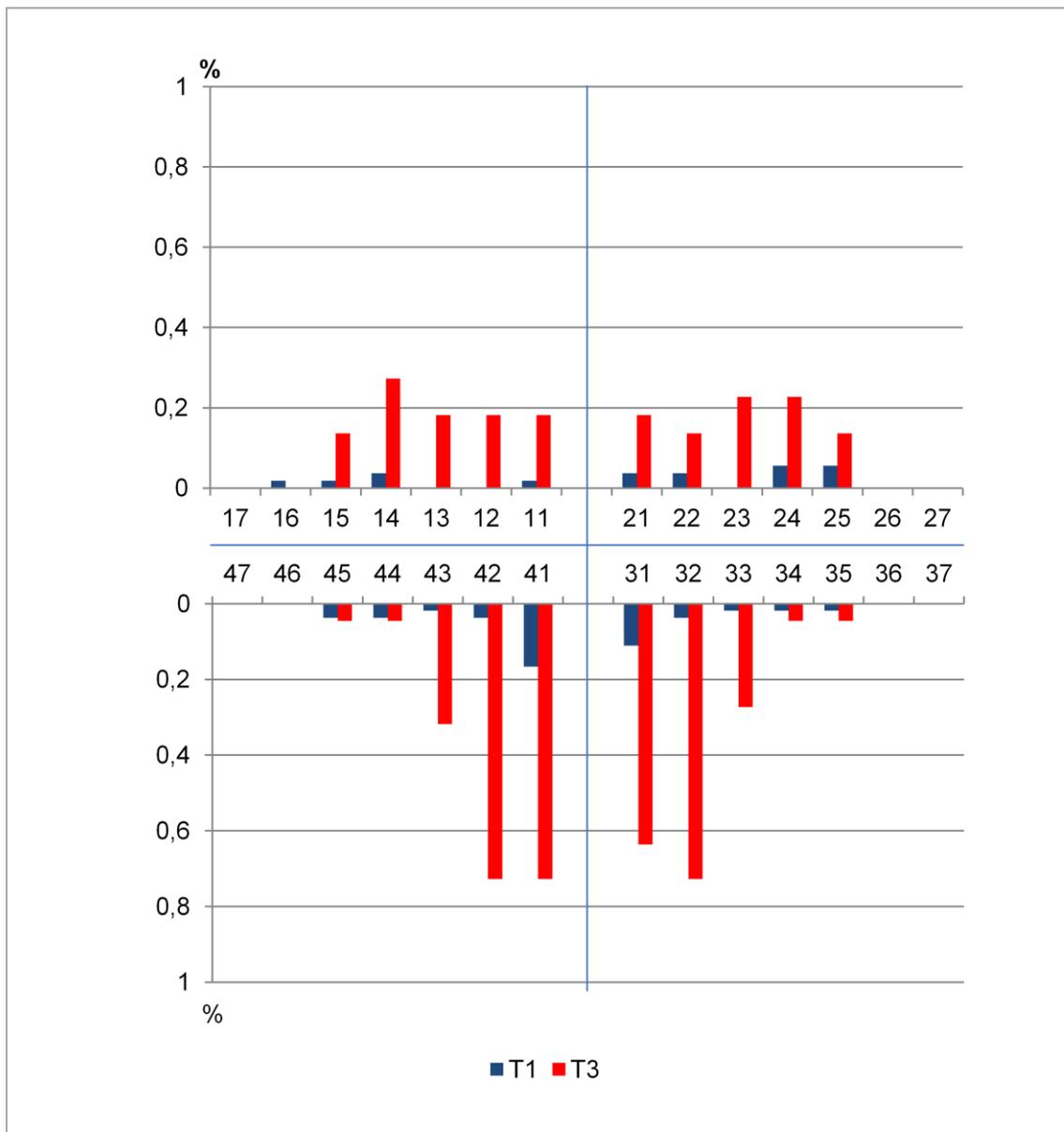


Abbildung 8.58 Prozentuale Häufigkeit an Rezessionen je Zahn (n) für die untersuchte Subgruppe „FG - G“ zu den Zeitpunkten T1 (n=5411 Zähne) und T3 (n=2199 Zähne).

Zu Beginn der Behandlung wiesen bereits vereinzelt Patienten mit Restwachstum („H - IJ“) Rezessionen an den oberen Molaren auf (Abbildung 8.59). Diese machten jedoch lediglich 0,1% aller untersuchten Zähne aus. Dies war in den restlichen Subgruppen zumeist erst am Ende der Nachbeobachtungsphase der Fall. Insgesamt waren zu T1 1,4% der Zähne von Rezessionen betroffen. Dieser Wert stieg auf 4,1% zu T3 an. Erneut wiesen vor allem die unteren Frontzähne (1,4%) und die oberen Prämolaren (1,0%) Rezessionen auf.

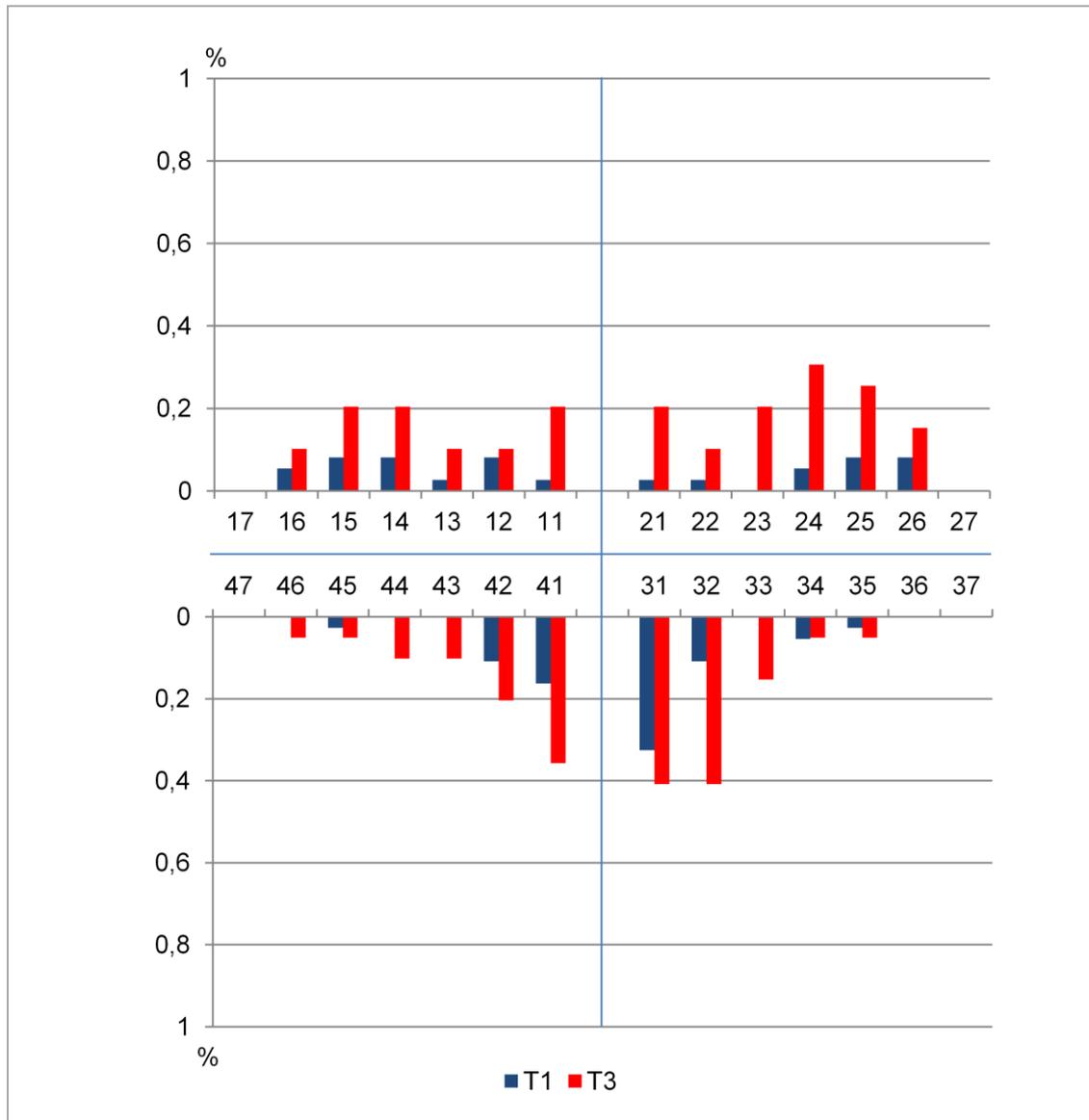


Abbildung 8.59 Prozentuale Häufigkeit an Rezessionen je Zahn (n) für die untersuchte Subgruppe „H - IJ“ zu den Zeitpunkten T1 (n=3687 Zähne) und T3 (n=1959 Zähne).

Die variabelste Verteilung von Rezessionen (Abbildung 8.60) zeigte sich in der Gruppe der Erwachsenen („J“). Zu Behandlungsbeginn wiesen mit 1,5% im Vergleich zu den anderen Subgruppen („F“ - „H - IJ“) mehr Zähne Rezessionen auf, jedoch traten diese hauptsächlich im Oberkiefer im Bereich der Prämolaren (0,5%) und im Bereich der unteren, mittleren Inzisiven (0,6%) auf. Diese eher untypische Verteilung zeigte sich auch am Ende der Nachbeobachtungsphase. So wiesen vornehmlich die oberen, lateralen Inzisiven (1,4%) Rezessionen auf. Im Unterkiefer waren, wie in den restlichen Subgruppen auch, vornehmlich die Inzisiven (1,4%) von Rezessionen betroffen, allerdings konnte hier eine deutliche Seitendiskrepanz beobachtet werden. Insgesamt zeigten sich in der Erwachsenengruppe jedoch am Ende (T3) nicht mehr Rezessionen (4,6%) als in den übrigen Subgruppen.

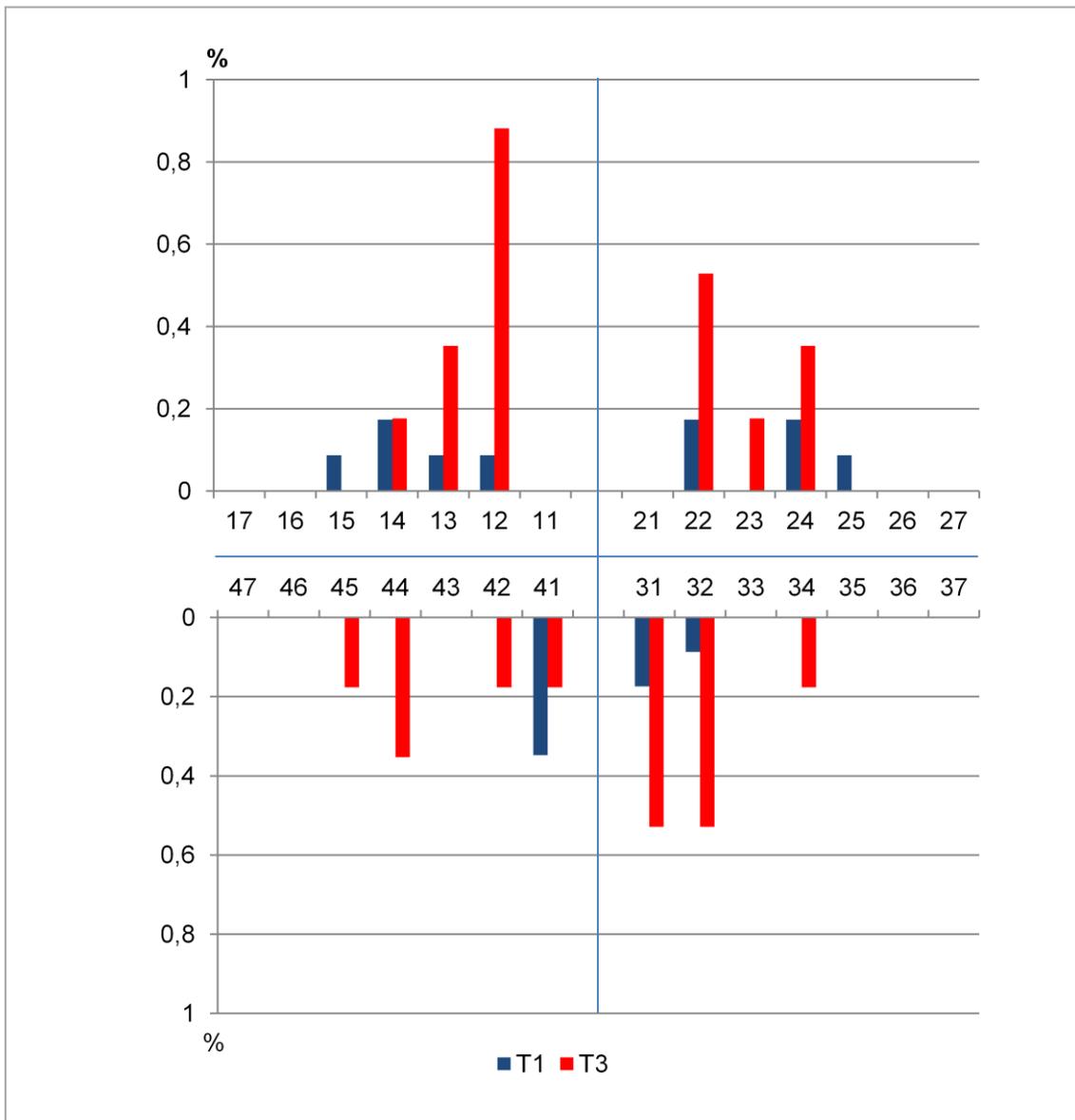


Abbildung 8.60 Prozentuale Häufigkeit an Rezessionen je Zahn (n) für die untersuchte Subgruppe „J“ zu den Zeitpunkten T1 (n=1150 Zähne) und T3 (n=567 Zähne).

### 8.3.6 Habits und Funktionsstörungen

#### **Subgruppenanalyse hinsichtlich der Molarenrelation**

Zu Behandlungsbeginn (T1) lag der Anteil an Patienten, die kein Habit bzw. keine Funktionsstörungen aufwiesen in allen Subgruppen um die 20,0%. Folglich wies die absolute Mehrheit der Patienten in jeder der untersuchten Gruppen hinsichtlich der Molarenrelation eben solche auf. Für Patienten mit geringer Ausprägung der Malokklusion („ $\frac{1}{2}$ “) belief sich der Anteil auf 76,2% (64 von 84), die mindestens ein Habit bzw. eine Funktionsstörung zu Behandlungsbeginn (T1) aufwiesen. In der Subgruppe „ $\frac{1}{2}$  - 1“ lag der Anteil an Patienten mit bestehendem Habit bzw. mit bestehender Funktionsstörung bei 80,6% (270 von 335 Patienten). In der Subgruppe „>1“ lag dieser Patientenanteil bei 76,5% (52 von 68 Patienten) und in der Schnittmengengruppe „Subdivision“ bei 77,3% (51 von 67 Patienten). Aus prozentualer Sicht lag damit der Anteil an Patienten mit bestehenden Habits oder Funktionsstörungen zu Behandlungsbeginn in der Schnittmengengruppe „Subdivision“ am höchsten.

In Abbildung 8.61 ist die prozentuale Verteilung der Patienten in den untersuchten Gruppen hinsichtlich der Anzahl an bestehenden Habits und Funktionsstörungen zu Behandlungsbeginn (T1) dargestellt. Die Patienten verteilen sich in Bezug auf die Anzahl der Habits und Funktionsstörungen, unabhängig vom Ausprägungsgrad der sagittalen Molarenrelation, gleichmäßig über alle Gruppen. Wiesen Patienten Habits bzw. Funktionsstörungen auf, waren es am häufigsten eins oder zwei.

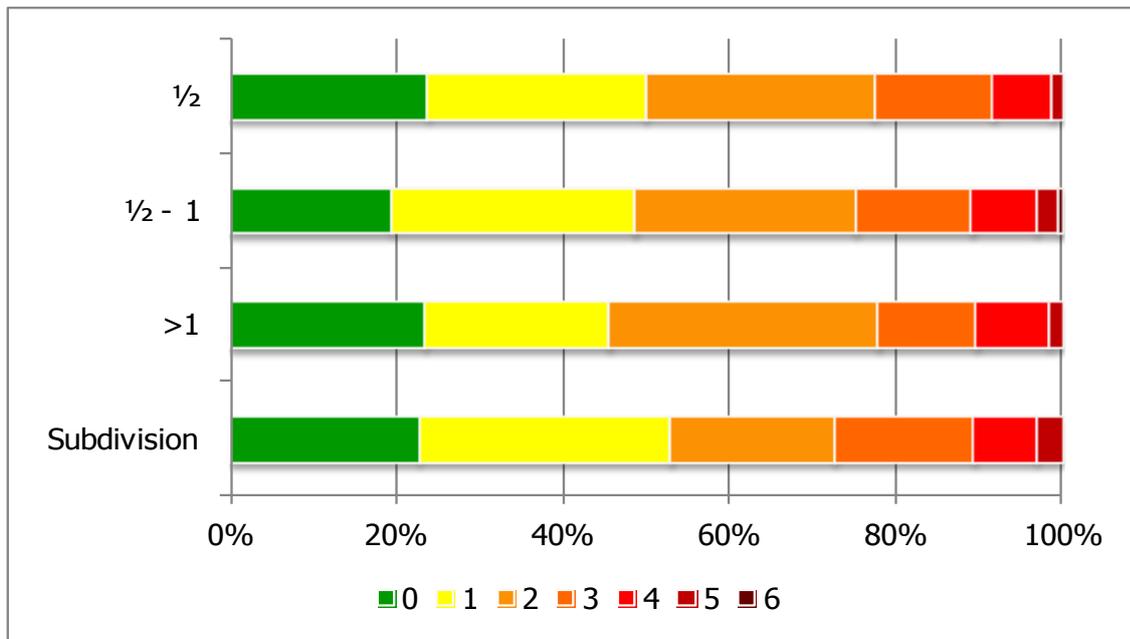


Abbildung 8.61 Prozentuale Verteilung der Patienten in den einzelnen Gruppen hinsichtlich der zu T1 bestehenden Anzahl an Habits und Funktionsstörungen. Subgruppe „1/2“ (n=84), Subgruppe „1/2 - 1“ (n=335), Subgruppe „>1“ (n=68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n=66).

Neben der Anzahl wurde auch die jeweilige Art der Habits und Funktionsstörungen erfasst (Abbildung 8.62). Bedingt durch das gleichzeitige Vorhandensein mehrerer Habits kam es zu Mehrfachnennungen. Die Mundatmung stellte erneut (Vgl. Abbildung 7.30) in nahezu allen Gruppen, mit Ausnahme der Schnittmengengruppe „Subdivision“, in der das atypische Schluckmuster genauso oft repräsentiert war, das häufigste Habit bzw. die häufigste Funktionsstörung dar. Prozentual unterschied sich das Vorhandensein eines atypischen Schluckmusters auch in Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ nur geringfügig von der Mundatmung. Allerdings erschien das Vorhandensein der Mundatmung bei lediglich 20,5% der Patienten im direkten Vergleich zu den anderen drei Gruppen etwas unterrepräsentiert zu sein. Ein Sigmatismus lag am häufigsten bei Patienten der Subgruppe „ $>1$ “ vor, während Patienten der Schnittmengengruppe „Subdivision“ häufiger als Patienten anderer Subgruppen eine Zungendysfunktion aufwiesen.

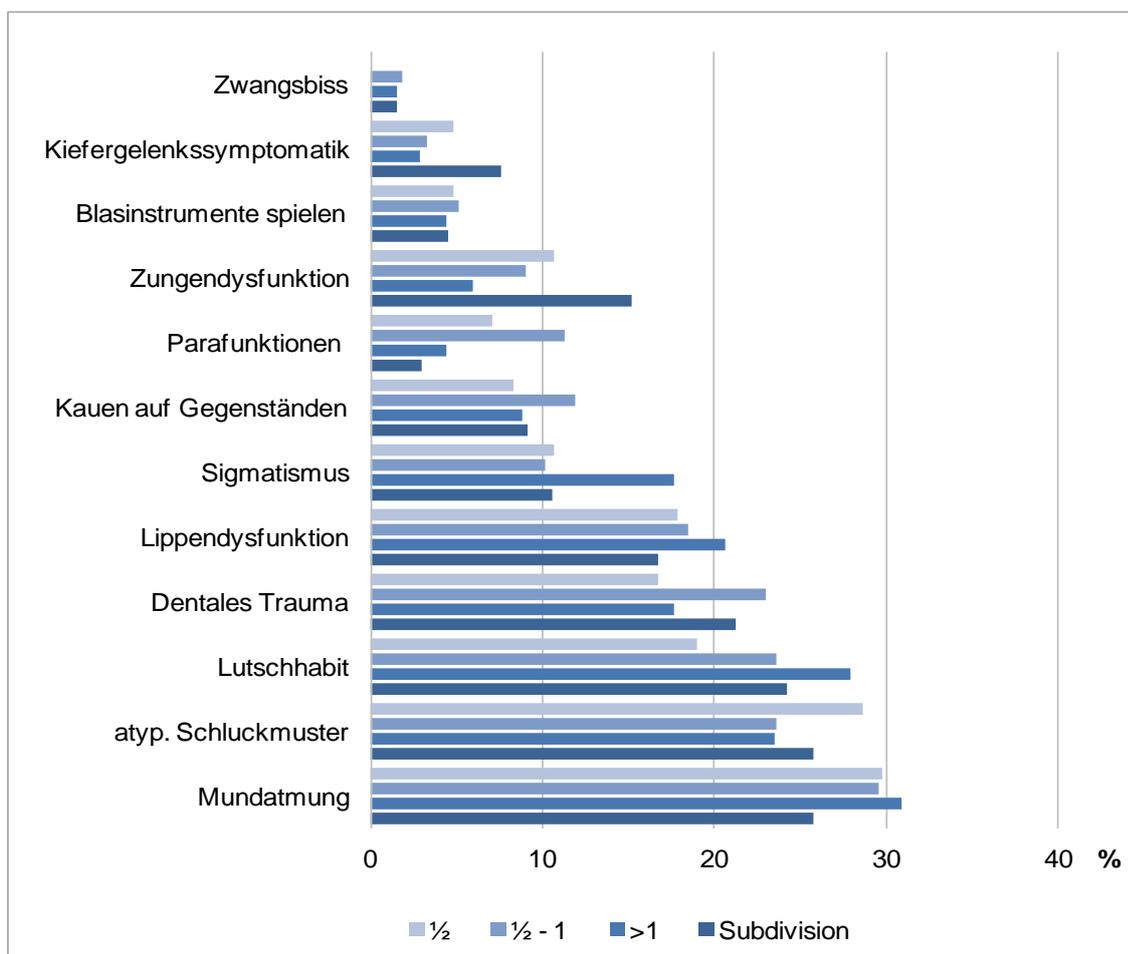


Abbildung 8.62 Prozentuale (%) Verteilung der Habits bzw. Funktionsstörung in der jeweiligen Subgruppe. Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ (n=84), Subgruppe „ $\frac{1}{2} - 1$ “ (n=335), Subgruppe „ $>1$ “ (n=68) und Schnittmengengruppe „Subdivision“ (n=66).

**Subgruppenanalyse nach skelettaler Reife**

In der zweiten Subgruppenanalyse, in der die Patienten hinsichtlich der skelettalen Reife unterteilt worden waren, zeigte sich eine gleichmäßige Verteilung an Patienten mit Habits bzw. Funktionsstörungen auf die einzelnen Subgruppen. So wiesen 110 (88,0%) von 125 Patienten der Subgruppe „F“ bestehende Habits und Funktionsstörungen zu Beginn der Behandlung auf. In der Subgruppe „FG - G“ lag der Anteil dieser Patienten bei 81,1% (163 von 201 Patienten), in der Subgruppe „H - IJ“ bei 72,8% (99 von 136 Patienten) und in der Subgruppe „J“ bei 72,1% (31 von 43 Patienten).

Während in den Subgruppen „FG - G“, „H - IJ“ und „J“ die Mehrheit der Patienten ein oder zwei Habits bzw. Funktionsstörungen aufzeigten, waren es in der Subgruppe der Patienten vor dem pubertären Wachstum („F“) zwischen einem und drei (Abbildung 8.63). Der Anteil an Patienten, die weder ein Habit noch eine Funktionsstörung aufwiesen, nahm mit der skelettalen Reife zu (grün).

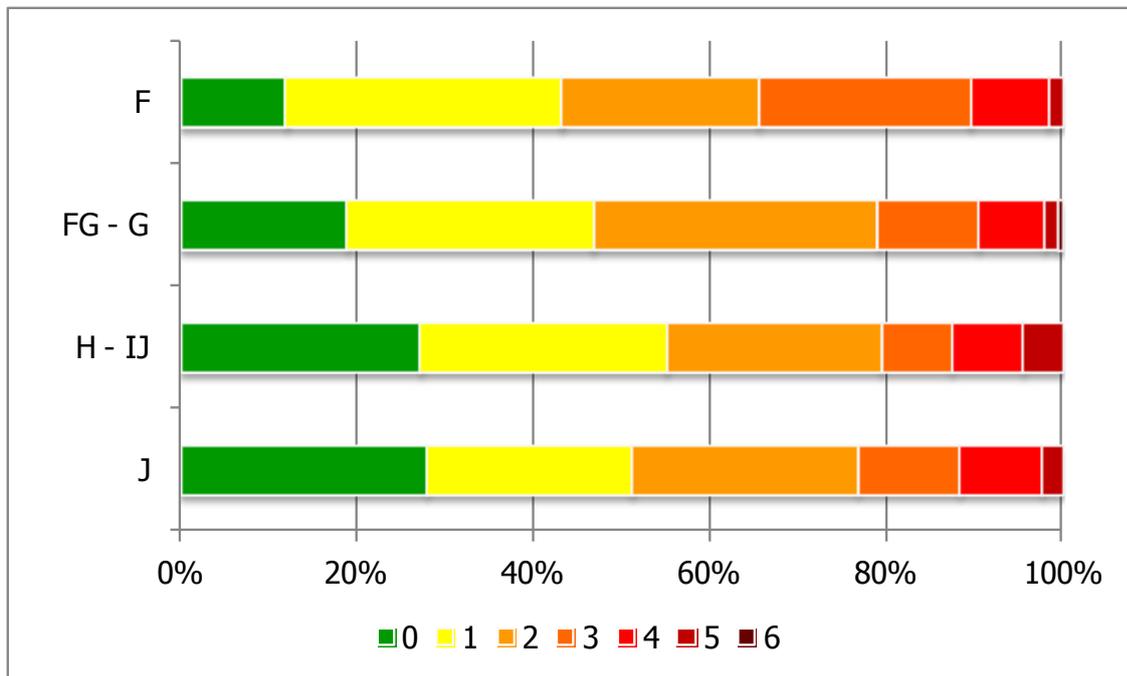


Abbildung 8.63 Prozentuale Verteilung der Patienten in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der zu T1 bestehenden Anzahl an Habits und Funktionsstörungen. Subgruppe „F“ (n=125), Subgruppe „FG -G“ (n=201), Subgruppe „H - IJ“ (n=136) und Subgruppe „J“ (n=43).

Neben dem Auftreten von Habits und Funktionsstörungen an sich sowie der Häufigkeitsverteilung auf die einzelnen Patienten der Subgruppen, wurde auch das Auftreten jedes einzelnen Merkmals erhoben. In Abbildung 8.64 ist die Verteilung der einzelnen Habits und Funktionsstörungen in den einzelnen Subgruppen dargestellt. Da eine Vielzahl von Patienten, wie zuvor beschrieben, mehr als ein Habit bzw. eine Funktionsstörung aufwies, kam es zu Mehrfachnennungen. In allen Subgruppen, wie auch im Gesamtpatientengut, stellt die Mundatmung die am häufigsten vertretene Funktionsstörung dar. Während diese in Subgruppe „F“ exakt so häufig auftritt, wie das atypische Schluckmuster und das dentale Trauma, vertritt sie in den anderen drei Subgruppen isoliert die Spitzenposition. In der Subgruppe „FG - G“ kommt das Lutschhabit nach der Mundatmung am häufigsten vor, dicht gefolgt vom atypischen Schluckmuster, welches die zweithäufigste Funktionsstörung in den Subgruppen „H - IJ“ und „J“ darstellt. Das Auftreten von Parafunktionen wurde mehrheitlich in Subgruppe „J“ erfasst.

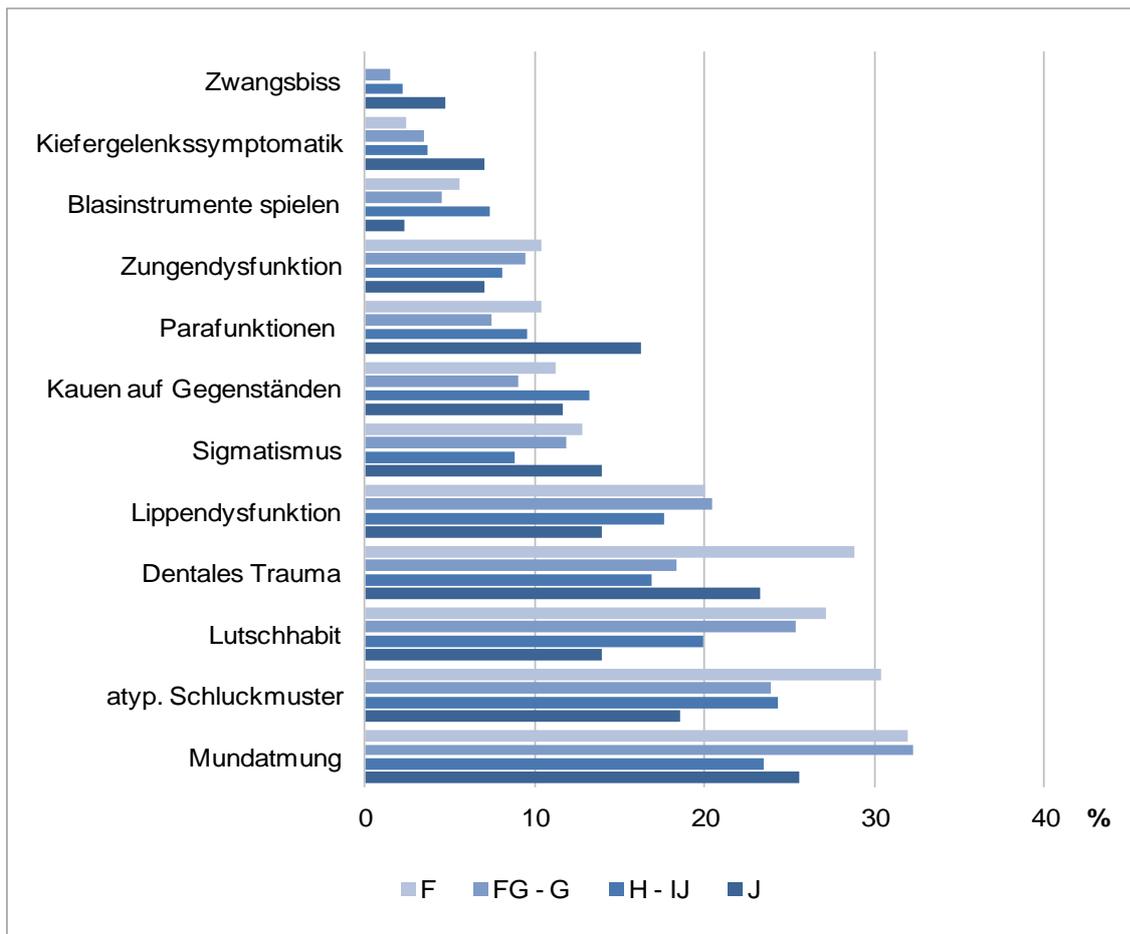


Abbildung 8.64 Prozentuale (%) Verteilung der Habits bzw. Funktionsstörung in der jeweiligen Subgruppe. Subgruppe „F“ (n=125), Subgruppe „FG -G“ (n=201), Subgruppe „H - IJ“ (n=136) und Subgruppe „J“ (n=43).

## 9 Diskussion

Die vorliegende Arbeit stellt eine systematische Untersuchung der Versorgungsqualität in der kieferorthopädischen Versorgung von Klasse II:1 Dysgnathien mittels kombinierter Herbst-Multibracket-Therapie dar. Der Schwerpunkt lag auf der Untersuchung der allgemeinen Versorgungsqualität sowie auf dem Einfluss des Ausgangsgrades der Malokklusion und der skelettalen Reife zu Behandlungsbeginn.

Aufgrund der hohen Prävalenz der Angle Klasse II:1 und dem damit einhergehenden Behandlungsbedarf in allen Altersgruppen erschien die Durchführung der Studie gerechtfertigt, um eine etablierte Behandlungsstrategie hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit, Kurzzeitstabilität und mögliche die Qualität beeinflussende Faktoren (skelettale Reife und Ausprägung der Malokklusion) zu untersuchen. Die bisher publizierten Daten basieren auf streng selektierten und qualitativ deutlich kleineren Patientenkollektiven.

### 9.1 Patientengut

Das Patientengut der vorliegenden Untersuchung bestand aus Klasse II:1 Patienten, die seit 1984 in der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität mit einer kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung therapiert wurden. Die bewusst weitgefassten Einschlusskriterien führten zu einem großen Patientenkollektiv. Da mittels dieser Studie eine für Klasse II:1 Patienten allgemeingültige Aussage bezüglich der Versorgungsqualität dieses Therapiekonzeptes getroffen werden sollte, erschien eine große Patientengruppe, quasi als Abbild der Grundgesamtheit an Herbst-Patienten, aussagekräftig.

Obwohl insgesamt 16 der 508 Modellpaare (zusätzlich zu T2 zwei und zu T3 acht Modellpaare) und vier Akten fehlten (Abbildung 3.1), führte dies nicht zum vollständigen Ausschluss der entsprechenden Patienten, da Aussagen in den einzelnen Untersuchungskategorien überwiegend möglich waren, zumal in keinem der Fälle Akte und Modellpaar zeitgleich fehlten.

Da das Ziel eine allgemeingültige Aussage über die Versorgungsqualität der kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung von Klasse II:1 Patienten war, wurden

die Einschlusskriterien, wie bereits beschrieben, eher weit gefasst. Daher wurden Patienten, die eine Nachbeobachtungszeit von 24 Monaten unterschritten, nicht komplett aus der Studie ausgeschlossen, sondern ermöglichten eine Aussage, die auf einem großen Patientenkollektiv basierte, zu treffen. Außerdem halfen sie den Aussagewert hinsichtlich aktueller Einflüsse zu steigern. Die Gründe für eine zeitliche Unterschreitung der mindestens 24-monatigen Nachbeobachtungsphase waren vielseitig und nicht dem erzielten Behandlungsergebnis geschuldet, daher wurden sie der Transparenz halber erfasst (Vgl. Kapitel 7.2.4).

Da die Qualität einer kieferorthopädischen Versorgung nicht nur auf dem erzielten Behandlungsergebnis basiert sondern auch auf der Stabilität wurde die mindestens 24-monatige Nachbeobachtungsphase als zusätzliche Ergänzung gewählt. So konnte einerseits eine Aussage über die Kurzzeitstabilität getroffen werden und andererseits die subjektive Komponente der Bewertung, nämlich die Beurteilung der Ergebnisse nach AHLGREN (1988), mit aufgenommen werden. Diese Beurteilung wird in der Poliklinik für Kieferorthopädie, Gießen, immer nach Behandlungsabschluss durch die Abteilungsdirektorin durchgeführt. Der kieferorthopädische Behandlungsabschluss findet, dem deutschen Krankenkassensystem geschuldet, in der Regel 24 Monate nach der aktiven Behandlung statt.

Eine Aussage über die Kurzzeitstabilität erscheint insbesondere unter Betrachtung der Tatsache, dass die meisten Rezidive bereits unmittelbar oder innerhalb kurzer Zeit nach der erfolgten kieferorthopädischen Behandlung auftreten, sinnvoll. So beschrieb REITAN (1967, 1969), dass dentale Rezidive bedingt durch die Dehnung des parodontalen Ligamentes innerhalb von kürzester Zeit nach der Entfernung der verwendeten, festsitzenden Apparaturen auftraten. Hiervon waren hauptsächlich die unteren Frontzähne betroffen, die ihre ursprüngliche Stellung im Zahnbogen wieder einnahmen. Auch EDMAN TYNELIUS et al. (2010, 2013) konnten diese Rezidiventwicklung beobachten. In ihrer Studie sollten drei unterschiedliche Retentionsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Kurzzeitstabilität untersucht werden. Während es maßgeblich im ersten Retentionsjahr zu erneuten Einzelzahnfehlstellungen im Bereich der unteren Frontzähne kam, konnte eine weitere Verschlechterung dieser im zweiten Jahr kaum noch beobachtet werden. Die Veränderung der Frontzahninklination brachte entsprechend einen Einfluss auf die sagittale Frontzahnrelation mit sich, so dass eine Vergrößerung respektive eine Verschlechterung des Overjets ebenfalls im ersten Jahr auftrat. Die gleiche Entwicklung zeigte sich hinsichtlich des Overbites. Veränderungen der Zahnstellung und der Okklusion innerhalb der ersten vier Wochen nach aktiver Behandlung ohne entsprechende Retentionsmaßnahmen untersuchten

auch LYOTARD et al. (2010). Eine Verschlechterung des Behandlungsergebnisses wurde sowohl für die Einzelzahnstellung als auch für den Overjet bei allen untersuchten Patienten beobachtet, wobei auch hier auf einen Zusammenhang dieser beiden Faktoren aufmerksam gemacht wird. Lediglich für die Verzahnung im Seitenzahnbereich beschrieben sie eine Verbesserung der Interkuspitation, die sie auf das okklusale „Settling“ zurückführten.

Die Aussagekraft über die Kurzzeitstabilität (Nachbeobachtungsphase), die durch die Untersuchung von 232 Patientenmodellen getroffen werden kann, erscheint ebenso allgemein gültig, wie die Aussagekraft über die Qualität der aktiven Behandlung, auch wenn ihr ein deutlich dezimiertes Patientengut zugrunde liegt. So wurde das Behandlungsergebnis zu T3 ebenfalls unabhängig von der skelettalen Reife und dem Ausprägungsgrad der Malokklusion bewertet. Eine Schmälerung der Aussagekraft findet jedoch durch die unterschiedlichen Retentionsformen in dieser passiven Behandlungsphase statt (Vgl. Tabelle 3.1). So blieb das erzielte Behandlungsergebnis zwar insgesamt und auch in den einzeln untersuchten Subgruppen stabil, jedoch kann nicht identifiziert werden, ob dieses Ergebnis mit einem konkreten Retentionsgerät in Zusammenhang steht. Somit kann keine Aussage darüber getroffen werden, ob ein Retentionsgerät - und wenn welches - einen positiven oder negativen Einfluss auf die Stabilität des Ergebnisses haben könnte. Andererseits kann auch argumentiert werden, dass das Ergebnis unabhängig von der Art der Retention als gut zu bewerten ist und somit eine größere allgemeine Aussagekraft besitzt. Auch wenn insgesamt bereits viele Studien die Notwendigkeit und Wirksamkeit von Retentionsgeräten belegen konnten (EDMAN TYNELIUS et al. 2010, 2013; HAWLEY 2007; LITTLEWOOD et al. 2016; LYOTARD et al. 2010), erscheint eine gesonderte Betrachtung hinsichtlich der Effektivität in erfolgreich behandelten Klasse II:1 Dysgnathien sinnvoll.

Diese gesonderte Betrachtung der Wirkungsweise verschiedener Retentionsgeräte empfiehlt sich insbesondere unter dem Aspekt, dass nicht nur das Ergebnis einer kieferorthopädischen Behandlung sondern auch dessen Stabilität durch eine Reihe von Faktoren beeinflusst wird. Zu diesen zählen neben dem skelettalen Gesichtsschädelaufbau und dem Wachstumsmuster (KING 1974) auch die muskulären Belastungseinflüsse (KING 1974; REITAN 1967, 1969).

Durch den Einschluss von Patientenfällen eines großen Zeitraums - 1984 bis 2013 - gestaltete sich die Zusammensetzung der Behandler naturgemäß heterogen. So unterschieden sich die einzelnen Behandler nicht nur zeitlich bedingt sondern auch in ihrem Erfahrungshorizont. Während ein großer Teil der Patienten von sich in der

facharztspezifischen Weiterbildungsphase befindlichen Zahnärzten behandelt wurde, befanden sich andere Patienten in der Behandlung von Oberärzten und der Abteilungsleitung. Insbesondere Patienten von Weiterbildungsassistenten wurden, einerseits durch die Aufsicht der Oberärzte, andererseits aber auch bedingt durch die Dauer der Weiterbildung, meistens von unterschiedlichen Behandlern betreut. Diese Tatsache nimmt Einfluss auf das Gesamtergebnis bezüglich der Behandlungsdauer (BECKWITH et al. 1999; FINK und SMITH 1992; MCGUINNES und MCDONALD 1998). So stellten BECKWITH et al. (1999) in einer Untersuchung zu Einflussfaktoren auf die Behandlungszeit unter anderem fest, dass sich diese für unterschiedliche Behandler, wenn auch nur gering, statistisch signifikant unterscheidet. Auch FINK und SMITH (1992) stellten in einer Untersuchung zur gleichen Thematik eine große Variationsbreite für die Behandlungsdauer in verschiedenen Praxen fest. MCGUINNES und MCDONALD (1998) untersuchten die Einflussnahme unterschiedlicher Behandler eines Patienten auf Behandlungszeit und -ergebnis. In besagter Studie konnten sie einen signifikanten Unterschied in der Behandlungsdauer aufzeigen. Patienten, deren Behandler wechselte, wurden dabei deutlich länger behandelt, als solche mit nur einem Behandler. Einen signifikanten Unterschied in den Behandlungsergebnissen konnten sie jedoch nicht nachweisen, auch wenn insgesamt mehr Patienten, die von unterschiedlichen Behandlern therapiert wurden, ein als unzureichend zu bewertendes Endresultat aufwiesen. Ein Zusammenhang zwischen Behandlungsdauer und -ergebnis konnte nicht belegt werden.

In einer Studie, in der Behandlungsergebnisse an Universitäten im Vergleich zu privaten Praxen untersucht wurden, konnten COOK et al. (2005), anders als zuvor genannte, mehrheitliche Erhebungen, keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Gesamtergebnisse und der Behandlungszeit ermitteln.

Unter Berücksichtigung all dieser Studienergebnisse, lässt sich die Tatsache, dass in dieser Untersuchung ein in jeder Hinsicht großes Spektrum an Behandlern repräsentiert ist, für eine allgemeingültige Aussage als positiv bewerten. So scheint die Versorgungsqualität sowohl unabhängig von Patientenfaktoren, wie der skelettalen Reife oder der Ausprägung der Malokklusion zu sein, als auch vom Erfahrungshorizont des Behandlers, stellen doch die sich in der kieferorthopädischen Weiterbildung befindlichen Assistenten den Großteil der Behandler. Wie bereits beschrieben, ergibt sich durch Behandlerwechsel und gegebenenfalls auch durch geringere Erfahrungen eine länger Behandlungszeit, die ebenfalls einen Anteil an der Versorgungsqualität ausmacht, jedoch scheint der Einfluss auf das Gesamtergebnis hinsichtlich der PAR-

Punktwert-Reduktion und dem Ergebnis nach AHLGREN (1988) vernachlässigbar zu sein.

## 9.2 Material und Methodik

Zur objektiven Beurteilung der kieferorthopädischen Behandlungsergebnisse, und somit zur Erhebung der Versorgungsqualität, wurde in dieser Untersuchung der Peer Assessment Rating Index (PAR-Index) nach RICHMOND et al. (1992a, 1992b) verwendet. Als speziell entwickeltes Instrument zur Evaluation von kieferorthopädischen Therapieergebnissen, wurden sowohl die Validität als auch die Reliabilität des PAR-Indexes bereits mehrfach untersucht und belegt (BUCHANAN et al. 1993; DEGUCHI et al. 2005; DEGUZMAN et al. 1995; FIRESTONE et al. 2002; TEMPELTON et al. 2006). Einen entscheidenden Grundstein hierfür legt die notwendige Absolvierung eines von Prof. Richmond speziell aufgesetzten Zertifizierungskurses.

Trotz der erfolgten Zertifizierung erscheint die Objektivität teilweise durch als zu vage erscheinende Definitionen eingeschränkt zu sein. Insofern erweist sich die Beurteilung einzelner Variablen letztendlich als untersucherabhängig. Bei der Bewertung der Verzahnung im Seitenzahnbereich in der transversalen Ebene obliegt beispielsweise die Einschätzung, ob eine Kreuz- bzw. Scherenbisstendenz vorliegt, dem Untersucher und nicht einem festgelegten Grad der Abweichung von der idealen Verzahnung. Ähnlich verhält es sich mit der Beurteilung des Overbites und der Mittellinie. Zwar wird hierfür die Punktevergabe in Relation zur Zahnbreite bzw. -länge gesetzt, diese ist aber nur objektivierbar, wenn man diese Bewertung mit Hilfe eines weiteren Lineals messen würde. Während eine möglicherweise unterschiedliche Bewertung des transversalen Okklusionsbefundes aufgrund der einfachen Gewichtung nur einen geringen Einfluss auf den Gesamtwert ausübt, beeinflusst eine abweichende Beurteilung des Overbites (zweifach gewichtet) bzw. der Mittellinie (sechsfach gewichtet) den Gesamtpunktwert erheblich. Eine mögliche Erklärung in der unterschiedlichen Gewichtung, insbesondere in der Einfachwertung der seitlichen Okklusion und der Einzelzahnabweichungen, sehen DEGUZMAN et al. (1995) in der Tatsache, dass diese in der Regel zusammen mit weiteren Merkmalen einer Malokklusion auftreten, die deutlich schwieriger zu behandeln sind.

Am gravierendsten wird der Gesamt-PAR-Wert durch die Bewertung des positiven und negativen Overjets beeinflusst, da dieser sechsfach gewichtet einget (BIRKELAND et al. 1997; DEGUZMAN et al. 1995; HAMDAN und ROCK 1999). Aufgrund der speziellen Ausrichtung der vorliegenden Arbeit auf die Behandlung der Angle-Klasse II:1, erscheint eine differenzierte und aussagekräftige Bewertung des sagittalen Frontzahnüberbiss von Vorteil, da ein vergrößerter Overjet ein Hauptcharakteristikum dieser Dysgnathie darstellt. Zu diesem Ergebnis kamen auch HAMDAN und ROCK (1999), die ein für alle Klassen allgemein gültiges Gewichtungsschema als unzureichend bezeichnen und auf Grundlage ihrer Studie ein speziell für jede Malokklusion abgestimmtes System vorschlagen. In dieser konnten festgestellt werden, dass insbesondere die Ausprägung des Overjets, mögliche Einzelzahnfehlstellungen und die Verzahnung im Seitenzahnbereich als besondere Merkmale der Angle-Klasse II:1 anzusehen sind. Somit sollten diese drei Hauptmerkmale bei der Beurteilung von Klasse II:1 Fällen auch eine stärkere Gewichtung erhalten.

Unter genauerer Betrachtung der einzelnen Bewertungskriterien des Overjets erscheint allerdings eine Unverhältnismäßigkeit in der Beurteilung des positiven gegenüber dem negativen Overjet zu bestehen. Während für den Punktwert „eins“ im positiven Overjet eine Schneidekantendifferenz von 3,1 mm bis 5 mm vorliegen muss, ist bereits die Kopfbissstellung eines einzelnen Frontzahnes im negativen Overjet für diese Einstufung ausreichend. In Anbetracht der Tatsache, dass ein Kontakt der Frontzähne eine Zwangsführung verursachen kann und ein negativer Overjet ein erheblich größeres funktionelles Problem darstellt, scheint es jedoch gerechtfertigt. Bei der Beurteilung einer Angle Klasse II:1 führt dies jedoch zu einem vermeidlich schlechterem Ergebnis, obwohl eine dezente Überkompensation gegebenenfalls sogar erwünscht ist (BOCK et al. 2016a; PANCHERZ und RUF 2008).

Wie bereits beschrieben, stellt die Ausprägung des Distalbisses ein weiteres Charakteristikum der Angle-Klasse II:1 dar. Im Gegensatz zum Overjet findet dieser im PAR-Index nur einen als gering zu bewertenden Einfluss auf das Gesamtergebnis. Die Obergrenze von  $\frac{1}{2}$  Prämolarenbreiten (Pb) Abweichung von der Neutralokklusion lässt eine explizitere Unterteilung einer schweren Klasse II:1 Dysgnathie nicht zu und vernachlässigt sie somit in der Gesamtwertung. Da dieses Bewertungsmaximum eher dazu gedacht scheint, einer instabilen Okklusion Ausdruck zu verleihen, ist sie zur Bewertung anderer Dysgnathien bzw. alternativer Behandlungskonzepte als sicherlich ausreichend anzusehen. Bereits DYKEN et al. (2001) kamen zu dem Entschluss, dass der PAR-Index nicht genau genug ist um zwischen einer guten und einer exzellenten

Okklusion zu unterscheiden und empfehlen ihn als zusätzliches zu weiteren Beurteilungsinstrumenten. Allerdings wäre gerade unter dem Aspekt der Herbst-Behandlung eine differenziertere Darstellung der Ausprägung und Veränderung in dieser Kategorie von besonderem Interesse.

Um beiden Hauptmerkmalen ausreichend Ausdruck zu verleihen und insbesondere auch die durch die erfolgte kieferorthopädische Behandlung resultierenden Veränderungen, objektiv zu erfassen, wurden sie unabhängig vom PAR-Index vermessen und ausgewertet. Zusätzlich konnten so Seitenabweichungen erfasst und bestehende Asymmetrien (Klasse II Subdivision) identifiziert werden.

Für die Bewertung von Behandlungsergebnissen werden im PAR-Index der prä- und posttherapeutische Punktwert in Verhältnis zueinander gesetzt (RICHMOND et al. 1992a, 1992b). Dieser kann jedoch unter Umständen der tatsächlichen Situation nicht gerecht werden. So erscheint es beispielsweise möglich, dass der vergebene Punktwert für die Ausgangssituation zu gering ausfällt, da Milchzähne im PAR-Index nicht bewertet werden (DEGUCHI et al. 2005). Eine Konsequenz hieraus wäre, Patientenfälle die sich zu Behandlungsbeginn im Wechselgebiss befanden, aus der Studie auszuschließen, jedoch würde dies die allgemeingültige Aussagekraft deutlich reduzieren, findet die Herbst-Apparatur doch auch im Wechselgebiss bereits Anwendung. Ähnlich verhält es sich mit nicht beurteilbaren Modellgegebenheiten. Sind zum Beispiel Modellzähne abgebrochen, kann die Situation nicht adäquat beurteilt werden. Im PAR-Index kann hierfür dann entweder kein Wert oder eine Null eingetragen werden. Da aber auch für eine normale, von der Norm nicht abweichende Gegebenheit kein Punkt bzw. eine Null notiert wird, fällt auch hier der Gesamtpunktwert für das entsprechende Modellpaar zu gering aus. Diesem Umstand geschuldet, verändert sich auch die erreichte PAR-Wertreduzierung, die dann jedoch eine verfälschte Relation zwischen Ausgangssituation und erreichtem Therapieergebnis darstellt.

Ob der PAR-Wert, als Ausdruck des Schweregrades einer Malokklusion, auch Rückschlüsse auf das zu erreichende Behandlungsergebnis, die Behandlungsschwierigkeit oder möglicherweise sogar auf die Behandlungszeit zulässt, wurde bereits mehrfach untersucht (DEGUCHI et al. 2005; DEGUZMAN et al. 1995; DYKEN et al. 2001; O'BRIEN et al. 1995). CASSINELLI et al. (2003) untersuchten mögliche Einflussfaktoren auf den Schweregrad einer kieferorthopädischen Behandlung, dabei fiel der anfängliche PAR-Wert bei potentiell anspruchsvolleren Fällen deutlich höher aus als bei vermeintlich leichten Fällen. Jedoch unterschied sich die prozentuale PAR-Wert-Reduzierung nicht in beiden Gruppen.

Nach kritischer Betrachtung der Erhebung der einzelnen PAR-Werte, soll nun auch die Eingruppierung in die Kategorien „erhebliche Verbesserung“, „Verbesserung“ und „Verschlechterung oder kein Unterschied“ kritisch hinterfragt werden. Hierbei gilt es vor allem, den definierten Grenzwert von 22 Punkten für die Erreichung der Kategorie „erhebliche Verbesserung“ zu diskutieren.

Der Ausgangswert einer mittels PAR-Index beurteilten Malokklusion muss diesen Grenzwert bereits übersteigen, da andernfalls keine PAR-Wertreduzierung um 22 Punkte möglich, und somit auch keine erhebliche Verbesserung aufzuweisen ist. Dies bedeutet, dass milde oder moderate Dysgnathien mit geringerem Ausgangswert trotz erheblicher prozentualer Punktwertreduzierung nicht der Gruppe „erhebliche Verbesserung“ zugeordnet werden können (HAMDAN und ROCK 1999). Im Umkehrschluss bedeutet dies wiederum, dass schwere Dysgnathien mit sehr hohem prätherapeutischem Punktwert leichter in diese Kategorie fallen. Eine alleinige Reduzierung um 22 Punkte ist aus prozentualer Sicht nicht immer als erfolgreiches Therapieziel zu betrachten; dies gilt im Speziellen, wenn der Punktwert nach Abschluss der Behandlung noch sehr hoch ist und isoliert betrachtet eigentlich einen Therapiebedarf darstellen würde. Da bereits ein einzelner PAR-Punkt darüber entscheiden kann, ob ein Behandlungsergebnis der Kategorie „Greatly improved“ oder „Improved“ zugewiesen wird, empfehlen HAMDAN und ROCK (1999) der prozentualen Punktwertreduktion bei der Beurteilung Vorrang einzuräumen.

Berücksichtigt man nun die Tatsache, dass die Punktvergabe durch subjektive Einschätzungen und fehlende Berücksichtigung einzelner Gegebenheiten, wie oben bereits beschrieben, beeinflusst und auch verfälscht werden kann, erscheint eine strenge Grenze von 22 Punkten als unzureichend.

Trotz hinreichender Kritik am PAR-Index eignet sich dieser um speziell große Patientengruppen zu untersuchen und Ableitungen hinsichtlich des generellen Behandlungserfolges darzustellen (BUCHANAN et al. 1993; DEGUCHI et al. 2005; DEGUZMAN et al. 1995; FIRESTONE et al. 2002; TEMPELTON et al. 2006). Für eine größere Transparenz der erzielten Ergebnisse, fanden in dieser Arbeit ergänzend die Messung okklusaler Variablen (als objektiver Parameter) und die Ahlgren-Methode (zur subjektiven Einschätzung) Anwendung.

Eine Validierung der Ahlgren-Methode fand bereits durch SERBESIS (2013) und STARK (2015), unter Zuhilfenahme des PAR-Indexes, statt. Hierbei untersuchten sie konkret die Beurteilungsreliabilität von Prof. Dr. Hans Pancherz und Prof. Dr. Sabine

Ruf anhand eines dysgnathieunspezifischen Patientengutes. Anders als im Falle des PAR-Indexes, für den eine Zertifizierung ohne vorherige Kenntnisse möglich ist, bedarf es der Anwendung der Ahlgren-Methode nicht nur spezifischen Fachkenntnissen sondern auch einem besonderem Maß an Erfahrung in der kieferorthopädischen Behandlung. So muss das erzielte Ergebnis nicht nur mit einem eugnathen Gebiss verglichen, sondern vielmehr in Relation zur Ausgangssituation, patientenspezifischen Einflüssen und somit zu einem realistisch erreichbaren Ergebnis beurteilt werden (AHLGREN 1988). Weiterhin ist zu berücksichtigen, welche Behandlungsergebnisse im kieferorthopädischen Kontext generell zu erreichen sind, da die durch die kombinierte Herbst-Multibracket-Therapie erzielten Behandlungsergebnisse nicht nur untereinander vergleichbar sein müssen, sondern auch im Vergleich zu anderen Behandlungsstrategien. Anders als im PAR-Index (RICHMOND et al. 1992a, 1992b) erfolgte die Bewertung der Modellpaare mithilfe der Ahlgren-Methode ausschließlich zum Zeitpunkt T3, demnach nach abgeschlossener Nachbeobachtungsphase. Dadurch bestand keine Möglichkeit, eine Veränderung während dieser passiven Behandlungsphase zu ermitteln. Allerdings konnte dieser subjektive Bewertungsmaßstab mit den objektiven Ergebnissen aus dem PAR-Index verglichen werden.

Zusätzlich zu diesen Beurteilungsverfahren verlieh die Vermessung von auftretenden gingivalen Rezessionen der Beurteilung der Versorgungsqualität eine weitere Perspektive. Sie ermöglichte es, mögliche negative Auswirkungen der kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung auf das Parodontium zu erfassen.

Der Verdacht, dass eine kieferorthopädische Behandlung, vor allem mit festsitzenden Apparaturen, die Entstehung von gingivalen Rezessionen bedinge oder zumindest negativ beeinflussen würden, wurde bereits von mehreren Autoren untersucht (ALLAIS und MELSEN 2003; MELSEN und ALLAIS 2005; MORRIS et al. 2017; RENKEMA et al. 2012; RUF et al. 1998; SLUTZKEY und LEVIN 2008; YARED et al. 2006). So konnten SLUTZKEY und LEVIN (2008) einen Zusammenhang sowohl zwischen der Prävalenz, dem Ausmaß an betroffenen Zähnen, als auch dem Schweregrad der Rezessionen und einer erfolgten kieferorthopädischen Behandlungen nachweisen. Jedoch beruhte die Grundlage dieser Untersuchung, nämlich ob der Patient kieferorthopädisch behandelt wurde, lediglich auf anamnestischen Aussagen. Es konnten somit keine validen Rückschlüsse auf die vergangene Zeit seit der Behandlung, auf die Behandlungsdauer, auf die verwendeten Apparaturen oder auf bereits bestehende Rezessionen zu Behandlungsbeginn gezogen werden. Eine Vielzahl von Untersuchungen konzentrierte sich jedoch auf die Auswirkung der

Proklination der unteren Frontzähne auf die Bildung von Rezessionen (ALLAIS und MELSEN 2003; MELSEN und ALLAIS 2005; RENKEMA et al. 2012; RUF et al. 1998; YARED et al. 2006). Mit dem Hintergrund der hiesigen Studie erscheint eine Untersuchung von RUF et al. (1998), die den Effekt der Frontzahnproklination unter Verwendung der Herbst-Apparatur auf die Bildung von Rezessionen darstellte, besonders interessant. Von den 98 untersuchten Patienten, die ein Durchschnittsalter von  $12,8 \pm 1,4$  Jahre aufwiesen, konnte lediglich bei 3% die Entstehung oder Verschlechterung von Rezessionen im unteren Frontzahnbereich nachgewiesen werden. Es Zusammenhang zum Ausmaß der Proklination und der Entstehung bzw. Verschlechterung von gingivalen Rezessionen konnte nicht festgestellt werden. Jedoch handelte es sich bei dem untersuchten Patientengut um ausschließlich adoleszente Patienten, die während der Behandlung eine gute Mundhygiene aufwiesen, keine relevanten Medikamente einnahmen und auch keine systemischen Erkrankungen hatten. Damit ist die allgemeine Gültigkeit, die sich auf nahezu jeden Herbst-Patienten übertragen lässt, deutlich reduziert und soll mit Hilfe dieser Studie ergänzt werden.

Die Identifikation und Vermessung der Rezessionen erfolgte in der vorliegenden Untersuchung ausschließlich am Modell. Diese Methode kritisierten ALLAIS und MELSEN (2003) in ihrer Untersuchung zum Einfluss der labial Bewegung unterer Frontzähne auf die Höhe des Gingivaverlaufes. Hierfür werteten sie neben Situationsmodellen auch intraorale Fotografien aus und kamen zu dem Ergebnis, dass auf Modellen mehr Situationen als nicht beurteilbar eingestuft werden müssen, als auf den intraoralen Fotografien. Dieser Studie gegenüber steht eine Untersuchung von RENKEMA et al. (2012), die ebenfalls den Einfluss der Frontzahninklination auf gingivale Rezessionen untersuchten. Sowohl zur Identifizierung als auch zur Vermessung wurden in dieser Studie ausschließlich Patientenmodelle verwendet. Zur Validierung dieser Methode wurden 30 Patienten klinisch untersucht und vorhandene Rezessionen identifiziert und notiert. Modelle dieser Patienten wurden drei Monate später hinsichtlich bestehender Rezessionen ausgewertet. Die Korrelation wurde mit 0,986 als sehr hoch eingestuft.

Einen limitierender Faktor für die Aussagekraft über das Auftreten von gingivalen Rezessionen während der kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung sowie für die Schlussfolgerungen hinsichtlich des Behandlungserfolges stellte die deutliche Zunahme an nicht beurteilbaren Situationen zum Zeitpunkt T2, also unmittelbar nach erfolgter Behandlung, dar. Diese Zunahme lässt sich vermutlich auf die bei vielen Patienten bestehende Gingivitis während einer Herbst-Multibracket-Behandlung zurückführen, die eine präzise Abformung erschwert und somit eine exakte Darstellung

des Gingivaverlaufes am Modell reduziert. ZACHRISSON und ZACHRISSON (1972) untersuchten die Einflüsse der kieferorthopädischen Behandlung mit festsitzenden Apparaturen in Hinblick auf den Zustand der Gingiva. Hierbei stellten sie fest, dass bei der Mehrheit der untersuchten Patienten, die zwischen 11 und 13 Jahren alt waren, bereits nach ein bis zwei Wochen nach Insertion der festsitzenden, kieferorthopädischen Apparatur eine moderate, generalisierte Gingivitis nachzuweisen war. Diese trat trotz Mundhygieneinstruktionen und teilweise geringen Plaqueakkumulationen auf und veränderte sich auch kaum merklich während der gesamten Behandlung. Jedoch kam es bereits eine Woche nach der Entfernung der kieferorthopädischen Behandlungsapparatur zu einer deutlichen Verbesserung. Auch ALLAIS und MELSEN (2003) beobachteten eine gingivale Schwellung und fertigten daher sowohl die Abformungen für die Situationsmodelle als auch die intraoralen Photographien erst eine Woche nach Entfernung der jeweiligen Apparatur an. Diese um eine Woche verzögerte Dokumentation scheint in Anbetracht der schnellen Verbesserung der gingivalen Situation mit all ihren Vorteilen für die Identifikation und Vermessung von Rezessionen empfehlenswert zu sein.

Da allerdings eine sichere Ursachenbenennung weder für den Anstieg an nicht beurteilbaren Situationen noch über den Auslöser der gingivalen Schwellung getroffen werden kann und das Auftreten einer generalisierten Gingivitis nur einen möglichen Erklärungsansatz darstellt, wurde dieser Untersuchungszeitraum (T2) aus der Datenauswertung ausgeschlossen. Deutlich aussagekräftiger erschien dagegen die Prävalenz gingivaler Rezessionen nach erfolgter Nachbeobachtungsphase, demnach zum Zeitpunkt T3.

Eine Differenzierung zu anderweitigen Ursachen, die gingivale Rezessionen verursachen können, war nicht möglich. Durch die Berücksichtigung von bestehenden Rezessionen zu Behandlungsbeginn (T1) sollte das Ausmaß der tatsächlich aufgetretenen Rezessionen während der kieferorthopädischen Behandlung nicht verfälscht werden.

## 9.3 Ergebnisse

### 9.3.1 Behandlungsfaktoren

Ein Großteil der untersuchten Patienten (Vgl. Kapitel 7.2.1 und 7.2.2) wurde bereits vor der erfolgten Herbst-Multibracket-Behandlung, sowohl extern als auch intern, behandelt.

Von den in dieser Studie untersuchten Klasse II:1 Patienten hatten sich bereits 29,7% der Patienten einer externen Vorbehandlung unterzogen. Dieser Anteil erscheint im Vergleich zu einer Untersuchung von STRECKBEIN (2017), bei der von 3210 Patienten lediglich 16,1% extern vorbehandelt wurden, hoch. STRECKBEIN (2017), analysierte die Veränderungen der klinischen Versorgung in einem Zeitraum von 21 Jahren anhand von 3210 Patienten. Dabei wurde weder die Art der Behandlung noch die ihr zu Grunde liegende Dysgnathie berücksichtigt.

Unter der weiteren Betrachtung der Subgruppen fällt auf, dass vor allem Patienten, die bei ihrer Vorstellung in der Poliklinik für Kieferorthopädie (Universitätsklinikum Gießen) bereits eine fortgeschrittene skelettale Reife aufwiesen (Vgl. Subgruppe „H - IJ“ und „J“) extern vorbehandelt wurden. Folglich fand diese externe Vorbehandlung vor oder während des pubertären Wachstums statt. Auch in der Poliklinik für Kieferorthopädie wurden hauptsächlich Patienten in einem frühen Reifestadium (Subgruppe „F“) zuvor mit einer abweichenden Behandlungsplanung therapiert.

Eine naheliegende Begründung der vergleichsweise häufigen und auch frühen Behandlung von Klasse II:1 Patienten ist unter anderem in der Traumaprophylaxe zu suchen. Der mit dieser Dysgnathie einhergehende vergrößerte Overjet steigert das Risiko eines Frontzahntraumas erheblich. So konnten BAUSS et al. (2008) aufzeigen, dass nicht nur die Wahrscheinlichkeit für ein Frontzahntrauma sondern auch der Schweregrad dessen mit einem vergrößerten Overjet (>3 mm) einhergehen. Insbesondere bei einer zusätzlich fehlenden Lippenbedeckung verdoppelt sich das Traumarisiko im Vergleich zu einem normwertigen Overjet. Daher empfehlen BAUSS et al. (2008) eine möglichst frühzeitige kieferorthopädische Intervention. Diese Empfehlung sprachen auch KOROLUK et al. (2003) aus, die die Prävalenz von Frontzahntraumata bei Klasse II:1 Patienten in Relation zur frühen Behandlung untersuchten. So konnten sie aufzeigen, dass das Traumarisiko für Patienten, die frühzeitig mit einer funktionskieferorthopädischen Apparatur behandelt wurden, gesenkt werden konnte. Dass die Art der gewählten funktionskieferorthopädischen

Apparatur eine untergeordnete Rolle spielt, untersuchten EHMER et al. (1999). Sie konnten eine signifikante Verbesserung der skelettalen Klasse II-Parameter durch eine 15-monatige, frühe Behandlung sowohl mit einem Aktivator als auch mit einem Bionator, im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrollgruppe, nachweisen.

Im direkten Vergleich zur Hauptbehandlung (Median: 22,9 Monate) erscheint vor allem die Dauer der zuvor extern (Median: 3,3 Jahre) erfolgten Vorbehandlung zu lange. Da aber auch die intern (Median: 19,3 Monate) erfolgte Behandlung nur ca. 4 Monate kürzer ausfiel, ist auch diese als zu lang zu bewerten. Teilweise können aber auch rein dentale Anomalien eine zusätzliche Behandlung vor der, in dieser Studie als eigentliche Hauptbehandlung bewerteten, Herbst-Multibracket-Behandlung rechtfertigen. Wurden zuvor beispielsweise retinierte Zähne eingeordnet, Lücken im Zahnbogen geschlossen oder geöffnet oder auch der Zahnwechsel nach einer kurzen interzeptiven Maßnahme gesteuert oder sogar lediglich überwacht, zählte dies als vorangegangene Behandlung respektive Vorbehandlung. Diese genannten Maßnahmen sind zweifelsfrei als notwendig einzustufen, wurden aber nicht differenziert ausgewertet und können somit nicht von einer tatsächlich gescheiterten zuvor stattgefundenen Behandlung unterschieden werden. Als relevante Vorbehandlung, dementsprechend eine Maßnahme, die für eine sich anschließende Herbst-Behandlung zwingend erforderlich war, wurden lediglich die transversale Expansion des Oberkiefers (Gaumennahterweiterungsapparatur oder Quadhelix) sowie der Einsatz einer (Teil-)Multibracket-Apparatur angesehen.

Der etwas geringere Anteil an Patienten mit internen Vorbehandlungen (21,4%) und auch die hierfür benötigte geringere Dauer (19,3 Monate), im Vergleich zu den extern vorbehandelten Patienten, begründet sich unter anderem in der Tatsache, dass die Patienten häufiger direkt einer Herbst-Behandlung zugeführt wurden. Weiterhin muss berücksichtigt werden, dass sowohl die Anzahl als auch die Dauer der externen Vorbehandlung allein auf Patientenaussagen sowie auf der Sorgfalt der Dokumentation in der Aufnahmesitzung des behandelten Arztes beruhen. Interne Behandlungsabläufe wurden dahingegen genauestens dokumentiert.

Unter Betrachtung der gesamten Herbst-Multibracket-Behandlung gestaltete sich die Herbst-Phase generell deutlich kürzer als die sich anschließende Multibracket-Phase. Dabei fiel vor allem auf, dass sich für die Dauer der Herbst-Behandlung eine geringe Streuung, erkennbar an der Standardabweichung ( $\pm 2,0$  Monate), ergab. Diese, wie auch die durchschnittliche Dauer (8,2 Monaten) wich auch in den einzelnen Subgruppen nur geringfügig, um ca. einen halben Monat, ab. Daraus lässt sich eine

nahezu allgemeingültige Aussage über die Dauer der reinen Herbst-Behandlung für zukünftige Patienten ableiten. Wobei bei Patienten mit fortgeschrittenem bzw. abgeschlossenem Wachstum sowie bei Patienten mit einer starken sagittalen Ausprägung der Malokklusion oder einer Subdivision mit einem Ausmaß von einer  $\frac{3}{4}$  Pb oder mehr mit einer leicht verlängerten Behandlungszeit zu rechnen ist. Eine ähnliche Gestaltung in der Dauer der Herbst-Behandlung konnten auch HANSEN et al. (1991) beobachten. Während die Behandlungsdauer mit der Herbst-Apparatur bei Patienten vor dem pubertären Wachstumsgipfel 0,56 Jahre betrug, stieg sie bei Patienten nach dem Wachstumsgipfel auf 0,65 Jahre an.

Anders als für die Herbst-Behandlung ergab sich für die Multibracket-Phase (SD:  $\pm 7,4$  Monate) und somit auch für die Gesamtbehandlungsdauer (SD:  $\pm 7,8$  Monate) eine deutlich höhere Standardabweichung. Daraus lässt sich schließen, dass die Gesamtbehandlungsdauer stärker durch die Multibracket-Phase beeinflusst wird und diese somit auch individuell deutlich stärker variieren kann. Da aber zu Anfang einer Behandlung Patienten an der Abschätzung der Gesamtbehandlungsdauer interessiert sind, erscheint die ungefähre Prognose von ca. 24 Monaten, unter Anbetracht der Tatsache, dass 59,1% der Patienten in maximal dieser Zeit abgeschlossen wurden, realistisch. Für eine Behandlungsdauer von 30 Monaten waren es sogar 82,1% der Patienten. Allerdings sollte auch hier auf eine mögliche Verlängerung der Behandlungsdauer bei Patienten mit einer geringen skelettalen Reife zu Behandlungsbeginn, mit einer starken sagittalen Ausprägung der Malokklusion sowie bei Patienten mit einer Subdivision von einer  $\frac{3}{4}$  Pb oder mehr, hingewiesen werden.

Den Zusammenhang zwischen der durchschnittlichen Behandlungszeit und prätherapeutischen Charakteristika untersuchten beispielsweise bereits FISHER et al. (2010) sowie POPOWICH et al. (2005). POPOWICH et al. (2005) konzentrierten sich vor allem auf Faktoren, die die Dauer einer Klasse-II-Behandlung im Vergleich zu einer Klasse-I-Therapie verlängerten. Dabei konnten sie vor allem einen Zusammenhang zum Alter, einem hohen Ausgangsoverjet sowie zu einem hohen anfänglichen ANB-Winkel feststellen. Die Behandlungsdauer von Klasse II:1 Patienten wurde weiterhin differenziert für Extraktionsbehandlungen und solche ohne erfolgte Extraktionen untersucht. Dabei wurden Patienten, bei denen keine Extraktionen durchgeführt wurde ( $25,7 \pm 6,78$  Monate), länger behandelt als solche mit Extraktionen ( $24,97 \pm 5,48$ ). Diese Behandlungsdauer entspricht der in dieser Studie untersuchten Herbst-Multibracket-Behandlung mit  $24,2 \pm 7,8$  Monaten.

O'BRIEN et al. (1995) untersuchten die Effektivität der Klasse II:1 Behandlung und unterschieden dabei sowohl zwischen Extraktions- und Nonextraktionstherapie als auch zwischen ein- und zweiphasigen Behandlungen. Während die Nonextraktionstherapie mit  $24,8 \pm 9,2$  Monaten der durchschnittlichen Herbst-Multibracket-Behandlungsdauer mit  $24,2 \pm 7,8$  Monaten entsprach, gestalten sich die anderen Behandlungsstrategien deutlich länger. Von besonderem Interesse scheint die Dauer der zweiphasigen Behandlung, da auch die kombinierte Herbst-Multibracket-Behandlung aus zwei aufeinander folgenden Phasen besteht. Mit einer durchschnittlichen Behandlungszeit von  $33,7 \pm 10,4$  Monaten stellte sie nicht nur in der Untersuchung von O'BRIEN et al. (1995) die längste Behandlungsdauer sondern fiel auch deutlich länger als die kombinierte Herbst-Multibracket-Behandlung aus.

Unter Betrachtung der Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife konnte dargestellt werden, dass sich die Gesamtbehandlungsdauer unter den einzelnen Gruppen nur geringfügig unterschied, nämlich um maximal 0,8 Monate. Während die Dauer der Herbst-Phase mit der skelettalen Reife zunahm und sich in der erwachsenen Patientengruppe (Subgruppe J) am längsten gestaltete, verhielt sich die Dauer der Multibracket-Phase gegenläufig. Den Einfluss des Alters auf die Behandlung von Klasse II:1 Patienten untersuchten auch DYER et al. (1991). Zwar gestaltete sich die durchschnittliche Behandlungszeit mit ca. 2,5 Jahren deutlich länger, als die in dieser Studie ermittelte Behandlungsdauer, jedoch konnten auch DYER et al. (1991) keinen erheblichen Unterschied in der durchschnittlichen Behandlungszeit von heranwachsenden (2,46 Jahre) und erwachsenen Patienten (2,56 Jahre) feststellen.

Eine besonders hohe Streuung hinsichtlich der durchschnittlichen Behandlungszeit (Median: 27,1 Monate) konnte für die Nachbeobachtungsphase festgestellt werden (SD:  $\pm 15,8$ ). Allerdings muss hierbei berücksichtigt werden, dass nur Patienten mit einer mindestens 24 monatigen Nachbeobachtungsphase in dieser Studie mit eingeschlossen wurden. Somit betrifft diese patientenabhängige Abweichung lediglich einer Abweichung der Nachbeobachtungszeit nach oben. Die ermittelte Beobachtungsdauer wurde bis zum offiziellen Behandlungsabschluss ermittelt, wobei ein Großteil der Patienten auch nach diesem erfolgten Abschluss unter Nachbeobachtung verblieb. In Anbetracht der Tatsache, dass die meisten Rezidive bereits kurz nach der erfolgten kieferorthopädischen Behandlung auftreten (LYOTARD et al. 2010; REITAN 1967 und 1969; EDMAN TYNELIUS et al. 2010, 2013) erscheint ein Nachbeobachtungszeitraum von 24 Monaten ausreichend um einerseits eine Aussage über allgemeine Veränderungen, wie beispielsweise das erfolgte „Settling“ nach Entfernung der Behandlungsapparatur, treffen zu können und andererseits um

mögliche Schwachstellen hinsichtlich auftretender Rezidive beschreiben zu können. Besonders interessant erscheint dieser Beobachtungszeitraum im Vergleich zu einer Studie von PANCHERZ und HANSEN (1986), die die auftretenden okklusalen Veränderungen während und nach der Behandlung mit der Herbst-Apparatur untersuchten. Hierfür untersuchten sie 40 Klasse II:1 Patienten die ausschließlich mit der Herbst-Apparatur behandelt wurden. Die Behandlungsdauer von durchschnittlich 7 Monaten gestaltete sich zwar etwas kürzer als für das in dieser Studie untersuchte Patientengut, jedoch wurden alle Patienten in eine neutrale Okklusion oder überkorrigierte, demnach leicht mesiale Verzahnung, eingestellt. Der Nachbeobachtungszeitraum betrug 12 Monate, wobei die meisten okklusalen Veränderungen bereits in den ersten sechs Monaten nach Entfernung der Herbst-Apparatur auftraten.

### 9.3.2 PAR-Index

Der anfängliche PAR-Wert von  $32,4 \pm 8,8$  Punkten (Median: 32,0 Punkte) im Gesamtpatientengut ist mit anderen Studien, die Patientenkollektive aus Klasse II:1 Patienten untersuchten, vergleichbar. Während der anfängliche PAR-Wert bei BIRKELAND et al. (1997) 30,7 Punkte und bei HAMDAN und ROCK (1999) bei 33,2 Punkten betrug und somit dem Ausgangs-PAR-Wert der vorliegenden Studie entspricht, lag der Ausgangs-PAR-Wert in einer Untersuchung von O'BRIEN et al. (1995) sogar bei  $49,3 \pm 14,8$  Punkten.

Die vergleichsweise hohen Anfangswerte bei Untersuchungen von Klasse II:1 Kollektiven ergeben sich unter anderem aus dem mit dieser Dysgnathie einhergehenden vergrößerten Overjet (BIRKELAND et al. 1997; DEGUZMAN et al. 1995; HAMDAN und ROCK 1999). So wiesen BIRKELAND et al. (1997) bei Klasse I-Patienten einen anfänglichen PAR-Wert von 26,3 Punkten und HAMDAN und ROCK (1999) einen anfänglichen Wert von 21,6 Punkten aus. Ähnlich niedrige Ausgangswerte wiesen auch JANSON et al. (2007) in einer Untersuchung zur Klasse II - Extraktionstherapie auf. In dieser Studie wurde nicht nach Angle Klasse II:1 und II:2 differenziert, so dass ein anfänglicher PAR-Wert von 24,08 Punkten in der Nonextraktionsgruppe und von 23,91 Punkten in der Extraktionsgruppe aufgezeigt wurde. Diese vergleichsweise geringen Ausgangswerte in den alle Klasse II Patienten umfassenden Untersuchungsgruppen stützt weiterhin die Vermutung, die Wertung des

Overjets sei maßgeblich mitverantwortlich für die vergleichsweise hohen Werte in Klasse II:1 Patientenkollektiven.

Durch die erfolgte Herbst-Multibracket-Behandlung konnte der anfängliche PAR-Wert deutlich reduziert werden, so dass er am Ende der Behandlung bei  $8,0 \pm 4,5$  Punkten (Median: 7,0 Punkte) lag. Somit konnten 62% der Patienten der Kategorie „Greatly improved“ zugeteilt werden.

Neben den funktionskieferorthopädischen Apparaturen stehen weitere Behandlungsstrategien zur Korrektur der Angle-Klasse II:1 zur Verfügung. Eine weitere etablierte Maßnahme stellt die Extraktionstherapie dar (BIRKELAND et al. 1997; DEGUCHI et al. 2015; JANSON et al. 2007, 2010; WICHELHAUS et al. 2013). Diese findet zumeist im bleibenden Gebiss und in der Erwachsenenbehandlung Anwendung (WICHELHAUS et al. 2013). Die PAR-Wert-Reduzierung, die im Rahmen von Extraktionsbehandlungen erzielt werden kann, scheint mit der in dieser Studie erzielten Ergebnissen vergleichbar zu sein. So untersuchten DEGUCHI et al. (2015) den Behandlungserfolg bei Klasse II-Extraktionsfällen mit zwei verschiedenen Bracketphilosophien - labial versus lingual platzierte Brackets. In bezug auf den erzielten PAR-Wert nach erfolgter Behandlung ergab sich zwischen den beiden Systemen kein merklicher Unterschied (7,2 Punkte versus 6,3 Punkte), dieser entsprach jedoch weitestgehend dem in dieser Studie erzielten Punktwert von  $8,0 \pm 4,5$  Punkten. Auch BIRKELAND et al. (1997) verglichen die Ergebnisse von Extraktions- und Nonextraktionsfällen. Während der Ausgangs-PAR-Wert für beide im Mittel bei 30,7 Punkten lag, konnte er auf durchschnittlich 6,2 Punkte reduziert werden. Hierbei lagen die Extraktionsfälle am Ende der Behandlung mit 6,6 Punkten etwas höher als die Patientenfälle, die ohne Extraktionen behandelt wurden. Eine weitere Möglichkeit eine Angle-Klasse II:1 zu behandeln, besteht in der Camouflage-Behandlung bei der zwei Prämolaren im Oberkiefer extrahiert werden und die Molaren in 1 Pb distal eingestellt werden, während die Eckzähne in einer neutralen Verzahnung stehen. Diese Behandlungsstrategie verglichen JANSON et al. (2007) mit einer extraktionsfreien Behandlung mit festsitzender Apparatur. Der Ausgangs-PAR-Wert fiel mit 24,08 bzw. 23,91 Punkten in beiden Gruppen niedriger aus, als in dem in dieser Studie untersuchten Herbst-Patientengut, konnte jedoch auf 5,27 Punkte in der Nonextraktionsgruppe und auf 2,37 Punkte in der Camouflage-Gruppe reduziert werden. JANSON et al. (2010) konnten in einer weiteren Studie die Stabilität der Camouflage-Behandlung in Hinsicht auf die Molarenverzahnung belegen, eine Klasse II-Molarenverzahnung stelle sich genauso stabil dar wie eine Klasse I-Verzahnung. Da mit der kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung eine neutrale Verzahnung

sowohl im Eckzahn- als auch im Molarenbereich angestrebt wird und diese ohne für eine Okklusionskorrektur notwendige Extraktion auskommt, erscheint der Vergleich mit dem Ergebnis der Nonextraktionsgruppe (JANSON et al. 2007) von gesteigertem Interesse. Jedoch nahm die Behandlung ohne Extraktionen mit 28,4 Monate (JANSON et al. 2007) eine deutlich längere Behandlungszeit in Anspruch, als mit der Herbst-Multibracket-Behandlung (24,2 Monate). NELSON et al. (2000) führten einen direkten Vergleich zwischen der Verwendung der Multibracket-Apparatur mit Klasse-II-Gummizügen und der Herbst-Apparatur in der Behandlung von Klasse II:1 Patienten durch. In dieser Untersuchung wurden Extraktionsfälle ausgeschlossen. Auch sie beobachteten, dass die Merkmale der Angle-Klasse II:1 mit beiden Behandlungsstrategien deutlich reduziert werden konnten, sich die Behandlungsdauer jedoch deutlich unterschied und in der Herbstgruppe wesentlich geringer ausfiel.

Weiterhin wurde in der vorliegenden Studie ein möglicher Einfluss der skelettalen Reife auf den Behandlungserfolg der kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung untersucht. Obwohl dieser nicht nachgewiesen werden konnte ( $r=0,057$ ), konnte festgestellt werden, dass der anfängliche PAR-Wert durch eine Behandlung während des pubertären Wachstumsmaximums am deutlichsten gesenkt werden konnte (Median zu T3: 6,0 Punkte). Dem gegenüber wurde für Patienten ohne Restwachstum die geringste PAR-Wertreduzierung (Median zu T3: 8,0 Punkte) erreicht. Dieses Ergebnis entspricht der von PANCHERZ und HÄGG (1985) gegebenen Empfehlung zur Behandlung während des pubertären Wachstumsschubes.

Weiterhin wurde die PAR-Wertreduzierung unter Berücksichtigung der maximalen Ausprägung der sagittalen Malokklusion untersucht. In dieser Subgruppenanalyse ergaben sich zu Behandlungsbeginn deutliche Unterschiede in der Höhe des Ausgangs-PAR-Wertes. Hierbei wiesen Patienten mit einer starken Ausprägung des Distalbisses ( $\geq \frac{3}{4}$  Pb distal) den höchsten Anfangswert auf. Nach erfolgter Behandlung konnte der PAR-Wert jedoch in allen Subgruppen, ungeachtet der Ausprägung des Distalbisses bzw. einer vorliegenden Subdivision, auf einen annähernd gleichen Zielwert reduziert werden (Median: 7,0 bzw. 7,5 Punkte). Auch BOCK et al. (2013) konnten die Effektivität der kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung bei Patienten mit Subdivision ( $\geq \frac{3}{4}$  Pb) nachweisen.

Die Tatsache, dass 98% der Patienten nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (Vgl. Kapitel 7.3, Seite 40) den PAR-Kategorien „Greatly improved“ und „Improved“ zugeteilt werden konnten, lässt die Aussage zu, dass die kombinierte Herbst-Multibracket-Behandlung eine effektive Behandlungsmethode für nahezu alle Klasse

II:1 Patienten darstellt. Dabei wird die allgemeine Gültigkeit dieser Aussage durch die nachgewiesene Unabhängigkeit von der skelettalen Reife sowie von der Ausprägung des Distalbisses zusätzlich gestärkt.

Obwohl nahezu alle Patienten erfolgreich behandelt werden konnten (Kategorien „Greatly improved“ und „Improved“), wurde bei 2% der Patienten lediglich eine geringe bzw. keine Verbesserung erreicht, so dass sie der Kategorie „Worse / No different“ zugeteilt werden mussten. Der Anteil dieser Patienten stieg in der Nachbeobachtungsphase nur geringfügig an, so dass zu T3 lediglich 3,0% der untersuchten Patienten der Kategorie „Worse / No different“ zugeteilt wurden. Möglicherweise könnte eine genauere Betrachtung dieser Fälle helfen vermeidliche Einflussfaktoren, die perspektivisch das Behandlungsziel gefährden könnten, zu identifizieren. Auffällig ist, dass in der aktuellen Literatur selten Informationen über Misserfolgsraten bereitgestellt werden. Unter Betrachtung einer Studie von BIRKELAND et al. (1997), die die Versorgungsqualität an einer weiterbildungsberechtigten Klinik anhand von 224 Patientenfällen untersuchten, erscheint das in der vorliegenden Arbeit dargestellte Ergebnis einer als eher normal einzustufenden Misserfolgsrate zu entsprechen. Im untersuchten Patientengut von BIRKELAND et al. (1997) waren alle Dysgnathien vertreten. Am Ende der aktiven Behandlung verzeichneten sie einen Patientenanteil von 3,1% in der Kategorie „Worse / No different“, der während der fünfjährigen Beobachtungszeit auf 11,1% anstieg.

Nachdem die Effektivität der kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung nachgewiesen werden konnte, wurde untersucht, wie stabil sich das erzielte Behandlungsergebnis über eine Nachbeobachtungsphase von mindestens 24 Monaten (T3) darstellte. Obwohl sich die Anzahl an Patienten, die diese Phase durchliefen (T3, n=232), im Vergleich zum Ausgangspatientengut (T1, n=490) deutlich reduzierte, ließ sich eine eindeutige Entwicklung erkennen. Im untersuchten Gesamtpatientengut blieb der Patientenanteil, der den PAR-Kategorien „Greatly improved“ und „Improved“ zugeteilt werden konnten, mit 97% nahezu gleich groß. Obwohl der Anteil an Patienten in der Kategorie „Greatly improved“ etwas geringer ausfiel, stieg er in der Kategorie „Worse / No different“ kaum merklich an (3%). Auch wenn der Großteil der Patienten während dieser Phase eine geringe Verschlechterung des PAR-Wertes aufwies, blieb dieser bei einigen gleich oder reduzierte sich sogar. Diese Stabilisierung bzw. teilweise feststellbare Verbesserung des Behandlungserfolges ist nicht ausschließlich auf eine ausreichende Retention sondern auch auf eine stabile Okklusion zurückzuführen. Die Verbesserung und Stabilisierung der Okklusion kann auf das Setzen der Okklusion nach der Entfernung von festsitzenden, kieferorthopädischen Apparaturen

zurückgeführt werden. Die adaptiven Prozesse nach Entfernung der Herbst-Apparatur beschrieben bereits PANCHERZ (1981) sowie PANCHERZ und HANSEN (1986). Die Notwendigkeit der Retention wurde bereits mehrfach beschrieben (EDMAN TYNELIUS et al. 2010, 2013; HAWLEY 2007; LITTLEWOOD et al. 2016; LYOTARD et al. 2010). Auch SADOWSKY und SAKOLS (1982) sowie MORTON und PANCHERZ (2009) konnten aufzeigen, dass sich in einigen Fällen eine verbesserte Okklusion trotz gleichzeitig auftretender, geringfügiger Rezidive, wie beispielsweise im Overjet, Overbite und der Einzelverzahnung, einstellte.

Bei Betrachtung der gebildeten Subgruppen zeigte sich, dass insbesondere in der Gruppe der Patienten mit abgeschlossenem Wachstum sowie in der Patientengruppe mit einer starken sagittalen Ausprägung der Malokklusion ( $\geq \frac{3}{4}$  Pb distal) ein deutlicher Anstieg in der Kategorie „Worse / No different“ zu T3 zu finden war. Vor allem im Falle der Erwachsenenbehandlung (Subgruppe „J“) kam es zu einer drastischen Zunahme (auf insgesamt 9,5%) an Rezidiven während der mindestens 24 monatigen Retentionsphase, die letztlich zur Kategorisierung in die Gruppe „Worse / No different“ führten. Da für diese Patienten durch die erfolgte Behandlung eine deutliche Verbesserung erzielt werden konnte, abzuleiten an der Tatsache, dass sie zunächst der Kategorie „Greatly improved“ oder „Improved“ zugeteilt wurden, schließt eine instabile oder disharmonische Okklusion als mögliche Ursache aus. Eher rücken die Art oder Dauer der Retention bzw. eine mangelnde Compliance während dieser passiven Behandlungsphase, möglicherweise durch die lange Behandlungszeit bedingt, in den Ursachenfokus. Auch erscheint es möglich, dass die Wahrscheinlichkeit einer Rezidivbildung bei Patienten mit abgeschlossenem Wachstum unterschätzt wurde. Die korrektive Wirkung der kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung basiert bei ausgewachsenen, erwachsenen Patienten im größten Teil auf dentalen Effekten (BOCK und RUF 2012; PANCHERZ und HÄGG 1985; RUF und PANCHERZ 1999a). Es kommt maßgeblich zu einer Mesialisierung der mandibulären Front- und Seitenzähne als zu skelettalen Adaptationsmechanismen. Unter Betrachtung der parodontalen Anpassungsprozesse während und nach einer kieferorthopädischen Behandlung (THILANDER 2000) erscheint es möglich, dass diese nach Beendigung der aktiven Behandlung noch nicht vollständig abgeschlossen waren bzw. die Retentionsart keine ausreichend Stabilisierung bewirkte.

Da sowohl die starke Ausprägung einer Dysgnathie als auch die Erwachsenenbehandlung im Allgemeinen das Anspruchsniveau einer kieferorthopädischen Behandlung erhöhen, erscheint der leicht erhöhte Anteil an nicht zufriedenstellenden Ergebnissen in diesen beiden Patientengruppen nach erfolgter

Nachbeobachtungsphase nicht verwunderlich. Für ausgeprägte Klasse II:1 Dysgnathien stellt die kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Intervention eine mögliche Behandlungsalternative dar. Zunächst findet eine kieferorthopädische Dekompensation statt, die notwendig ist, da es bei schweren Dysgnathien zu natürlichen Kompensationen kommt, die die Funktion des Kauapparates weitestgehend sichern sollen. Die daraus resultierenden Einzelzahnstellungen, bei einer Angle-Klasse II:1 typischer Weise stark proklinierten untere Frontzähne, können jedoch den Zielbiss stören oder die Verlagerungsstrecke verkürzen (JACOBS und SINCLAIR 1983; SCHWENZER und EHRENFELD 2011). Nach erfolgter kieferorthopädischer Dekompensation wird der Unterkiefer chirurgisch vorverlagert. In der Regel wird hierfür die sagittale Osteotomie des Unterkiefers nach Obwegeser und Dal Pont (SCHWENZER und EHRENFELD 2011) durchgeführt. Bei einer maxillären Prognathie kann unter Umständen ein bimaxilläres Vorgehen notwendig sein, so dass nach Extraktion der ersten beiden Prämolaren im Oberkiefer dieser zusätzlichen impaktiert werden muss (SCHWENZER und EHRENFELD 2011). Nach erfolgter chirurgischer Umstellungsosteotomie erfolgt eine Feineinstellung der Zahnbögen zu einander. Die Effektivität dieser Methode, prä- und postchirurgische Kieferorthopädie zusammen mit einer chirurgischen Vorverlagerung des Unterkiefers, konnten bereits PANCHERZ et al. (2004) nachweisen. Mithilfe der kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Behandlung konnte sowohl die Molarenrelation als auch der Overjet bei allen Klasse II:1 Patienten korrigiert werden. Durch diese Therapiemaßnahme, die eine überwiegend skelettale Wirkung erzielt, erfolgt eine Veränderung des Profils. Diese äußert sich maßgeblich in einer Streckung des unteren Gesichtsdrittels. RUF und PANCHERZ (2004) konzentrierten sich in einer Untersuchung auf schwere Ausprägungsformen der Angle-Klasse II:1 und verglichen den Behandlungserfolg der kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Behandlung mit der Herbst-Behandlung. Mit beiden Behandlungsstrategien konnten alle Patienten in einer neutralen Molarenrelation eingestellt und der Overjet deutlich reduziert werden. Sie empfehlen die Herbst-Behandlung als Behandlungsalternative für kieferorthopädische Grenzfälle. Auch wenn beide Behandlungsmaßnahmen zielführend eingesetzt werden können, weisen JACOBS und SINCLAIR (1983) explizit auf die Notwendigkeit von Retentionsmaßnahmen nach erfolgter kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Behandlung hin.

Jedoch kam es auch in der Patientengruppe mit einer geringen sagittalen Ausprägung der Malokklusion ( $\leq \frac{1}{2}$  Pb distal; Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “) zu einer deutlichen Zunahme an Patienten der Kategorie „Worse / No different“. Hierbei muss neben einer genauen

Betrachtung der Behandlungsfaktoren vor allem die Punktevergabe im PAR-Index Berücksichtigung finden. Wie bereits oben beschrieben (Vgl. Kapitel 8.2.5, Seite 97), erzielen Patienten mit geringen Abweichungen von einem eugnathen Gebiss im PAR-Index nur eine geringe Anzahl an Punkten. Dies hat zur Folge, dass die Kategorie „Greatly improved“ nur schwer, oder sogar gar nicht erreicht werden kann, da hierfür eine Punktwertreduzierung von mindestens 22 Punkten vorausgesetzt wird (HAMDAN und ROCK 1999). Demnach erscheint der Anstieg an Rezidiven während der Nachbeobachtungsphase in dieser Patientengruppe als auffällig, lässt sich aber unter Betrachtung der Bewertung im PAR-Index relativieren.

### 9.3.3 Ahlgren-Methode

Die subjektive Beurteilung (AHLGREN 1988) der mittels der kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung erzielten Behandlungsergebnisse ergab eine Zuteilung auf alle Ergebniskategorien (ausgezeichnetes bis inakzeptables Ergebnis) nach AHLGREN (1988). Hierbei konnten über die Hälfte der Patienten ein ausgezeichnetes (16,8%) oder gutes Behandlungsergebnis (34,9%) erzielen. Für lediglich 2,2% der Patienten musste ein inakzeptables Behandlungsergebnis verzeichnet werden. Dieses Gesamtergebnis unterstreicht erneut die Effektivität der kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung in der Behandlung der Klasse II:1 Dysgnathie. KLAUS et al. (2017) untersuchten das zwischen 1993 und 2009 behandelte Patientengut der Poliklinik für Kieferorthopädie in Gießen mit einem Fokus auf Patienten mit ausgezeichnetem und inakzeptablem Behandlungsergebnis. Dabei fiel der Patiententeil mit ausgezeichnetem Behandlungsergebnis (13,7%) etwas geringer und der Patientenanteil mit inakzeptablem Behandlungsergebnis (3,4%) geringfügig höher aus als in dem in dieser Studie untersuchten Herbst-Patientenkollektiv.

Im direkten Vergleich der PAR-Wertreduzierung mit den Ahlgren-Gruppen zeigte sich, dass in allen Gruppen (ausgezeichnet bis inakzeptabel) der anfängliche PAR-Wert deutlich reduziert werden konnte. Ungewöhnlich erscheint allerdings die Tatsache, dass in allen Ahlgren-Gruppen auch alle PAR-Kategorien („Greatly improved“, „Improved“ und „Worse / No different“) vertreten waren. Eine mögliche Erklärung hierfür findet sich in den unterschiedlichen Bewertungsmaximen beider Instrumente. Während der PAR-Index, rein objektiv, definierte Punktwerte zuteilt und die Reduktion dieser vergleicht (RICHMOND et al. 1992 a, 1992b), fließen in der subjektiven Beurteilung mit der Ahlgren-Methode auch die Berücksichtigung von Begleitumständen

und die Frage nach der Umsetzbarkeit ein, so dass unter Umständen bereits ein reduziertes Behandlungsergebnis zu Behandlungsbeginn angestrebt wurde. Aber auch die Grundlage des Punktesystems im PAR-Index kann eine fehlende Übereinstimmung zwischen beiden Beurteilungsinstrumenten suggerieren. So kann beispielsweise die PAR-Punktwertreduktion auf der einen Seite nur gering ausfallen und zu einer Zuteilung in die Kategorie „Improved“ führend, dass Behandlungsergebnis nach AHLGREN (1988) dennoch ausgezeichnet sein. Dieses Szenario kann auch umgekehrt auftreten, wie anhand der Gruppe mit inakzeptablem Behandlungsergebnis darzustellen ist. Obwohl in dieser Patientengruppe eine durchschnittliche PAR-Wertreduzierung von  $20,8 \pm 12,5$  Punkte (Median: 19,0 Punkten) erzielt werden konnte und diese unter Berücksichtigung des durchschnittlichen Ausgangswertes von  $33,2 \pm 11,4$  Punkten (Median: 30,0 Punkte) eine Verbesserung von über 30% darstellt, ist das Behandlungsergebnis nach AHLGREN (1988) nur als inakzeptabel einzustufen. Die Vergleichbarkeit beider Instrumente scheint demnach für Grenzfälle eingeschränkt zu sein, ergänzt sich jedoch hinsichtlich der Beurteilungsperspektive.

Zu Behandlungsbeginn variierte der durchschnittliche PAR-Ausgangswert in den einzelnen Ahlgren-Gruppen zwischen 29 und 35 Punkten. Dabei lag er in der Ahlgren-Gruppe mit akzeptablem (34 Punkte) und mit nicht beurteilbarem Ergebnis (35 Punkte) am höchsten. In den Ahlgren-Gruppen mit ausgezeichnetem (29 Punkte) und inakzeptablem Ergebnis (30 Punkte), also den beiden Extremen in der Beurteilung des Behandlungsergebnisses, fiel der anfängliche PAR-Wert jedoch nahezu gleich aus. Diese Beobachtung stimmt mit den Beobachtungen von KLAUS et al. (2017) überein. Sie untersuchten Patienten im Zeitraum von 1993 - 2005 und 2005 - 2009, deren Behandlungsergebnisse als ausgezeichnet oder inakzeptabel (AHLGREN 1988) eingestuft wurden. Beide Patientenpopulationen umfassten alle Dysgnathien, wodurch der Ausgangs-PAR-Wert etwas geringer als in dem in dieser Studie untersuchten Patientenkollektiv ausfiel. Für Patienten mit ausgezeichnetem Behandlungsergebnis betrug er anfänglich 23 Punkte bzw. 24 Punkte und für Patienten mit inakzeptablem Ergebnis in beiden Fällen 25 Punkte. Bei Behandlungsabschluss lag der PAR-Wert in der Gruppe mit ausgezeichnetem Behandlungsergebnis bei 2 Punkten bzw. bei 4 Punkten und somit geringfügig niedriger als im untersuchten Herbst-Patientenkollektiv (5 Punkte). Jedoch fiel er in diesem in der Patientengruppe mit inakzeptablem Ergebnis mit 9 Punkten geringer aus als in den Patientengruppen von KLAUS et al. (2017) mit 15 Punkten bzw. 14 Punkten.

Im Subgruppenvergleich (Tabelle 8.23), unter Berücksichtigung der sagittalen Ausprägung der Malokklusion, zeigte sich unerwarteter Weise, dass der Anteil an

inakzeptablen Behandlungsergebnissen in der Gruppe mit moderater Ausprägung des Distalbisses ( $\leq \frac{1}{2}$  Pb) am höchsten ausfiel (7,3%). Da die Ahlgren-Methode nur die prätherapeutische Situation mit dem Behandlungsergebnis nach einer mindestens 24 monatigen Nachbeobachtungsphase vergleicht und nicht direkt mit dem Behandlungsergebnis am Ende der aktiven Behandlungsphase, fällt möglicherweise bereits eine Abweichung von  $\frac{1}{4}$  Pb distal im Molarenbereich, bei einer ursprünglich moderaten Ausprägung der Malokklusion, stärker ins Gewicht, da sich die Malokklusion aus Sicht des Beurteilers kaum oder gar nicht verbessert hat. Im PAR-Index zeigte sich bereits, dass Patientenfälle mit einem geringeren Ausgangspunktwert, der sich auch nur geringfügiger reduzieren ließ, tendenziell schlechter beurteilt wurden.

In der Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife (Tabelle 8.24) konnte, wie auch bereits mittels PAR-Index festgestellt werden, dass es vor allem unter ausgewachsenen Patienten (Subgruppe „J“) zu inakzeptablen Behandlungsergebnissen (4,5%) kam. Diese Feststellung widerspricht jedoch nicht der von BOCK und RUF 2012; RUF und PANCHERZ 1999a, 1999b, 2004, 2006 sowie der von VON BREMEN et al. 2009 nachgewiesenen Effektivität der Herbst-Apparatur in der Erwachsenenbehandlung, konnte für 52,4% der erwachsenen Patienten ein gutes oder sogar ausgezeichnetes Behandlungsergebnis erzielt werden. Vielmehr betont dieses Ergebnis die Effektivität des Herbst-Scharniers während des Wachstums und verweist auf eine größere Behandlungskomplexität im erwachsenen Alter.

Obwohl alle Patienten, die mittels Ahlgren-Methode ausgewertet wurden, eine mindestens 24 monatige Nachbeobachtungsphase durchlaufen hatten, musste das Behandlungsergebnis bei 2,2% als nicht beurteilbar (AHLGREN 1988) angesehen werden. Merkmal dieser Gruppe ist eigentlich eine abgebrochene Behandlung, die eine adäquate, abschließende Beurteilung des Behandlungsergebnisses nicht ermöglicht. Da diese Patienten die eigentliche Behandlung sowie eine ausreichende Nachbeobachtungsphase durchlaufen hatten, wurden sie trotz vorzeitiger Beendigung der passiven Phase in dieser Studie berücksichtigt.

### 9.3.4 Okklusale Variablen

Alle untersuchten okklusalen Variablen wurden jeweils getrennt für die rechte und linke Seite erhoben. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass hierfür einzelne Zähne beurteilt werden mussten, ergab sich eine Diskrepanz an beurteilbaren Situationen für die jeweilige Seite, obwohl die gleiche Anzahl an Modellpaaren vorhanden war. Als nicht beurteilbar wurden bspw. abgebrochene Modellzähne eingestuft.

Dass die kombinierte Herbst-Multibracket-Behandlung insgesamt ein effektives Behandlungskonzept darstellt, wurde bereits mit Hilfe des PAR-Indexes und der Ahlgren-Methode dargestellt. Die Auswertung einzelner okklusaler Variablen sollte zusätzliche Erkenntnisse darüber bringen, in wie weit durch diese Behandlungsstrategie Einfluss auf Einzelkriterien, wie z.B. den Overjet, genommen werden kann und die Beurteilung der Versorgungsqualität weiter objektivieren.

#### **Overjet**

Ein ausgeprägter Overjet stellt ein definiertes Merkmal für die Klasse II:1 Dysgnathie dar. Daher erschien es von besonderer Bedeutsamkeit die Veränderung dessen durch die kombinierte Herbst-Multibracket-Behandlung separat zu erfassen.

Durch erfolgte Behandlung mit der Herbst- und Multibracket-Apparatur konnte der anfängliche Overjet (Median: 7,0 mm) deutlich reduziert (Median: 2,0 mm) werden. Insgesamt wiesen 94,7% der Patienten zum Zeitpunkt T2 einen maximalen sagittalen Frontzahnüberbiss von 3,0 mm auf. Dieses Ergebnis stimmt mit Untersuchungen von PANCHERZ (1979, 1982) überein. Die Overjetreduktion basiert hierbei maßgeblich auf der Vorverlagerung des Unterkiefers, wodurch es zu einer Längenzunahme dessen sowie einer Proklination der unteren Frontzähne kommt. PANCHERZ (1982) beschreibt den Effekt der Unterkieferfrontzahnproklination jedoch als Verankerungsverlust während der Herbst-Behandlung

Obwohl es während der mindestens 24 monatigen Nachbeobachtungsphase zu einer geringen Rezidivbildung (Median: 2,5 mm) kam, stellte sich die Situation auch zum Zeitpunkt T3 stabil dar. Die typischen Merkmale und Ursachen von Rezidiven bei mit der Herbst-Apparatur behandelten II:1 Patienten untersuchte PANCHERZ (1991). In dieser Studie verglich er Patienten, die 5 Jahre nach erfolgter Behandlung ein Rezidiv aufwiesen, mit Patienten, die ein weiterhin stabiles Behandlungsergebnis aufwiesen. Die Rezidive waren hauptsächlich dentalen Ursprungs und weitestgehend unabhängig

vom noch erfolgten Wachstum nach der Behandlung. Die erneute Zunahme des Overjets lag in einer Proklination der oberen und einer Retroklination der unteren Frontzähne begründet. PANCHERZ (1991) beschreibt als mögliche Ursache hierfür die Persistenz einer Zungen-Lippen-Dysfunktion. Zur Rezidivprävention empfiehlt er eine mindestens 24 monatige Retentionsphase. Den häufig dentalen Ursprung von Rezidiven beschrieben auch EDMAN TYNELIUS et al. (2010, 2013) sowie REITAN (1967, 1969). Bereits kurze Zeit nach Entfernung der festsitzenden Behandlungsapparaturen wurden diese dentalen Veränderungen nachgewiesen. Eine Zunahme des Overjets durch die Veränderung der Frontzahninklination beobachtete auch LYOTARD et al. (2010). Das Rezidivieren des Overjets nach der Behandlung mit funktionskieferorthopädischen Geräten untersuchten bereits DRAGE und HUNT (1990). Auch sie fanden die Ursache für die erneute Zunahme in der Inklination der Frontzähne und nicht in skelettalen Veränderungen.

Diese erneute Zunahme des Overjets fiel bei ausgewachsenen Patienten (Subgruppe „J“; Zunahme des Medians um 0,5 mm) sowie bei Patienten mit einer Subdivision (Zunahme des Medians um 0,8 mm links und 1,0 mm rechts) etwas höher als für die restlichen Patienten aus.

KULA et al. (1998) untersuchten den möglichen Zusammenhang zwischen dem Auftreten eines vergrößerten Overjets und einer asymmetrischen Okklusion. Hierbei beobachtete sie unter anderem, dass Patienten mit einem vergrößerten Overjet häufiger eine asymmetrische Okklusion aufwiesen. Jedoch konnten sie keinen Zusammenhang zum Ausmaß des Overjets oder der Asymmetrie identifizieren. Eine mögliche Ursache für die leichte Häufung an Rezidiven bei Patienten mit Subdivision ist möglicherweise das Fehlen einer idealen Interkuspitation am Behandlungsende. Bereits PANCHERZ (1991) wies auf eine stabile Verzahnung am Ende der Behandlung zur Rezidivprophylaxe hin.

Auch wenn es während der Nachbeobachtungsphase zu einem geringen Rezidiv kam, ist dieses aus klinischer Sicht vernachlässigbar klein, so dass eine gute Kurzzeitstabilität durchaus gesehen werden kann.

### **Overbite**

Neben den Veränderungen des sagittalen wurden auch die Veränderungen des vertikalen Frontzahnüberbisses untersucht. Anders als der Overjet wich der Overbite vor Behandlungsbeginn (T1) im Gesamtpatientengut aber auch in den Subgruppen nur

dezent von einem als normal zu bewertenden Ausmaß ab. Sowohl für den Overjet als auch für den Overbite wird ein Ausmaß von 2,0 - 3,0 mm als normal angesehen (KAHL-NIEKE 2010). Der Overbite lag zu Behandlungsbeginn durchschnittlichen bei  $4,0 \pm 2,0$  mm auf der rechten und bei  $4,1 \pm 1,9$  mm auf der linken Seite. Dieser Ausgangswert entspricht dem von POPOWICH et al. (2005) beschriebenen Overbite von  $4,01 \pm 1,37$  mm in dem von ihnen untersuchten Klasse II:1 Patientengut, das ohne Extraktionen behandelt wurde. Im Vergleich zu einer Untersuchung von PANCHERZ (1979) fiel der Ausgangsoverbite jedoch etwas geringfügiger aus. Er verzeichnete einen durchschnittlichen Overbite von 5,5 mm für das untersuchte Klasse II:1 Patientengut.

Durch die erfolgte Behandlung konnte der Overbite auf  $1,5 \pm 0,9$  mm reduziert werden und blieb auch während der Nachbeobachtungsphase weitestgehend stabil ( $2,0 \pm 1,2$  mm).

Allerdings erscheint diese Maßangabe unter Berücksichtigung der Vielzahl an individuellen Abweichungen in der Zahngröße für die Beurteilung des Overbites zu starr. Eine Bemessung der vertikalen Frontzahnstufe, die der Relation zwischen den oberen und unteren Frontzähnen unter Berücksichtigung der jeweiligen Größe Ausdruck verleiht, scheint ein besser zu vergleichendes Instrument für die Beschreibung des Overbites darzustellen. Dieser Darstellung entsprechend, wäre ein Overbite als normal zu bewerten, wenn die oberen Inzisivi die unteren um ein Drittel überragt. Da diese Beurteilung des Overbites im PAR-Index (RICHMOND et al. 1992a) angewendet wurde, war es möglich, dass ein Overbite in diesem als normal eingestuft wurde und ihm somit kein Punktwert zugeteilt wurde, während er in der Betrachtung der okklusalen Variablen mit einem Wert von  $>3$  mm als erhöht behandelt wurde. Sowohl die deutliche Reduzierung des durchschnittlichen PAR-Wertes, mit dem auch eine Reduzierung des Punktwertes für den Overbite einhergegangen sein muss, als auch die gemessene Verringerung des Ausmaßes im Rahmen der okklusalen Variablen, lassen darauf schließen, dass dieser durch die erfolgte Herbst-Multibracket-Behandlung normalisiert werden konnte.

Diese abgeleitete Schlussfolgerung wird zusätzlich durch die Betrachtung der Subgruppenanalyse untermauert. Obwohl Patienten mit einer Distalokklusion von  $>1$  Pb mit einem Median von +5mm den höchsten Wert aufwiesen, konnte der Overbite in allen Subgruppen und damit unabhängig vom Ausprägungsgrad der Malokklusion, auf einen Median von +1,5mm reduziert werden. Ähnlich verhielt es sich in der

Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife. Der Median variierte hier zwischen +1mm und +1,5mm nach erfolgter Behandlung.

### **Molarenrelation**

Obwohl in der Kieferorthopädie eine stabile Verzahnung im Seitenzahnbereich allgemein und damit Dysgnathie unabhängig angestrebt wird, ist diese in der Behandlung von Klasse II:1 Patienten als besonderes Therapieziel hervorzuheben. Vor allem die Wirkungsweise der Herbst-Apparatur zielt auf eine neutrale Verzahnung der Molaren ab.

Zu Behandlungsbeginn lag im untersuchten Patientenkollektiv eine distale Molarenrelation von einer  $\frac{3}{4}$  Pb (Median) vor. Diese Distalokklusion konnte durch die erfolgte Herbst-Multibracket-Behandlung bei der Mehrheit der Patienten korrigiert werden, so dass bei 70,5% der Patienten auf der rechten und bei 67,4% der Patienten auf der linken Seite eine neutrale oder überkorrigierte Molarenrelation nachzuweisen war (Anhang Kapitel 16.2). Als überkorrigierte Okklusion ist im Falle der Angle-Klasse II eine leicht mesiale Verzahnung, in der Regel um eine  $\frac{1}{4}$  Pb, der Molaren anzusehen. Diese Überkorrektur beschrieben bereits BOCK et al. (2016a), PANCHERZ (1981, 1991), PANCHERZ und HANSEN (1986) sowie WONG et al. (1997). Die Studiengruppe um BOCK et al. (2016a) beschreibt diese Überkorrektur als Folge des Konstruktionsbisses. Die Herbst-Apparatur hält den Unterkiefer im aktivierten Zustand in einer überkorrigierten sagittalen Relation, demnach in einem frontalen Kopfbiss und einer leichten Mesialokklusion im Molarenbereich, so die Okklusion auch am Ende der Behandlung unter Umständen leicht überkorrigiert bleibt. Eine leichte Mesialokklusion im Molarenbereich bei gleichzeitiger Neutralokklusion im restlichen Seitenzahngebiet wird auch aus Superklasse I bezeichnet (STEWART et al. 2001; WIECHMANN et al. 2008).

Neben einer leichten Mesialokklusion respektive Überkorrektur konnte in 8,7% (rechts) bzw. 10,2% (links) der Patientenfälle auch eine dezente Distalokklusion um  $\frac{1}{4}$  Pb beobachtet werden. Die klinische Relevanz diesbezüglich bleibt jedoch fraglich.

Am Ende der Nachbeobachtungsphase wiesen 68,4% (rechts) bzw. 70,0% (links) der Patienten eine Klasse I oder Superklasse I Molarenrelation auf. Hierbei kam es auf beiden Seiten zu einer Zunahme an Klasse I Verzahnungen, dementsprechend einer Neutralokklusion. Diese Entwicklung ist auf ein Setzen der Okklusion nach Entfernung von festsitzenden Behandlungsapparaturen zurückzuführen. Das Setzen der Okklusion

wurde bereits von PANCHERZ (1991), PANCHERZ und HANSEN (1986) sowie RUF und PANCHERZ (2006) beschrieben.

Die Langzeitstabilität der mittels Herbst-Behandlung erzielten Neutralokklusion untersuchten BOCK et al. (2017). Sie konnten aufzeigen, dass alle Klasse II:1 Patienten auch nach mindestens 15 Jahren noch eine neutrale Verzahnung im Molarenbereich aufwiesen.

Da mit der Herbst-Apparatur nicht nur eine Unterkiefervorverlagerung sondern auch eine Schwenkung des Unterkiefers durchgeführt werden kann, wurde die Molarenrelation getrennt für die rechte und linke Seite erhoben. Diese Schwenkung respektive asymmetrische Vorverlagerung wird zur Behandlung der Klasse II Subdivision verwendet. Die Wirksamkeit der kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung bei dieser Dysgnathie beschrieben bereits BOCK et al. (2013).

Dieses Ergebnis verdeutlicht, dass die kombinierte Herbst-Multibracket-Behandlung ein äußerst effektives Instrument zur Überstellung der distalen Molarenrelation ist, da sich das Gesamtpatientengut aus alle Patienten ungeachtet des Alters, Geschlechtes, Ausmaß der Dysgnathie oder anderen potentiellen Subgruppenmerkmalen zusammensetzte.

### **Eckzahnrelation**

Zu Behandlungsbeginn konnte sowohl im Gesamtpatientengut als auch in den Subgruppen eine distale Eckzahnrelation von einer  $\frac{3}{4}$  Pb (Median) beobachtet werden. Diese konnte mit Hilfe der kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung reduziert werden. Jedoch stellte sich sowohl im Gesamtpatientengut als auch in den Subgruppen ein Median von  $\frac{1}{4}$  Pb distal ein. Im Gesamtpatientengut wiesen 46,7% (rechts) bzw. 49,2% (links) der untersuchten Patienten eine Eckzahnrelation von einer  $\frac{1}{4}$  Pb distal auf. Jedoch konnte für über ein Drittel der Patienten (37,2% rechts und 32,1% links) eine neutrale Eckzahnrelation erzielt werden. Dieses Ergebnis blieb auch während der Nachbeobachtungsphase weitestgehend stabil. Leider werden zu dieser Situation in der aktuellen Literatur keine weiteren Informationen bereitgestellt.

Eine Erklärung für die überwiegende Distalrelation der Eckzähne bei einer mehrheitlich neutralen Molarenrelation unter den Patienten stellt möglicherweise die unterschiedliche mesiodistale Stützzonenbreite von Ober- und Unterkiefer (BOLTON 1958) dar.

Letztendlich lässt sich aus einer Abweichung von  $\frac{1}{4}$  Pb distal im Eckzahnbereich keine klinische Relevanz ableiten, da durch diese leichte Okklusionsabweichung nicht mit funktionellen Einschränkungen zu rechnen ist.

### 9.3.5 Rezessionen

Die zusätzlich erfolgte Beurteilung der gingivalen Situation bzw. der Entstehung und Veränderung von gingivalen Rezessionen während und nach der kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung sowie am Ende der Nachbeobachtungsphase erweiterte den Bewertungshorizont der Versorgungsqualität um einen weiteren Faktor.

Für die Entstehung von gingivalen Rezessionen gibt es viele verschiedene Ursachen (HELLWIG et al. 2010; WOLF et al. 2012). Neben der Tatsache das anatomische Gegebenheiten wie eine sehr dünne oder sogar fehlende vestibuläre Knochenabdeckung, sogenannte Dehiszenzen, oder der starke Zug der beweglichen Schleimhaut durch hoch inserierende Lippen- bzw. Zungenbändchen den Rückgang der marginalen Schleimhaut begünstigen, stellen auch mechanische und entzündliche Prozesse potentielle Auslöser dar. Mechanische Faktoren können neben Parafunktionen, wie einem Bruxismus, auch eine falsche Zahnputztechnik oder kieferorthopädische Interventionen sein. Weiterhin scheint die Gingivadicke eine entscheidende Rolle zu spielen, begünstigt eine dünne Gingiva die Entstehung von Rezessionen (YARED et al. 2006; WOLF et al. 2012).

LÖE et al. (1992) untersuchten die Entstehung, Entwicklung und Prävalenz von gingivalen Rezessionen über einen Zeitraum von 20 Jahren in zwei unterschiedlichen Patientenpopulationen. Während die Patientengruppe aus Norwegen tägliche Mundhygiene betrieben, über Mundhygienemaßnahmen aufgeklärt und schon immer zahnärztlich betreut war, konnte für die Patientengruppe aus Sri Lanka nicht eine dieser Maßnahmen verzeichnet werden. Es handelte sich somit um einen Vergleich zweier kontroverser Gruppen. Interessanterweise zeigten beide Populationen im Verlauf des Untersuchungszeitraums eine deutliche Zunahme an gingivalen Rezessionen auf, so dass im Alter von ungefähr 50 Jahren über 90% der norwegischen und 100% der sri-lankischen Gruppe Rezessionen aufwiesen. Sie unterschieden sich dabei vor allem in der Ausprägung und Verteilung auf die einzelnen Zahnflächen. Aus dieser hohen Prävalenz schließen LÖE et al. (1992), dass Rezessionen unabhängig von guter und schlechter Mundhygiene auftreten und dass

es zwei unterschiedliche Formen von Rezessionen geben muss solche, die durch mechanische Traumata entstehen und solche, die mit parodontalen Erkrankungen und den damit einhergehenden Faktoren assoziiert sind.

Inwieweit die unterschiedlichen kieferorthopädischen Behandlungsstrategien und -apparaturen die Entstehung von Rezessionen begünstigen, untersuchten beispielsweise GÖZ et al. (1992) für die transversale Dehnung mit Plattenapparaturen bei Heranwachsenden im Alter zwischen 10 und 15 Jahren. Anders als die vorliegende Studie schlossen sie jedoch nur die Frontzähne und die Sechsjahrmolaren in ihre Untersuchung mit ein. An diesen Zähnen konnten sie jedoch keine deutliche Zunahme von Rezessionen nachweisen.

Obwohl die Situationsmodelle zu allen drei Zeitpunkten (T1, T2 und T3) auch hinsichtlich gingivaler Veränderungen beurteilt wurden, lassen sich andere Einflussfaktoren nicht eindeutig ausschließen. Dies liegt unter anderem daran, dass anatomische Gegebenheiten zu Behandlungsbeginn nicht erfasst wurden oder auch daran, dass die patientenspezifische Zahnpflichttechnik nicht überprüft wurde. Weiterhin fand keine Auswertung hinsichtlich des Auftretens von Rezessionen und bestehender Funktionsstörungen statt.

Zu Behandlungsbeginn lag der Anteil an Patienten mit Rezessionen bei ca. 13,6%. Hierbei waren hauptsächlich die Prämolaren des Oberkiefers sowie die Frontzähne des Unterkiefers betroffen. Zu T2 nahm der Anteil an nicht beurteilbaren Situationen deutlich zu (47,1%). Da somit nahezu die Hälfte der Patienten hinsichtlich der Rezessionen nicht beurteilt werden konnte, wurde dieser Zeitpunkt aus der Datenauswertung ausgeschlossen. Dieser Trend konnte auch in den Subgruppen festgestellt werden. Die Ursache hierfür ist vermutlich in der Zunahme von Gingividen während der Behandlung mit festsitzenden Apparaturen zu suchen. Die deutlich erschwerten Mundhygienebedingungen sowie die Zunahme an Plaqueretentionsstellen wirken prädispositiv für die Entstehung einer Gingivitis (ZACHRISSON und ZACHRISSON 1972). Jedoch scheint die Zunahme an Patienten mit einer Gingivitis, wenn auch lokalisiert auf einzelne Bereiche, in der Pubertät unabhängig von kieferorthopädischen Therapiemaßnahmen deutlich anzusteigen (KASAJ und WILLERSHAUSEN 2013). Da sich die Mehrheit der in dieser Studie untersuchten Patienten in der Pubertät befand, scheint dieser Aspekt nicht vernachlässigbar. Mit einer Gingivitis gehen verschlechterte Bedingungen für präzise Abformungen, wie sie für die Herstellung von Situationsmodellen benötigt werden, einher. Folglich ist die

Modellsituation im Hinblick auf den Gingivaverlauf in diesen Fällen nicht adäquat zu beurteilen.

Die Anzahl an Patienten, die gingivale Rezessionen aufwiesen stieg während der aktiven und passiven Behandlungsphase auf 43,1% zu T3 an. Einen ähnlichen, wenn auch etwas geringeren, Anstieg an Patienten (auf 35%) mit Rezessionen konnten ALLAIS und MELSEN (2003) bzw. MELSEN und ALLAIS (2005) beobachten, wobei sie lediglich die unteren Frontzähne untersuchten. Wie auch bereits in anderen Studien beschrieben (MORRIS et al. 2017; RENKEMA et al. 2013; SLUTZKEY und LEVIN 2008), waren die oberen Prämolaren und die unteren Frontzähne am häufigsten von Rezessionen betroffen. RENKEMA et al. 2013 stellten jedoch zusätzlich eine Konzentration auf die unteren ersten Prämolaren fest.

Während nach erfolgter Behandlung und Nachbeobachtungsphase lediglich 5,2% aller Zähne Rezessionen aufwiesen (Vgl. Abbildung 8.24), machten die unteren Inzisiven lediglich 2,1% aller Zähne aus. Diese Prävalenz entspricht dem Ergebnis aus einer Untersuchung von RUF et al. (1998), die den Einfluss der Unterkiefer-Frontzahnproklination auf die Entstehung von Rezessionen unter Herbst-Behandlung untersuchten. Am Ende der Herbstphase wiesen 3% der unteren Frontzähne Rezessionen auf.

Nicht nur die Prävalenz sondern auch das Ausmaß der Rezessionen stieg im Verlauf der Behandlung und der Nachbeobachtungsphase an (Vgl. Abbildung 7.27 und Abbildung 7.28). Für den Großteil der Zähne konnte eine mittlere Rezessionstiefe von ca. 1 mm (Median) verzeichnet werden. Lediglich für den linken Eckzahn im Oberkiefer (Median Rezessionstiefe: 1,5 mm) und den linken Eckzähne im Unterkiefer (Median Rezessionstiefe: 1,25 mm) konnten höhere Werte beobachtet werden. Eine mögliche Ursache hierfür ist in der besonderen Rolle der Eckzähne im Zahnbogen zu finden. Obere Eckzähne, brechen in aller Regel nach dem zweiten Inzisivus und dem ersten Prämolaren durch, häufig aber auch als letzte Zähne in der Stützzone, wodurch der für den Eckzahn zur Verfügung stehende Platz bereits determiniert ist (LÖHR et al. 1987). Steht für den Eckzahn ein unzureichendes Platzangebot zur Verfügung, kann es zur Retention des Zahnes kommen (STELLZIG et al. 1994). Aber auch die diminutive Ausbildung oder das Fehlen des lateralen Inzisivus, der als Leitschiene während des Eckzahndurchbruches fungiert, kann eine Retention des Eckzahnes begünstigen. So kann es bei der kombiniert kieferchirurgisch-kieferorthopädischen Einordnung von verlagerten Eckzähnen zu gingivalen Rezessionen kommen (PARKIN et al. 2013; ZASCIURINSKIENE et al. 2008). Untere Eckzähne hingegen sind während der

kieferorthopädischen Behandlung nur schwer aufzurichten. Findet der Eckzahn eine linguoklinierte Stellung im Zahnbogen kann daraus eine enge Lagebeziehung zwischen der Zahnwurzel und dem vestibulären Knochen resultiert. Bei sehr geringer oder gar fehlender Knochenabdeckung kann es so zur Bildung von Rezessionen kommen (WOLF et al. 2012).

In der Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife verteilten sich die Patienten mit Rezessionen anders als vielleicht zuvor erwartet wurde. In Subgruppe „F“, die Patienten, die sich vor dem pubertären Wachstumsmaximum befanden bildeten, lag der Anteil an Patienten, die nach der Nachbeobachtungsphase (T3) Rezessionen aufwiesen am höchsten und in Subgruppe „J“, die von ausgewachsenen Patienten gebildet wird, am geringsten. Gerade in dieser Subgruppe („J“) wäre ein hoher Anteil zu erwarten gewesen, da die Wahrscheinlichkeit für parodontale Vorschäden im Vergleich zu den anderen Gruppen erhöht erschien (LÖE et al. 1992).

In einer Studie zu gingivalen Rezessionen bei finnischen Schulkindern beschrieben AINAMO et al. (1986) ebenfalls eine Zunahme an Rezessionen im Alter zwischen 12 und 17 Jahren. Auch hier war ein Rückgang der marginalen Gingiva hauptsächlich im Unterkieferfrontzahnbereich und im Oberkiefer an den Prämolaren sowie an den ersten Molaren und den Eckzähnen festzustellen. AINAMO et al. (1986) sahen die Ursache hierfür im Zahnputzverhalten, konnten aber keinen Zusammenhang zur Häufigkeit des Zähneputzen feststellen. Jedoch konnte ein geringer Zusammenhang zu dem Härtegrad der verwendeten Zahnbürsten dargestellt werden. Eine weitere Ursache wird in der angewendeten Putztechnik gesehen.

Dieses Ergebnis widerspricht auch der Beobachtung von RENKEMA et al. (2013), die in ihrer Untersuchung zur Entwicklung von Rezessionen während und nach kieferorthopädischer Behandlung mit festsitzenden Apparaturen bei Patienten unter 16 Jahren (zu Behandlungsende) eine deutlich geringere Rezessionsentwicklung feststellten.

Ein weiterer Aspekt war die Betrachtung der Rezessionsbildung in Hinsicht auf die Ausprägung der distalen Molarenrelation. In allen vier Gruppen konnte eine Prävalenz zwischen 34,1 - 38,7% aufgewiesen werden. Dieses Ergebnis spricht gegen einen Zusammenhang zwischen der Ausbildung von Rezessionen und dem Schweregrad der Distalokklusion.

Die Tatsache, dass gingivale Rezessionen unabhängig von der skelettalen Reife auftreten (Vgl. Abbildung 8.57 bis Abbildung 8.60) und auch in der Regel die

genannten Zähne betroffen sind, lässt die Vermutung zu, dass die bei den untersuchten Klasse II:1 Patienten beobachteten Rezessionen nicht zwangsläufig durch die kombinierte Herbst-Multibracket-Behandlung hervorgerufen wurden, sondern eine andere Ätiologie durchaus in Frage kommt. Sicherlich wird die Entstehung von gingivalen Rezessionen durch eine kieferorthopädische Behandlung, wie sie mit der Herbst- und Multibracket-Apparatur durchgeführt wurde, begünstigt, stellt jedoch nicht die alleinige Ursache dar.

### 9.3.6 Habits-/ Funktionsstörungen

Als Habit, auch orofaziale Dyskinesie genannt, wird in der Kieferorthopädie eine unterbewusst ablaufende Angewohnheit beschrieben. Dysfunktionen beruhen eher auf strukturellen oder funktionellen Veränderungen. Jedoch sind beide häufig nicht klar voneinander abzutrennen, so dass sie in einer Kategorie zusammengefasst wurden. Beiden ist allerdings gemein, dass sie Destruktionen begünstigen können, und sich somit eine Therapie empfiehlt.

Die Erfassung möglicher bestehender Habits bzw. Funktionsstörungen vor Behandlungsbeginn findet in der Poliklinik für Kieferorthopädie der Justus-Liebig-Universität in Gießen im Rahmen der Aufnahmesitzung als Teil der speziellen Anamnese statt. Auf dieser Dokumentation beruht auch die Datenlage zu Habits und Funktionsstörungen in dieser Studie. Daher muss berücksichtigt werden, dass die erhobenen Daten auf die Zuverlässigkeit des behandelnden Arztes bei der Voruntersuchung und Dokumentation sowie auf die wahrheitsgemäßen und genauen Aussage der Patienten angewiesen sind. Ein Anspruch auf Vollständigkeit kann daher nicht erhoben werden. Es ist davon auszugehen, dass der tatsächliche Anteil an Patienten, die zu Behandlungsbeginn ein Habit bzw. eine Funktionsstörung aufwiesen größer ist. Jedoch ermöglichen die bestehenden Daten zumindest eine Tendenz über den Zusammenhang der Versorgungsqualität in der kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung und bestehenden Habits bzw. Funktionsstörungen zu erstellen.

Der allgemeine Einfluss von Habits und Funktionsstörungen auf Zahnfehlstellungen und die Ausbildung von Dysgnathien wurde bereits mehrfach beschrieben (ANGLE 1908, PATTI und D'ARC 2007, PAUL und NANDA 1973, PROFFIT et al. 2013). So konnte ANGLE (1908), wie bereits in Kapitel 1.1 beschrieben, den Zusammenhang zwischen der habituell offenen Mundhaltung und der damit einhergehenden Mundatmung zur Ausprägung einer Klasse II:1 darstellen. Neben der Mundatmung

wurde ebenfalls das atypische Schluckmuster von PATTI und D'ARC (2007) als mögliche Ursache für eine Vergrößerung des Overjets beschrieben. Als eine Konsequenz aus einer anhaltenden Mundatmung beschreiben PROFFIT et al. (2013) die anteriore Öffnung des Bisses sowie die Vergrößerung des Overjets. Zudem weisen sie auf die gleichen Malokklusionsmerkmale bei einem atypischen Schluckmuster und dem Bestehen eines Lutschhabits hin.

Auch GÓIS et al. (2008) konnten einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Bestehen eines Lutschhabits und der Ausbildung einer Malokklusion feststellen. Hierbei wurde der Einfluss jedoch hauptsächlich auf die erste Dentition nachgewiesen. Auch MOIMAZ et al. (2014) untersuchten den Zusammenhang verschiedener Habits auf die Entstehung von Malokklusionen. Auch sie konnten einen eindeutigen Zusammenhang darstellen. Jedoch bezog sich auch diese Studie auf die erste Dentition. REITAN (1967) beschrieb den Einfluss von Dysfunktionen und dem damit einhergehenden veränderten Muskeldruck als mögliche Ursache für Rezidive nach erfolgter kieferorthopädischer Behandlung. Ableiten daraus lässt sich, dass dieser veränderte Muskeldruck ursächlich für Malokklusionen im Allgemeinen sein kann.

Festhalten lässt sich somit, dass Habits und Funktionsstörungen einen Einfluss auf die Entstehung von Malokklusionen haben.

Von dem in dieser Studie untersuchten Klasse II:1 Patientengut wiesen 79,3% der Patienten zu Behandlungsbeginn mindestens ein Habit bzw. eine Funktionsstörung auf. Diese Beobachtung entspricht dem Ergebnis von PAUL und NANDA (1973), die den Zusammenhang zwischen okklusalen und skelettalen Veränderungen bei bestehender Mundatmung untersuchten. Unter allen Patienten, die eine Mundatmung aufwiesen, konnte bei 74% der Patienten eine Klasse II Malokklusion identifiziert werden.

In einer Studie zu Veränderungen der Okklusion hinsichtlich ihrer funktionalen Anpassung nach erfolgter kieferorthopädischer Behandlung, betrachteten MORTON und PANCHERZ (2009) unter anderem auch bestehende Dysfunktionen zu Behandlungsbeginn. Hierbei stellten die Zungendysfunktion und die Mundatmung die häufigsten Funktionsstörungen dar, was der in dieser Studie erhobenen Daten entspricht.

Insgesamt zeigte sich, dass die Prävalenz von Habits bzw. Funktionsstörungen mit Zunahme der skelettalen Reife abnahm, gleichzeitig jedoch mehr Patienten Parafunktionen aufwiesen (16,3% der Patienten aus Subgruppe „J“). In einer

Langzeitstudie zu temporomandibulären Dysfunktionen, deren Symptomen und vergesellschafteten Malokklusion unter unbehandelten und kieferorthopädisch behandelten Patienten stellten EGERMARK et al. (2003) fest, dass unbehandelte Patienten mit Malokklusion nicht nur häufiger Symptome, die in einem Zusammenhang zu temporomandibulären Dysfunktionen zu stehen scheinen, sondern auch einen Bruxismus aufwiesen. Die untersuchten Patienten waren zu diesem Zeitpunkt um die 35 Jahre alt. In einer Untersuchung zur Inzidenz von Bruxismus unter Studenten der Wayne State University (Durchschnittsalter  $19 \pm 2,54$  Jahre) konnte dieser bei 30,7% der Studenten erhoben werden (GLAROS 1981). Dieser Anteil lag deutlich über dem in dieser Studie ermittelten Wert.

Unter Berücksichtigung der sagittalen Ausprägung der Malokklusion konnte kein relevanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Habits bzw. Funktionsstörungen und dem Schweregrad des Distalbisses beobachtet werden. Lediglich das Lutschhabit wurde umso häufiger erfasst desto schwerer die distale Molarenrelation ausgeprägt war (Zunahme von Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ zu „ $>1$ “). Zungendysfunktionen und Auffälligkeiten im Kiefergelenk wurden vermehrt bei Patienten mit Subdivision erfasst. Trotz dieser geringfügigen Unterschiede zwischen den einzelnen Subgruppen, stellten die Mundatmung, das Vorhandensein eines Lutschhabits und das atypische Schluckmuster die häufigsten Dysfunktionen dar.

Obwohl die Qualität der kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung nicht durch das Bestehen eines Habits oder einer Funktionsstörung beeinträchtigt zu werden scheint, begünstigt das weitere Vorhandensein eines Habits bzw. einer Funktionsstörung nach der aktiven Behandlung die Ausbildung eines Rezidivs (REITAN 1967) während der Nachbeobachtungsphase und könnte somit nun doch einen Einfluss auf die Versorgungsqualität nehmen. Dieser Einfluss konnte jedoch in der Beurteilung der Behandlungsqualität nicht berücksichtigt werden, da diesbezüglich in der Regel keine Daten erfasst wurden. Insbesondere in den Fällen bei denen es während der Nachbeobachtungsphase zu einer Verschlechterung kam, könnte es von Interesse sein den Zusammenhang zu weiterhin bestehenden Habits und Funktionsstörungen zu untersuchen.

## 10 Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Studie war es die Versorgungsqualität aller Klasse II:1 Patienten, die im Zeitraum von 1986 bis 2014 in der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität Gießen mit der Herbst- und unmittelbar danach mit einer Multibracket-Apparatur behandelt wurden, zu beurteilen. Die PAR-Punktwert-Reduzierung (RICHMOND et al. 1992 a, 1992b) und die Ergebniskategorien nach AHLGREN (1988) dienten als Hauptzielparameter. Zusätzlich wurden die okklusalen Variablen, das Auftreten von Rezessionen, das Bestehen von Habits und Funktionsstörungen zu Behandlungsbeginn sowie der Einfluss der skelettalen Reife und der Ausprägungsgrad der Distalokklusion auf die Versorgungsqualität als Nebenzielparameter definiert. Es wurde das Ergebnis der aktiven Behandlung als auch das der entsprechenden Kurzzeitstabilität berücksichtigt.

Folgende Einschlusskriterien wurden formuliert:

- Angle-Klasse II:1 bei Behandlungsbeginn
- Herbst-Multibracket-Behandlung
- Aktive Behandlung bis maximal Ende 2014
- Optional:  $\geq 24$  monatige Nachbeobachtungsphase

Das Patientengut umfasste 508 Patienten zu Behandlungsbeginn (T1). Nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2:  $24,2 \pm 7,8$  Monate) standen jedoch lediglich Modelle von 490 Patienten zur Auswertung bereit. Diese Zahl reduzierte sich erneut im Hinblick auf die Auswertung der Kurzzeitstabilität, da nur 232 Patienten eine mindestens 24 monatige Retentionsphase (T3:  $32,6 \pm 15,8$  Monate) durchlaufen hatten.

Hinsichtlich der Versorgungsqualität wurden folgende Ergebnisse festgestellt:

- Der anfängliche PAR-Wert konnte im Mittel von  $32,4 \pm 8,8$  Punkten auf  $8,0 \pm 4,5$  Punkte reduziert werden und blieb auch zu T3 weitestgehend stabil ( $8,8 \pm 5,1$  Punkte).
- Die subjektive Beurteilung der Versorgungsqualität zu T3 mit der Methode nach AHLGREN (1988) stufte 16,8% als ausgezeichnetes, 34,9% als gutes, 44,0% als akzeptables, 2,2% als inakzeptables und 2,2% als nicht beurteilbares Behandlungsergebnis ein.

- Der anfängliche Overjet konnte im Mittel von  $7,1 \pm 2,4$  mm (rechts) bzw.  $7,0 \pm 2,3$  mm (links) auf  $2,0 \pm 0,9$  mm (beidseitig) reduziert werden und stieg auf  $2,6 \pm 0,9$  mm (rechts) bzw.  $2,7 \pm 0,9$  mm (links) an (T3).
- Der Overbite konnte von durchschnittlich  $4,0 \pm 2,0$  mm (rechts) bzw.  $4,1 \pm 1,9$  mm (links) auf  $1,5 \pm 0,9$  mm (beidseitig) reduziert werden und stieg zu T3 auf  $2,0 \pm 1,2$  mm (beidseitig) an.
- Zu T1 lag sowohl im Molaren- als auch im Eckzahnbereich durchschnittlich eine Distalokklusion von einer  $\frac{3}{4}$  Prämolarenbreite vor. Durch die Herbst-Multibracket-Behandlung konnte mehrheitlich eine neutrale oder überkorrigierte Molarenverzahnung erzielt werden, die auch zu T3 stabil blieb. Im Eckzahnbereich stellte sich sowohl zu T2 als auch zu T3 eine leichte Distalokklusion von  $\frac{1}{4}$  Prämolarenbreite ein.
- Es konnte kein Zusammenhang zwischen der skelettalen Reife und der PAR-Wert-Reduktion (T2:  $r=0,057$ ; T3:  $r=0,031$ ) und kein (T2:  $r=0,154$ ) bzw. lediglich ein leichter Zusammenhang zwischen dem Ausprägungsgrad der Malokklusion und der PAR-Wert-Reduktion (T3:  $r=0,23$ ) festgestellt werden.
- Zu T1 wiesen 13,6% der Patienten Rezessionen auf. Dieser Anteil stieg auf 43,1% zu T3. Zu T3 zeigten insgesamt 5,2% der untersuchten Zähne Rezessionen. Darunter waren am häufigsten die unteren Inzisivi betroffen (2,1%).
- Zu T1 wiesen 79,3% der untersuchten Patienten mindestens ein Habit bzw. eine Dysfunktion auf. Hierbei traten die Mundatmung (17,3%), das atypische Schluckmuster (14,9%) und das Bestehen eines Lutschhabits (12,4%) unter den Patienten mit Habit respektive Dysfunktion am häufigsten auf.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die kombinierte Herbst-Multibracket-Behandlung eine effektive Behandlungsmethode für die Angle-Klasse II:1 Dysgnathie darstellt, die zudem unabhängig von der skelettalen Reife und weitestgehend unabhängig vom Ausprägungsgrad der Distalokklusion ist.

## 11 Summary

The aim of the present study was to evaluate the outcome quality of all Class II:1 patients, who received Herbst and subsequent Multibracket appliance treatment at the Department of Orthodontics, University of Giessen, between 1986 and 2014. The PAR score reduction (RICHMOND et al. 1992a, 1992b) as well as the outcome rating according to AHLGREN (1988) were the main study parameters. In addition, secondary study parameters (occlusal variables, prevalence of recessions, habits and dysfunctions which existed before the start of treatment) and the impact of skeletal maturity and severity of Class II relationship on the treatment outcome were analyzed. Both the results of active treatment and the corresponding short-term stability were considered.

The following inclusion criteria were defined:

- Class II:1 at the start of treatment
- Herbst-Multibracket treatment
- Active treatment finished before the end of 2014
- Optional:  $\geq 24$  months follow-up observation period

The sample comprised 508 at the start of treatment (T1). However, after Herbst-Multibracket treatment (T2:  $24.2 \pm 7.8$  months) study casts of only 490 patients were available for evaluation. Intents of short-term stability study casts of 232 patients who had fulfilled an observation period of at least 24 months (T3:  $32.6 \pm 15.8$  months) were available.

In terms of outcome quality the following results were determined:

- During treatment the initial PAR score was reduced from  $32.0 \pm 8.8$  to  $8.0 \pm 4.5$  points and remained mostly stable during the follow-up period ( $8.8 \pm 5.1$  points).
- The outcome ratings according to AHLGREN (1988) at T3 classified 16.8% as excellent, 34.9% as good, 44.0% as acceptable, 2.2% as not acceptable and 2.2% as not assessable treatment outcome.
- The initial overjet was reduced from  $7.1 \pm 2.4$  mm (right) respectively  $7.0 \pm 2.3$  mm (left) to  $2.0 \pm 0.9$  mm (on both sides). During the follow-up period the overjet increased to  $2.6 \pm 0.9$  mm (right) respectively  $2.7 \pm 0.9$  mm (left).

## Summary

---

- The overbite was reduced from  $4.0 \pm 2.0$  mm (right) respectively  $4.1 \pm 1.9$  mm (left) to  $1.5 \pm 0.9$  mm (on both sides) during treatment and increased to  $2.0 \pm 1.2$  mm (on both sides) during the post-treatment observation period.
- Before treatment the average Class II relationship was  $\frac{3}{4}$  cusp widths. Due to Herbst-Multibracket treatment a Class I or overcorrected Class I relationship was achieved in most cases and remained more or less stable during the follow-up period. For the canines a slight Class II relationship of  $\frac{1}{4}$  cusp widths was present at T2 as well as T3.
- No correlation was found between skeletal maturity and PAR score reduction (T2:  $r=0.057$ ; T3:  $r=0.031$ ) as well as between severity of Class II relationship after treatment and PAR score reduction (T2:  $r=0.154$ ). A low association was found between the severity of Class II relationship after the follow-up period and PAR score reduction (T3:  $r=0.23$ ).
- The prevalence of gingival recessions was 13.6% (of all patients) before treatment. This amount increased to 43.1% after the follow-up period. Overall 5.2% of all examined teeth showed recessions at T3 with the lower incisors being most frequently (2.1%) affected.
- At T1 79.3% of all examined patients had at least one habit or dysfunction: mouth breathing (17.3%), tongue thrust swallowing (14.9%) and the existence of a sucking habit (12.4%) were the most common ones.

In summary Herbst-Multibracket treatment can be considered as a successful treatment option for Class II:1 patients irrespective of pre-treatment severity of the Class II relationship or pre-treatment skeletal maturity.

## 12 Abkürzungsverzeichnis

PAR-Index:	Peer-Assessment-Rating Index
PAR-Punktwert:	Punktwert nach dem Peer-Assessment-Rating Index
Pb:	Prämolarenbreite (Maßeinheit)
MB:	Multibracket-Apparatur
GNE:	Gaumennahterweiterungsapparatur
Rez.:	Rezessionen

## 13 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1 Herbst-Apparatur mit gegossenen Metallschienen in situ. Laterale (linkes Bild) und frontale (rechtes Bild) Ansicht.....	4
Abbildung 3.1 Patientenunterlagen. Darstellung der absoluten Häufigkeit von ausgewerteten Modellpaaren und Patientenakten zu den einzelnen Zeitpunkten (T1, T2 und T3).....	14
Abbildung 4.1 Messmethodik zur Beurteilung von gingivalen Rezessionen mit hervorgehobener Schmelz-Zement-Grenze (blau).....	22
Abbildung 7.1 Prozentuale Altersverteilung des Gesamtpatientengutes an Klasse II:1 Herbst-Patienten (n=508) zu Beginn der aktiven Behandlung (gerundet, in Jahren). .....	29
Abbildung 7.2 Verteilung nach skelettalen Reife (HÄGG und TARANGER 1982): Prozentuale Häufigkeit der Patienten (n=505) in den jeweiligen skelettalen Reifestadien zu Behandlungsbeginn (T1). ....	30
Abbildung 7.3 Dauer der Herbst- und Multibracket-Phase sowie der gesamten aktiven Behandlungszeit (Herbst-Multibracket-Behandlung) in Monaten. ....	32
Abbildung 7.4 Verteilung der Patienten in der Nachbeobachtungsphase (Zeitraum zwischen T2 und T3). Hervorgehoben sind hierbei die 240 Patienten, die die mindestens 24 monatige Nachbeobachtungsphase durchliefen und zum Zeitpunkt T3 ausgewertet werden konnten.....	34
Abbildung 7.5 Dauer der gesamten Nachbeobachtungsphase (n=240 Patienten) in Monaten. ....	35
Abbildung 7.6 PAR-Punkteverteilung zu Behandlungsbeginn: Prozentualer Anteil an Patienten (n=492) je PAR-Punktwert (gewichtet) vor Beginn der Behandlung. Median in Dunkelblau. ....	36
Abbildung 7.7 Erzielte Kategorien nach Punktwertreduzierung (T1 zu T2): Gerundete prozentuale (%) Verteilung der Patienten (n=490) auf die drei Kategorien „Greatly improved“, „Improved“ und „Worse / No different“ .....	37

Abbildung 7.8 Erzielte Kategorien nach Punktwertreduzierung (T1 zu T3): Gerundete prozentuale (%) Verteilung der Patienten (n=232) auf die drei Kategorien „Greatly improved“, „Improved“ und „Worse / No different“ .....	38
Abbildung 7.9 Verteilung des PAR-Punktwertes zu den Zeitpunkten T1 und T3 in den einzelnen Ahlgren-Gruppen (n=232). .....	40
Abbildung 7.10 Erzielte Kategorien des PAR-Indexes innerhalb der einzelnen Ahlgren-Gruppen (n=232 Patienten). .....	41
Abbildung 7.11 Ausmaß und Verteilung des Overjets (mm) für die rechte und linke Seite zu Behandlungsbeginn (T1). .....	43
Abbildung 7.12 Ausmaß und Verteilung des Overjets (mm) für die rechte und linke Seite nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2). .....	44
Abbildung 7.13 Ausmaß und Verteilung des Overjets (mm) für die rechte und linke Seite am Ende der Nachbeobachtungsphase (T3). .....	45
Abbildung 7.14 Ausmaß und Verteilung des Overbites (mm) für die rechte und linke Seite zu Behandlungsbeginn (T1). .....	46
Abbildung 7.15 Ausmaß und Verteilung des Overbites (mm) für die rechte und linke Seite nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2). .....	47
Abbildung 7.16 Ausmaß und Verteilung des Overbites (mm) für die rechte und linke Seite am Ende der Nachbeobachtungsphase (T3). .....	48
Abbildung 7.17 Ausmaß und Verteilung der Molarenrelation (Pb) für die rechte und linke Seite zu Behandlungsbeginn (T1). .....	49
Abbildung 7.18 Ausmaß und Verteilung der Molarenrelation (Pb) für die rechte und linke Seite nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2). .....	50
Abbildung 7.19 Ausmaß und Verteilung der Molarenrelation (Pb) für die rechte und linke Seite am Ende der Nachbeobachtungsphase (T3). .....	51
Abbildung 7.20 Ausmaß und Verteilung der Eckzahnrelation (Pb) für die rechte und linke Seite zu Behandlungsbeginn (T1). .....	52
Abbildung 7.21 Ausmaß und Verteilung der Eckzahnrelation (Pb) für die rechte und linke Seite nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2). .....	53

Abbildung 7.22 Ausmaß und Verteilung der Eckzahnrelation (Pb) für die rechte und linke Seite am Ende der Nachbeobachtungsphase (T3).....	54
Abbildung 7.23 Beurteilung der gingivalen Situation hinsichtlich auftretender Rezessionen zu den beiden Zeitpunkten T1 (n=492) und T3 (n=232). ....	56
Abbildung 7.24 Prozentuale Häufigkeit an Rezessionen je Zahn zu den Zeitpunkten T1 (n=13642 Zähne) und T3 (n=6291 Zähne).....	57
Abbildung 7.25 Ausmaß der Rezessionen je Zahn im Oberkiefer zum Zeitpunkt T1...	58
Abbildung 7.26 Ausmaß der Rezessionen je Zahn im Unterkiefer zum Zeitpunkt T1..	59
Abbildung 7.27 Ausmaß der Rezessionen je Zahn im Oberkiefer zum Zeitpunkt T3...	60
Abbildung 7.28 Ausmaß der Rezessionen je Zahn im Unterkiefer zum Zeitpunkt T3..	61
Abbildung 7.29 Prozentuale Häufigkeit an Patienten (n=505) mit jeweiliger Anzahl bestehender Habits und Funktionsstörungen zu Behandlungsbeginn.....	62
Abbildung 7.30 Prozentuale Häufigkeit an Patienten (n=403) mit Habits und oder Funktionsstörungen zu Behandlungsbeginn.....	63
Abbildung 8.1 Ausgewertete Daten in der Subgruppenanalyse hinsichtlich der maximalen Ausprägung der sagittalen Okklusion. ....	68
Abbildung 8.2 Ausgewertete Daten in der Subgruppenanalyse hinsichtlich der maximalen Ausprägung der Distalokklusion für die Schnittmengengruppe „Subdivision“ zu allen drei Zeitpunkten T1, T2 und T3. ....	69
Abbildung 8.3 Ausgewertete Daten in der Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife.....	72
Abbildung 8.4 Dauer der Herbst-Phase (Monate) für die Subgruppenanalyse hinsichtlich der Molarenrelation. ....	87
Abbildung 8.5 Dauer der Multibracket-Phase (Monate) für die Subgruppenanalyse hinsichtlich der Molarenrelation.. ....	88
Abbildung 8.6 Dauer der kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung (Monate) für die Subgruppenanalyse hinsichtlich der Molarenrelation. ....	89

Abbildung 8.7 Dauer der Herbst-Phase (Monate) für die Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife. ....	90
Abbildung 8.8 Dauer der Multibracket-Phase (Monate) für die Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife. ....	91
Abbildung 8.9 Dauer der kombinierten Herbst-Multibracket-Behandlung (Monate) für die Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife. ....	92
Abbildung 8.10 Dauer der Nachbeobachtungsphase (Monate) für die Subgruppenanalyse hinsichtlich der Molarenrelation. ....	94
Abbildung 8.11 Dauer der Nachbeobachtungsphase (Monate) für die Subgruppenanalyse hinsichtlich der skelettalen Reife. ....	96
Abbildung 8.12 Erzielte Kategorien nach Punktwertreduzierung (T1 zu T2) für die einzelnen Subgruppen: Prozentuale (%) Verteilung der Patienten auf die drei Kategorien „Greatly improved“, „Improved“ und „Worse / No different“. ....	100
Abbildung 8.13 Erzielte Kategorien nach Punktwertreduzierung (T1 zu T3) für die einzelnen Subgruppen: Prozentuale (%) Verteilung der Patienten auf die drei Kategorien „Greatly improved“, „Improved“ und „Worse / No different“. ....	101
Abbildung 8.14 Erzielte Kategorien nach Punktwertreduzierung (T1 zu T2) für die einzelnen Subgruppen: Prozentuale (%) Verteilung der Patienten auf die drei Kategorien „Greatly improved“, „Improved“ und „Worse / No different“. ....	105
Abbildung 8.15 Erzielte Kategorien nach Punktwertreduzierung (T1 zu T3) für die einzelnen Subgruppen: Prozentuale (%) Verteilung der Patienten auf die drei Kategorien „Greatly improved“, „Improved“ und „Worse / No different“. ....	106
Abbildung 8.16 Prozentuale Häufigkeit der Patienten je PAR-Kategorie und Ahlgren-Gruppe in den einzelnen Subgruppen. ....	109
Abbildung 8.17 Verteilung des PAR-Punktwertes zu den Zeitpunkten T1 und T3 in den einzelnen Gruppen nach AHLGREN (1988) für Patienten der Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ “ .....	110
Abbildung 8.18 Verteilung des PAR-Punktwertes zu den Zeitpunkten T1 und T3 in den einzelnen Gruppen nach AHLGREN (1988) für Patienten der Subgruppe „ $\frac{1}{2}$ - 1“ .....	111

Abbildung 8.19 Verteilung des PAR-Punktwertes zu den Zeitpunkten T1 und T3 in den einzelnen Gruppen nach AHLGREN (1988) für Patienten der Subgruppe „>1“ ..... 112

Abbildung 8.20 Verteilung des PAR-Punktwertes zu den Zeitpunkten T1 und T3 in den einzelnen Gruppen nach AHLGREN (1988) für Patienten der Schnittmengengruppe „Subdivision“ ..... 113

Abbildung 8.21 Prozentuale Häufigkeit der Patienten je PAR-Kategorie und Ahlgren-Gruppe in den einzelnen Subgruppen.....116

Abbildung 8.22 Verteilung des PAR-Punktwertes zu den Zeitpunkten T1 und T3 in den einzelnen Gruppen nach AHLGREN (1988) für Patienten der Subgruppe „F“ ..... 117

Abbildung 8.23 Verteilung des PAR-Punktwertes zu den Zeitpunkten T1 und T3 in den einzelnen Gruppen nach AHLGREN (1988) für Patienten der Subgruppe „FG - G“.. 118

Abbildung 8.24 Verteilung des PAR-Punktwertes zu den Zeitpunkten T1 und T3 in den einzelnen Gruppen nach AHLGREN (1988) für Patienten der Subgruppe „H - IJ“ ... 119

Abbildung 8.25 Verteilung des PAR-Punktwertes zu den Zeitpunkten T1 und T3 in den einzelnen Gruppen nach AHLGREN (1988) für Patienten der Subgruppe „J“ ..... 120

Abbildung 8.26 Ausmaß des Overjets (in mm) für die rechte und linke Seite in den einzelnen Subgruppen zu Behandlungsbeginn (T1). ..... 122

Abbildung 8.27 Ausmaß des Overjets (in mm) für die rechte Seite in den einzelnen Subgruppen nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2). ..... 123

Abbildung 8.28 Ausmaß des Overjets (in mm) für linke Seite in den einzelnen Subgruppen nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2). ..... 124

Abbildung 8.29 Ausmaß des Overjets (in mm) für die rechte Seite in den einzelnen Subgruppen nach abgeschlossener Nachbeobachtungsphase (T3). ..... 125

Abbildung 8.30 Ausmaß des Overjets (in mm) für die linke Seite in den einzelnen Subgruppen nach abgeschlossener Nachbeobachtungsphase (T3). ..... 126

Abbildung 8.31 Ausmaß des Overjets (in mm) für die rechte und linke Seite in den einzelnen Subgruppen („F“ bis „J“) zu Behandlungsbeginn (T1). ..... 128

Abbildung 8.32 Ausmaß des Overjets (in mm) für die rechte Seite in den einzelnen Subgruppen („F“ bis „J“) nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2). ..... 129

Abbildung 8.33 Ausmaß des Overjets (in mm) für die linke Seite in den einzelnen Subgruppen („F“ bis „J“) nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2)..... 130

Abbildung 8.34 Ausmaß des Overjets (in mm) für die rechte und linke Seite in den einzelnen Subgruppen („F“ bis „J“) nach erfolgter Nachbeobachtungsphase (T3).. . 132

Abbildung 8.35 Ausmaß des Overbites (in mm) für die rechte und linke Seite in den einzelnen Subgruppen vor Behandlungsbeginn (T1). ..... 134

Abbildung 8.36 Ausmaß des Overbites (in mm) für die rechte Seite in den einzelnen Subgruppen nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2). ..... 135

Abbildung 8.37 Ausmaß des Overbites (in mm) für die linke Seite in den einzelnen Subgruppen nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2). ..... 136

Abbildung 8.38 Ausmaß des Overbites (in mm) für die rechte und linke Seite in den einzelnen Subgruppen nach erfolgter Nachbeobachtungsphase (T3)..... 137

Abbildung 8.39 Ausmaß des Overbites (in mm) für die rechte Seite in den einzelnen Subgruppen („F“ bis „J“) zu Behandlungsbeginn (T1). ..... 138

Abbildung 8.40 Ausmaß des Overbites (in mm) für die linke Seite in den einzelnen Subgruppen („F“ bis „J“) zu Behandlungsbeginn (T1). ..... 139

Abbildung 8.41 Ausmaß des Overbites (in mm) für die rechte und linke Seite in den einzelnen Subgruppen („F“ bis „J“) nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2). ..... 140

Abbildung 8.42 Ausmaß des Overbites (in mm) für die rechte Seite in den einzelnen Subgruppen („F“ bis „FG - G“) nach Abschluss der Nachbeobachtungsphase (T3).. 141

Abbildung 8.43 Ausmaß des Overbites (in mm) für die rechte und linke Seite in den einzelnen Subgruppen („F“ bis „FG - G“) nach Abschluss der Nachbeobachtungsphase (T3). ..... 142

Abbildung 8.44 Verteilung der Patienten in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der gemessenen Molarenrelation zu Behandlungsbeginn (T1). Die Darstellung zeigt jeweils die rechte und linke Seite. .... 144

Abbildung 8.45 Verteilung der Patienten in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der gemessenen Molarenrelation nach erfolgter Behandlung (T2). Die Darstellung zeigt jeweils die rechte und linke Seite.....	145
Abbildung 8.46 Verteilung der Patienten in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der gemessenen Molarenrelation am Ende der Nachbeobachtungsphase (T3). Die Darstellung zeigt jeweils die rechte und linke Seite. ....	146
Abbildung 8.47 Verteilung der Patienten in den einzelnen Gruppen hinsichtlich der gemessenen Eckzahnrelation zu Behandlungsbeginn (T1). Die Darstellung zeigt jeweils die rechte und linke Seite.....	147
Abbildung 8.48 Verteilung der Patienten in den einzelnen Gruppen hinsichtlich der gemessenen Eckzahnrelation nach erfolgter Herbst-Multibracket-Behandlung (T2). Die Darstellung zeigt jeweils die rechte und linke Seite. ....	148
Abbildung 8.49 Verteilung der Patienten in den einzelnen Gruppen hinsichtlich der gemessenen Eckzahnrelation am Ende der Nachbeobachtungsphase (T3). Die Darstellung zeigt jeweils die rechte und linke Seite. ....	149
Abbildung 8.50 Verteilung der Patienten in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der gemessenen Eckzahnrelation zu Behandlungsbeginn (T1). Die Darstellung zeigt jeweils die rechte und linke Seite.....	150
Abbildung 8.51 Verteilung der Patienten in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der gemessenen Eckzahnrelation nach erfolgter Behandlung (T2). Die Darstellung zeigt jeweils die rechte und linke Seite.....	151
Abbildung 8.52 Verteilung der Patienten in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der gemessenen Eckzahnrelation am Ende der Nachbeobachtungsphase (T3). Die Darstellung zeigt jeweils die rechte und linke Seite. ....	152
Abbildung 8.53 Prozentuale Häufigkeit an Rezessionen je Zahn (n) für die untersuchte Subgruppe „½“ zu den Zeitpunkten T1 (n=2346 Zähne) und T3 (n=1135 Zähne). ....	156
Abbildung 8.54 Prozentuale Häufigkeit an Rezessionen je Zahn (n) für die untersuchte Subgruppe „½ - 1“ zu den Zeitpunkten T1 (n=9354 Zähne) und T3 (n=4406 Zähne). ....	157
Abbildung 8.55 Prozentuale Häufigkeit an Rezessionen je Zahn (n) für die untersuchte Subgruppe „>1“ zu den Zeitpunkten T1 (n=1880 Zähne) und T3 (n=841 Zähne).....	158

Abbildung 8.56 Prozentuale Häufigkeit an Rezessionen je Zahn (n) für die untersuchte Schnittmengengruppe „Subdivision“ zu den Zeitpunkten T1 (n=1854 Zähne) und T3 (n=799 Zähne).....	159
Abbildung 8.57 Prozentuale Häufigkeit an Rezessionen je Zahn (n) für die untersuchte Subgruppe „F“ zu den Zeitpunkten T1 (n=3302 Zähne) und T3 (n=1653 Zähne).....	161
Abbildung 8.58 Prozentuale Häufigkeit an Rezessionen je Zahn (n) für die untersuchte Subgruppe „FG - G“ zu den Zeitpunkten T1 (n=5411 Zähne) und T3 (n=2199 Zähne). .....	162
Abbildung 8.59 Prozentuale Häufigkeit an Rezessionen je Zahn (n) für die untersuchte Subgruppe „H - IJ“ zu den Zeitpunkten T1 (n=3687 Zähne) und T3 (n=1959 Zähne).	163
Abbildung 8.60 Prozentuale Häufigkeit an Rezessionen je Zahn (n) für die untersuchte Subgruppe „J“ zu den Zeitpunkten T1 (n=1150 Zähne) und T3 (n=567 Zähne). .....	164
Abbildung 8.61 Prozentuale Verteilung der Patienten in den einzelnen Gruppen hinsichtlich der zu T1 bestehenden Anzahl an Habits und Funktionsstörungen. ....	166
Abbildung 8.62 Prozentuale (%) Verteilung der Habits bzw. Funktionsstörung in der jeweiligen Subgruppe. ....	167
Abbildung 8.63 Prozentuale Verteilung der Patienten in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der zu T1 bestehenden Anzahl an Habits und Funktionsstörungen. ....	168
Abbildung 8.64 Prozentuale (%) Verteilung der Habits bzw. Funktionsstörung in der jeweiligen Subgruppe. ....	169
Abbildung 16.1 PAR-Lineal zur Modellvermessung (RICHMOND et al. 1992a). ....	240
Abbildung 16.2 Zertifikat über die Absolvierung des PAR-Kurses bei Prof. Richmond. .....	243

## 14 Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1 In der Nachbeobachtungsphase zur Anwendung gekommene Retentionsgeräte im Ober- und Unterkiefer. ....	15
Tabelle 8.1 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit der Patienten (n=490) in den einzelnen Subgruppen „1/2“ bis „>1“ sowie in der Schnittmengengruppe Subdivision (n=67) zu Behandlungsbeginn.....	66
Tabelle 8.2 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit der Patienten (n=505) in den einzelnen Subgruppen, definiert nach der Wachstumsphasenkategorisierung nach HÄGG und TARANGER (1982).....	71
Tabelle 8.3 Patientenverteilung hinsichtlich einer zuvor stattgefundenen, externen Vorbehandlung in den einzelnen Subgruppen.....	73
Tabelle 8.4 Dauer (in Jahren) der zuvor extern stattgefundenen Vorbehandlung für die einzelnen Gruppen „1/2“ bis „Subdivision“. ....	74
Tabelle 8.5 Verwendete Apparaturen bei der zuvor erfolgten externen Behandlung: Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit an Patienten je Behandlungsapparatur und Subgruppe.....	75
Tabelle 8.6 Patientenverteilung hinsichtlich einer zuvor stattgefundenen, externen Vorbehandlung in den einzelnen Subgruppen.....	76
Tabelle 8.7 Dauer (in Jahren) der zuvor extern stattgefundenen Vorbehandlung für die einzelnen Subgruppen „F“ bis „J“. ....	77
Tabelle 8.8 Verwendete Apparaturen bei der zuvor erfolgten externen Behandlung: Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit an Patienten je Behandlungsapparatur und Subgruppe.....	78
Tabelle 8.9 Prozentualer Anteil (%) an Patienten je Gruppe, die zuvor nach einem anderen Therapiekonzept behandelt wurden.....	79
Tabelle 8.10 Prozentualer Anteil (%) an Patienten je Gruppe, die zuvor eine für die Herbst-Multibracket-Therapie notwendige Vorbehandlung erhielten.....	80

Tabelle 8.11 Dauer (in Monaten) der internen Vorbehandlung in den jeweiligen Gruppen. Zusätzlich dargestellt ist die Dauer der notwendigen Vorbehandlungen. ....	81
Tabelle 8.12 Verwendete Apparaturen bei der für die Herbstbehandlung notwendige Vorbehandlung: Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit an Patienten je Behandlungsapparatur und Gruppe.....	82
Tabelle 8.13 Prozentualer Anteil (%) an Patienten je Gruppe, die zuvor nach einem anderen Therapiekonzept behandelt wurden.....	83
Tabelle 8.14 Prozentualer Anteil (%) an Patienten je Gruppe, die zuvor eine für die Herbst-Multibracket-Therapie notwendige Vorbehandlung erhielten.....	84
Tabelle 8.15 Dauer (in Monaten) der internen Vorbehandlung in den jeweiligen Subgruppen. Zusätzlich dargestellt ist die Dauer der notwendigen Vorbehandlungen.	85
Tabelle 8.16 Verwendete Apparaturen bei der für die Herbstbehandlung notwendige Vorbehandlung: Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit an Patienten je Behandlungsapparatur und Subgruppe .....	86
Tabelle 8.17 Ausgangs-PAR-Wert in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der Molarenrelation zu Behandlungsbeginn (T1). .....	97
Tabelle 8.18 Mittlerer PAR-Wert in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der Molarenrelation am Ende der Herbst-Multibracket-Behandlung (T2) sowie die Punktwertreduzierung zu T1.....	98
Tabelle 8.19 Mittlerer PAR-Wert in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der Molarenrelation am Ende der Nachbeobachtungsphase (T3) und die Punktwertreduzierung zu T1 sowie die Punktwertzunahme zu T2. ....	99
Tabelle 8.20 Ausgangs-PAR-Wert in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der skelettalen Reife zu Behandlungsbeginn (T1). .....	102
Tabelle 8.21 Mittlerer PAR-Wert in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der skelettalen Reife am Ende der Herbst-Multibracket-Behandlung (T2) sowie die Punktwertreduzierung zu T1.....	103
Tabelle 8.22 Mittlerer PAR-Wert in den einzelnen Subgruppen hinsichtlich der skelettalen Reife am Ende der mindestens 24 monatigen Nachbeobachtungsphase (T3) und die Punktwertreduzierung zu T1 sowie die Punktwertzunahme zu T2. ....	104

Tabelle 8.23 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit an Patienten je Subgruppe in den einzelnen definierten Gruppen nach AHLGREN (1988).....	107
Tabelle 8.24 Subgruppenanalyse nach skelettaler Reife: Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit an Patienten in den einzelnen definierten Gruppen nach AHLGREN (1988). .....	114
Tabelle 8.25 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit an Patienten ohne bzw. mit Rezessionen (Rez), mit im Ausmaß unveränderten Rezessionen und mit nicht beurteilbaren gingivalen Verhältnissen zu den beiden Zeitpunkten (T1 und T3). .....	154
Tabelle 8.26 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit an Patienten ohne bzw. mit Rezessionen, mit im Ausmaß unveränderten Rezessionen und mit nicht beurteilbaren gingivalen Verhältnissen zu allen drei Zeitpunkten (T1, T2 und T3).....	160
Tabelle 16.1 Absolute (n) und prozentuale Anzahl an Patienten je ermittelter Molarenrelation zu T1 für die rechte und linke Seite. ....	244
Tabelle 16.2 Absolute (n) und prozentuale Anzahl an Patienten je ermittelter Molarenrelation zu T2 für die rechte und linke Seite. ....	245
Tabelle 16.3 Absolute (n) und prozentuale Anzahl an Patienten je ermittelter Molarenrelation zu T3 für die rechte und linke Seite. ....	246
Tabelle 16.4 Absolute (n) und prozentuale Anzahl an Patienten je ermittelter Eckzahnrelation zu T1 für die rechte und linke Seite. ....	247
Tabelle 16.5 Absolute (n) und prozentuale Anzahl an Patienten je ermittelter Eckzahnrelation zu T2 für die rechte und linke Seite. ....	248
Tabelle 16.6 Absolute (n) und prozentuale Anzahl an Patienten je ermittelter Eckzahnrelation zu T3 für die rechte und linke Seite. ....	249
Tabelle 16.7 Mittelwert (MW), Standardabweichung ( $\pm$ SD) und Median für die Rezessionen (in Millimeter, gerundet) aufweisenden Zähne im Oberkiefer.....	250
Tabelle 16.8 Mittelwert (MW), Standardabweichung ( $\pm$ SD) und Median für die Rezessionen (in Millimeter, gerundet) aufweisenden Zähne im Unterkiefer.....	251

## 15 Literaturverzeichnis

AHLGREN J. Tioårig utvärdering av ortodontiska behandlingsresultat Tandlakartidningen 1988; 80:208-216.

AINAMO J, PALOHEIMO L, NORDBLAD A, MURTOLOMAA H. Gingival recession in schoolchildren at 7, 12 and 17 years of age in Espoo, Finland. Community Dent Oral Epidemiol 1986; 14:283-286.

AL-KHATEEB EAA, AL-KHATEEB SN. Anteroposterior and Vertical Components of Class II division 1 and division 2 Malocclusion. Angle Orthod 2009; 79:859-866.

ALLAIS D, MELSEN B. Does labial movement of lower incisors influence the level of the gingival margin? A case-control study of adult orthodontic patients. Eur J Orthod 2003; 25:343-352.

ALTEMUS LA. Horizontal And Vertical Dentofacial Relationships In Normal And Class II Division I Malocclusion In Girls 11-15 Years. Angle Orthod 1955; 25:120-137.

ANDRESEN V, HÄUPL K, PETRIK L. Funktionskieferorthopädie. 5. Auflage. Johann Ambrosius Barth, München 1953: 78-119.

ANGLE EH. Classification of malocclusion. Dental Cosmos 1899; 41:248-264.

ANGLE EH. Behandlung der Okklusionsanomalien der Zähne. Angle's System. Verlag von Herrmann Meusser, Berlin 1908: 43-49,106-120,158-164.

BALTERS W. Die Technik und Übung der allgemeinen und speziellen Bionatortherapie. Quintessenz Referat 1964; 2378:77-85.

BALTROMEJUS S, RUF S, PANCHERZ H. Effective temporomandibular joint growth and chin position changes: Activator versus Herbst treatment. A cephalometric roentgenographic study. Eur J Orthod 2002; 24:627-637.

BAUME LJ, DERICHSWEILER H. Is the condylar growth center responsive to orthodontic therapy? Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol 1961; 14:347-362.

BAUSS O, FREITAG S, RÖHLING J, RAHMAN A. Influence of Overjet and Lip Coverage on the Prevalence and Severity of Incisor Trauma. J Orofac Orthop 2008; 69: 402-410.

BECKWITH FR, ACKERMANN RJ, COBB CM, TIRA DE. An evaluation of factors affecting duration of orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;115:439-447.

BERIÉ H, BRAESEKE G, FINK U, VÖLKER I. Strukturen und Kostensteuerungsmechanismen im deutschen Gesundheitswesen unter besonderer Berücksichtigung der GKV. Gutachten im Auftrag des AOK-Bundesverbandes. WISO - Institut für Wirtschaft & Soziales GmbH, Berlin 2005: 11-13, 19, 26-33, 42-50, 60.

BIRKELAND K, FUREVIK J, BØE OE, WISTH PJ. Evaluation of treatment and post-treatment changes by the PAR Index. *Eur J Orthod* 1997; 19:279-288.

BOCK NC, PANCHERZ H. Herbst Treatment of Class II division 1 Malocclusions in Retrognathic and Prognathic Facial Types. *Angle Orthod* 2006; 76:930-941.

BOCK NC, REISER B, RUF S. Class II subdivision treatment with the Herbst appliance. *Angle Orthod* 2013; 83:327-333.

BOCK NC, RUF S. Dentoskeletal changes in adult Class II division 1 Herbst treatment-how much is left after the retention period? *Eur J Orthod* 2012; 34:747-753.

BOCK NC, RUF S, WIECHMANN D, JILEK T. Dentoskeletal effects during Herbst-Multibracket appliance treatment: a comparison of lingual and labial approaches. *Eur J Orthod* 2016a; 38:470-477.

BOCK NC, SAFFAR M, HUDEL H, EVÄLAHTI M, HEIKINHEIMO K, RICE DP, RUF S. Long-term ( $\geq 15$  years) post-treatment changes and outcome quality after Class II:1 treatment in comparison to untreated Class I controls. *Eur J Orthod* 2017: <https://doi.org/10.1093/ejo/cjx051>.

BOCK NC, VON BREMEN J, RUF S. Occlusal stability of adult Class II Division 1 treatment with the Herbst appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 138:146-151.

BOCK NC, VON BREMEN J, RUF S. Stability of Class II fixed functional appliance therapy-a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod* 2016b; 38:129-139.

BOLTON WA. Disharmony In Tooth Size And Its Relation To The Analysis And Treatment Of Malocclusion. *Angle Orthod* 1958; 28:113-130.

BREITNER C. Bone changes resulting from experimental orthodontic treatment. *Am J Orthod Oral Surg* 1940; 26:521-547.

BUCHANAN IB, SHAW WC, RICHMOND S, O'BRIEN KD, ANDREWS M. A comparison of the reliability and validity of the PAR Index and Summers' Occlusal Index. *Eur J Orthod* 1993; 15:27-31.

CASSINELLI AG, FIRESTONE AR, BECK FM, VIG KWL. Factors associated with orthodontists' assessment of difficulty. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 123:497-502.

CLEMMER EJ, HAYES EW. Patient cooperation in wearing orthodontic headgear. *Am J Orthod* 1979; 75:517-524.

COOK DR, HARRIS EF, VADEN JL. Comparison of university and private-practice orthodontic treatment outcomes with the American Board of Orthodontics objective grading system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; 127:707-712.

CRAIG CE. The Skeletal Patterns Characteristic of Class I and Class II, Division I Malocclusion in Norma Lateralis. *Angle Orthod* 1951; 21:44-56.

CROFT RS, BUSCHANG PH, ENGLISH JD, MEYER R. A cephalometric and tomographic evaluation of Herbst treatment in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999; 116:435-443.

DANIELS AS, SEACAT JD, INGLEHART MR. Orthodontic treatment motivation and cooperation: A cross-sectional analysis of adolescent patients' and parents' responses. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136:780-787.

DE ARRUDA AIDAR LA, ABRAHÃO M, YAMASHITA HK, DOMINGUEZ GC. Herbst appliance therapy and temporomandibular joint disc position: A prospective longitudinal magnetic resonance imaging study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129:486-496.

DE ARRUDA AIDAR LA, DOMINGUEZ GC, ABRAHÃO M, YAMASHITA HK, VIGORITO JW. Effects of Herbst appliance treatment on temporomandibular joint disc position and morphology: A prospective magnetic resonance imaging study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136:412-424.

DEGUCHI T, HONJO T, FUKUNAGA T, MIYAWAKI S, ROBERTS WE, TAKANO-YAMAMOTO T. Clinical assessment of orthodontic outcomes with the peer assessment rating, discrepancy index, objective grading system, and comprehensive clinical assessment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; 127:434-443.

DEGUCHI T, TERAOKA F, AONUMA T, KATAOKA T, SUGAWARA Y, YAMASHIRO T, TAKANO-YAMAMOTO T. Outcome assessment of lingual and labial appliances compared with cephalometric analysis, peer assessment rating, and objective grading system in Angle Class II extraction cases. *Angle Orthod* 2015; 85:400-407.

DEGUZMAN L, BAHIRAEI D, VIG KWL, VIG PS, WEYANT RJ, O'BRIEN K. The validation of the Peer Assessment Rating index for malocclusion severity and treatment difficulty. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995; 107:172-176.

DRAGE KJ, HUNT NP. Overjet Relapse Following Functional Appliance Therapy. *Br J Orthod* 1990; 17:205-213.

DRELICH RC. A Cephalometric Study of Untreated Class II, Division 1 Malocclusion. *Angle Orthod* 1948; 18:70-75.

DYER GS, HARRIS EF, VADEN JL. Age effects on orthodontic treatment: Adolescents contrasted with adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991; 100:523-530.

DYKEN RA, SADOWSKY L, HURST D. Orthodontic Outcomes Assessment Using the Peer Assessment Rating Index. *Angle Orthod* 2001; 71:164-169.

EDMAN TYNELIUS G, BONDEMARK L, LILJA-KARLANDER E. Evaluation of orthodontic treatment after 1 year of retention - a randomized controlled trial. *Eur J Orthod* 2010; 32:542-547.

EDMAN TYNELIUS G, BONDEMARK L, LILJA-KARLANDER E. A randomized controlled trial of three orthodontic retention methods in Class I four premolar extraction cases - stability after 2 years in retention. *Orthod Craniofac Res* 2013; 16:105-115.

EGERMARK I, MAGNUSSON T, CARLSSON GE. A 20-Year Follow-up of Signs and Symptoms of Temporomandibular Disorders and Malocclusions in Subjects With and Without Orthodontic Treatment in Childhood. *Angle Orthod* 2003; 73:109-115.

EHMER U, TULLOCH CJF, PROFFIT WR, PHILIPS C. An International Comparison of Early Treatment of Angle Class-II/1 Cases. *J Orofac Orthop* 1999; 60:392-408.

EVELOFF SE, ROSENBERG CL, CARLISLE CC, MILLMAN RP. Efficacy of a Herbst Mandibular Advancement Device in Obstructive Sleep Apnea. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 149:905-909.

FINK DF, SMITH RJ. The duration of orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992; 102:45-51.

FIRESTONE AR, BECK FM, BEGLIN FM, VIG KWL. Evaluation of the peer assessment rating (PAR) index as an index of orthodontic treatment need. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002; 122:463-469.

FISHER MA, WENGER RM, HANS MG. Pretreatment characteristics associated with orthodontic treatment duration. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 137:178-186.

FRÄNKEL R. Technik und Handhabung der Funktionsregler, 3. Auflage. Karger, Basel, München, Paris, London, New York, Tokyo, Sydney 1984.

GLAROS AG. Incidence of diurnal and nocturnal bruxism. *J Prosthet Dent* 1981; 45:545-549.

GÓIS EGO, RIBEIRO-JÚNIOR HC, VALE MPP, PAIVA SM, SERRA-NEGRA JMC, RAMOS-JORGE ML, PORDEUS IA. Influence of Nonnutritive Sucking Habits, Breathing Pattern and Adenoid Size on the Development of Malocclusion. *Angle Orthod* 2008; 78:647-654.

GÖZ GR, BACHER M, NEY T, AXMANN-KRCZMAR D, HARTMANN U. Die transversale Dehnung mit Plattenapparaturen - intermolare Stabilität und Bedeutung für gingivale Rezessionen. *Fortschr Kieferorthop* 1992; 53:344-348.

GROSS AM, SAMSON G, DIERKES M. Patient cooperation in treatment with removable appliances: A model of patient noncompliance with treatment implications. *Am J Orthod* 1985; 87:392-397.

HÄGG U, PANCHERZ H. Dentofacial orthopaedics in relation to chronological age, growth period and skeletal development. An analysis of 72 male patients with Class II division 1 malocclusion treated with the Herbst appliance. *Eur J Orthod* 1988; 10:169-176.

HÄGG U, TARANGER J. Maturation indicators and the pubertal growth spurt. *Am J Orthod* 1982; 82:299-309.

HAMDAN AM, ROCK WP. An appraisal of the peer assessment rating (PAR) index and a suggested new weighting system. *Eur J Orthod* 1999; 21:181-192.

HANSEN K, KOUTSONAS TG, PANCHERZ H. Long-term effects of Herbst treatment on the mandibular incisor segment: A cephalometric and biometric investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997; 112:92-103.

HANSEN K, PANCHERZ H, HÄGG U. Long-term effects of the Herbst appliance in relation to the treatment growth periode: a cephalometric study. *Eur J Orthod* 1991; 13:471-481.

HASSEL B, FARMAN AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995; 107:58-66.

HAWLEY CA. The principles and art of retention. Transactions of the European Orthodontic Society 1922/1923: 5-14 in *Eur J Orthod* 2007; 29:i16-i22.

HELLWIG E, KLIMEK J, ATTIN T. Einführung in die Zahnerhaltung. Prüfungswissen Kariologie, Endodontie und Parodontologie. 5. Auflage. Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV GmbH, Köln 2010: 510-511.

HERBST E. Atlas und Grundriss der Zahnärztlichen Orthopädie. JF Lehmanns Verlag, München 1910: 311-315.

HINTON RJ, MCNAMARA JA. Temporal bone adaptations in response to protrusive function in juvenile and young adult rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Eur J Orthod* 1984a; 6:155-174.

HINTON RJ, MCNAMARA JA. Effect of Age on the Adaptive Response of the Adult Temporomandibular Joint. A study of induced protrusion in *Macaca mulatta*. *Angle Orthod* 1984b; 54:154-162.

HITCHCOCK HP. A cephalometric description of Class II, Division 1 malocclusion. *Am J Orthod* 1973; 63:414-423.

ITZHAKI S, DORCHIN H, CLARK G, LAVIE L, LAVIE P, PILLAR G. The Effects of 1-Year Treatment With a Herbst Mandibular Advancement Splint on Obstructive Sleep Apnea, Oxidative Stress, and Endothelial Function. *Chest* 2007; 131:740-749.

JACOB HB, BUSCHANG PH. Mandibular growth comparisons of Class I and Class II division 1 skeletofacial patterns. *Angle Orthod* 2014; 84:755-761.

JACOBS JD, SINCLAIR PM. Principles of orthodontic mechanics in orthognathic surgery cases. *Am J Orthod* 1983; 84:399-407.

JANSON G, BARROS SEC, DE FREITAS MR, HENRIQUES JFC, PINZAN A. Class II treatment efficiency in maxillary premolar extraction and nonextraction protocols. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 132:490-498.

JANSON G, CAMARDELLA LT, ARAKI JDV, DE FREITAS MR, PINZAN A. Treatment stability in patients with Class II malocclusion treated with 2 maxillary premolar extractions or without extractions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 138:16-22.

KAHL-NIEKE B. Einführung in die Kieferorthopädie. Diagnostik, Behandlungsplanung, Therapie. 3. Auflage. Deutsche Zahnärzte Verlag DÄV GmbH. Köln 2010: 50, 92, 173-174, 272.

KASAJ A, WILLERSHAUSEN B. Parodontalerkrankungen bei Kindern und Jugendlichen. *Monatsschr Kinderheilkd* 2013; 161:518-523.

KEIM RG, GOTTLIEB EL, NELSON AH, VOGELS DS. 2008 JCO Study of Orthodontic Diagnosis and Treatment Procedures, Part 1: Results and Trends. *J Clin Orthod* 2008; 42:625-640.

KERN AO, KISTLER E, MAMBERER F, UNTEUTSCH RR, MARTOLOCK B, WÖRNER D. Die Bestimmung des Leistungskataloges in der gesetzlichen Krankenversicherung. Band 1. Edition der Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf 2004.

KING EW. Relapse of Orthodontic Treatment. *Angle Orthod* 1974; 44:300-315.

KLAUS K, STARK P, SERBESIS TSP, PANCHERZ H, RUF S. Excellent versus unacceptable orthodontic results: influencing factors. *Eur J Orthod* 2017; 39:615-621.

KLOEHN SJ. Guiding Alveolar Growth and Eruption of Teeth To Reduce Treatment Time and Produce A More Balanced Denture And Face. *Angle Orthod* 1947; 17:10-33.

KONIK M, PANCHERZ H, HANSEN K. The mechanism of class II correction in late Herbst treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997; 112:87-91.

HAUSSER E. Zur Genese sagittaler Bißanomalien. In KORKHAUS G, ASCHER F, BIMLER HP, ESCHLER J, GERLACH H, HAUSSER E, NEUMANN D, REICHENBACH E, SCHURICHT H, SCHWARZ AM. Sagittale und transversale Bißanomalien und ihre kieferorthopädische Bedeutung. Wissenschaftliche Tagung der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie am 17. Bis 20.Mai in Bonn. Carl Hansen Verlag, München 1954: 16.

KOROLUK LD, TULLOCH JFC, PHILIPS C. Incisor trauma and early treatment for Class II Division 1 malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 123:117-126.

KUCKARTZ U, RÄDIKER S, EBERT T, SCHEHL J. Statistik. Eine verständliche Einführung. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Springer Fachmedien. Wiesbaden 2010: 194-195.

KULA K, ESMAILNEJAD A, HASS A. Dental arch asymmetry in children with large overjets. *Angle Orthod* 1998; 68:45-52.

LITTLEWOOD SJ, MILLETT DT, DOUBLEDAY B, BEARN DR, WORTHINGTON HV. Retention procedures for stabilizing tooth position after treatment with orthodontic braces (Review). *The Cochrane Library* 2016. DOI: 10.1002/14651858.CD002283.pub4.

LÖE H, ÅNERUD Å, BOYSEN H. The Natural History of Periodontal Disease in Man: Prevalence, Severity and Extent of Gingival Recession. *J Periodontol* 1992; 63:489-495.

LÖHR E, MARZOTKO B, EISMANN D. Zur Bedeutung des „lee-way space“ und der Reihenfolge des Seitenzahnwechsels für die Platzverhältnisse im Eckzahn- und Prämolarenbereich. *Fortschr Kieferorthop* 1987; 48:416-423.

LYOTARD N, HANS M, NELSON S, VALIATHAN M. Short-term postorthodontic changes in the absence of retention. *Angle Orthod* 2010; 80:1045-1050.

MALMGREN O, ÖMBLUS J, HÄGG U, PANCHERZ H. Treatment with an orthopedic appliance system in relation to treatment intensity and growth periods. A study of initial effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987; 91:143-151.

MARTIN J, PANCHERZ H. Mandibular incisor position changes in relation to amount of bite jumping during Herbst/multibracket appliance treatment: A radiographic-cephalometric study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136:44-51.

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

MCNAMARA JA. Neuromuscular and skeletal adaptations to altered function in the orofacial region. *Am J Orthod* 1973; 64:578-606.

MCNAMARA JA. Components of Class II Malocclusion in Children 8-10 Years of Age. *Angle Orthod* 1981; 51:177-202.

MCNAMARA JA , Chapter 13: Treatment of Patients in Mixed Dentition. In GRABER TM, VANARSDALL R, VIG KWL. Orthodontics: Current Principles and Techniques, 4<sup>th</sup> Edition. Elsevier Mosby, St. Louis 2005: 555.

MCNAMARA JA, BOOKSTEIN FL, SHAUGHNESSY TG. Skeletal and dental changes following functional regulator therapy on Class II patients. Am J Orthod 1985; 88:91-110.

MCNAMARA JA, BRYAN FA. Long-term mandibular adaptations to protrusive function: An experimental study in Macaca mulatta. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1987; 92:98-108.

MCNAMARA JA, HINTON RJ, HOFFMAN DL. Histologic analysis of temporomandibular joint adaptation to protrusive function in young adult rhesus monkeys (Macaca mulatta). Am J Orthod 1982; 82:288-298.

MCNAMARA JA, PETERSON JE, PANCHERZ H. Histologic Changes Associated With the Herbst Appliance in Adult Rhesus Monkeys (Macaca mulatta). Semin Orthod 2003; 9:26-40.

MELSEN B, ALLAIS D. 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 2005; 127:552-561.

MIETHKE RR. Therapie der Klasse II/1. In DIEDRICH P. Kieferorthopädie II. Therapie. Der Urban & Fischer Verlag, München, Jena 2000: 300.

MIETHKE RR, DRESCHER D. Kleines Lehrbuch der Angle-Klasse II,1 unter besonderer Berücksichtigung der Behandlung. Quintessenz Verlags-GmbH. Berlin, Chicago, London, São Paulo, Tokio, Moskau, Warschau, Prag, 1996: 225-251.

MOIMAZ SAS, GARBIN AJÍ, LIMA AMC, LOLLI LF, SALIBA O, GARBIN CAS. Longitudinal study of habits leading to malocclusion development in childhood. BMC Oral Health 2014; 14:96.

MOORE AW. Orthodontic treatment factors in Class II malocclusion. Am J Orthod 1959a; 45:323-352.

MOORE AW. Observations on facial growth and its clinical significance. Am J Orthod 1959b; 45:399-423.

MORRIS JW, CAMPBELL PM, TADLOCK LP, BOLEY J, BUSCHNANG PH. Prevalence of gingival recession after orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017; 151:851-859.

MORTON S, PANCHERZ H. Changes in functional occlusion during the postorthodontic retention period: A prospective longitudinal clinical study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 135:310-315.

NANDA RS, KIERL MJ. Prediction of cooperation in orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992; 102:15-21.

NELSON B, HANSEN K, HÄGG U. Class II correction in patients treated with Class II elastics and with fixed functional appliances: A comparative study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 118:142-149.

O'BRIEN KD, ROBBINS R, VIG KWL, VIG PS, SHNORHOKIAN H, WEYANT R. The effectiveness of Class II, Division 1 treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995; 107:329-334.

PANCHERZ H. Treatment of Class II malocclusions by jumping the bite with the Herbst appliance. *Am J Orthod* 1979; 76:423-442.

PANCHERZ H. 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* 1981; 3:49-60.

PANCHERZ H. The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment. *Am J Orthod* 1982; 82:104-113.

PANCHERZ H. A cephalometric analysis of skeletal and dental changes contributing to Class II correction in activator treatment. *Am J Orthod* 1984; 85:125-134.

PANCHERZ H. The Herbst appliance - Its biologic effects and clinical use. *Am J Orthod* 1985; 87:1-20.

PANCHERZ H. The nature of Class II relapse after Herbst appliance treatment: A cephalometric long-term investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991; 100:220-233.

PANCHERZ H, ANEHUS-PANCHERZ M. The headgear effect of the Herbst appliance: A cephalometric long-term study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993; 103:510-520.

PANCHERZ H, BJERKLIN K, LINDSKOG-STOKLAND B, HANSEN K. Thirty-two-year follow-up study of Herbst therapy: A biometric dental cast analysis. *Am J Ortho Dentofacial Orthop* 2014; 145:15-27.

PANCHERZ H, BJERKLIN K, HASHEMI KATJA. Late adult skeletofacial growth after adolescent Herbst therapy: A 32-year longitudinal follow-up study. *Am J Ortho Dentofacial Orthop* 2015; 147:19-28.

PANCHERZ H, HÄGG U. Dentofacial orthopedics in relation to somatic maturation. An analysis of 70 consecutive cases treated with the Herbst appliance. *Am J Orthod* 1985; 88:273-287.

PANCHERZ H, HANSEN K. Occlusal changes during and after Herbst treatment: a cephalometric investigation. *Eur J Orthod* 1986; 8:215-228.

PANCHERZ H, MICHAILIDOU C. Temporomandibular joint growth changes in hyperdivergent and hypodivergent Herbst subjects. A long-term roentgenographic cephalometric study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004; 126:153-161.

PANCHERZ H, RUF S. *The Herbst Appliance. Research-based Clinical Management*. 1. Auflage. Quintessence Publishing Co Ltd. Berlin, Chicago, London, Tokyo, Barcelona, Beijing, Istanbul, Milan, Moscow, New Delhi, Paris, Prague, Sao Paulo, Seoul and Warsaw, 2008.

PANCHERZ H, RUF S, ERBE C, HANSEN K. The Mechanism of Class II Correction in Surgical Orthodontic Treatment of Adult Class II, Division 1 Malocclusions. *Angle Orthod* 2004; 74:800-809.

PANCHERZ H, RUF S, KOHLHAS P. "Effective condylar growth" and chin position changes in Herbst treatment: A cephalometric roentgenographic long-term study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 114:437-446.

PANCHERZ H, ZIEBER K, HOYER B. Cephalometric characteristics of Class II division 1 and Class II division 2 malocclusions: A comparative study in children. *Angle Orthod* 1997; 67:111-120.

PARKIN NA, MILNER RS, DEERY C, TINSLEY D, SMITH AM, GERMAIN P, FREEMAN JV, BELL SJ, BENSON PE. Periodontal health of palatally displaced canines treated with open or closed surgical technique: A multicenter, randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 144:176-184.

PATTI A, D'ARC GP. Kieferorthopädische Frühbehandlung. Quintessenz Verlags-GmbH. Berlin, Chicago, Tokio, Barcelona, Istanbul, London, Mailand, Moskau, Neu-Delhi, Paris, Peking, Prag, São Paulo, Seoul, Warschau 2007:26-32.

PAUL JL, NANDA RS. Effect of Mouth Breathing on Dental Occlusion. *Angle Orthod* 1973; 43:201-206.

POPOWICH K, NEBBE B, HEO G, GLOVER KE, MAJOR PW. Predictors for Class II treatment duration. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; 127:293-300.

PROFFIT WR, FIELDS HW, SARVER DM, ACKERMANN JL. Contemporary Orthodontics. Fifth Edition. Mosby Elsevier. St. Louis 2013:135-146, 252-253, 492-494.

PROFFIT WR, PHILLIPS C, DOUVARTZIDIS N. A comparison of outcomes of orthodontic and surgical-orthodontic treatment of Class II malocclusion in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992; 101:556-565.

RABIE ABM, SHE TT, HÄGG U. Functional appliance therapy accelerates and enhances condylar growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 123:40-48.

RABIE ABM, XIONG H, HÄGG U. Forward mandibular positioning enhances condylar adaptation in adult rats. *Eur J Orthod* 2004; 26:353-358.

RABIE ABM, ZHAO Z, SHEN G, HÄGG EU, ROBINSON W. Osteogenesis in the glenoid fossa in response to mandibular advancement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001; 119:390-400.

RAMFJORD SP, ENLOW RD. Anterior displacement of the mandible in adult rhesus monkeys: Long-term observations. *J Prosthet Dent* 1971; 26:517-531.

REITAN K. Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment. *Am J Orthod* 1967; 53:721-745.

REITAN K. Principles of retention and avoidance of posttreatment relapse. *Am J Orthod* 1969; 55:776-790.

RENKEMA AM, FUDALEJ PS, RENKEMA A, BRONKHORST E, KATSAROS C. Gingival recessions and the change of inclination of mandibular incisors during orthodontic treatment. *Eur J Orthod* 2012; 35:249-255.

RENKEMA AM, FUDALEJ PS, RENKEMA A, KIEKENS R, KATSAROS C. Development of labial gingival recessions in orthodontically treated patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 143:206-212.

RICHMOND S, SHAW WC, O'BRIEN KD, BUCHANAN IB, JONES R, STEPHENS CD, ROBERTS CT, ANDREWS M. The development of the PAR Index (Peer Assessment Rating): reliability and validity. *Eur J Orthod* 1992a; 14:125-139.

RICHMOND S, SHAW WC, ROBERTS CT, ANDREWS M. The PAR Index (Peer Assessment Rating): methods to determine outcome of orthodontic treatment in terms of improvement and standards. *Eur J Orthod* 1992b; 14:180-187.

RODRIGUES DE ALMEIDA M, HENRIQUES JFC, RODRIGUES DE ALMEIDA R, URSI W. Treatment Effects Produced by Fränkel Appliance in Patients with Class II, Division 1 Malocclusion. *Angle Orthod* 2002; 72:418-425.

RODRIGUES DE ALMEIDA M, HENRIQUES JFC, RODRIGUES DE ALMEIDA R, URSI W, MCNAMARA JA. Short-Term Treatment Effects Produced by the Herbst Appliance in the Mixed Dentition. *Angle Orthod* 2005; 75:540-547.

RUF S. Short- and Long-Term Effects of the Herbst Appliance on Temporomandibular Joint Function. *Semin Orthod* 2003; 9:74-86.

RUF S, HANSEN K, PANCHERZ H. Does orthodontic proclination of lower incisors in children and adolescents cause gingival recessions? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 114:100-106.

RUF S, PANCHERZ H. Long-term TMJ effects of Herbst treatment: A clinical and MRI study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 114:475-483.

RUF S, PANCHERZ H. Dentoskeletal effects and facial profile changes in young adults treated with the Herbst appliance. *Angle Orthod* 1999a; 69:239-246.

RUF S, PANCHERZ H. 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* 1999b; 115:607-618.

RUF S, PANCHERZ H. Does Bite-Jumping Damage the TMJ? A Prospective Longitudinal Clinical and MRI Study of Herbst Patients. *Angle Orthod* 2000; 70:183-199.

RUF S, PANCHERZ H. Orthognathic surgery and dentofacial orthopedics in adult Class II Division 1 treatment: Mandibular sagittal split osteotomy versus Herbst appliance. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004; 126:140-152.

RUF S, PANCHERZ H. 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 2006; 28:352-360.

SADOWSKY C, SAKOLS EI. Long-term assessment of orthodontic relapse. Am J Orthod 1982; 82:456-463.

SANDUSKY WC. Cephalometric evaluation of the effects of the Kloehn type of cervical traction used as an auxiliary with the edgewise mechanism following Tweed's principles for correction of Class II, Division 1 malocclusion. Am J Orthod 1965; 51:262-287.

SANGCHAREARN Y, HO C. Effect of Incisor Angulation on Overjet and Overbite in Class II Camouflage Treatment. A Typodont Study. Angle Orthod 2007; 77:1011-1018.

SCHWENZER N, EHRENFELD M. Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde. Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie. 4.Auflage. Georg Thieme Verlag KG. Stuttgart, New York 2011: 235-261.

SERBESIS TSP. Ausgezeichnete versus unakzeptable kieferorthopädische Behandlungsergebnisse - was macht den Unterschied? Zahnmed. Diss. Justus-Liebig-Universität Gießen 2013.

SLUTZKEY S, LEVIN L. Gingival recession in young adults: Occurrence, severity, and relationship to past orthodontic treatment and oral piercings. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008; 134:652-656.

STARK P. Ausgezeichnete versus unakzeptable kieferorthopädische Behandlungsergebnisse. Einfluss von Behandlungszeitraum und Assessor. Zahnmed. Diss. Justus-Liebig-Universität Gießen 2015.

STELLZIG A, BASDRA EK, KOMPOSCH G. Zur Ätiologie der Eckzahnverlagerung - eine Platzanalyse. Fortschr Kieferorthop 1994; 55:97-103.

STEWART JA, HEO G, GLOVER KE, WILLIAMSON PC, LAM EWN, MAJOR PW. Factors that relate to treatment duration for patients with palatally impacted maxillary canines. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001; 119:216-225.

STÖCKLI PW, WILLERT HG. Tissue reactions in the temporomandibular joint resulting from anterior displacement of the mandible in the monkey. *Am J Orthod* 1971; 60:142-155.

STRECKBEIN EM. Veränderung der klinischen Versorgungsaufgabe und deren Auswirkung auf die Behandlungsqualität an einer universitären kieferorthopädischen Poliklinik über einen Zeitraum von 21 Jahren. Zahnmed. Diss. Justus-Liebig-Universität Gießen 2017.

TEMPLETON KM, POWELL R, MOORE MB, WILLIAMS AC, SANDY JR. Are the Peer Assessment Rating Index and the Index of Treatment Complexity, Outcome, and Need suitable measures for orthognathic outcomes? *Eur J Orthod* 2006; 28:462-466.

THIEBES RE. Bekanntheitsgrad und Verwendung der Herbst-Apparatur in der deutschen Kieferorthopädie. Zahnmed. Diss. Justus-Liebig-Universität Gießen 2006.

THILANDER B. Biological Basis for Orthodontic Relapse. *Semin Orthod* 2000; 6:195-205.

VARGERVIK K, HARVOLD EP. Response to activator treatment in Class II malocclusions. *Am J Orthod* 1985; 88:242-251.

VON BREMEN J, BOCK NC, RUF S. Is Herbst-Multibracket Appliance Treatment More Efficient in Adolescents than in Adults? *Angle Orthod* 2009; 79:173-177.

VON BREMEN J, PANCHERZ H. Efficiency of early and late Class II Division 1 treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002; 121:31-37.

VON BREMEN J, PANCHERZ H. Efficiency of Class II Division 1 and Class II Division 2 Treatment in Relation to Different Treatment Approaches. *Semin Orthod* 2003; 9:87-92.

VOUDOURIS JC, WOODSIDE DG, ALTUNA G, KUFTINEC MM, ANGELOPOULOS G, BOURQUE PJ. Condyle-fossa modifications and muscle interactions during Herbst treatment, Part 1. New technological methods. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003a; 123:604-613.

VOUDOURIS JC, WOODSIDE DG, ALTUNA G, ANGELOPOULOS G, BOURQUE PJ, LACOUTURE CY. Condyle-fossa modifications and muscle interactions during Herbst treatment, Part 2. Results and conclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003b; 124:13-29.

WAHL N. Orthodontics in 3 millennia. Chapter 9: Functional appliances to midcentury. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006; 129:829-833.

WEBER T. Memorix. Zahnmedizin. 3.Auflage. Georg Thieme Verlag. Stuttgart, New York 2010: 171.

WEYRICH C, LISSON JA. The Effect of Premolar Extractions on Incisor Position and Soft Tissue Profile in Patients with Class II, Division 1 Malocclusion. J Orofac Orthop 2009; 70:128-138.

WICHELHAUS A, EICHENBERG T, WOLF HF. Farbatlant der Zahnmedizin. Kieferorthopädie - Therapie Band 1. Grundlegende Behandlungskonzepte. Georg Thieme Verlag. Stuttgart, New York 2013: 258-259, 262, 390.

WIECHMANN D, SCHWESTKA-POLLY R, HOHOFF A. Herbst appliance in lingual orthodontics. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008; 134:439-446.

WIGAL TG, DISCHINGER T, MARTIN C, RAZMUS T, GUNEL E, NGAN P. Stability of Class II treatment with an edgewise crowned Herbst appliance in the early mixed dentition: Skeletal and dental changes. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011; 140:210-223.

WOLF HF, RATEITSCHAK EM, RATEITSCHAK KH. Farbatlant der Zahnmedizin 1 - Parodontologie, 3. Auflage. Georg Thieme Verlag. Stuttgart, New York 2012: 1, 155-164, 398.

WONG GWK, SO LLY, HÄGG U. A comparative study of sagittal correction with the Herbst appliance in two different ethnic groups. Eur J Orthod 1997; 19:195-204.

WOODSIDE DG, ALTUNA G, HARVOLD E, HERBERT M, METAXAS A. Primate experiments in malocclusion and bone induction. Am J Orthod 1983; 83:460-468.

WOODSIDE DG, METAXAS A, ALTUNA G. The influence of functional appliance therapy on glenoid fossa remodeling. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1987; 92:181-198.

YARED KFG, ZENOBIO EG, PACHECO W. Periodontal status of mandibular central incisors after orthodontic proclination in adults. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006; 130:6.e1-6.e8.

ZACHRISSON S, ZACHRISSON BU. Gingival Condition Associated with Orthodontic Treatment. Angle Orthod 1972; 42:26-34.

ZASCIURINSKIENE E, BJERKLIN K, SMAILIENE D, SIDLAUSKAS A, PUISYS A.  
Initial Vertical and Horizontal Position of Palatally Impacted Maxillary Canine and Effect  
on Periodontal Status Following Surgical-Orthodontic Treatment. Angle Orthod 2008;  
78:275-280.

---

# 16 Anhang

## 16.1 PAR-Index

Im Folgenden sollen die einzelnen Komponenten des PAR-Indexes mit der jeweiligen Gewichtung ausführlich erklärt werden:

### 1. Kontaktpunktabweichungen in der Ober- und Unterkieferfront:

Gemessen werden Kontaktpunktabweichungen zwischen allen benachbarten Frontzähnen, die sowohl durch Engstand als auch durch Lücken bedingt sind. Das Frontzahnsegment reicht hierbei von Eckzahn zu Eckzahn. Als Kontaktpunktabweichung wird die kürzeste Strecke zwischen den Kontaktpunkten zweier Nachbarzähne, parallel zur Okklusionsebene, gewertet. Diese kann mit Hilfe des PAR Lineals (RICHMOND et al. 1992a; Abbildung 16.1) direkt als Punktwert erfasst werden. Nicht bewertet werden Fehlstellungen aufgrund von Milchzähnen, inadäquat restaurativ oder prothetisch versorgten Zähnen sowie Zähnen oder Lücken, für die eine Versorgung geplant ist. Eine weitere Besonderheit ergibt sich bei Lücken, die für eine weitere Versorgung geöffnet werden sollen. Diese werden nur vermessen, wenn sie 4mm oder kleiner sind.

Punktzahl 0	Kontaktpunktabweichung von 0,0 mm - 1,0 mm
Punktzahl 1	Kontaktpunktabweichung von 1,1 mm - 2,0 mm
Punktzahl 2	Kontaktpunktabweichung von 2,1 mm - 4,0 mm
Punktzahl 3	Kontaktpunktabweichung von 4,1 mm - 8,0 mm
Punktzahl 4	Kontaktpunktabweichung von mehr als 8,0 mm
Punktzahl 5	Impaktierter Zahn

Durch die Messung erhält man für jeden Kiefer fünf Punktwerte deren Summe einfach gewichtet in den gesamten PAR-Wert eingehen.

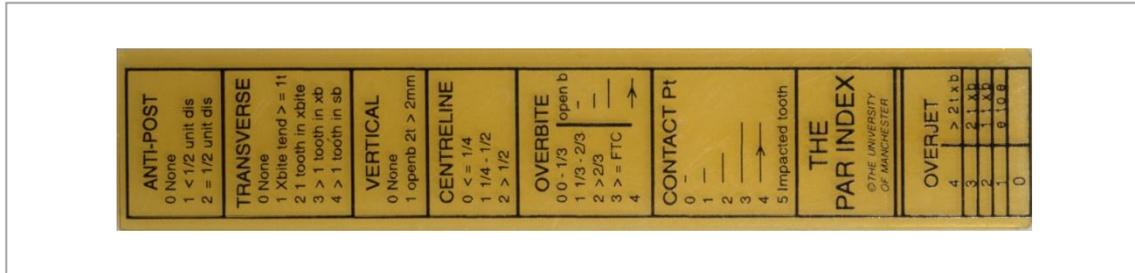


Abbildung 16.1 PAR-Lineal zur Modellvermessung (RICHMOND et al. 1992a).

## 2. Seitenzahnokklusion

Die Okklusion im Seitenzahnbereich wird getrennt voneinander für die rechte und die linke Seite bewertet und erfasst Abweichungen einer harmonischen Okklusion in allen drei Raumebenen. Das Seitenzahnsegment reicht vom Eckzahn bis zum letzten Molaren. Eine Ausnahme bildet die Bewertung der transversalen Seitenzahnokklusion, da der Eckzahn in diesem Fall dem Frontzahnsegment beigemessen wird.

### sagittal:

- Punktwert 0 Neutrale Verzahnung
- Punktwert 1 Abweichung von der neutralen Verzahnung um weniger als eine halbe Einheit nach mesial oder distal
- Punktwert 2 Abweichung von der neutralen Verzahnung um eine halbe Einheit mesial oder distal

### transversal:

- Punktwert 0 Normaler Überbiss
- Punktwert 1 Kreuz- oder Scherenbisstendenz an einem oder mehreren Zähnen
- Punktwert 2 Ein Zahn im Kreuz- oder Scherenbiss
- Punktwert 3 Mehr als ein Zahn im Kreuzbiss
- Punktwert 4 Mehr als ein Zahn im Scherenbiss

### vertikal

- Punktwert 0 Geschlossene Okklusion
- Punktwert 1 Seitlich offener Biss, an mindestens zwei Zähnen und mehr als 2,0 mm

Für die bukkale Okklusion erhält man insgesamt sechs Punktwerte, die einfach gewertet in den gesamten PAR-Wert eingehen.

### 3. Overjet

Für den sagittalen Frontzahnüberbiss werden zwei Werte erhoben. Die Schneidekantendistanz in Millimetern (positiver Overjet) und das Vorhandensein bzw. die Tendenz eines Kreuzbisses (negativer Overjet). Die Stellung der zuvor in der sagittalen bukkalen Okklusion nicht beurteilten Eckzähne wird nun im negativen Overjet erfasst. Ein erhöhter Wert aufgrund einer unzureichenden Versorgung wird nicht aufgenommen. Zur Vermessung des positiven Overjets wird das PAR-Lineal verwendet, welches parallel zur Okklusionsebene und radial zum Zahnboden angelegt wird. Der Wert sollte bei seitlicher Betrachtung des Modells abgelesen werden, da eine frontale Betrachtungsweise den Wert verfälschen kann.

#### Positiver Overjet

Punktwert 0	Schneidekantendistanz von 0,0 mm - 3,0 mm
Punktwert 1	Schneidekantendistanz von 3,1 mm - 5,0 mm
Punktwert 2	Schneidekantendistanz von 5,1 mm - 7,0 mm
Punktwert 3	Schneidekantendistanz von 7,1 mm - 9,0 mm
Punktwert 4	Schneidekantendistanz von mehr als 9,0 mm

#### Negativer Overjet

Punktwert 0	Kein Kreuzbiss
Punktwert 1	Ein oder mehrere Zähne in Kopfbissstellung
Punktwert 2	Ein Zahn im Kreuzbiss
Punktwert 3	Zwei Zähne im Kreuzbiss
Punktwert 4	Mehr als zwei Zähne im Kreuzbiss

Die Werte des positiven und negativen Overjets werden addiert und gehen sechsfach in die Gesamtwertung ein.

#### 4. Overbite

In dieser Kategorie werden sowohl der vertikale Überbiss als auch der offene Biss erfasst. Die zugeordnete Punktzahl kann für einen offenen Biss direkt auf dem PAR-Lineal abgelesen werden, wohingegen der vertikale Überbiss danach beurteilt wird, welchen Anteil die Oberkieferfrontzähne von den Unterkieferfrontzähnen verdecken. Diese beiden Beurteilungsinstrumente schließen sich nicht gegenseitig aus - es können gleichzeitig ein tiefer und offener Biss vorkommen. In diesem Fall werden beide Punktwerte aufgenommen.

##### Overbite

Punktwert 0	Weniger als $\frac{1}{3}$ des unteren Frontzahns werden verdeckt.
Punktwert 1	Mehr als $\frac{1}{3}$ aber weniger als $\frac{2}{3}$ des unteren Frontzahns werden verdeckt.
Punktwert 2	Mehr als $\frac{2}{3}$ des unteren Frontzahns werden verdeckt.
Punktwert 3	Der ganze untere Frontzahn oder mehr werden verdeckt.

##### Offener Biss

Punktwert 0	Kein offener Biss
Punktwert 1	$\leq 1,0$ mm offen
Punktwert 2	1,1 mm - 2,0 mm offen
Punktwert 3	2,1 mm - 4,0 mm offen
Punktwert 4	$> 4,0$ mm offen

Beide Werte werden addiert und fließen zweifach in die Gesamtwertung mit ein.

#### 5. Mittellinie

Die Diskrepanz zwischen der Mittellinie der oberen Inzisiven und der Mittellinie der unteren Inzisiven orientiert sich an der Breite eines Unterkieferschneidezahnes.

Punktwert 0	Abweichung bis $\frac{1}{4}$ der unteren Inzisivenbreite
Punktwert 1	Abweichung von $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ der unteren Inzisivenbreite
Punktwert 2	Abweichung über $\frac{1}{2}$ der unteren Inzisivenbreite

Eine Mittellinienverschiebung wird vierfach gewichtet

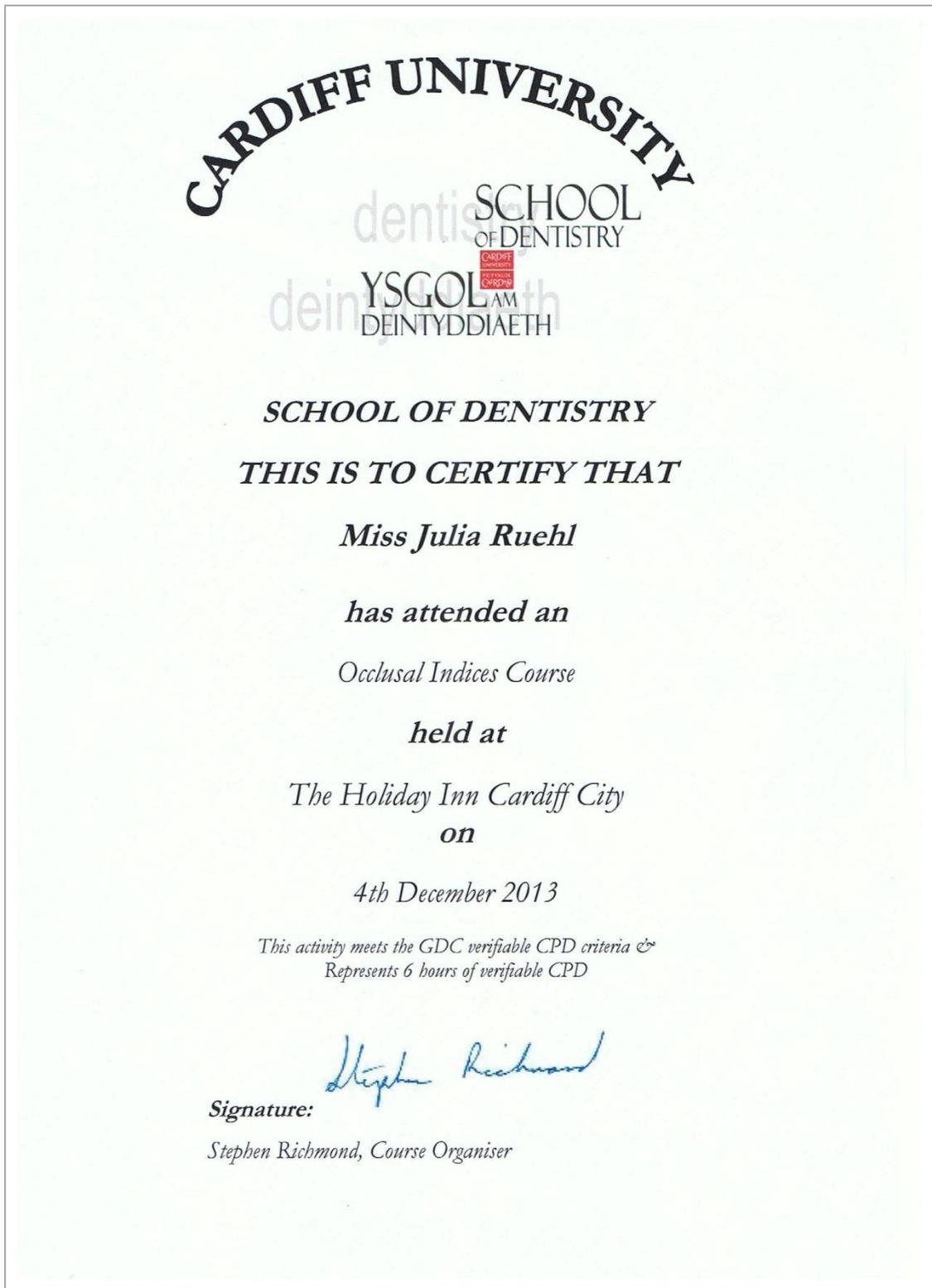


Abbildung 16.2 Zertifikat über die Absolvierung des PAR-Kurses bei Prof. Richmond.

## 16.2 Okklusale Variablen

### 1. Molarenrelation

*Tabelle 16.1 Absolute (n) und prozentuale Anzahl an Patienten je ermittelter Molarenrelation zu T1 für die rechte und linke Seite.*

MOLARENRELATION T1			rechts		links	
			n	%	n	%
1½	Pb	mesial	0	0,0	1	0,2
1¼	Pb	mesial	0	0,0	0	0,0
1	Pb	mesial	0	0,0	1	0,2
¾	Pb	mesial	0	0,0	0	0,0
½	Pb	mesial	0	0,0	3	0,6
¼	Pb	mesial	8	1,6	9	1,8
		neutral	26	5,1	28	5,5
¼	Pb	distal	30	5,9	27	5,3
½	Pb	distal	104	20,5	96	18,9
¾	Pb	distal	138	27,2	115	22,6
1	Pb	distal	141	27,8	158	31,1
1¼	Pb	distal	26	5,1	24	4,7
1½	Pb	distal	14	2,8	15	3,0
1¾	Pb	distal	0	0,0	0	0,0
2	Pb	distal	2	0,4	2	0,4
		nicht beurteilbar	3	0,6	13	2,6

Anhang

*Tabelle 16.2 Absolute (n) und prozentuale Anzahl an Patienten je ermittelter Molarenrelation zu T2 für die rechte und linke Seite.*

MOLARENRELATION T2			rechts		links	
			n	%	n	%
1½	Pb	mesial	0	0,0	0	0,0
1¼	Pb	mesial	0	0,0	0	0,0
1	Pb	mesial	2	0,4	0	0,0
¾	Pb	mesial	0	0,0	1	0,2
½	Pb	mesial	50	9,8	42	8,3
¼	Pb	mesial	125	24,6	137	27,0
		neutral	233	45,9	205	40,4
¼	Pb	distal	44	8,7	52	10,2
½	Pb	distal	27	5,3	31	6,1
¾	Pb	distal	5	1,0	7	1,4
1	Pb	distal	0	0,0	3	0,6
1¼	Pb	distal	0	0,0	0	0,0
1½	Pb	distal	0	0,0	0	0,0
1¾	Pb	distal	0	0,0	0	0,0
2	Pb	distal	0	0,0	0	0,0
		nicht beurteilbar	4	0,8	12	2,4

*Tabelle 16.3 Absolute (n) und prozentuale Anzahl an Patienten je ermittelter Molarenrelation zu T3 für die rechte und linke Seite.*

MOLARENRELATION T3			rechts		links	
			n	%	n	%
1½	Pb	mesial	0	0,0	0	0,0
1¼	Pb	mesial	0	0,0	0	0,0
1	Pb	mesial	0	0,0	0	0,0
¾	Pb	mesial	1	0,4	0	0,0
½	Pb	mesial	15	6,3	14	5,8
¼	Pb	mesial	41	17,1	52	21,7
		neutral	123	51,3	116	48,3
¼	Pb	distal	27	11,3	25	10,4
½	Pb	distal	20	8,3	15	6,3
¾	Pb	distal	2	0,8	3	1,3
1	Pb	distal	2	0,8	1	0,4
1¼	Pb	distal	0	0,0	1	0,4
1½	Pb	distal	0	0,0	0	0,0
1¾	Pb	distal	0	0,0	0	0,0
2	Pb	distal	0	0,0	0	0,0
nicht beurteilbar			1	0,4	5	2,1

## 2. Eckzahnrelation

Tabelle 16.4 Absolute (n) und prozentuale Anzahl an Patienten je ermittelter Eckzahnrelation zu T1 für die rechte und linke Seite.

ECKZAHNRELATION T1			rechts		links	
			n	%	n	%
1½	Pb	mesial	0	0,0	0	0,0
1¼	Pb	mesial	0	0,0	0	0,0
1	Pb	mesial	0	0,0	0	0,0
¾	Pb	mesial	0	0,0	0	0,0
½	Pb	mesial	0	0,0	0	0,0
¼	Pb	mesial	1	0,2	3	0,6
		neutral	8	1,6	10	2,0
¼	Pb	distal	34	6,7	33	6,5
½	Pb	distal	167	32,9	172	33,9
¾	Pb	distal	145	28,5	143	28,1
1	Pb	distal	103	20,3	97	19,1
1¼	Pb	distal	9	1,8	9	1,8
1½	Pb	distal	2	0,4	4	0,8
1¾	Pb	distal	0	0,0	0	0,0
2	Pb	distal	1	0,2	4	0,8
		nicht beurteilbar	22	4,3	17	3,3

*Tabelle 16.5 Absolute (n) und prozentuale Anzahl an Patienten je ermittelter Eckzahnrelation zu T2 für die rechte und linke Seite.*

ECKZAHNRELATION T2			rechts		links	
			n	%	n	%
1½	Pb	mesial	0	0,0	0	0,0
1¼	Pb	mesial	0	0,0	0	0,0
1	Pb	mesial	0	0,0	0	0,0
¾	Pb	mesial	1	0,2	1	0,2
½	Pb	mesial	1	0,2	1	0,2
¼	Pb	mesial	20	3,9	21	4,1
		neutral	189	37,2	163	32,1
¼	Pb	distal	237	46,7	250	49,2
½	Pb	distal	40	7,9	43	8,5
¾	Pb	distal	0	0,0	4	0,8
1	Pb	distal	1	0,2	6	1,2
1¼	Pb	distal	1	0,2	0	0,0
1½	Pb	distal	0	0,0	0	0,0
1¾	Pb	distal	0	0,0	0	0,0
2	Pb	distal	0	0,0	0	0,0
		nicht beurteilbar	0	0,0	1	0,2

*Tabelle 16.6 Absolute (n) und prozentuale Anzahl an Patienten je ermittelter Eckzahnrelation zu T3 für die rechte und linke Seite.*

ECKZAHNRELATION T3			rechts		links	
			n	%	n	%
1½	Pb	mesial	0	0,0	0	0,0
1¼	Pb	mesial	0	0,0	0	0,0
1	Pb	mesial	0	0,0	0	0,0
¾	Pb	mesial	0	0,0	0	0,0
½	Pb	mesial	0	0,0	0	0,0
¼	Pb	mesial	5	2,1	10	4,2
		neutral	82	34,2	66	27,5
¼	Pb	distal	116	48,3	113	47,1
½	Pb	distal	24	10,0	37	15,4
¾	Pb	distal	2	0,8	3	1,3
1	Pb	distal	2	0,8	2	0,8
1¼	Pb	distal	0	0,0	0	0,0
1½	Pb	distal	0	0,0	0	0,0
1¾	Pb	distal	0	0,0	0	0,0
2	Pb	distal	0	0,0	0	0,0
		nicht beurteilbar	1	0,4	1	0,4

## 16.3 Rezessionen

*Tabelle 16.7 Mittelwert (MW), Standardabweichung ( $\pm$ SD) und Median für die Rezessionen (in Millimeter, gerundet) aufweisenden Zähne im Oberkiefer. Der Wert „0“ beschreibt eine gesunde gingivale Situation, ein negativer Wert das Vorhandensein von gingivalen Rezessionen. Die jeweilige Anzahl an Zähnen (n) zur Ermittlung des Mittelwertes bzw. Medians ist für jeden Einzelzahn angegeben.*

Zahn	n	T1		n	T3	
		MW (mm) $\pm$ SD	Median (mm)		MW (mm) $\pm$ SD	Median (mm)
<b>17</b>	0	0 $\pm$ 0	0	1	-1,0 $\pm$ 0	-1,0
<b>16</b>	3	-1,3 $\pm$ 0,6	-1,0	3	-1,2 $\pm$ 0,8	-1,0
<b>15</b>	6	-0,8 $\pm$ 0,3	-1,0	9	-0,8 $\pm$ 0,3	-1,0
<b>14</b>	8	-0,8 $\pm$ 0,3	-1,0	17	-1,0 $\pm$ 0,5	-1,0
<b>13</b>	3	-0,7 $\pm$ 0,3	-0,5	11	-1,1 $\pm$ 0,4	-1,0
<b>12</b>	5	-1,2 $\pm$ 0,5	-1,0	15	-1,3 $\pm$ 0,5	-1,0
<b>11</b>	3	-1,3 $\pm$ 0,6	-1,0	13	-0,9 $\pm$ 0,5	-1,0
<b>21</b>	4	-1,4 $\pm$ 0,8	-1,5	13	-1,1 $\pm$ 0,6	-1,0
<b>22</b>	7	-0,9 $\pm$ 0,4	-1	14	-1,2 $\pm$ 0,4	-1,0
<b>23</b>	1	-0,5 $\pm$ 0	-0,5	13	-1,6 $\pm$ 0,7	-1,5
<b>24</b>	9	-0,8 $\pm$ 0,5	-0,5	18	-1,2 $\pm$ 0,7	-1,0
<b>25</b>	7	-0,8 $\pm$ 0,3	-1,0	13	-0,9 $\pm$ 0,4	-1,0
<b>26</b>	3	-1,3 $\pm$ 0,6	-1,0	5	-1,2 $\pm$ 0,5	-1,0
<b>27</b>	0	0 $\pm$ 0	0	1	-1,0 $\pm$ 0	-1,0

*Tabelle 16.8 Mittelwert (MW), Standardabweichung ( $\pm$ SD) und Median für die Rezessionen (in Millimeter, gerundet) aufweisenden Zähne im Unterkiefer. Der Wert „0“ beschreibt eine gesunde gingivale Situation, ein negativer Wert das Vorhandensein von gingivalen Rezessionen. Die jeweilige Anzahl an Zähnen (n) zur Ermittlung des Mittelwertes bzw. Medians ist für jeden Einzelzahn angegeben.*

Zahn	n	T1		n	T3	
		MW (mm) $\pm$ SD	Median (mm)		MW (mm) $\pm$ SD	Median (mm)
<b>37</b>	0	0 $\pm$ 0	0	0	0 $\pm$ 0	0
<b>36</b>	0	0 $\pm$ 0	0	0	0 $\pm$ 0	0
<b>35</b>	2	-0,5 $\pm$ 0	-0,5	3	-0,7 $\pm$ 0,3	-0,5
<b>34</b>	4	-0,9 $\pm$ 0,3	-1,0	6	-0,8 $\pm$ 0,3	-0,8
<b>33</b>	3	-1,8 $\pm$ 0,8	-2,0	14	-1,5 $\pm$ 0,8	-1,3
<b>32</b>	9	-0,9 $\pm$ 0,5	-1,0	34	-1,0 $\pm$ 0,7	-1,0
<b>31</b>	24	-1,0 $\pm$ 0,5	-1,0	36	-1,0 $\pm$ 0,7	-1,0
<b>41</b>	23	-1,0 $\pm$ 0,5	-1,0	33	-1,2 $\pm$ 0,7	-1,0
<b>42</b>	7	-0,8 $\pm$ 0,4	-0,5	27	-1,1 $\pm$ 0,5	-1,0
<b>43</b>	2	-0,8 $\pm$ 0,4	-0,8	13	-1,3 $\pm$ 0,7	-1,0
<b>44</b>	3	-1,3 $\pm$ 0,6	-1,0	6	-0,8 $\pm$ 0,3	-1,0
<b>45</b>	3	-0,7 $\pm$ 0,3	-0,5	6	-1,4 $\pm$ 0,9	-1,0
<b>46</b>	0	0 $\pm$ 0	0	1	-0,5 $\pm$ 0	-0,5
<b>47</b>	0	0 $\pm$ 0	0	0	0 $\pm$ 0	0

## 17 Publikationsverzeichnis

Das folgende Abstract wurde auf der **88. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie (DGKFO)** in Mannheim (18. - 21.11.2015) angenommen und in Form eines Vortrags präsentiert:

88. Jahrestagung der DGKFO

Mannheim 2015

*Freie Vorträge*

[V20 - V35]

**V33**

### **Behandlungsqualität von Herbst-MB-Behandlungen – eine Analyse von 526 konsekutiven Klasse II:1-Patienten**

Julia Rühl, Niko Christian Bock, Sabine Ruf

Justus-Liebig-Universität Gießen, Deutschland;  
[niko.c.bock@dentist.med.uni-giessen.de](mailto:niko.c.bock@dentist.med.uni-giessen.de)

Ziel: Hauptzielparameter der Studie war die Beurteilung der Behandlungsqualität aller Herbst-Multibracket(MB)-Behandlungen, welche seit ihrer Einführung am Studienzentrum 1986 bei Klasse II:1-Dysgnathien durchgeführt wurden.

Material und Methode: Alle Patienten der Poliklinik für Kieferorthopädie (Justus-Liebig-Universität Gießen), bei welchen in den Jahren 1986 bis 2013 eine Herbst-MB-Apparatur inseriert wurde und deren aktive Behandlung zum Untersuchungszeitpunkt (12/2014) beendet war. Es wurden die kieferorthopädischen Studienmodelle der folgenden Zeitpunkte ausgewertet: vor Behandlung, nach vollständiger Herbst-MB-Behandlung, nach Retention. Zur Anwendung kam der PAR-Index (Richmond et al. 1992).

Ergebnisse: Bei insgesamt 526 II:1-Patienten wurde im entsprechenden Zeitraum eine Herbst-MB-Behandlung vorgenommen. Das Alter zu Behandlungsbeginn lag bei durchschnittlich 14,4 Jahren, der PAR-Index bei  $33,4 \pm 9,1$  Punkten. Die Behandlung begann mit einer Herbst-Phase von durchschnittlich 8,2 Monaten und dauerte insgesamt durchschnittlich 24,2 Monate. Bei 17 der 526 Patienten (3,2%) wurde die aktive Behandlung abgebrochen, bei den übrigen konnte der PAR-Index auf durchschnittlich  $7,8 \pm 4,8$  Punkte reduziert werden. Während der Retentionsphase von durchschnittlich 27,4 Monaten kam es zwar zu einem erneuten Anstieg des PAR-Wertes auf  $9,0 \pm 5,4$  Punkte, doch konnten am Ende der Retentionsphase immer noch 59% der Patienten der Kategorie „greatly improved“ und 39% der Kategorie „improved“ zugeordnet werden; lediglich 2% entfielen auf die Kategorie „worse/no different“.

Schlussfolgerung: Die Herbst-MB-Behandlung ist ein äußerst effizientes Therapiekonzept in der kieferorthopädischen Versorgung von Patienten mit einer Klasse II:1-Dysgnathie. Innerhalb eines aktiven Behandlungszeitraumes von durchschnittlich 2 Jahren zzgl. Retentionszeit lassen sich hochqualitative Behandlungsergebnisse bei 59% der Patienten erzielen.

Stichworte: Herbst, Behandlungsqualität, PAR-Index

Das folgende Abstract wurde auf dem **93<sup>rd</sup> Congress of the European Orthodontic Society** in Montreux, Schweiz, (05. - 10.06.2017) angenommen und in Form eines Vortrags präsentiert:

OP01 PREVALENCE AND MAGNITUDE OF RECESSIONS DURING AND AFTER HERBST-MULTIBRACKET TREATMENT – AN ANALYSIS OF 492 CONSECUTIVE CLASS II DIVISION 1 CASES

**Julia Ruehl**, Niko Bock, Sabine Ruf, Department of Orthodontics, University of Giessen, Germany

**AIM:** To assess the prevalence and magnitude of gingival recessions (GR) during and after Herbst-multibracket (Herbst-MB) treatment (Tx) in Class II division 1 patients.

**SUBJECTS AND METHOD:** All Class II division 1 patients who completed Herbst-MB Tx between 1986 and 2014. Study casts from before Tx, after Herbst-MB Tx and (if available) after at least 24 months of retention were evaluated regarding the prevalence of GR. The evaluated teeth were summarized in six groups: incisors (UI/LI), canines and premolars (UCP/LCP) and molars (UM/LM).

**RESULTS:** A total of 492 Class II division 1 patients with a mean pre-Tx age of 14.4 years (range: 9.8-44.4) were included. Tx consisted of a Herbst phase (mean 8.1 months) and a subsequent MB phase (mean 16.1 months). Data from  $\geq 24$  months of retention (mean 32.6 months) were available for 232 patients. The prevalence for GR  $>1$  mm ranged between 0-0.5 per cent before Tx and between 0.2-1.2 per cent after Herbst-MB. GR  $>2$  mm were not seen. After retention the prevalence of GR  $>1$  mm ranged between 0.0-2.8 per cent and GR  $>2$  mm between 0.0-0.4 per cent. The incidence of recession was neither related to Class II severity nor to skeletal maturity. At all observation times the prevalence was highest for the lower incisors (0.5/1.1/3.2%).

**CONCLUSIONS:** As a result of Herbst-MB Tx, the prevalence of teeth with GR  $>1$  mm increased from 0.2 per cent before Tx to 1.4 per cent after retention. The highest prevalence of recessions was found for the lower incisors after retention (3.2%).

Der folgende Artikel wurde im **Journal Clinical Oral Investigation** des Springer Verlags (<https://doi.org/10.1007/s00784-017-2294-9>) veröffentlicht:

Clinical Oral Investigations  
<https://doi.org/10.1007/s00784-017-2294-9>

ORIGINAL ARTICLE



## Orthodontic Class II:1 treatment—efficiency and outcome quality of Herbst-multibracket appliance therapy

N. Bock<sup>1</sup> · J. Ruehl<sup>1</sup> · S. Ruf<sup>1</sup>

Received: 14 June 2017 / Accepted: 4 December 2017  
 © Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2017

### Abstract

**Objectives** The aim of this retrospective investigation was to assess the efficiency and outcome quality of Class II:1 treatment (Tx).

**Material and methods** The investigation is based on the evaluation of all Class II:1 patients that ever (1986–2014) started Tx with a Herbst appliance and subsequently a multibracket appliance (MBA) at the study center. Study casts from before Tx, after Herbst-MBA Tx, and (if available) after  $\geq 24$  months of retention were evaluated using the Peer Assessment Rating (PAR) index, the Ahlgren scale, and standard occlusal variables.

**Results** In total, 526 Class II:1 patients with a mean pre-Tx age of 14.4 years (range 9.8–44.4) had received Herbst-MBA Tx; 18 patients discontinued Tx before completion. For 240 patients, data from  $\geq 24$  months of retention were available. The pre-Tx PAR score of  $32.4 \pm 8.83$  was reduced to  $8.0 \pm 4.51$  during Tx. A slight increase to  $8.8 \pm 5.11$  occurred during retention. The percentage of patients which could be assigned to the category “greatly improved” was 62% after Tx and 57% after retention; only 2–3% had to be assigned to the category “worse/no different.” The outcome ratings according to the Ahlgren scale revealed 17% excellent, 35% good, 45% satisfactory, and 3% unsuccessful results.

**Conclusions** Class II:1 Tx using Herbst-MBA is an efficient approach in orthodontic care. During a mean active Tx period of 2 years, high-quality results can be obtained in the majority of patients.

**Clinical relevance** The present investigation is the first to investigate a large unselected cohort of consecutive Herbst-MBA patients to determine representative data on the efficiency and the outcome quality of this Tx approach.

**Keywords** Humans · Malocclusion · Angle Class II · Orthodontic appliances · Functional · Orthodontic brackets · Mandibular advancement · Dental models

### Introduction

Herbst appliance treatment (Tx) has been shown to be an effective approach in Class II:1 patients. While the Herbst appliance was conditionally followed by removable appliances [1] in the early period of modern Herbst appliance Tx, it has routinely been followed by a phase of multibracket appliance (MBA) Tx since the mid-1980s [2].

Several investigations assessing possible outcome-influencing factors of this Tx approach in terms of effectiveness have been published during the last decades [3–10]. However, all these studies focused on very specific parameters (like age, skeletal maturity, or growth pattern) and therefore rather small patient samples. Thus, they constitute very narrow subgroup analyses respectively selected group analyses, and the results cannot be extrapolated to Class II:1 samples in general, even if the data are very valuable regarding the general scope and the possibilities of this Tx approach.

Therefore, it was the aim of the present investigation to assess a large cohort of consecutive, unselected Class II:1 Herbst-MBA patients to determine representative data on the efficiency and the outcome quality of this Tx approach.

Class II:1 classification was performed according to Angle’s definition; maxillary anterior teeth are protruded as well as mandibular dentition being positioned posteriorly compared to the “normal” relationship with the mesiobuccal groove of

**Electronic supplementary material** The online version of this article (<https://doi.org/10.1007/s00784-017-2294-9>) contains supplementary material, which is available to authorized users.

✉ N. Bock  
 niko.c.bock@dentist.med.uni-giessen.de

<sup>1</sup> Department of Orthodontics, University of Giessen, Schlangenzahl 14, 35392 Giessen, Germany

the mandibular first molar occluding with the mesiobuccal cusp of the maxillary first molar.

## Material and methods

### Study population

After ethical approval (Nr. 80/14), the archive of the Department of Orthodontics at the University of Giessen, Germany, was screened for all Class II:1 patients in which Herbst-MBA Tx had been started since the introduction of this Tx approach at the study center in 1986 and was finished until 2014. The latter was true for 526 patients (53% females, 47% males) with a mean age of 14.4 years (range 9.8–44.4) at the start of Herbst-MBA Tx.

The Herbst appliance (Fig. 1) is a so-called fixed functional appliance which is used for mandibular advancement. It consists of attachments (bands or casted splints) in the lateral segments of both jaws which are connected by a telescoping mechanism from the upper posterior to the lower anterior region resulting in mandibular “bite jumping.” As the appliance is worn 24 h/day, patient compliance is of minor concern. According to clinical and experimental studies, both the upper and the lower jaws’ skeletal and dental structures are affected [1, 2, 11]. During the last decades, the appliance has been shown to be effective in both Class II:1 as well as Class II:2 patients and to offer a respectable treatment alternative to surgical mandibular advancement in borderline cases [12].

### Methods

The treatment charts and the respective data were available for all 526 patients. Study casts from before Tx (T0), after Herbst-MBA Tx (T1), and after at least 24 months of retention (T2) were evaluated using the Peer Assessment Rating (PAR) index [13] and the occlusal variables overjet, overbite, and sagittal molar and canine relationships. In addition, the Ahlgren scale [14] was applied to assess the post-retention results (T2).

The PAR ratings were performed by a calibrated and certified operator according to the respective guidelines [13] and using an original PAR ruler. The same investigator assessed all standard occlusal variables. Visual ratings of the sagittal molar and canine relationships were performed to the nearest 0.25 cusp widths (cw) and classified as Class I, II, or III. Linear measurements were made to the nearest 0.5 mm using a manual caliper. The ratings according to the Ahlgren scale were performed by two calibrated and experienced orthodontists according to the respective guidelines [14].



**Fig. 1** Herbst appliance: casted splints in the upper and lower jaws connected by telescoping mechanisms between the upper first molars and the lower first premolars. In addition, a lingual arch is placed between the lower lateral segments

To assess the observer reliability, all study models of patients 1–20 were evaluated twice, and Kendall’s tau correlation coefficient was calculated for the occlusal variables and the PAR index. The respective values range between 0.83 and 0.98, corresponding to a high consistency [15]. For assessments according to the Ahlgren scale, a conformity rate of 79–93% can be assumed according to previous investigations [16, 17].

The mean, standard deviation, minimum, maximum, and median values are given for all variables. For the changes which occurred during Tx (T1-T0) and during retention (T2-T1), an explorative statistical analysis was performed. As the data did not show a normal distribution (Kolmogorov-Smirnov and chi-square tests), a non-parametric test (Wilcoxon signed-rank test) was used for data analysis. The level of significance was  $p < 0.05$ . In addition, to assess for possible correlations respectively associations, the Spearman-Rho and the Kruskal-Wallis tests were applied.

**Results**

**Patient sample**

While Tx was initiated in a total of 526 patients, it was discontinued prematurely in 18 patients (3.4%). So, the Tx data of 508 patients were evaluated as well as the follow-up ( $\geq 24$  months) data of 240 patients (Fig. 2). Study casts were available in most cases:  $n = 492$  (T0 and T1) and  $n = 232$  (T2).

The most frequent pre-Tx skeletal maturity stage [18, 19] was shortly after the peak of the pubertal growth spurt: MP3-G/C3-S4 (Table 1).

39.4% of the patients had had a phase of previous orthodontic Tx (mainly with removable appliances; 25% at the study center, 75% elsewhere).

**Treatment duration and retention**

The mean Tx duration was  $8.1 \pm 1.79$  months for the Herbst phase and  $16.0 \pm 7.4$  months for the subsequent MBA phase, resulting in a total Tx duration (T0-T1) of  $24.2 \pm 7.8$  months. The mean follow-up period (T1-T2) was  $32.7 \pm 15.9$  months (Table 1). Retention was performed using bonded canine-to-canine or removable Hawley retainers or a combination of both. Most patients still wore the retainers at follow-up (Supplementary Table 1).

**Occlusal variables (Table 2; Supplementary Table 2; Fig. 2a–f)**

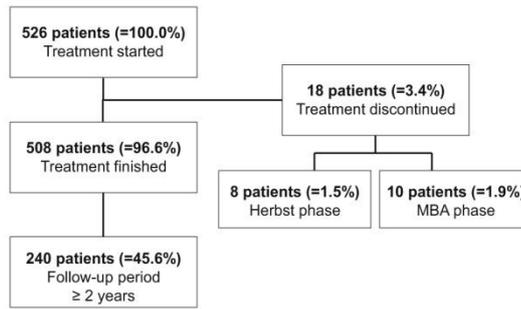
The mean overjet decreased from  $7.0 \pm 2.3$  to  $2.0 \pm 0.9$  mm during Tx. During the retention period, a slight increase of  $0.7 \pm 1.0$  mm occurred. For overbite, a decrease from  $4.0 \pm 1.9$  to  $1.5 \pm 0.9$  mm was seen during Tx, while an increase of  $0.5 \pm 1.1$  mm occurred during the retention period. All these changes were statistically significant ( $p = 0.000$ ).

For the sagittal molar relationship (right and left), an overcorrection from  $0.7 \pm 0.4$  cw Class II to  $-0.1 \pm 0.3$  cw Class III occurred during Tx and settled to  $0.0 \pm 0.23$  cw Class I during the retention period. The sagittal canine relationship showed a decrease from  $0.7 \pm 0.3$  cw Class II to  $0.1 \pm 0.2$  (right)/ $0.2 \pm 0.2$  (left) cw Class II during Tx ( $p = 0.000$ ) which settled to  $0.2 \pm 0.2$  cw Class II during the follow-up period ( $p = 0.002-0.044$ ).

Thus, on average, the occlusal variables were normalized by Tx.

**Outcome quality (Table 2, Supplementary Table 2, Fig. 3g, and Supplementary Fig. 1)**

Before Tx, the mean PAR score was  $32.4 \pm 8.8$  points which decreased to  $8.0 \pm 4.5$  points during Tx ( $p = 0.000$ ). During the retention period, a relapse of  $0.8 \pm 5.3$  points occurred



**Fig. 2** Patient flow chart. The numbers and percentages of patients who started, discontinued, and finished Tx as well as of those who fulfilled a follow-up period of  $\geq 2$  years are given

( $p = 0.015$ ). This PAR score increase was by 1.0/2.0 points lower ( $p = 0.148$ ) in subjects still wearing bonded lower/upper and lower retainers at T2 (Table 3).

The outcome quality (PAR categories) after Tx differed only minimally from the results at follow-up (T2) and showed the following prevalences (T1/T2): 62/57% “greatly improved,” 36/40% “improved,” and 2/3% “worse/no different.” While no correlation was found between the PAR score reduction (T2) and pre-Tx skeletal maturity ( $r = 0.057$ ), a slight correlation was seen between the PAR score reduction and pre-Tx malocclusion severity in terms of Class II molar relationship ( $r = 0.230$ ).

The categorization according to the Ahlgren scale revealed the following results at T2: 17% “excellent,” 35% “good,” 45% “acceptable,” and 3% “unsuccessful” occlusal outcomes. No group difference for pre-Tx skeletal maturity was found

**Table 1** General characteristics of the patient sample: pre-Tx age and skeletal maturity as well as the duration of the observation periods are given. The median (Med), mean value (Mean), standard deviation (SD), minimum (Min) and maximum (Max) values are given for age and observation period duration, while the distribution in percent is given for the skeletal maturity stages

	Med	Mean	SD	Min	Max	
Pre-Tx age (years)	13.8	14.4	3.42	9.8	44.4	
Pre-Tx skeletal maturity stages			%			
MP3-E/C3-S1			9.1			
MP3-F/C3-S2			15.0			
MP3-FG/C3-S3			19.3			
MP3-G/C3-S4			20.3			
MP3-H-R-J/C3-S5-C3-S6			35.6			
Observation periods (months)	Med	Mean	SD	Min	Max	
Active Tx	Herbst phase	7.8	8.1	1.79	2.6	15.6
	MBA phase	14.3	16.0	7.36	4.0	47.0
	Total	22.8	24.2	7.76	8.5	54.7
Retention	27.1	32.7	15.93	24.0	190.0	

**Table 2** Overjet, overbite, sagittal molar, and canine relationships (right/left) as well as PAR score at T0, T1, and T2. For each variable, the median (Med), mean value (Mean), standard deviation (SD), minimum (Min) and maximum (Max) values are given. cw: cusp widths

	T0 (n = 492)					T1 (n = 492)					T2 (n = 232)					
	Med	Mean	SD	Min	Max	Med	Mean	SD	Min	Max	Med	Mean	SD	Min	Max	
Overjet (mm)	6.5	7.0	2.28	1.5	15.5	2.0	2.0	0.91	0.0	7.3	2.5	2.7	0.93	0.5	7.5	
Overbite (mm)	4.0	4.0	1.92	-4.0	9.0	1.5	1.5	0.89	-2.0	4.5	2.0	2.0	1.13	-2.0	5.0	
Sagittal molar relationship (cw)	Right	0.8	0.7	0.36	-0.3	2.0	0.0	-0.1	0.25	-1.0	0.8	0.0	0.0	0.26	-0.8	1.0
	Left	0.8	0.7	0.40	-1.5	2.0	0.0	-0.1	0.27	-0.8	0.8	0.0	0.0	0.27	-0.5	1.3
Sagittal canine relationship (cw)	Right	0.8	0.7	0.27	-0.3	2.0	0.3	0.1	0.19	-0.8	1.3	0.3	0.2	0.19	-0.3	1.0
	Left	0.8	0.7	0.30	-0.3	2.0	0.3	0.2	0.19	-0.8	1.0	0.3	0.2	0.20	-0.3	1.0
PAR score	32.0	32.4	8.83	10.0	70.0	7.0	8.0	4.51	2.0	30.0	7.0	8.8	5.11	2.0	29.0	

( $p = 0.638$ ), but a slight association seems to exist for pre-Tx malocclusion severity in terms of Class II molar relationship ( $p = 0.031$ ).

**Discussion**

The present investigation is the first to investigate a large unselected cohort of consecutive Herbst-MBA patients to determine representative data on the efficiency and the outcome quality of this Tx approach. The existence of such data seems to be particularly essential as the results of current systematic reviews and meta-analyses on the effectiveness and stability of fixed functional Class II Tx illustrate respective deficits [9, 10, 20].

**Study population and methods**

The investigation is based on the evaluation of all Class II:1 patients who underwent Herbst-MBA Tx at the study center during a period of 28 years irrespective of Tx outcome. The patient sample was homogenous in terms of the underlying malocclusion (Class II:1) but the overall pre-Tx (T0) severity varied (total PAR score  $32.4 \pm 8.8$ ) as did the pre-Tx age ( $14.4 \pm 3.4$  years). While the Tx approach was similar in all patients, Tx had been accomplished by several practitioners using different types of straight-wire

MBA's. These issues might have had a minor impact on Tx outcome especially in terms of Tx duration and occlusal aspects such as rotation control or torque, but they do not really interfere with the aim of the study to get an overview of the Tx quality provided.

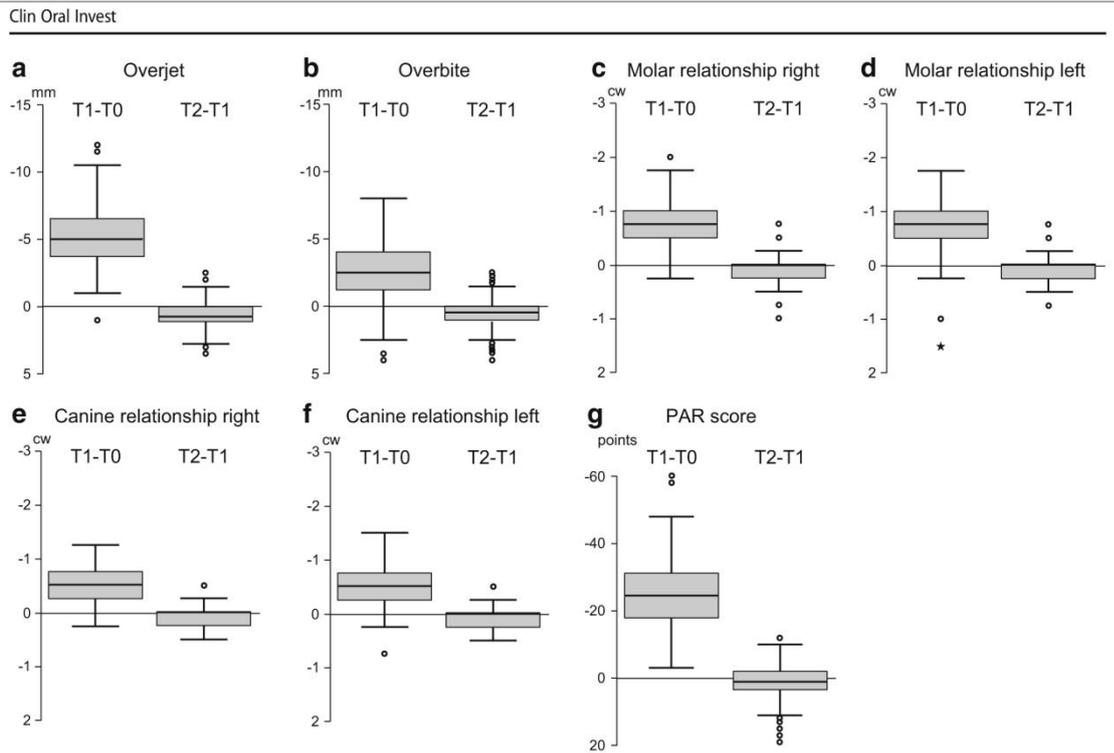
The same applies for the retention regime, which was not uniform as the patient sample was collected during a period of almost 30 years. While the standard retention protocol comprised of mainly removable appliances (predominantly Hawley retainers) during the early years of Herbst appliance treatment, fixed retention in both jaws had established during the later years. In between, combinations like for example fixed retention in the lower jaw and removable retention in the upper jaw were considered appropriate. This also applies for additional night-time wear of an activator which had been recommended in a certain amount of patients. However, when looking at the literature, no relevant influence was found for a certain type of retention when comparing three different regimes in a RCT [21].

In 18 of the 526 patients, Tx was discontinued prematurely (10x due to transfer to another place/disappearance, 7x due to unwanted MB Tx, 1x due to compliance during MB Tx). Unfortunately, however, in most cases, no study model was available to assess the achieved Tx changes.

As it was the aim to determine objective data on the Tx outcome quality, the PAR index was applied. While this index has been shown to be valid and reliable [22, 23], it has also

**Table 3** Final PAR score at T2 and changes of the total PAR score during retention (T2-T1) in subjects with no retainer (n = 42), a bonded lower retainer (n = 71), and bonded upper and lower retainers (n = 115) at T2

	No fixed retainer					Bonded lower retainer					Bonded upper and lower retainer				
	n = 42					n = 71					n = 115				
	Med	SD	Min	Max	Mean	Med	SD	Min	Max	Mean	Med	SD	Min	Max	Mean
Total PAR score at T2	8.0	6.32	3.0	29.0	10.1	7.0	5.00	2.0	24.0	9.0	6.0	4.66	2.0	23.0	8.2
PAR score changes during T2-T1	3.0	6.96	-10.0	19.0	2.9	1.0	5.45	-10.0	17.0	0.9	0.0	4.25	-12.0	15.0	0.4



**Fig. 3** Boxplots showing the changes of **a** overjet, **b** overbite, **c–f** sagittal molar and canine relationships (right/left), and **g** PAR score during T1-T0 and T2-T1

been criticized due to problems in terms of interpretation [24] as well as its weighting system [25]. Therefore, a second index for outcome quality assessment [14] was used.

**Results**

Looking at the general Tx data, it seems to be worth mentioning that a premature discontinuation of Tx occurred in only 3.4% of the patients. This percentage is rather low when comparing it to the literature, where values between 9 and 17% are published for Class II fixed functional Tx [26–28]. For the remaining patients, the average Tx duration was  $24.2 \pm 7.8$  months (median 22.8). Unfortunately, no data from a comparable cohort of unselected Class II patients treated by fixed functional as well as MBA appliances exists, but a recent meta-analysis of 22 studies [29] describes a slightly lower mean duration (19.9 months) for fixed appliance Tx in general (Class I, II, or III; no differentiation in terms of non-extraction/extraction protocols) without adjunctive use of functional appliances. In addition, the latter investigation did consider neither the severity of the underlying malocclusion nor the Tx outcome.

Overjet, overbite, and the sagittal molar relationships were slightly overcorrected during active Tx and settled into normal

Class I relationships during the follow-up period. For the canine relationships, a slight Class II relationship prevailed at T2. This is in concordance with the literature [30–32].

**Outcome quality—active Tx**

The outcome quality according to the PAR index showed a mean post-Tx score of  $8.0 \pm 4.5$  in the present, fully unselected patient sample. Similar values of 6.2 to 8.0 are described by Al-Yami ( $n = 1583$ ) [33], Birkeland et al. ( $n = 93$ ) [34], and McGuiness et al. ( $n = 207$ ) [35] for other mainly unselected Class II:1 samples where diverse Tx protocols (extraction, non-extraction) were applied. In terms of PAR categorization, 62% respectively 36% of the current results were “greatly improved” or “improved” which is in concordance with the findings of Birkeland et al. (63% “greatly improved,” 33% “improved”) while the investigation by Al-Yami revealed slightly less advantageous results (46% “greatly improved” and 48% “improved”).

As most of these results are rather similar, the question arises whether the PAR index is a sensitive enough tool to detect minor but clinically relevant differences at all.

When evaluating specifically those cases ( $n = 10$ ) which were categorized “worse/no different” according to PAR score

reduction during active Tx, the mean pre-Tx PAR score was by 4.6 points lower compared to the remaining sample. Therefore, in terms of severity, these cases were below average. Nevertheless, as the mean post-Tx PAR score was by 14.2 points higher compared to the rest of the sample, the categorization “worse/no different” can probably be attributed to a combination of poor response/growth and poor cooperation.

### Outcome quality—follow-up

Looking at the follow-up period, a slight PAR score increase by  $0.8 \pm 5.3$  points occurred. This is in concordance with a minor shift in the PAR categorization with slightly less patients becoming categorized as “greatly improved” ( $62 \geq 57\%$ ) and slightly more patients becoming categorized as “improved” ( $36 \geq 40\%$ ) or “worse/no different” ( $2 \geq 3\%$ ). Similar PAR score increases of  $\leq 1$  point for follow-up periods of 2–3 years can be found in the literature for patient samples where mainly bonded retainers were used [36, 37].

A comparison of the subjects wearing either a lower or both lower and upper bonded retainers to those not wearing any bonded retainer revealed by 2.0–2.5 points lower values in terms of PAR score increase during retention. While no statistical significance ( $p = 0.148$ ) was determined for this variation, it is certainly of clinical significance. In the literature, the final PAR score is described to be  $\sim 5$  points less in patients with bonded retainers still in place 5 years post-Tx when compared to those without retainers [33, 38].

When considering the second, subjective outcome quality assessment—the Ahlgren scale—it is most interesting to discover that if we pool “excellent” and “good,” the percentage (52%) is similar as for the PAR category “greatly improved” (57%). The same is true for “acceptable” (45%) and the PAR category “improved” (40%). Unfortunately, no data for direct comparison are available in the literature.

### Limitations

The fact that follow-up data were available from only 45.6% of the patients certainly has to be considered as limitation. The same is true for the missing study models in some cases. Nevertheless, the T2 patient sample is still rather large. Besides that, in terms of consistency, it might have been beneficial if all patients had been treated by the same practitioner using the same kind of MBA or to perform a randomized clinical trial, but due to the large sample and the long period of record collection, such a study design is not realistic. This is also true for the favorable thought of having a comparable untreated control group available.

### Conclusion

In summary, Class II:1 Tx using Herbst-MBA is an efficient approach in orthodontic care. During an active Tx period of an average of 2 years, high-quality results can be obtained in the majority of patients.

**Acknowledgements** The authors acknowledge H. Hudel (Department of Medical Statistics, University of Giessen, Germany) for his advice regarding statistical analysis.

**Author’s contributions** The study was designed by N. Bock and S. Ruf and all measurements were performed by J. Ruehl. All authors contributed to data analysis and interpretation while the manuscript was prepared and revised by N. Bock and S. Ruf. All authors gave final approval and agreed to be accountable for all aspects of the work.

### Compliance with ethical standards

**Conflict of interest** The authors declare that they have no conflict of interest.

**Ethical approval** The protocol for this retrospective investigation was approved by the ethical committee of the Faculty of Medicine, University of Giessen, Germany (80/14).

**Informed consent** For this type of study, formal consent is not required.

### References

1. 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. <https://doi.org/10.1093/ejo/3.1.49>
2. Pancherz H, Ruf S (2008) The Herbst appliance: research-based clinical management. Quintessence Publishing Co, Berlin, Chicago, London, Tokyo, Barcelona, Beijing, Istanbul, Milan, Moscow, New Delhi, Paris, Prague, Sao Paulo, Seoul and Warsaw
3. Bock N, Pancherz H (2006) Herbst treatment of Class II division 1 malocclusions in retrognathic and prognathic facial types. *Angle Orthod* 76(6):930–941. <https://doi.org/10.2319/100605-352>
4. Klaus K, Stark P, Serbesis TS, Pancherz H, Ruf S (2017) Excellent versus unacceptable orthodontic results: influencing factors. *Eur J Orthod* 39(6):615–621. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjx006>
5. Ruf S, Pancherz H (1999) Dentoskeletal effects and facial profile changes in young adults treated with the Herbst appliance. *Angle Orthod* 69(3):239–246. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1999\)069<0239:DEAFPC>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1999)069<0239:DEAFPC>2.3.CO;2)
6. Ruf S, Pancherz H (1997) The mechanism of Class II correction during Herbst therapy in relation to the vertical jaw base relationship: a cephalometric roentgenographic study. *Angle Orthod* 67(4):271–276. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1997\)067<0271:TMOCIC>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1997)067<0271:TMOCIC>2.3.CO;2)
7. von Bremen J, Pancherz H (2002) Efficiency of early and late Class II Division 1 treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 121(1):31–37. <https://doi.org/10.1067/mod.2002.120016>
8. von Bremen J, Bock N, Ruf S (2009) Is Herbst-multibracket appliance treatment more efficient in adolescents than in adults? *Angle Orthod* 79(1):173–177. <https://doi.org/10.2319/020408-63.1>

9. Yang X, Zhu Y, Long H, Zhou Y, Jian F, Ye N, Gao M, Lai W (2015) The effectiveness of the Herbst appliance for patients with Class II malocclusion: a meta-analysis. *Eur J Orthod* 38:324–333. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjv057>
10. Zymperdikas VF, Koretsi V, Papageorgiou SN, Papadopoulos MA (2016) Treatment effects of fixed functional appliances in patients with Class II malocclusion: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod* 38(2):113–126. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjv034>
11. 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. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(79\)90227-6](https://doi.org/10.1016/0002-9416(79)90227-6)
12. 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 Dentofac Orthop* 107:58–66. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2004.02.011>
13. Richmond S, Shaw WC, Roberts CT, Andrews M (1992) 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. <https://doi.org/10.1093/ejo/14.3.180>
14. Ahlgren J (1993) A ten-year evaluation of the quality of orthodontic treatment. *Swed Dent J* 17(5):201–209
15. Brosius F (2013) SPSS 21. Mitp-Verlag, Heidelberg, München, Landsberg, Frechen, Hamburg
16. Karageorgiou N (1995) Auswertung kieferorthopädischer Behandlungsergebnisse. Dissertation, University of Giessen
17. Krieger E (2006) Effektivität der Multibracket-Apparatur (Tip Edge) mit Klasse II Gummizügen bei der Distalbisbehandlung (Angle Klasse II: 1). Dissertation, University of Giessen
18. Hägg U, Taranger J (1980) Skeletal stages of the hand wrist as indicators of the pubertal growth spurt. *Acta Odontol Scand* 38(3):187–200. <https://doi.org/10.3109/00016358009004719>
19. Hassel B, Farman AG (1995) Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 107(1):58–66. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(95\)70157-5](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(95)70157-5)
20. Bock NC, von Bremen J, Ruf S (2016) Stability of Class II fixed functional appliance therapy—a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod* 38(2):129–139. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjv009>
21. Buchanan IB, Shaw WC, Richmond S, O'Brien KD, Andrews M (1993) A comparison of the reliability and validity of the PAR Index and Summers' Occlusal Index. *Eur J Orthod* 15(1):27–31. <https://doi.org/10.1093/ejo/15.1.27>
22. Deguchi T, Honjo T, Fukunaga T, Miyawaki S, Roberts WE, 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 Dentofac Orthop* 127(4):434–443. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2004.03.030>
23. Edman Tynelius G, Petré S, Bondemark L, Lilja-Karlander E (2015) Five-year postretention outcomes of three retention methods—a randomized controlled trial. *Eur J Orthod* 37(4):345–353. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjv063>
24. Buchanan IB, Russell JI, Clark JD (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. <https://doi.org/10.1179/bjo.23.4.351>
25. Hamdan AM, Rock WP (1999) An appraisal of the Peer Assessment Rating (PAR) Index and a suggested new weighting system. *Eur J Orthod* 21(2):181–192. <https://doi.org/10.1093/ejo/21.2.181>
26. O'Brien K, Wright J, Conboy F, Sanjie Y, Mandall N, Chadwick S, Connolly I, Cook P, Birnie D, Hammond M et al (2003) Effectiveness of treatment for Class II malocclusion with the Herbst or twin-block appliances: a randomized, controlled trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 124(2):128–137. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(03\)00345-7](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(03)00345-7)
27. Burhan AS, Nawaya FR (2015) Dentoskeletal effects of the Bite-Jumping Appliance and the Twin-Block Appliance in the treatment of skeletal Class II malocclusion: a randomized controlled trial. *Eur J Orthod* 37(3):330–337. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjv052>
28. Guimarães CH Jr, Henriques JF, Janson G, de Almeida MR, Araki J, Cançado RH, Castro R, Nanda R (2013) Prospective study of dentoskeletal changes in Class II division malocclusion treatment with twin force bite corrector. *Angle Orthod* 83(2):319–326. <https://doi.org/10.2319/042312-339.1>
29. Tsihlaki A, Chin SY, Pandis N, Fleming PS (2016) How long does treatment with fixed orthodontic appliances last? A systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 149:318–328. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.09.020>
30. Andrews LF (1989) Straight wire: the concepts and appliance. LA Wells Co, San Diego
31. Bock N, Ruf S, Wiechmann D, Jilek T (2016) Herbst plus Lingual versus Herbst plus Labial: a comparison of occlusal outcome and gingival health. *Eur J Orthod* 38(5):478–484. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjv034>
32. Pancherz H (1991) The nature of Class II relapse after Herbst appliance treatment: a cephalometric long-term investigation. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 100(3):220–233. [https://doi.org/10.1016/0889-5406\(91\)70059-6](https://doi.org/10.1016/0889-5406(91)70059-6)
33. Al Yami EA, Kuijpers-Jagtman AM, van't Hof MA (1999) Stability of orthodontic treatment outcome: follow-up until 10 years postretention. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 115(3):300–304. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(99\)70333-1](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(99)70333-1)
34. Birkeland K, Furevik J, Boe OE, Wisth PJ (1997) Evaluation of treatment and post-treatment changes by the PAR Index. *Eur J Orthod* 19(3):279–288. <https://doi.org/10.1093/ejo/19.3.279>
35. McGuinness NJP, Burden DJ, Hunt OT, Johnston CD, Stevenson M (2011) Long-term occlusal and soft-tissue profile outcomes after treatment of Class II Division 1 malocclusion with fixed appliances. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 139(3):362–368. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2009.05.035>
36. Bjerling R, Birkeland K, Vandevska-Radunovic V (2015) Anterior tooth alignment: a comparison of orthodontic retention regimens 5 years posttreatment. *Angle Orthod* 85(3):353–359. <https://doi.org/10.2319/051414-349.1>
37. de Bernabé PG, Montiel-Company JM, Paredes-Gallardo V, Gandía-Franco JL, Bellot-Arcis C (2017) Orthodontic treatment stability predictors: a retrospective longitudinal study. *Angle Orthod* 87(2):223–229. <https://doi.org/10.2319/053116-435.1>
38. Tofeldt LN, Johnsson AC, Kjellberg H (2007) Evaluation of orthodontic treatment, retention and relapse in a 5-year follow-up: a comparison of treatment outcome between a specialist and a post-graduate clinic. *Swed Dent J* 31(3):121–127

## 18 Erklärung zur Dissertation

„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, oder habe diese nachstehend spezifiziert. Die vorgelegte Arbeit wurde weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt. 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

---

Unterschrift

## 19 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Frau Prof. Dr. Sabine Ruf für die Überlassung des Themas, die herausragende Betreuung und die stets herzliche und fürsorgliche Unterstützung sowohl bei der Anfertigung dieser Arbeit als auch bei den Vorträgen.

Weiterhin möchte ich insbesondere Herrn Dr. Niko Bock für sein außerordentliches Engagement, ebenso aber auch für seine ausdauernden und dabei stets von Humor begleiteten, konstruktiven Korrekturen danken.

Bedanken möchte ich mich des Weiteren bei meinen Kolleginnen und Kollegen der Poliklinik für Kieferorthopädie im Zentrum für Zahn-, Mund-, und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität Gießen, die mir nicht nur während der Entstehung dieser Arbeit hilfreich zur Seite standen, sondern mich auch herzlich in ihr Team aufgenommen haben und meine Weiterbildungszeit zu etwas Besonderem werden lassen. Vielen Dank auch an Herrn Meyer für die Anfertigung der Fotografien.

Außerdem bedanke ich mich bei Herrn Hudel aus der Arbeitsgruppe Medizinische Statistik für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung.

Meinem Verlobten Frederik möchte ich für seine Unterstützung, für seine besinnliche Art und für seinen Humor in allen Lebenslagen danken. Mit dir ist jeder Weg ein bisschen leichter zu beschreiten. Ich könnte mir keinen liebevolleren Lebensgefährten wünschen.

Mein größter Dank gilt meinen Eltern für ihre bedingungslose Liebe und Unterstützung, für ihr stets offenes Ohr sowie für die für mich damit verbundene Sicherheit und Stärke. Danke, dass ihr immer an mich glaubt und mir so viel ermöglicht habt.