

Erfolg asymmetrischer Unterkiefervorverlagerung mit der Herbst-Apparatur

Benjamin Reiser

INAUGURALDISSERTATION zur Erlangung des Grades eines **Doktors der Zahnmedizin**
des Fachbereichs Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen



édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2013

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Author or the Publishers.

1st Edition 2013

© 2013 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, Giessen

Printed in Germany



édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

STAUFENBERGRING 15, D-35396 GIESSEN
Tel: 0641-5599888 Fax: 0641-5599890
email: redaktion@doktorverlag.de

www.doktorverlag.de

Erfolg asymmetrischer Unterkiefervorverlagerung mit der Herbst-Apparatur

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Zahnmedizin
des Fachbereichs Medizin der
Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von

Benjamin Reiser

aus Wetzlar

Gießen (2012)

Aus dem Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Poliklinik für Kieferorthopädie
des Universitätsklinikums Gießen und Marburg GmbH Standort Gießen
Direktorin: Prof. Dr. Sabine Ruf

Gutachter: Prof. Dr. S. Ruf

Gutachter: Prof. Dr. Dr. A. Neff

Tag der Disputation: 31.10.2013

Für meine Familie

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	
1 Einleitung	1
1.1 Definition der Bisslagen	1
1.2 Therapiemöglichkeiten der Distalbisslage	4
1.3 Herbst-Apparatur	6
1.1 Asymmetrie	7
2 Ziel	12
3 Material	13
3.1 Patienten und Material	13
3.1.2 Asymmetrische Gruppe	15
3.1.3 Symmetrische Gruppe	15
4 Methode	18
4.1 Auswertung der Situationsmodelle	19
4.2 Auswertung der Fotos	24
4.3 Statistische Methode	31
5 Ergebnisse	32
5.1 Molarenrelation rechts	32
5.2 Molarenrelation links	43
5.3 Eckzahnrelation rechts	53

5.4	Eckzahnrelation links	62
5.5	Overjet	72
5.6	Mittellinierverschiebung	78
5.6.1	Mittellinierverschiebung rechts	78
5.6.2	Mittellinienverschiebung links	83
5.7	Winkel zwischen Bipupillarlinie und Cheilionlinie	87
5.8	Winkel zwischen Bipupillarlinie perpendicular und der Verbindungslinie Subnasale-Weichteilmenton	91
6	Diskussion	95
6.1	Material und Methode	95
6.2	Ergebnisse	99
7	Zusammenfassung.....	107
8	Summary.....	110
9	Literaturverzeichnis	113
10	Anhang.....	131
11	Erklärung zur Dissertation.....	149
12	Danksagung.....	150
13	Lebenslauf	151

1 Einleitung

1.1 Definition der Bisslagen

In der Kieferorthopädie unterscheidet man verschiedene Bisslagen, die durch die Angle-Klassifikation beschrieben werden (ANGLE 1899). So entspricht eine Neutralbisslage der Angle-Klasse I, eine Distalbisslage den Angle-Klassen II:1 bzw. II:2 und eine Mesialbisslage der Angle-Klasse III.

Die Angle-Klassen II:1 und II:2 sind durch eine Distallage des Unterkiefers gegenüber dem Oberkiefer charakterisiert, unterscheiden sich aber bezüglich der Stellung der Oberkieferfrontzähne:

- Angle-Klasse II:1 - Proklination der oberen Frontzähne bei vergrößerter sagittaler Frontzahnstufe (Overjet)
- Angle-Klasse II:2 - Retroklination der oberen Frontzähne bei verkleinertem Overjet und tiefem Biss

Eine Distalbisslage kann

- skelettal (Prognathie der Maxilla oder Retrognathie der Mandibula),
- dentoalveolär (maxilläre Protrusion oder mandibuläre Retrusion),
- skelettal und dentoalveolär

bedingt sein (GRABER 1972, 2005; PANCHERZ et al. 1997). Für eine gezielte Therapie ist die Kenntnis darüber, ob es sich um eine skelettale oder dentoalveoläre Dysgnathie handelt, wichtig.

Generell lassen sich nach HOTZ (1980, 1981) Dysgnathien in angeborene, vererbte und erworbene Fehlstellungen einteilen. SCHOPF (2000, 2008) betrachtet eine

Zuordnung in diese Gruppen ebenfalls als sinnvoll, besonders im Hinblick auf die Einschätzung prophylaktischer Maßnahmen, fügt allerdings hinzu, dass die korrekte Einteilung oft schwierig ist, da eine Dysgnathie häufig aus Mischformen der einzelnen Gruppen bestehe.

Skelettal bedingte Fehlstellungen entstehen nach GRABER (1972, 2005) durch das Zusammenspiel der Zähne, des neuromuskulären Systems, der knöchernen Strukturen und der kompensierenden Kraft der Muskeln. Es sei jedoch relativ selten, dass eine Fehlstellung rein skelettal bedingt sei.

Auch TAMMOSCHEIT (1976) beschreibt, dass eine Distallage des Unterkiefers durch ein multifaktorielles, genetisches System mit additiver Polygenie und exogenem Schwellenwerteffekt bedingt ist. Laut SCHULZE (1973) haben sowohl genetische Faktoren als auch Umweltfaktoren einen hohen Stellenwert.

BJÖRK (1963, 1968, 1969, 1972) und BJÖRK und SKIELLER (1972) sehen einen generellen Unterschied zwischen dem Wachstumsmuster von eugnathen und dysgnathen Individuen, welches erblich bedingt ist.

PROFFIT (2000) hält ebenfalls Erbfaktoren, Störungen in der Embryonalentwicklung, Traumen und funktionelle Einflüsse für die wichtigsten Gründe für das Auftreten skelettal bedingter Dysgnathien. Er fügt jedoch hinzu, dass Abweichungen von idealen Okklusionsverhältnissen keineswegs in einem Widerspruch zur normalen oder akzeptablen Funktion stehen müssen.

Nach SCHOPF (2000, 2008) wird die Distallage des Unterkiefers durch ein multifaktorielles Geschehen bedingt, wobei er sie auch zu den hereditären Faktoren zählt. Er verweist auf Sippenuntersuchungen und die Zwillingsforschung von KANTOROWICZ und KORKHAUS (1925), welche wertvolle Informationen zu den Möglichkeiten der Vererbung beisteuerten.

Über dentoalveolär bedingte Zahnfehlstellungen schreibt GRABER (1972), dass sie durch lokale Faktoren wie frühkindlichen Verlust der Milchzähne, lang anhaltende

Persistenz der Milchzähne oder dysfunktionelle Zahnverschiebungen entstehen können.

Die sowohl skelettal als auch dentoalveolär bedingten Dysgnathien setzen sich aus den oben genannten Faktoren zusammen. Die Behandlung von skelettal und dentoalveolär bedingten Fehlstellungen macht den größten Teil der kieferorthopädischen Behandlungen aus (GRABER 2005).

Bereits ANGLE (1908) hebt hervor, dass die Verlegung der Nasenwege und die dadurch bedingte Mundatmung die wichtigste, konstanteste, und in der Folgeerscheinung am meisten wechselnde Ursache für Okklusionsanomalien sei. Besonders zwischen dem dritten und 14. Lebensjahr, der wichtigsten Entwicklungsphase der bleibenden Dentition, wirke sie indirekt auf die Zähne, indem sie eine asymmetrische Entwicklung der Muskeln, der Nasen- und Kieferknochen verursacht und die Lippen, Wangen und Zunge in ihrer Funktion stört, während die allgemeine Beeinträchtigung indirekt im Verhältnis zum Grad der Mundatmung und zu der Zeit während der sie bestanden hat, stehe.

PROFFIT (2000) sieht einen Zusammenhang zwischen der Entwicklung von kieferorthopädischen Problemen und dem sozialen Umfeld eines Individuums. Wachstum bestehe aus der genetischen Zellproliferation und deren Beeinflussung durch Umweltfaktoren. Angewohnheiten, die zu Zahnfehlstellungen führen, würden zum größten Teil erlernt, z.B. Daumenlutschen.

1.2 Therapiemöglichkeiten der Distalbisslage

Entsprechend der verschiedenartig möglichen Ursachen (skelettal, dentoalveolär, skelettal und dentoalveolär) gibt es auch eine Vielfalt an therapeutisch möglichen Maßnahmen. Einerseits sind es skelettale Maßnahmen wie z.B.

- Hemmung des maxillären Wachstums
- Stimulation des mandibulären Wachstums
- chirurgische Lagekorrektur der Maxilla bzw. Mandibula,

andererseits aber auch dentoalveoläre Maßnahmen wie z.B.

- Retrusion des maxillären Zahnbogens
- Protrusion des mandibulären Zahnbogens
- jeweils mit oder ohne mono- bzw. bimaxilläre Extraktion bleibender Zähne,

welche je nach zugrunde liegender Ursache zur Korrektur bzw. Kompensation der Malokklusion genutzt werden können.

Während zur funktionskieferorthopädischen Korrektur einer Distalbisslage im Wechselgebiss vor allem herausnehmbare Geräte wie Aktivatoren (ANDRESEN und HÄUPL 1936), Bionatoren (BALTERS 1964), Funktionsregler (FRÄNKEL 1964) oder Headgear (KLOEHN 1947) zum Einsatz kommen, hat sich für die Behandlung im bleibenden Gebiss die Anwendung von festsitzenden Geräten wie z.B. der Herbst-Apparatur bewährt (PANCHERZ 1979; PANCHERZ und RUF 2000; RUF und PANCHERZ 2003).

SCHOPF (2000) fordert für die Therapie der Distalbisslage eine Durchführung der Behandlung während der ersten Wechselgebissperiode, also vor Erreichen des pubertären Wachstumsgipfels, wenn bevorzugt herausnehmbare Geräte zur

Anwendung kommen. Die Behandlung einer Distalbisslage bei einem ausgewachsenen Patienten sei als eine Kompromissbehandlung anzusehen, bei der der optimale Behandlungszeitpunkt versäumt wurde.

GRABER (1972, 2005) sieht den optimalen Zeitpunkt zur funktionskieferorthopädischen Korrektur von Klasse II Dysgnathien in der Mitte oder am Ende der Wechselgebissperiode. Beobachtungen von McNAMARA et al. (1985), die bei Patienten, welche mit den gleichen funktionskieferorthopädischen Geräten behandelt wurden zeigten, dass es zu einem stärkeren Unterkieferwachstum kommt, wenn der Behandlungsbeginn mit durchschnittlich 11,5 Jahren erfolgt und nicht mit durchschnittlich 8,5 Jahren.

PROFIT (2000) warnt hierbei auch vor einer zu frühen Behandlung im Milchgebissalter. Zu dieser Zeit seien durch das schnelle Wachstum des Organismus die skelettalen und dentalen Veränderungen zwar rasch und mit relativ moderaten biomechanischen Kräften zu erzielen, jedoch könne ein skelettales Problem in der adoleszenten Wachstumsperiode erneut auftreten.

FELLNER und SCHLÖMER (1996) sowie FIRESTONE et al. (1999) zeigten, dass die Behandlungsdauer umso länger ist, je jünger der Patient und je weniger fortgeschritten die Gebissentwicklung ist, außerdem weist die Behandlung in einem reinen Milchgebiss eine stark erhöhte Rezidivgefahr auf. Untersuchungen von VON BREMEN und PANCHERZ (2002) bestätigen, dass die Behandlung zu einem späteren Zeitpunkt der Gebissentwicklung effizienter ist als zu einem früheren. Des Weiteren zeigten sie, dass mit festsitzenden Apparaturen kürzere Behandlungszeiten möglich sind als mit herausnehmbaren Geräten.

Nach PANCHERZ und HÄGG (1985) liegt der optimale Zeitpunkt zur funktionskieferorthopädischen Korrektur einer Distalbisslage mit der Herbst-Apparatur während des pubertären Wachstumsschubes bzw. kurz vor oder nach dem pubertären Wachstumshöhepunkt. Sie zeigten, dass zu diesem Zeitpunkt die Beeinflussung des Kondylenwachstums groß, die unerwünschte Proklination der Frontzähne hingegen gering ist. Sie verweisen jedoch auf die große interindividuelle Variation hinsichtlich der skelettalen und dentalen Reaktion, mit der in jeder Reifephase zu rechnen ist.

HANSEN (1992) bestätigte, dass der Behandlungszeitpunkt (kurz vor, während oder kurz nach dem pubertären Wachstum) langfristig keinen Einfluss auf die Stabilität des Endergebnisses hat.

PANCHERZ (1994) zeigte jedoch später, dass die größte okklusale Stabilität und geringste Nachbehandlungsnotwendigkeit besteht, wenn die Therapie mit der Herbst-Apparatur im bleibenden Gebiss während oder kurz nach dem größten Wachstumsschub durchgeführt wird.

Soll eine Therapie nach dem Wachstum erfolgen, muss abgewogen werden, ob konservative Maßnahmen zur Korrektur bzw. Kompensation ausreichen oder aber eine chirurgische Lagekorrektur notwendig ist (MAUER et al. 2001; REICHENBACH et al. 1970).

1.3 Herbst-Apparatur

Die Herbst-Apparatur (HERBST 1910; Abb.1) ist ein festsitzendes, funktionskieferorthopädisches Gerät zur Behandlung von Klasse II:1 und Klasse II:2 Dysgnathien. Dabei wirkt sie dentoalveolär, indem sie die Unterkieferseitenzähne mesialisiert und die Oberkieferseitenzähne distalisiert, und skelettal, indem sie das Wachstum der Mandibula stimuliert und das Wachstum der Maxilla hemmt (PANCHERZ 1981, 1985, 1989, 1991, 1994; PANCHERZ und ANEHUS-PANCHERZ 1980, 1993; PANCHERZ und FACKEL 1989; PANCHERZ und HÄGG 1985; PANCHERZ und HANSEN 1986, 1988; PANCHERZ und LITTMANN 1989; PANCHERZ und RUF 2008; RUF und PANCHERZ 1998, 1999a, 1999b, 2000).

Die Apparatur besteht aus doppelseitigen Teleskopen, die über orthodontische Bänder oder gegossene Metallschienen an den Ober- und Unterkieferseitenzähnen befestigt sind und den Unterkiefer 24 Stunden pro Tag in einer Vorschublage halten. Die Teleskope bestehen aus einer Gleitstange und einem Führungsrohr. Mittels Längenveränderung der Teleskope kann das Ausmaß der Unterkiefervorverlagerung individuell bestimmt werden und bei asymmetrischer Distallage die betroffene Seite entsprechend stärker vorverlagert werden. Die Herbst-Apparatur gleicht somit einem künstlichen Gelenk, welches Öffnungs- und Schließ- sowie leichte Lateralbewegungen

zulässt (PANCHERZ und RUF 2008) und nach dem Prinzip arbeitet, welches schon 1877 von KINGSLEY als „jumping the bite“ bezeichnet wurde (WEINBERGER 1926).

Die kurz- und langfristige Wirkungsweise der Herbst-Apparatur konnte durch verschiedene klinische und experimentelle Studien gezeigt werden (PANCHERZ 1981, 1985, 1989, 1991, 1994; PANCHERZ und ANEHUS-PANCHERZ 1980, 1993; PANCHERZ und FACKEL 1989; PANCHERZ und HÄGG 1985; PANCHERZ und HANSEN 1986, 1988; PANCHERZ und LITTMANN 1989; PANCHERZ und RUF 2008; RUF und PANCHERZ 1998, 1999a, 1999b, 2000). Der kurze Behandlungszeitraum von ca. sechs bis neun Monaten, die Möglichkeit des Einsatzes während oder sogar jenseits des puberalen Wachstumsschubes, die compliance-unabhängige Wirkung und das Wegfallen eines chirurgischen Eingriffs sind Aspekte, die die Herbst-Apparatur für den Behandler und den Patienten attraktiv gestalten.



Abb. 1 Laterale Ansicht der Herbst-Apparatur in situ

1.4 Asymmetrie

KURT (2008) bezeichnete eine Asymmetrie von Gesicht und Zähnen innerhalb gewisser Grenzen als natürliches Phänomen.

FARKAS und CHEUNG (1981) haben anthropometrische Vermessungen zur

Ermittlung von Gesichtasymmetrien durchgeführt und konnten zeigen, dass wenn auch nicht immer augenscheinlich, Asymmetrien häufig sind.

SEVERT und PROFFIT (1997) untersuchten das Auftreten von Gesichtasymmetrien bei Studenten an der Universität von North Carolina und zeigten, dass diese häufig zu finden sind.

LUNDSTROM (1961) diskutierte das Links-Rechts-Problem nach LUDWIG (1932), welches ubiquitär in der Natur vorzufinden ist, um zu zeigen, dass es von Natur aus keine bilaterale Symmetrie geben kann. So obliegt z.B. die Anordnung und Form der menschlichen Organe auch keiner symmetrischen Form.

STELLWAGEN et al. (2008) konnten zeigen, dass Asymmetrien des Kopfes, des Unterkiefers, des Gesichtes oder aber ein Schiefhals (Torticollis) sehr häufig vorkommen. 73 % der 102 von ihnen untersuchten Neugeborenen wiesen eine oder mehrere dieser Asymmetrien auf, wobei 16 % einen asymmetrischen Unterkiefer hatten.

SEGATTO et al. (2008) zeigten, dass Kinder mit Veränderungen der Wirbelsäule (Morbus Scheuermann und Skoliose) häufig auch dentofaziale Probleme aufweisen.

Dennoch beschrieb ANGLE (1899) bereits vor langer Zeit, dass eine vorliegende Asymmetrie auch ein Merkmal einer Bissanomalie sein kann. Er schrieb der einseitigen Klasse II Dysgnathie deshalb auch eine eigenständige Untergruppe zu und nannte diese „Class-II-subdivision“.

JÄGER et al. (1993) konnten in einer Studie an asymmetrischen Angle-Klasse II Patienten zeigen, dass eine asymmetrische Okklusion sowohl dental als auch skelettal bedingt sein kann.

ALAVI et al. (1988) beobachteten, dass die „Class-II-subdivision“ hauptsächlich aus einer asymmetrischen Position des ersten unteren Molaren resultiert. Sie beschrieben

jedoch nicht, ob es sich hierbei um eine dentoalveolär oder skelettal bedingte Asymmetrie handelte. Zu dem gleichen Ergebnis kamen auch ROSE et al. (1994). Auch JANSON et al. (2001, 2003, 2007a, 2007b) beschreiben, dass eine asymmetrische Klasse II Dysgnathie durch eine Distalposition des ersten unteren Molaren auf der Klasse II Seite bedingt ist und führen dies explizit auf dentoalveoläre Ursachen zurück. SANDERS et al. (2010) schlussfolgerten hingegen, dass die Ätiologie der „Class-II-subdivision“ hauptsächlich durch die geringere Länge des Unterkiefers auf der Seite der Distalokklusion hervorgerufen wird.

DE ARAUJO et al. (1994) werteten röntgenologische Schädel-PA-Aufnahmen und kieferorthopädische Situationsmodelle aus und zeigten, dass bei normalen Okklusionsverhältnissen keine skelettalen bzw. dentalen Asymmetrien vorliegen. Hingegen schlussfolgerten SHAH und JOSHI (1978) aus ihrer Schädel-PA-Auswertung, dass trotz klinisch diagnostizierter Gesichtssymmetrie und normaler okklusaler Verhältnisse eine skelettale Asymmetrie bestehen kann, und dass die Größe des Gesichts und der Maxilla rechts häufig wesentlich größer ist als links.

PIRTTINIEMI et al. (1991) fanden durch computertomographische Untersuchungen heraus, dass bei Patienten, die keine schwerwiegenden Okklusionsstörungen aufweisen, eine enge Beziehung zwischen der dentalen Symmetrie und der der Kiefergelenke besteht. In Analogie zeigten RODRIGUES et al. (2009), dass im CT asymmetrischer Klasse II Patienten, statistisch signifikante Seitenunterschiede der Kondylus-Fossa-Relation feststellbar sind. Diese Ergebnisse widersprechen denen von VITRAL et al. (2004), die keinen solchen Seitenunterschied beobachtet hatten.

SEZGIN et al. (2007) zeigten durch Auswertung von Panoramaschichtaufnahmen von 189 Kindern und Jugendlichen im Alter von 11-15 Jahren, dass eine asymmetrische Klasse II Dysgnathie sich auch im Längenverhältnis zwischen Kiefergelenkskopf und aufsteigendem Ast des Unterkiefers widerspiegelt. KURT et al. (2008) fanden diesbezüglich jedoch weder einen Unterschied zu einer normal verzahnten Kontrollgruppe noch geschlechtsspezifische Unterschiede.

Was die Therapie der „Class-II-subdivision“ angeht, so gibt es zahlreiche Artikel, in denen die Autoren über die Schwierigkeiten der Behandlung dieser Malokklusion

berichten, ohne dies jedoch durch wissenschaftliche Untersuchungen zu untermauern (ALAVI et al. 1988; AZEVEDO et al. 2006; DAVID 2005; JÄGER et al. 1993; KURT et al. 2008; ROSE et al. 1994; SHROFF et al. 1997; UYSAL et al. 2009; WERTZ 1975). Alle veröffentlichten Arbeiten sind den Evidenzleveln 4 und 5 zuzuordnen. Die Problematik besteht nach Meinung der Autoren vor allem in der Vielfältigkeit der möglichen Ursachen der vorliegenden Asymmetrie und damit in der gezielten Kausaltherapie im klinischen Alltag.

Eine der wenigen wissenschaftlichen Untersuchungen zur Behandlung der „Class-II-subdivision“ stammt von JANSON et al. (2004). Diese beschreiben nach Auswertung von Submento-Vertex- und posterior-anterioren Röntgenbildern des Schädels, dass asymmetrische Extraktionen die Behandlung begünstigen und zu stabilen dentoskelettalen Ergebnissen im Hinblick auf die Mittellinienkorrektur führen.

JANSON et al. (2001, 2003, 2007a, 2007b), konnten zusammenfassend bestätigen, dass die Asymmetrie einer Klasse II Dysgnathie hauptsächlich dentoalveolär bedingt ist, und dass der Hauptgrund hierfür die Distalposition des ersten unteren Molaren auf der Klasse II Seite ist. Ein zusätzlicher Parameter, der zur asymmetrischen Klasse II Dysgnathie beitragen könne, sei die Mesialposition des ersten oberen Molaren. Sie unterteilen die Class-II-subdivision deshalb weiter in eine Typ-I- und Typ-II-Untergruppe. Die Typ-I-Untergruppe ist durch eine Distalposition des ersten unteren Molaren auf der Klasse II Seite gekennzeichnet, die Typ-II-Untergruppe durch eine Mesialposition des oberen Molaren auf der Klasse II Seite. Bei der Auswertung von En-Face-Gesichtsfotos, Submento-Vertex- und Schädel-PA-Aufnahmen von 44 unbehandelten „Class-II-subdivision“-Patienten und deren Vergleich zu einer Kontrollgruppe von 30 Patienten mit Neutralokklusion, konnten sie zeigen, dass eine „Class-II-subdivision“ Typ-I in 61,36 % der Fälle, eine „Class-II-subdivision“ Typ-II in 18,18 % der Fälle und eine Mischform der beiden Typen in 20,45 % der Fälle vorlag. Die Typ-I Patienten hatten im Vergleich zu den Typ-II Patienten und zu der Kontrollgruppe eine höhere Tendenz zu einem asymmetrischen Unterkieferzahnbogen.

Des Weiteren gibt es verschiedene Fallberichte in denen unterschiedliche Therapieverfahren zur Behandlung der asymmetrischen Klasse II Dysgnathie beschrieben werden. Unter anderem berichten KURODA et al. (2009) über die

erfolgreiche Behandlung einer 19-jährigen Patientin, die eine ausgeprägte Distalbisslage und Gesichtsasymmetrie aufwies, mit einer Kombinationstherapie aus einer intraoralen, vertikal-sagittalen Ramus-Osteotomie (IVSRO), einer intraoralen vertikalen Ramus-Osteotomie (IVRO) und einer Le Fort I Osteotomie.

FREITAS et al. (2009) berichten über die Korrektur einer „Class-II-subdivision“ durch eine kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Behandlung. Sie fordern dieses Vorgehen für die Behandlung von asymmetrischen Klasse II Dysgnathien mit ausgeprägter skelettaler Beteiligung, da sie ihrer Angabe zufolge, zu einem besseren ästhetischen Ergebnis führt.

SHROFF et al. (1997) beschreiben gute Behandlungsergebnisse mit „Tip-Back-Kräften“ bei dentalen Asymmetrien, die durch eine axiale Inklination des ersten bleibenden Molaren hervorgerufen werden.

Ebenso berichten PALACIOS et al. (2007) über gute Behandlungsergebnisse einer dentalen Asymmetrie mittels Prämolarenextraktion und anschließender Multi-Bracket-Therapie.

Systematische Untersuchungen zu funktionskieferorthopädisch behandelten asymmetrischen Klasse II Dysgnathien und deren Behandlungsergebnissen bzw. deren Stabilität unter Berücksichtigung einer vorliegenden Asymmetrie bzw. Symmetrie liegen bisher noch nicht vor.

2 Ziel

Ziel der Arbeit war die retrospektive Auswertung von asymmetrischen Unterkiefervorverlagerungen mit der Herbst-Apparatur hinsichtlich (1) der posttherapeutischen Ergebnisse nach Ende der aktiven kieferorthopädischen Therapie und (2) deren Kurzzeit-Stabilität.

Die gewonnenen Ergebnisse wurden mit einer symmetrischen Kontrollgruppe verglichen, um grundsätzliche Unterschiede zu eruieren.

3 Material

3.1 Patienten und Material

Das Archiv der kieferorthopädischen Abteilung des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität Gießen wurde auf solche Patienten durchsucht, welche eine Distalbisslage aufwiesen und seit 1986 mit der Herbst-Apparatur und nachfolgend mit einer Multibracket (MB)-Apparatur behandelt worden waren. Anschließend wurden die entsprechenden Akten und Modelle der 475 potentiellen Patienten auf folgende Einschlusskriterien überprüft:

- abgeschlossener Durchbruch aller Prämolaren und Eckzähne
- asymmetrische Distallage der Mandibula „Class-II-subdivision“ (Molarenrelation mit einer Rechts-Links-Differenz von mindestens 0,75 Prämolarenbreiten) bzw. symmetrische Distallage der Mandibula (Molarenrelation von mindestens 0,75 Prämolarenbreiten bilateral)
- keine asymmetrischen Extraktionen oder Nichtanlagen bleibender Zähne
- keine kraniofazialen Syndrome
- Nachuntersuchungszeitraum von mindestens 12 Monaten
- Situationsmodelle aller festgelegten Untersuchungszeitpunkte

Die skelettale Reife der Patienten wurde anhand von Handwurzel-aufnahmen gemäß der Methode nach HÄGG und TARANGER (1982) röntgenologisch ermittelt.

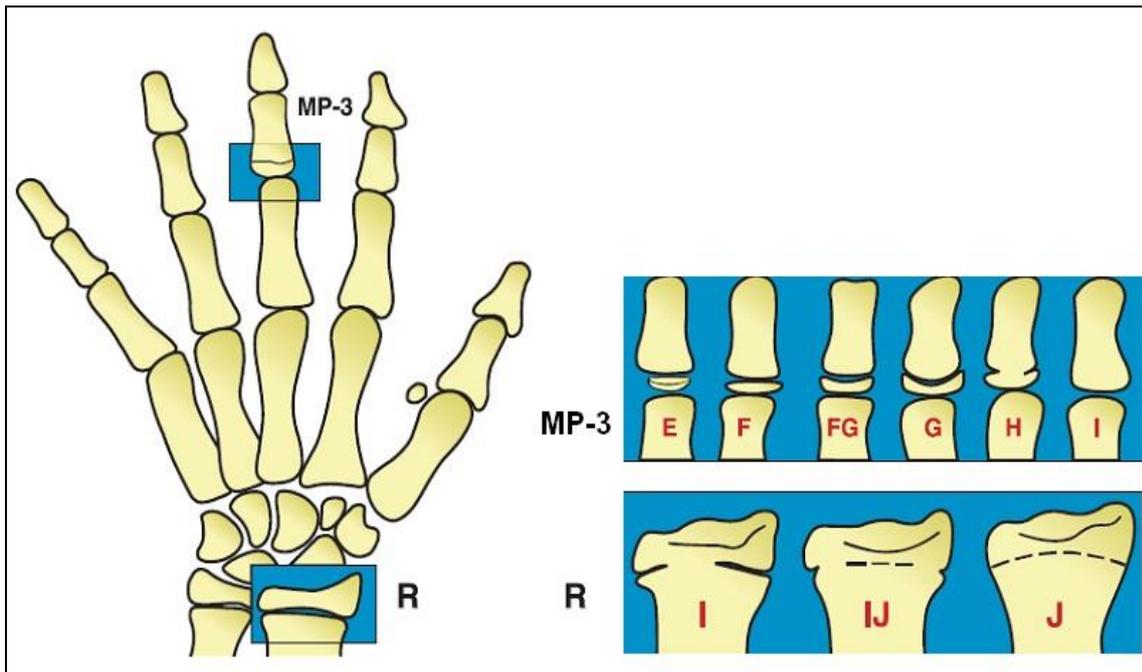


Abb. 3-1 Röntgenologische Handwurzelanalyse nach HÄGG und TARANGER (1982).

Entwicklungsstadien der medialen Phalanx des Mittelfingers (MP3):

- **MP3E** - Die Epiphyse ist schmäler als die Diaphyse (Beginn des pubertären Wachstums).
- **MP3F** - Die Epiphyse hat die gleiche Breite wie die Diaphyse.
- **MP3FG** - Die Epiphyse hat die gleiche Breite wie die Diaphyse und bildet mit ihrem medialen und/oder lateralen Rand eine rechtwinklige Abgrenzung zur distalen Epiphysenfläche.
- **MP3G** - Die Seitenflächen der Epiphyse haben sich verdickt und umkapseln die Diaphyse.
- **MP3H** - Beginn der knöchernen Vereinigung von Epiphyse und Diaphyse.
- **MP3I** - Vollständige knöcherne Vereinigung der Epiphyse und Diaphyse der medialen Phalanx des Mittelfingers.

Entwicklungsstadien des Radius (R).

- **RI** - Beginnende knöcherne Vereinigung zwischen Epiphyse und Diaphyse des Radius.
- **RIJ** - Die Verknöcherung ist fast abgeschlossen, jedoch besteht noch eine kleine Einkerbung an einer oder beiden Seiten.
- **RJ** - Vollständige knöcherne Vereinigung der Epiphyse und Diaphyse des Radius.

3.1.2 Asymmetrische Gruppe

22 Patienten erfüllten die Einschlusskriterien (11 Jungen, 11 Mädchen). Das Alter lag zu Behandlungsbeginn zwischen 12,0 und 27,5 Jahren (Mittelwert = 15,3 Jahre, SD = 3,22). Die Patienten wurden für durchschnittlich 7,9 Monate (5,9 bis 13,2 Monate, SD = 1,52) mit der Herbst-Apparatur behandelt. Die sich unmittelbar anschließende MB-Therapie dauerte durchschnittlich 14,6 Monate (6,7 bis 24,0 Monate, SD = 4,78). Der Nachuntersuchungszeitraum betrug durchschnittlich 24,3 Monate (12,4 bis 52,7 Monate, SD = 10,08).

3.1.3 Symmetrische Gruppe

Die „symmetrische“ Gruppe wurde ebenfalls aus den anfänglich beschriebenen 475 potentiellen Patienten zusammengestellt. Dies erfolgte zunächst gemäß der skelettalen Reife der asymmetrischen Patienten Gruppe („Matching“) und danach, sofern mehr als ein passender Patient zur Verfügung stand, unter Berücksichtigung des chronologischen Behandlungszeitraums.

Das Alter der 22 ausgewählten symmetrischen Patienten lag zu Behandlungsbeginn zwischen 11,5 und 25,6 Jahren (Mittelwert = 14,7 Jahre, SD = 3,11). Die Patienten wurden für durchschnittlich 8,2 Monate (4,2 bis 14,0 Monate, SD = 2,29) mit der Herbst-Apparatur behandelt. Die sich unmittelbar anschließende MB-Therapie dauerte durchschnittlich 12,5 Monate (5,3 bis 26,5 Monate, SD = 5,49). Der Nachuntersuchungszeitraum betrug durchschnittlich 34,3 Monate (12,7 bis 93,2 Monate, SD = 18,23).

Die okklusalen und skelettalen Charakteristika sowie die skelettalen Reifestadien vor Behandlungsbeginn sind für beide Gruppen in den Tabellen 3-2 bis 3-4 dargestellt.

Distallage der Mandibula /Molarenrelation	Asymmetrische Gruppe (Differenz rechts/links)		Symmetrische Gruppe (bilateral)	
	Jungen	Mädchen	Jungen	Mädchen
0,75 Prämolarenbreiten	4	3	2	1
1,00 Prämolarenbreiten	7	7	9	10
1,25 Prämolarenbreiten	0	1	0	0

Tabelle 3-2 Darstellung der okklusalen Charakteristika

	Asymmetrische Gruppe	SD	Symmetrische Gruppe	SD
ANB-Winkel in Grad (Mittelwert)	4,2	1,72	6	1,40
ML/NSL-Winkel in Grad (Mittelwert)	33,1	11,15	30	5,46

Tabelle 3-3 Darstellung der skelettalen Charakteristika

Wachstumsstadium	Asymmetrische Gruppe		Symmetrische Gruppe	
	Jungen	Mädchen	Jungen	Mädchen
MP3-E	3	0	3	0
MP3-F	1	0	0	1
MP3-FG	3	1	2	2
MP3-G	1	1	1	1
MP3-H	1	3	2	2
MP3-I	1	3	1	3
R-I	0	1	1	0
R-IJ	1	1	1	1
R-J	0	1	0	1

Tabelle 3-4 Verteilung der Patienten auf die skelettalen Reifestadien

4 Methode

Vor Studienbeginn wurde dieses Forschungsvorhaben von der Ethik-Kommission des Fachbereichs Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen genehmigt (Antrag Nr. 37/10).

Es wurden sowohl Situationsmodelle als auch En-Face-Gesichtsfotos der 44 Patienten ausgewertet. Zur Reduzierung des Methodenfehlers erfolgte dies zweimal, mit einem zeitlichen Abstand von mindestens zwei Wochen.

Es sollte jeweils die Situation zu folgenden Zeitpunkten erfasst werden:

- vor dem Einsetzen der Herbst-Apparatur (T1)
- unmittelbar nach dem Entfernen der Herbst-Apparatur (T2)
- unmittelbar nach dem Entfernen der Multibracket (MB)-Apparatur (T3)
- mindestens 12 Monate nach Behandlungsende (T4)

4.1 Auswertung der Situationsmodelle

Die Situationsmodelle wurden teilweise visuell beurteilt und teilweise vermessen. Um zu vermeiden, dass der Untersucher bei der Auswertung der Modelle die Gruppenzugehörigkeit erkennen konnte, wurden die Patientendaten auf den einzelnen Modellen der Zeitpunkte T2 bis T4 zuvor von einer anderen Person (N.B.) abgeklebt. Des Weiteren wurden die Modellpaare mit einer durchgehenden Nummerierung von 1 bis 132 versehen. Zur Umsortierung der bisher in beiden Gruppen chronologisch bzw. alphabetisch angeordneten Modelle wurde gewürfelt und die Zahlen sukzessive unter Anwendung der folgenden Auswahlmethode vergeben:

- Zahl 1 - Modellpaar eines asymmetrischen Patienten zum Zeitpunkt T2
- Zahl 6 - Modellpaar eines symmetrischen Patienten zum Zeitpunkt T2
- Zahl 2 - Modellpaar eines asymmetrischen Patienten zum Zeitpunkt T3
- Zahl 5 - Modellpaar eines symmetrischen Patienten zum Zeitpunkt T3
- Zahl 3 - Modellpaar eines asymmetrischen Patienten zum Zeitpunkt T4
- Zahl 4 - Modellpaar eines symmetrischen Patienten zum Zeitpunkt T4

Die Modelle des Zeitpunktes T1 wurden separat beurteilt und nicht abgeklebt.

Die visuelle Bewertung erfolgte, indem das Modellpaar stabil auf einer planen Oberfläche positioniert wurde. Dies war möglich, da es zuvor in eindeutiger Lagebeziehung nach ANGLE und DEWEY (1908) getrimmt worden war. Dabei waren die Unter- und Oberseite des fertigen Modellpaares bei geschlossener Zahnreihe parallel und die Übergänge zu den Seitenflächen rechtwinklig. Das Modellpaar gab so in allen stabilen Lagepositionen die exakte Situation der Okklusion wieder.

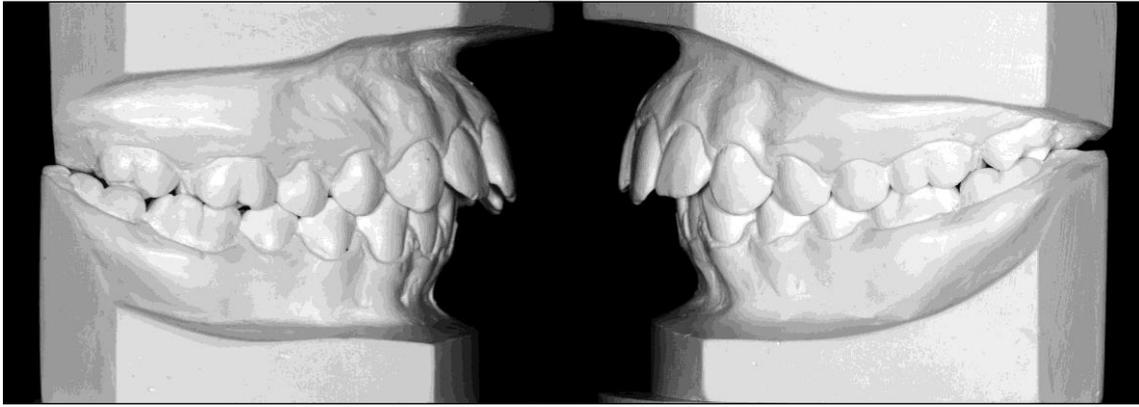


Abb. 4-1 Rechts- und Linksansicht eines kieferorthopädischen Situationsmodells mit asymmetrischer, einseitiger Distalokklusion rechts

Zur Beurteilung der Okklusion im Seitenzahnbereich wird üblicherweise die Verzahnung einzelner Zahnpaare im Schlussbiss bestimmt. Dabei wird die Molarenrelation als neutral bezeichnet, wenn der mesiobukkale Höcker des oberen Molaren in die Fissur zwischen dem mesialen und dem mittleren Höcker des unteren Molaren greift. Die Eckzahnrelation gilt als neutral, wenn die Spitze des oberen Eckzahnes zwischen dem Eckzahn und dem ersten Prämolaren im Unterkiefer liegt. Da der obere Zahn als Bezugspunkt gilt, wird die Position des Antagonisten als neutral bzw. um $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1, $1\frac{1}{4}$ usw. Prämolarenbreiten (Pb) nach distal oder mesial abweichend angegeben (DASKALOGIANNAKIS et al. 2003; RUF 2006).

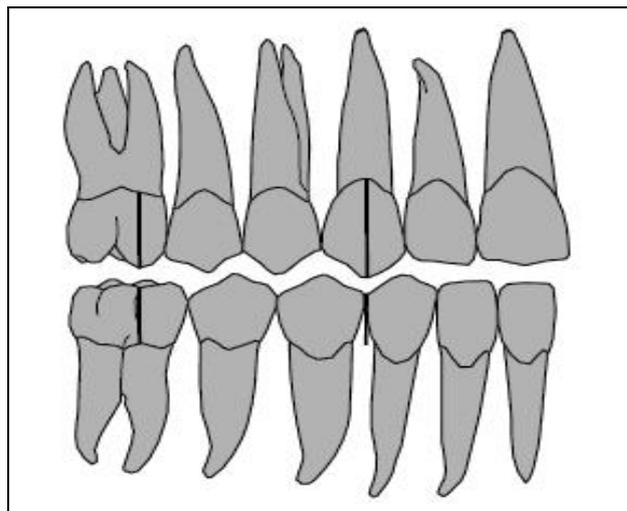


Abb. 4-2 Schematische Darstellung einer „neutralen“ Molaren-/Eckzahnrelation

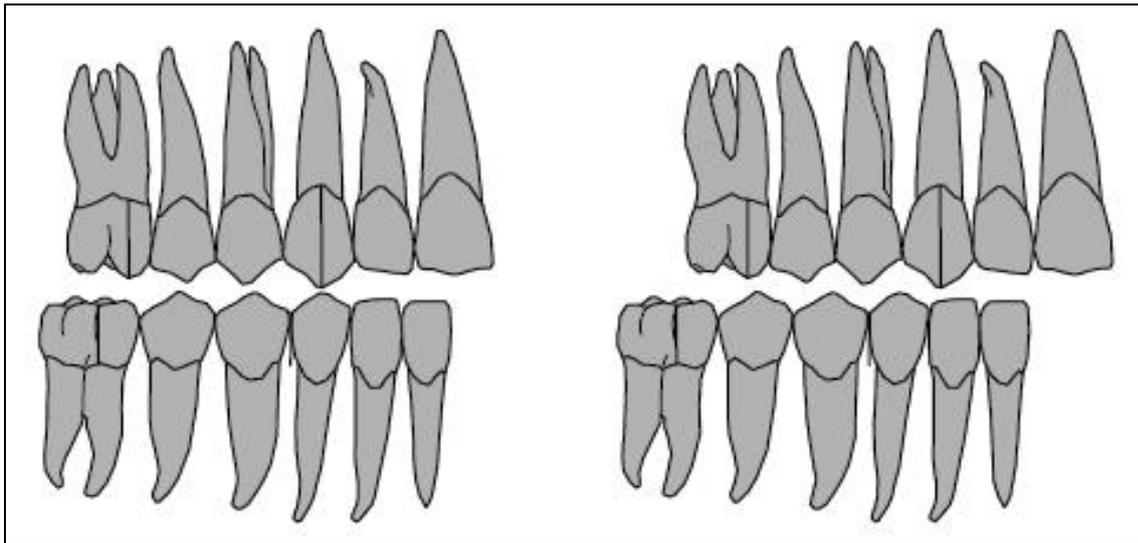


Abb. 4-3 Schematische Darstellung einer „distalen“ Molaren-/Eckzahnrelation (links $\frac{1}{2}$ Pb distal, rechts 1 Pb distal)

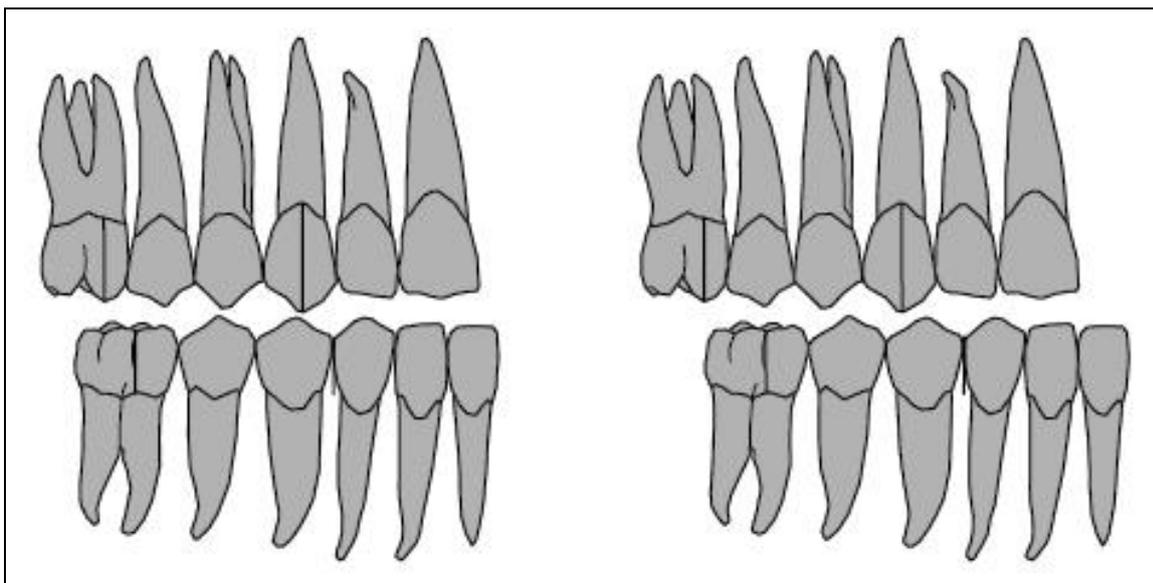


Abb. 4-4 Schematische Darstellung einer „mesialen“ Molaren-/Eckzahnrelation (links $\frac{1}{2}$ Pb mesial, rechts 1 Pb mesial)

Der Overjet ist definiert als sagittaler Frontzahnüberbiss und entspricht der Distanz zwischen der Inzisalkante des am weitesten labial stehenden oberen mittleren Schneidezahnes und der Labialfläche seines Antagonisten. Die Messung (in Millimetern) wird parallel zur Kauebene durchgeführt; positive Werte entsprechen einem normalem oder vergrößerten Overjet, negative Werte einem frontalen Kreuzbiss.



Abb. 4-5 Messung des sagittalen Frontzahnüberbisses mittels Schieblehre

Die Beurteilung der Mittellinie erfolgt in der Frontalansicht. Hierzu wird die Mitte der oberen und unteren Inzisivi ermittelt. Danach erfolgt die Bestimmung einer eventuellen Verschiebung, wobei das Ausmaß ebenfalls in Millimetern angegeben wird.

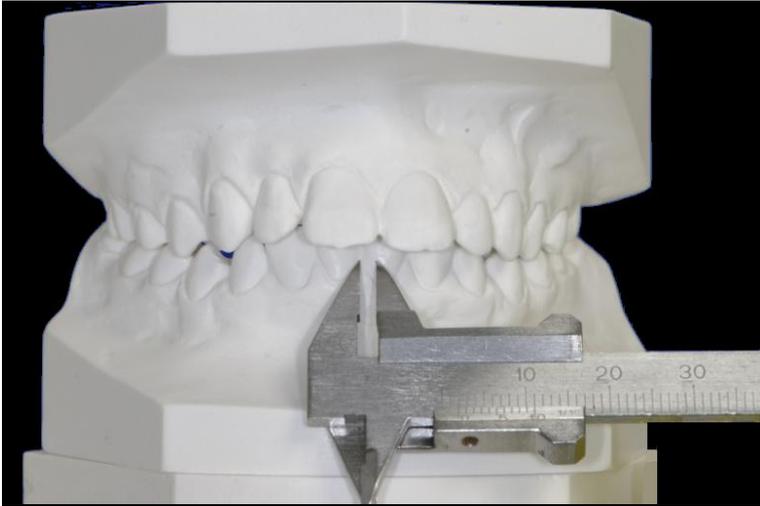


Abb. 4-6 Messung der Mittellinienverschiebung mittels Schieblehre

In der vorliegenden Untersuchung wurden folgende Variablen beurteilt:

- Molarenrelation rechts und links: visuelle Beurteilung in Schritten von 0,25 Prämolarenbreiten
- Eckzahnrelation rechts und links: visuelle Beurteilung in Schritten von 0,25 Prämolarenbreiten
- sagittaler Frontzahnüberbiss (Overjet) der Zähne 11/41 und 21/31, (Messung mit Schieblehre in Schritten von 0,5 mm, Abb. 4-3)
- Mittellinienverschiebung (Messung mit Schieblehre in Schritten von 0,5 mm, Abb. 4-6)

Nach der Entblindung der Modelle wurden die ermittelten Werte den Patienten in einer zuvor erstellten Excel-Tabelle zugeordnet. Dabei wurde bei der asymmetrischen Patientengruppe die rechte Unterkieferseite als die Seite der Distalokklusion bzw. der stärker ausgeprägten Distalokklusion definiert. Die Messwerte der Modelle, bei denen die ausgeprägtere Distalokklusion ursprünglich auf der linken Seite bestand, wurden dementsprechend gespiegelt, so dass sich diese dann auf der vorher definierten rechten Unterkieferseite befanden.

4.2 Auswertung der Fotos

Für die Fotoauswertung der Zeitpunkte T1 und T4 stand ein Großteil der entsprechenden Aufnahmen zur Verfügung. Die Analyse der gesichtsmorphologischen Merkmale erfolgte anhand standardisierter En-Face-Gesichtsfotos. Die Fotos wurden mit einer Auflösung von 1200 Pixel/Zoll gescannt, wobei die Breite 1417 Pixel und die Höhe 1624 Pixel betrug (NIKON SF-210, SUPERCOOLSCAN 5000). Anschließend erfolgte die digitale Bearbeitung am PC.

Die Fotos wurden mit dem Bildbearbeitungsprogramm Adobe Photoshop CS, Version 8.0.1. kreisrund ausgeschnitten und zentriert, um optische Bezugslinien auszuschließen. Zudem wurden sie vor einem einheitlichen Farbhintergrund platziert. Anschließend erfolgte eine Umbenennung der Fotos bzw. der entsprechenden Dateien analog der Modellnummerierung. Dies erfolgte wiederum nicht durch den Untersucher, sondern durch eine andere Person (N.B.), um die Verblindung zu wahren.

Die Fotos wurden anschließend im Format DIN A4 mittels Farbdrucker ausgedruckt und mit kephalometrischer Tracing Folie (3M Unitek, 8" x 10") versehen. Mit einem Druckbleistift wurden die untenstehenden Referenzpunkte eingezeichnet und die entsprechenden Messlinien eingefügt. Danach wurden die zu vergleichenden Winkel mittels Geodreieck gemessen.

Gemäß der Auswertung der Situationsmodelle der asymmetrischen Patientengruppe, bei der die rechte Seite des Unterkiefers als die Seite mit der Distalokklusion bzw. der stärker ausgeprägten Distalokklusion definiert wurde, wurden auch die bei der Fotoauswertung ermittelten Winkel der entsprechenden Patienten gespiegelt, so dass diese dann bei allen Patienten analog zur Modellauswertung nach der rechten Seite ausgerichtet waren. Danach wurden sie in eine zuvor erstellte Excel-Tabelle eingetragen.

Folgende Referenzpunkte bzw. Referenzlinien wurden zur Analyse der Fotos verwendet:

Referenzpunkte:

- Sub = Subnasalpunkt (am weitesten vorstehender Punkt der Weichteildecke über der Nasenwurzel)
- MeS = Weichteilmenton (tiefster Punkt des Weichteilkinns - bestimmt als Tangentenpunkt einer Parallele zu BipL)
- P_{re} = Pupille rechts
- P_{li} = Pupille links
- Ch_{re} = Cheilion rechts (am weitesten lateral gelegener Punkt der rechten Lippenkommissur)
- Ch_{li} = Cheilion links (am weitesten lateral gelegener Punkt der linken Lippenkommissur)

Referenzlinien:

- BipL = Bipupillarlinie (Verbindungsline der Punkte P_{re} und P_{li})
- BipLp = Bipupillarlinie perpendicular (durch P_{re} + P_{li}/2)
- ChL = Cheilionlinie (Verbindungsline Ch_{re} - Ch_{li})

Daraus wurden die Werte folgender Winkel ermittelt:

- Winkel BipL/ ChL
- Winkel Sub-MeS/BipLp

Die Bipupillarlinie wurde als Konstante angesehen, zu der sich die Cheilionlinie unterschiedlich neigen kann. Bei Parallelität der beiden Linien wurde angenommen, dass gleichmäßige Verhältnisse in diesem Bereich vorliegen. Ebenso wurde eine Senkrechte, welche durch die Hälfte des Pupillenabstandes und durch den Subnasalpunkt gezogen wurde, als Konstante angesehen, zu der sich der Winkel einer Geraden, welche durch den Subnasalpunkt und das Weichteilmenton verläuft, verschieben kann. Bei der Definition der Winkel wurde zur Wahrung der klinischen Relevanz festgelegt, dass Werte von +1° bis -1° einer Symmetrie entsprachen, während Werte außerhalb dieses Intervalls einer Asymmetrie entsprachen.

Bei einer Verschiebung eines Schenkels gegen den Uhrzeigersinn (CCW) wurde der gemessene Winkel mit einem negativen Vorzeichen (-) versehen, was einer Verschiebung zur rechten Patientenseite entsprach. Bei einer Verschiebung einer Strecke im Uhrzeigersinn (CW) wurde der gemessene Winkel mit einem positiven Vorzeichen (+) versehen, was einer Verschiebung zur linken Patientenseite entsprach.



Abb. 4-7 Darstellung der gesichtsmorphologischen Messpunkte

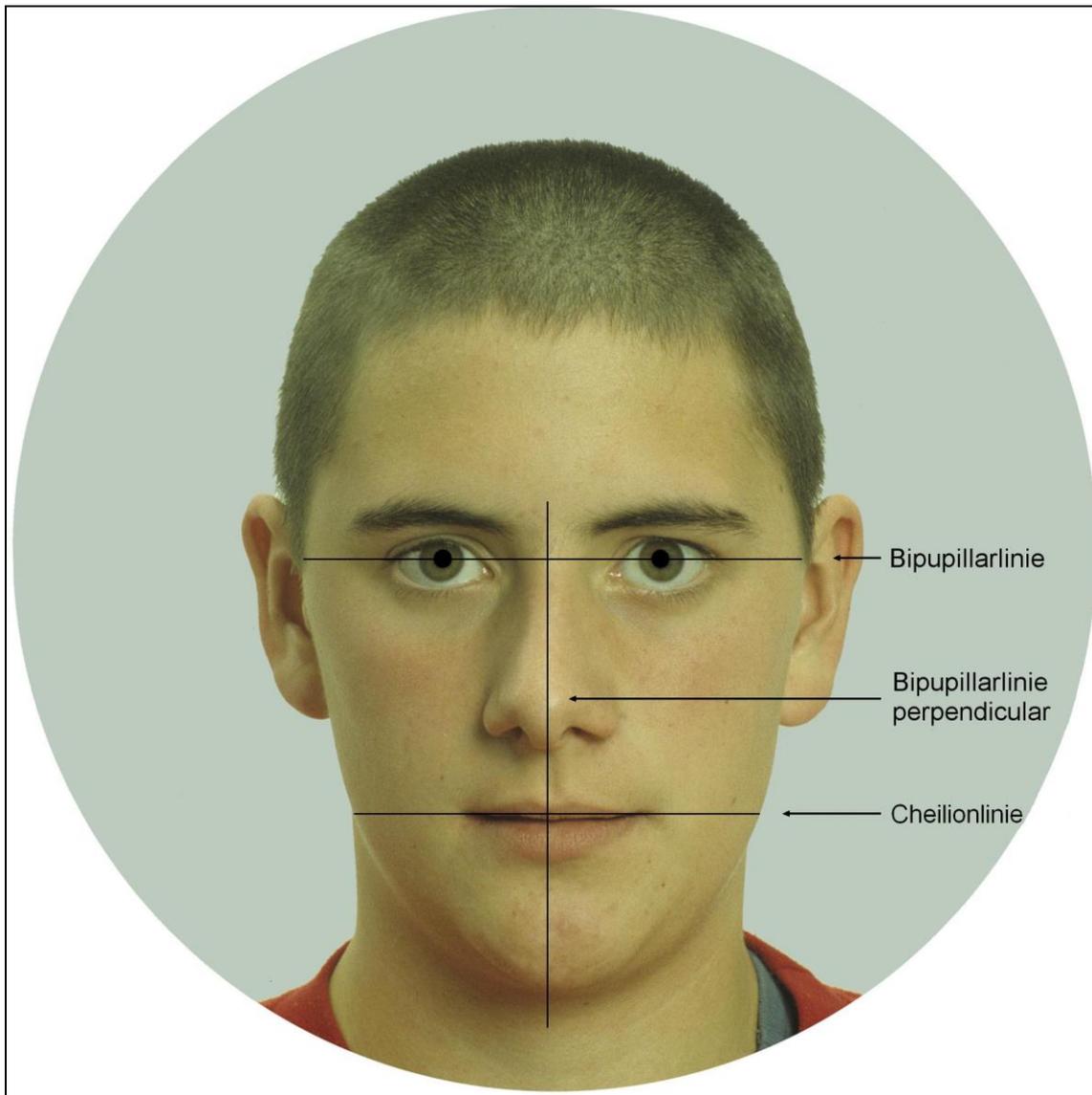


Abb. 4-8 Darstellung der Referenzlinien

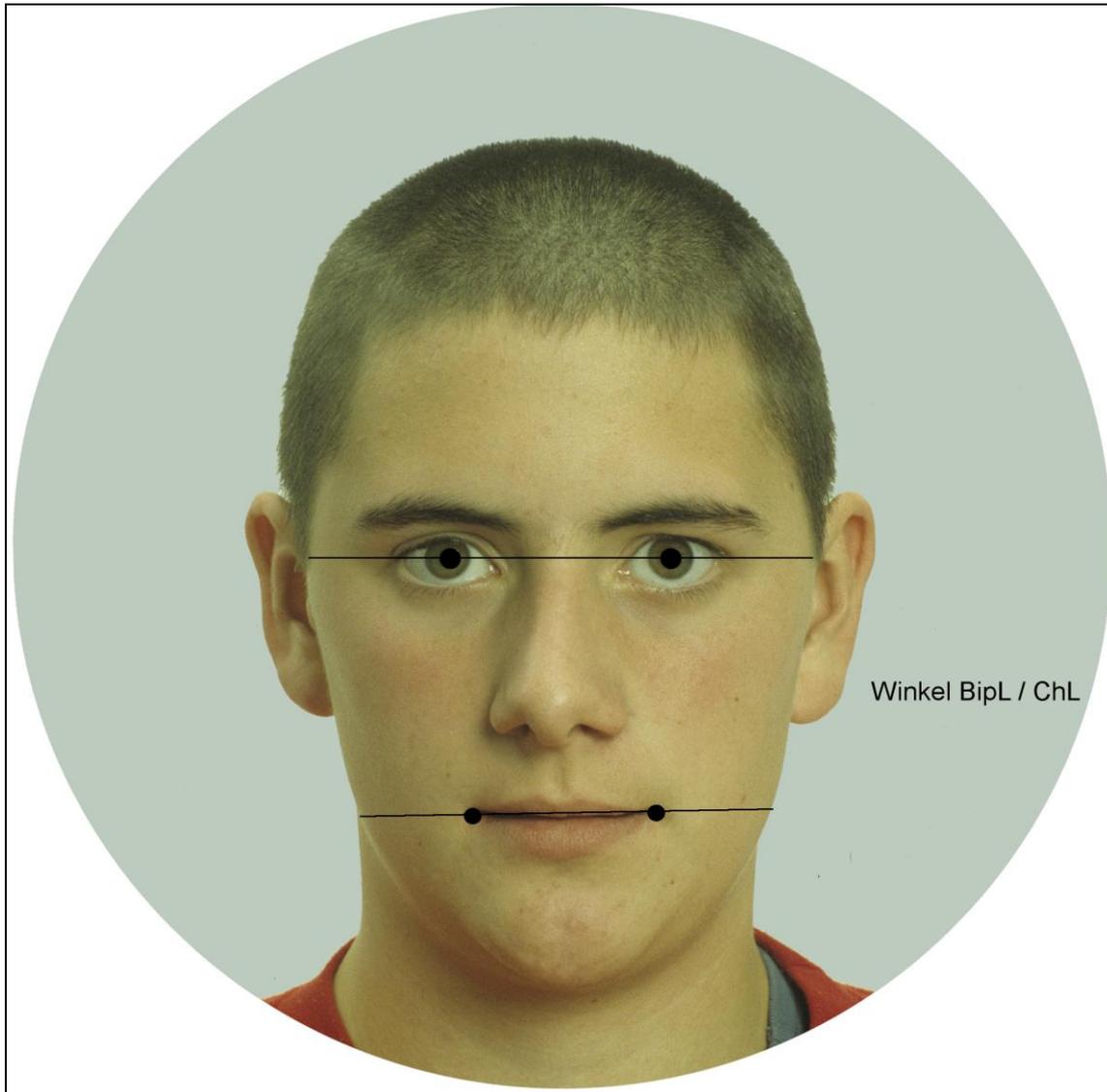


Abb. 4-9 Darstellung des gesichtsmorphologischen Winkels zwischen Bipupillarlinie und Cheilionlinie (Winkel BipL/ChL)

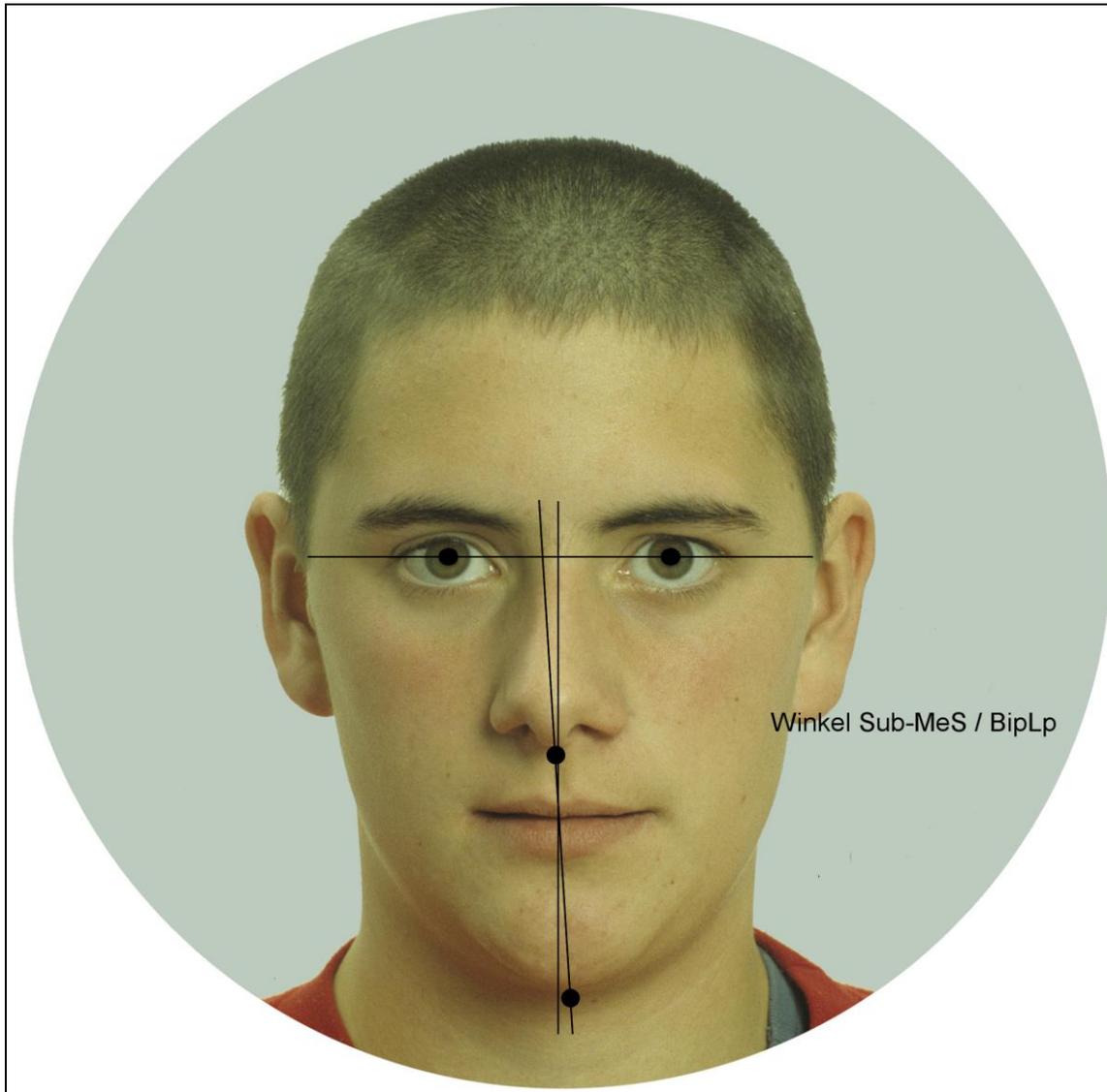


Abb. 4-10 Darstellung des gesichtsmorphologischen Winkels zwischen Bipupillarlinie perpendicular und der Verbindungslinie Subnasale-Weichteilmenton (Winkel Sub-MeS/BipLp)

4.3 Statistische Methode

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine explorative Untersuchung, da bisher keine Daten zur funktionskieferorthopädischen Behandlung der asymmetrischen Distalbisslage und deren Behandlungsergebnissen bzw. Stabilität vorliegen.

Für alle Messwerte wurden zu allen Untersuchungszeitpunkten der Mittelwert (MW) und die Standardabweichung (SD) berechnet. Zur Darstellung der Gruppenunterschiede während der verschiedenen Untersuchungszeitpunkte wurde für die Darstellung der Molaren- und Eckzahnrelation jeweils der „Fisher-Exact-Test“ und für die stetigen Variablen Mittellinienverschiebung und Overjet der „Wilcoxon Rank-Sum-Test“ durchgeführt. Zusätzlich wurde der „Rank-Sum-Test“ zur Darstellung des Gruppenunterschiedes für die Winkel zwischen Bipupillarlinie und Cheilionlinie sowie für die Winkel zwischen Bipupillarlinie perpendicular und der Verbindungslinie Subnasale-Weichteilmenton angewendet.

Die folgenden Signifikanzniveaus wurden angewendet:

$p < 0,001$ (***)

$p < 0,01$ (**)

$p < 0,05$ (*)

$p \geq 0,05$ (ns)

5 Ergebnisse

Es wurden die Messwerte für die Zeitpunkte T1, T2, T3 und T4 ermittelt.

- Situation vor dem Einsetzen der Herbst-Apparatur (T1)
- Situation unmittelbar nach dem Entfernen der Herbst-Apparatur (T2)
- Situation unmittelbar nach dem Entfernen der Multibracket (MB)-Apparatur (T3)
- Situation mindestens 12 Monate nach Behandlungsende (T4)

Bei der Fotoauswertung erfolgte dies für die Zeitpunkte T1 und T4.

- Situation vor dem Einsetzen der Herbst-Apparatur (T1)
- Situation mindestens 12 Monate nach Behandlungsende (T4)

5.1 Molarenrelation rechts

Die rechte Unterkieferseite wurde in der asymmetrischen Patientengruppe als die Seite der Distalokklusion bzw. der stärker ausgeprägten Distalokklusion und somit als die „Class-II-subdivision“ Seite definiert.

Zum Zeitpunkt T1 wiesen alle Patienten der asymmetrischen und symmetrischen Gruppe eine distale Molarenrelation von mindestens 0,75 Pb auf. In beiden Gruppen betrug das Ausmaß der distalen Molarenrelation in über 80 % der Fälle mindestens 1,00 Pb.

Tab. 5-1 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit der verschiedenen Molarenrelationen (Ausmaß) in Prämolarenbreiten (Pb) in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe zum Zeitpunkt T1.

Molarenrelation	Asymmetrische Gruppe		Symmetrische Gruppe	
	Patientenanzahl	%	Patientenanzahl	%
1,25 Pb distal	3	13,6	2	9,1
1,00 Pb distal	16	72,8	18	81,8
0,75 Pb distal	3	13,6	2	9,1

Es bestand kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$).

Zum Zeitpunkt T2 zeigte sich sowohl in der asymmetrischen als auch in der symmetrischen Gruppe eine - durch Überkorrektur hervorgerufene - mesiale Molarenrelation. Hierbei war die Überkorrektur auf 1,00 Pb mesial in beiden Gruppen am häufigsten anzutreffen. In der asymmetrischen Gruppe verblieben 2 Patienten in einer distalen Molarenrelation von 0,50 bzw. 0,25 Pb distal, wohingegen in der symmetrischen Gruppe 2 Patienten die ausgeprägteste Überkorrektur je (2,00 Pb mesial) aufwiesen.

Tab. 5-1-1 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit der verschiedenen Molarenrelationen (Ausmaß) in Prämolarenbreiten (Pb) in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe zum Zeitpunkt T2.

Molarenrelation	Asymmetrische Gruppe		Symmetrische Gruppe	
	Patientenanzahl	%	Patientenanzahl	%
0,50 Pb distal	1	4,5	0	0
0,25 Pb distal	1	4,5	0	0
neutral	1	4,5	4	18,2
0,25 Pb mesial	1	4,5	4	18,2
0,50 Pb mesial	6	27,3	3	13,6
0,75 Pb mesial	2	9,1	1	4,5
1,00 Pb mesial	9	41,1	7	31,9
1,25 Pb mesial	1	4,5	1	4,5
1,50 Pb mesial	0	0	0	0
1,75 Pb mesial	0	0	0	0
2,00 Pb mesial	0	0	2	9,1

Es bestand kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$).

Zum Zeitpunkt T3 zeigte sich in der asymmetrischen und in der symmetrischen Gruppe eine - im Hinblick auf die vorangegangene Überkorrektur - normalisierte Molarenrelation. In beiden Gruppen wiesen über 60 % der Patienten eine neutrale Molarenrelation auf. In der asymmetrischen Gruppe verblieben jeweils 4 Patienten (ca. 20 %) in einer mesialen Überkorrektur bzw. in einer leichten Distalokklusion. In der symmetrischen Gruppe war dies bei nur 2 (ca. 10 %) bzw. 3 Patienten der Fall (ca. 14 %).

Tab. 5-1-2 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit der verschiedenen Molarenrelationen (Ausmaß) in Prämolarenbreiten (Pb) in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe zum Zeitpunkt T3.

Molarenrelation	Asymmetrische Gruppe		Symmetrische Gruppe	
	Patientenanzahl	%	Patientenanzahl	%
0,50 Pb distal	2	9,1	0	0
0,25 Pb distal	2	9,1	2	9,1
neutral	14	63,6	17	77,3
0,25 Pb mesial	2	9,1	2	9,1
0,50 Pb mesial	2	9,1	1	4,5

Es bestand kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$).

Zum Zeitpunkt T4 zeigte sich sowohl in der asymmetrischen als auch in der symmetrischen Gruppe eine weitgehend stabile, korrigierte Molarenrelation. Der Großteil der Patienten (> 65 %) wies eine neutrale Molarenrelation auf. In der asymmetrischen Gruppe zeigten 5 Patienten eine Rezidivneigung nach distal, wohingegen dies bei nur 3 Patienten der symmetrischen Gruppe der Fall war. Keiner der Patienten zeigte jedoch eine Molarenrelation von über 0,50 Pb distal. In der asymmetrischen Gruppe zeigten 2 Patienten ein Rezidiv in Richtung Überkorrektur. In der symmetrischen Gruppe war dies bei einem Patienten der Fall.

Tab. 5-1-3 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit der verschiedenen Molarenrelationen (Ausmaß) in Prämolarenbreiten (Pb) in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe zum Zeitpunkt T4.

Molarenrelation	Asymmetrische Gruppe		Symmetrische Gruppe	
	Patientenanzahl	%	Patientenanzahl	%
0,50 Pb distal	1	4,5	1	4,5
0,25 Pb distal	4	18,2	2	9,1
neutral	15	68,3	18	81,9
0,25 Pb mesial	1	4,5	1	4,5
0,50 Pb mesial	1	4,5	0	0

Es bestand kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$).

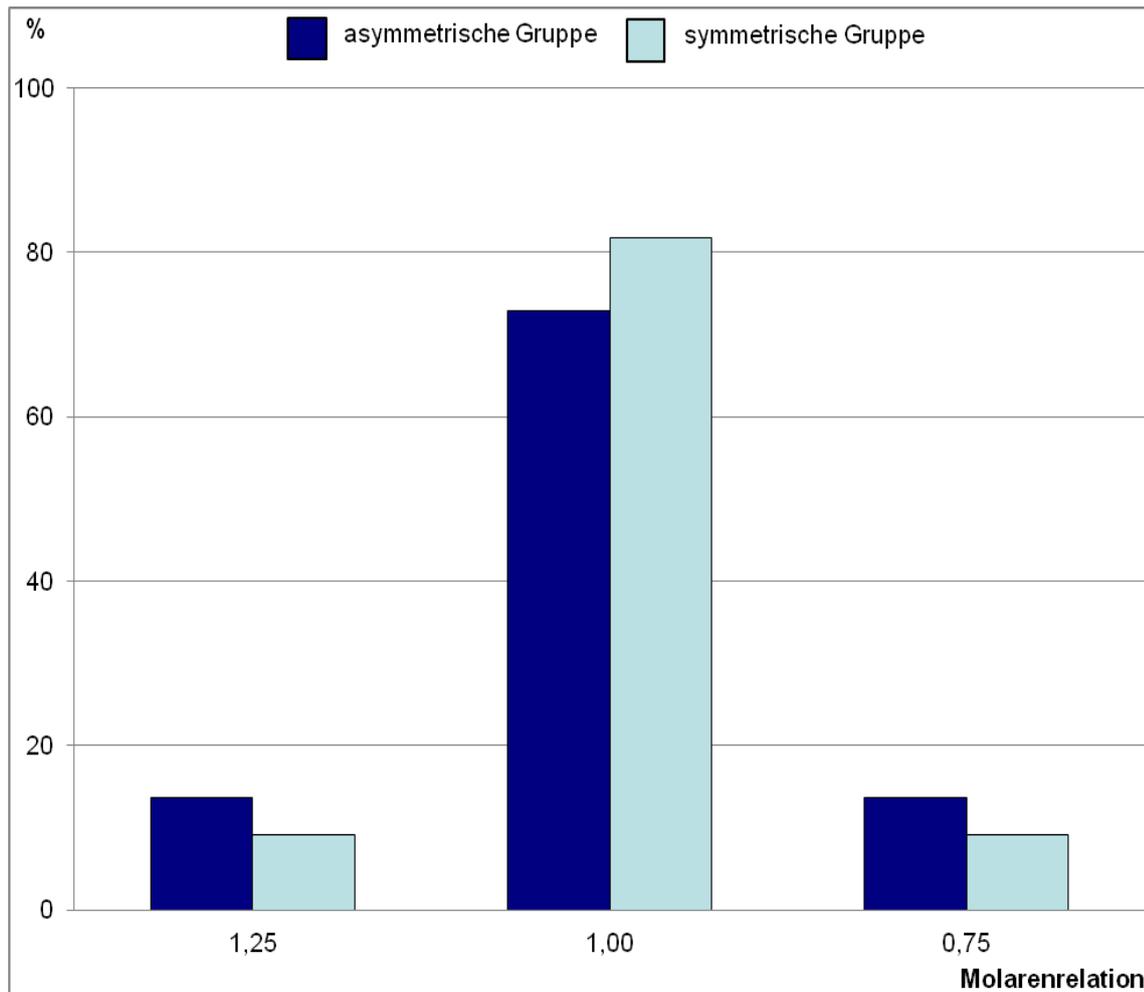


Abb. 5-1 Molarenrelation rechts zum Zeitpunkt T1: Ausmaß in Prämolarenbreiten und prozentuale (%) Häufigkeit in der asymmetrischen und symmetrischen Patientengruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Molarenrelation).

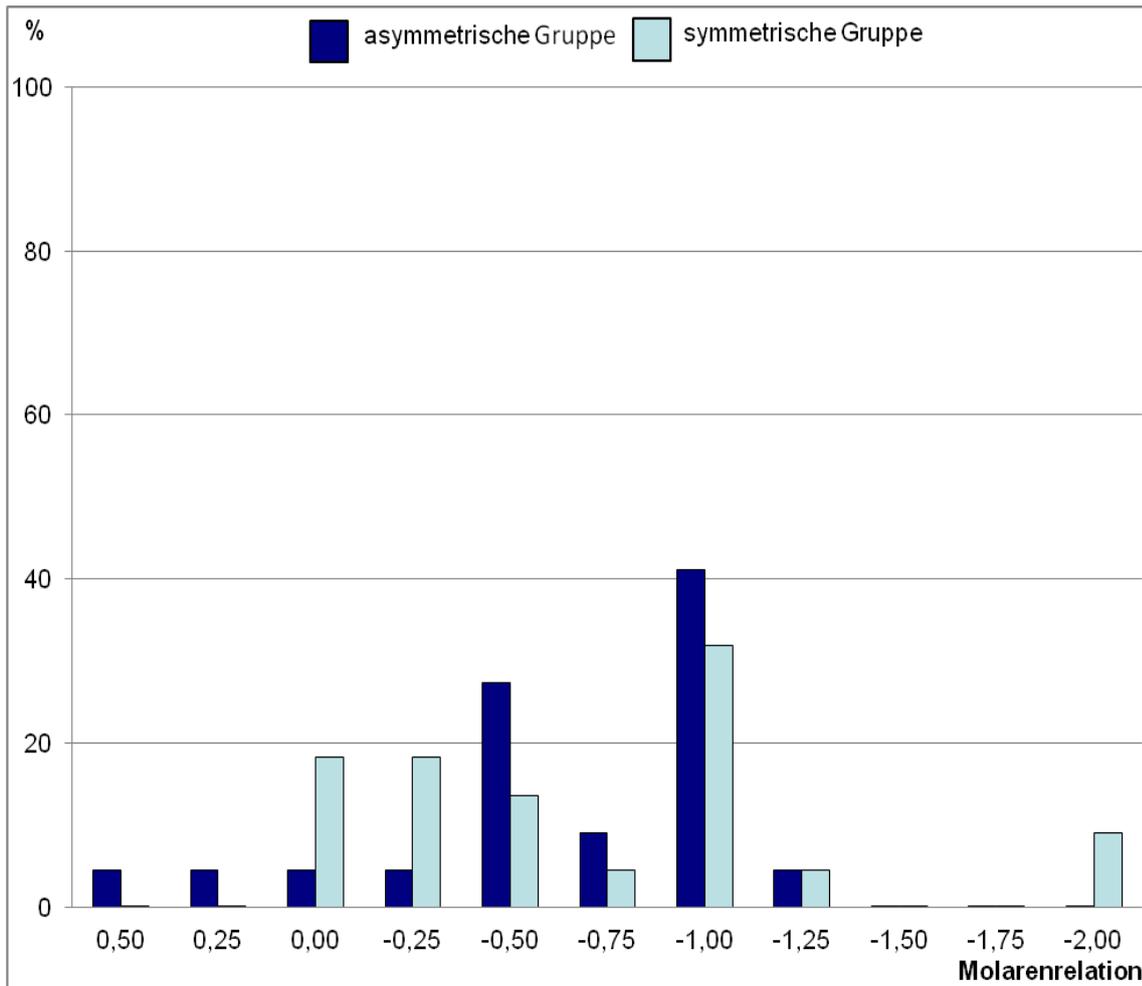


Abb. 5-2 Molarenrelation rechts zum Zeitpunkt T2: Ausmaß in Prämolarenbreiten und prozentuale (%) Häufigkeit in der asymmetrischen und symmetrischen Patientengruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Molarenrelation).

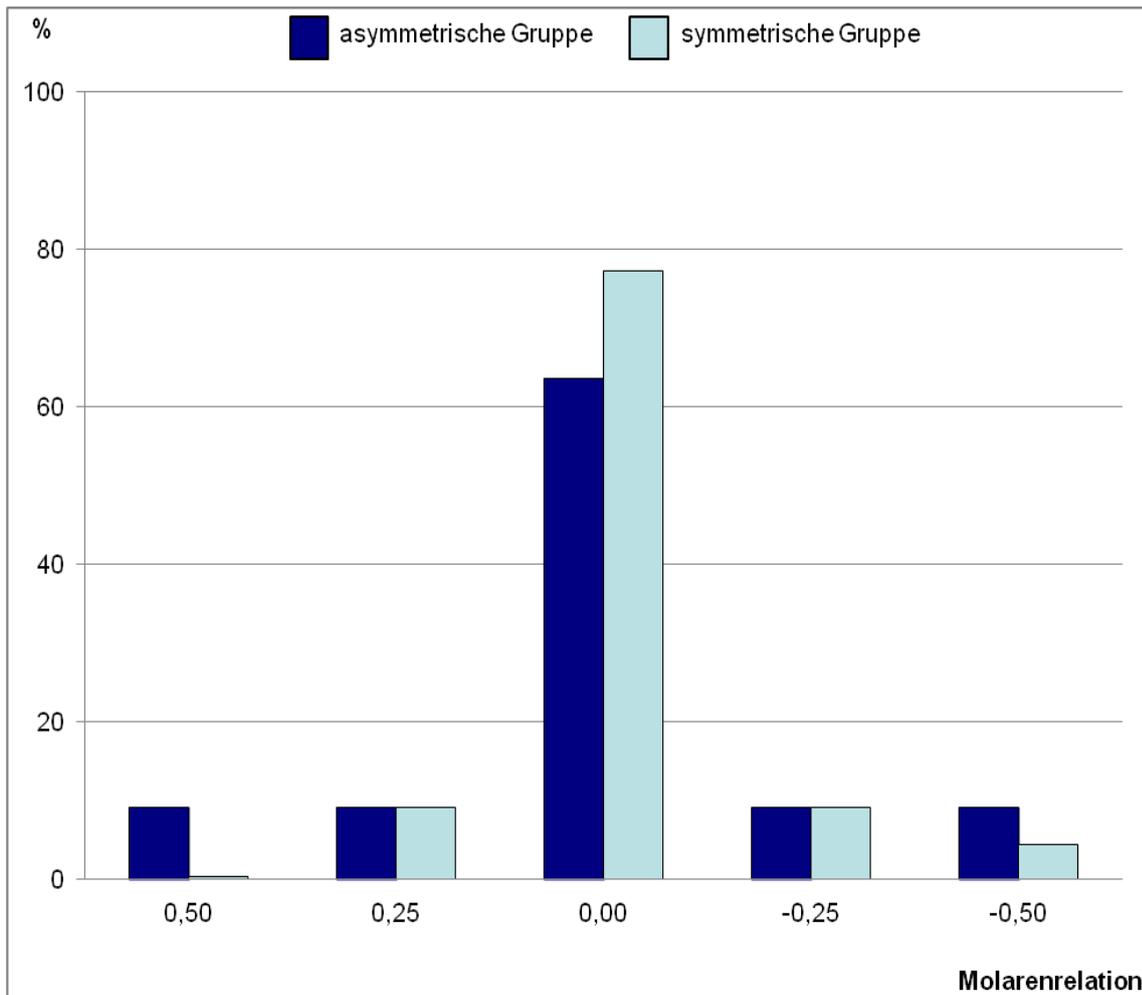


Abb. 5-3 Molarenrelation rechts zum Zeitpunkt T3: Ausmaß in Prämolarenbreiten und prozentuale (%) Häufigkeit in der asymmetrischen und symmetrischen Patientengruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Molarenrelation).

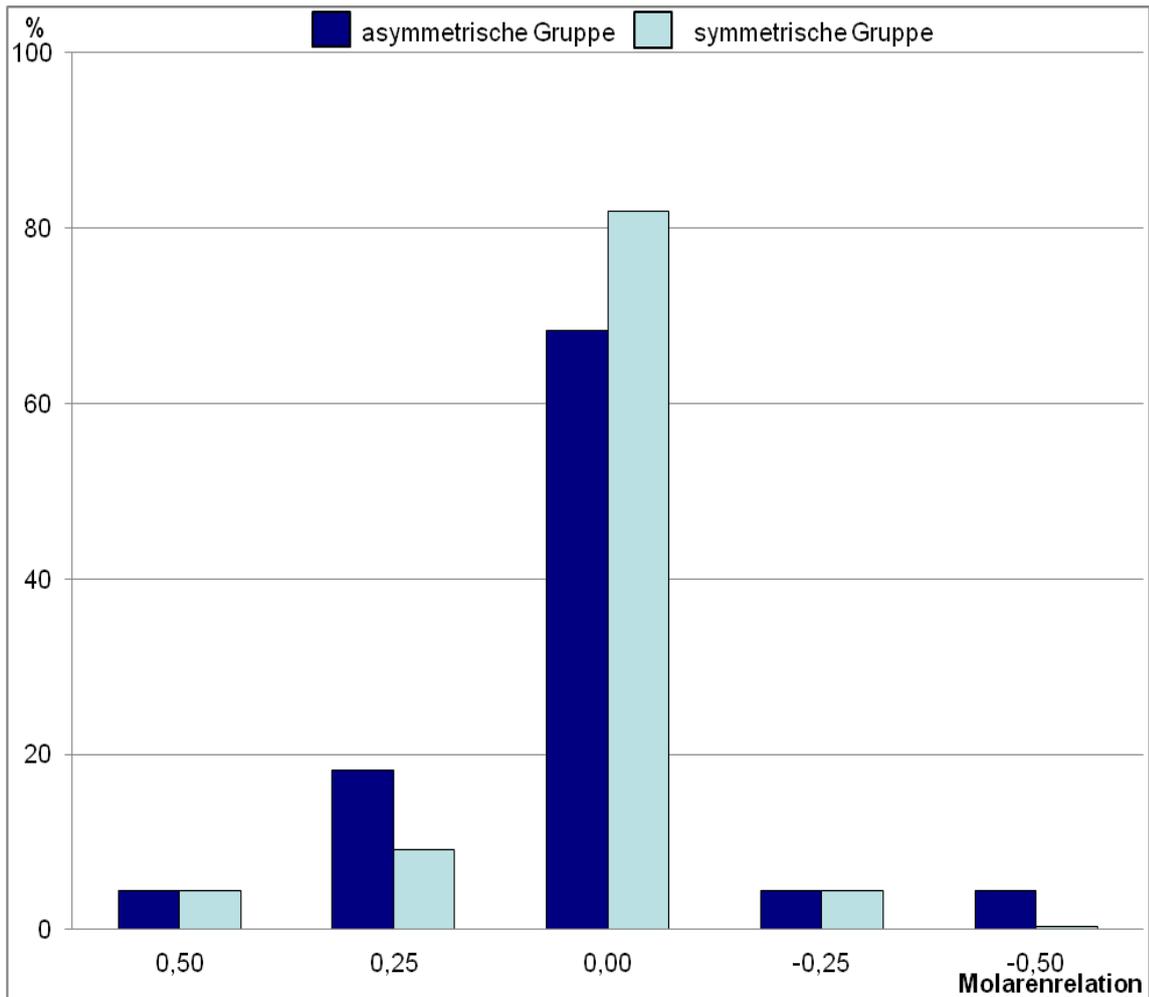


Abb. 5-4 Molarenrelation rechts zum Zeitpunkt T4: Ausmaß in Prämolarenbreiten und prozentuale (%) Häufigkeit in der asymmetrischen und symmetrischen Patientengruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Molarenrelation).

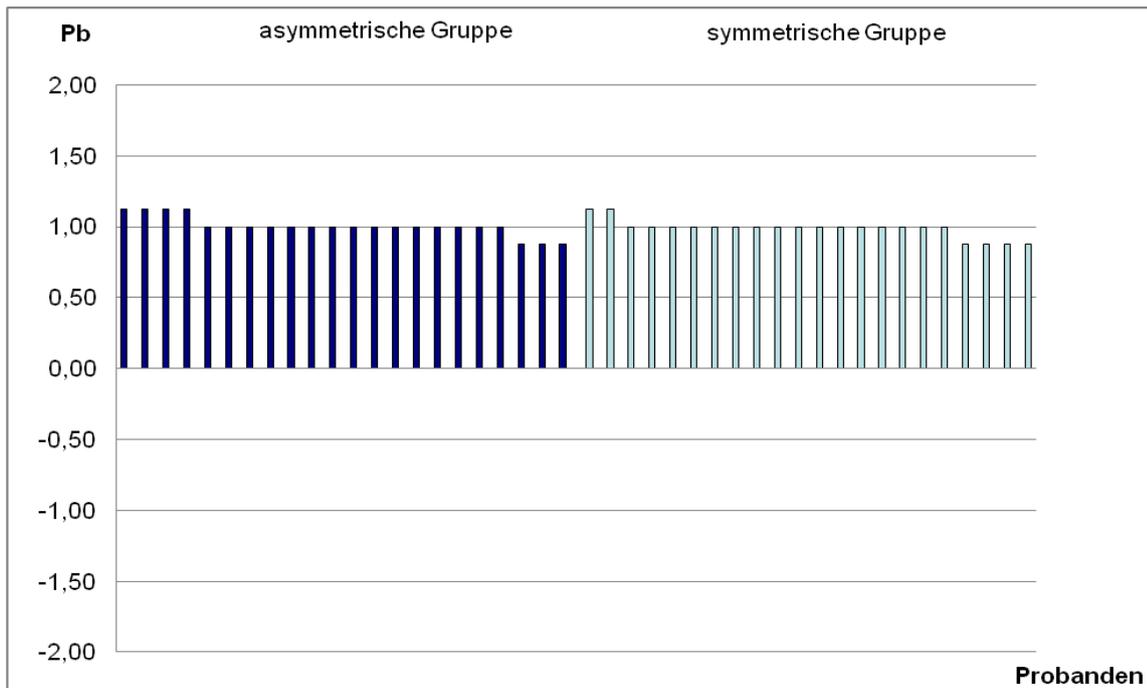


Abb. 5-5 Molarenrelation rechts zum Zeitpunkt T1: Individuelles Ausmaß in Prämolarenbreiten (Pb) aller Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Molarenrelation).

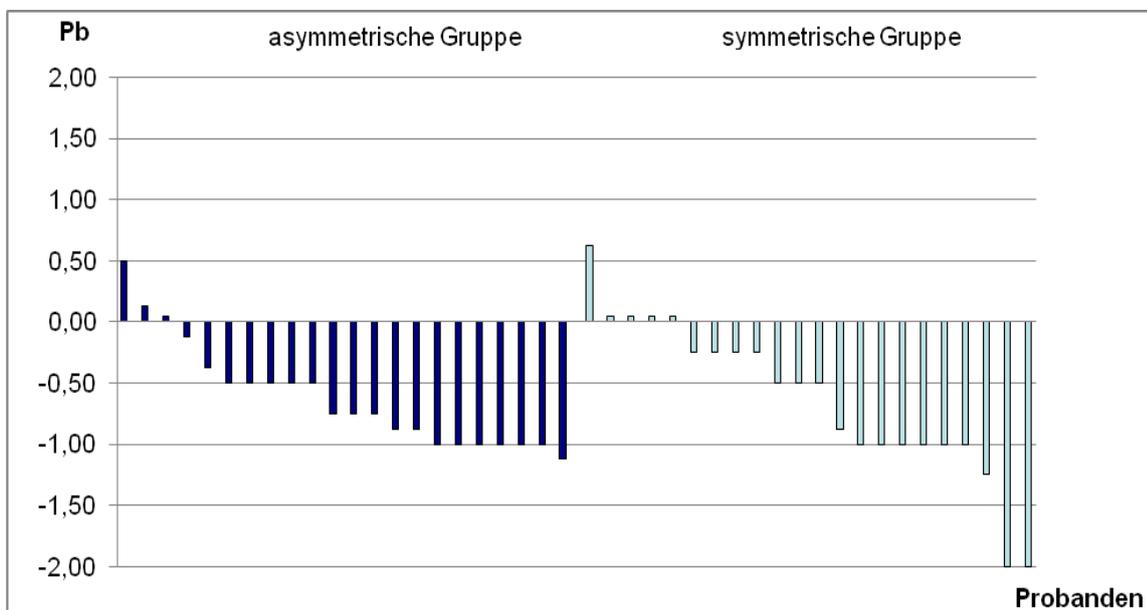


Abb. 5-6 Molarenrelation rechts zum Zeitpunkt T2: Individuelles Ausmaß in Prämolarenbreiten (Pb) aller Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Molarenrelation).

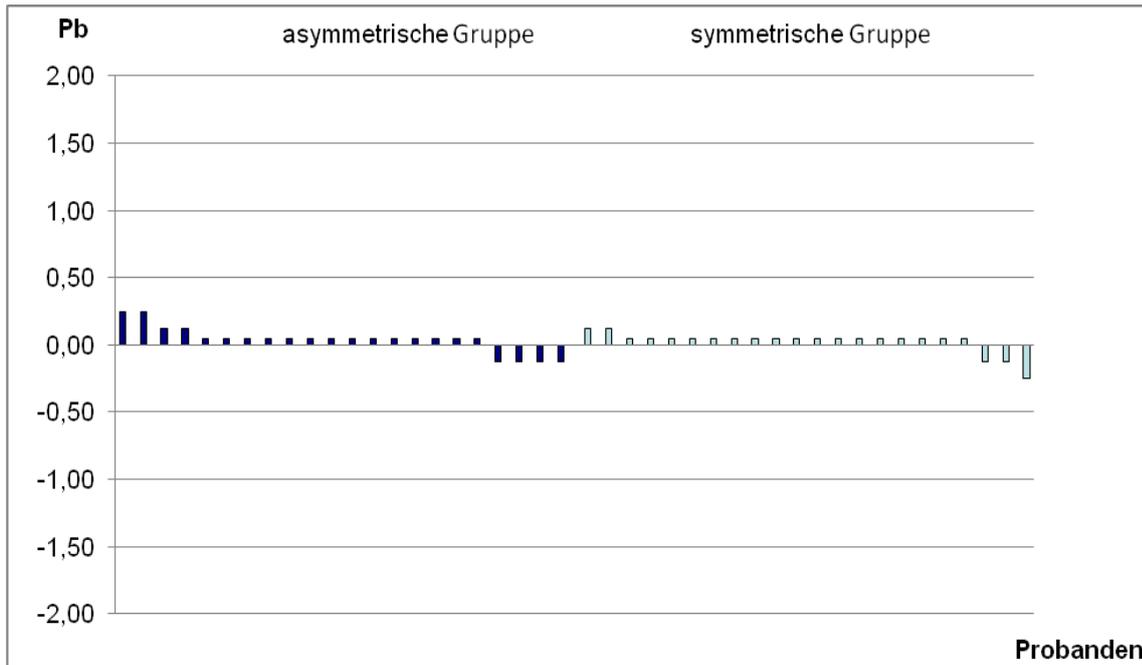


Abb. 5-7 Molarenrelation rechts zum Zeitpunkt T3: Individuelles Ausmaß in Prämolarenbreiten (Pb) aller Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Molarenrelation).

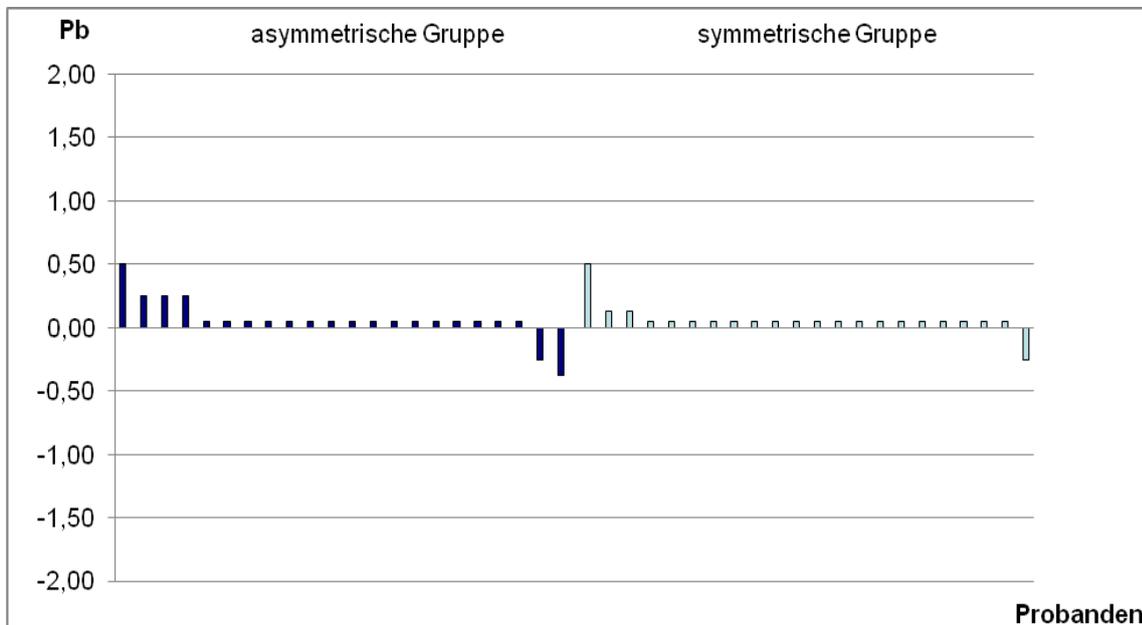


Abb. 5-8 Molarenrelation rechts zum Zeitpunkt T4: Individuelles Ausmaß in Prämolarenbreiten (Pb) aller Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Molarenrelation).

5.2 Molarenrelation links

Die linke Unterkieferseite wurde in der asymmetrischen Patientengruppe als die Seite der Neutralokklusion bzw. geringer ausgeprägten Distalokklusion definiert.

Zum Zeitpunkt T1 wiesen gemäß der vorgenommenen Richtung über 80 % der Patienten in der asymmetrischen Gruppe eine neutrale Molarenrelation auf. 4 der asymmetrischen Patienten zeigten eine geringgradige distale Molarenrelation. Wegen der als Einschlusskriterium definierten Rechts-Links-Differenz von mindestens 0,75 Pb, kann dies dennoch als die Seite der Neutralokklusion bezeichnet werden. In der symmetrischen Gruppe betrug das Ausmaß der Molarenrelation bei allen Patienten mindestens 0,75 Pb.

Tab. 5.2. Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit der verschiedenen Molarenrelationen (Ausmaß) in Prämolarenbreiten (Pb) in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe zum Zeitpunkt T1.

Molarenrelation	Asymmetrische Gruppe		Symmetrische Gruppe	
	Patientenanzahl	%	Patientenanzahl	%
1,25 Pb distal	0	0	4	18,2
1,00 Pb distal	0	0	16	72,7
0,75 Pb distal	0	0	2	9,1
0,50 Pb distal	2	9,1	0	0
0,25 Pb distal	2	9,1	0	0
neutral	18	81,8	0	0

Entsprechend der Einschlusskriterien bestand ein Unterschied zwischen den Gruppen ($p < 0,001$).

Zum Zeitpunkt T2 zeigte sich in der asymmetrischen und symmetrischen Gruppe eine - durch Überkorrektur hervorgerufene - mesiale Molarenrelation. In der asymmetrischen Gruppe wiesen über 70 % der Patienten eine mesiale Molarenrelation von mindestens 1,00 Pb auf. In der symmetrischen Gruppe zeigten ca. 50 % der Patienten eine moderate mesiale Molarenrelation von 0,25 oder 0,50 Pb. Nur ca. 40 % der Patienten wiesen eine mesiale Molarenrelation von 1,00 Pb oder mehr auf. Ein Patient dieser Gruppe zeigte eine distale Molarenrelation von 0,25 Pb.

Tab. 5-2-1 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit der verschiedenen Molarenrelationen (Ausmaß) in Prämolarenbreiten (Pb) in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe zum Zeitpunkt T2.

Molarenrelation	Asymmetrische Gruppe		Symmetrische Gruppe	
	Patientenanzahl	%	Patientenanzahl	%
0,25 Pb distal	0	0	1	4,5
neutral	0	0	1	4,5
0,25 Pb mesial	0	0	4	18,3
0,50 Pb mesial	5	22,7	7	31,9
0,75 Pb mesial	1	4,5	0	0
1,00 Pb mesial	6	27,4	5	22,8
1,25 Pb mesial	5	22,7	1	4,5
1,50 Pb mesial	2	9,1	1	4,5
1,75 Pb mesial	2	9,1	1	4,5
2,00 Pb mesial	1	4,5	1	4,5

Es bestand kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$).

Zum Zeitpunkt T3 zeigte sich in der asymmetrischen und symmetrischen Gruppe eine - im Hinblick auf die vorangegangene Überkorrektur - normalisierte Molarenrelation. In beiden Gruppen wies der Großteil der Patienten (> 70 %) eine neutrale Molarenrelation auf, wobei mehr Patienten der asymmetrischen Gruppe (n = 5) in einer leichten

mesialen Überkorrektur verblieben, als in der symmetrischen Gruppe (n = 3).

Tab. 5-2-2 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit der verschiedenen Molarenrelationen (Ausmaß) in Prämolarenbreiten (Pb) in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe zum Zeitpunkt T3.

Molarenrelation	Asymmetrische Gruppe		Symmetrische Gruppe	
	Patientenanzahl	%	Patientenanzahl	%
0,50 Pb distal	1	4,5	0	0
0,25 Pb distal	0	0	3	13,6
neutral	16	72,8	16	72,8
0,25 Pb mesial	3	13,6	3	13,6
0,50 Pb mesial	2	9,1	0	0

Es bestand kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$).

Zum Zeitpunkt T4 zeigte sich bei dem Großteil (> 65 %) der asymmetrischen sowie symmetrischen Gruppe eine stabile Molarenrelation. 7 der asymmetrischen Patienten (ca. 30 %) wiesen eine Rezidivtendenz in Richtung der Überkorrektur auf, wohingegen dies bei lediglich 2 der symmetrischen Patienten (ca. 10 %) der Fall war. Kein Patient der asymmetrischen Gruppe wies ein Rezidiv nach distal auf, wohingegen dies bei 4 Patienten der symmetrischen Gruppe (ca. 20 %) der Fall war.

Tab. 5-2-3 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit der verschiedenen Molarenrelationen (Ausmaß) in Prämolarenbreiten (Pb) in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe zum Zeitpunkt T4.

Molarenrelation	Asymmetrische Gruppe		Symmetrische Gruppe	
	Patientenanzahl	%	Patientenanzahl	%
0,25 Pb distal	0	0	4	18,2
neutral	15	68,2	16	72,7
0,25 Pb mesial	4	18,2	2	9,1
0,50 Pb mesial	3	13,6	0	0

Es bestand ein leichter Unterschied zwischen den Gruppen ($p < 0,05$).

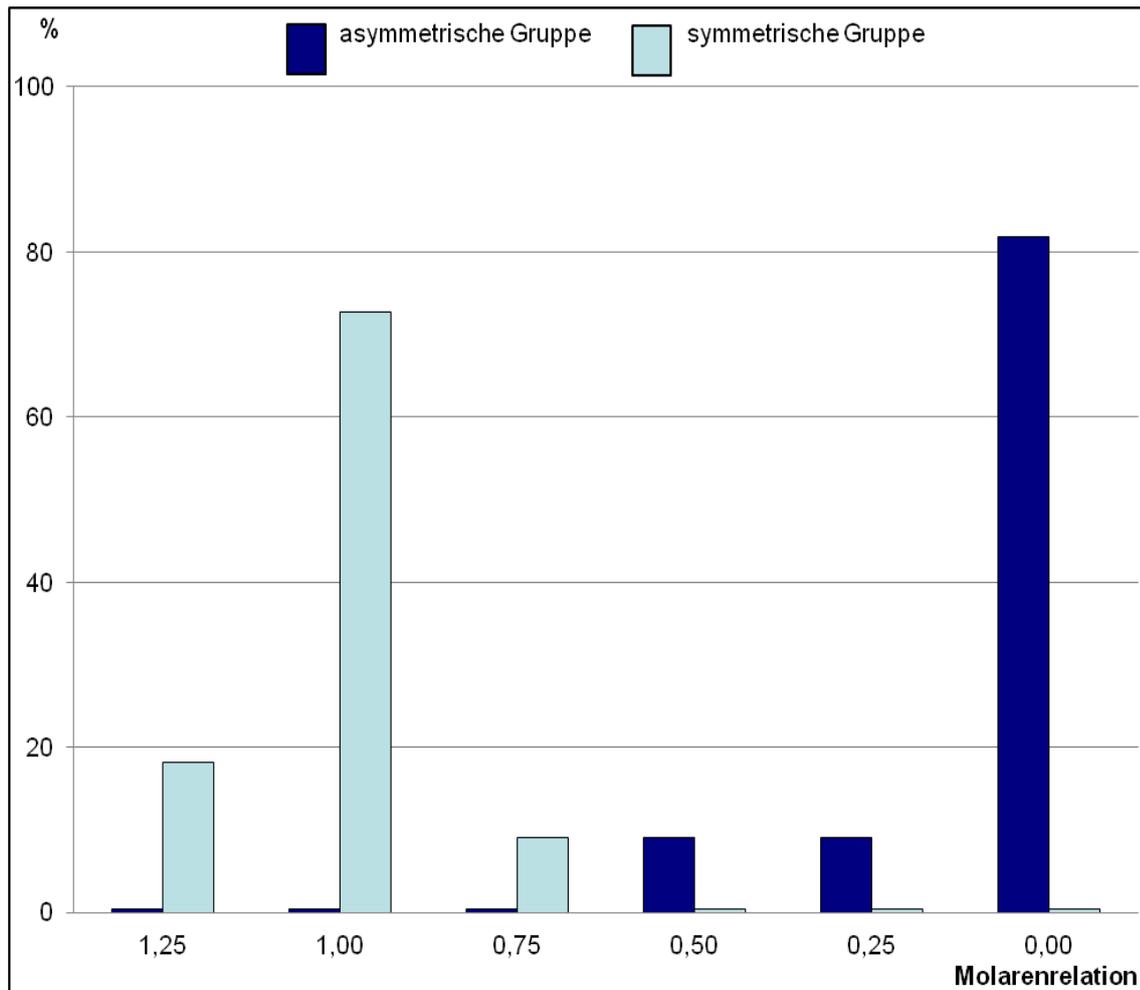


Abb. 5-9 Molarenrelation links zum Zeitpunkt T1: Ausmaß in Prämolarenbreiten und prozentuale (%) Häufigkeit in der asymmetrischen und symmetrischen Patientengruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Molarenrelation).

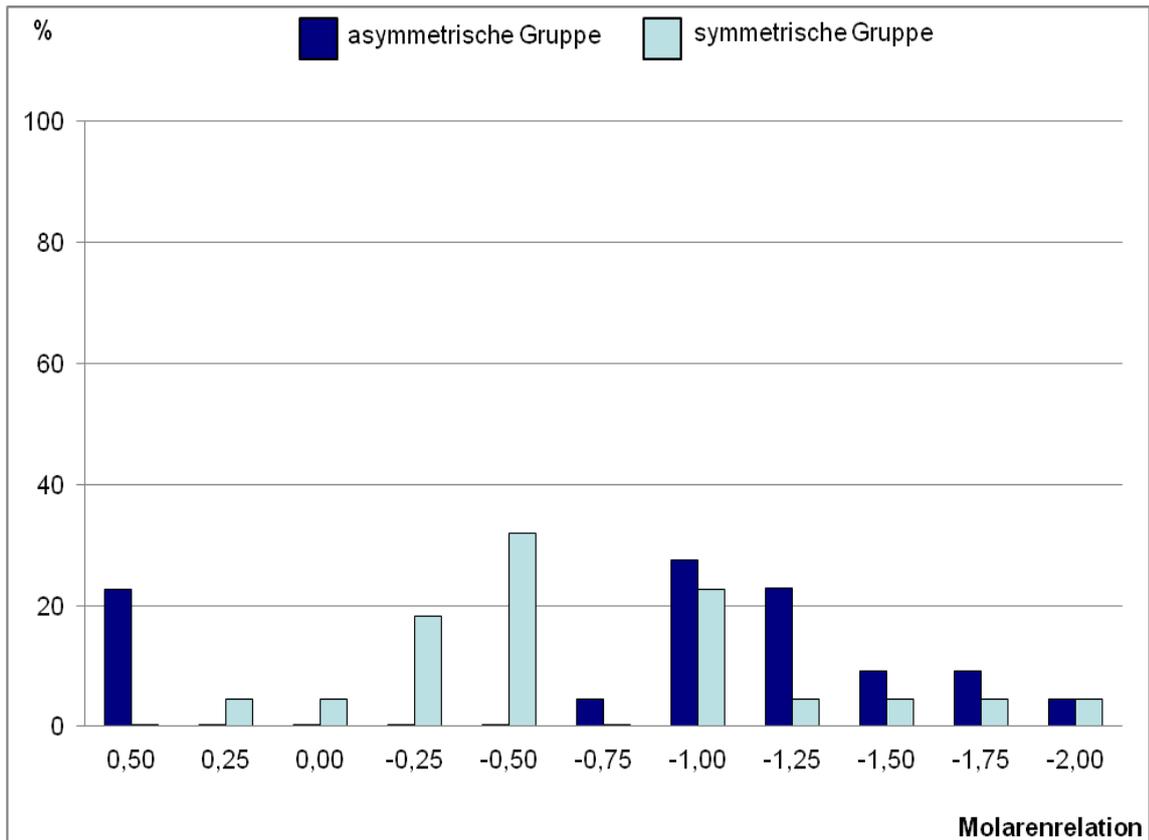


Abb. 5-10 Molarenrelation links zum Zeitpunkt T2: Ausmaß in Prämolarenbreiten und prozentuale (%) Häufigkeit in der asymmetrischen und symmetrischen Patientengruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Molarenrelation).

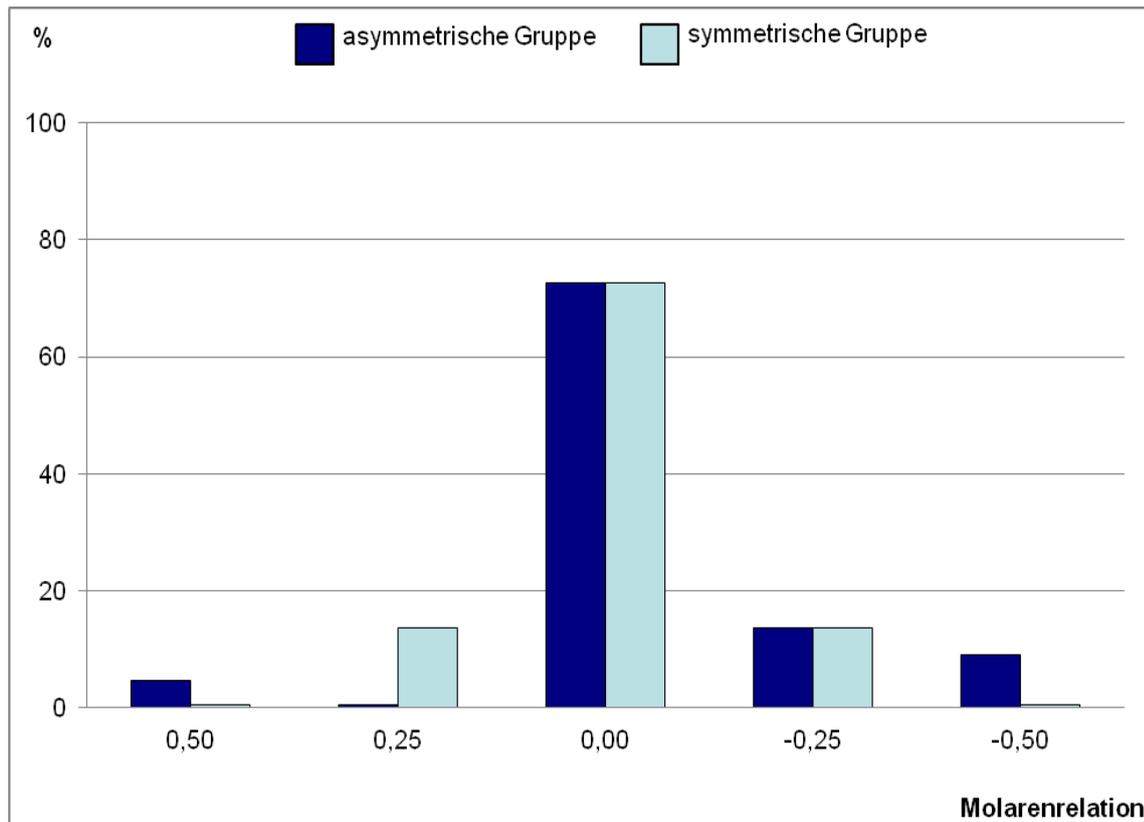


Abb. 5-11 Molarenrelation links zum Zeitpunkt T3: Ausmaß in Prämolarenbreiten und prozentuale (%) Häufigkeit in der asymmetrischen und symmetrischen Patientengruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Molarenrelation).

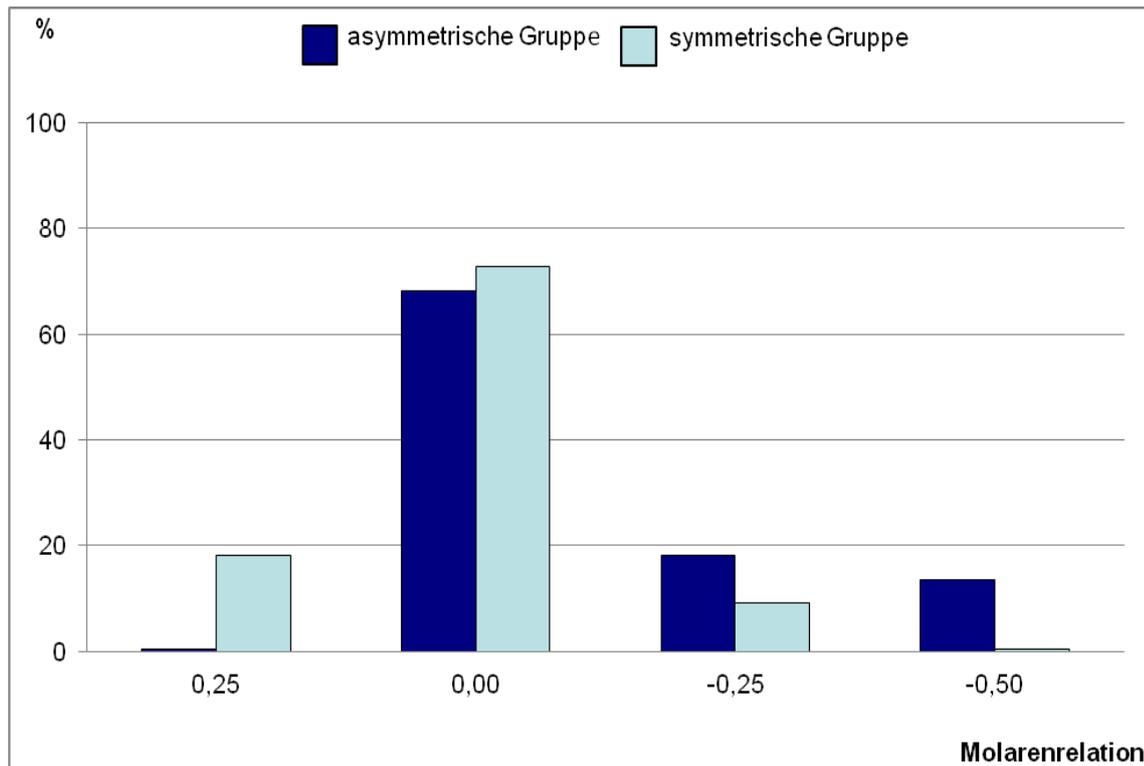


Abb. 5-12 Molarenrelation links zum Zeitpunkt T4: Ausmaß in Prämolarenbreiten und prozentuale (%) Häufigkeit in der asymmetrischen und symmetrischen Patientengruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Molarenrelation).

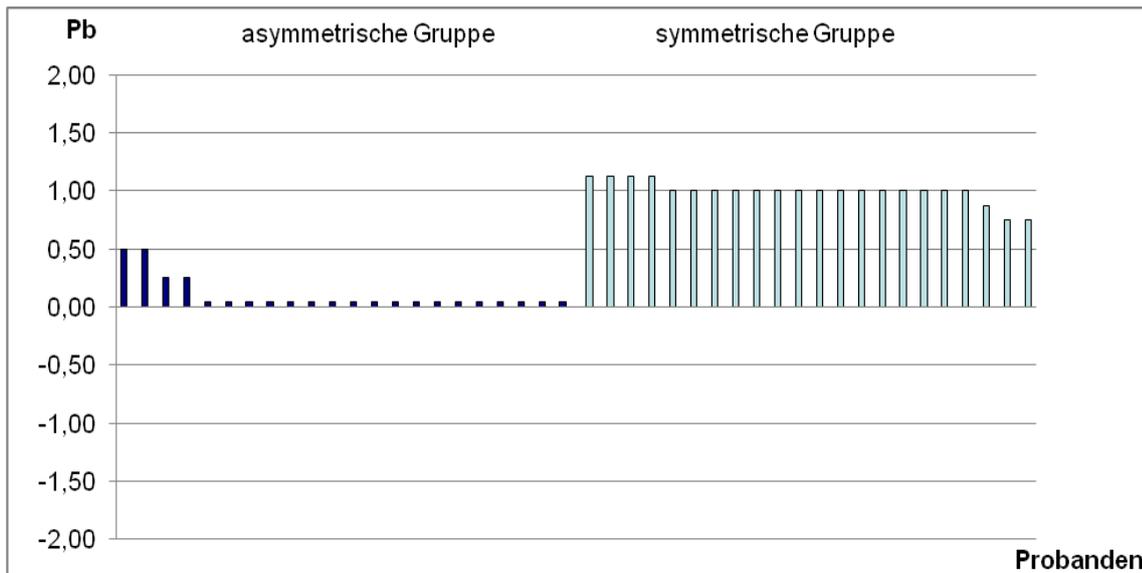


Abb. 5-13 Molarenrelation links zum Zeitpunkt T1: Individuelle Messwerte der Prämolarenbreite (Pb) aller Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Molarenrelation).

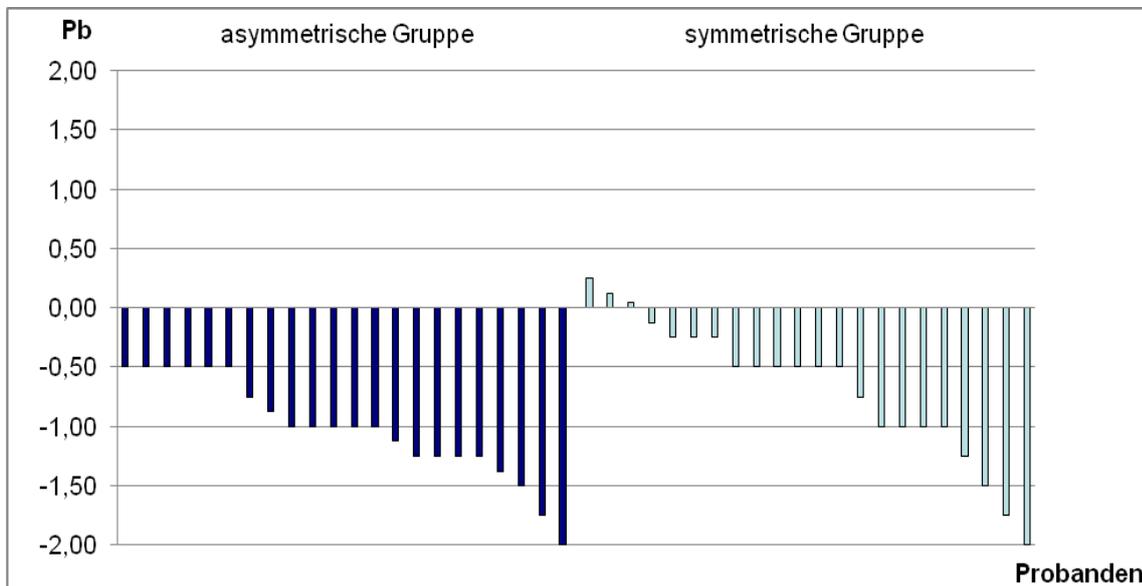


Abb. 5-14 Molarenrelation links zum Zeitpunkt T2: Individuelle Messwerte der Prämolarenbreite (Pb) aller Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Molarenrelation).

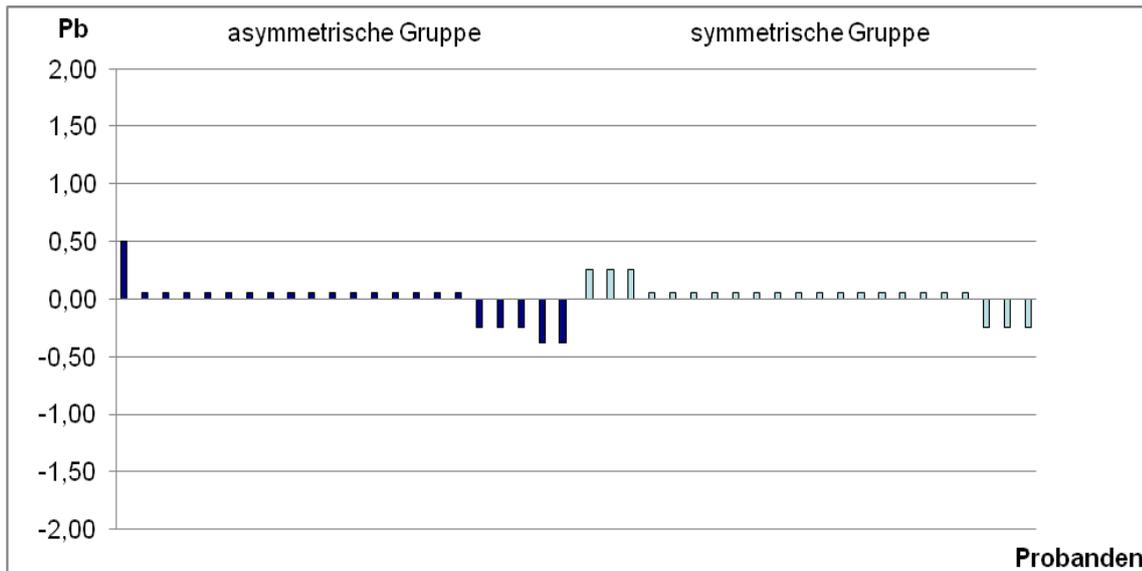


Abb. 5-15 Molarenrelation links zum Zeitpunkt T3: Individuelle Messwerte der Prämolarenbreite (Pb) aller Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Molarenrelation).

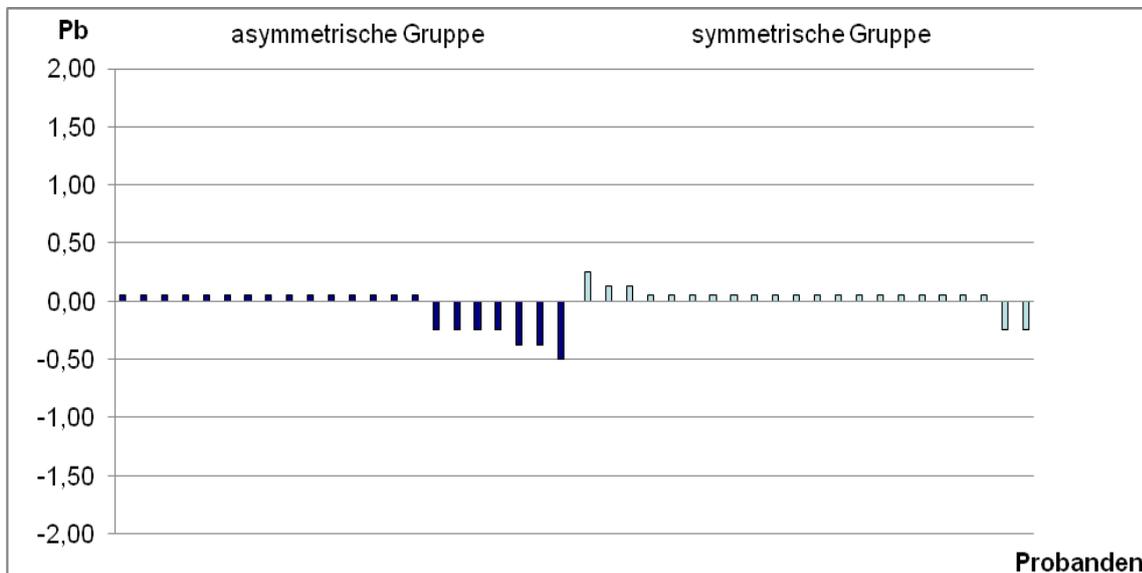


Abb. 5-16 Molarenrelation links zum Zeitpunkt T4: Individuelle Messwerte der Prämolarenbreite (Pb) aller Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Molarenrelation).

5.3 Eckzahnrelation rechts

Die rechte Unterkieferseite wurde in der asymmetrischen Patientengruppe als die Seite der Distalokklusion bzw. der stärker ausgeprägten Distalokklusion und somit als die „Class-II-subdivision“ Seite definiert.

Zum Zeitpunkt T1 betrug das Ausmaß der distalen Eckzahnrelation bei allen Patienten in der asymmetrischen und symmetrischen Gruppe mindestens 0,25 Pb. In beiden Gruppen zeigte sich in ca. 80 % der Fälle eine distale Eckzahnrelation von mindestens 0,75 Pb.

Tab. 5-3 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit der verschiedenen Eckzahnrelationen (Ausmaß) in Prämolarenbreiten (Pb) in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe zum Zeitpunkt T1.

Eckzahnrelation	Asymmetrische Gruppe		Symmetrische Gruppe	
	Patientenanzahl	%	Patientenanzahl	%
1,25 Pb distal	2	9,1	3	13,6
1,00 Pb distal	10	45,5	10	45,5
0,75 Pb distal	7	31,8	4	18,2
0,50 Pb distal	1	4,5	5	22,7
0,25 Pb distal	2	9,1	0	0

Es bestand ein Unterschied zwischen den Gruppen ($p \geq 0,001$).

Zum Zeitpunkt T2 zeigte sich in der asymmetrischen und symmetrischen Gruppe eine - durch Überkorrektur hervorgerufene - mesiale Eckzahnrelation, welche im Vergleich zur Molarenrelation jedoch weniger stark ausgeprägt war, da sich weder in der asymmetrischen noch in der symmetrischen Gruppe eine mesiale Überkorrektur von mehr als 0,75 Pb zeigte. In der asymmetrischen Gruppe wiesen knapp 40 % der Patienten eine mesiale Eckzahnrelation von mindestens 0,25 Pb auf. In der symmetrischen Gruppe war dies bei lediglich 4 Patienten (ca. 20 %) der Fall. Der überwiegende Teil der symmetrischen Gruppe (ca. 80 %) zeigte eine neutrale bzw. leicht distale Eckzahnrelation. In der asymmetrischen Gruppe war dies bei ca. 50 % der Patienten der Fall.

Tab. 5-3-1 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit der verschiedenen Eckzahnrelationen (Ausmaß) in Prämolarenbreiten (Pb) in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe zum Zeitpunkt T2.

Eckzahnrelation	Asymmetrische Gruppe		Symmetrische Gruppe	
	Patientenanzahl	%	Patientenanzahl	%
0,50 Pb distal	2	9,1	1	4,5
0,25 Pb distal	3	13,6	4	18,2
neutral	6	27,3	13	59,1
0,25 Pb mesial	3	13,6	2	9,1
0,50 Pb mesial	6	27,3	2	9,1
0,75 Pb mesial	2	9,1	0	0

Es bestand kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$).

Zum Zeitpunkt T3 befanden sich in der asymmetrischen und symmetrischen Gruppe 50 % der Patienten in einer distalen Eckzahnrelation von 0,25 Pb und jeweils über 40 % in einer neutralen Eckzahnrelation. In der asymmetrischen Gruppe verblieben 2 Patienten in einer Eckzahnrelation von 0,50 Pb distal.

Tab. 5-3-2 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit der verschiedenen Eckzahnrelationen (Ausmaß) in Prämolarenbreiten (Pb) in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe zum Zeitpunkt T3.

Eckzahnrelation	Asymmetrische Gruppe		Symmetrische Gruppe	
	Patientenanzahl	%	Patientenanzahl	%
0,50 Pb distal	2	9,1	0	0
0,25 Pb distal	11	50,0	12	54,5
neutral	9	40,9	10	45,5

Es bestand kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$).

Zum Zeitpunkt T4 zeigte sich in der asymmetrischen und symmetrischen Gruppe in über 45 % der Fälle eine weitgehend stabile, korrigierte Eckzahnrelation. In beiden Gruppen kam es jedoch auch zu Rezidivneigungen nach distal. In der asymmetrischen Gruppe war dies bei ca. 55 % der Patienten, in der symmetrischen Gruppe bei 50 % der Patienten der Fall. Das stärkste Rezidiv war hierbei in der asymmetrischen Gruppe mit 0,75 Pb (n = 1) zu finden.

Tab. 5-3-3 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit der verschiedenen Eckzahnrelationen (Ausmaß) in Prämolarenbreiten (Pb) in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe zum Zeitpunkt T4.

Eckzahnrelation	Asymmetrische Gruppe		Symmetrische Gruppe	
	Patientenanzahl	%	Patientenanzahl	%
0,75 Pb distal	1	4,5	0	0
0,50 Pb distal	2	9,1	3	13,6
0,25 Pb distal	9	40,9	8	36,4
neutral	10	45,5	11	50,0

Es bestand kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$).

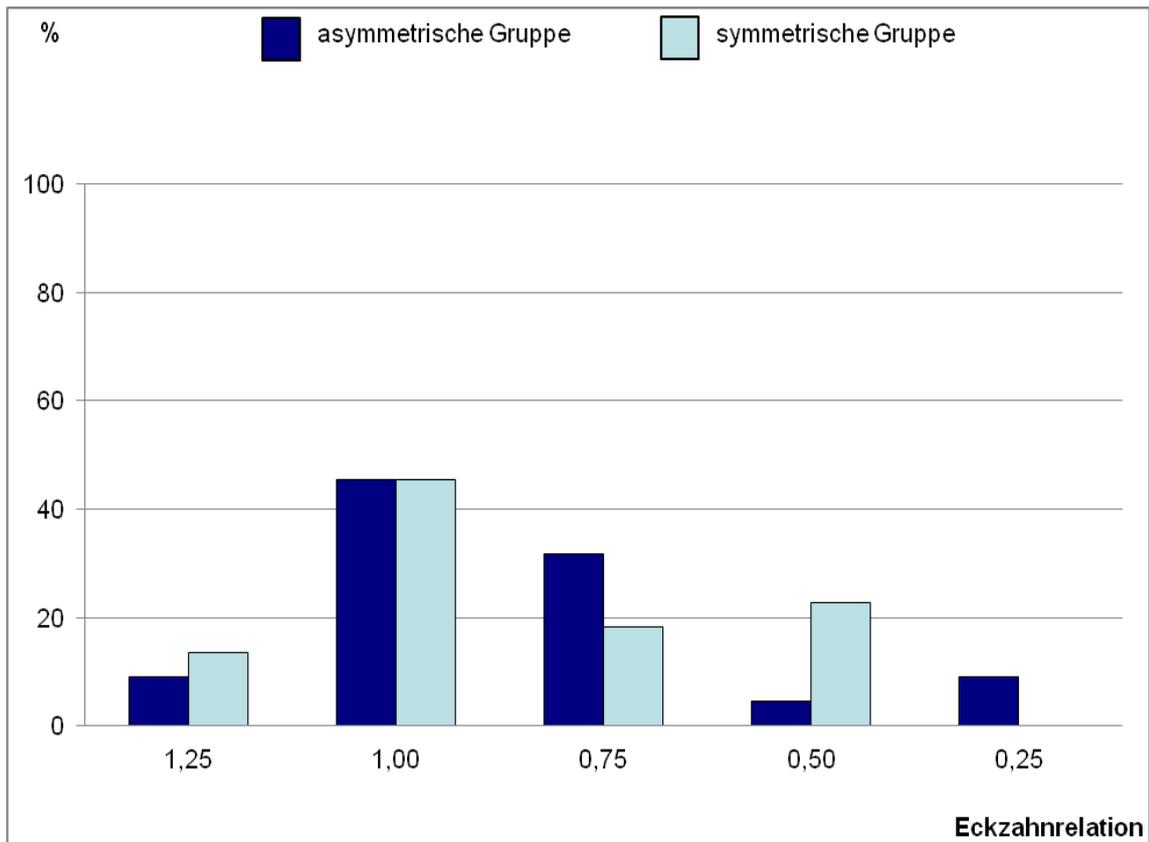


Abb. 5-17 Eckzahnrelation rechts zum Zeitpunkt T1: Ausmaß in Prämolarenbreiten und prozentuale (%) Häufigkeit in der asymmetrischen und symmetrischen Patientengruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Eckzahnrelation).

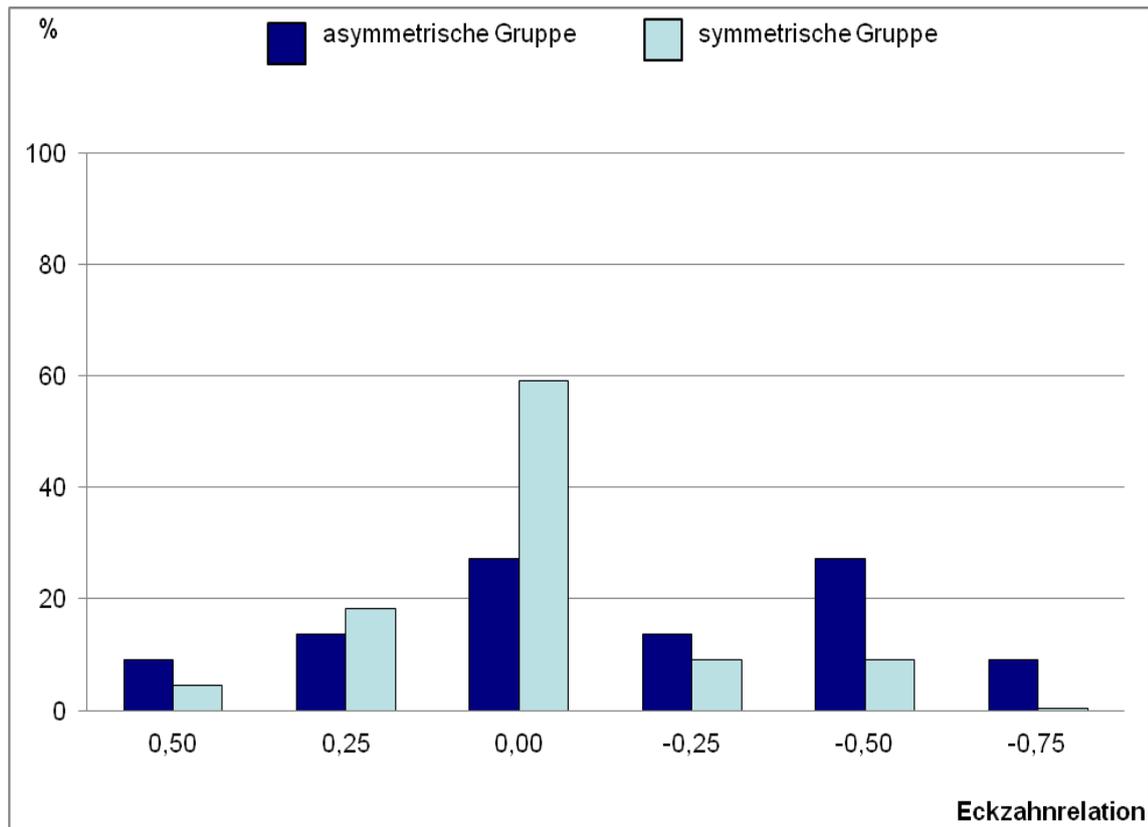


Abb. 5-18 Eckzahnrelation rechts zum Zeitpunkt T2: Ausmaß in Prämolarenbreiten und prozentuale (%) Häufigkeit in der asymmetrischen und symmetrischen Patientengruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Eckzahnrelation).

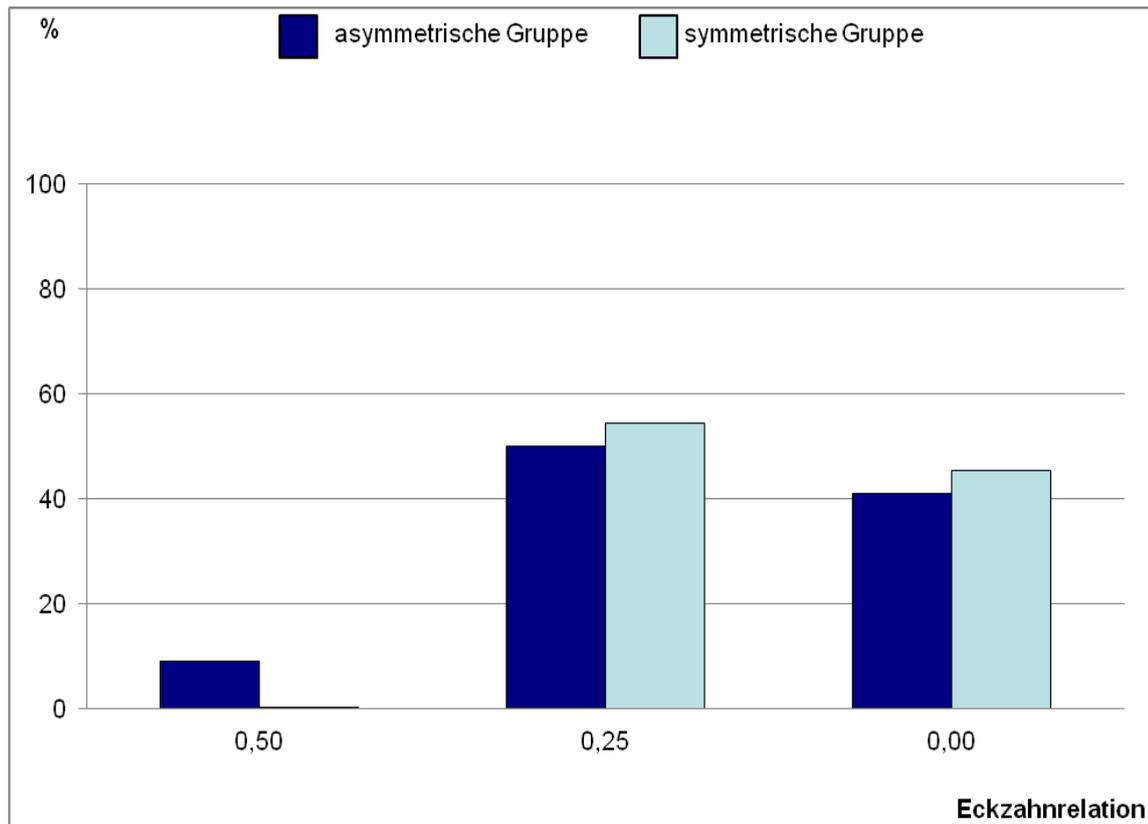


Abb.

5-19 Eckzahnrelation rechts zum Zeitpunkt T3: Ausmaß in Prämolarenbreiten und prozentuale (%) Häufigkeit in der asymmetrischen und symmetrischen Patientengruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Eckzahnrelation).

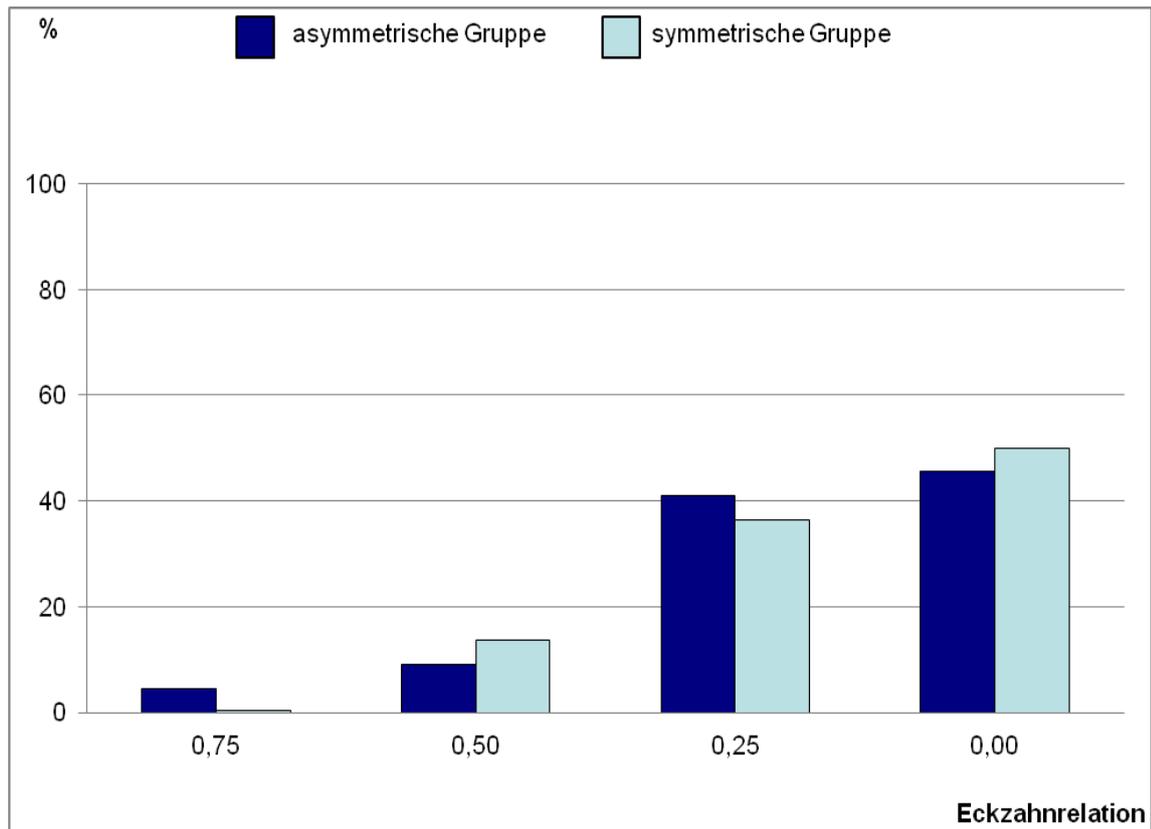


Abb. 5-20 Eckzahnrelation rechts zum Zeitpunkt T4: Ausmaß in Prämolarenbreiten und prozentuale (%) Häufigkeit in der asymmetrischen und symmetrischen Patientengruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Eckzahnrelation).

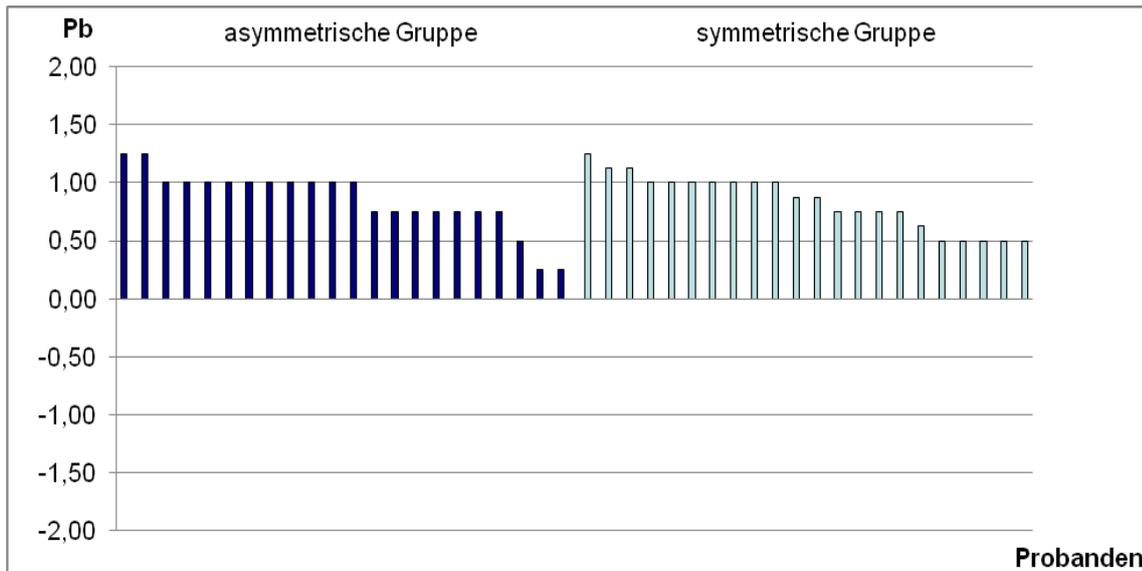


Abb. 5-21 Eckzahnrelation rechts zum Zeitpunkt T1: Individuelles Ausmaß in Prämolarenbreiten (Pb) aller Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Patientengruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Eckzahnrelation).

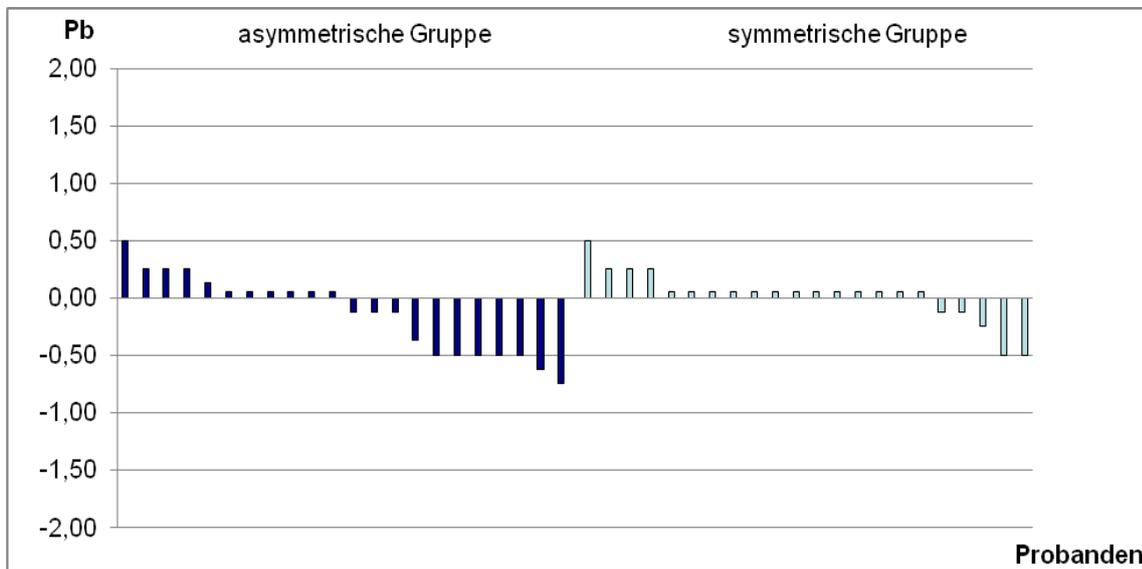


Abb. 5-22 Eckzahnrelation rechts zum Zeitpunkt T2: Individuelles Ausmaß in Prämolarenbreiten (Pb) aller Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Patientengruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Eckzahnrelation).

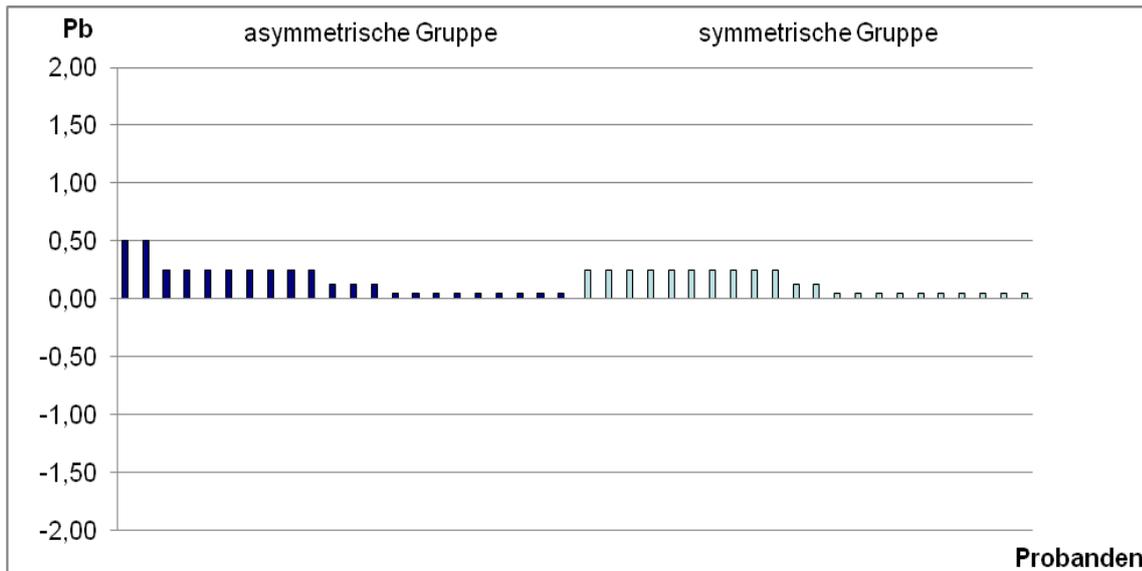


Abb. 5-23 Eckzahnrelation rechts zum Zeitpunkt T3: Individuelles Ausmaß in Prämolarenbreiten (Pb) aller Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Patientengruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Eckzahnrelation).

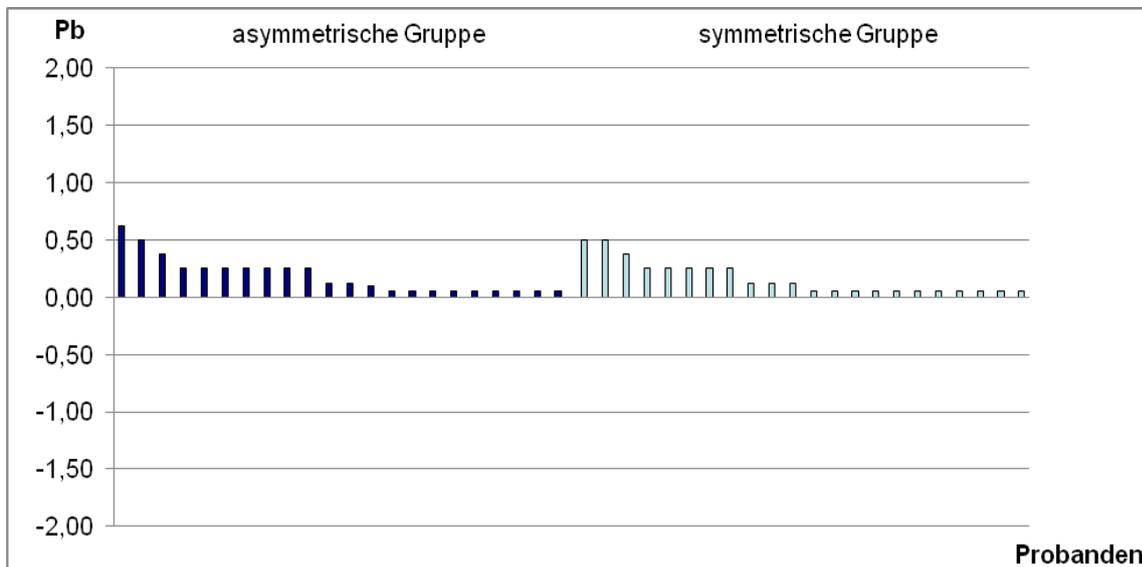


Abb. 5-24 Eckzahnrelation rechts zum Zeitpunkt T4: Individuelles Ausmaß in Prämolarenbreiten (Pb) aller Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Patientengruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Eckzahnrelation).

5.4 Eckzahnrelation links

Die linke Unterkieferseite wurde in der asymmetrischen Patientengruppe als die Seite der Neutralokklusion bzw. geringer ausgeprägten Distalokklusion definiert.

Zum Zeitpunkt T1 wiesen, gemäß der vorgenommenen Richtung über 90 % der Patienten der asymmetrischen Gruppe eine neutrale bzw. gering ausgeprägte distale Eckzahnrelation auf. In der symmetrischen Gruppe betrug das Ausmaß der distalen Eckzahnrelation hingegen bei über 85 % der Patienten mindestens 0,75 Pb.

Tab. 5-4 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit der verschiedenen Eckzahnrelationen (Ausmaß) in Prämolarenbreiten (Pb) in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe zum Zeitpunkt T1.

Eckzahnrelation	Asymmetrische Gruppe		Symmetrische Gruppe	
	Patientenanzahl	%	Patientenanzahl	%
1,25 Pb distal	0	0	2	9,1
1,00 Pb distal	1	4,5	13	59,1
0,75 Pb distal	1	4,5	4	18,2
0,50 Pb distal	4	18,2	3	13,6
0,25 Pb distal	5	22,7	0	0
neutral	11	50,1	0	0

Es bestand ein Unterschied zwischen den Gruppen ($p < 0,001$).

Zum Zeitpunkt T2 zeigte sich sowohl in der asymmetrischen als auch in der symmetrischen Gruppe eine - durch Überkorrektur hervorgerufene - mesiale Eckzahnrelation. In der asymmetrischen Gruppe wiesen über 70 % der Patienten eine mesiale Eckzahnrelation von mindestens 0,75 Pb auf. In der symmetrischen Gruppe zeigten hingegen nur ca. 30 % der Patienten eine mesiale Eckzahnrelation von maximal 0,50 Pb. Der Großteil der Patienten der symmetrischen Gruppe wies eine

neutrale Eckzahnrelation (> 45 %) auf oder verblieb in einer distalen Eckzahnrelation von maximal 0,50 Pb. In der asymmetrischen Gruppe war dies nur bei ca. 30 % der Patienten der Fall.

Tab. 5-4-1 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit der verschiedenen Eckzahnrelationen (Ausmaß) in Prämolarenbreiten (Pb) in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe zum Zeitpunkt T2.

Eckzahnrelation	Asymmetrische Gruppe		Symmetrische Gruppe	
	Patientenanzahl	%	Patientenanzahl	%
0,50 Pb distal	1	4,5	2	9,1
0,25 Pb distal	0	0	3	13,6
neutral	5	22,7	10	45,5
0,25 Pb mesial	0	0	4	18,2
0,50 Pb mesial	10	45,6	3	13,6
0,75 Pb mesial	5	22,7	0	0
1,00 Pb mesial	1	4,5	0	0

Es bestand ein Unterschied zwischen den Gruppen ($p < 0,001$).

Zum Zeitpunkt T3 zeigte sich ein deutlicher Unterschied zwischen den Gruppen. In der asymmetrischen Gruppe wiesen über 90 % der Patienten eine neutrale Eckzahnrelation auf. In der symmetrischen Gruppe war dies nur bei ca. 35 % der Patienten der Fall. Der überwiegende Teil der symmetrischen Patienten (ca. 60 %) zeigte eine distale Eckzahnrelation von 0,25 Pb.

Tab. 5-4-2 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit der verschiedenen Eckzahnrelationen (Ausmaß) in Prämolarenbreiten (Pb) in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe zum Zeitpunkt T3.

Eckzahnrelation	Asymmetrische Gruppe		Symmetrische Gruppe	
	Patientenanzahl	%	Patientenanzahl	%
0,25 Pb distal	2	9,1	13	59,1
neutral	20	90,9	8	36,4
0,25 Pb mesial	0	0	1	4,5

Es bestand ein Unterschied zwischen den Gruppen ($p < 0,001$).

Zum Zeitpunkt T4 zeigte sich in der asymmetrischen Gruppe eine weitestgehend stabile, korrigierte Eckzahnrelation. Über 75 % der Patienten wiesen eine neutrale Eckzahnrelation auf. 4 Patienten zeigten eine leichte Rezidivneigung nach distal. In der symmetrischen Gruppe zeigten ca. 35 % der Patienten eine neutrale Eckzahnrelation und über 60 % der Patienten eine distale Eckzahnrelation von maximal 0,50 Pb.

Tab. 5-4-3 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit der verschiedenen Eckzahnrelationen (Ausmaß) in Prämolarenbreiten (Pb) in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe zum Zeitpunkt T4.

Eckzahnrelation	Asymmetrische Gruppe		Symmetrische Gruppe	
	Patientenanzahl	%	Patientenanzahl	%
0,50 Pb distal	1	4,5	1	4,5
0,25 Pb distal	3	13,6	13	59,1
neutral	17	77,4	8	36,4
0,50 Pb mesial	1	4,5	0	0

Es bestand ein geringgradiger Unterschied zwischen den Gruppen ($p < 0,01$).

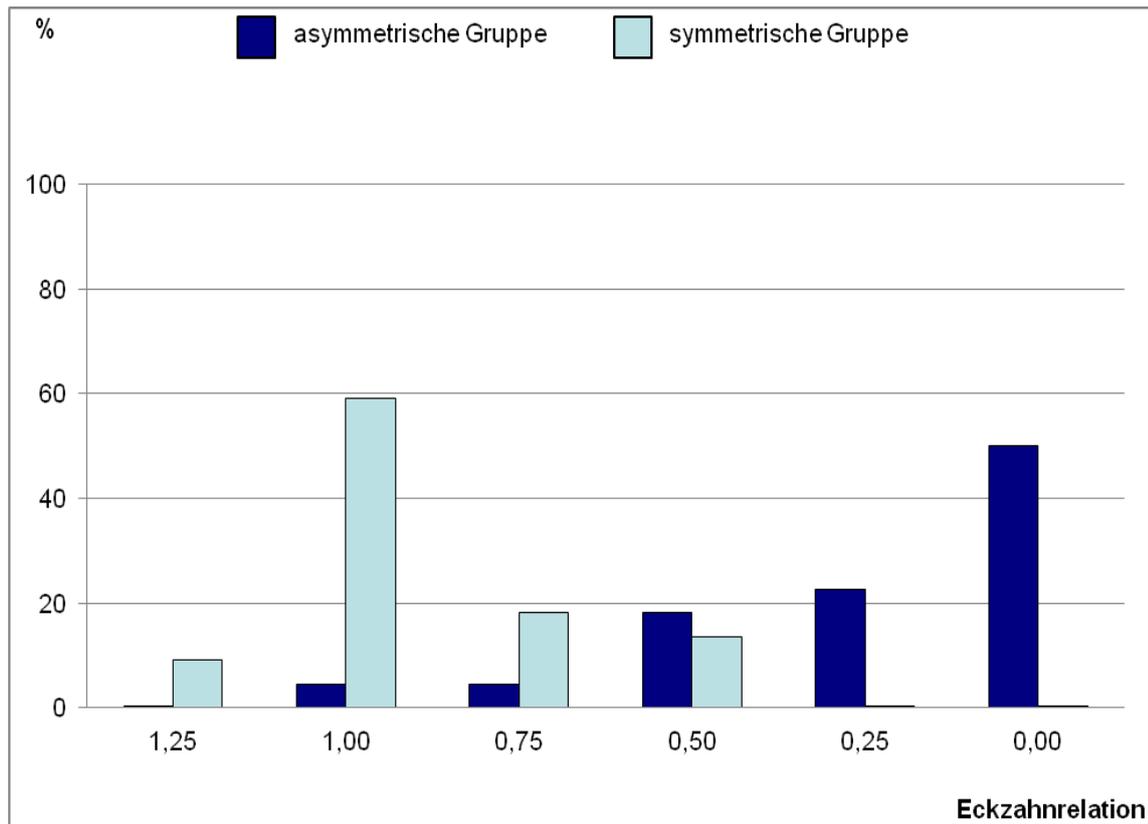


Abb. 5-25 Eckzahnrelation links zum Zeitpunkt T1: Ausmaß in Prämolarenbreiten und prozentuale (%) Häufigkeit in der asymmetrischen und symmetrischen Patientengruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Eckzahnrelation).

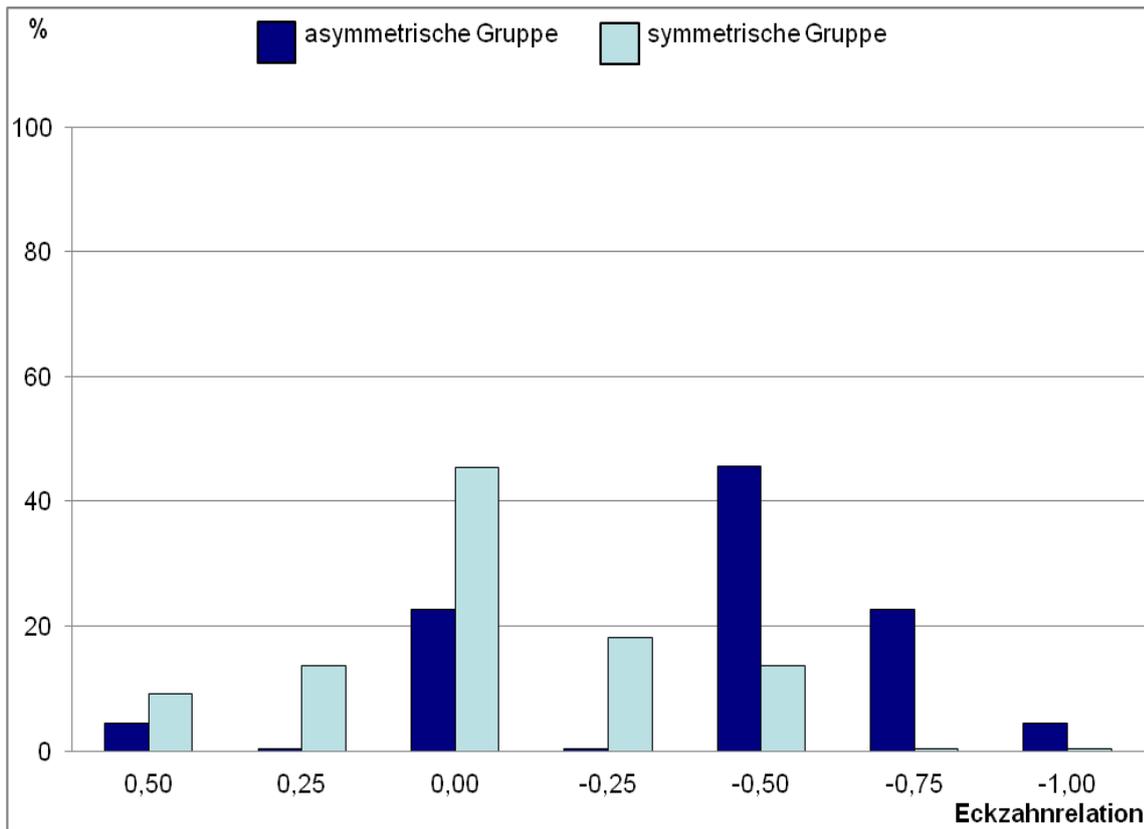


Abb. 5-26 Eckzahnrelation links zum Zeitpunkt T2: Ausmaß in Prämolarenbreiten und prozentuale (%) Häufigkeit in der asymmetrischen und symmetrischen Patientengruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Eckzahnrelation).

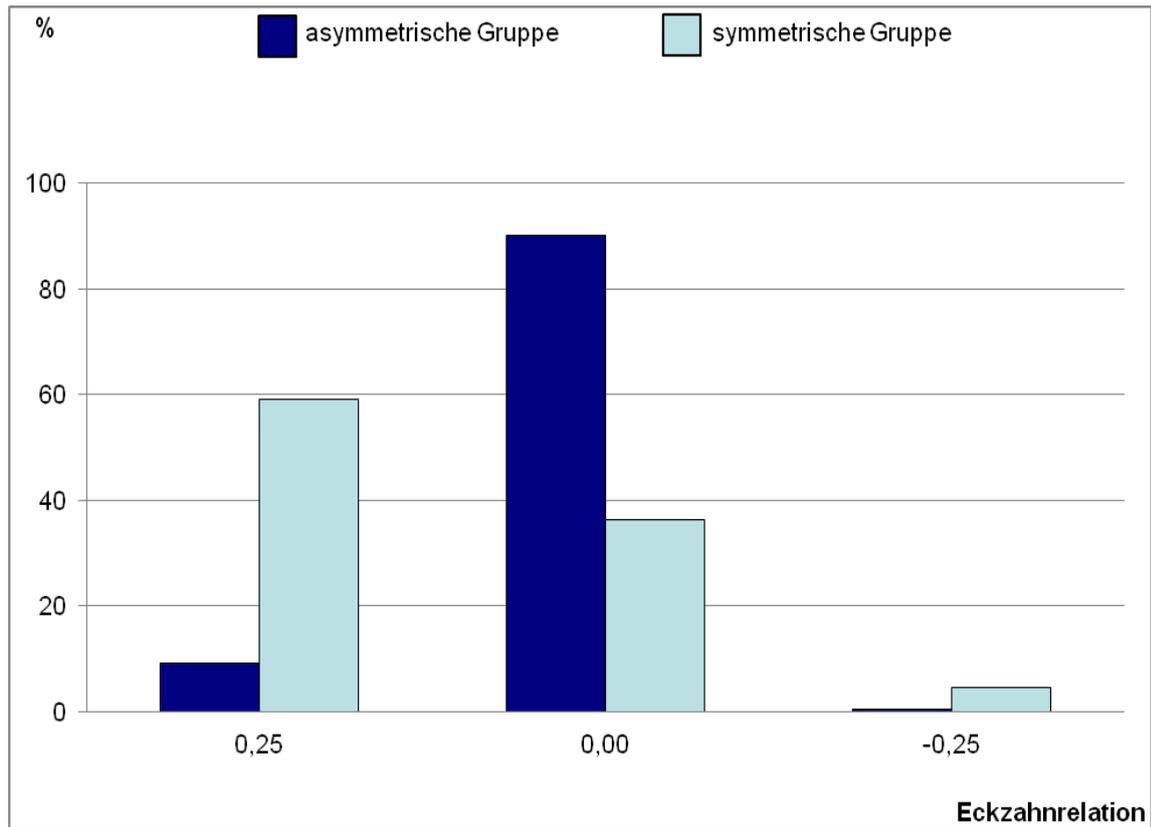


Abb. 5-27 Eckzahnrelation links zum Zeitpunkt T3: Ausmaß in Prämolarenbreiten und prozentuale (%) Häufigkeit in der asymmetrischen und symmetrischen Patientengruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Eckzahnrelation).

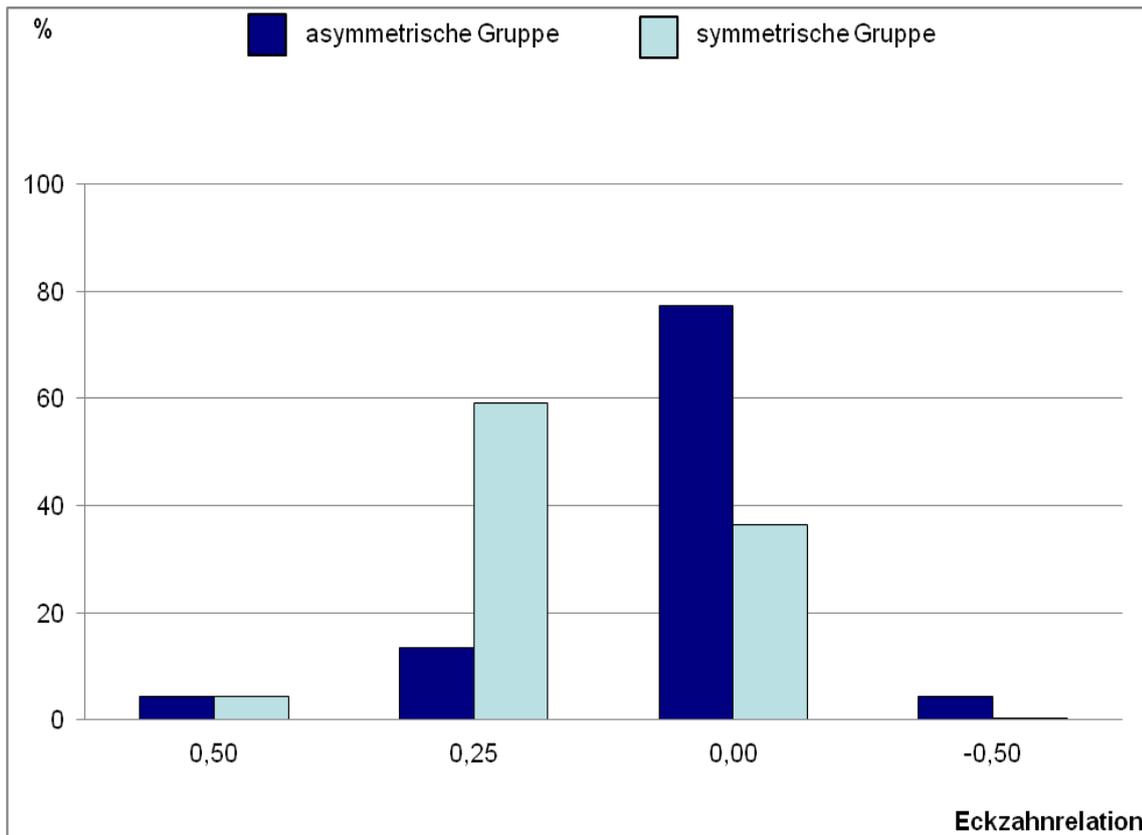


Abb. 5-28 Eckzahnrelation links zum Zeitpunkt T4: Ausmaß in Prämolarenbreiten und prozentuale (%) Häufigkeit in der asymmetrischen und symmetrischen Patientengruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Eckzahnrelation).

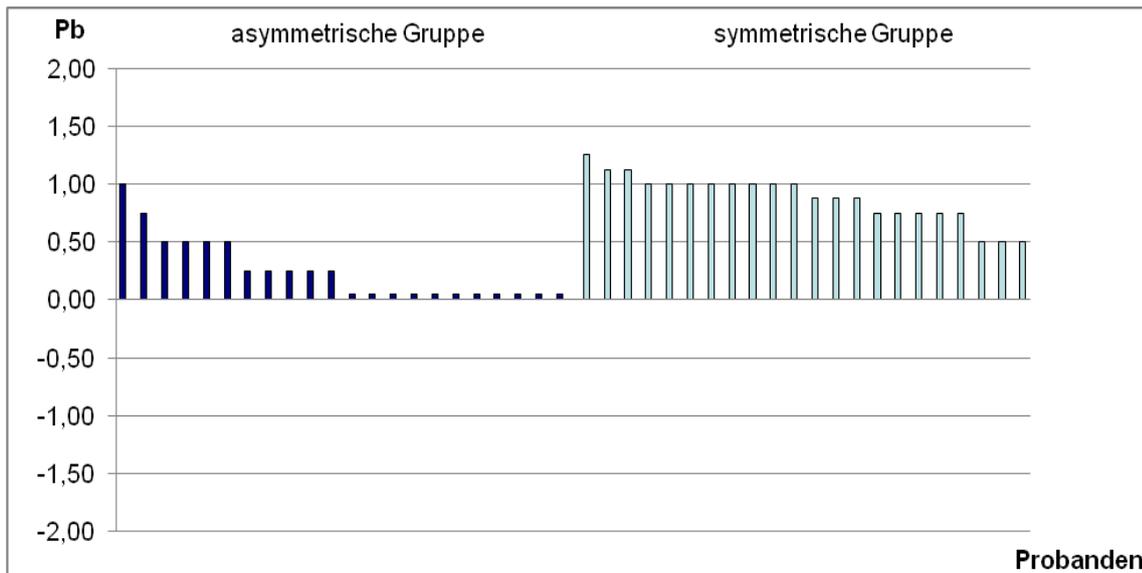


Abb. 5-29 Eckzahnrelation links zum Zeitpunkt T1: Individuelles Ausmaß in Prämolarenbreiten (Pb) aller Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Molarenrelation).

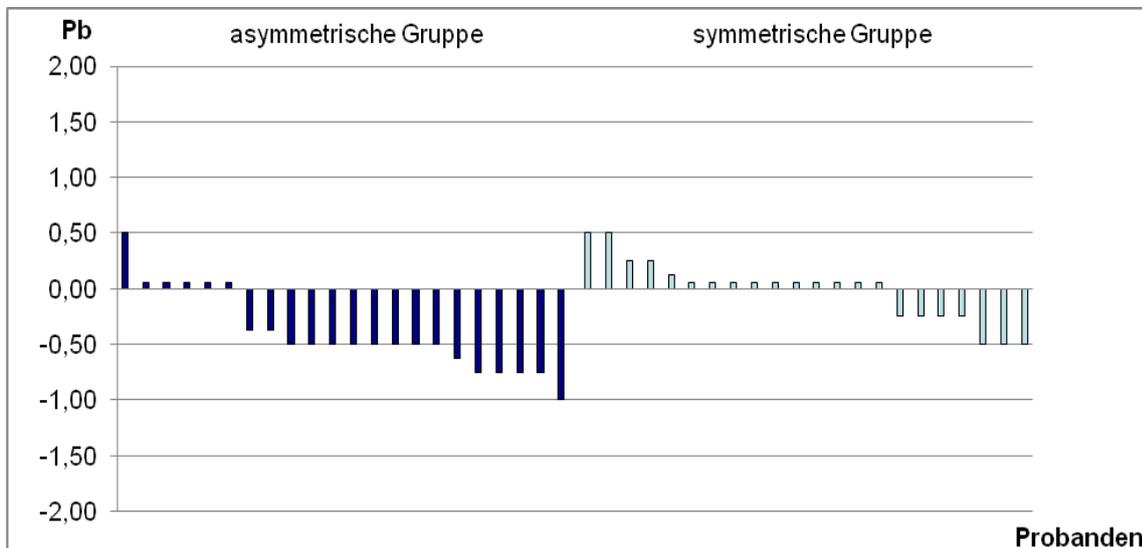


Abb. 5-30 Eckzahnrelation links zum Zeitpunkt T2: Individuelles Ausmaß in Prämolarenbreiten (Pb) aller Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Molarenrelation).

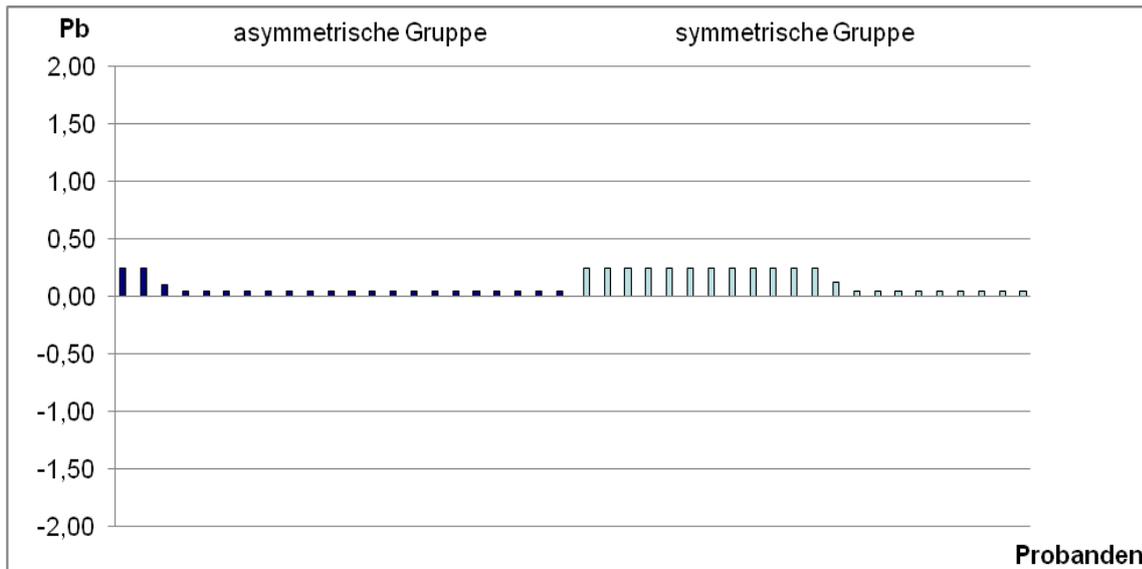


Abb. 5-31 Eckzahnrelation links zum Zeitpunkt T3: Individuelles Ausmaß in Prämolarenbreiten (Pb) aller Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Molarenrelation).

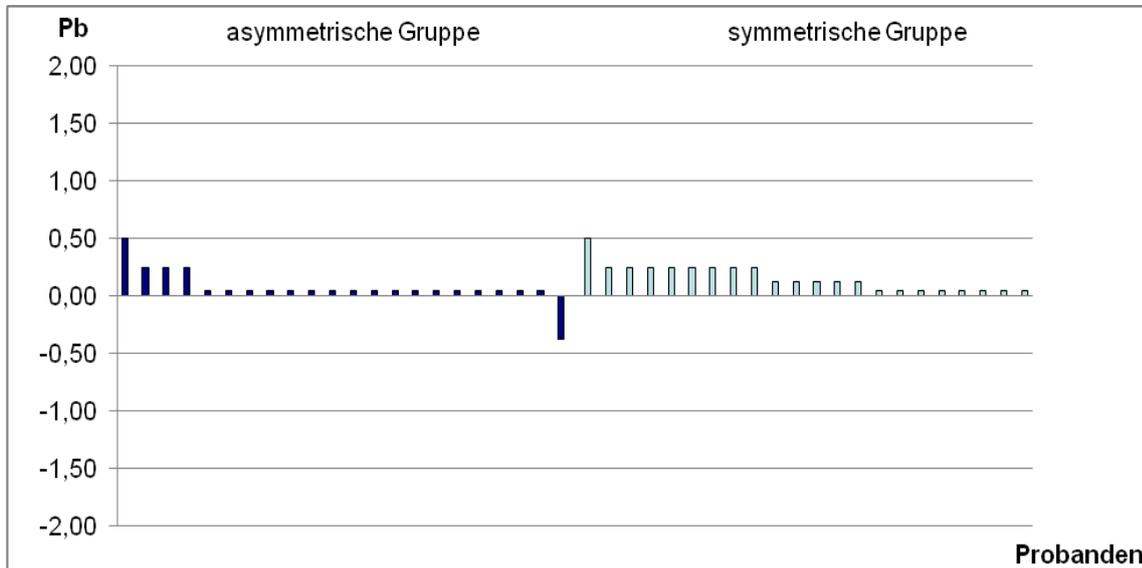


Abb. 5-32 Eckzahnrelation links zum Zeitpunkt T4: Individuelles Ausmaß in Prämolarenbreiten (Pb) aller Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe (positive Werte entsprechen einer distalen Molarenrelation).

5.5 Overjet

Zum Zeitpunkt T1 zeigte sich in der asymmetrischen Gruppe ein vergrößerter Overjet mit einem Mittelwert von 6,3 mm (SD = 2,08). In der symmetrischen Gruppe war dieser Wert mit 8,0 mm (SD = 2,51) etwas größer. Es bestand jedoch kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$).

Zum Zeitpunkt T2 konnte in der asymmetrischen Gruppe ein durch Überkorrektur hervorgerufener frontaler Kreuzbiss mit einem Mittelwert des Overjet von -1,6 mm (SD = 1,80) gemessen werden. In der symmetrischen Gruppe zeigte sich dagegen eine Kopfbissstellung mit einem Mittelwert des Overjet von 0,0 mm (SD = 2,19). Es bestand daher ein geringgradiger Unterschied zwischen den Gruppen ($p < 0,05$).

Zum Zeitpunkt T3 war in der asymmetrischen Gruppe ein im Hinblick auf die vorangegangene Überkorrektur normalisierter Overjet mit einem Mittelwert von 2,7 mm (SD = 0,69) feststellbar. In der symmetrischen Gruppe war der Mittelwert etwas geringer und wies 2,3 mm (SD = 0,79) auf. Es bestand jedoch kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$).

Zum Zeitpunkt T4 konnte in der asymmetrischen Gruppe ein Overjet mit einem Mittelwert von 3,0 mm (SD = 0,85) gemessen werden. In der symmetrischen Gruppe betrug dieser Wert 3,2 mm (SD = 1,17). Es bestand kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$).

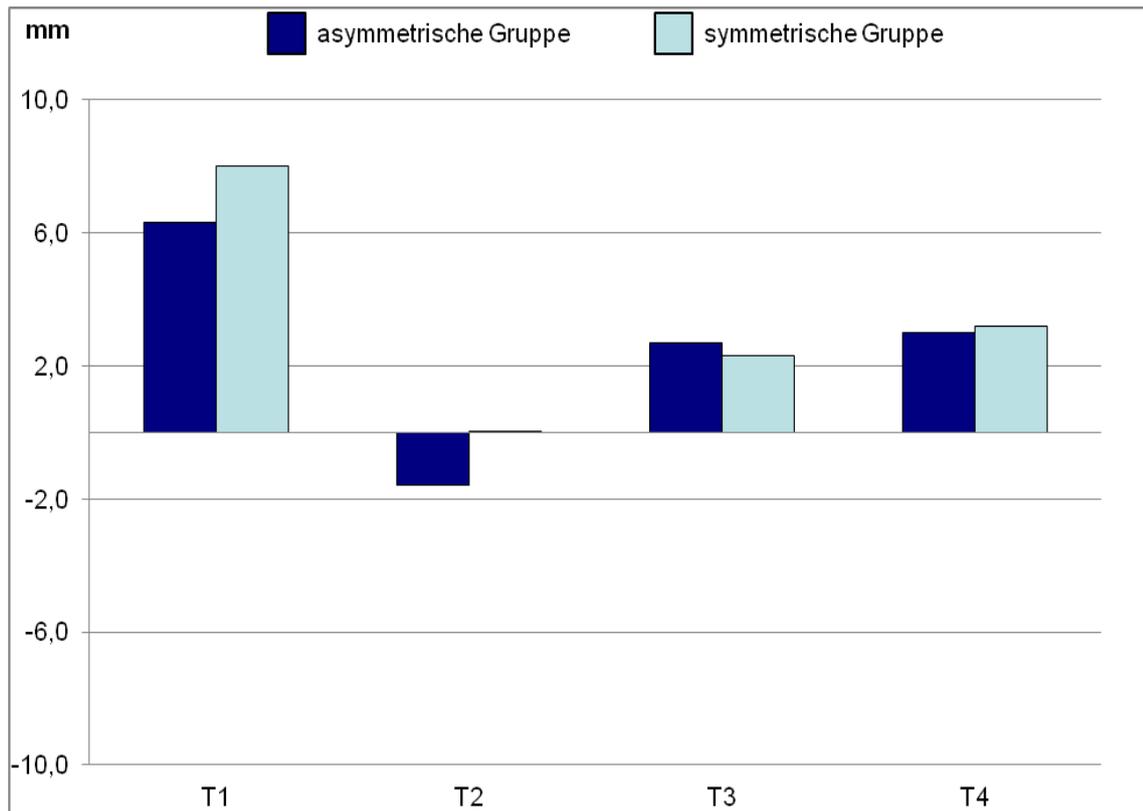


Abb. 5-33 Overjet in mm zu den Zeitpunkten T1-T4: Ausmaß und Verteilung in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Patientengruppe (Positive Werte entsprechen einem normalem/vergrößertem Overjet, negative Werte einem frontalen Kreuzbiss).

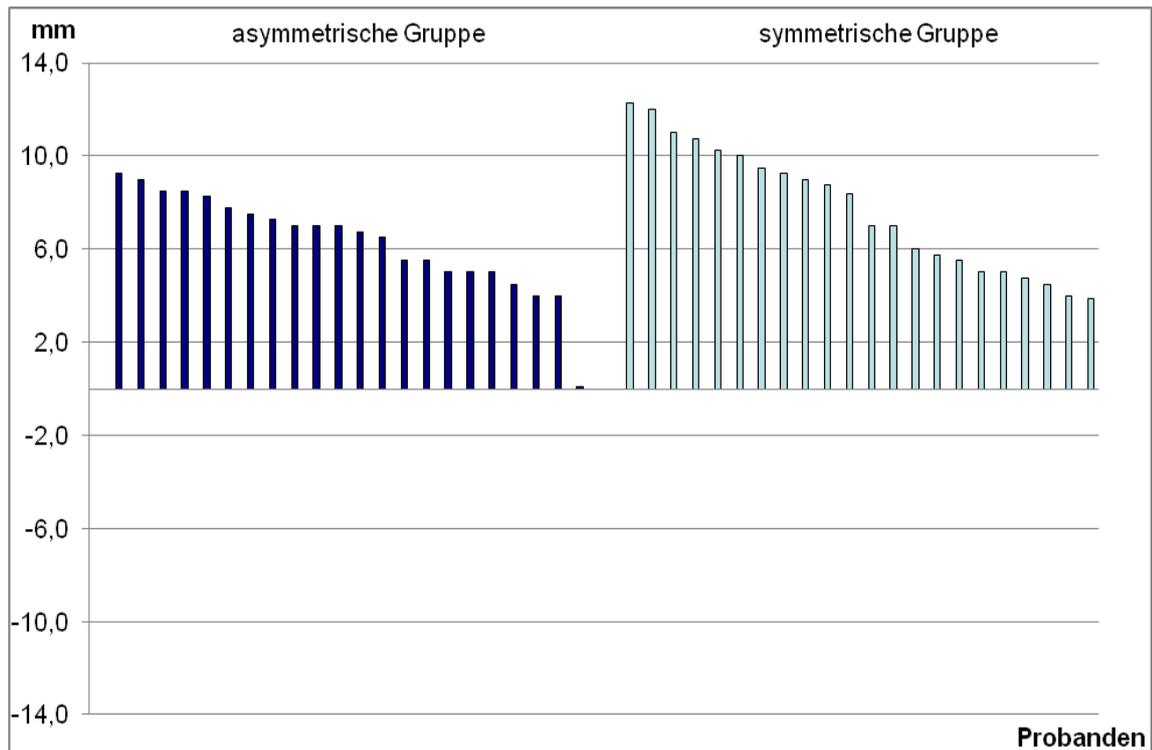


Abb. 5-34 Overjet in mm zum Zeitpunkt T1: Ausmaß und Verteilung für alle Patienten in der asymmetrischen und symmetrischen Gruppe (Positive Werte entsprechen einem normalem/vergrößertem Overjet, negative Werte einem frontalen Kreuzbiss).

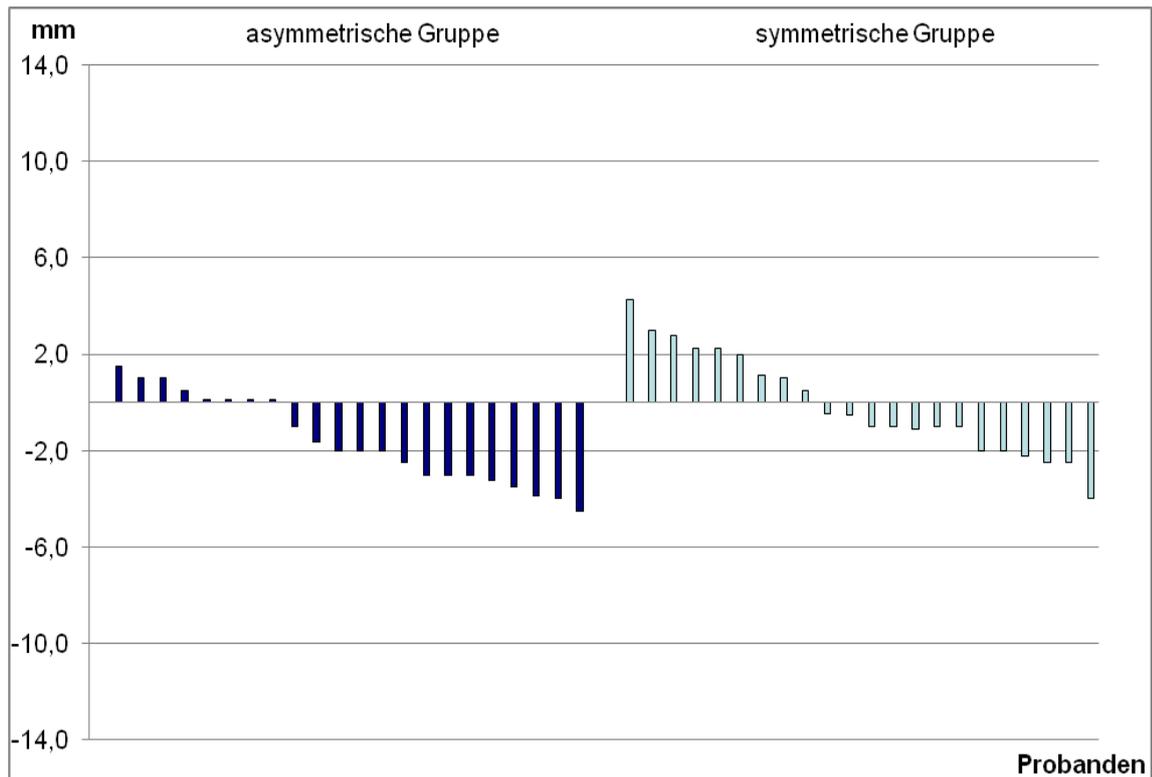


Abb. 5-35 Overjet in mm zum Zeitpunkt T2: Ausmaß und Verteilung für alle Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe (Positive Werte entsprechen einem normalem/vergrößertem Overjet, negative Werte einem frontalen Kreuzbiss).

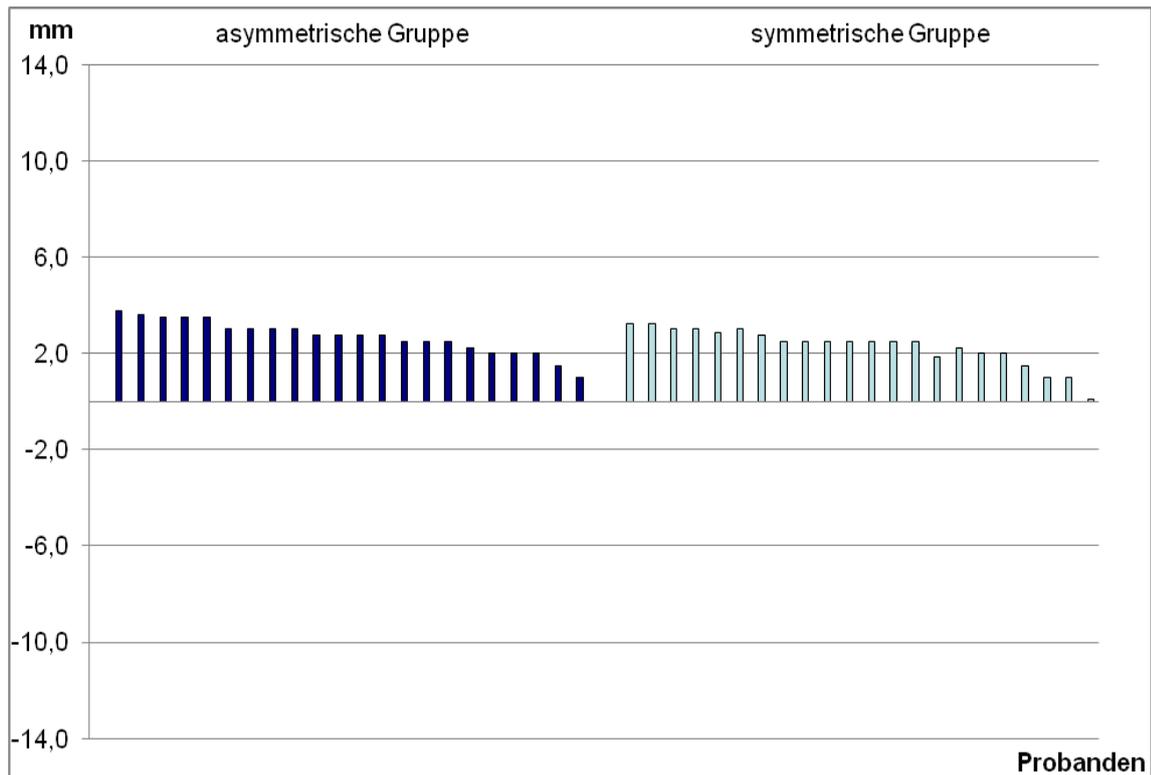


Abb. 5-36 Overjet in mm zum Zeitpunkt T3: Individuelles Ausmaß und Verteilung für alle Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) (Positive Werte entsprechen einem normalem/vergrößertem Overjet, negative Werte einem frontalen Kreuzbiss).

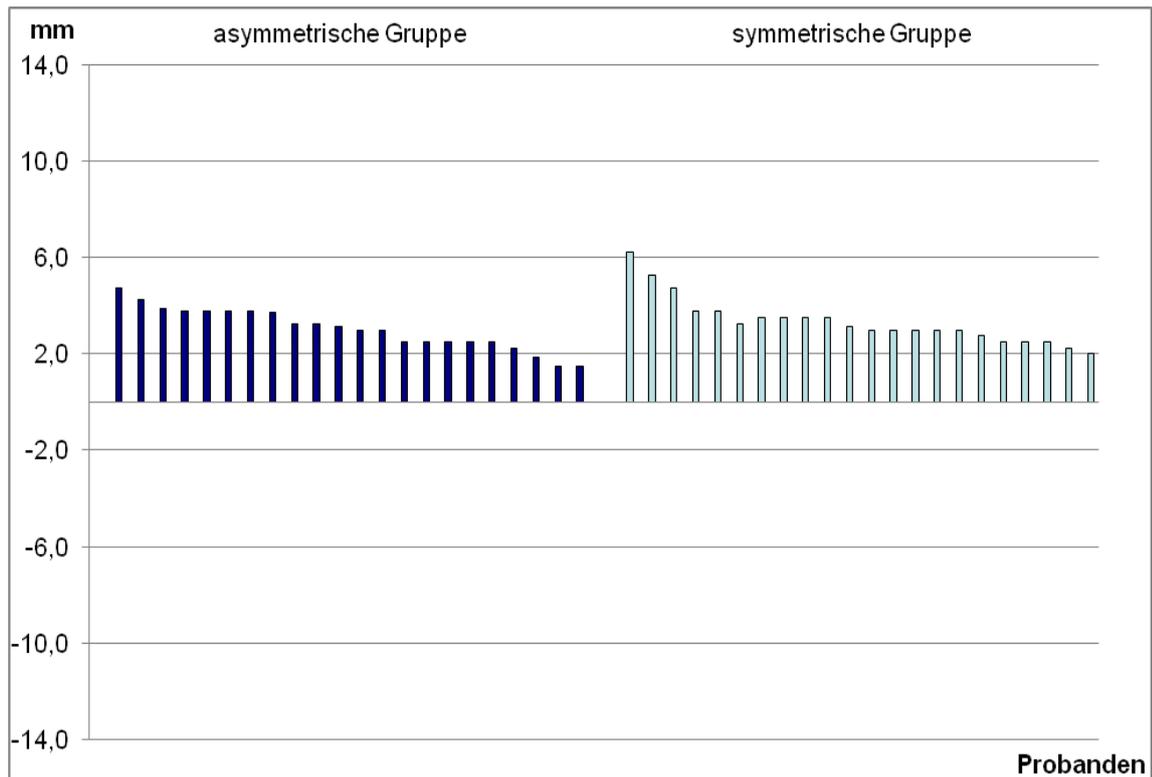


Abb. 5-37 Overjet in mm zum Zeitpunkt T4: Individuelles Ausmaß und Verteilung für alle Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe (Positive Werte entsprechen einem normalem/vergrößertem Overjet, negative Werte einem frontalen Kreuzbiss).

5.6 Mittellinienverschiebung

Die Verteilung der Mittellinienverschiebung zur rechten bzw. linken Seite ist in Abb. 5-38 und 5-45 dargestellt.

Da die Verteilung in der symmetrischen Gruppe zwar nahezu ausgeglichen ($n = 5$ rechts / $n = 7$ links) war, in der asymmetrischen Gruppe jedoch mehrheitlich ($n = 20$ rechts / $n = 2$ links) zur rechten Seite (Seite der Distalokklusion bzw. der stärker ausgeprägten Distalokklusion) verschoben war, erfolgte eine getrennte Auswertung nach Seiten.

5.6.1 Mittellinienverschiebung rechts

Zum Zeitpunkt T1 konnte in der asymmetrischen Gruppe bei 20 der 22 Patienten eine Mittellinienverschiebung nach rechts mit einem Mittelwert von 1,7 mm (SD = 1,12) gemessen werden. In der symmetrischen Gruppe war die Mittellinienverschiebung deutlich geringer ausgeprägt und es zeigte sich ein Wert von 0,3 mm (SD = 0,57). Es bestand daher ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen ($p < 0,001$).

Zum Zeitpunkt T2 zeigte sich in der asymmetrischen Gruppe ein Mittelwert von 1,0 mm (SD = 1,16). In der symmetrischen Gruppe zeigte sich ein geringerer Wert von 0,5 mm (SD = 0,78). Es bestand jedoch kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$).

Zum Zeitpunkt T3 betrug die Mittellinienverschiebung in beiden Gruppen durchschnittlich 0,4 mm (SD = 0,70). Es bestand kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$).

Zum Zeitpunkt T4 war in der asymmetrischen Gruppe ein Mittelwert von 0,6 mm (SD = 0,97) feststellbar. In der symmetrischen Gruppe betrug dieser Wert 0,3 mm (SD = 0,61). Es bestand kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$).

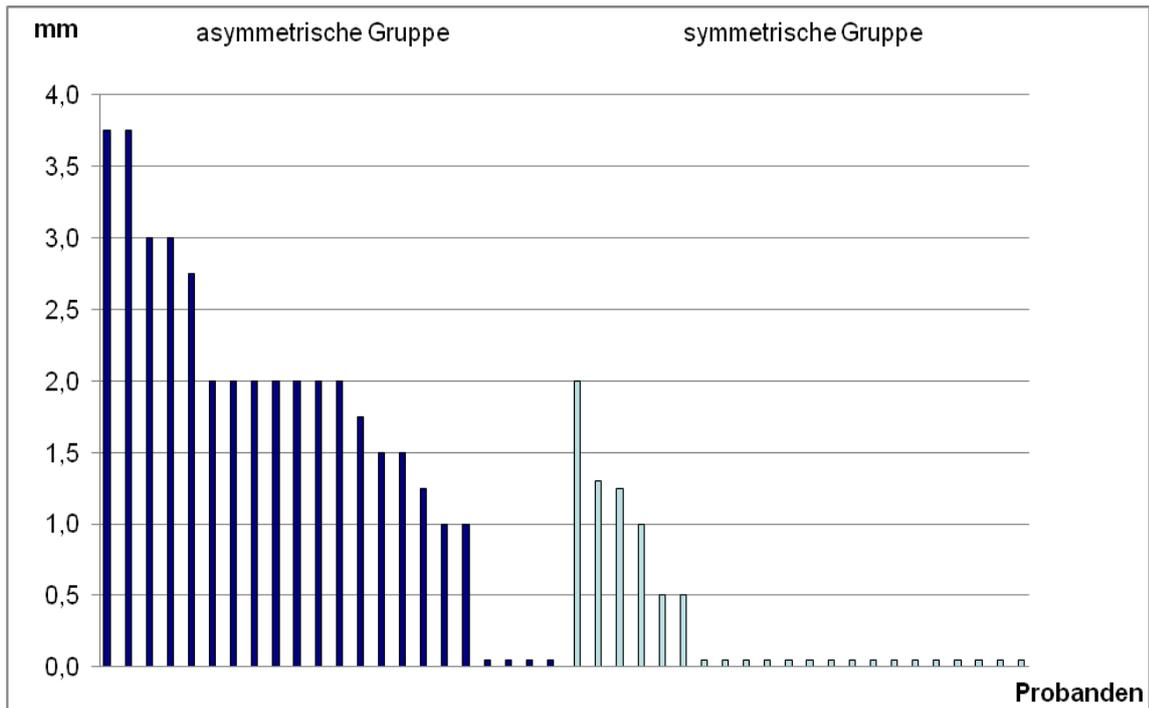


Abb. 5-38 Mittellinienverschiebung rechts in mm zum Zeitpunkt T1: Ausmaß und Verteilung für alle Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe.

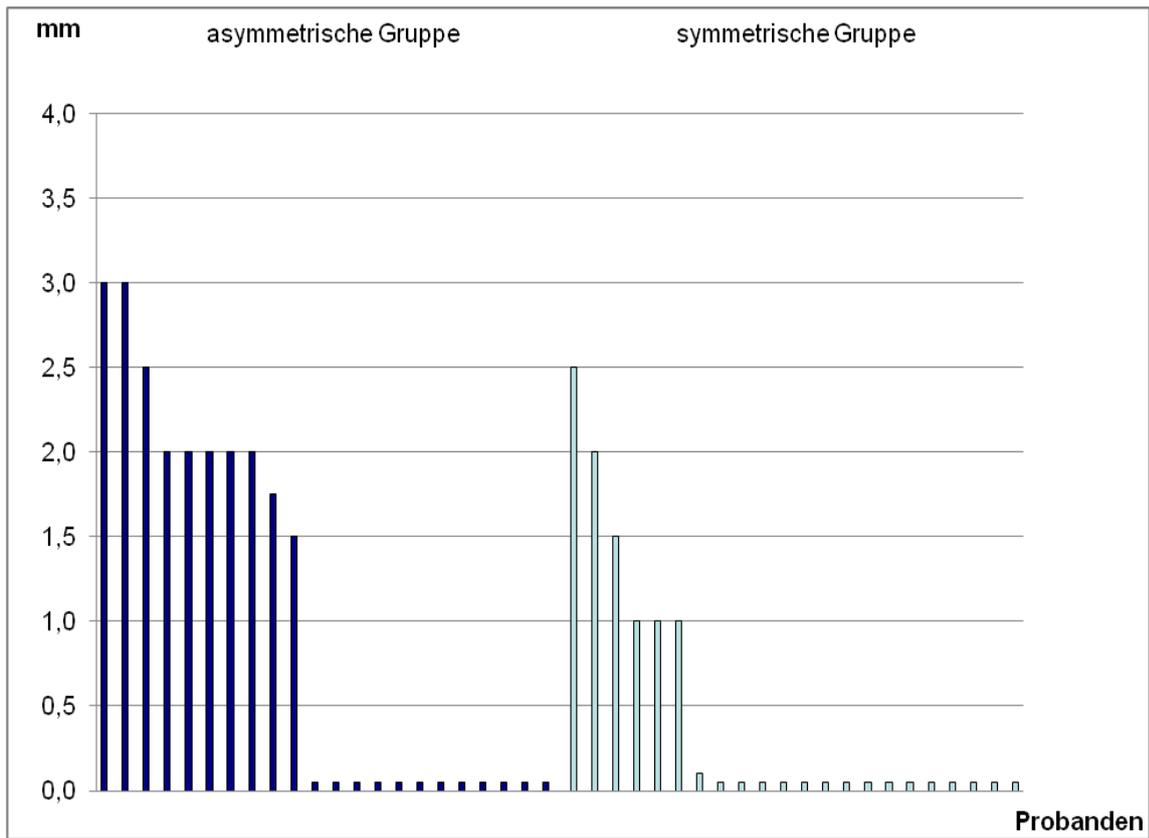


Abb. 5-39 Mittellinienverschiebung rechts in mm zum Zeitpunkt T2: Ausmaß und Verteilung für alle Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe.

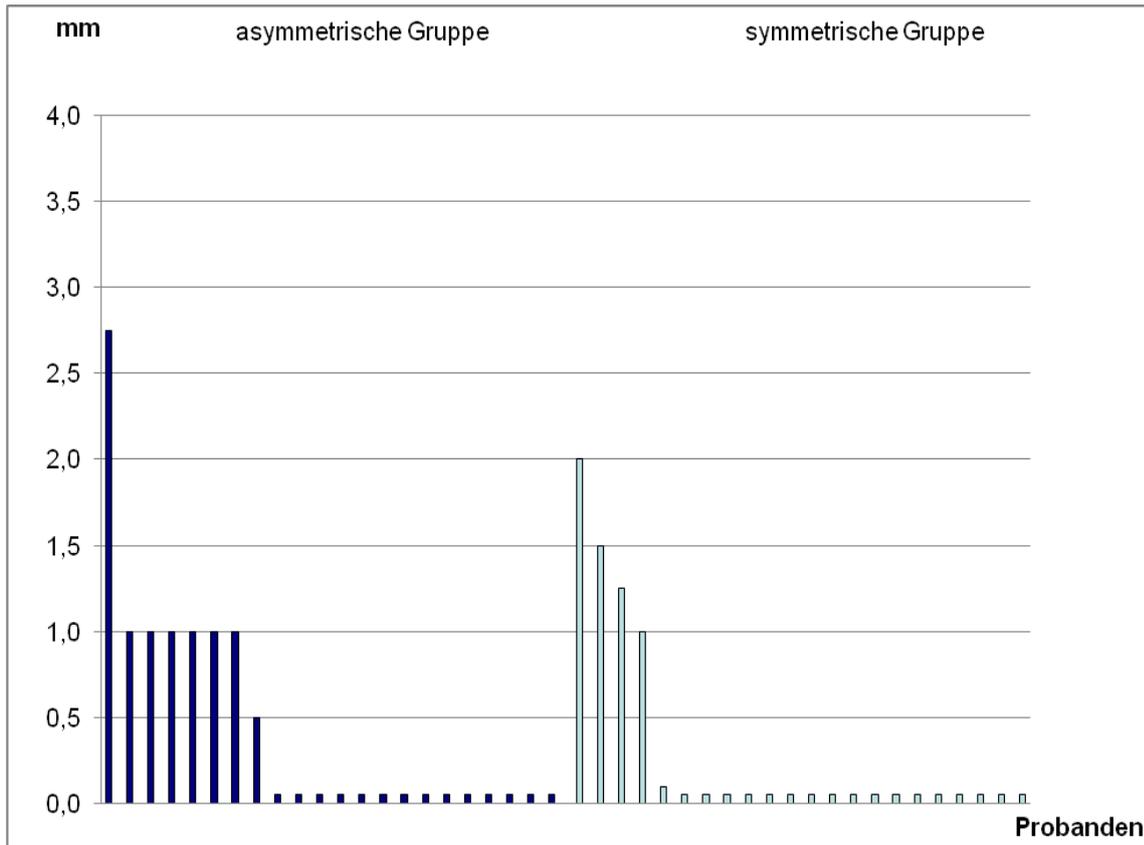


Abb. 5-40 Mittellinienverschiebung rechts in mm zum Zeitpunkt T3: Ausmaß und Verteilung für alle Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe.

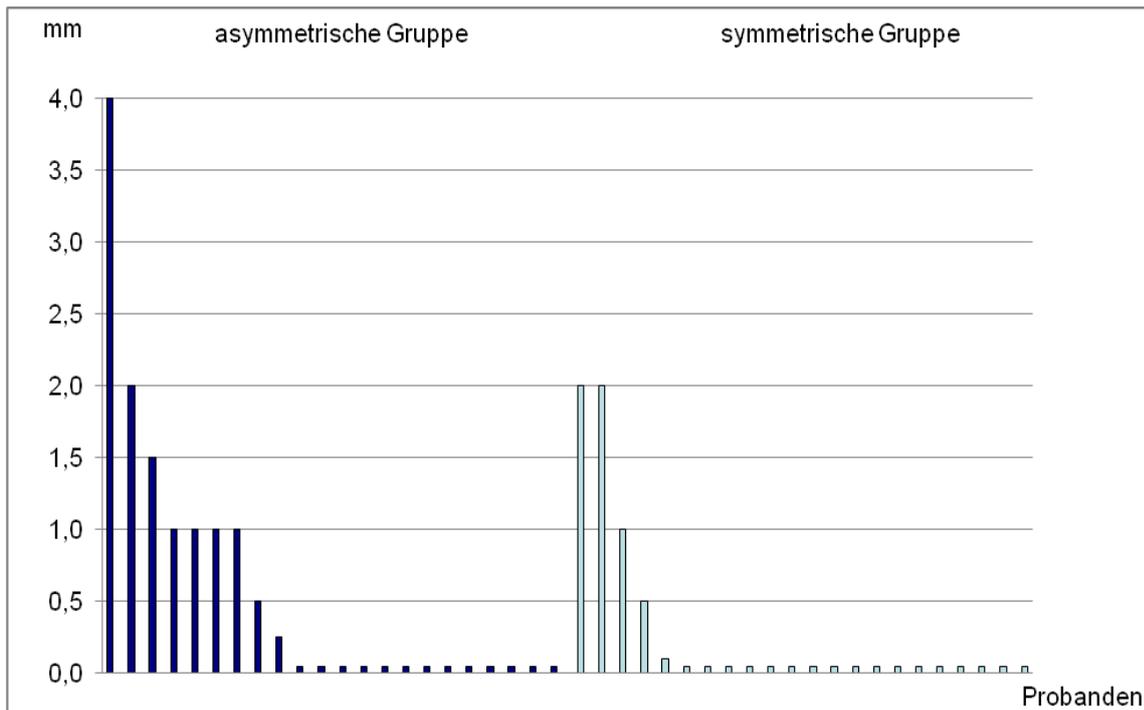


Abb. 5-41 Mittellinienverschiebung rechts in mm zum Zeitpunkt T4: Ausmaß und Verteilung für alle Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe.

5.6.2 Mittellinienverschiebung links

Zum Zeitpunkt T1 zeigte sich in der asymmetrischen Gruppe eine geringe Mittellinienverschiebung nach links mit einem Mittelwert von 0,2 mm (SD = 0,58). In der symmetrischen Gruppe war ebenfalls ein geringer Mittelwert von 0,5 mm (SD = 0,89) feststellbar. Es bestand dennoch ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen ($p < 0,001$).

Zum Zeitpunkt T2 konnte in der asymmetrischen Gruppe ein Mittelwert von 0,4 mm (SD = 0,83) gemessen werden. In der symmetrischen Gruppe betrug dieser Wert durchschnittlich 0,5 mm (SD = 0,90). Es bestand kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$).

Zum Zeitpunkt T3 war in der asymmetrischen Gruppe keine Mittellinienverschiebung feststellbar. In der symmetrischen Gruppe zeigte sich ein geringer Mittelwert von 0,3 mm (SD = 0,53). Es bestand kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$).

Zum Zeitpunkt T4 zeigte sich in beiden Gruppen ein Mittelwert von 0,3 mm (SD = 0,70). Es bestand kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$).

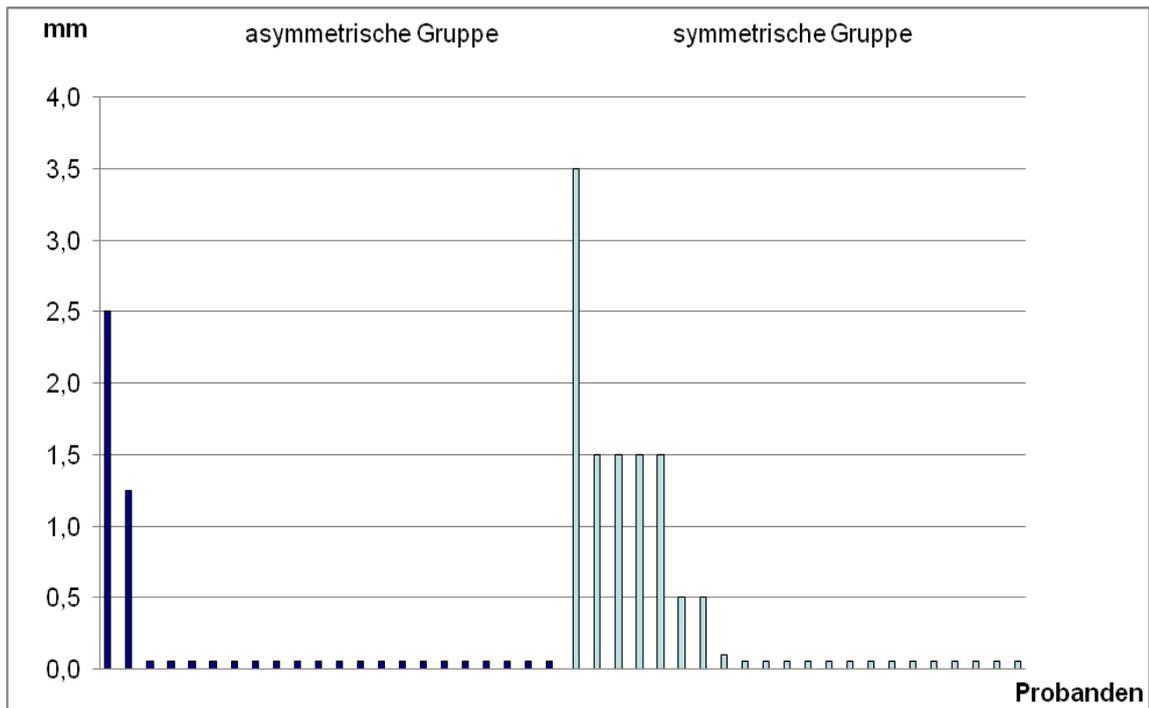


Abb. 5-42 Mittellinienverschiebung links in mm zum Zeitpunkt T1: Ausmaß und Verteilung für alle Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe.

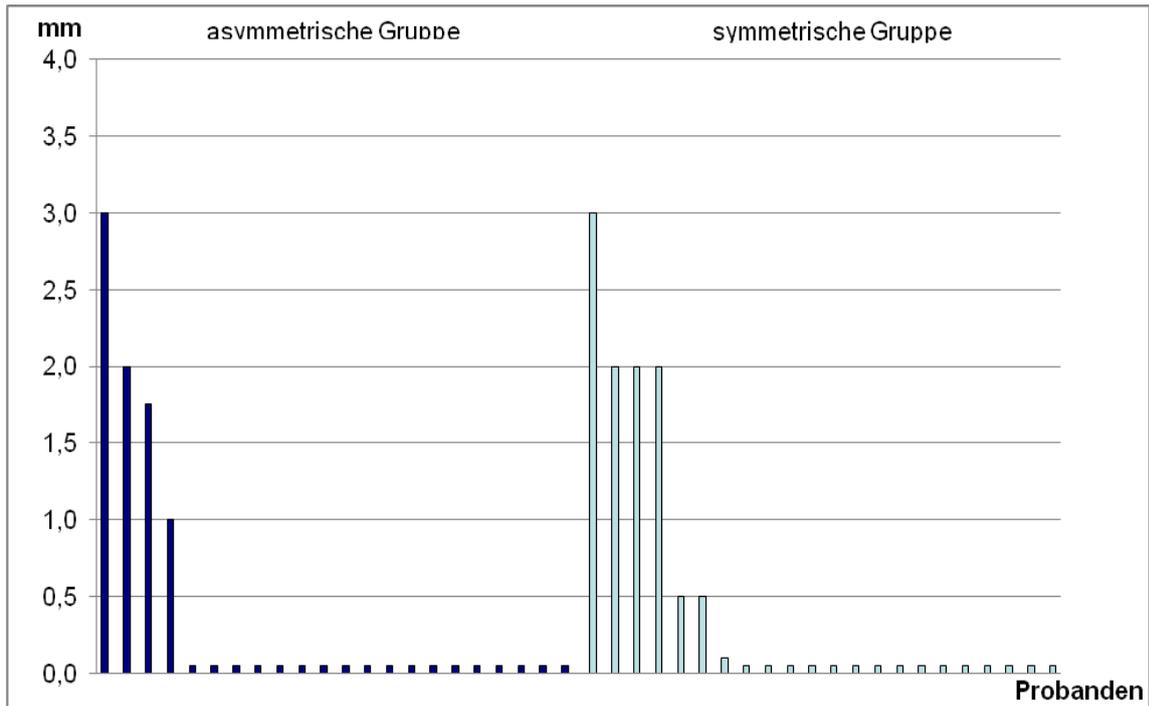


Abb. 5-43 Mittellinierverschiebung links in mm zum Zeitpunkt T2: Ausmaß und Verteilung für alle Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe.

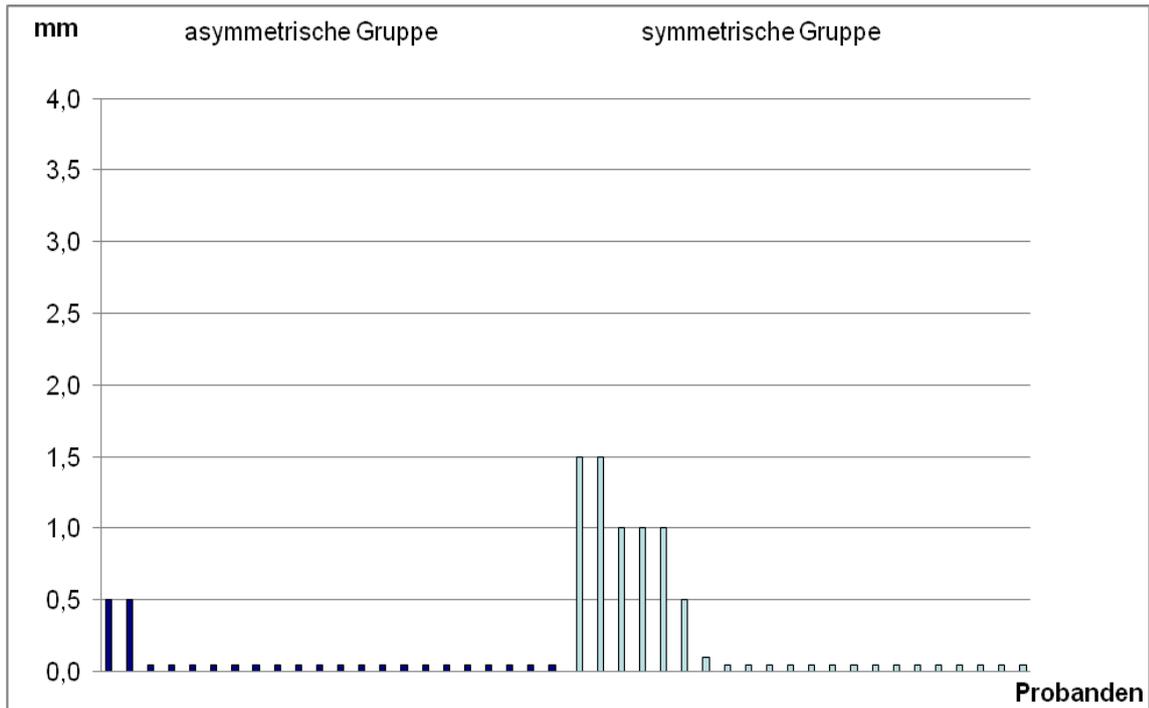


Abb. 5-44 Mittellinienverschiebung links in mm zum Zeitpunkt T3: Ausmaß und Verteilung für alle Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe.

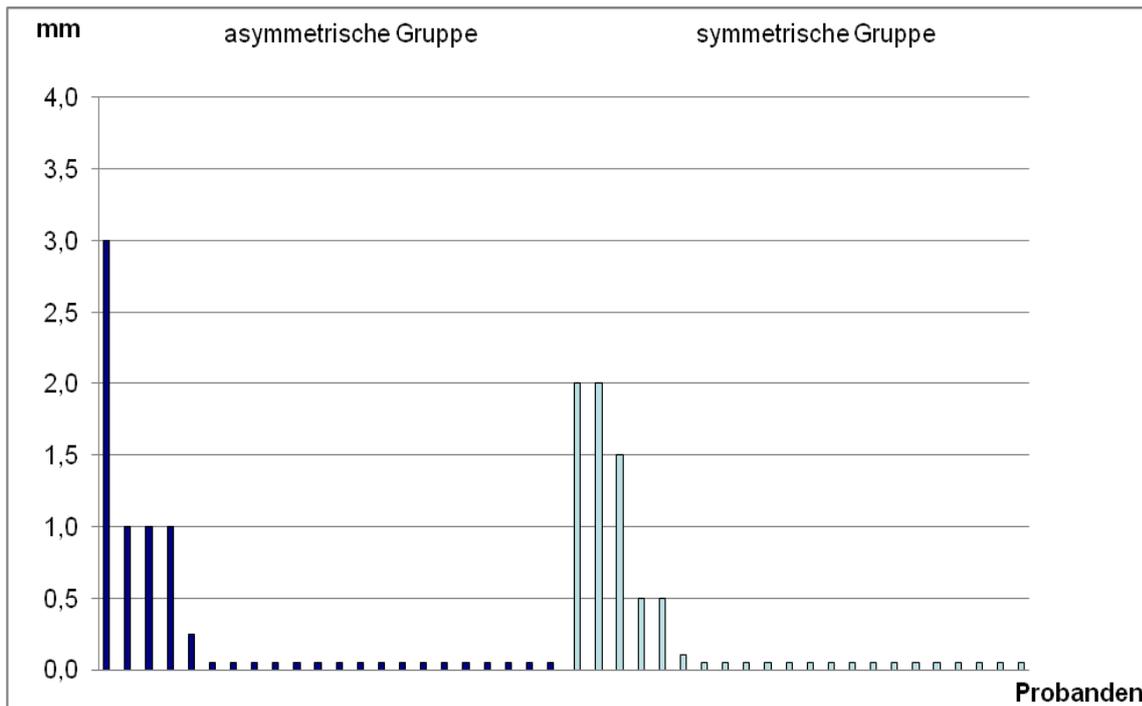


Abb. 5-45 Mittellinierverschiebung links in mm zum Zeitpunkt T4: Ausmaß und Verteilung für alle Patienten in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 22) Gruppe.

5.7 Winkel zwischen Bipupillarlinie und Cheilionlinie

Für die Auswertung der gesichtsmorphologischen Merkmale stand ein Großteil der Fotodokumente zur Verfügung. In der asymmetrischen Gruppe fehlten bei 2 Patienten die Fotos des Zeitpunktes T4. In der symmetrischen Gruppe fehlte bei einem Patienten die Aufnahme des Zeitpunktes T1 und bei einem anderen die des Zeitpunktes T4. Diese fehlenden Fotos wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

Die Mehrzahl der Patienten konnte zum Zeitpunkt T1 sowohl in der asymmetrischen als auch in der symmetrischen Gruppe bezüglich des Winkels zwischen der Bipupillarlinie und der Cheilionlinie als symmetrisch eingestuft werden (> 50 %). Dennoch wiesen in der asymmetrischen Gruppe fast doppelt so viele Patienten (n = 9, > 40 %) wie in der symmetrischen Gruppe (n = 5, > 20 %) eine Asymmetrie auf. Der durchschnittliche Winkel betrug in der asymmetrischen Gruppe 1,1° und in der symmetrischen Gruppe 0,9°. Es zeigten sich zum Zeitpunkt T1 folgende Messwerte:

Tab. 5-7-1 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit der klinisch relevanten Winkelveränderungen in Grad (°) in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 21) Gruppe zum Zeitpunkt T1.

Winkel	Asymmetrische Gruppe		Symmetrische Gruppe	
	Patientenanzahl	%	Patientenanzahl	%
+/- 1°	13	59,1	16	76,2
> +/- 1°	9	40,9	5	23,8

Es bestand kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$).

Auch zum Zeitpunkt T4 zeigte die Mehrheit der Patienten beider Gruppen für diesen Winkel eine Symmetrie (> 65 %). Der durchschnittliche Winkel betrug in der asymmetrischen Gruppe 1,0° und in der symmetrischen Gruppe 0,8°. Es zeigten sich folgende Messwerte:

Tab. 5-7-2 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit klinisch relevanter Winkelveränderungen in Grad (°) in der asymmetrischen (n = 20) und symmetrischen (n = 21) Gruppe zum Zeitpunkt T4.

Winkel	Asymmetrische Gruppe		Symmetrische Gruppe	
	Patientenanzahl	%	Patientenanzahl	%
+/- 1°	13	65,0	18	85,7
> +/- 1°	7	35,0	3	14,3

Es bestand kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$).

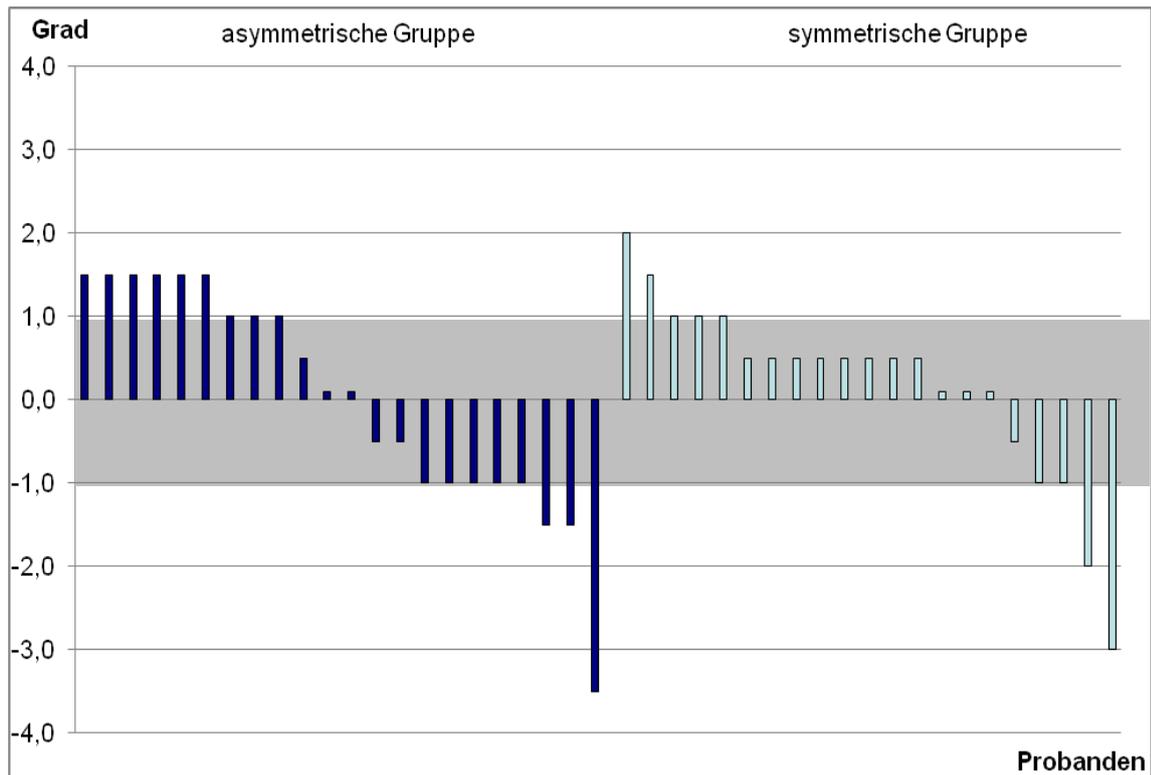


Abb. 5-46 Winkel zwischen Bipupillarlinie und Cheilionlinie zum Zeitpunkt T1: Individuelle Messwerte aller Patienten in der asymmetrischen und symmetrischen Gruppe. Der als klinisch irrelevant definierte Asymmetriegrad ist grau hinterlegt.

Positive Werte entsprechen einer Verschiebung zur linken Gesichtsseite (wurde in der asymmetrischen Patientengruppe als die Seite der Neutralokklusion bzw. geringer ausgeprägten Distalokklusion definiert); negative Werte entsprechen einer Verschiebung zur rechten Gesichtsseite (wurde in der asymmetrischen Patientengruppe als die Seite der Distalokklusion bzw. der stärker ausgeprägten Distalokklusion definiert).

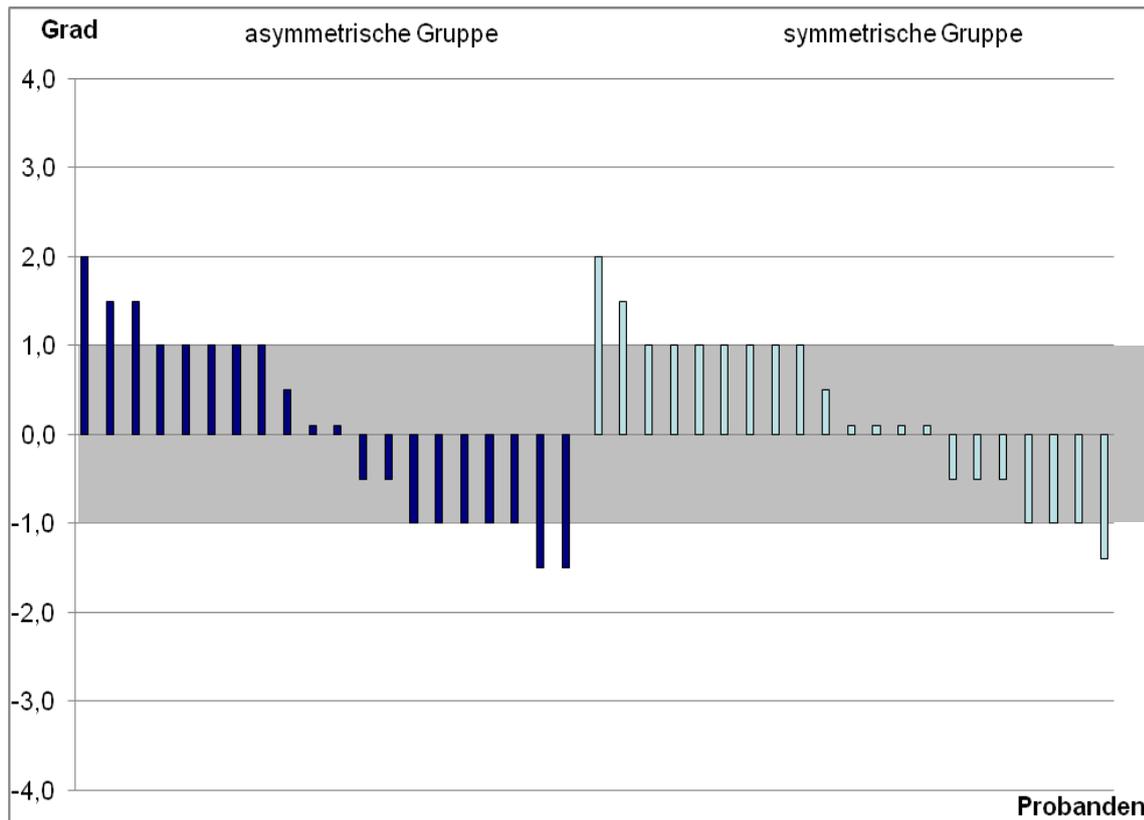


Abb. 5-47 Winkel zwischen Bipupillarlinie und Cheilionlinie zum Zeitpunkt T4: Individuelle Messwerte aller Patienten in der asymmetrischen und symmetrischen Gruppe. Der als klinisch irrelevant definierte Asymmetriegrad ist grau hinterlegt.

Positive Werte entsprechen einer Verschiebung zur linken Gesichtsseite (wurde in der asymmetrischen Patientengruppe als die Seite der Neutralokklusion bzw. geringer ausgeprägten Distalokklusion definiert); negative Werte entsprechen einer Verschiebung zur rechten Gesichtsseite (wurde in der asymmetrischen Patientengruppe als die Seite der Distalokklusion bzw. der stärker ausgeprägten Distalokklusion definiert).

5.8 Winkel zwischen Bipupillarlinie perpendicular und Verbindungslinie Subnasale-Weichteilmenton

Für die Auswertung der gesichtsmorphologischen Merkmale stand ein Großteil der Fotodokumente zur Verfügung. Die Mehrzahl der Patienten beider Gruppen konnte bezüglich des Winkels zwischen Bipupillarlinie perpendicular und der Verbindungslinie Subnasale-Weichteilmenton als symmetrisch eingestuft werden (> 65 %). In der asymmetrischen Gruppe zeigten prätherapeutisch wider Erwarten weniger Patienten (n = 5, 22,7 %) eine Asymmetrie als in der symmetrischen Gruppe (n = 7, 33,3 %). Der durchschnittliche Winkel betrug in der asymmetrischen Gruppe 0,8° und in der symmetrischen Gruppe 1,0°.

Im Einzelnen zeigten sich zum Zeitpunkt T1 folgende Messwerte für den Winkel zwischen Bipupillarlinie perpendicular und der Verbindungslinie Subnasale-Weichteilmenton:

Tab. 5-8-1 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit der klinisch relevanten Winkelveränderungen in Grad (°) in der asymmetrischen (n = 22) und symmetrischen (n = 21) Gruppe zum Zeitpunkt T1.

Winkel	Asymmetrische Gruppe		Symmetrische Gruppe	
	Patientenanzahl	%	Patientenanzahl	%
+/- 1°	17	77,3	14	66,7
> +/- 1°	5	22,7	7	33,3

Es bestand kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$).

Auch zum Zeitpunkt T4 zeigte die Mehrheit der Patienten beider Gruppen (> 70 %) für diesen Winkel eine Symmetrie. Jedoch wiesen in der symmetrischen Gruppe doppelt so viele Patienten (n = 6, 28,6 %) eine Asymmetrie auf wie in der asymmetrischen Gruppe (n = 3, 15 %). Der durchschnittliche Winkel betrug in der asymmetrischen Gruppe 0,7° und in der symmetrischen Gruppe 0,8°. Es zeigten sich folgende Messwerte:

Tab. 5-8-2 Absolute und prozentuale (%) Häufigkeit der klinisch relevanten Winkelveränderungen in Grad (°) in der asymmetrischen (n = 20) und symmetrischen (n = 21) Gruppe zum Zeitpunkt T4.

Winkel	Asymmetrische Gruppe		Symmetrische Gruppe	
	Patientenanzahl	%	Patientenanzahl	%
+/- 1°	17	85,0	15	71,4
> +/- 1°	3	15,0	6	28,6

Es bestand kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$).

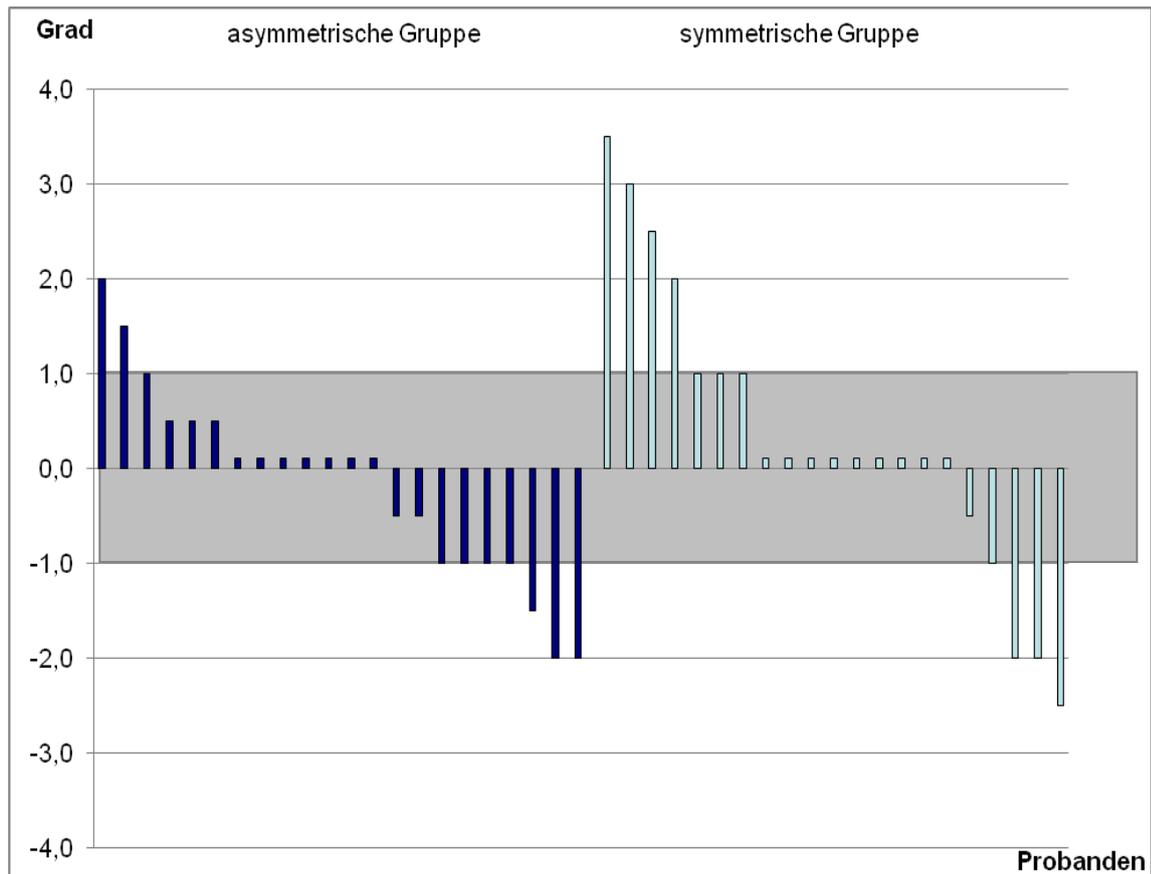


Abb. 5-48 Winkel zwischen Bipupillarlinie perpendicular und der Verbindungslinie Subnasale-Weichteilmenton zum Zeitpunkt T1: Individuelle Messwerte aller Patienten in der asymmetrischen und symmetrischen Gruppe. Der als klinisch irrelevant definierte Asymmetriegrad ist grau hinterlegt.

Positive Werte entsprechen einer Verschiebung zur linken Gesichtsseite (wurde in der asymmetrischen Patientengruppe als die Seite der Neutralokklusion bzw. geringer ausgeprägten Distalokklusion definiert); negative Werte entsprechen einer Verschiebung zur rechten Gesichtsseite (wurde in der asymmetrischen Patientengruppe als die Seite der Distalokklusion bzw. der stärker ausgeprägten Distalokklusion definiert).

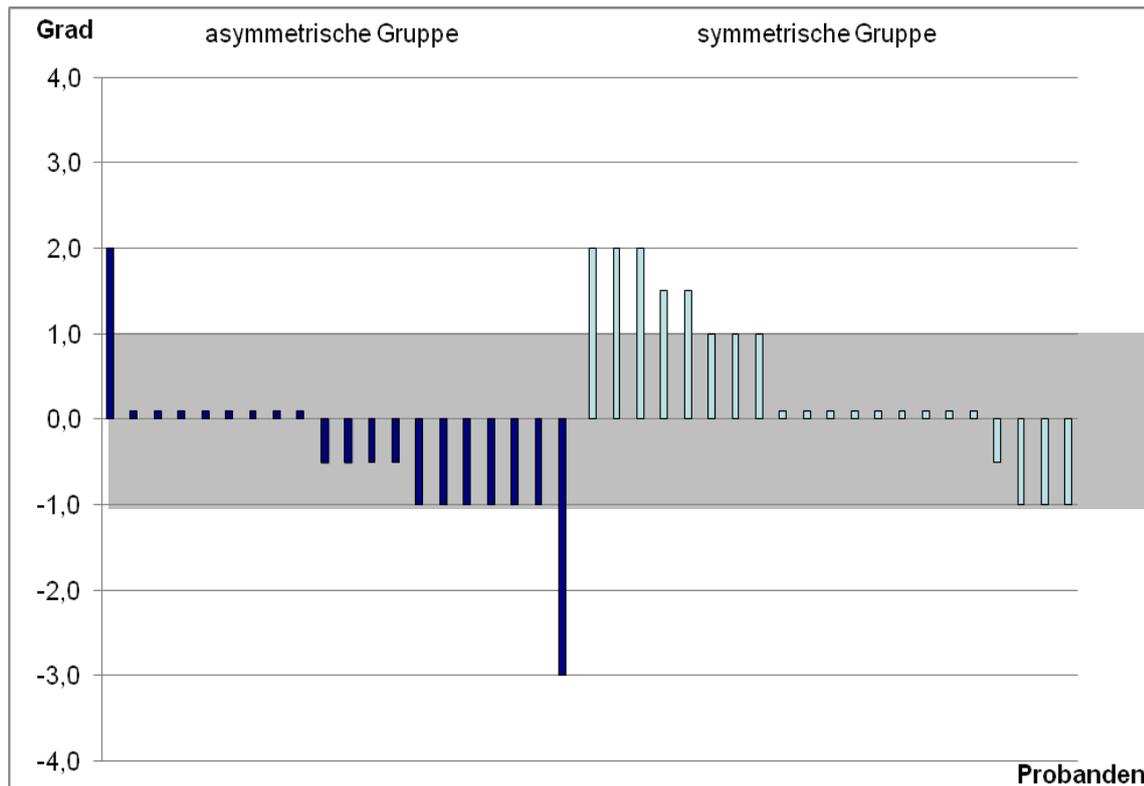


Abb. 5-49 Winkel zwischen Bipupillarlinie perpendicular und der Verbindungslinie Subnasale-Weichteilmenton zum Zeitpunkt T4: Individuelle Messwerte aller Patienten in der asymmetrischen und symmetrischen Gruppe. Der als klinisch irrelevant definierte Asymmetriegrad ist grau hinterlegt.

Positive Werte entsprechen einer Verschiebung zur linken Gesichtsseite (wurde in der asymmetrischen Patientengruppe als die Seite der Neutralokklusion bzw. geringer ausgeprägten Distalokklusion definiert); negative Werte entsprechen einer Verschiebung zur rechten Gesichtsseite (wurde in der asymmetrischen Patientengruppe als die Seite der Distalokklusion bzw. der stärker ausgeprägten Distalokklusion definiert).

6 Diskussion

Die vorliegende Arbeit stellt eine systematische Untersuchung zur asymmetrischen Unterkiefervorverlagerung mit der Herbst-Apparatur hinsichtlich der therapeutischen und posttherapeutischen Effekte dar.

Zwar gibt es zur Therapie asymmetrischer Unterkieferrücklagen im Allgemeinen einige Veröffentlichungen der Evidenzgrade 4 und 5, in denen über die Schwierigkeiten der Behandlung dieser Malokklusion berichtet wird (ALAVI et al. 1988, AZEVEDO et al. 2006, DAVID 2005, JÄGER et al. 1993, KURT et al. 2008, ROSE et al. 1994, SHROFF et al. 1997, UYSAL et al. 2009, WERTZ 1975, PALACIOS et al. 2007), doch fehlen systematische Untersuchungen, die dies bestätigen würden. Ferner fehlen in der Literatur Studien zur funktionskieferorthopädischen Therapie dieser Dysgnathie.

Das Ziel dieser Arbeit war es daher, die bereits seit langem etablierte Methode der Unterkiefervorverlagerung mit der Herbst-Apparatur (PANCHERZ 1981, 1985, 1989, 1991, 1994; PANCHERZ und ANEHUS-PANCHERZ 1980, 1993; PANCHERZ und FACKEL 1989; PANCHERZ und HÄGG 1985; PANCHERZ und HANSEN 1986, 1988; PANCHERZ und LITTMANN 1989; PANCHERZ und RUF 2008; RUF und PANCHERZ 1998, 1999a, 1999b, 2000) hinsichtlich des Erfolges speziell bei den als schwierig geltenden asymmetrischen Okklusionsverhältnissen zu untersuchen. Um einen Vergleich zu bisherigen Erkenntnissen vornehmen zu können, wurde eine entsprechende symmetrische Kontrollgruppe gegenübergestellt.

6.1 Material und Methode

Das Patientengut der vorliegenden Untersuchung bestand aus Patienten der kieferorthopädischen Abteilung des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität Gießen. Trotz des bis 1986 zurückreichenden Archivs erfüllten letztendlich nur 22 der 475 bis zum Jahre 2009 mit einer Herbst-Apparatur behandelten Patienten die stringenten Einschlusskriterien.

Bei der Zusammenstellung der symmetrischen Kontrollgruppe wurde zunächst ein „Matching“ anhand der skelettalen Reife des jeweiligen asymmetrischen Patienten vorgenommen, um den Einfluss unterschiedlicher Wachstumsstadien auf die Behandlung auszuschließen (CHAPMAN 1972; TOFANI 1972; BOWDEN 1976; GRAVE 1978; FISHMAN 1979; HÄGG und TARANGER 1980; SILVERIA et al. 1992) und gleiche Bedingungen in beiden Gruppen zu gewährleisten. Von allen passenden symmetrischen Patienten wurde dann derjenige ausgewählt, dessen Behandlungsbeginn chronologisch möglichst zeitnah zur Behandlung des asymmetrischen Patienten lag, damit von vergleichbaren Behandlungstechniken ausgegangen werden konnte. Insgesamt verteilten sich die untersuchten Patienten auf je 22 asymmetrische und 22 symmetrische Patienten aller Wachstumsstadien. Der überwiegende Anteil der Patienten befand sich zum Zeitpunkt des Therapiebeginns vor bzw. im pubertären Wachstumsschub. Aufgrund des „Matchings“ und der chronologischen Auswahl nach Behandlungsbeginn, kann von ähnlichen Voraussetzungen in beiden Gruppen ausgegangen werden.

Die Patienten wurden von verschiedenen Mitarbeitern der Abteilung (Abteilungsleitung, Oberärzten, Weiterbildungsassistenten) behandelt. Für einheitliche Voraussetzungen der Behandlungsergebnisse wäre das Patientengut eines einzelnen Behandlers womöglich besser geeignet, da sich häufige Behandlerwechsel ungünstig auf Dauer und Qualität einer Behandlung auswirken können (McGUINNESS und McDONALD 1989; AHLGREN 1993). Allerdings unterlagen die einzelnen Behandlungsschritte der Weiterbildungsassistenten stets der Aufsicht von Abteilungsleitung bzw. Oberärzten, sodass von ausreichend einheitlichen Bedingungen ausgegangen werden kann.

Die aktive Behandlung teilte sich in eine Herbst- und eine Multibracket-Phase auf. Die jeweilige Dauer dieser Phasen war in der asymmetrischen und in der symmetrischen Gruppe gleich lang (8 Monate) sowie ähnlich wie in anderen Veröffentlichungen zur Herbst-Behandlung (PANCHERZ 1981, 1985, 1989, 1991, 1994; PANCHERZ und ANEHUS-PANCHERZ 1980, 1993; PANCHERZ und FACKEL 1989; PANCHERZ und HÄGG 1985; PANCHERZ und HANSEN 1986, 1988; PANCHERZ und LITTMANN 1989; PANCHERZ und RUF 2008; RUF und PANCHERZ 1998, 1999a, 1999b, 2000; BOCK et al. 2010; BOCK und RUF 2008, 2011; VALANT und SINCLAIR 1989; KONIK et al. 1997; SCHIAVONI et al. 1992; DU et al. 2002; WONG et al. 1997). Auch die anschließende Multibracket-Phase dauerte in der asymmetrischen Gruppe mit

durchschnittlich 15 Monaten vergleichbar lange wie in der symmetrischen Gruppe mit durchschnittlich 13 Monaten, wobei die Behandlungslänge der symmetrischen Gruppe mit anderen Veröffentlichungen zur Herbst-Behandlung vergleichbar war (PANCHERZ und ANEHUS-PANCHERZ 1980, 1993; LAI und McNAMARA 1998; BOCK und RUF 2008; BOCK et al. 2010). Der Nachuntersuchungszeitraum war in der asymmetrischen Gruppe mit durchschnittlich 27 Monaten etwas kürzer als in der symmetrischen Gruppe, in der er durchschnittlich 36 Monate betrug. PANCHERZ und HANSEN (1986) zeigten in einer kephalometrischen Studie über Okklusionsveränderungen während und nach der Herbst-Phase, ohne anschließende Multibracket-Behandlung, dass ca. 90 % des Rezidivausmaßes in den ersten 6 Monaten nach der Herbst-Behandlung auftreten. Es sollte daher bei Nachuntersuchungszeiträumen über 6 Monaten, welche dieser Studie zugrunde lagen, von einer, zwischen den Gruppen vergleichbaren Situation bezüglich des Stabilitäts-/Rezidivstatus ausgegangen werden können.

Die Modelle wurden visuell auf ihre Prämolaren- und Eckzahnrelation beurteilt. Die visuelle Bestimmung der sagittalen Verhältnisse im Seitenzahnbereich zur Beurteilung der Okklusion stellt in der Kieferorthopädie ein übliches Vorgehen dar (DIEDRICH 2000; SCHOPF 2008). Dabei wurden die Angaben in $\frac{1}{4}$ Prämolarenbreiten gemacht. Diese Kategorisierung geht naturgemäß mit einer gewissen Ungenauigkeit einher. Es wäre jedoch wenig sinnvoll gewesen, die Verhältnisse in Millimetern anzugeben, da für eine optimale Okklusion, nicht die absoluten Zahnbreiten, sondern das relative Lageverhältnis der Zähne zueinander relevant ist. Während es interindividuell sehr große Unterschiede hinsichtlich der Zahnbreite gibt (MÜHLREITER 1874, 1912; BLACK 1915; GARN et al. 1964, 1966, 1968; SANIN und SAVARA 1971; HUPFAUF und NOLDEN 1995; SCHUMACHER 1995), ist das Größenverhältnis der Zähne intraindividuell relativ konstant, (KRAUS und JORDAN 1965; BUTLER 1967a, 1967b; TUCKER und SHARPE 1999).

Der Overjet und die Verschiebung der Mittellinie wurden mittels Schieblehre in Millimetern gemessen. Das Messen mit derartigen Geräten kann jedoch auch zu falschen Ergebnissen führen, beispielsweise durch fehlerhaftes Ablesen der Skala oder durch ungenaues Anlegen des Messinstrumentes am Modell (RICHARDSON 1965). Um ein einheitliches Ablesen der Skala und ein exaktes Anlegen des Messinstrumentes gewährleisten zu können, wurden die Modelle lagestabil getrimmt und zur Bewertung senkrecht auf einer planen Oberfläche positioniert. Nach FISCHER-

BRANDIES (1995) hat sich die manuelle Vermessung von kieferorthopädischen Modellen mit Hilfe von Schieblehren als unproblematisch durchzuführende Methode mit einer genügenden Genauigkeit erwiesen. MEYER (2010) verglich diesbezüglich die Genauigkeit der digitalen und der manuellen Modellanalyse und fand keinen Unterschied bezüglich der Präzision der Techniken.

Die Fotos wurden am Computer mit Hilfe des Bildverarbeitungsprogramms Adobe Photoshop CS bearbeitet, wobei die Gesichter kreisrund ausgeschnitten und vor einem einheitlichen Farbhintergrund platziert wurden, um mögliche optische Referenzpunkte auszuschließen (SCHABEL et al. 2010). NAYLER (2003) sowie ETTORE et al. (2006) fordern generell für die Fotografie von Patienten einen einheitlichen Hintergrund zu verwenden, um unverfälscht die klinische Situation darstellen zu können. Referenzpunkte und Messlinien wurden manuell eingezeichnet und vermessen. Nach WEGENER (2003) sind Ungenauigkeiten beim manuellen Einzeichnen von Referenzpunkten aus kephalometrischen Studien bekannt, wobei die Größe des Lokalisationsfehlers u.a. von der Durchzeichnungserfahrung des jeweiligen Auswerters und der Qualität des Röntgenbildes abhängig ist. In der vorliegenden Studie wurden qualitativ hochwertige Fotoausdrucke verwendet und eindeutig reproduzierbare Referenzpunkte gewählt, so dass davon ausgegangen werden kann, dass die Referenzpunkte mit einer hohen Genauigkeit gesetzt werden konnten.

Da die Patienten ohne standardisierten Abstand zur Fotokamera des Fotografen fotografiert wurden, und es während des Behandlungszeitraumes naturgemäß zu wachstumsbedingten Größenveränderungen des Schädels und der ihn umgebenden Weichteile gekommen ist, wurden keine metrischen Daten, sondern nur Winkel ermittelt. Ebenfalls wurde zur Wahrung der klinischen Relevanz zuvor definiert, dass Winkel mit Werten von $+1^\circ$ bis -1° einer Symmetrie entsprechen, während Werte außerhalb dieses Intervalls einer Asymmetrie entsprechen. LEE et al. (2010) fanden bei ihren Untersuchungen zur Ermittlung von Gesichtsasymmetrien anhand von Gesichtsfotos Durchschnittswerte von $1,6^\circ$ bzw. $1,1^\circ$ für die Lippenlinie und Kinnabweichung bei zuvor als symmetrisch und nicht behandlungswürdig eingestuft Patienten.

6.2 Ergebnisse

Anhand der oben genannten Parameter konnte in dieser Untersuchung gezeigt werden, dass die einseitige Angle-Klasse II („Class-II-subdivision“) mit der Herbst-Apparatur und einer anschließenden Multibracket-Behandlung im Sinne einer Korrektur der Distallage des Unterkiefers und der Mittellinienverschiebung sowie einer Reduzierung des Overjets behandelt werden kann.

Der Overjet war zum Zeitpunkt T1 in beiden Gruppen deutlich vergrößert. In der asymmetrischen Gruppe zeigte sich ein Mittelwert von 6,3 mm, in der symmetrischen Gruppe ein Mittelwert von 8,0 mm. Der im Vergleich zum Mittelwert der symmetrischen Gruppe etwas geringere Mittelwert der asymmetrischen Gruppe erklärt sich durch die einseitige Distalokklusion und die damit zusammenhängende Rechts-Links-Differenz dieser Gruppe.

Bei Betrachtung der prätherapeutischen Mittellinienverschiebung wurde diese Differenz ebenfalls sehr deutlich. In der asymmetrischen Gruppe zeigte sich als Konsequenz der vorgenommenen „Richtung“ eine mehrheitliche Verschiebung der Mittellinie zur rechten Seite. Der Mittelwert betrug in der asymmetrischen Gruppe für die rechte Seite 1,7 mm und für die symmetrische Gruppe 0,3 mm. Auf der linken Seite zeigte sich in beiden Gruppen eine geringe Mittellinienverschiebung von durchschnittlich 0,2 mm in der asymmetrischen Gruppe und durchschnittlich 0,5 mm in der symmetrischen Gruppe. Durch die deutliche Differenz zur rechten Seite bestand dennoch ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen.

Die gesichtsmorphologischen Winkel zwischen Bipupillarlinie und Cheilionlinie sowie Bipupillarlinie perpendicular und Verbindungslinie Subnasale-Weichteilmenton, konnten in beiden Gruppen zu Behandlungsbeginn entsprechend der vorgenommenen Definition für jeweils über 50 % der Patienten als symmetrisch bezeichnet werden. Für ersteren zeigten in der asymmetrischen Gruppe dennoch knapp doppelt so viele Patienten einen als asymmetrisch zu bezeichnenden Wert wie in der symmetrischen Gruppe. Für letzteren war dies entgegen den Erwartungen in umgekehrter Weise der Fall, sodass weniger Patienten der asymmetrischen Gruppe vor dem Behandlungsbeginn einen als asymmetrisch definierten Wert zeigten als in der

symmetrischen Gruppe. Dies könnte durch kompensatorisches Mehrwachstum des Weichgewebes, zum Ausgleich einer schlechteren muskulären Funktion auf der Seite der Distalokklusion, der asymmetrischen Gruppe hervorgerufen worden sein. NANDA et al. (1996) bewiesen, dass das faciale Weichgewebe bis zu einem gewissen Grad Zahnfehlstellungen und skelettale Missverhältnisse ästhetisch kompensieren kann. MICHIELS und TOURNE (1990), sowie YOGOSAWA (1990) berichten anhand der Auswertung von Fernröntgenseitenbildern, dass skelettale Deformitäten durch das bedeckende Weichgewebe verborgen werden können. PECK et al. (1991) zeigten beim Vergleich von Schädel-PA-Aufnahmen und En-Face-Gesichtsfotos, dass viele Menschen mit einer skelettalen Asymmetrie dennoch ein symmetrisches Gesicht aufweisen und dass es Unterschiede zwischen einer skelettalen Asymmetrie und einer Asymmetrie der Weichgewebe gibt. Zusätzlich konnten FERRARIO et al. (1993, 1994) durch Fotovermessungen von Angle-Klasse I Patienten und HARAGUCHI et al. (2002) durch Vermessungen von Schädel-PA-Aufnahmen von Angle-Klasse III Patienten zeigen, dass eine Weichgewebs-Asymmetrie weniger schwerwiegend imponiert als eine tatsächliche skelettale Asymmetrie. Das häufigere Auftreten, der in der vorliegenden Studie, sowohl prä- als auch posttherapeutisch beobachteten Weichteilasymmetrie des Winkels zwischen Bipupillarlinie perpendicular und Verbindungslinie Subnasale-Weichteilmenton in der symmetrischen Gruppe kann durch heranziehen der oben genannten Studien nicht geklärt werden. Andere Autoren (LUNDSTROM 1961; SHAH und JOSHI 1978; FARKAS und CHEUNG 1981; SEVERT und PROFFIT 1997; KURT 2008) beschreiben Weichgewebs-Asymmetrien des Gesichtes jedoch als natürliche Phänomene, welche häufig vorkommen und auch ohne asymmetrische Malokklusion bestehen können.

Die Behandlung mit der Herbst-Apparatur führte aufgrund der von PANCHERZ (1982) empfohlenen „edge-to-edge“ Einstellung im Frontzahnbereich, durch eine möglichst anteriore Einstellung des Unterkiefers, sowohl in der asymmetrischen als auch in der symmetrischen Gruppe zunächst zu einer überkorrigierten Neutralokklusion bzw. mesialen Molaren- und Eckzahnrelation und zu einem leicht negativen Overjet bzw. einer Kopfbissstellung der Frontzähne. Dies konnte ebenfalls in Studien von BOCK et al. (2010) und BOCK und RUF (2008, 2011) nach Behandlung mit der Herbst-Apparatur gezeigt werden.

Nach RUF und PANCHERZ (1998, 1999b) ruft die Unterkiefervorverlagerung im Zuge der Herbst-Behandlung eine Stimulation des Unterkieferwachstums sowie dentoskelettale Effekte hervor, welche schließlich zur Korrektur der Dysgnathie führen. Es ist bisher nicht zweifelsfrei geklärt, ob ein ähnlicher Mechanismus auf die Behandlung der „Class-II-Subdivision“ zutrifft, da hier definitionsgemäß nur eine einseitige Distalokklusion vorliegt bzw. diese auf einer Seite stärker ausgeprägt ist. Die Distalokklusion könnte hierbei hauptsächlich durch eine Unterkieferschwenkung, bei symmetrischem Kiefer hervorgerufen worden sein. Die Ergebnisse von RUF und PANCHERZ (1998, 1999b) schließen jedoch nicht aus, dass es zu einseitigen kondylären Umbauprozessen sowie zu Veränderungen der Fossa mandibularis auf der „Class-II-subdivision“ Seite kommt. Computertomographische Untersuchungen und Skelettszintigraphien des Kiefergelenkes, welche von PAULSEN und KARLE (2000) und PAULSEN et al. (1998) bei zwei erwachsenen Patienten bzw. einer 13-jährigen Patientin mit jeweils asymmetrischer Distallage des Unterkiefers durchgeführt wurden, zeigten, dass mit der Herbst-Apparatur auch eine einseitige Wachstumsstimulation des Kiefergelenkes möglich ist. Demnach kann vermutlich bei der asymmetrischen Unterkiefervorverlagerung mit der Herbst-Apparatur von ähnlichen Effekten wie bei der symmetrischen Unterkiefervorverlagerung ausgegangen werden.

JANSON et al. (2004) zeigten dagegen anhand von, bei einer „Class-II-subdivision“ Patientengruppe und einer neutral verzahnten Kontrollgruppe, prä- und posttherapeutisch angefertigten Submento-Vertex- und PA-Schädelaufnahmen, dass es bei der Anwendung eines asymmetrischen Extraktionsprotokolles von drei oder aber nur einem Prämolaren mit anschließender Multibracket-Behandlung zu keiner signifikanten skelettalen Veränderung im „Class-II-subdivision“ Patientengut kam. Dies war aufgrund des rein dentalen Therapiekonzeptes jedoch auch nicht zu erwarten.

Während der sich an die Herbst-Phase unmittelbar anschließenden Behandlung mittels Multibracket-Apparatur setzte sich die Okklusion in beiden Gruppen weitestgehend, so dass am Ende der aktiven Behandlung bei der überwiegenden Mehrheit der Patienten eine symmetrische Neutral- oder geringgradig überkorrigierte Neutralokklusion vorzufinden war. Das Setzen der Okklusion wird auch in anderen Untersuchungen zur Herbst-Apparatur beschrieben (PANCHERZ 1991, PANCHERZ und HANSEN 1986, PANCHERZ und RUF 2008, RUF und PANCHERZ 1998, 1999a, 2003, 2006).

Zum Nachuntersuchungszeitpunkt zeigte sich bei Betrachtung der Molarenrelation ein Gruppenunterschied. In der asymmetrischen Gruppe wiesen ca. 30 % der Patienten (n = 7) auf der linken Kieferseite, welche zuvor als die Seite der Neutralokklusion bzw. geringer ausgeprägten Distalokklusion definiert wurde, einen Fortbestand der posttherapeutischen Mesialokklusion auf. In der Literatur lassen sich keine vergleichbaren Ergebnisse finden. Es ist jedoch zu diskutieren, ob die therapeutische Einstellung der Herbst-Apparatur (PANCHERZ 1982) einen Einfluss auf diese seitenunterschiedliche Distalokklusion in der asymmetrischen Gruppe hatte, indem die mesiale Überkorrektur auf der linken Kieferseite verhältnismäßig stärker vorgenommen wurde. Auf der „Class-II-subdivision“ Seite zeigte sich weder zur symmetrischen Gruppe noch im Vergleich zu anderen Untersuchungen zur Herbst-Apparatur (BOCK und RUF 2008, 2010, 2011) ein Unterschied im Stabilitätsverhalten. Zum Nachuntersuchungszeitpunkt wiesen knapp 70 % der asymmetrischen sowie über 80 % der symmetrischen Patienten auf der rechten, d.h. ehemaligen Seite des Distalbisses eine Neutralokklusion im Molarenbereich auf. Rund 70 % der Patienten beider Gruppen, zeigten auch eine Neutralokklusion für die Molarenrelation links. BOCK und RUF (2010) fanden bei einem, ebenfalls mit der Herbst-Apparatur behandeltem, erwachsenen Angle-Klasse II:1 Patientengut ähnliche Werte.

45,5 % der asymmetrischen Patienten und 50,0 % der symmetrischen Patienten zeigten eine neutrale Eckzahnrelation rechts. Über 75 % der asymmetrischen Patienten, jedoch nur ca. 35 % der symmetrischen Patienten wiesen eine neutrale Eckzahnrelation links auf. Ein sehr deutlicher Seitenunterschied innerhalb der asymmetrischen Gruppe wurde ersichtlich. Auf der rechten Kieferseite zeigte sich in beiden Gruppen in 50 % der Fälle eine geringfügig distale Eckzahnrelation. ANDREWS (1989) sieht darin ein charakteristisches Merkmal für die Neutralokklusion im Seitenzahnbereich. Auf der linken Kieferseite war dies nur bei ca. 15 % der asymmetrischen Patienten, jedoch bei über 60 % der symmetrischen Patienten der Fall.

Der Overjet verkleinerte sich während des gesamten Untersuchungszeitraumes in der asymmetrischen Gruppe von durchschnittlich 6,3 mm auf durchschnittlich 3,0 mm. In der symmetrischen Gruppe konnte eine Verkleinerung des Overjets von durchschnittlich 8,0 mm auf durchschnittlich 3,2 mm festgestellt werden. Nach der Herbst-Phase wurde ein Unterschied zwischen den Gruppen ersichtlich. In der

asymmetrischen Gruppe zeigte sich ein geringer frontaler Kreuzbiss, während in der symmetrischen Gruppe eine Kopfbissstellung auffiel. Während der sich anschließenden Behandlung mittels Multibracket-Apparatur stabilisierte sich der Overjet in beiden Gruppen auf Werte von 2,3-2,7 mm. Zum Nachuntersuchungszeitraum wurden Werte von 3,0-3,2 mm gemessen. Werte des Overjets von 2-3,5 mm werden in der Kieferorthopädie als normal betrachtet (McDONALD und IRELAND 2000; RUF 2006; PROFFIT et al. 2007). Vergleichbare Werte von 2,4-2,6 mm wurden von JANSON et al. (2003) bei dem Vergleich asymmetrischer und symmetrischer Extraktionsprotokolle zur Korrektur der „Class-II-subdivision“ nach abgeschlossener aktiver Behandlung gefunden. Dies wiederum korreliert mit Ergebnissen aus Modellvermessungen von BOCK und RUF (2010) zur Erwachsenenbehandlung der Klasse II:1 Dysgnathie mit der Herbst-Apparatur, welche einen Wert von 2,7 mm fanden. Es handelte sich hierbei jedoch nicht um Modelle eines asymmetrischen Patientengutes.

PANCHERZ (1994) fand bei Untersuchungen zur Stabilität der Behandlungsergebnisse der Therapie der Angle-Klasse II:1 mit der Herbst-Apparatur bei Jugendlichen Rezidive des Overjets in 36 % der Fälle, wenn vor dem pubertären Wachstumsschub behandelt worden war. Da sich die Patienten in der vorliegenden Studie auf alle Wachstumsstadien verteilten, ist ein direkter Vergleich des Rezidivverhaltens nicht möglich. Eine ähnliche Rezidivhäufigkeit kann deshalb nicht bestätigt werden. Bei den Patienten aus der Untersuchung von PANCHERZ (1994) schloss sich jedoch keine Multibracket-Behandlung an, welche einem Rezidiv hätte entgegenwirken können.

In der vorliegenden Studie trugen die Patienten während des Nachuntersuchungszeitraumes Retainer, welche einem Rezidiv des Overjets entgegenwirken könnten, indem sie die Proklination der Oberkieferfrontzähne sowie die Retroklination der Unterkieferfrontzähne verhindern. Von einer Beeinflussung der Stabilität der sagittalen Molarenrelation durch intraorale Retainer ist jedoch nicht auszugehen.

Die Korrektur der Mittellinienverschiebung während des gesamten Untersuchungszeitraumes rief in der asymmetrischen Gruppe eine Änderung von durchschnittlich 1,0 mm auf durchschnittlich 0,4 mm und in der symmetrischen Gruppe eine Änderung von durchschnittlich 0,4 mm auf 0,3 mm hervor. Dies stellt ein besseres

Ergebnis als bei röntgenologischen Studien von JANSON et al. (2003, 2004) dar. Sie verglichen prä- und posttherapeutische Röntgenbilder von Patienten, bei denen zur Therapie der „Class-II-subdivision“ ein asymmetrisches Extraktionsprotokoll angewendet wurde und fanden nach der Therapie Durchschnittswerte für die Mittellinienverschiebung im Oberkiefer von 1,7 mm nach Extraktion von 3 Prämolaren und 2,1 mm bei Extraktion von einem Prämolaren, sowie eine Verbesserung der Mittellinienverschiebung um 2 mm bzw. 1,2 mm bei Extraktion von 4 bzw. 3 Prämolaren. Das größere Ausmaß der Verbesserung ergibt sich demnach bei der Anwendung des asymmetrischen Extraktionsprotokolls.

In der vorliegenden Studie war zu Behandlungsbeginn in der asymmetrischen Gruppe auf der rechten Seite als Konsequenz der zuvor vorgenommenen „Richtung“ dieser Seite - Seite der Distalokklusion bzw. stärker ausgeprägten Distalokklusion - eine deutlich stärkere Mittellinienverschiebung (1,7 mm) als in der symmetrischen Gruppe (0,3 mm) erkennbar. Eine prätherapeutische Mittellinienverschiebung zur Seite der Distalokklusion scheint typisch für die einseitige Distallage („Class-II-subdivision“) zu sein. JANSON et al. (2004) stellten anhand Submentovertex- und PA-Schädelaufnahmen ebenfalls deutliche Unterschiede zwischen Ober- und Unterkiefermittellinienabweichungen bei dem Vergleich einer unbehandelten „Class-II-subdivision“ Patientengruppe und eine neutral verzahnten Kontrollgruppe fest.

Trotz des augenscheinlichen vermehrten Auftretens einer Mittellinienverschiebung innerhalb der asymmetrischen Gruppe, gab es auch in der symmetrischen Gruppe deutliche interindividuelle Unterschiede bezüglich der Mittellinienverschiebung. Die vermehrte Häufigkeit einer Mittellinienverschiebung in der asymmetrischen Gruppe im Vergleich zur symmetrischen Gruppe könnte durch die zuvor vorgenommenen Spiegelung der Werte auf die rechte „Class-II-subdivision“ Seite noch verstärkt worden sein. Bei der Auswahl der asymmetrischen Patienten wurde zudem nicht zwischen einer dentalen oder skelettalen Asymmetrie differenziert.

Bei der Auswertung der Winkel zwischen Bipupillarlinie und Cheilionlinie nach der Retentionsphase verblieben mehr als doppelt so viele Patienten der asymmetrischen Gruppe (asym. 35 %; sym. 14,3 %) im definierten Asymmetriebereich. Es fällt auf, dass über die Hälfte dieser insgesamt 7 Patienten der asymmetrischen Gruppe, die Winkelveränderung in Richtung der linken Unterkieferseite aufweisen, welche zuvor als

die Seite der Neutralokklusion bzw. geringer ausgeprägten Distalokklusion definiert wurde. Somit wird ein Zusammenhang zwischen der überkorrigierten mesialen Molarenrelation der Patienten und ihren Winkelveränderungen zwischen Bipupillarlinie und Cheilionlinie erkennbar, welche jeweils auf der linken Kieferseite auftrat. Dass Veränderung dentaler oder skelettaler Parameter während einer Behandlung durch Zahnbewegungen, Extraktionen oder Lageveränderungen der Kiefer, auch Veränderungen der Gesichtsweichteile bedingen, konnte durch RIEDEL (1950) und RAINS und NANDA (1982) nachgewiesen werden. Zusätzlich verdeutlichte SUBTELNY (1959, 1961) den Zusammenhang zwischen den im skelettalen Profil und den simultan dazu im Weichteilprofil stattfindenden Veränderungen. Bei der Betrachtung der Veränderungen der gemessenen Weichteil-Winkel in der vorliegenden Studie fällt auf, dass es in beiden Gruppen zu einer Verbesserung der Weichgewebs-Symmetrie gekommen ist, wobei diese den dentalen und skelettalen Veränderungen zu folgen scheint (RIEDEL 1950; RAINS und NANDA 1982; SUBTELNY 1959, 1961), und dass sowohl vor als auch nach der Behandlung mehr Patienten der symmetrischen Gruppe eine Asymmetrie der Kinnposition aufwiesen als dies Patienten in der asymmetrischen Gruppe taten. Eine gewisse Asymmetrie scheint zudem mit einer Neutralokklusion vereinbar zu sein. In vielen kephalometrischen Studien (THOMPSON 1943; FISCHER 1954; MULICK 1965; LETZER und KRONMAN 1967; VIG und HEWITT 1975; SHAH und JOSHI 1978; CHEBIB und CHAMMA 1981) sowie computertomographischen Untersuchungen (HWANG et al. 2006; DE MORAES et al. 2011) wurde gezeigt, dass kraniofaziale Asymmetrien bei allen untersuchten Gesichtern zu finden sind, auch wenn die klinische Untersuchung der bedeckenden Weichgewebe als symmetrisch betrachtet wurde.

Die Auswertung von En-Face-Gesichtsfotos wird jedoch auch kritisch betrachtet. So zeigten DAHAN (1968), PECK et al. (1991) und MASUOKA et al. (2005), dass sich eine skelettale Asymmetrie, welche sie durch Schädel-PA-Aufnahmen diagnostizierten, nicht durch eine Bewertung von En-Face-Gesichtsfotos objektivieren lässt, da die unterschiedliche Weichteildicke die Wahrnehmung verfälscht. SHAH und JOSHI (1978) zeigten an Schädel-PA-Aufnahmen von 43 Studenten ohne skelettale oder dentale Fehlstellungen mit einem Durchschnittsalter von 21,6 Jahren, dass die Größe des Gesichts und der Maxilla rechts häufig größer ist als links, was allerdings auch mit den Kaugewohnheiten der Patienten zusammenhängen könnte. Dies würde die Beurteilung einer vorliegenden Asymmetrie anhand eines En-Face-Gesichtsfotos zumindest verfälschen.

Dennoch ist die Auswertung von En-Face-Gesichtsfotos in der Kieferorthopädie, nicht zuletzt wegen der gesetzlich vorgeschriebenen Fotodokumentationspflicht (DIERNBERGER 1970, 1984; GÜNTHER 1982; SPRANGER 1994) für die Behandlungsplanung einer kieferorthopädischen Therapie ein übliches diagnostisches Mittel zur Bestimmung eines Okklusions- bzw. Malokklusionsbefundes (DIERNBERGER 1970; HASUND und JANSON 1978; HINZ 1981; BENGEL 1984; DAUSCH-NEUMANN 1987; HOFFMANN-AXTHELM 1995; ZACHRISSON 1997; RUDZKI-JANSON und THEDENS 2000).

Die vorliegende Untersuchung hat gezeigt, dass Patienten die einer asymmetrischen Unterkiefervorverlagerung mit einem festsitzenden funktionskieferorthopädischen Gerät (Herbst-Apparatur) unterzogen wurden, während eines mindestens 12 Monate dauernden Nachuntersuchungszeitraumes ein stabiles Behandlungsergebnis aufweisen. Die asymmetrische Unterkiefervorverlagerung mit der Herbst-Apparatur führte in den meisten Fällen zum Erfolg, das heißt zu einer neutralen Seitenzahnokklusion und zu einer Normalisierung von Overjet und Mittellinienverschiebung und ist damit ähnlich erfolgreich wie die symmetrische Angle-Klasse II Behandlung. Es zeigte sich bei den asymmetrischen Patienten jedoch eine leichte Tendenz der Molarenrelation zur mesialen Überkorrektur. Die Gesichtsasymmetrie wurde durch die asymmetrische Unterkiefervorverlagerung weder positiv noch negativ beeinflusst. Die Langzeitstabilität des erreichten Behandlungsergebnisses bleibt abzuwarten und sollte in weiteren Studien untersucht werden.

Eine anerkannte Therapiealternative der asymmetrischen Distallage des Unterkiefers stellt die Behandlung mittels asymmetrischem Extraktionsprotokoll (JANSON et al. 2003, 2004) dar, wobei der Extraktion von 3 oder aber einem Prämolaren gegenüber der Extraktion von 4 Prämolaren der Vorzug gegeben wird. Bei erwachsenen Patienten kommt auch eine Kombination aus kieferorthopädischer und kieferchirurgischer Therapie in Frage (KURODA et al. 2009; FREITAS et al. 2009). Im Vergleich zur Herbst-Apparatur ist eine kieferchirurgische Therapie jedoch sowohl risikoreicher für den Patienten als auch kostenintensiver. Weiterhin muss erwähnt werden, dass bei einer chirurgischen Distalbissbehandlung in ca. 25 % der Fälle mit einem Misserfolg zu rechnen ist, so dass kieferchirurgische Behandlungsmaßnahmen nicht grundsätzlich als erfolgreich einzustufen sind (TULLOCH et al. 1999).

7 Zusammenfassung

Das Ziel der Arbeit war es, die Effektivität der asymmetrischen Unterkiefervorverlagerung mit der Herbst-Apparatur sowie deren Kurzzeit-Stabilität zu ermitteln.

22 Patienten erfüllten die Einschlusskriterien: abgeschlossener Durchbruch aller Prämolaren und Eckzähne, asymmetrische Distallage der Mandibula (Molarenrelation mit einer Rechts-Links-Differenz von mindestens 0,75 Prämolarenbreiten), keine asymmetrischen Extraktionen oder Nichtanlagen bleibender Zähne, keine kraniofazialen Syndrome, Nachuntersuchungszeitraum von mindestens 12 Monaten, Situationsmodelle aller festgelegten Untersuchungszeitpunkte. Es wurde eine symmetrische Gruppe von 22 Patienten, welche die gleichen Einschlusskriterien erfüllten - mit Ausnahme der asymmetrischen Distallage der Mandibula -, zugeordnet. Diese Patienten wiesen eine symmetrische Distallage der Mandibula vergleichbaren Ausmaßes auf. Es erfolgte ein „Matching“ anhand der skelettalen Reife und gegebenenfalls des chronologischen Behandlungsbeginns.

Die Behandlung mit der Herbst-Apparatur betrug durchschnittlich 8 Monate, die sich anschließende Multibracket-Phase durchschnittlich 14 Monate. Der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum betrug 36 Monate.

Kieferorthopädische Situationsmodelle von vor dem Einsetzen der Herbst-Apparatur (T1), unmittelbar nach dem Entfernen der Herbst-Apparatur (T2), unmittelbar nach dem Entfernen der Multibracket-Apparatur (T3) und mindestens 12 Monate nach Behandlungsende (T4) wurden vermessen. Zudem wurden En-Face-Gesichtsfotos der Zeitpunkte T1 und T4 vermessen. Zur statistischen Auswertung der Daten, wurde bei den Patienten der asymmetrischen Gruppe die rechte Unterkieferseite als die Seite der Distalokklusion bzw. stärker ausgeprägten Distalokklusion definiert.

Bezüglich der Molarenrelation wiesen zum Zeitpunkt T1, gemäß der im Vorfeld vorgenommenen „Richtung“, beide Gruppen rechts und die symmetrische Gruppe links eine distale Molarenrelation von mindestens 0,75 Pb auf. Über 80 % der Patienten der asymmetrischen Gruppe wiesen links eine neutrale Molarenrelation auf. Zum Zeitpunkt

T2 zeigte sich in beiden Gruppen auf beiden Seiten eine durch Überkorrektur hervorgerufene mesiale Molarenrelation. Während zum Zeitpunkt T3 in der asymmetrischen Gruppe 63,6 % und in der symmetrischen Gruppe 77,3 % der Patienten rechts eine neutrale Molarenrelation aufwiesen, war dies links bei jeweils 72,8 % der Patienten beider Gruppen der Fall. Zum Zeitpunkt T4 zeigten in der asymmetrischen Gruppe 68,3 % und in der symmetrischen Gruppe 81,9 % der Patienten rechts eine neutrale Molarenrelation, links war dies bei 68,2 % bzw. 72,7 % der Patienten der Fall.

Bezüglich der Eckzahnrelation zeigte sich zum Zeitpunkt T1 in beiden Gruppen rechts, sowie in der symmetrischen Gruppe links bei ca. 80 % der Patienten eine distale Eckzahnrelation von mindestens 0,75 Pb. Über 90 % der Patienten der asymmetrischen Gruppe wiesen links eine neutrale Eckzahnrelation auf. Während sich zum Zeitpunkt T2 in beiden Gruppen eine durch Überkorrektur hervorgerufene mesiale Eckzahnrelation zeigte, wiesen zum Zeitpunkt T3 in beiden Gruppen jeweils ca. 50 % der Patienten rechts eine distale Eckzahnrelation von 0,25 Pb auf. Links zeigte sich ein deutlicher Unterschied zwischen den Gruppen. 90 % der Patienten der asymmetrischen Gruppe wiesen eine neutrale Eckzahnrelation auf, was bei nur ca. 35 % der Patienten der symmetrischen Gruppe der Fall war. Zum Zeitpunkt T4 zeigten über 45 % der Patienten beider Gruppen eine stabile Eckzahnrelation rechts. In ca. 50 % der Fälle kam es in beiden Gruppen jedoch zur Rezidivneigung nach distal. Links wiesen über 75 % der Patienten der asymmetrischen Gruppe eine neutrale Eckzahnrelation auf, was bei nur ca. 35 % der Patienten der symmetrischen Gruppe der Fall war.

Die Variable Overjet zeigte zum Zeitpunkt T1 einen leichten Unterschied zwischen den beiden Gruppen (asym.: 6,3 mm; sym.: 8,0 mm; $p \geq 0,05$). Zum Zeitpunkt T2 war dies ebenfalls der Fall (asym.: -1,6 mm; sym.: 0,0 mm; $p < 0,05$), wohingegen zu den Zeitpunkten T3 (asym.: 2,7 mm; sym.: 2,3 mm) und T4 (asym.: 3,0 mm; sym.: 3,2 mm) kein Unterschied bestand.

Die Mittellinienverschiebung nach rechts zeigte zum Zeitpunkt T1 einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen (asym.: 1,7 mm; sym.: 0,3 mm; $p < 0,001$). Dieser konnte zu den Zeitpunkten T2 (asym.: 1,0 mm; sym.: 0,5 mm), T3 (asym.: 0,4 mm; sym.: 0,4 mm) sowie T4 (asym.: 0,6 mm; sym.: 0,3 mm) nicht beobachtet werden. Die

Mittellinierverschiebung nach links zeigte zu keinem Zeitpunkt (T1 - asym.: 0,2 mm; sym.: 0,5 mm; T2 - asym.: 0,4 mm; sym.: 0,5 mm; T3 - asym.: 0,0 mm; sym.: 0,3 mm; T4 - asym.: 0,3 mm; sym.: 0,3 mm) einen Unterschied zwischen den Gruppen.

Der Winkel zwischen Bipupillarlinie und Cheilionlinie wurde zum Zeitpunkt T1 bei 59 % der asymmetrischen und bei 76 % der symmetrischen bzw. zum Zeitpunkt T4 bei 65 % der asymmetrischen und bei 85 % der symmetrischen Patientengruppe als symmetrisch bewertet.

Hinsichtlich des Winkels zwischen der Bipupillarlinie perpendicular und der Verbindungslinie Subnasale-Weichteilmenton wurde zum Zeitpunkt T1 bei 77 % der asymmetrischen und bei 67 % der symmetrischen bzw. zum Zeitpunkt T4 bei 85 % der asymmetrischen und bei 71 % der symmetrischen Patientengruppe eine Symmetrie ermittelt.

Aufgrund der Ergebnisse dieser Untersuchung kann festgestellt werden, dass die Behandlung der asymmetrischen Distallage („Class-II-subdivision“) mit der Herbst-Apparatur ähnlich erfolgreich ist wie die Behandlung der symmetrischen Distallage. Das erzielte Therapieergebnis war zum Nachuntersuchungszeitpunkt stabil. Es zeigte sich bei den asymmetrischen Patienten jedoch eine leichte Tendenz der Molarenrelation zur mesialen Überkorrektur. Die Gesichtsymmetrie wurde durch die asymmetrische Unterkiefervorverlagerung weder positiv noch negativ beeinflusst.

8 Summary

The aim of this study was to assess the effectivity of Class II subdivision treatment with the Herbst appliance, as well as its short-term stability.

22 patients fulfilled the inclusion criteria: all premolars and canines fully erupted, Class II subdivision malocclusion (molar relationship showing a right-left difference of at least 0.75 cusp widths), no asymmetric extractions or agenesis of permanent teeth, no craniofacial syndromes, follow-up period of at least 12 months, study models of designated time points. A symmetric group of 22 patients who fulfilled the same inclusion criteria - except for Class II subdivision malocclusion - was matched. Patients in this group showed a symmetric Class II malocclusion of comparable extent. Matching was based on the skeletal maturity and - if applicable - chronological start of treatment.

On average Herbst appliance treatment lasted 8 months; the subsequent multibracket-phase amounted to 14 months on average. The mean follow-up period was 36 months.

Study models from before Herbst appliance treatment (T1), immediately after Herbst appliance treatment (T2), immediately after multi-bracket appliance treatment (T3) and at least 12 months after the end of treatment (T4) were evaluated. In addition, en-face photographs from T1 and T4 were assessed. For statistical reasons, data modification (mirroring of values) was performed to have all study models of the SUB group exhibit the Class II relationship on the same side ("right" side).

At T1, a Class II molar relationship of at least 0.75 cusp widths was seen in both groups on the right side as well as in the symmetric group on the left side. About 80% of the patients in the subdivision group had a Class I molar relationship on the left side. Due to overcorrection, both groups showed a Class III molar relationship on both sides at T2. At T3, 63.6% of the subdivision group and 77.3% of the symmetric group showed a Class I molar relationship on the right side, while 72.8% of both groups showed a Class I molar relationship on the left side. At T4, 68.3% of the subdivision group and 81.9% of the the symmetric group showed a Class I molar relationship on the right side while this was the case in 68.2% of the subdivision group and 72.7% of the symmetric group on the left side.

A Class II canine relationship of at least 0.75 cusp widths existed in both groups on the right side as well as in about 80% of the symmetric group on the left side at T1. About 90% of the subdivision group showed a Class I canine relationship on the left side. At T2, both groups showed a Class III canine relationship due to over-correction. At T3, about 50% of both groups exhibited a Class II canine relationship of 0.25 cusp widths on the right side. Concerning, the left side, there was a clear difference between the groups. While 90% of the subdivision group showed a Class I canine relationship, this was only seen in about 35% of the symmetric group. At T4, more than 45% of both groups showed a stable Class I canine relationship on the right side while more than 75% of the subdivision group and 35% of the symmetric group showed a Class I canine relationship on the left side.

The overjet showed a slight difference between the groups at T1 (SUB: 6.3 mm; SYM: 8.0 mm, $P \geq 0.05$) and T2 (SUB: -1.6 mm; SYM: 0.0 mm, $p < 0.05$), whereas at T3 (SUB: 2.7 mm; SYM: 2.3 mm) and T4 (SUB: 3.0 mm; SYM: 3.2 mm) no difference was seen.

The midline shift to the right showed a significant difference between the groups at T1 (SUB: 1.7 mm; SYM: 0.3 mm, $p < 0.001$). However, at T2 (SUB: 1.0 mm; SYM: 0.5 mm), T3 (SUB: 0.4 mm; SYM: 0.4 mm) and T4 (asym: 0.6 mm; sym: 0.3 mm) no difference was seen. For the midline shift to the left, no group difference was seen at any time (T1 - subdivision: 0.2 mm; symmetric: 0.5 mm; T2 - subdivision: 0.4 mm; symmetric: 0.5 mm; T3 - subdivision: 0.0 mm; symmetric: 0.3 mm; T4 - subdivision: 0.3 mm; symmetric: 0.3 mm).

Cheilion line inclination was found to be symmetric in 59% of the subdivision and 76% of the symmetric patients at T1 and, respectively, 65% of the subdivision and 85% of the symmetric patients at T4.

Chin position was found to be symmetric in 77% of the subdivision and 67% of the Symmetric patients at T1 and, respectively, 85% of the subdivision and 85% of the symmetric patients at T4.

The results of this study showed that Herbst-Multibracket treatment of Class II

subdivision malocclusions proved to similarly successful as treatment of symmetric Class II malocclusions. Good short-term stability of the achieved treatment outcome was observed. However, a slight tendency of Class III molar relationship overcorrection was found in subdivision patients. Asymmetric mandibular advancement affected facial asymmetry neither positively nor negatively.

9 Literaturverzeichnis

ALAVI DG, BEGOLE EA, SCHNEIDER BJ. Facial and dental arch asymmetries in Class II subdivision malocclusion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1988;93:33-46

ANDRESEN V, HÄUPL K. Funktions-Kieferorthopädie. Verlag Hermann Meusser, Berlin 1936

ANDREWS LF. Straight wire: the concepts and appliance. San Diego: Calif: L.A. Wells 1989;p.13-24

ANGLE EH. Behandlung der Okklusionsanomalien der Zähne. Meusser, Berlin 1908;pp.114-120,158-160

ANGLE EH. Classifications of malocclusions. Dent Cosmos 1899;41:248-264

AZEVEDO ARP, JANSON G, HENRIQUES JFC, DE FREITAS MR. Evaluation of asymmetries between subjects with Class II subdivision and apparent facial asymmetry and those with normal occlusion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129:376-383

BALTERS W. Die Technik und Übung der allgemeinen und speziellen Bionatortherapie. Quintessenz Referat 1964;2378:1-9

BENGEL W. Die Fotografie in Zahnmedizin und Zahntechnik. Quintessenz, Berlin 1984

BJÖRK A. Variations in the growth of the human mandible: Longitudinal radiographic study by the implant method. J Dent Res Suppl 1963;42:400-411

BJÖRK A. The use of metallic implants in the study of facial growth in children: method and application. *Am J Phys Antropol* 1968;29:243-250

BJÖRK A. Prediction of mandibular growth rotation. *Am J Orthod* 1969;55:585-599

BJÖRK A, SKIELLER V. Facial development and tooth eruption. An implant study at the age of puberty. *Am J Orthod* 1972;62:339-383

BLACK GV. A work on special dental pathology. Medico-Dental Publ Co, Chicago 1915

BOCK N, RUF S. Post-treatment occlusal changes in Class II division 2 subjects treated with the Herbst appliance. *Eur J Orthod* 2008;30:606-613

BOCK N, VON BREMEN J, RUF S. Occlusal stability of adult Class II division 1 treatment with the Herbst appliance. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2010;138:146-151

BOCK N, RUF S. Dentoskeletal changes in adult Class II division 1 Herbst treatment - how much is left after the retention period? *Eur J Orthod* 2011;doi:10.1093/ejo/cjr087

BOWDEN BD. Epiphysal changes in the hand/wrist area as indicators of adolescent stage. *Austr Orthod J Pediat* 1976;4:87-104

BUTLER PM. The prenatal development of the human first upper permanent molar. *Archs Oral Biol* 1967a;12:551-563

BUTLER PM. Comparison of the development of the second deciduous molar and first permanent molar in man. *Arch Oral Biol* 1967b;12:1245-1260

CHAPMAN SM. Ossification of the adductor sesamoid and the adolescent growth spurt. *Angle Orthod* 1972;42:236-244

CHEBIB FS, CHAMMA AM. Indices of Craniofacial Asymmetry. *The Angle Orthodontist* 1981;51:214-226

DAHAN J. Die Diagnose der Gesichts- und Schädelasymmetrien. Ein kephalometrisches Problem. *Fortschr Kieferorthop* 1968;29:289-333

DASKALOGIANNAKIS J, MIETHKE RR, SERGL HG, SERNETZ F. Lexikon kieferorthopädischer Begriffe. Quintessenz Verlags GmbH, Berlin 2003;p.20

DAUSCH-NEUMANN D. Fotostataufnahme. In: Schwenger N.: Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde. Bd. 5: Kieferorthopädie, Parodontologie. Thieme, Stuttgart 1987

DAVID LT. Correcting the Class II subdivision malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:555-556

DE ARAUJO TM, WILHELM RS, ALMEIDA MA. Skeletal and dental arch asymmetries in individuals with normal dental occlusions. *Int J Adult Orthodont Orthognath Surg* 1994;9:111-118

DE MORAES ME, HOLLENDER LG, CHEN CS, MORAES LC, BALDUCCI I. Evaluating craniofacial asymmetry with digital cephalometric images and cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139:523-531

DIEDRICH P. Kieferorthopädie 1-Orofaziale Entwicklung und Diagnostik, Urban & Fischer, München, Jena 2000;p.154

DIERNBERGER R. Fotografie in der Kieferorthopädie. *Inf Orthodont Kieferorthop* 1970;3:67

DU X, HÄGG U, RABIE AB. Effects of headgear Herbst and mandibular step-by-step advancement versus conventional Herbst appliance and maximal jumping of the mandible. Eur J Orthod 2002;24:167-174

ETTORE G, WEBER M, SCHAAF H, LOWRY JC, MOMMAERTS MY, HOWALDT HP. Standards for digital photography in cranio-maxillo-facial surgery - part I: basic views and guidelines. J Craniomaxillofac Surg 2006;34:65-73

FARKAS LG, CHUNG G. Facial asymmetry in healthy North American Caucasians. Angle Orthod 1981;51:70-77

FELLNER U, SCHLÖMER R. Der PAR-Index – eine praktikable Methode der Qualitätssicherung, Kieferorthop 1996;10:193-200

FERRARIO VF, SFORZA C, MIANI A, TARTAGLIA G. Craniofacial morphometry by photographic evaluations. Am J Orthod Dentofac Orthop 1993;103:327-337

FERRARIO VF, SFORZA C, POGGIO CE, TARTAGLIA G. Distance from symmetry: a three-dimensional evaluation of facial asymmetry. J Oral Maxillofac Surg 1994;52:1126-1132

FIRESTONE A, HÄSLER R, INGERVALL B. Treatment results in dental school orthodontic patients in 1983 and 1993. Angle Orthod 1999;69:19-26

FISCHER B. Asymmetries of the Dentofacial Complex. The Angle Orthodontist 1954;24:179-192

FISCHER-BRANDIES H. Kieferorthopädische Modellanalyse, Hanser Verlag, München, Wien 1995

FISHMAN LS. Chronological versus skeletal age, an evaluation of craniofacial growth. Angle Orthod 1979;49:181-189

FRÄNKEL R. Die kieferorthopädische Behandlung mit Funktionsreglern. Quintessenz Referat 1964;2355:1-7

FREITAS MR, JANSON M, JANSON G, SANTANA E, SIMÃO TM. An orthodontic-surgical approach to Class II subdivision malocclusion treatment. J Appl Oral Sci 2009;17:266-273

GARN SM, LEWIS AB, KERESKY RS. Sex differences in tooth size. J Dent Res 1964;43:306

GARN SM, LEWIS AB, KERESKY RS. The meaning of bilateral asymmetry in the permanent dentition. Angle Orthod 1966;36:55-62

GARN SM, LEWIS AB, WALENGA A. Maximum-confidence values for the human mesiodistal crown dimensions of human teeth. Arch Oral Biol 1968;13:841-844

GRABER TM. Orthodontics – Principles and Practice, 3rd edition. Saunders, Philadelphia 1972;pp.255-258,363-395

GRABER TM, Orthodontics, Current Principles & Techniques, 4th edition, Elsevier Inc, St. Louis 2005;p.108

GRAVE KC. Physiological indicators in the orthodontic diagnosis and treatment planning. Aust Orthod J 1978;5:114-122

GÜNTHER H. Zahnarzt – Recht und Risiko. Hanser, München 1982

HÄGG U, TARANGER J. Skeletal stages of the hand and wrist as indicators of the pubertal growth spurt. Acta Odontol Scand 1980;38:187-200

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

HANSEN K. Post-treatment effects of the Herbst appliance. A radiographic, clinical and biometric investigation. Swed Dent J 1992;88:1-49

HARAGUCHI S, TAKADA K, YASUDA Y. Facial Asymmetry in Subjects with Skeletal Class III Deformity. The Angle Orthodontist 2002;72:28-35

HASUND A, JANSON I. Der kieferorthopädische Behandlungsplan. Organisation und Dokumentation. Hanser, München 1978

HERBST E. Atlas und Grundriss der Zahnärztlichen Orthopädie. J. F. Lehmanns Verlag, München 1910;pp.311-315

HINZ R. Die Fotografie in der Zahnheilkunde. Zahnärztlicher Fachverlag, Herne 1981

HOFFMANN-AXTHELM W. Lexikon der Zahnmedizin. 6. Aufl. Quintessenz, Berlin 1995

HUPFAUF L, NOLDEN R. Ästhetik in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. PdZ spezial. Urban & Schwarzenberg, München 1995

HWANG HS, HWANG CH, LEE KH, KANG BC. Maxillofacial 3-dimensional image analysis for the diagnosis of facial asymmetry. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;130:779-785

HOTZ R. Orthodontie in der täglichen Praxis. 5. Aufl., Huber, Bern 1980

HOTZ R. Zahnmedizin bei Kindern und Jugendlichen. 2. Aufl., Thieme, Stuttgart 1981

JÄGER A, GRIPP L, LORCH V. The orthodontic findings in patients with unilateral Angle Class II. Fortschr Kieferorthop 1993;54:196-202

JANSON GR, METAXAS A, WOODSIDE DG, FREITAS MR, PINZAN A. Three-dimensional evaluation of skeletal and dental asymmetries in Class II subdivision malocclusions. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001;119:406-418

JANSON GR, DAINESI EA, HENRIQUES JF, FREITAS MR, DE LIMA KJ. Class II subdivision treatment success rate with symmetric and asymmetric extraction protocols. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2003;124:257-264

JANSON GR, SANTANA CRUZ K, WOODSIDE DG, METAXAS A, FREITAS MR, HENRIQUES JFC. Dentoskeletal treatment changes in Class II subdivision malocclusions in submentovertex and posteroanterior radiographs. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;126:451-463

JANSON GR, CARVALHO PE, CANCADO RH, FREITAS MR, HENRIQUES JF. Cephalometric evaluation of symmetric and asymmetric extraction treatment for patients with Class II subdivision malocclusions. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007a;132:28-35

JANSON GR, DE LIMA KJ, WOODSIDE DG, METAXAS A, FREITAS MR, HENRIQUES JF. Class II subdivision malocclusion types and evaluation of their asymmetries. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007b;131:57-66

KANTOROWICZ A, KORHAUS G. Ätiologie der orthodontischen Anomalien. Fortschr Zahnheilk 1925;1:171-213

KLOEHN FC. 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

KRAUS BS, JORDAN R. The human dentition before birth. Lea and Febiger, Philadelphia 1965

KURODA S, MURAKAMI K, MORISHIGE Y, TAKANO-YAMAMOTO T. Severe Class II malocclusion with facial asymmetry treated with intraoral vertico-sagittal ramus osteotomy and LeFort I osteotomy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135:809-819

KURT G, UYSAL T, SISMAN Y, RAMOGLU SI. Mandibular asymmetry in Class II subdivision malocclusion. *Angle Orthod* 2008;78:32-37

LAI M, McNAMARA JA. An evaluation of two-phase treatment with the Herbst appliance and preadjusted edgewise therapy. *Semin Orthod* 1998;4:46-58

LEE MS, CHUNG DH, LEE JW, CHA KS. Assessing soft-tissue characteristics of facial asymmetry with photographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;138:23-31

LETZER GM, KRONMAN JH. A posteroanterior cephalometric evaluation of craniofacial asymmetry. *Angle Orthod* 1967;37:205-211

LUDWIG W. Rechts-Links-Problem im Tierreich und beim Menschen. *Monogr. Physiol. Pfl. Tiere* 27, Springer, Berlin 1932

LUNDSTROM A. Some asymmetries of the dental arches, jaws, and skull, and their etiological significance. *Am J Orthod* 1961;47:81-106

MAUER P, OTTO C, ECKERT AW, SCHUBERT J. Complications in surgical treatment of malocclusion. Report of 50 years experience. *Mund-Kiefer-Gesichtschir* 2001;5:357-361

MASUOKA N, MOMOI Y, ARIJI Y. Can cephalometric indices and subjective evaluation be consistent for facial asymmetry? *Angle Orthod* 2005;75:651-655

McDONALD F, IRELAND AJ. *Diagnosis of the Orthodontic Patient*. Oxford University Press 2000, p. 55

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

MEYER SID. Retrospektive methodische Studie zum Vergleich von digitaler und manueller Modellanalyse in der Kieferorthopädie, INAUGURAL-DISSERTATION zur Erlangung des doctor medicinae dentium der Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster 2010

MICHIELS LY, TOURNE LP. Nasion true vertical: a proposed method for testing the clinical validity of cephalometric measurements applied to a new cephalometric reference line. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1990;5:43-52

MULICK JF. An investigation of craniofacial asymmetry using the serial twin-study method. *Am J Orthod* 1965;51:112-129

MÜHLREITER E. Über Maximal- und Minimalgrößen der Zähne. *Deutsche Vierteljahresschrift für Zahnheilkunde* 1874;14

MÜHLREITER E. Anatomie des menschlichen Gebisses. Felix, Leipzig 1912

NANDA R, GHOSH J, BAZAKIDOU E. Three-dimensional facial analysis using a video imaging system. Angle Orthod 1996;66:181-188

NAYLER JR. Clinical Photography: A Guide for the Clinician. J Postgrad Med 2003;49:256-262

PALACIOS P, URIBE F, NANDA R. Correction of an asymmetrical Class II malocclusion using predictable force systems. J Clin Orthod 2007;4:211-216

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

PANCHERZ H, ANEHUS-PANCHERZ M. Muscle activity in Class II, Division 1 malocclusions treated by bite jumping with the Herbst appliance. Am J Orthod 1980;78:321-329

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. A cephalometric investigation. Am J Orthod 1982;82:104-113

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

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, HANSEN K. Mandibular anchorage in Herbst treatment. Eur J Orthod 1988;10:149-164

PANCHERZ H, LITTMANN C. Morphologie und Lage des Unterkiefers bei der Herbst-Behandlung. Eine kephalometrische Analyse bis zum Wachstumsabschluss. Inf Orthod Kieferorthop 1989;21:493-513

PANCHERZ H. Die Herbst-Apparatur in der modernen Kieferorthopädie. Inf Orthod Kieferorthop 1989;21:467-490

PANCHERZ H, FACKEL U. The skeletofacial growth pattern pre- and post dentofacial orthopedics. A longterm study of Class II malocclusions treated with the Herbst appliance. Eur J Orthod 1989;12:209-218

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

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

PANCHERZ H. Früh- oder Spätbehandlung mit der Herbst-Apparatur - Stabilität oder Rezidiv? Inf Orthod Kieferorthop 1994;26:437-445

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

PANCHERZ H, RUF S. The Herbst Appliance: Research-Based Updated Clinical Possibilities. World J Orthod 2000;1:17-31

PANCHERZ H, RUF S. The Herbst Appliance: Research-Based Clinical Management. Quintessence Pub; Auflage 1 Berlin, Chicago, London, Tokyo, Barcelona, Beijing, Istanbul, Milan, Moscow, New Delhi, Paris, Prague, Sao Paulo, Seoul and Warsaw 2008

PAULSEN HU, KARLE A. Computer tomographic and radiographic changes in the temporomandibular joints of two young adults with occlusal asymmetry, treated with the Herbst appliance. European Journal of Orthodontics 2000;22:649-656

PAULSEN HU, RABØL A, SØRENSEN SS. Bone scintigraphy of human temporomandibular joints during Herbst treatment: a case report. European Journal of Orthodontics 1998;20:369-374

PECK S, PECK L, KATAJA M. Skeletal asymmetry in esthetically pleasing faces. Angle Orthod 1991;1:43-48

PIRTTINIEMI P, RAUSTIA A, KANTOMAA T, PYHTINEN J. Relationships of bicondylar position to occlusal asymmetry. Eur J Orthod 1991;13:441-445

PROFFIT WR, FIELDS HW, SARVER DM. Contemporary Orthodontics. 3rd edition. Mosby, St. Louis 2000;pp.125-142, 215

PROFFIT WR, FIELDS HW, SARVER DM. Contemporary Orthodontics. 4th edition. Mosby, St. Louis 2007;p.11

RAINS M, NANDA R. Soft-tissue changes associated with maxillary incisor retraction. Am J Orthod 1982;81:481-488

REICHENBACH E, KÖLE H, BRÜCKL H. Chirurgische Kieferorthopädie, 2.Aufl.Barth, Leipzig 1970

RICHARDSON ME. The relationship between the relative amount of space present in the deciduous dental arch and the rate and degree of space closure subsequent to the extraction of a deciduous molar. Dent Practit 1965;16:111-118

RIEDEL R. Esthetics and its relation to orthodontic therapy. Angle Orthod 1950;20:168-178

RODRIGUES AF, FRAGA MR, VITRAL RW. Computed tomography evaluation of the temporomandibular joint in Class II Division 1 and Class III malocclusion patients: condylar symmetry and condyle-fossa relationship. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;136:199-206

ROSE JM, SADOWSKY C, BEGOLE EA, MOLES R. Mandibular skeletal and dental asymmetry in Class II subdivision malocclusions. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1994;105:489-495

RUF S, PANCHERZ H. The mechanism of Class II correction during Herbst therapy in relation to the vertical jaw base relationship. A cephalometric roentgenographic study. Angle Orthod 1997;67:271-276

RUF S, PANCHERZ H. Long-term TMJ effects of Herbst treatment: a clinical and MRI study. Am J Orthod Dentofac 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 Dentofac 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. When Is the Ideal Period for Herbst Therapy – Early or Late? Semin Orthod 2003;9:47-56

RUF S. Kommentar zum Befundbericht und Behandlungsplan, 13. Neubearb. Auflage, Poliklinik für Kieferorthopädie der JLU-Gießen 2006;pp.12-13

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 cases. Eur J Orthod 2006;28:352-360

RUDZKI-JANSON I, THEDENS K. Fotodokumentation, Profil und Enface-Analyse, Videoimaging. Praxis der Zahnheilkunde Bd. 11/Kieferorthopädie I. Urban&Fischer 4.Aufl. München 2000;pp.311-330

SANDERS DA, RIGALI PH, NEACE WP, URIBE F, NANDA R. Skeletal and dental asymmetries in Class II subdivision malocclusions using cone-beam computed tomography. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010;138:542e1-542e20

SANIN C, SAVARA BS. An analysis of permanent mesiodistal crown size. Am J Orthodont 1971;59:488

SCHABEL BJ, BACCETTI T, FRANCHI L, MCNAMARA JA. Clinical photography vs. digital video clips for the assessment of smile esthetics. Angle Orthod 2010;80:490-496

SCHIAVONI R, GRENGA V, MACRI V. Treatment of Class II high angle malocclusions with the Herbst appliance: a cephalometric investigation. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1992;102:393-409

SCHOPF P. Curriculum Kieferorthopädie Band 1 und 2; 3. und 4. Auflage, überarb. u. erw. A. Quintessenz, Berlin 2000;pp.52-53,550-563

SCHOPF P. Kieferorthopädie Band 1 4. überarb. u. erw. Auflage, Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin 2008;pp.219-220

SCHULZE C. Aufgabe und Methodik humangenetischer Forschungen im Rahmen der Kieferorthopädie. Dtsch Zahnärztl Z 1973;28:380,474,570

SCHUMACHER GH. Odontographie Hüthig, Heidelberg 1995

SEGATTO E, LIPPOLD C, VÉGH A. Craniofacial features of children with spinal deformities. BMC Musculoskelet Disord 2008;9:169

SEVERT TR, PROFFIT WR. The prevalence of facial asymmetry in the dentofacial deformities population at the University of North Carolina. Int J Adult Orthod Orthognath Surg 1997;12:171-176

SEZGIN OS, CELENK P, ARICI S. Mandibular asymmetry in different occlusion patterns. Angle Orthod 2007;77:803-807

SHAH SM, JOSHI MR. An assessment of asymmetry in the normal craniofacial complex. Angle Orthod 1978;48:141-148

SHROFF B, LINDAUER S, BURSTONE C. Class II subdivision treatment with tip-back moments. Eur J Orthod 1997;19:93-101

SILVERIA AM, FISHERMAN LS, SUBTENLY JD, KAUSSEBAUM DK. Facial growth during adolescence in early, average and late matures. *Angle Orthod* 1992;62:185-190

SPRANGER H. Dokumentation in der Zahnärztlichen Praxis. In: Ketterl W. Praxis in der Zahnheilkunde. Bd. 1. Grundlagen der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. Urban&Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore 1994

STELLWAGEN L, HUBBARD E, CHAMBERS C, LYONS JONES K. Torticollis, facial asymmetry and plagiocephaly in normal newborns. *Arch Dis Child* 2008;93:827-831

SUBTELNY JD. A longitudinal study of soft tissue facial structures and their profile characteristics, defined in relation to underlying skeletal structures. *Am J Orthod* 1959;45:481-507

SUBTELNY J. The soft tissue profile, growth and treatment changes. *Angle Orthod* 1961;31:105-122

TAMMOSCHEIT UG. Klinisch-genetische Untersuchungen zur so genannten Angle-Klasse II:1 *Fortschr Kieferorthop* 1976;37:119-128

THOMPSON JR. Asymmetry of the face. *J Am Dent A* 1943;30:1859-1871

TOFANI MI. Mandibular growth at puberty. *Am J orthod* 1972;62:176-195

TUCKER AS, SHARPE PT. Molecular genetics of tooth morphogenesis and patterning: the right shape in the right place. *J Dent Res* 1999;78:826-834

TULLOCH J, LENZ B, PHILLIPS C. Surgical versus orthodontic correction for Class II patients: Age and severity in treatment planning and treatment outcome. *Semin Orthod* 1999;5:231-240

UYSAL T, KURT G, RAMOGLU SI. Dental and alveolar arch asymmetries in normal occlusion and class II division I and class II subdivision malocclusions. *World J Orthod* 2009;10:7-15

VALANT JR, SINCLAIR PM. Treatment effects of the Herbst appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;95:138-147

VIG PS, HEWITT AB. Asymmetry of the human facial skeleton. *Angle Orthod* 1975;45:125-129

VITRAL RW, TELLES C, FRAGA MR, OLIVEIRA RS, TANAKA OM. Computed tomography evaluation of temporomandibular joint alterations in patients with class II division 1 subdivision malocclusions: condyle-fossa relationship. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:48-52

VON BREMEN J, PANCHERZ H. Efficiency of early and late Class II Division 1 treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;121:31-37

WEGENER H. Vergleich der Reproduzierbarkeit kephalometrischer Referenzpunkte mit Dosisreduktion bei digitaler Lumineszenzradiographie und konventionell erstellten Fernröntgenseitenaufnahmen, INAUGURAL-DISSERTATION zur Erlangung des doctor medicinae dentium der Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster 2003

WEINBERGER WW. Orthodontics. A historical review of its origin and evolution. Vol. II. The Mosby Company 1926

WERTZ RA. Diagnosis and Treatment Planning of Unilateral Class II Malocclusions. *Angle Orthod* 1975;45:85-94

WONG GW, SO LL, HÄGG U. A comparative study of sagittal correction with the Herbst appliance in two different ethnic groups. Eur J Orthod 1997;19:195-204

YOGOSAWA F. Predicting soft tissue profile changes concurrent with orthodontic treatment. Angle Orthodontist 1990;60:199-206

ZACHRISSON B. Important aspects of long-term stability. J Clin Orthod 1997;31:562

10 Anhang

Folgendes Poster wurde im Rahmen des 87th Congress of the European Orthodontic Society vom 19.6.-23.06.2011 in Istanbul präsentiert:








Success rate of Class II subdivision Herbst treatment

N. Bock, B. Reiser, S. Ruf; Department of Orthodontics, Justus-Liebig-University Giessen

Conclusions

Class II subdivision Herbst treatment is similarly successful as symmetric Class II Herbst treatment. However, after retention a slight overcompensation of the molar relationship (Class III tendency) is more frequent in Class II subdivision patients.

Objective

To investigate treatment and post-treatment success rates of Herbst-Multibracket (MB) treatment in Class II subdivision compared to symmetric Class II malocclusions.

Materials and Methods

22 Class II subdivision (right-left-molar difference ≥ 0.75 cusp widths = ASYM) and 22 symmetric Class II subjects (≥ 0.75 cusp widths bilaterally = SYM), matched according to gender and pre-treatment hand wrist stage. Herbst treatment lasted for 9 months on average and subsequent MB treatment for 14 months. The retention period amounted to at least 12 months (mean 36 months).

Dental casts from before treatment (T1), after treatment (T2) and after retention (T3) were evaluated. For statistics, data modification (mirroring of the values) was performed to have all subdivision subjects exhibit the Class II molar relationship on the same side.

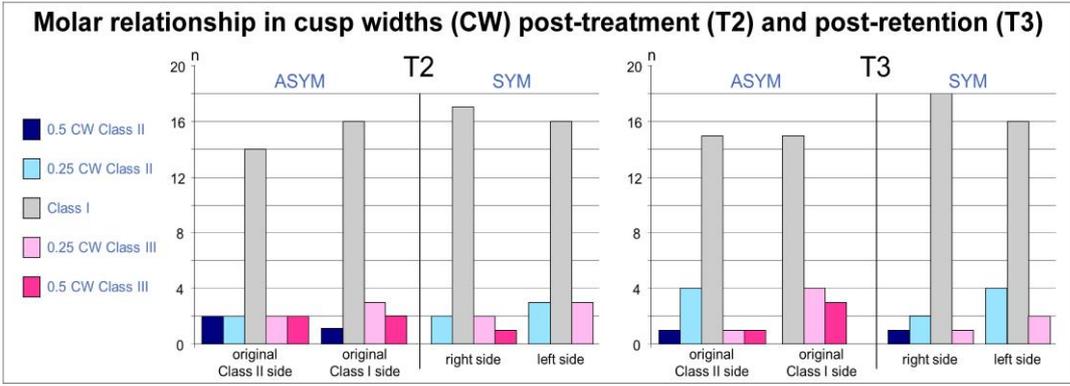
Results

While the initial overjet values (T1) differed moderately (ASYM: 6.3mm, SYM: 7.8mm), no group difference was seen neither after treatment (ASYM: 2.7mm, SYM: 2.3mm) nor after retention (ASYM: 3.0mm, SYM: 3.4mm).

At T2, a bilateral Class I or super Class I molar relationship (up to 0.25 cusp widths mesial) was seen in 73% of the ASYM subjects and 77% of the SYM subjects. At T3, the corresponding values were 64% (ASYM) and 73% (SYM), respectively.

While the post-retention (T3) frequency of a uni- or bilateral Class II molar relationship of up to 0.5 cusp widths was similar in both groups (ASYM: 23%, SYM: 27%), a uni- or bilateral Class III molar relationship of 0.5 cusp widths was more frequent in the Class II subdivision subjects (ASYM: 14%, SYM: 0%).

Molar relationship in cusp widths (CW) post-treatment (T2) and post-retention (T3)



Time Point	Group	Side	Molar Relationship (n)				
			0.5 CW Class II	0.25 CW Class II	Class I	0.25 CW Class III	0.5 CW Class III
T2	ASYM	original Class II side	2	2	14	2	2
		original Class I side	1	0	16	3	2
	SYM	right side	2	2	17	2	2
		left side	3	2	16	2	3
T3	ASYM	original Class II side	1	4	14	1	1
		original Class I side	0	0	14	4	3
	SYM	right side	1	2	18	1	0
		left side	4	2	16	2	2

Contact

niko.c.bock@dentist.med.uni-giessen.de

Das auf den nachfolgenden Seiten abgedruckte Manuskript wurde von der Zeitschrift "The Angle Orthodontist" zur Publikation angenommen.

Class II subdivision treatment with the Herbst-Appliance

Niko C. Bock^a; Benjamin Reiser^b; Sabine Ruf^c

^a Associate Professor, Department of Orthodontics, Justus-Liebig-University, Giessen, Germany

^b Assistant Professor, Department of Maxillofacial and Plastic Surgery, Justus-Liebig-University, Giessen, Germany

^c Professor and Department Chair, Department of Orthodontics, Justus-Liebig-University, Giessen, Germany

Corresponding author: Dr. Niko C. Bock, Associate Professor, Department of Orthodontics, Justus-Liebig-University, Schlangenzahl 14, 35392 Giessen, Germany

© 2012 by the EH Angle Education and Research Foundation, Inc.

Submitted: May 2012

ABSTRACT

Objective: To assess the effectiveness of Class II subdivision Herbst treatment (non-extraction) and its short-term stability retrospectively.

Materials and Methods: 22 Class II subdivision (SUB: right-left-molar difference ≥ 0.75 cusp width) and 22 symmetric Class II patients (SYM: ≥ 0.75 cusp width bilaterally), matched according to gender and pre-treatment handwrist radiographic stage. The mean treatment duration of the Herbst and subsequent multibracket phase was 8 months and 14 months, respectively. The mean retention period amounted to 36 months. Dental casts from before treatment (T1), after Herbst treatment (T2), after Multibracket treatment (T3) and after retention (T4) were evaluated.

Results: A bilateral Class I or super Class I molar relationship was seen in 72.7% (SUB) and 77.3% (SYM) at T3. The corresponding values at T4 were 63.7% (SUB) and 72.7% (SYM). A uni- or bilateral Class III molar relationship was more frequent in the SUB group (T3: +4.6%; T4: +13.6%). For overjet, similar mean values were seen in both groups after treatment (T3 - SUB: 2.7 mm, SYM: 2.3 mm) and after retention (T4 - SUB: 3.0 mm, SYM: 3.4 mm). This was also true for the midline shift (T3 - SUB: -0.4 mm, SYM: 0.0 mm; T4 - SUB: -0.3 mm, SYM: 0.0 mm).

Conclusion: Class II subdivision Herbst treatment was similarly successful as symmetric Class II Herbst treatment. However, a slight overcompensation of the molar relationship (Class III tendency) was more frequent in subdivision patients (original Class I side).

Key words: Class II subdivision; Herbst; Stability

INTRODUCTION

Angle¹ described the Class II subdivision as a separate group of Class II malocclusions characterized by a unilateral Class II molar relationship. Several papers have investigated and discussed the development of this asymmetric molar relationship in Class II subdivision cases.²⁻
⁸ According to results derived from 2-D imaging studies, most Class II subdivision malocclusions are dentoalveolar in origin, while a skeletal contribution - due to an asymmetric mandible – seems only to exist in some patients.^{2,5,6} On the other hand, Sanders et al.⁹ using cone-beam CT to evaluate a group of Class II subdivision malocclusions concluded that the etiology is mainly skeletal and due to an asymmetric mandible which is shorter and more posteriorly positioned on the Class II side.

The treatment of Class II subdivision malocclusions is generally considered to be challenging.^{1,3,4,8,10,11} This is maybe the reason for the fact that relatively few studies on Class II subdivision treatment exist in literature. More than just case reports can only be found for the following treatment options: (1) non-extraction treatment using tip-back mechanics¹⁰ and (2) extraction treatments with one, three or four premolar extraction protocols.¹²⁻¹⁵ A comparison of treatment options for Class II subdivision treatments demonstrated three premolar extraction protocols to be slightly superior to four premolar extraction protocols in terms of treatment success.¹⁵

All above mentioned treatment options for Class II subdivision treatment are purely dentoalveolar and as such naturally not able to address skeletal deviations or in other words a mandibular asymmetry. Although it seems logical that functional appliance therapy could be an appropriate treatment approach for Class II subdivision malocclusions only a few case reports on removable and fixed functional appliances have been published.¹⁶⁻²⁰ The same is true for surgical Class II subdivision treatments.²¹⁻²³

As no study has been published on the correction of Class II subdivision malocclusion using functional appliances and no data at all are available concerning the stability of Class II subdivision treatment, the purpose of the present study was to evaluate the success and short-term stability of Class II subdivision Herbst appliance treatment.

MATERIALS AND METHODS

After obtaining ethic approval (Protocol Nr. 37/10, Faculty of Medicine, University of Giessen, Germany), the records of all 400 Class II patients that were treated with a Herbst appliance at the Orthodontic Department at the University of Giessen, Germany until 2008, were retrospectively examined for the following inclusion criteria: Class II subdivision molar relationship with a right-left-difference of at least 0.75 cusp widths (CW), fully erupted premolars and canines at start of treatment, no history of asymmetric extractions or aplasia of permanent teeth, non-extraction treatment, no craniofacial syndromes or severe facial asymmetry and a follow-up examination at least 12 months after the end of all active treatment.

22 consecutively treated subjects (11 boys, 11 girls) fulfilled the inclusion criteria for the subdivision group (SUB). The mean age at the start of treatment was 15 years (SD = 3.27; range = 12 to 27 years). The mean treatment length amounted to 8 months (SD = 1.59; range = 6 to 13 months) for the Herbst phase and 15 months (SD = 4.56; range 7 to 24 months) for the subsequent Multibracket (MB) phase. The mean follow-up period was 27 months (SD = 9.78; range 12 to 53 months) and the mean total observation period 50 months (SD = 11.00; range 30 to 68 months).

The group for comparison was also generated from the whole sample of 400 Herbst patients. The inclusion criteria were the same besides for the molar relationship which had to be a symmetric Class II relationship of at least 0.75 CW on both sides. The subjects were matched based on the severity of the malocclusion and the pre-treatment skeletal maturity stages (assessment of hand wrist radiographs according to Hägg and Taranger²⁴). If more than one

subject from the control group fulfilled the matching criteria, the one where treatment had started chronologically closest to the one in the SUB group was selected.

Thus, the symmetric group (SYM) also consisted of 22 subjects (11 boys, 11 girls). The mean age at the start of treatment was 15 years (SD = 3.19; range = 12 to 26 years). The mean treatment length amounted to 8 months (SD = 1.96; range = 4 to 14 months) for the Herbst phase and 13 months (SD = 5.78; range 5 to 27 months) for the subsequent MB phase. The mean follow-up period was 36 months (SD = 18.72; range 12 to 93 months) and the mean total observation period 56 months (SD = 18.1; range 34 to 110 months).

All subjects of both groups were treated with a bilateral Herbst telescope mechanism attached to casted splints, which was unilaterally or bilaterally activated to an overcorrected Class I molar and incisal edge-to-edge relationship at the start of treatment.

Study models (centric occlusion) from before (T1) and after Herbst treatment (T2), as well as after MB treatment (T3) and after retention (T4) of all subjects were analyzed.

The study models were evaluated for the following variables:

- MR, ML Sagittal Molar Relation (Right, Left)
- OJ Overjet (mean right / left)
- MS Mandibular Midline Shift

Visual ratings of the molar relationship were performed to the nearest 0.25 CW and classified as Class I, II or III¹. Linear measurements were made to the nearest 0.5 mm using a manual caliper. The investigator was blinded concerning the group affiliation (except for the study models from T1).

To minimize the error of the method, all assessments were performed twice with a time interval of at least two weeks between evaluations. The mean value of both measurements was used as the final measurement value.

For statistical reasons, data modification (mirroring of values) was performed to have all study models of the SUB group exhibit the Class II relationship on the same side ("right" side). As no comparable data were found in the literature, the statistical method was defined as explorative. To evaluate group differences, Fisher's Exact Test was used for the variable molar relationship, while the Rank Sum Test was used to evaluate overjet and midline shift.

RESULTS

The detailed results are presented in Figure 1a and 1b (molar relationship), Table 1 (overjet) and (midline shift).

Molar relationship

Before treatment (T1) - and in accordance with the inclusion criteria - a Class II molar relationship was seen in all subjects of both groups (SUB and SYM) on the right side and in all subjects of the SYM on the left side. Therefore, a group difference ($P < .001$) existed for the molar relationship on the left side only.

After Herbst treatment (T2) a bilateral Class I or super Class I (≤ 0.25 cusp widths mesial) molar relationship was seen in 18.2% of the subjects of the SYM-subjects only. A uni- or bilateral Class III molar relationship (≥ 0.25 cusp widths mesial) was seen in 100.0% of the SUB-subjects and 81.8% of the SYM-subjects.

After subsequent MB treatment (T3) a bilateral Class I or super Class I molar relationship was seen in 72.7% of the SUB-subjects and 77.3% of the SYM-subjects in the SYM. The remaining

subjects exhibited either or a uni- or bilateral Class III molar relationship (SUB: 9.1%, SYM: 4.5%) or a uni- or bilateral Class II molar relationship (SUB: 18.2%, SYM: 18.2%).

After retention (T4) a bilateral Class I or super Class I molar relationship was seen in 63.7% of the subjects of the SUB and 72.7% of the subjects in the SYM group. The remaining subjects exhibited either a uni- or bilateral Class III molar relationship (SUB: 13.6%) or a uni- or bilateral Class II molar relationship (SUB: 22.7%, SYM: 27.3%).

Statistically, the only group difference ($p=0.0463$) was seen for the molar relationship on the left side (pre-treatment Class I side in the SUB group) after retention. At this time, the frequency of a mild Class III tendency was higher in the SUB group, while a mild Class II tendency was seen more often in the SYM group.

Overjet

While the overjet values differed moderately between SUB and SYM before treatment (SUB: MEAN 6.3 mm; SYM: MEAN 7.8 mm; $P>.05$) and immediately after Herbst treatment (SUB: MEAN -1.6 mm; SYM: MEAN -0.1 mm; $P<.05$), no difference was seen neither after MB treatment (SUB: MEAN 2.7 mm; SYM: MEAN 2.3 mm; $P>.05$) nor after retention (SUB: MEAN 3.0 mm; SYM: MEAN 3.3 mm; $P>.05$).

Midline shift

Concerning the midline shift, a moderate difference existed between SUB and SYM before treatment (SUB: MEDIAN -2.0 mm; SYM: MEDIAN 0.0 mm; $P<.01$), expressing the fact that a midline deviation towards the Class II side was more frequent in the SUB group. However, this difference decreased during treatment and no further statistical difference ($P>.05$) was seen thereafter (T2,T3,T4 – SUB=SYM: MEDIAN 0.0 mm).

DISCUSSION

The present investigation is the first to evaluate functional appliance treatment of Class II subdivision malocclusions systematically and to deal with stability of Class II subdivision treatment. Accordingly the possibility for literature comparison was limited.

The investigation is based on a retrospective evaluation of study models, which were evaluated by a blinded examiner. Even if no untreated control group was available, a group of symmetric Class II malocclusion subjects was matched according to the severity of the malocclusion and the skeletal maturity during which treatment was performed. Furthermore, both groups were homogeneous concerning the treatment protocol (Herbst-MB treatment, non-extraction), which was identical in all subjects, naturally except for the symmetric/asymmetric mandibular advancement.

During Herbst treatment (T2-T1) nearly all subjects in both groups (SUB and SYM) were treated to an overcorrected Class I or Class III molar relationship. While for a symmetric advancement this has clearly been shown to be the result of a stimulation of mandibular growth^{25,26} in conjunction with dentoalveolar effects, a corresponding unilateral effect for the SUB group can be expected based on the case reports by Paulsen and Karle¹⁸ and Paulsen et al.¹⁹ During the subsequent MB phase (T3-T2), the occlusion settled and in most cases of both groups (73-77%) a bilateral Class I or super Class I molar relationship could be established. This occlusal settling is in concordance with previous Herbst studies.^{27,28} For other treatment protocols, no comparable data were found in the literature.

The main difference between the two groups was seen after the retention period when there was a clear tendency ($p=0.0463$) towards more frequent Class III molar relationships in the SUB on their former Class I side and more frequent Class II molar relapse in the SYM group. For the former Class II side of the SUB group neither a difference in comparison to the SYM group nor to previous Herbst publications^{29,30} was found. Therefore, the overall short-term stability of Class II subdivision treatment with the Herbst appliance can be considered as good. No

comparable data concerning the stability of treatment results in Class II subdivision patients were found in the literature.

Although there were slight differences between the groups regarding the overjet before treatment, it was corrected to similar average and median values both after treatment and after retention. Comparable data were reported by Janson et al.¹³ who compared asymmetric and symmetric extraction protocols in Class II subdivision patients and found mean post-treatment overjet values of 2.4-2.6 mm.

While interpreting the changes of the follow-up period of the present investigation in terms of stability, it must be taken into account that fixed retainers were still in place in most of the cases during this period. This could have influenced the stability of overjet by preventing a proclination of the upper and a retroclination of the lower incisors. However, it seems unlikely that these retainers had an influence on the above mentioned stability of the sagittal molar relationship. Furthermore, it seems even more unlikely that they had differing effects in the SUB and SYM groups that could account for the reported differences.

Midline shift before treatment was more pronounced (average and median) in the SUB group, in which it tended to deviate to the Class II side. Nevertheless, it should be noted, that there were also large interindividual differences regarding midline shifts in the SYM group. Furthermore it cannot be ruled out, that part of the pretreatment group difference was due to the value mirroring in the SUB group. As for natural reasons no such mirroring could be performed in the SYM group, possible left/right midline shifts might arithmetically have compensated themselves. Although no further group difference existed after T1, large interindividual differences prevailed in both groups. Therefore, in some of the Class II subdivision subjects even a midline shift to the original Class I side could be seen, for example if the malocclusion was not only caused by skeletal but also dentoalveolar reasons. Changes in midline shift during Class II subdivision treatment were also assessed by Janson et al.¹⁵ who found an average midline deviation after

fixed appliance treatment of 0.6 mm in the group of four premolar extractions and 0.1 mm in the group of three premolar extractions.

Overall, the present investigation showed that non-extraction Herbst-MB treatment of Class II subdivision malocclusions proved to be quite successful. Furthermore, good short-term stability of the treatment results was observed. However, due to the limited number of subjects, the influence of co-variables (i.e. skeletal maturity at start of treatment) could not be assessed.

Furthermore, the evaluation of skeletal and facial asymmetry would have been desirable. However, the available records did not enable drawing significant conclusions as PA-radiographs did not exist at all and enface photographs were not available for all patients and time points. On the other hand, patients with severe facial asymmetry had been excluded and mild asymmetries might even have been present in the symmetric group.^{31,32,33} From the clinical point of view, the asymmetric advancement in the SUB group did not seem neither to improve nor worsen the degree of facial symmetry.

CONCLUSIONS

- Class II subdivision Herbst treatment was similarly successful as symmetric Class II Herbst treatment with respect to the occlusal correction.
- After retention a slight overcompensation of the molar relationship (Class III tendency) was more frequent in Class II subdivision patients (original Class I side).

REFERENCES

1. Angle EH. Classifications of malocclusions. *Dent Cosmos*. 1899;41:248–264.
2. Alavi DG, Begole EA, Schneider BJ. Facial and dental arch asymmetries in Class II subdivision malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1988;93:38–46.

3. Azevedo ARP, Janson G, Henriques JFC, De Freitas MR. Evaluation of asymmetries between subjects with Class II subdivision and apparent facial asymmetry and those with normal occlusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129:376–383.
4. Jäger A, Gripp L, Lorch V. Kieferorthopädische Befunde bei Patienten mit einseitiger Angle-Klasse II. *Fortschr Kieferorthop.* 1993;54:196–202.
5. Janson G, De Lima KJRS, Woodside DG, Metaxas A, De Freitas MR, Henriques JFC. Class II subdivision malocclusion types and evaluation of their asymmetries. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007a;131:57–66.
6. Janson GRP, Metaxas A, Woodside DG, De Freitas MR, Pinzan A. Three-dimensional evaluation of skeletal and dental asymmetries in Class II subdivision malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;119:406–418.
7. Kurt G, Uysal T, Sisman Y, Ramoglu SI. Mandibular asymmetry in Class II subdivision malocclusion. *Angle Orthod.* 2008;78:32–37.
8. Rose JM, Sadowsky C, Begole EA, Moles R. Mandibular skeletal and dental asymmetry in Class II subdivision malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994;105:489–495.
9. Sanders DA, Rigali PH, Neace WP, Uribe F, Nanda R. Skeletal and dental asymmetries in Class II subdivision malocclusions using cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 138:542e1–542e20.
10. Shroff B, Lindauer SJ, Burstone CJ. Class II subdivision treatment with tip-back moments. *Eur J Orthod.* 1997;19:93–101.
11. Turpin DL. Correcting the Class II subdivision malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;128:555–556.
12. Cheney EA. Dentofacial asymmetries and their clinical significance. *Am J Orthod.* 1961;47:814–829.
13. Janson G, Carvalho PEG, Cançado RH, De Freitas MR, Henriques JFC. Cephalometric evaluation of symmetric and asymmetric extraction treatment for patients with Class II subdivision malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007b;132:28–35.

14. Janson G, Cruz KS, Woodside DG, Metaxas A, De Freitas MR, Henriques JFC. Dentoskeletal treatment changes in Class II subdivision malocclusions in submentovertex and posteroanterior radiographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;126:451–463.
15. Janson G, Dainesi EA, Henriques JFC, De Freitas MR, De Lima KJRS. Class II subdivision treatment success rate with symmetric and asymmetric extraction protocols. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;124:257–264.
16. Melsen B, Bjerregaard J, Bundgaard M. The effect of treatment with functional appliance on a pathologic growth pattern of the condyle. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1986;90:503–512.
17. Miguel JAM, Zanardi G. Correction of Asymmetry with a Mandibular Propulsion Appliance. *J Clin Orthod.* 2008;42:109–113.
18. Paulsen HU, Karle A. Computer tomographic and radiographic changes in the temporomandibular joints of two young adults with occlusal asymmetry, treated with the Herbst appliance. *Eur J Orthod.* 2000;22:649–656.
19. Paulsen HU, Rabøl A, Sørensen SS. Bone scintigraphy of human temporomandibular joints during Herbst treatment: a case report. *Eur J Orthod.* 1998;20:369–374.
20. Sarnäs KV, Pancherz H, Rune B, Selvik G. Hemifacial microsomia treated with the Herbst appliance. Report of a case analyzed by means of roentgen stereometry and metallic implants. *Am J Orthod.* 1982;82:68-74.
21. Janson M, Janson G, Sant'Ana E, Simão TM, De Freitas MR. An orthodontic-surgical approach to Class II subdivision malocclusion treatment. *J Appl Oral Sci.* 2009;17:266–273.
22. Kuroda S, Murakami K, Morishige Y, Takano-Yamamoto T. Severe Class II malocclusion with facial asymmetry treated with intraoral vertico-sagittal ramus osteotomy and LeFort I osteotomy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135:809–819.

23. Pinho T, Figueiredo A. Orthodontic-orthognathic surgical treatment in a patient with Class II subdivision malocclusion: Occlusal plane alteration. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011; 140:703–712.
24. Hägg U, Taranger J. Maturation indicators and the pubertal growth spurt. *Am J Orthod* 1982;82:299–309.
25. Ruf S, Pancherz H. Temporomandibular joint growth adaptation in Herbst treatment in Herbst treatment: a prospective magnetic resonance imaging and cephalometric roentgenographic study. *Eur J Orthod.* 1998;20:375-388.
26. 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.* 1999;115:607-618.
27. 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.
28. Pancherz H, Hansen K. Occlusal changes during and after Herbst treatment: a cephalometric investigation. *Eur J Orthod.* 1986;8:215–228.
29. Bock N, Ruf S. Post-treatment occlusal changes in Class II division 2 subjects treated with the Herbst appliance. *Eur J Orthod.* 2008;30:606–613.
30. 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;138:146–51.
31. Ferrario VF, Sforza C, Poggio CE, Tartaglia G. Distance From Symmetry: A Three-Dimensional Evaluation of Facial Asymmetry. *J Oral Maxillofac Surg.* 1994;52:1126–1132.
32. Letzer GM, Kronman JH A. Posteroanterior Cephalometric Evaluation fo Craniofacial Asymmetry. *Angle Orthod.* 1967;37:205–211.
33. Shah SM, Joshi MR. An Assessment of Asymmetry in the Normal Craniofacial Complex. *Angle Orthod.* 1978;48:141–148.

TABLE LEGENDS

Table 1. Overjet (OJ) and midline shift (MS) in the subdivision (SUB) and symmetric (SYM) Class II group at T1 (before treatment), T2 (after Herbst treatment), T3 (after Multibracket treatment) and T4 (after retention). The median (MEDIAN), arithmetic Mean (MEAN), standard deviation (SD), minimum (MIN) and maximum (MAX) are shown.

FIGURE LEGENDS

Figure 1a. Individual molar relationship („right side“) in the subdivision (SUB) and symmetric (SYM) Class II groups at T1 (before treatment), T2 (after Herbst treatment), T3 (after MB treatment) and T4 (after retention).

Figure 1b. Individual molar relationship („left side“) in the subdivision (SUB) and symmetric (SYM) Class II groups at T1 (before treatment), T2 (after Herbst treatment), T3 (after MB treatment) and T4 (after retention).

Table 1. Overjet (OJ) and midline shift (MS) in the subdivision (SUB) and symmetric (SYM) Class II group at T1 (before treatment), T2 (after Herbst treatment), T3 (after Multibracket treatment) and T4 (after retention). The median (MEDIAN), arithmetic Mean (MEAN), standard deviation (SD), minimum (MIN) and maximum (MAX) are shown.

	OJ								MS*							
	SUB				SYM				SUB				SYM			
	T1	T2	T3	T4												
MEDIAN	6,9	-2,0	2,8	3,1	8,2	-0,8	2,5	3,1	-2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MEAN	6,3	-1,6	2,7	3,0	7,8	-0,1	2,3	3,3	-1,6	-0,6	-0,4	-0,3	0,1	0,0	0,0	0,0
SD	2,13	1,84	0,70	0,87	2,71	2,17	0,81	0,99	1,49	1,66	0,69	1,32	1,14	1,33	0,89	0,95
MIN	0,0	-4,5	1,0	1,5	4,0	-4,0	0,0	2,0	-3,8	-3,0	-2,8	-4,0	-2,0	-2,5	-2,0	-2,0
MAX	9,3	1,5	3,8	4,8	12,3	4,3	3,3	6,3	2,5	3,0	0,0	3,0	3,5	3,0	1,5	2,0

* Minus (-) means midline shift to the right side (Class II side in SUB)

Fig. 1a

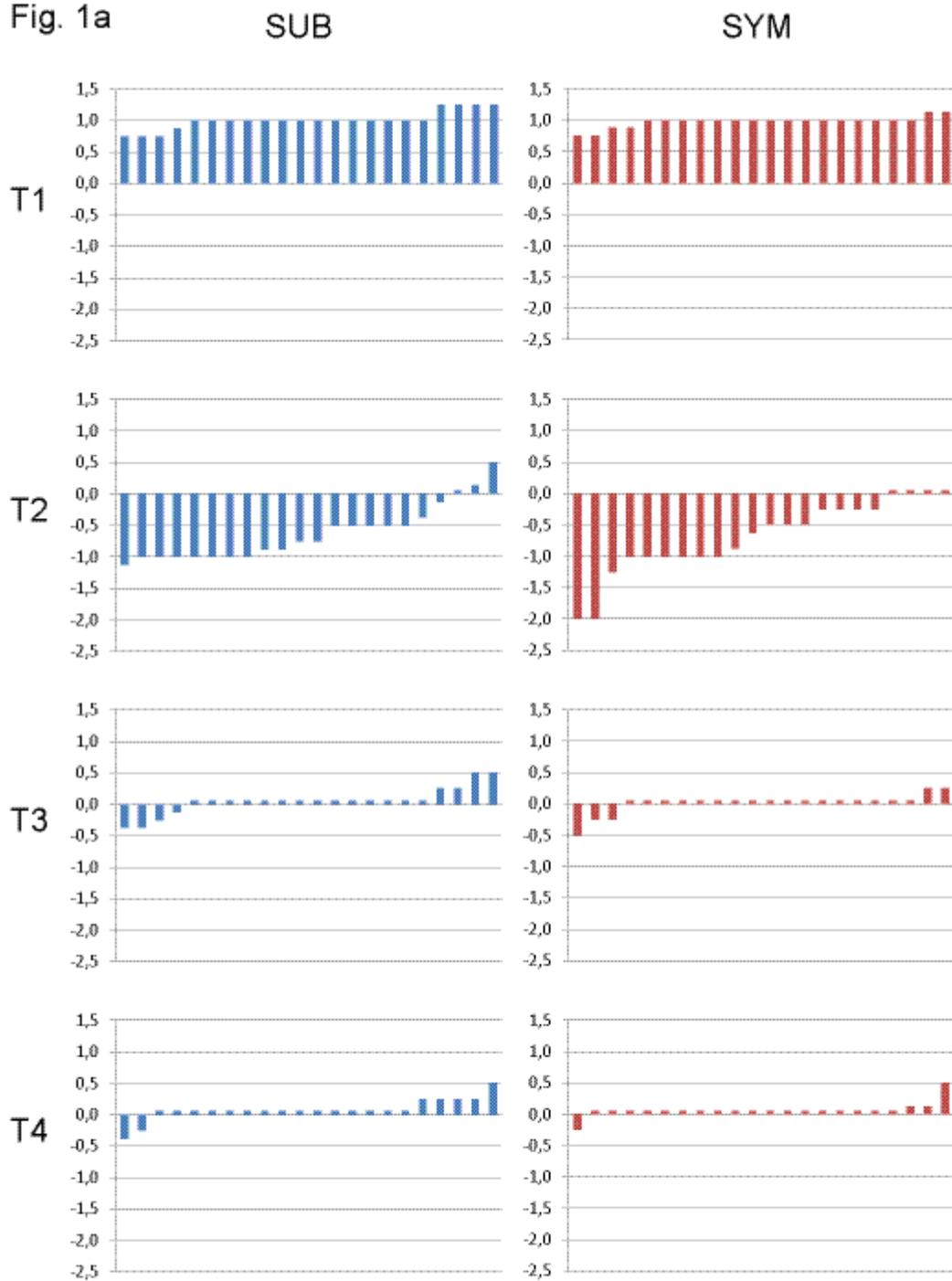
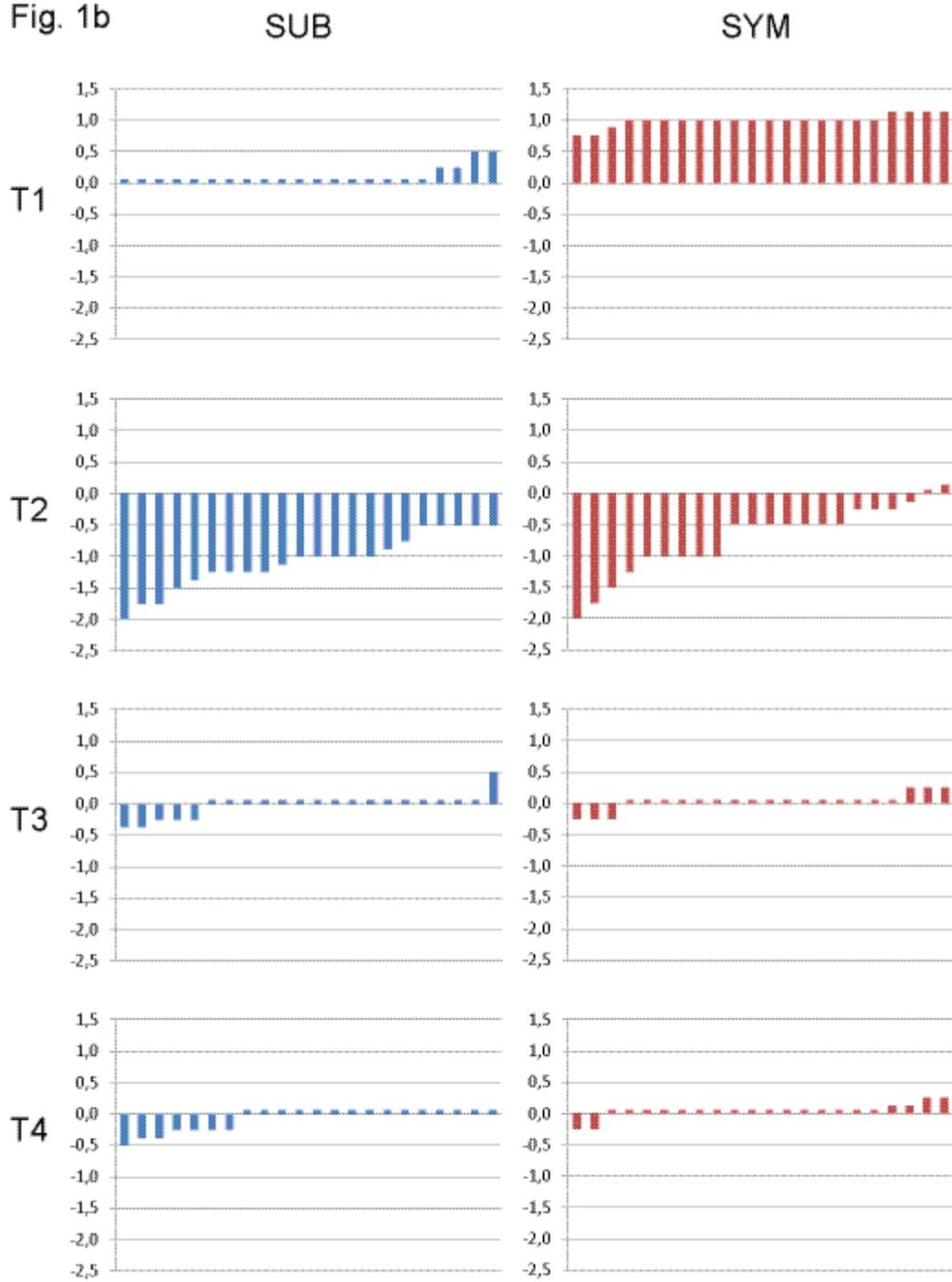


Fig. 1b



11 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

12 Danksagung

In erster Linie danke ich Frau Prof. Dr. Ruf und Herrn OA Dr. Bock für die Überlassung des Themas und die freundliche und unermüdliche Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit.

Ausdrücklich danke ich Herrn Hudel für die statistische Auswertung dieser Arbeit. Weiterhin danke ich allen Mitarbeitern der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität Gießen für ihre tatkräftige Unterstützung bei allen Foto- Labor- und Druckarbeiten.

Nicht zuletzt gilt mein besonderer Dank meinen Eltern und Großeltern, meinem Onkel Heinz, meiner Freundin Atieh Emami-Namini - für Ihre Geduld - und ihrer Familie, die mich beim Schreiben dieser Arbeit stets bestärkten.

**Der Lebenslauf wurde aus der elektronischen
Version der Arbeit entfernt.**

**The curriculum vitae was removed from the
electronic version of the paper.**



édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

VVB LAUFERSWEILER VERLAG
STAUFENBERGRING 15
D-35396 GIESSEN

Tel: 0641-5599888 Fax: -5599890
redaktion@doktorverlag.de
www.doktorverlag.de

ISBN: 978-3-8359-6086-2



9 783835 196086 2