

**Klasse II:1 Behandlung mit der Begg-Technik und  
Extraktion der Sechsjahrmolaren im Oberkiefer –  
Mechanismus von Lückenschluss und  
Overjetkorrektur**

**Eine röntgenkephalometrische Untersuchung**

Inauguraldissertation  
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin (Zahnmedizin oder Humanbiologie)  
des Fachbereichs Medizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Caroline Knieling  
aus Peine

Gießen (2005)

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

Direktor: Prof. Dr. H. Pancherz  
des Fachbereichs Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen

Gutachter: Prof. Dr. H. Pancherz

Gutachterin: PD Dr. C. Ganß

Tag der Disputation: 06.10.2005

„Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig, ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten 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.“

Meinen Eltern  
und meinem Schatz Florian  
gewidmet

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Definition der Klasse II:1	1
1.2	Ätiologie der Klasse II:1	3
1.3	Extraktion bei der Distalbissbehandlung der Klasse II:1	4
<b>2</b>	<b>Ziel</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Probandengut</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Begg-Technik</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Methode</b>	<b>12</b>
5.1	Kephalometrie	12
5.2	Standard-Analyse	13
5.3	SO-Analyse	17
5.4	Statistische Methode	23
5.5	Bestimmung des Methodenfehlers	24
<b>6</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>26</b>
6.1	Standard-Analyse	29
6.2	SO-Analyse	42
<b>7</b>	<b>Diskussion</b>	<b>63</b>
7.1	Probandengut	63
7.2	Methode	64
7.3	Ergebnisse	65
7.3.1	Standard-Analyse	65
7.3.2	SO-Analyse	68
<b>8</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>71</b>
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>72</b>
<b>10</b>	<b>Summary</b>	<b>74</b>
<b>11</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>76</b>
<b>12</b>	<b>Anhang</b>	<b>87</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Definition der Klasse II:1

*Edward H. Angle* [3] teilte die Gebissanomalien, die auf einer sagittalen Relation der Zähne des Ober- und Unterkiefers zueinander basieren, in drei Hauptgruppen ein: Zur Klasse I zählten alle Fälle mit einer beidseitigen Neutralokklusion, zur Klasse II alle mit einer ein- oder beidseitigen Distalokklusion und proklinierten (Klasse II:1) oder retroklinierten (Klasse II:2) Frontzähnen im Oberkiefer und zur Klasse III alle Fälle mit einer ein- oder beidseitigen Mesialokklusion.

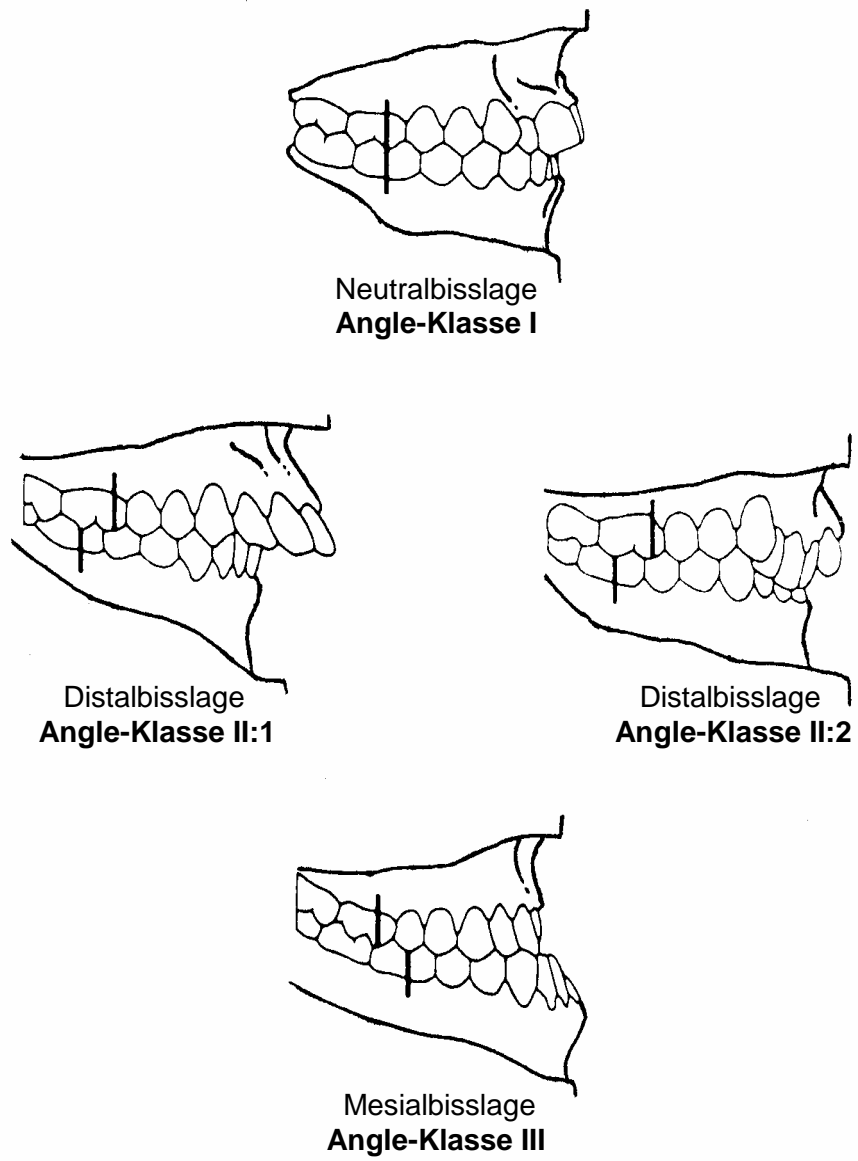
Nach *Enlow* [27] besteht das charakteristische Merkmal der Klasse II:1 darin, dass die Position des ersten bleibenden Molaren im Oberkiefer direkt über (eine halbe Prämolarenbreite) oder vor (eine ganze Prämolarenbreite) der des ersten bleibenden Molaren im Unterkiefer liegt.

*Schopf* [63] sieht bei der Klasse II:1 die vergrößerte Frontzahnstufe (Overjet) von >5 mm als wichtiges Indiz. Zusätzlich bemerkte er, dass der Unterkiefer hierbei häufig in einer retralen Position liegt.

Bei der prozentualen Verteilung der vier Angle Klassen im bleibenden Gebiss gibt *Tammoscheit* [72] für die Klasse II:1 eine Häufigkeit von ungefähr 15% an. *Schopf* [63] stellt ergänzend fest, dass in 30% bis 40% eine Unterkieferrücklage und in 25% ein Overjet von >5 mm hinzukommt.

Die Angle-Klassifizierung wurde aufgrund ihrer angeblich nur morphologisch-anatomischen Einteilung oft kritisiert. Trotzdem hat sie sich bis heute zur Unterteilung der Dysgnathien behaupten können.

In der Abbildung 1 sind die verschiedenen Angle-Klassen dargestellt.



**Abb.1** Angle's Klassifikation der Gebissanomalien

### 1.2 Ätiologie der Klasse II:1

Die Ursache der Klasse II:1 wird sowohl auf skelettale als auch auf dentale Faktoren zurückgeführt [42, 44, 61]. Eine skelettal verursachte Anomalie, z.B. eine maxilläre Protrusion (Prognathie) oder eine mandibuläre Retrusion (Retrogenie) ist meistens endogen bedingt und basiert auf dem Vorliegen einer erblichen Komponente. Eine dentoalveolär verursachte Anomalie entsteht meistens durch exogene Faktoren (Habits). Hierzu zählen z.B. Lutschen, Lippenbeißen oder -saugen, aber auch die Mundatmung.

Die Auswirkungen des Lutschens, Stillens und der Flaschenernährung überprüften *Reichenbach* und *Rudolph* [55] in einer Studie an 1085 drei- bis sechsjährigen Kindern. Sie stellten gegenüber dem Populationsdurchschnitt von 30,8% in diesem Lebensalter eine um 14,1% höhere Distalbisshäufigkeit fest.

Auf die Frage, ob die Ursache einer Klasse II:1-Dysgnathie eher in einer mandibulären Retrusion oder einer maxillären Protrusion zu sehen ist, nehmen verschiedene Wissenschaftler Stellung. Nach Aussage von *McNamara* [42] und *Hitchcock* [33] liegt bei der Klasse II:1 meistens eine retrognathe Position des Unterkiefers und eine wenig protrusive bzw. neutrale Lage des Oberkiefers vor. Hierzu muss ergänzt werden, dass bei *McNamara's* Fällen sowohl Klasse II:1- als auch Klasse II:2-Dysgnathien vorlagen. *Altemus* [1], *Amoric* [2] und *Rosenblum* [57] hingegen stellten bei ihren Untersuchungen eine ausgeprägtere maxilläre skelettale Protrusion bei einer weniger ausgeprägten Retrognathie bzw. einer neutralen Position des Unterkiefers fest. Dem stimmte *Rothstein* [58] in seiner Studie zu. Nach seinen Ergebnissen liegt die Ursache einer Klasse II:1 in einer Mesiallage der Zähne des Oberkiefers bei einer neutralen Lage des Unterkiefers.



### 1.3 Extraktion bei der Distalbissbehandlung der Klasse II:1

*Angle* [3] vertrat den Standpunkt, dass für eine normale Kaufunktion jeder Zahn unentbehrlich und seine Funktion die eines Schlüssels für die Okklusion sei. Seiner Meinung nach stellt die Extraktion ein „absolutes Verbot“ dar. Diese Theorie hinterfragte *Lundström* [41] durch die Feststellung einer Diskrepanz zwischen Zahngröße und apikaler Basis. *Case* [20] vertrat die Ansicht, dass eine Extraktion unter bestimmten Voraussetzungen nicht nur erlaubt, sondern auch hilfreich sei. Auch *Schwarz* [66] sieht die „dosierte Extraktion“ für Behandlungen der Klasse II:1-Dysgnathien als hilfreich.

#### Prämolarenextraktion

Die Prämolarenextraktion ist die am häufigsten verwendete Methode bei der Behandlung einer Klasse II:1 mit Engstand. In der Literatur wird größtenteils über die Extraktion der vier ersten Prämolaren berichtet [7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 25, 28, 35, 38, 71, 73, 75, 78]. Erwähnung findet aber auch die Extraktion der zweiten Prämolaren zur Behandlung der Klasse II:1 [18, 26, 39, 64, 65].

*Duan et al.* [26] berichteten über eine Normalisierung von Overjet und Overbite und einer guten Interkuspidation nach Extraktion von zwei oberen ersten und zwei unteren zweiten Prämolaren.

#### Molarenextraktion

Über die Extraktion von vier bleibenden ersten Molaren bei der Distalbissbehandlung berichten *Bansemmer* [6], *Cudovic* [23], *Schönherr* [63], *Seddon* [68] und *Williams* und *Hosila* [75] und über die Extraktion von vier bleibenden zweiten Molaren *Cavanaugh* [21], *Liddle* [36], *Quinn* [52], *Schwarze* [67] und

*Whitney* und *Sinclair* [74]. Auch die Möglichkeiten der Therapie einer Klasse II:1 mit Extraktion der zweiten bleibenden Molaren ausschließlich im Oberkiefer wird diskutiert [8, 70].

In einem Artikel aus dem Jahr 2000 nehmen *Sandler et al.* [60] kritisch Stellung über die Behandlung der Klasse II:1 durch Extraktion der ersten bleibenden Molaren. Hiernach sind Behandlungen mit Extraktion dieser Zähne anspruchsvoller und gute Ergebnisse oft nur über Kompromisse zu erzielen. Einige Gründe, die aber doch für eine Entfernung der ersten bleibenden Molaren sprechen, sind nach Ansicht von *Sandler et al.* [60] Karies, Hypoplasien, ein offener Biss, großflächige Füllungen und Wurzelkanalbehandlungen dieser Zähne bei gleichzeitig gesunden Prämolaren.

In Hinsicht auf den Lückenschluss nach Extraktion der ersten bleibenden Molaren sehen *Sandler et al.* [60] bei Kindern und jungen Erwachsenen die größten Chancen im Oberkiefer, wobei dies im Unterkiefer einen schwierigeren Aspekt darstellt und zeitaufwändiger ist. Aufgrund dessen werden kompensatorische Extraktionen nach Entfernung der oberen bleibenden Molaren als nicht immer ratsam eingestuft.

Nach Meinung von *Mills* [43] verdoppelt sich bei der Extraktion der ersten bleibenden Molaren die Behandlungszeit bei einer um die Hälfte abnehmenden Prognose. *Daugaard-Jensen* [24] stellte hingegen fest, dass eine Behandlung durch Entfernung der ersten Molaren nicht mehr Zeit beansprucht als eine Behandlung mit Entfernung von vier Prämolaren.

Nach *Daugaard-Jensen* [24] müssen folgende Bedingungen vor der Extraktion der ersten bleibenden Molaren erfüllt sein: Es müssen alle vier dritten Molaren angelegt und röntgenologisch zu beurteilen sein. Außerdem müssen die dritten Molaren regulär entwickelt sein und eine akzeptable Position im Kieferknochen aufweisen, welche ihnen einen unproblematischen Durchbruch ermöglichen soll. *Schwarz* [66] brachte hierzu ergänzend zum

Ausdruck, dass über eine Extraktion der ersten bleibenden Molaren aufgrund des Befundes im Sinne frühzeitig zerstörter Zähne eine individuelle Analyse entscheiden muss. Grundsätzlich sollte aber die Erhaltung dieser Zähne im Vordergrund stehen.

In einer von *Williams* und *Hosila* [75] durchgeführten Studie wird erwähnt, dass die Extraktion der ersten bleibenden Molaren wahrscheinlich nur kleinere Effekte auf das Gesichtsprofil der Patienten ausüben als die Extraktion von Prämolaren. Diesem stimmte auch *Daugaard-Jensen* [24] zu.

*Williams* und *Hosila* [75] stellten in 90% ihrer Behandlungsfälle einen erfolgreicherem Durchbruch der dritten Molaren bei Entfernung der ersten bleibenden Molaren fest. Im Gegensatz dazu besteht bei vergleichbarer Extraktion der Prämolaren eine nur zu 55% höhere Wahrscheinlichkeit des Durchbruchs der dritten Molaren. Nach Meinung von *Daugaard-Jensen* [24] ist, im Fall des Nichtdurchbruchs und der anschließenden Entfernung der dritten Molaren nach Extraktion der Prämolaren, die Bezahnung um 25% (8 von 32 Zähnen) reduziert worden, während die alleinige Extraktion der ersten bleibenden Molaren genug Platz bringt und nur 12,5% der Bezahnung fordert.

Bei der Literaturrecherche wurde deutlich, dass über die Behandlung einer Klasse II:1 mit Extraktion von Molaren sehr unterschiedliche Meinungen vorliegen. In den oben genannten Untersuchungen geht es hauptsächlich um die Extraktion aller vier ersten bleibenden Molaren.

Hans Booij (Niederlande) führt seit Jahren die Therapie der Klasse II:1 mit alleiniger Extraktion der oberen ersten bleibenden Molaren durch. Über die Auswirkungen hierüber liegen aber noch keine Untersuchungsergebnisse vor.

## **2 Ziel**

Das Ziel dieser röntgenkephalometrischen Untersuchung war es, bei einer Distalbissbehandlung (Klasse II:1) mit Multibracket-Apparatur der Begg-Technik in Kombination mit Extraktion der oberen ersten bleibenden Molaren folgende Fragen zu klären:

Welcher Mechanismus trägt bei zur

- Korrektur des Overjets?
- Relationsveränderung der zweiten Prämolaren?
- Relationsveränderung der zweiten bleibenden Molaren?
- Schließung der Extraktionslücken?

### **3 Probandengut**

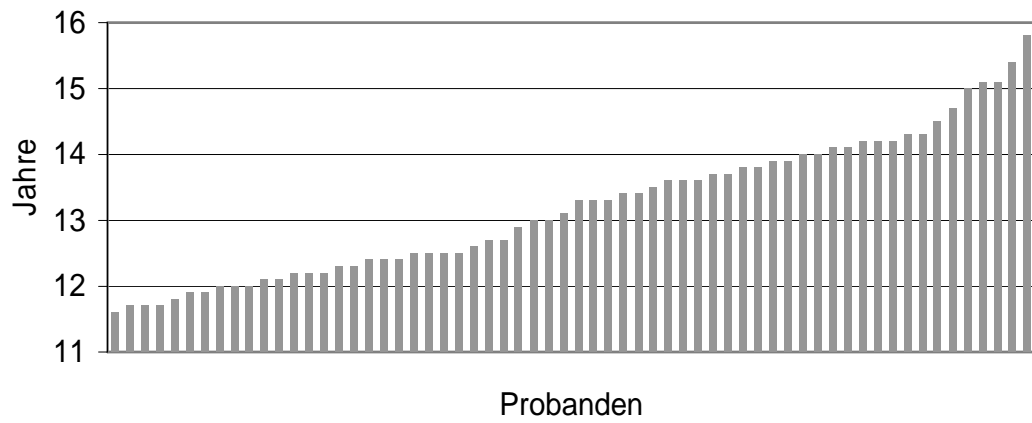
Untersucht wurden 62 Patienten (25 weibliche und 37 männliche) aus dem Klasse II:1-Probandengut (n=113) der Praxis Dr. Hans Booij (Niederlande), welche durch Extraktion der Zähne 16 und 26 und der Begg-Technik therapiert wurden.

Das Selektionskriterium der 62 Patienten orientierte sich anhand eines noch vorhandenen Wachstums. Dieses wurde mit Hilfe der Entwicklungsstadien des Halswirbelkörpers (C3), welcher im Fernröntgenseitenbild des Kopfes dargestellt war, ermittelt [51]. Zusätzlich zum Wachstumskriterium der Patienten sollte röntgenologisch sichergestellt sein, dass im Oberkiefer der rechte und linke dritte Molar angelegt war. Im Unterkiefer sollten keine klinisch bedeutsamen Engstände im Zahnbogen vorliegen.

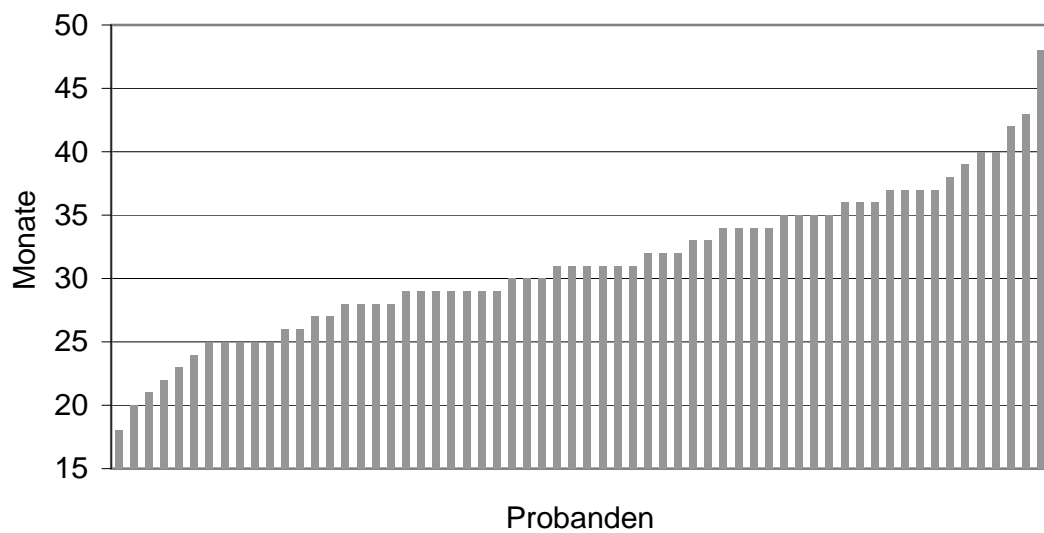
Das Alter der Probanden (Abb. 2) lag zwischen 11 und 16 Jahren (durchschnittlich 13,2 Jahre). Die Behandlungsdauer (Abb. 3) lag zwischen 18 und 48 Monaten (durchschnittlich 31,2 Monate).

## Probandengut

---



**Abb. 2**  
Darstellung des Alters der einzelnen 62 Probanden bei Behandlungsbeginn



**Abb. 3**  
Darstellung der Behandlungsdauer der einzelnen 62 Probanden

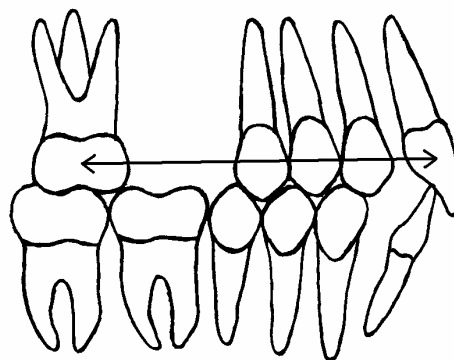
## 4 Begg-Technik

### Prinzipien der Begg-Behandlung bei Klasse II:1-Dysgnathien mit Extraktion der oberen ersten bleibenden Molaren

Die Begg-Behandlung teilt sich in drei Stadien [9]. Jedes Stadium hat eine Zielsetzung, die vollständig erreicht sein sollte, bevor das nächste Stadium begonnen wird. In dieser Arbeit erfolgte die Therapie der Patienten mittels Begg-Technik in modifizierter Form.

#### Stadium I

Das Ziel dieses Stadiums (Abb. 4) ist die Verkleinerung des Overjets durch eine Retrusion der oberen Frontzähne mit einer Einstellung der Eckzähne und der ersten und zweiten Prämolaren in Neutralokklusion. Behilflich hierbei sind die Extraktionslücken der Zähne 16 und 26, sowie Klasse I Gummizüge im Oberkiefer. Zur Stabilisierung der zweiten bleibenden oberen Molaren sind diese mit einem Transpalatinalbogen verbunden.

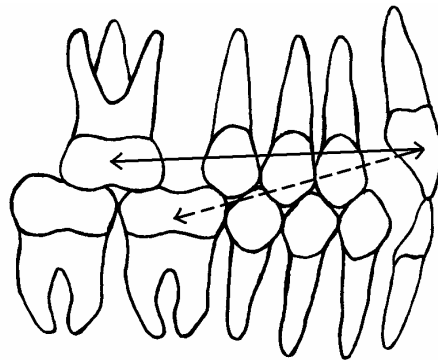


**Abb. 4**

Stadium I der Begg-Technik bei Klasse II:1-Dysgnathien mit Extraktion der oberen ersten bleibenden Molaren

### Stadium II

Das Ziel dieses Stadiums (Abb. 5) ist ein Lückenschluss im Oberkiefer mit einer Einstellung der zweiten bleibenden Molaren in Distalokklusion. Um eine Mesialwanderung der Zähne 17 und 27 zu erleichtern, wird der Transpalatinalbogen entfernt. Die erreichten Ziele des Stadium I sollen dabei beibehalten werden. Hierzu dienen Klasse I Gummizüge im Oberkiefer unterstützt mit Klasse II Gummizügen.

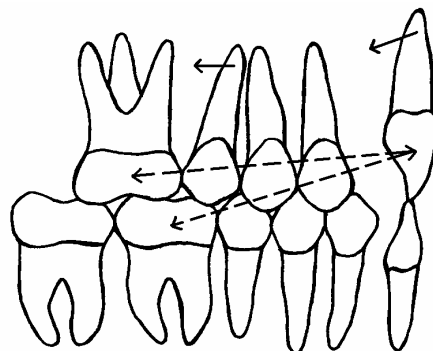


### Abb. 5

Stadium II der Begg-Technik bei Klasse II:1-Dysgnathien mit Extraktion der oberen ersten bleibenden Molaren

### Stadium III

Das Ziel dieses Stadiums (Abb. 6) ist eine Parallelisierung der Zahnachsen durch Aufrichtung der Wurzeln mit Hilfe von Torquebögen und Aufrichtungsfedern. Die erreichten Ziele im Stadium I und II sollen hierbei mit Hilfe von Klasse I und Klasse II Gummizügen beibehalten werden.



### Abb. 6

Stadium III der Begg-Technik bei Klasse II:1-Dysgnathien mit Extraktion der oberen ersten bleibenden Molaren



## **5 Methode**

### **5.1 Kephalometrie**

Von allen Probanden lagen Fernröntgenseitenbilder des Kopfes (FRS) von vor und nach der Behandlung vor.

Die FRS wurden unter Anwendung von Tracing-Folien (matte Acetatfolie) durchgezeichnet. Das Durchzeichnen erfolgte auf einem Lichtkasten in einem abgedunkelten Raum. Strecken- und Winkelmessungen wurden mit einem Geometriedreieck mit Millimeter- bzw. Gradeinteilung durchgeführt, die Messgenauigkeit betrug 0,5 mm bzw. 0,5°. Der lineare Vergrößerungsgrad der Röntgenbilder (ca. 10%) wurde bei den Auswertungen nicht berücksichtigt.

Die für die Auswertung erforderlichen kephalometrischen Referenzpunkte und Referenzlinien wurden mit einem Druckbleistift der Stärke 0,3 mm und der Härte 2H auf die Tracing-Folie eingezeichnet. Bei Vorliegen von röntgentechnisch bedingten Doppelkonturen erfolgte eine Mittelung.

Zur Reduzierung des Methodenfehlers wurden die FRS aller Probanden, mit einem Abstand von zirka zwei Wochen, zweimal durchgezeichnet und der Mittelwert von beiden Messungen als endgültiger Messwert verwendet.

Die Auswertung der FRS erfolgte mit Hilfe einer Standard-Analyse und der „SO-Analyse“ [48].

## 5.2 Standard-Analyse

Mit Hilfe von ausgewählten kephalometrischen Variablen wurden die skelettofaziale Morphologie und ihre Veränderungen untersucht.

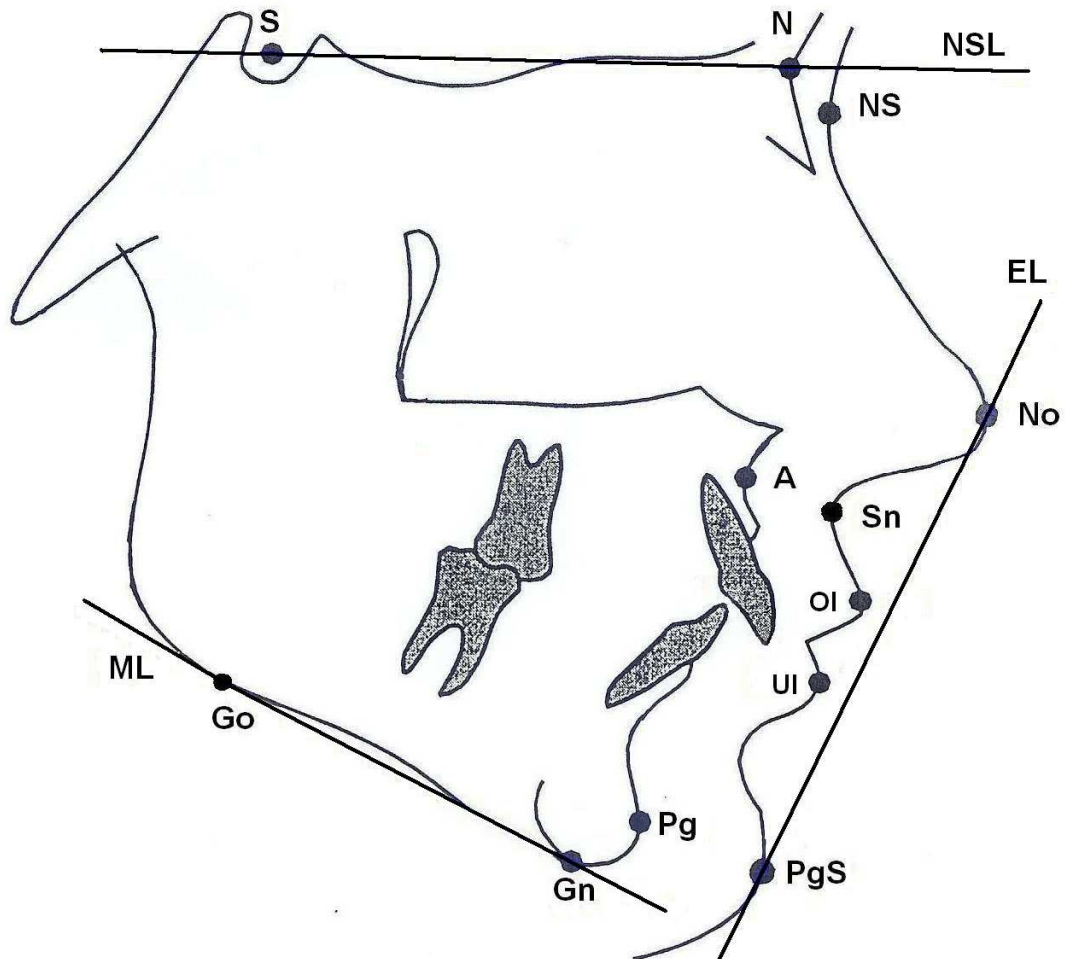
### Kephalometrische Referenzpunkte bei der Standard-Analyse (Abb. 7)

- A**      *A-Punkt*  
Der tiefste Punkt der Einziehung im Bereich der anterioren Kontur des Processus alveolaris des Oberkiefers
- Gn**      *Gnathion*  
Der am weitesten vom Nasion entfernt gelegene Punkt der Symphyse des Unterkiefers
- Go**      *Gonion*  
Posteriorer Tangentialpunkt am Unterrand der Mandibula
- N**      *Nasion*  
Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Sutura nasofrontalis
- No**      *Nasenspitze*  
Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Nasenspitze
- NS**      *Nasion (Weichteil)*  
Tiefster Punkt der Einziehung im Bereich der Nasenwurzel
- OI**      *Oberlippe*  
Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Oberlippe

- Pg** *Pogonion*  
Der am weitesten nach anterior vorspringende Punkt des knöchernen Kinns
- PgS** *Pogonion (Weichteil)*  
Der am weitesten anterior gelegene Punkt des Weichteilkinns
- S** *Sella-Punkt*  
Der Mittelpunkt der knöchernen Krypte der Sella turcica
- Sn** *Subnasale*  
Der am weitesten posterior gelegene Punkt der Einziehung zwischen Nase und Oberlippe
- UI** *Unterlippe*  
Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Unterlippe

#### **Kephalometrische Referenzlinien bei der Standard-Analyse (Abb. 7)**

- EL** *Esthetic-line* [56]  
Verbindungsline zwischen den Punkten **No** (Nasespitze) und **PgS** (Weichteilkinns)
- ML** *Mandibular-Linie*  
Verbindungsline zwischen den Punkten **Gn** (Gnathion) und **Go** (Gonion)
- NSL** *Nasion-Sella-Linie*  
Verbindungsline zwischen den Punkten **N** (Nasion) und **S** (Sella); diese Linie wurde für jedes FRS (vor und nach der Behandlung) definiert



**Abb. 7**  
Darstellung der angewandten kephalometrischen Referenzpunkte und -linien bei der Standardanalyse

## Messvariablen bei der Standardanalyse

### Frontzahnüberbiss

- *Overbite (mm)* Vertikaler Abstand der Schneidekanten der Frontzähne von Oberkiefer und Unterkiefer im Schlussbiss

### Profilkonvexität

- *N-A-Pg (Grad)* Hartgewebe-Profilwinkel
- *NS-Sn-PgS (Grad)* Weichgewebe-Profilwinkel ohne Einbeziehung der Nase
- *NS-No-PgS (Grad)* Weichgewebe-Profilwinkel mit Einbeziehung der Nase

### Sagittale Kieferlagebeziehung

- *A-N-Pg (Grad)* Sagittale Kieferbasisrelation

### Vertikale Kieferlagebeziehung

- *ML/NSL (Grad)* Neigung der Mandibula zur vorderen Schädelbasis

### Lippenposition

- *OI-E-Linie (mm)* Abstand der Oberlippe zu EL
- *UI-E-Linie (mm)* Abstand der Unterlippe zu EL

### 5.3 SO-Analyse (Abb. 8)

Die SO-Analyse [48] ist eine quantitative Analyse, die es ermöglicht zwischen skelettalen und dentalen Komponenten im Ober- und Unterkiefer, welche zu einer Veränderung der sagittalen Okklusion führen, zu unterscheiden.

#### Kephalometrische Referenzpunkte bei der SO-Analyse (Abb. 8)

- A**      *A-Punkt*  
Der tiefste Punkt der Einziehung im Bereich der anterioren Kontur des Processus alveolaris des Oberkiefers
- ii**      *Incision inferior*  
Schneidekante des am weitesten proklinierten unteren mittleren Schneidezahnes
- is**      *Incision superior*  
Schneidekante des am weitesten proklinierten oberen mittleren Schneidezahnes
- mi**      *Molar inferior*  
Der mesiale Kontaktpunkt des zweiten unteren Molaren
- ms**      *Molar superior*  
Der mesiale Kontaktpunkt des zweiten oberen Molaren
- N**      *Nasion*  
Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Sutura nasofrontalis

- Pg**     *Pogonion*  
Der am weitesten nach anterior vorspringende Punkt des knöchernen Kinns
- pi**     *Prämolar inferior*  
Der distale Kontaktpunkt des zweiten unteren Prämolaren
- ps**     *Prämolar superior*  
Der distale Kontaktpunkt des zweiten oberen Prämolaren
- S**     *Sella-Punkt*  
Der Mittelpunkt der knöchernen Krypte der Sella turcica

#### **Kephalometrische Referenzlinien bei der SO-Analyse (Abb. 8)**

- OL**     *Okklusionslinie*  
Verbindungsline zwischen der distobukkalen Höckerspitze des ersten oberen bleibenden Molaren und dem Punkt **is**; diese Linie wurde am FRS von *vor* der Behandlung definiert und auf das FRS *nach* der Behandlung übertragen (siehe SO-Analyse unten).
- OLp**    *Okklusionslinie - Senkrechte*  
Eine Senkrechte zu **OL** durch den Punkt **S**; diese Linie wurde am FRS von *vor* der Behandlung definiert und auf das FRS *nach* der Behandlung übertragen (siehe SO-Analyse unten).
- NSL**    *Nasion-Sella-Linie*  
Verbindungsline zwischen den Punkten **N** und **S**; diese Linie wurde für jedes FRS (vor und nach der Behandlung) definiert.

### Vorgehensweise bei der SO-Analyse

Die Okklusionslinie (**OL**) und die dazu rechtwinklig verlaufende Okklusionslinie-Senkrechte (**OLp**) wurden als Bezugslinien für alle linearen Messungen verwendet. Diese beiden Linien wurden am FRS von *vor* der Behandlung definiert und nach Superponierung der FRS über **NSL** mit **S** als Fix-Punkt auf das FRS *nach* der Behandlung übertragen. Alle Messungen erfolgten senkrecht zu **OLp** und parallel zu **OL** (Abb. 8).

### Messvariablen der SO-Analyse

1.	$is/OLp - ii/OLp$	Overjet
2.	$ps/OLp - pi/OLp$	Prämolaren-Relation
3.	$ms/OLp - mi/OLp$	Molaren-Relation
4.	$ms/OLp - ps/OLp$	Extraktionslücke
5.	$A/OLp$	Position Maxilla
6.	$Pg/OLp$	Position Mandibula
7.	$is/OLp$	Position des oberen mittleren Schneidezahns
8.	$ii/OLp$	Position des unteren mittleren Schneidezahns



## Methode

---

- |     |               |  |
|-----|---------------|--|
| 9.  | <i>ps/OLp</i> | Position des oberen zweiten Prämolaren         |
| 10. | <i>pi/OLp</i> | Position des unteren zweiten Prämolaren        |
| 11. | <i>ms/OLp</i> | Position des oberen ersten bleibenden Molaren  |
| 12. | <i>mi/OLp</i> | Position des unteren ersten bleibenden Molaren |

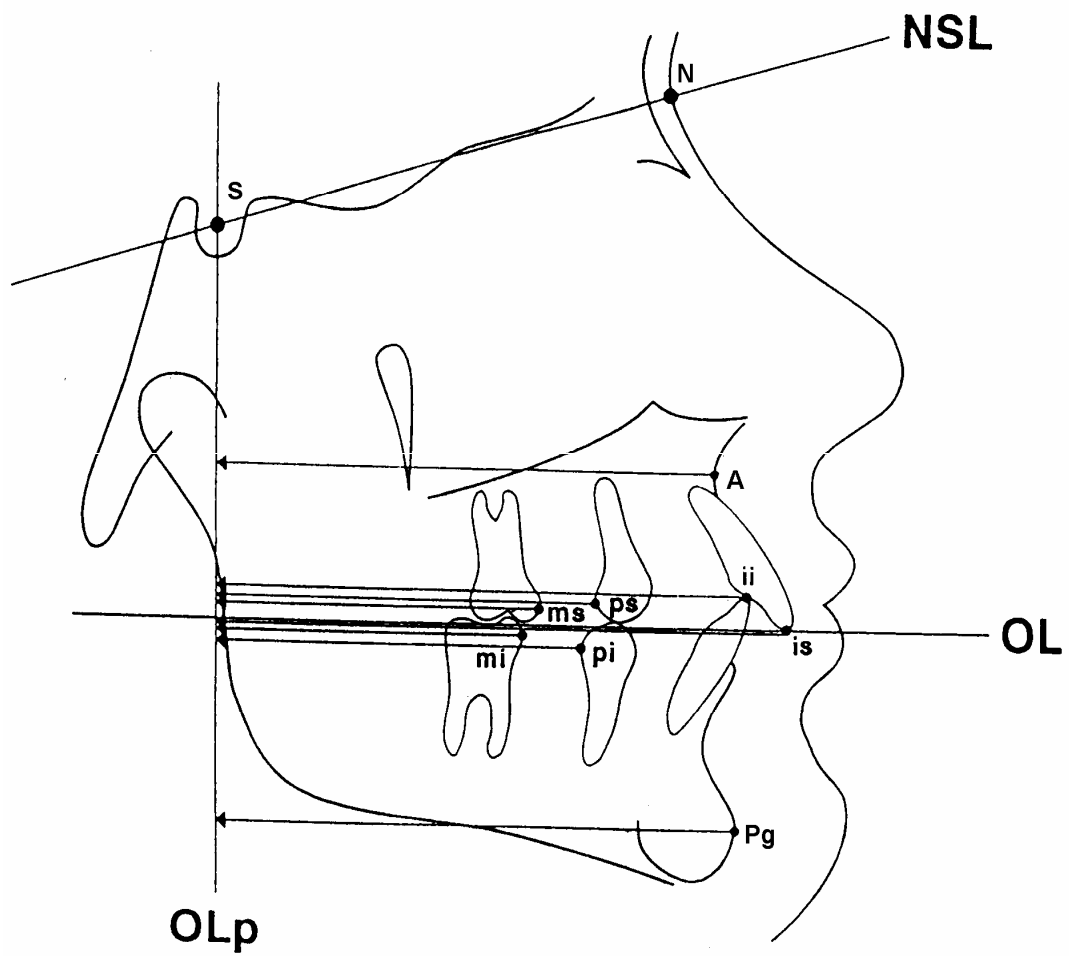
Veränderungen der Variablen während der Behandlung werden durch eine Differenzbildung (*d*) dargestellt. Veränderungen der Variablen 5. und 6. sind skelettal bedingt, die Veränderungen der Variablen 7. bis 12. sind dagegen sowohl skelettal als auch dental bedingt. Alleinige dentale Veränderungen werden durch folgende Kalkulationen ermittelt:

- |     |                                |   |
|-----|--------------------------------|---|
| 13. | <i>is/OLp (d) - A/OLp (d)</i>  | Veränderung der Position des oberen ersten Schneidezahns innerhalb der Maxilla    |
| 14. | <i>ii/OLp (d) - Pg/OLp (d)</i> | Veränderung der Position des unteren ersten Schneidezahns innerhalb der Mandibula |
| 15. | <i>ps/OLp (d) - A/OLp (d)</i>  | Veränderung der Position des oberen zweiten Prämolaren innerhalb der Maxilla      |

## Methode

---

16. *pi/OLp (d) - Pg/OLp (d)* Veränderung der Position des unteren zweiten Prämolaren innerhalb der Mandibula
17. *ms/OLp (d) - A/OLp (d)* Veränderung der Position des oberen zweiten Molaren innerhalb der Maxilla
18. *mi/OLp (d) - Pg/OLp (d)* Veränderung der Position des unteren zweiten Molaren innerhalb der Mandibula



**Abb. 8**

Darstellung der Referenzpunkte, Referenzlinien und Messstrecken bei der SO-Analyse nach *Pancherz* [48]

## 5.4 Statistische Methode

Die statistische Auswertung der erhobenen Daten wurde anhand der Softwareanwendung „Microsoft Excel 2002“ durchgeführt.

Für jede kephalometrische Variable wurden der arithmetische Mittelwert (MW) und die Standardabweichung (SD) ermittelt.

Der Student t-Test für abhängige Stichproben diente zur statistischen Überprüfung der Variablenveränderungen während der Behandlung.

Folgende Signifikanzen wurden verwendet:

- $p < 0,001$  (\*\*\*)
- $p < 0,01$  (\*\*)
- $p < 0,05$  (\*)
- $p \geq 0,05$  (ns) nicht signifikant

Der klinisch nicht bedeutsame Bereich von  $\pm 1,0$  mm und  $\pm 1,0$  Grad wurde bei der Auswertung der Ergebnisse berücksichtigt.

## 5.5 Bestimmung des Methodenfehlers

Zur Bestimmung des Methodenfehlers, der bei Durchzeichnung, Superponierung und Auswertung der Röntgenbilder entstand, wurden, wie bereits erwähnt, alle 62 Probanden mit einem Abstand von zwei Wochen zweimal ausgewertet. Der Methodenfehler wurde mit folgender Formel errechnet:

$$MF = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n}}$$

d = Differenz zweier Messungen

n = Anzahl der untersuchten Probanden

Die Methodenfehlerberechnungen der einzelnen Variablen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

**Tab. 1**

Methodenfehlerbestimmung nach Doppelauswertung der FRS von 62 Probanden (bei NS-Sn-PgS, NS-No-PgS, Ol-E-Linie und Ul-E-Linie lediglich 32 Probanden) mit einer Klasse II:1-Dysgnathie, welche mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26 therapiert wurden. T2-T1=Behandlungsveränderung

Variable Standard-Analyse	Methodenfehler (mm)
	T2-T1
Overbite	0,83
N-A-Pg (Grad)	1,28
A-N-Pg (Grad) *	
ML/NSL (Grad)	0,55
NS-Sn-PgS (Grad)	1,06
NS-No-PgS (Grad)	0,79
Ol-E-Linie	0,55
Ul-E-Linie	0,61
Variable (mm) SO-Analyse	
1. Overjet is/OLp - ii/OLp	0,41
2. Prämolaren-Relation ps/OLp - pi/OLp	0,47
3. Molaren-Relation ms/OLp - mi/OLp	0,49
4. Extraktionslücke Maxilla ms/OLp - ps/OLp	0,42
5. Position Maxilla A/OLp	0,64
6. Position Mandibula Pg/OLp	0,62
13. Oberer Inzisivus is/OLp (d) - A/OLp (d)	0,51
14. Unterer Inzisivus ii/OLp (d) - Pg/OLp (d)	0,49
15. Oberer Prämolare ps/OLp (d) - A/OLp (d)	0,52
16. Unterer Prämolare pi/OLp (d) - Pg/OLp (d)	0,58
17. Oberer Molar ms/OLp (d) - A/OLp (d)	0,59
18. Unterer Molar mi/OLp (d) - Pg/OLp (d)	0,51

\* keine Methodenfehlerbestimmung, da dieser Winkel errechnet wurde

## **6 Ergebnisse**

Die Behandlung zeigte bei allen 62 Probanden eine Normalisierung von Overjet und Overbite, sowie einen vollständigen Lückenschluss nach Extraktion der Zähne 16 und 26. Gleichzeitig konnte eine vollständige Distalokklusion der zweiten bleibenden Molaren und eine Neutralokklusion der zweiten bleibenden Molaren im Oberkiefer mit den ersten bleibenden Molaren im Unterkiefer erreicht werden. Die oberen und unteren Prämolaren und die Eckzähne konnten ebenfalls in eine Neutralokklusion eingestellt werden.

Die kephalometrischen Messwerte der 62 Probanden zur Ermittlung der dentalen und skelettofazialen Morphologie (Standard-Analyse) und der sagittalen Okklusionsveränderungen (SO-Analyse) sind in der Tabelle 2 bzw. 3 aufgeführt.

Die individuellen Messwerte der einzelnen Variablen sind in den Abbildungen 9 bis 25 zu sehen.

**Tab. 2**  
**Standard-Analyse**  
 Röntgenkephalometrische Werte (MW, SD) zur Beschreibung der skelettofazialen Morphologie bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie. T1=vor Behandlung; T2=nach Behandlung

Variablen	T1		T2		T2-T1				Bedeutung
	MW	SD	MW	SD	MW (d)	SD	t	p	
<b>Frontzahnüberbiss</b> Overbite (mm)	2,5	2,41	1,4	0,82	-1,1	2,28	3,80	***	Verkleinerung
<b>Profilkonvexität</b> N-A-Pg (Grad)	172,0	4,74	174,3	4,99	2,3	4,07	4,45	***	Abnahme Konvexität
*) NS-Sn-PgS (n=32) (Grad)	159,0	4,86	161,3	4,88	2,3	4,77	2,85	**	Abnahme Konvexität
*) NS-No-PgS (n=32) (Grad)	127,8	4,89	126,2	4,18	-1,6	2,94	-2,89	**	Zunahme Konvexität
<b>Sagittale Kieferlagebeziehung</b> A-N-Pg (Grad)	3,9	2,40	2,7	2,48	-1,2	2,01	-4,70	***	Verkleinerung
<b>Vertikale Kieferlagebeziehung</b> ML/NSL (Grad)	34,5	6,15	34,8	6,61	0,3	1,83	1,29	ns	Unverändert
<b>Lippenposition</b> *) OI-E-Linie (n=32) (mm)	-1,6	2,77	-4,2	2,74	-2,6	1,97	-7,47	***	Abstandsvergrößerung
*) UI-E-Linie (n=32) (mm)	-0,6	2,41	-2,2	2,60	-1,6	1,72	-5,26	***	Abstandsvergrößerung

\*) Eine Auswertung war bei 30 Probanden aufgrund zu dunkler Fernröntgenseitenbilder nicht möglich



**Tab. 3**  
**SO-Analyse**  
 Röntgenkephalometrische Werte (MW, SD) zur Analyse sagittaler Okklusionsveränderungen bei der Behandlung mit Multibracket-Apparat (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie.

Variablen	T1		T2		T2-T1			Bedeutung	
	MW	SD	MW	SD	MW (d)	SD	t		p
1 <b>Overjet</b> is/OLp - ii/OLp	8,0	2,21	2,6	0,93	-5,4	2,15	-19,78	***	Verkleinerung
2 <b>Prämolaren Relation *)</b> ps/OLp - pi/OLp	+1,6	1,50	-3,0	1,09	-4,6	2,15	-16,85	***	Normalisierung
3 <b>Molaren Relation *)</b> ms/OLp - mi/OLp	+2,3	1,63	+8,9	1,25	+6,6	1,48	35,11	***	Richtung Klasse II
4 <b>Extraktionslücke Maxilla</b> ms/OLp - ps/OLp	10,9	0,78	0,0	0,16	-10,9	0,78	110,03	***	Lückenschluss
5 <b>Position Maxilla</b> A/OLp	79,8	4,08	80,3	4,79	0,5	2,49	1,58	n.s.	Vorverlagerung
6 <b>Position Mandibula</b> Pg/OLp	80,6	6,09	82,2	7,23	1,6	3,10	5,92	***	Vorverlagerung
7 <b>Oberer Inzisivus</b> is/OLp	89,6	4,20	87,1	5,12	-2,5				
8 <b>Unterer Inzisivus</b> ii/OLp	81,5	4,58	84,4	5,08	2,9				
9 <b>Oberer Prämolaren</b> ps/OLp	57,8	3,78	56,4	4,38	-1,4				
10 <b>Unterer Prämolaren</b> pi/OLp	56,2	4,03	59,4	4,56	3,2				
11 <b>Oberer Molar</b> ms/OLp	46,9	3,64	56,4	4,46	9,5				
12 <b>Unterer Molar</b> mi/OLp	44,6	3,86	47,5	4,52	2,9				
13 <b>Oberer Inzisivus</b> is/OLp (d) - A/OLp (d)					-3,0	2,59	-9,12	***	Retrusion
14 <b>Unterer Inzisivus</b> ii/OLp (d) - Pg/OLp (d)					1,3	2,17	4,72	***	Protrusion
15 <b>Oberer Prämolaren</b> ps/OLp (d) - A/OLp (d)					-1,9	2,10	-7,12	***	Distalisation
16 <b>Unterer Prämolaren</b> pi/OLp (d) - Pg/OLp (d)					1,6	1,60	7,87	***	Mesialisation
17 <b>Oberer Molar</b> ms/OLp (d) - A/OLp (d)					9,0	2,18	32,51	***	Mesialisation
18 <b>Unterer Molar</b> mi/OLp (d) - Pg/OLp (d)					1,3	1,68	5,62	***	Mesialisation

\*) Plus (+) bedeutet Klasse II Relation; Minus (-) bedeutet Klasse I Relation

## 6.1 Standard-Analyse

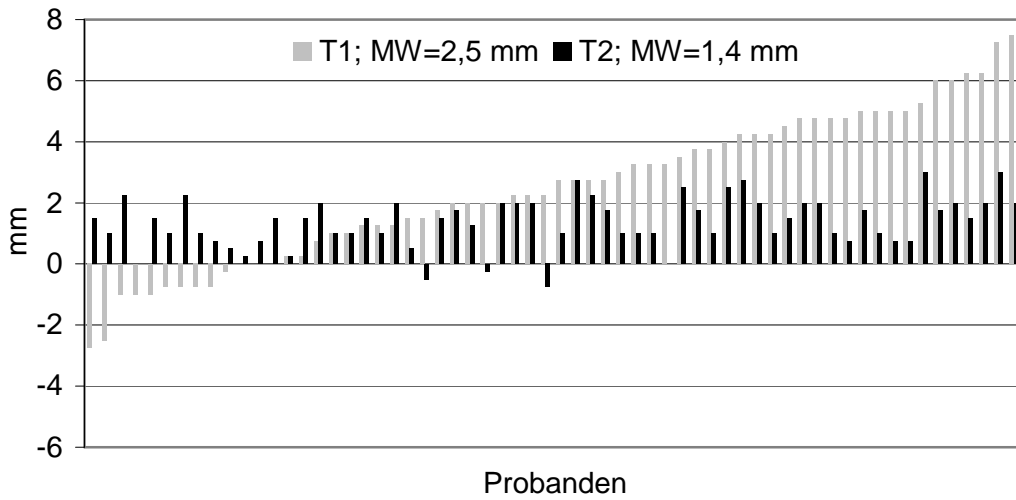
### Frontzahnüberbiss

#### **Overbite** (Tab. 2; Abb. 9)

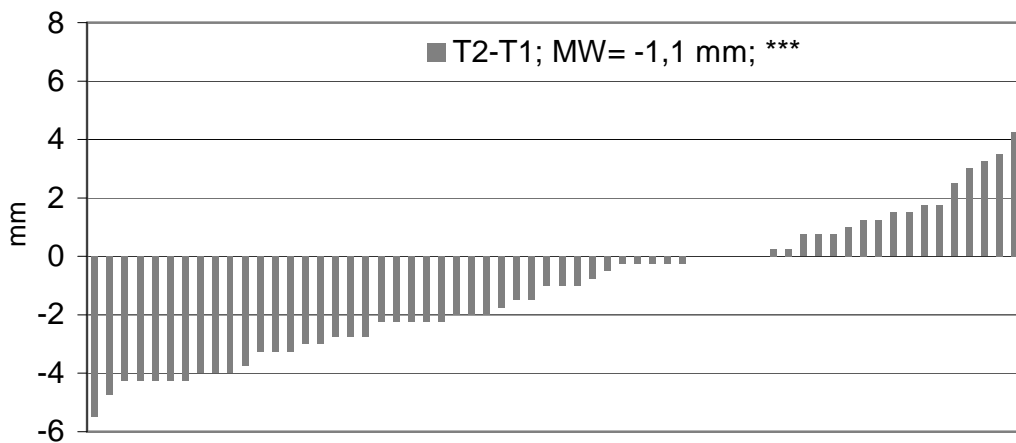
Der Overbite verkleinerte sich während der Behandlung um durchschnittlich 1,1 mm ( $p < 0,001$ ).

Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von  $\pm 1$  mm (T2-T1) kam es bei 30 Probanden (48%) zu einer Verkleinerung und bei 11 Probanden (18%) zu einer Vergrößerung des Overbites. Bei 21 Probanden (34%) traten keine Veränderungen auf. Die maximale Verkleinerung betrug 5,5 mm und die maximale Vergrößerung 4,3 mm.

Overbite



Vergrößerung



Verkleinerung

**Abb. 9**

**Standard-Analyse**

Individuelle Messwerte des **Overbites** bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie. T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; T2-T1=Behandlungsveränderung.

Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderungen (T2-T1).

## **Profilkonvexität**

### ***N-A-Pg (Hartgewebe-Profilwinkel)*** (Tab. 2; Abb. 10)

Der Winkel N-A-Pg vergrößerte sich während der Behandlung um durchschnittlich 2,3 Grad ( $p < 0,001$ ).

Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von  $\pm 1$  Grad (T2-T1) kam es bei 36 Probanden (58%) zu einer Abnahme (Winkelvergrößerung) und bei 10 Probanden (16%) zu einer Zunahme (Winkelverkleinerung) der Profilkonvexität. Bei 16 Probanden (26%) traten keine Veränderungen auf. Die maximale Winkelvergrößerung betrug 11,8 Grad und die maximale Verkleinerung 7,5 Grad.

### ***NS-Sn-PgS (Weichgewebe-Profilwinkel ohne Nase)*** (Tab. 2; Abb. 11)

Aufgrund eines röntgenologisch nicht exakt zu beurteilenden Weichteilprofils, standen für die Erhebung des Winkels nur 32 Probanden zur Verfügung.

Der Winkel NS-Sn-PgS vergrößerte sich während der Behandlung um durchschnittlich 2,3 Grad ( $p < 0,01$ ).

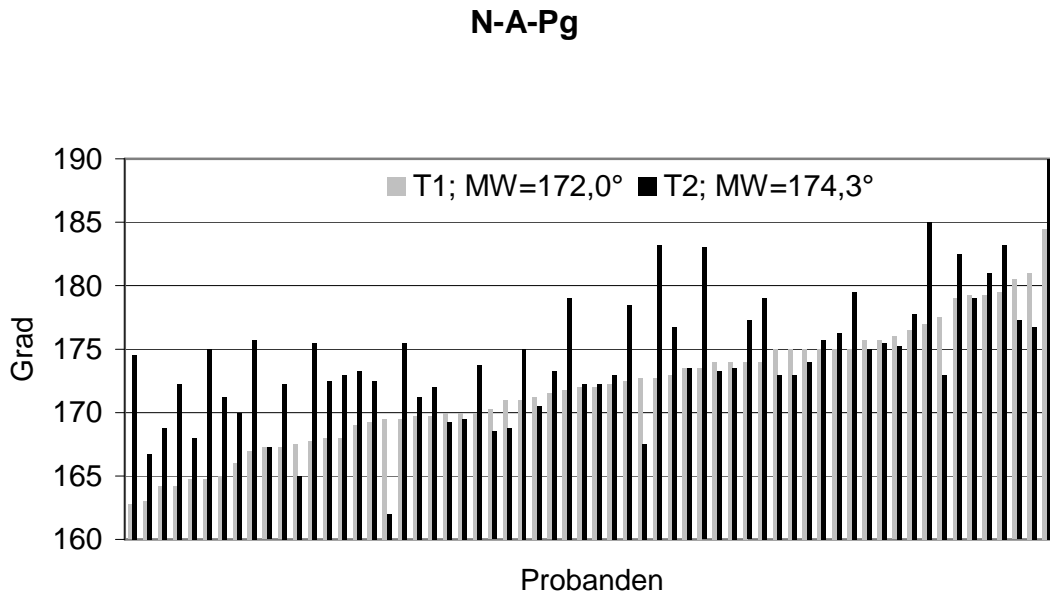
Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von  $\pm 1$  Grad (T2-T1) kam es bei 19 Probanden (59%) zu einer Abnahme (Winkelvergrößerung) und bei 7 Probanden (22%) zu einer Zunahme (Winkelverkleinerung) der Profilkonvexität. Bei 6 Probanden (19%) traten keine Veränderungen auf. Die maximale Winkelvergrößerung betrug 11,3 Grad und die maximale Verkleinerung 10,0 Grad.

### ***NS-No-PgS (Weichgewebe-Profilwinkel mit Nase)*** (Tab. 2; Abb. 12)

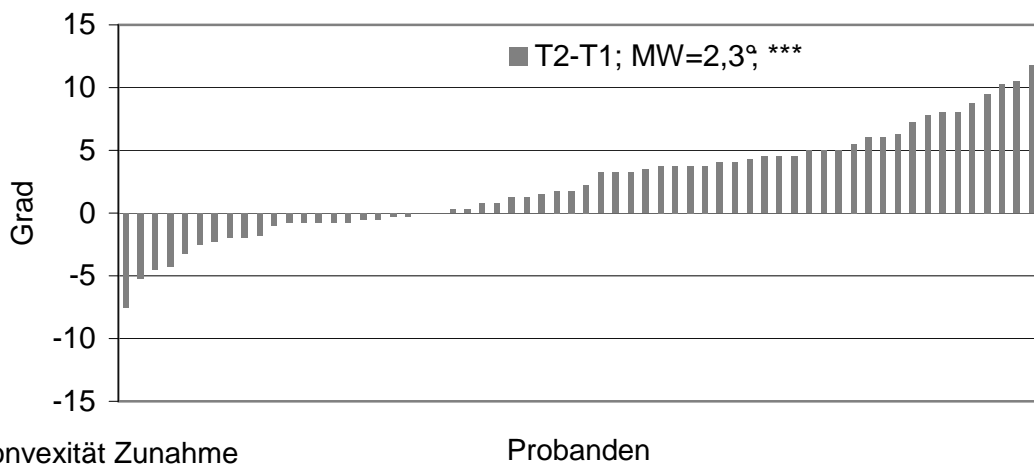
Aufgrund eines röntgenologisch nicht exakt zu beurteilenden Weichteilprofils, standen für die Erhebung des Winkels nur 32 Probanden zur Verfügung.

Der Winkel NS-No-PgS verkleinerte sich während der Behandlung um durchschnittlich 1,6 Grad ( $p < 0,01$ ).

Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von  $\pm 1$  Grad (T2-T1) kam es bei 18 Probanden (56%) zu einer Zunahme (Winkelverkleinerung) und bei 5 Probanden (16%) zu einer Abnahme (Winkelvergrößerung) der Profilkonvexität. Bei 9 Probanden (28%) traten keine Veränderungen auf. Die maximale Winkelverkleinerung betrug 10,3 Grad und die maximale Vergrößerung 4,5 Grad.



Konvexität Abnahme



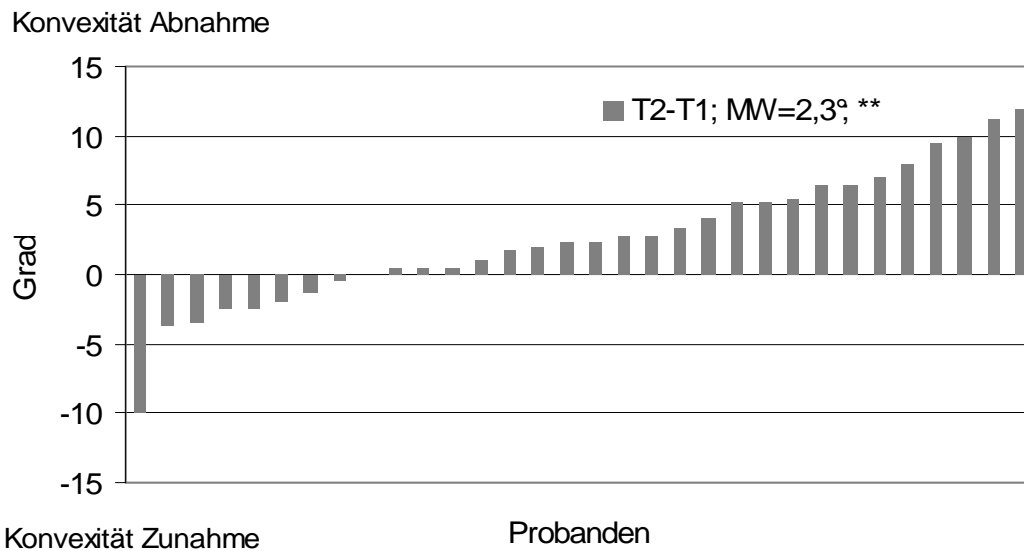
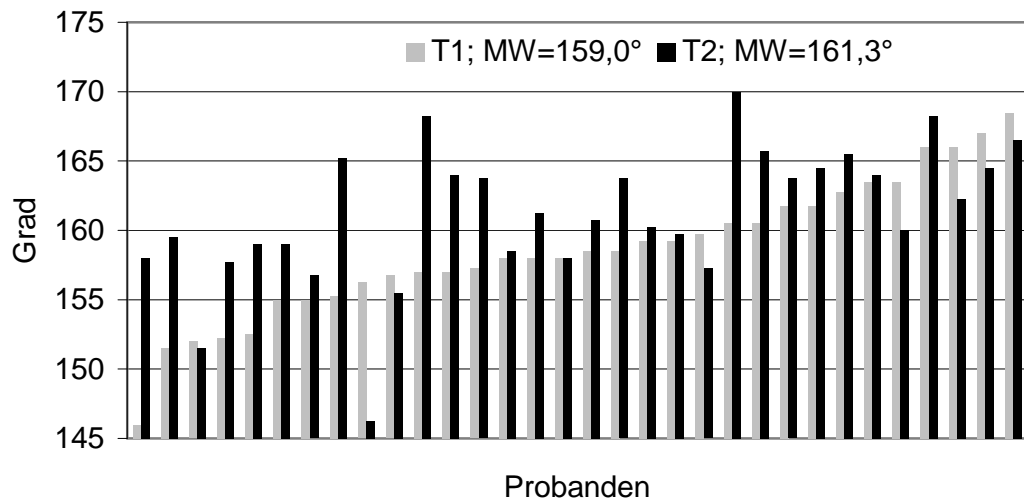
**Abb. 10**

**Standard-Analyse**

Individuelle Messwerte des Winkels **N-A-Pg** bei der Behandlung mit Multi-bracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie. T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; T2-T1=Behandlungsveränderung.

Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderungen (T2-T1).

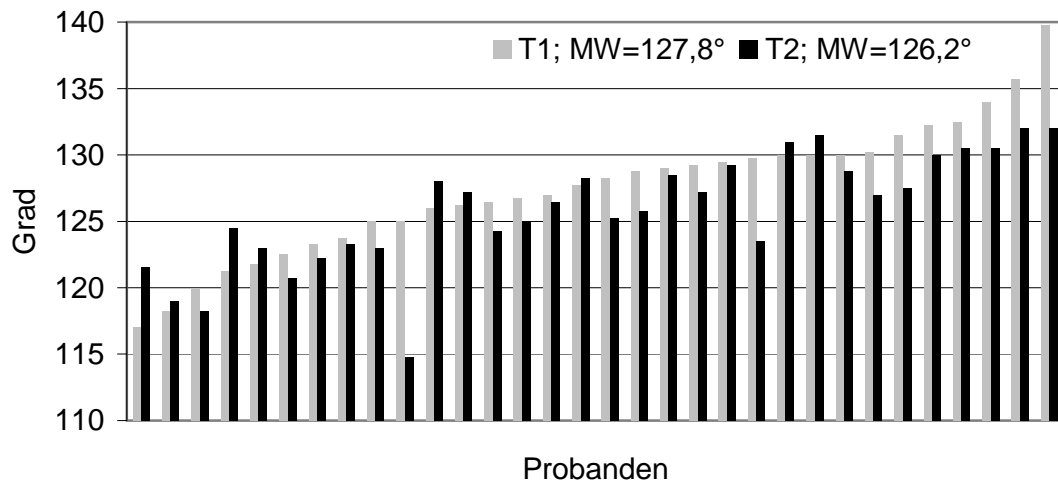
**NS-Sn-PgS**



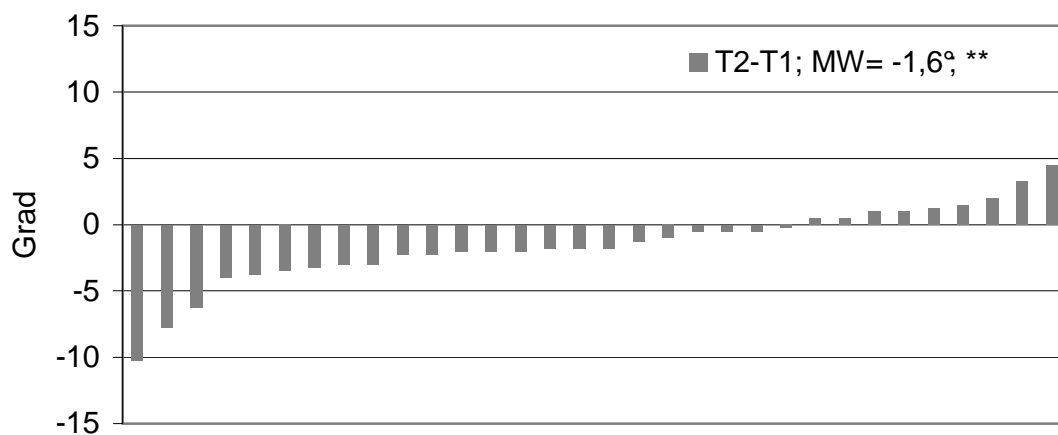
**Abb. 11**  
**Standard-Analyse**

Individuelle Messwerte des Winkels **NS-Sn-PgS** bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 32 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie. T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; T2-T1=Behandlungsveränderung. Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderungen (T2-T1).

**NS-No-PgS**



Konvexität Abnahme



Konvexität Zunahme

**Abb. 12**

**Standard-Analyse**

Individuelle Messwerte des Winkels **NS-No-PgS** bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 32 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie. T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; T2-T1=Behandlungsveränderung. Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderungen (T2-T1).



### **Sagittale Kieferlagebeziehung**

#### ***A-N-Pg*** (Tab. 2; Abb. 13)

Der Winkel A-N-Pg verkleinerte sich während der Behandlung um durchschnittlich 1,2 Grad ( $p < 0,001$ ).

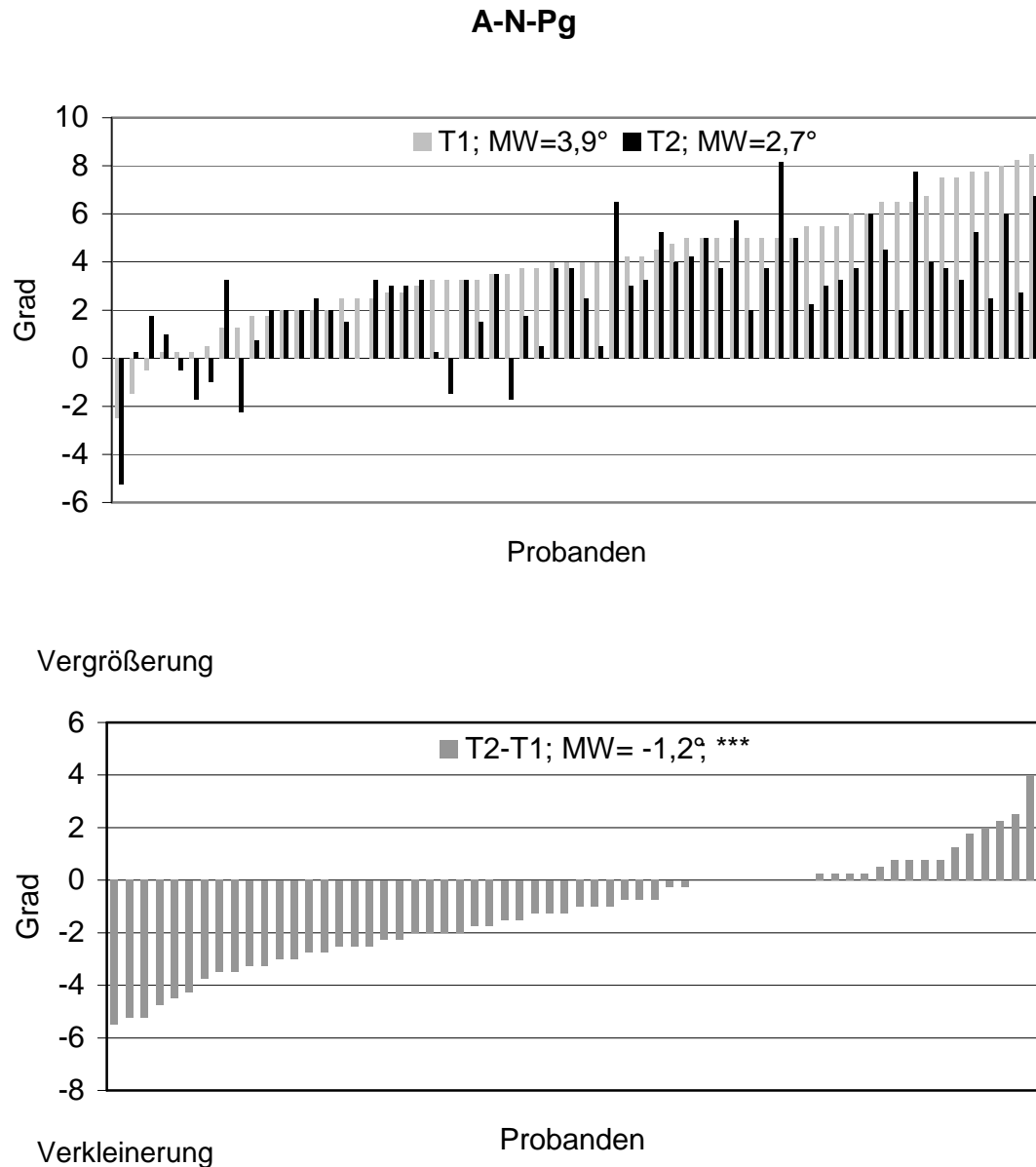
Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von  $\pm 1$  Grad (T2-T1) kam es bei 31 Probanden (50%) zu einer Verkleinerung und bei 6 Probanden (10%) zu einer Vergrößerung des Winkels. Bei 25 Probanden (40%) traten keine Veränderungen auf. Die maximale Winkelverkleinerung betrug 5,5 Grad und die maximale Vergrößerung 4,0 Grad.

### **Vertikale Kieferlagebeziehung**

#### ***ML/NSL*** (Tab. 2; Abb. 14)

Der Winkel ML/NSL zeigte sich während der Behandlung im Durchschnitt unverändert (ns).

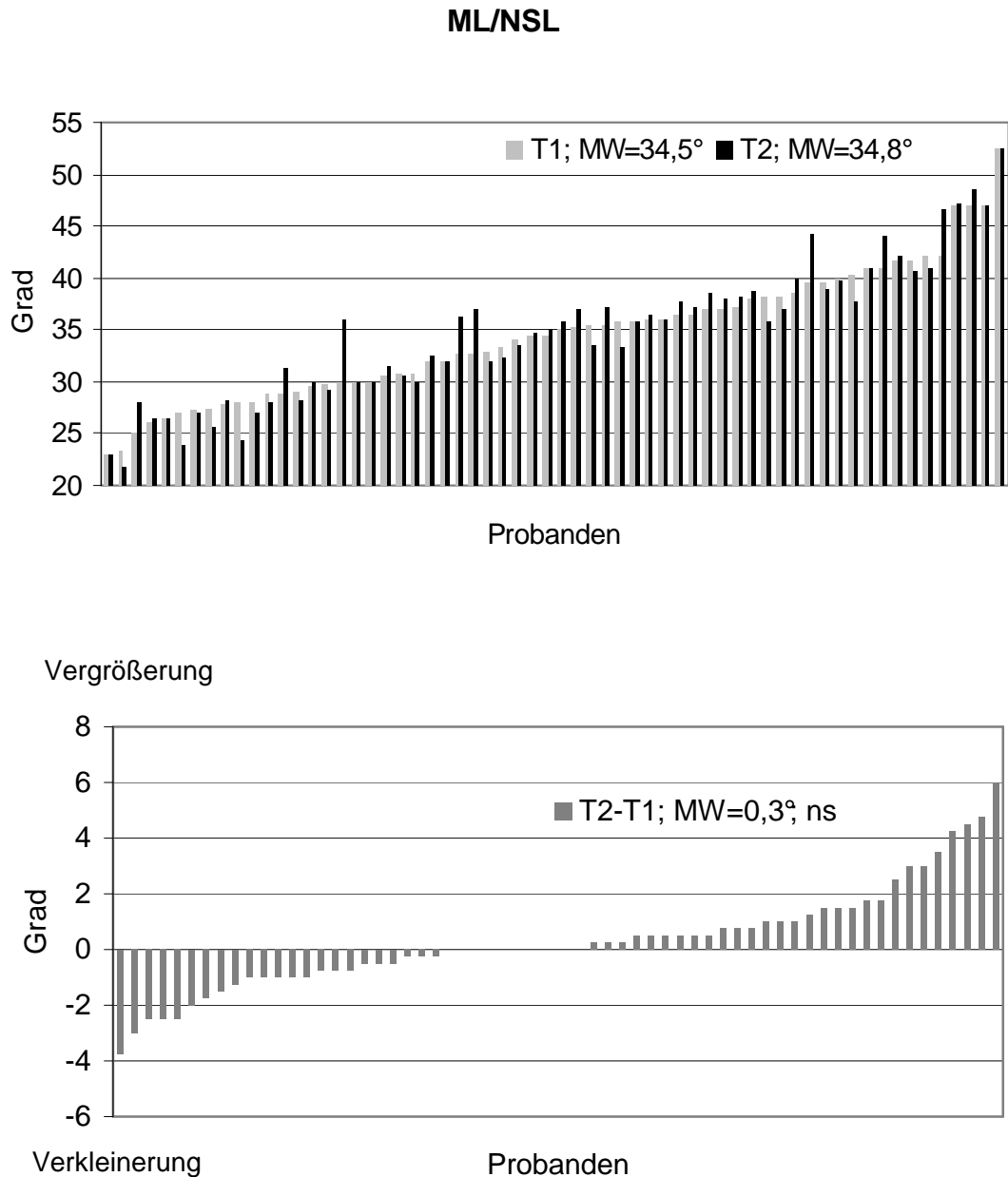
Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von  $\pm 1$  Grad (T2-T1) kam es bei 14 Probanden (23%) zu einer Vergrößerung und bei 9 Probanden (14%) zu einer Verkleinerung des Winkels. Bei 39 Probanden (63%) traten keine Veränderungen auf. Die maximale Vergrößerung betrug 6,0 Grad und die maximale Verkleinerung 3,8 Grad.



**Abb. 13**

**Standard-Analyse**

Individuelle Messwerte des Winkels **A-N-Pg** bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie. T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; T2-T1=Behandlungsveränderung. Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderungen (T2-T1).



**Abb. 14**

**Standard-Analyse**

Individuelle Messwerte des Winkels **ML/NSL** bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie. T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; T2-T1=Behandlungsveränderung. Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderungen (T2-T1).

## **Lippenposition**

### ***OI-E-Linie*** (Tab. 2; Abb. 15)

Aufgrund eines röntgenologisch nicht exakt zu beurteilenden Weichteilprofils, standen für die Erhebung des Messwertes nur 32 Probanden zur Verfügung.

Der Abstand der Oberlippe zu EL vergrößerte sich während der Behandlung um durchschnittlich 2,6 mm ( $p < 0,001$ ).

Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von  $\pm 1$  mm (T2-T1) vergrößerte sich bei 29 Probanden (91%) der Lippenabstand zur E-Linie und bei 2 Probanden (6%) verkleinerte er sich. Bei einem Probanden (3%) traten keine Veränderungen auf. Die maximale Vergrößerung betrug 5,8 mm und die maximale Verkleinerung 4,0 mm.

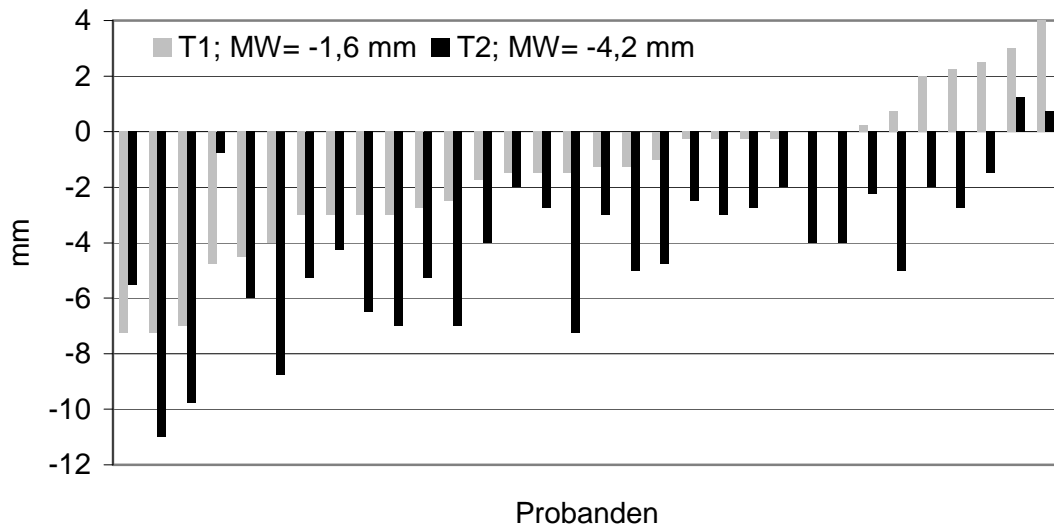
### ***UI-E-Linie*** (Tab. 2; Abb. 16)

Aufgrund eines röntgenologisch nicht exakt zu beurteilenden Weichteilprofils, standen für die Erhebung des Messwertes nur 32 Probanden zur Verfügung.

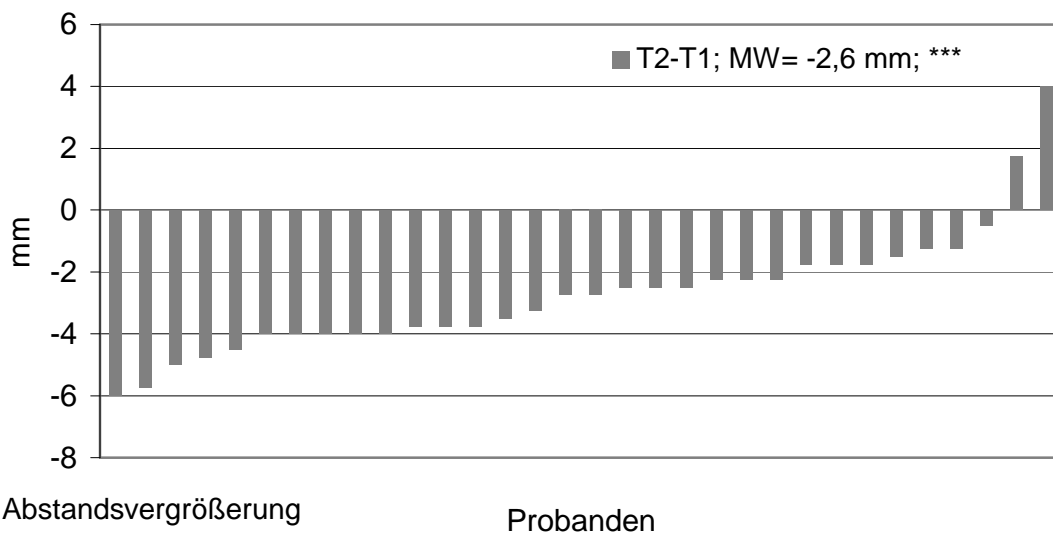
Der Abstand der Unterlippe zu EL vergrößerte sich während der Behandlung um durchschnittlich 1,6 mm ( $p < 0,001$ ).

Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von  $\pm 1$  mm (T2-T1) vergrößerte sich bei 20 Probanden (63%) der Lippenabstand zur E-Linie und bei einem Probanden (3%) verkleinerte er sich. Bei 11 Probanden (34%) traten keine Veränderungen auf. Die maximale Vergrößerung betrug 5,8 mm und die maximale Verkleinerung 2,3 mm.

OL-E-Linie



Abstandsverkleinerung

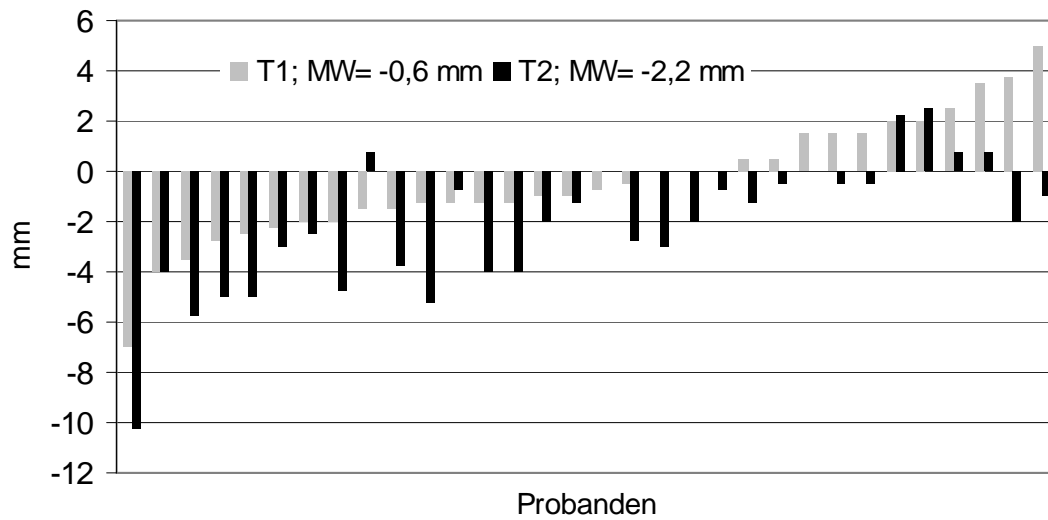


**Abb. 15**

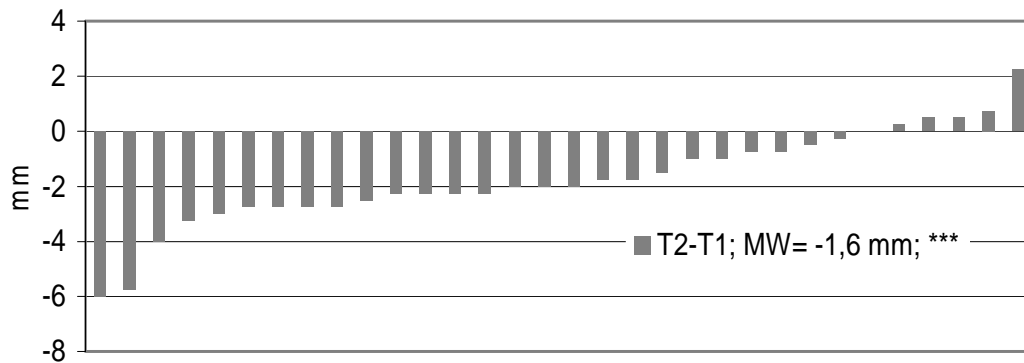
**Standard-Analyse**

Individuelle Messwerte des **Abstandes OI zur E-Linie** bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 32 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie. T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; T2-T1=Behandlungsveränderung. Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderungen (T2-T1).

UI-E-Linie



Abstandsverkleinerung



Abstandsvergrößerung

**Abb. 16**

**Standard-Analyse**

Individuelle Messwerte des **Abstandes UI zur E-Linie** bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 32 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie. T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; T2-T1=Behandlungsveränderung. Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderungen (T2-T1).

## 6.2 SO-Analyse

### **Overjet** (Tab. 3, Abb. 17)

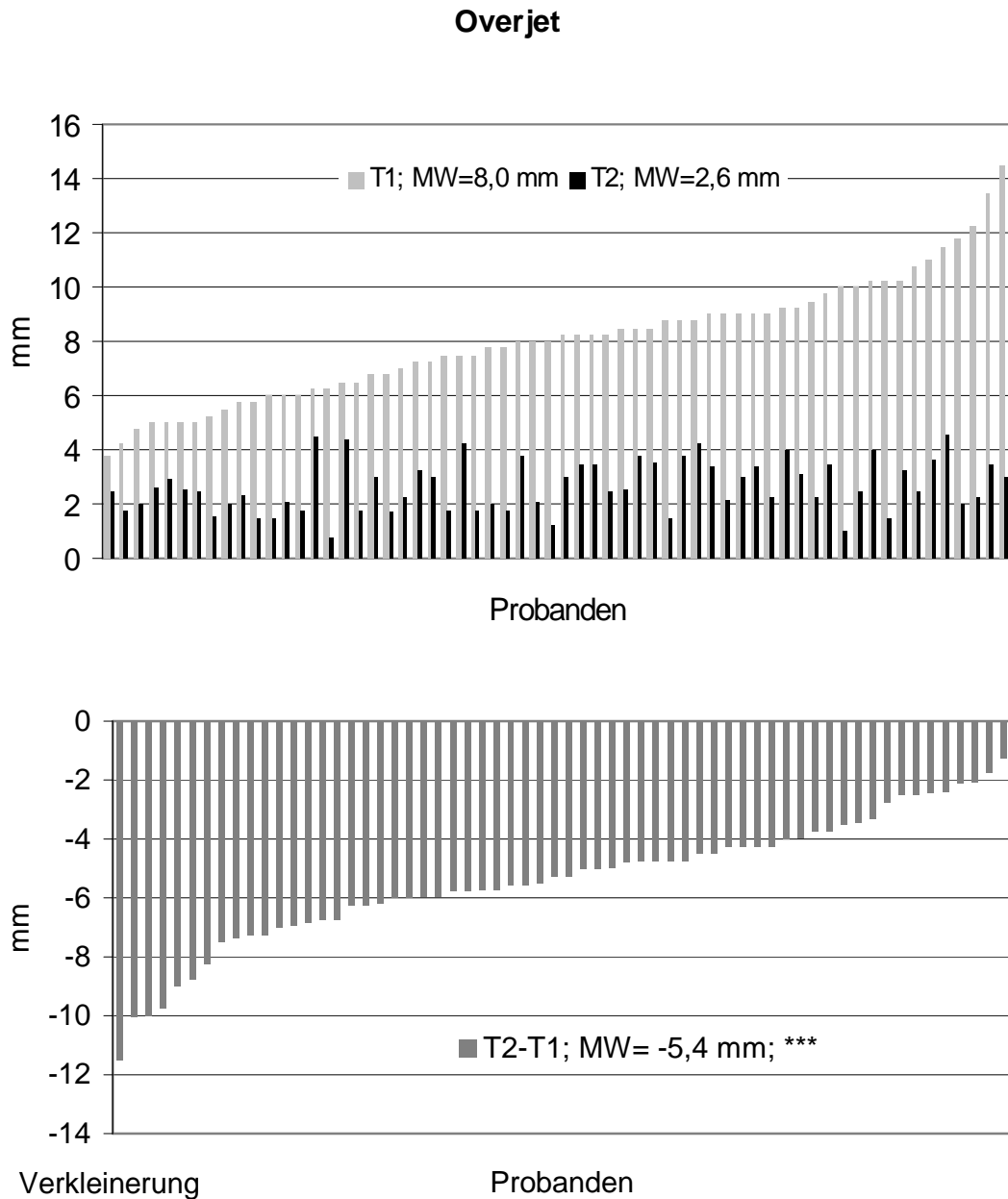
Der Overjet verkleinerte sich während der Behandlung um durchschnittlich 5,4 mm ( $p < 0,001$ ).

Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von  $\pm 1$  mm (T2-T1) trat bei allen 62 Probanden eine Verkleinerung des Overjets auf. Die maximale Overjetverkleinerung betrug 11,5 mm.

### **Prämolaren-Relation** (Tab. 3; Abb. 18)

Die Prämolaren-Relation veränderte sich während der Behandlung in Richtung Klasse I um durchschnittlich 4,6 mm ( $p < 0,001$ ).

Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von  $\pm 1$  mm (T2-T1) kam es bei allen 62 Probanden zu einer Veränderung der Prämolaren-Relation in Richtung Klasse I. Die maximale Relationsveränderung betrug 8,0 mm.



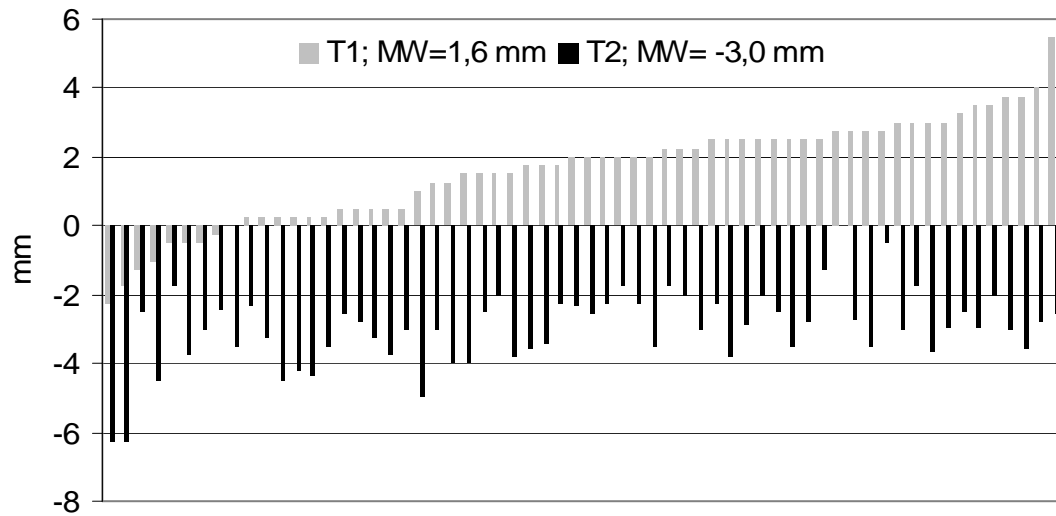
**Abb. 17**  
**SO-Analyse**

Individuelle Messwerte des **Overjets (Variable 1)** bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie. T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; T2-T1=Behandlungsveränderung. Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderungen (T2-T1).



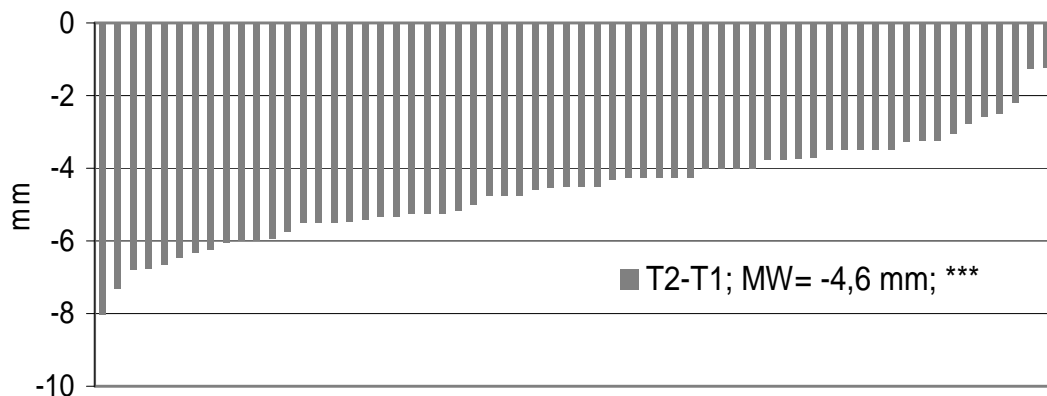
**Prämolaren-Relation**

Klasse II



Klasse I

Probanden



Richtung Klasse I

Probanden

**Abb. 18**  
**SO-Analyse**

Individuelle Messwerte der **Prämolaren-Relation (Variable 2)** bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie. T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; T2-T1= Behandlungsveränderung.

Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderungen (T2-T1).

### ***Molaren-Relation*** (Tab. 3; Abb. 19)

Die Molaren-Relation veränderte sich während der Behandlung in Richtung Klasse II um durchschnittlich 6,6 mm ( $p < 0,001$ ).

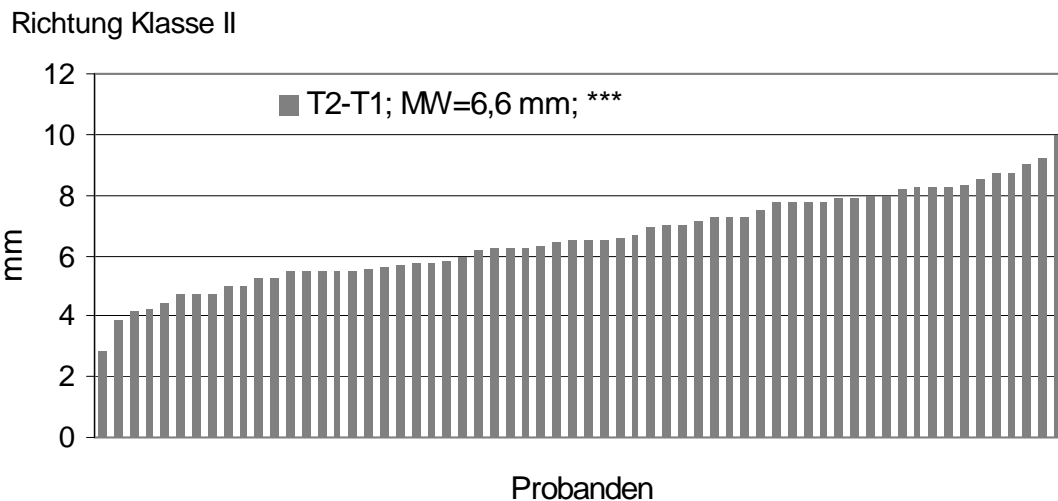
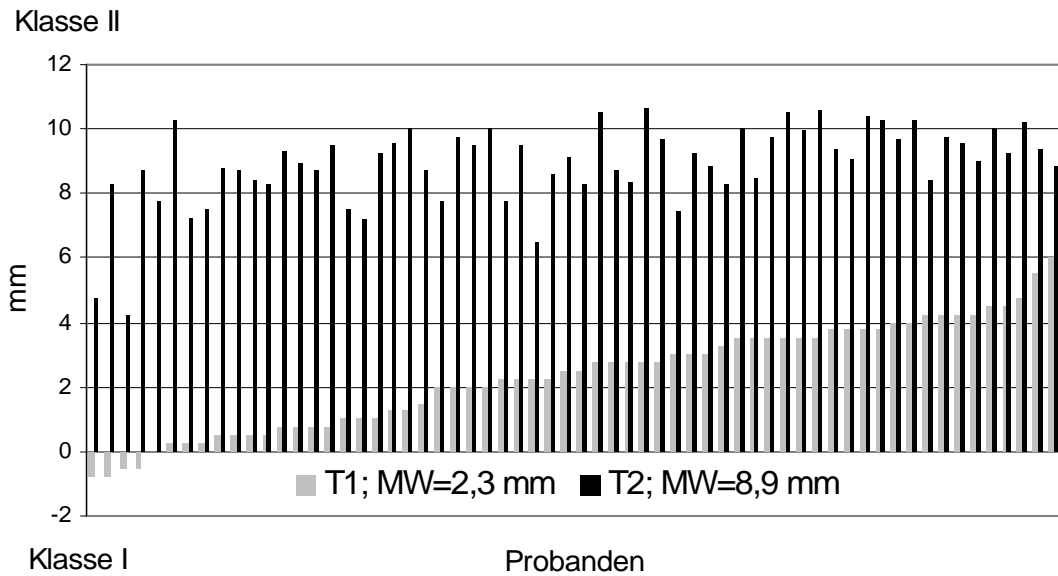
Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von  $\pm 1$  mm (T2-T1) kam es bei allen 62 Probanden zu einer Veränderung der Molaren-Relation in Richtung Klasse II. Die maximale Relationsveränderung betrug 10,0 mm.

### ***Extraktionslücke Maxilla*** (Tab. 3; Abb. 20)

Die Extraktionslücke verkleinerte sich während der Behandlung um durchschnittlich 10,9 mm ( $p < 0,001$ ).

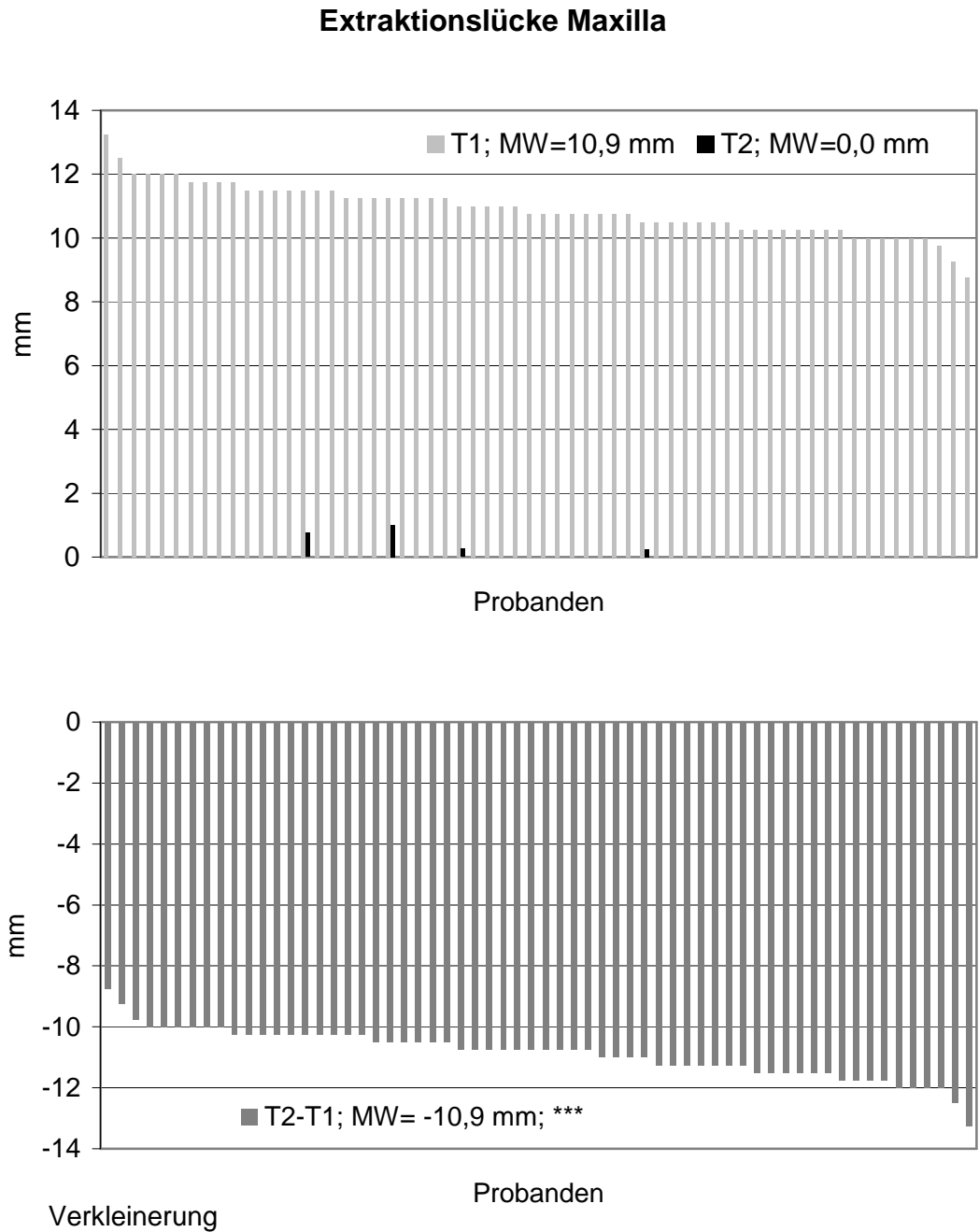
Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von  $\pm 1$  mm (T2-T1) kam es bei allen 62 Probanden zu einem Lückenschluss. Die maximale Lückenverkleinerung betrug 13,3 mm.

**Molaren-Relation**



**Abb. 19**  
**SO-Analyse**

Individuelle Messwerte der **Molaren-Relation (Variable 3)** bei der Behandlung mit Multibracket-Apparat (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie. T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; T2-T1=Behandlungsveränderung. Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderungen (T2-T1).



**Abb. 20**  
**SO-Analyse**

Individuelle Messwerte der **Extraktionslücke (Variable 4)** bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie. T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; T2-T1=Behandlungsveränderung. Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderungen (T2-T1).

### **Position Maxilla** (Tab. 3; Abb. 21)

Die maxilläre Basis wurde während der Behandlung um durchschnittlich 0,5 mm (ns) vor verlagert.

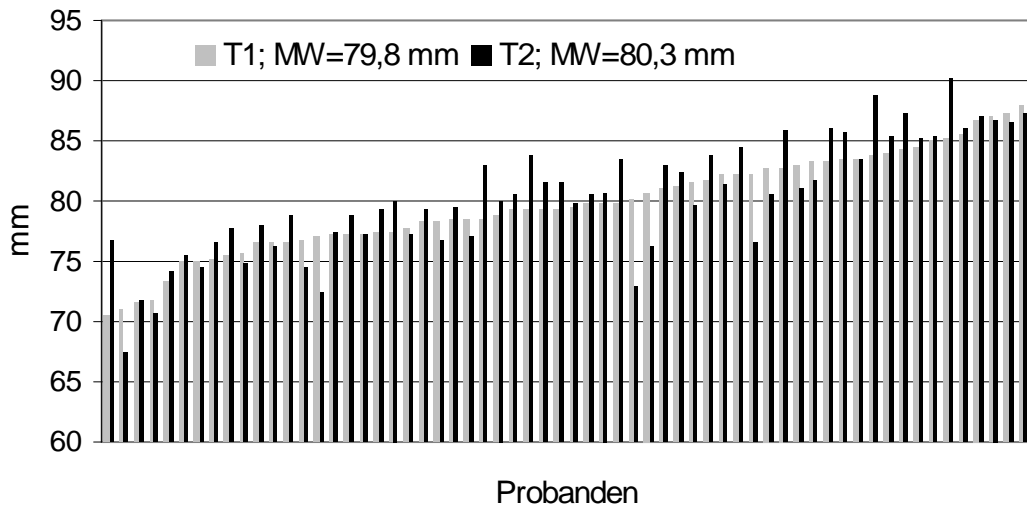
Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von  $\pm 1$  mm (T2-T1) kam es bei 26 Probanden (42%) zu einer Vorverlagerung und bei 12 Probanden (19%) zu einer Rückverlagerung der Maxilla. Bei 24 Probanden (39%) traten keine Veränderungen auf. Die maximale Vorverlagerung betrug 6,3 mm und die maximale Rückverlagerung 7,3 mm.

### **Position Mandibula** (Tab. 3; Abb. 22)

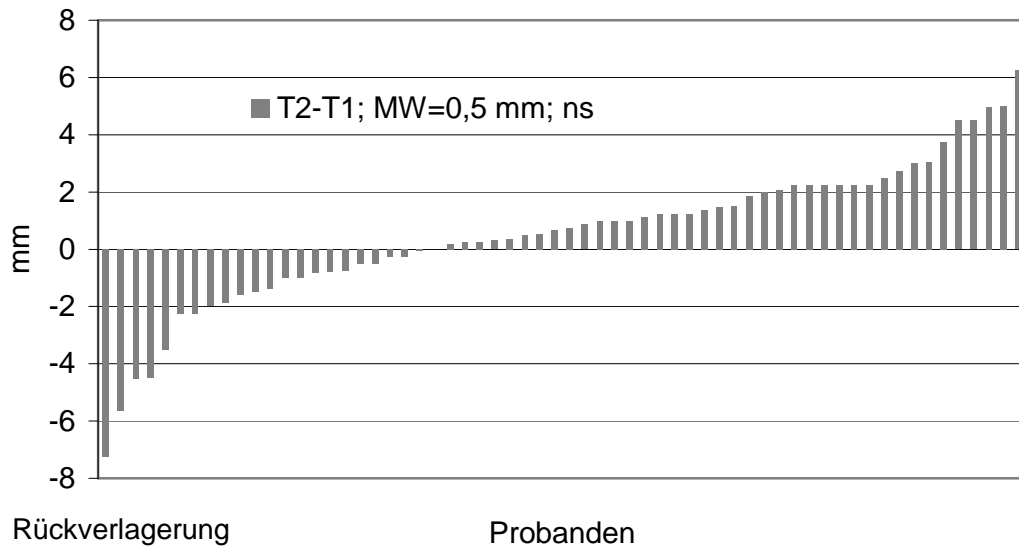
Die mandibuläre Basis wurde während der Behandlung um durchschnittlich 1,6 mm ( $p < 0,001$ ) vor verlagert.

Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von  $\pm 1$  mm (T2-T1) kam es bei 39 Probanden (63%) zu einer Vorverlagerung und bei 9 Probanden (14%) zu einer Rückverlagerung der Mandibula. Bei 14 Probanden (23%) traten keine Veränderungen auf. Die maximale Vorverlagerung betrug 7,0 mm und die maximale Rückverlagerung 9,5 mm.

**Position Maxilla**



Vorverlagerung

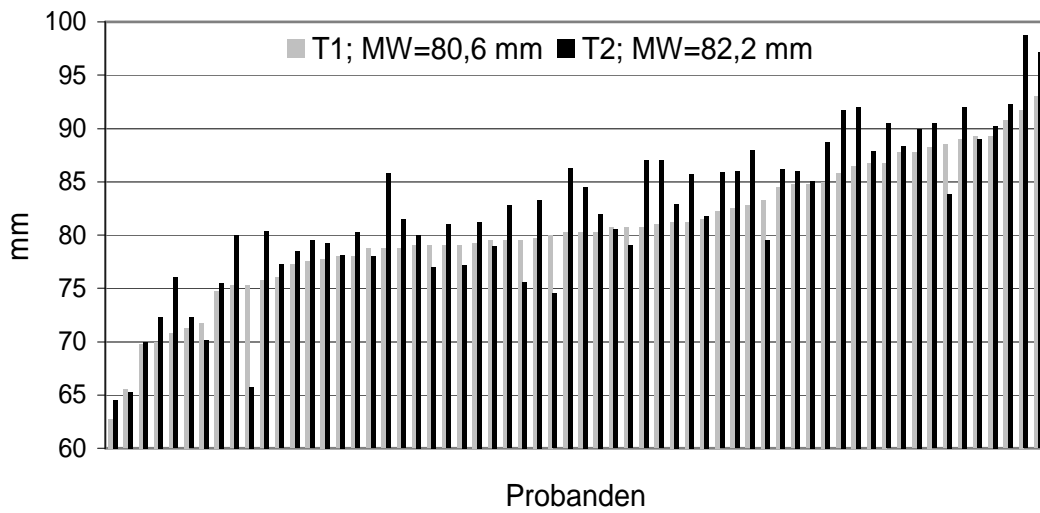


**Abb. 21**

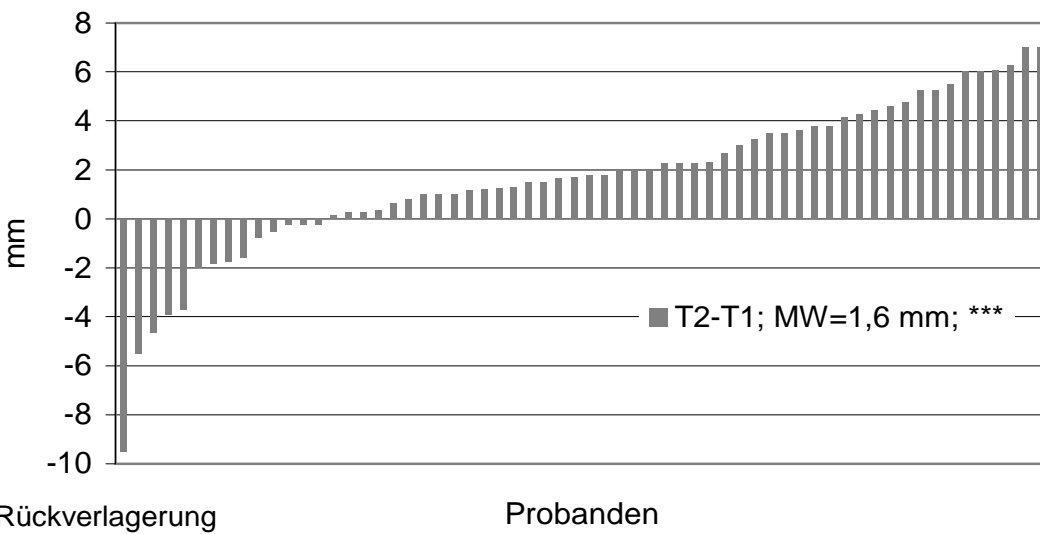
**SO-Analyse**

Individuelle Messwerte der **Position Maxilla (Variable 5)** bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie. T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; T2-T1=Behandlungsveränderung. Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderungen (T2-T1).

**Position Mandibula**



**Vorverlagerung**



**Abb. 22**

**SO-Analyse**

Individuelle Messwerte der **Position Mandibula (Variable 6)** bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie. T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; T2-T1=Behandlungsveränderung.

Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderungen (T2-T1).

### ***Position oberer Inzisivi*** (Tab. 3; Abb. 23)

Die oberen Inzisivi wurden während der Behandlung um durchschnittlich 3,0 mm ( $p < 0,001$ ) retrudiert.

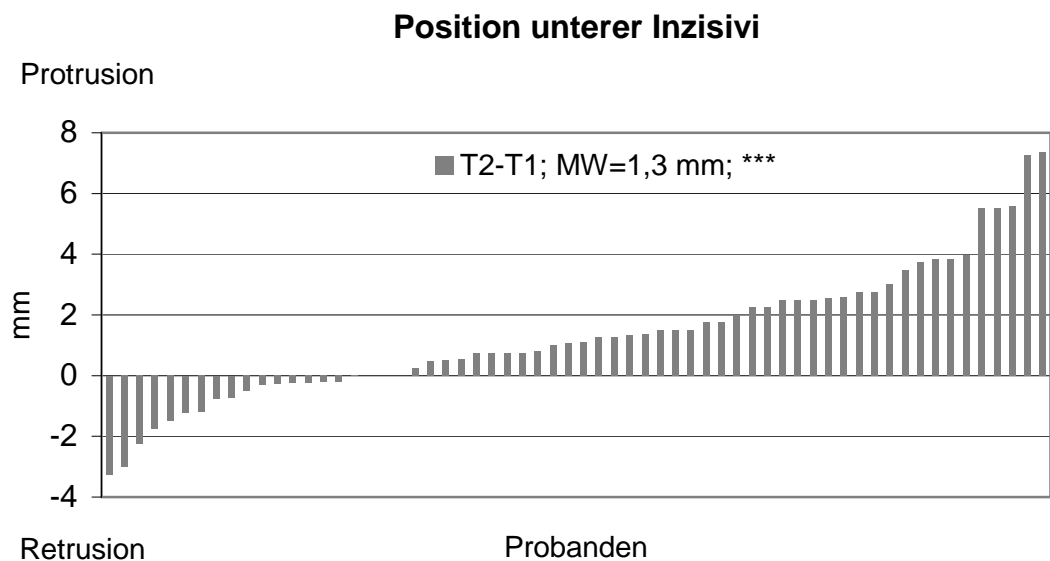
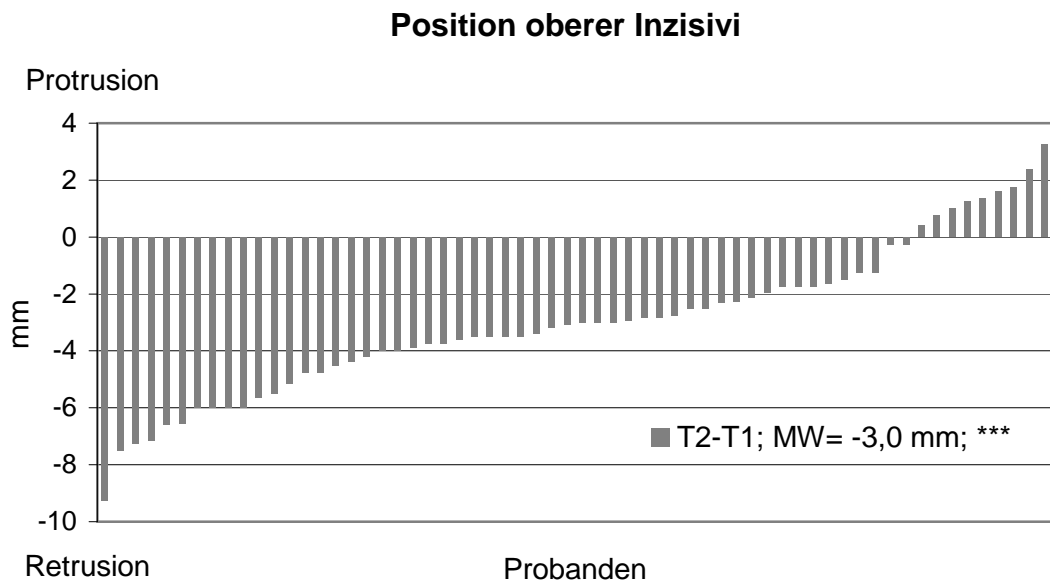
Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von  $\pm 1$  mm (T2-T1) kam es bei 51 Probanden (82%) zu einer Retrusion und bei 6 Probanden (10%) zu einer Protrusion der oberen Inzisivi. Bei 5 Probanden (8%) traten keine Veränderungen auf. Die maximale Retrusion betrug 9,3 mm und die maximale Protrusion 3,3 mm.

### ***Position unterer Inzisivi*** (Tab. 3; Abb. 23)

Die unteren Inzisivi wurden während der Behandlung um durchschnittlich 1,3 mm ( $p < 0,001$ ) protrudiert.

Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von  $\pm 1$  mm (T2-T1) kam es bei 32 Probanden (52%) zu einer Protrusion und bei 7 Probanden (11%) zu einer Retrusion der unteren Inzisivi. Bei 23 Probanden (37%) traten keine Veränderungen auf. Die maximale Retrusion betrug 3,3 mm und die maximale Protrusion 7,4 mm.





**Abb. 23**

#### **SO-Analyse**

Individuelle Messwerte der Veränderungen der **Position des oberen (Variable 13) und unteren (Variable 14) Inzisivi** bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie.

T2-T1=Behandlungsveränderung.

Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Behandlungsveränderungen (T2-T1).

### ***Position oberer Prämolaren*** (Tab. 3; Abb. 24)

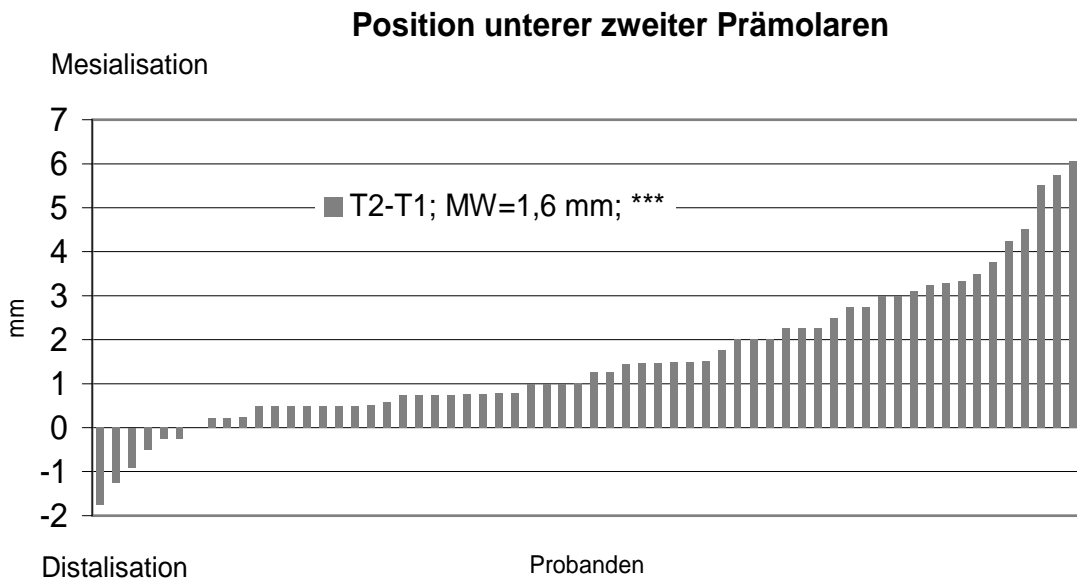
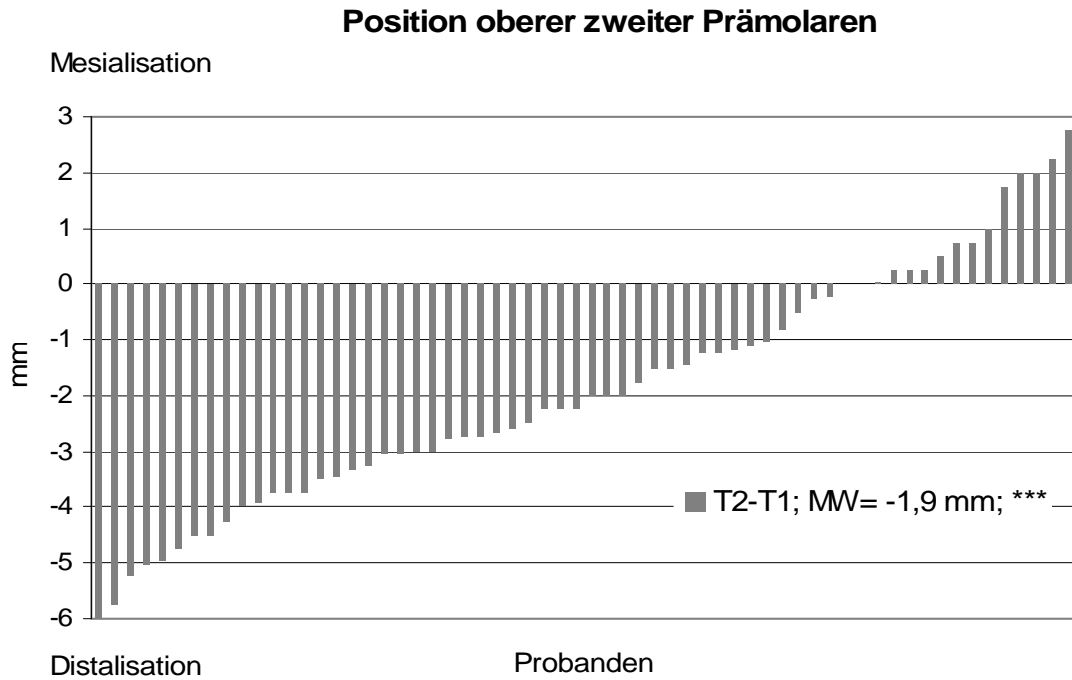
Die zweiten oberen Prämolaren wurden während der Behandlung um durchschnittlich 1,9 mm ( $p < 0,001$ ) distalisiert.

Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von  $\pm 1$  mm (T2-T1) kam es bei 43 Probanden (69%) zu einer Distalisation und bei 5 Probanden (8%) zu einer Mesialisation der oberen Prämolaren. Bei 14 Probanden (23%) traten keine Veränderungen auf. Die maximale Distalisation betrug 6,0 mm und die maximale Mesialisation 2,8 mm.

### ***Position unterer Prämolaren*** (Tab. 3; Abb. 24)

Die zweiten unteren Prämolaren wurden während der Behandlung um durchschnittlich 1,6 mm ( $p < 0,001$ ) mesialisiert.

Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von  $\pm 1$  mm (T2-T1) kam es bei 32 Probanden (52%) zu einer Mesialisation und bei 2 Probanden (3%) zu einer Distalisation der unteren Prämolaren. Bei 28 Probanden (45%) traten keine Veränderungen auf. Die maximale Mesialisation betrug 6,0 mm und die maximale Distalisation 1,8 mm.



**Abb. 24**

**SO-Analyse**

Individuelle Messwerte der Veränderungen der **Position des oberen (Variable 15) und unteren (Variable 16) zweiten Prämolaren** bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie.

T2-T1=Behandlungsveränderung.

Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Behandlungsveränderungen (T1-T2).

### ***Position oberer Molaren*** (Tab. 3; Abb. 25)

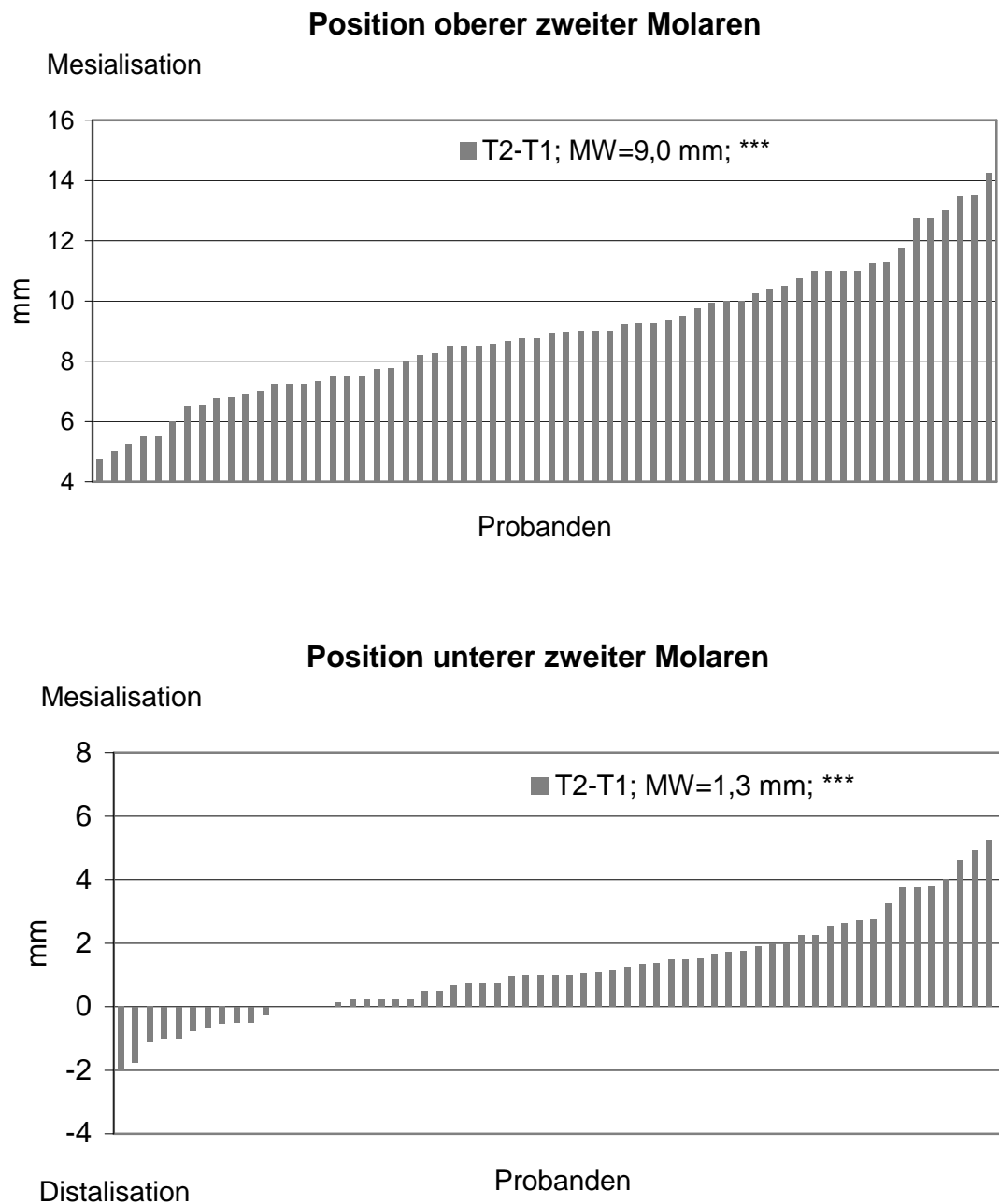
Die zweiten oberen Molaren wurden während der Behandlung um durchschnittlich 9,0 mm ( $p < 0,001$ ) mesialisiert.

Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von  $\pm 1$  mm (T2-T1) kam es bei allen 62 Probanden zu einer Mesialisation der oberen Molaren. Die maximale Mesialisation betrug 14,3 mm.

### ***Position unterer Molaren*** (Tab. 3; Abb. 25)

Die zweiten unteren Molaren wurden während der Behandlung um durchschnittlich 1,3 mm ( $p < 0,001$ ) mesialisiert.

Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von  $\pm 1$  mm (T2-T1) kam es bei 30 Probanden (48%) zu einer Mesialisation und bei 4 Probanden (6%) zu einer Distalisation der unteren Molaren. Bei 28 Probanden (45%) traten keine Veränderungen auf. Die maximale Mesialisation betrug 6,0 mm und die maximale Distalisation 2,0 mm.



**Abb. 25**

**SO-Analyse**

Individuelle Messwerte der Veränderungen der **Position des oberen (Variable 17) und unteren (Variable 18) zweiten Molaren** bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie.

T2-T1=Behandlungsveränderung.

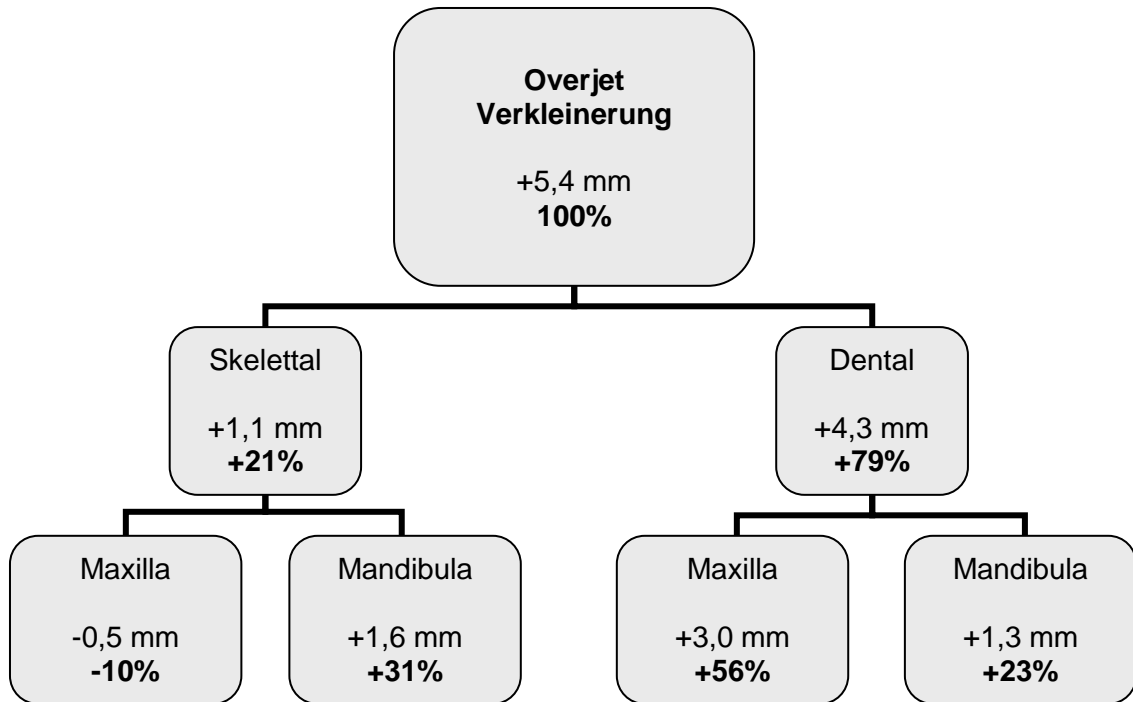
Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Behandlungsveränderungen (T2-T1).

### **Mechanismus der Overjet-Veränderung (Abb. 26)**

Die Verkleinerung des Overjets resultierte aus einem skelettalen (+21%) und einem dentalen (+79%) Anteil. Die skelettale Veränderung setzte sich zusammen aus einer für die Overjetverkleinerung ungünstigen Verlagerung der maxillären Basis (-10%) nach anterior und einer günstigen Verlagerung der mandibulären Basis (+31%) ebenfalls nach anterior. Die dentale Veränderung stellte eine für die Overjetverkleinerung günstige Veränderung dar. Sie setzte sich zusammen aus einer Retrusion der oberen Inzisivi (+56%) und einer Protrusion der unteren Inzisivi (+23%).

### **Mechanismus der Prämolaren-Relation-Veränderung (Abb. 27)**

Die Relationsveränderung der zweiten Prämolaren in Richtung Klasse I resultierte aus einem skelettalen (+25%) und einem dentalen (+75%) Anteil. Die skelettale Veränderung setzte sich zusammen aus einer für die Prämolaren-Relation ungünstigen Verlagerung der maxillären Basis (-11%) nach anterior und einer günstigen Verlagerung der mandibulären Basis (+36%) ebenfalls nach anterior. Die dentale Veränderung stellte eine für das Erreichen einer Klasse I Relation günstige Veränderung dar. Sie setzte sich zusammen aus einer Distalbewegung der zweiten oberen (41%) und einer Mesialbewegung der zweiten unteren Prämolaren (34%).

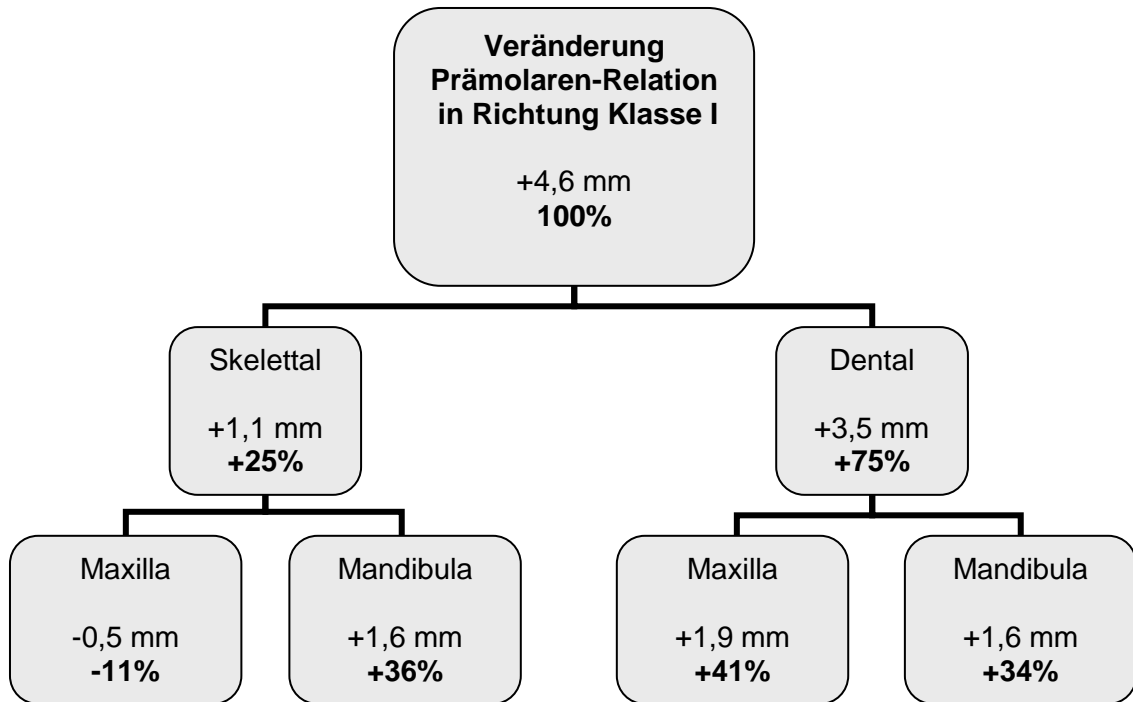


**Abb. 26**

Durchschnittliche skelettale und dentale Veränderungen der Maxilla und Mandibula, welche zur Reduzierung des Overjets beitragen haben. Auswertung von 62 Probanden, die mit Extraktion der Zähne 16 und 26 und Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) therapiert wurden.

Plus (+) bedeutet eine für die Overjetverkleinerung günstige Veränderung.

Minus (-) bedeutet eine für die Overjetverkleinerung ungünstige Veränderung.



**Abb. 27**

Durchschnittliche skelettale und dentale Veränderungen der Maxilla und Mandibula, welche zur Verlagerung der zweiten Prämolaren-Relation in Richtung Klasse I beitragen haben. Auswertung von 62 Probanden, die mit Extraktion der Zähne 16 und 26 und Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) therapiert wurden. Plus (+) bedeutet eine für das Erreichen einer Klasse I Relation günstige Veränderung.

Minus (-) bedeutet eine für das Erreichen einer Klasse I Relation ungünstige Veränderung.

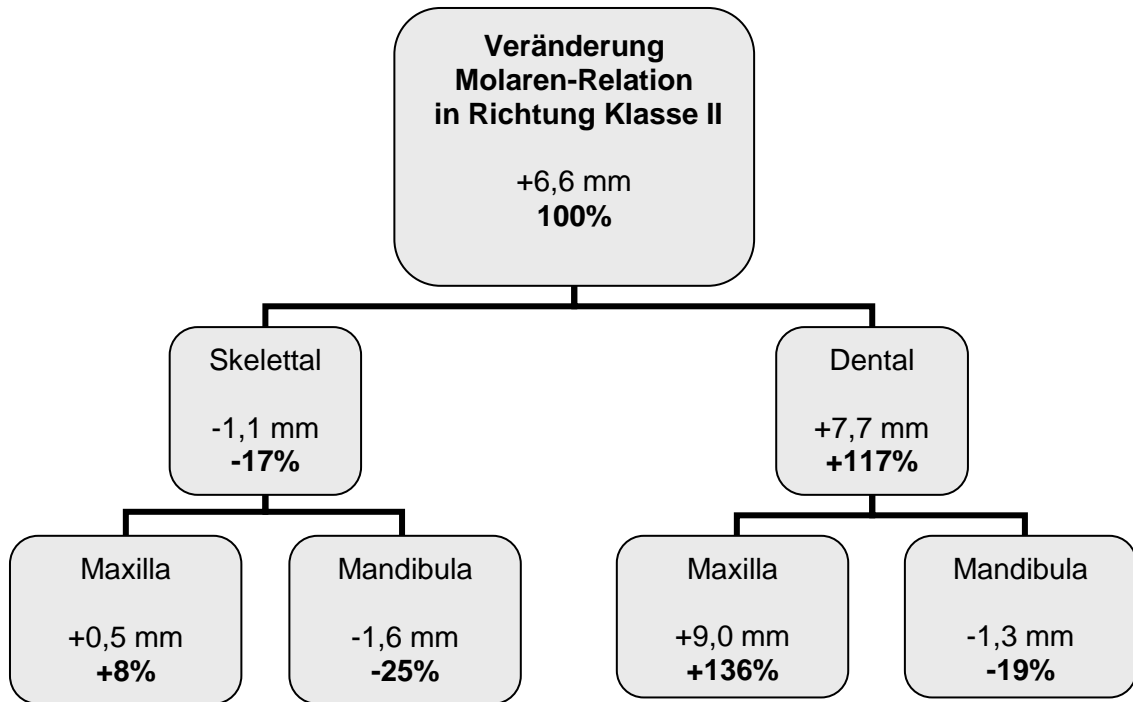


### **Mechanismus der Molaren-Relation-Veränderung (Abb. 28)**

Die Relationsveränderung der zweiten bleibenden Molaren in Richtung Klasse II resultierte aus einem skelettalen (-17%) und einem dentalen (+117%) Anteil. Die skelettale Veränderung setzte sich zusammen aus einer für die Molaren-Relation günstigen Verlagerung der maxillären Basis (+8%) nach anterior und einer ungünstigen Verlagerung der mandibulären Basis (-25%) ebenfalls nach anterior. Die dentale Veränderung für das Erreichen einer Klasse II Relation setzte sich zusammen aus einer günstigen Bewegung der zweiten oberen Molaren (+136%) nach mesial und einer ungünstigen Bewegung der zweiten unteren Molaren (-19%) ebenfalls nach mesial.

### **Mechanismus des Lückenschlusses (Abb. 29)**

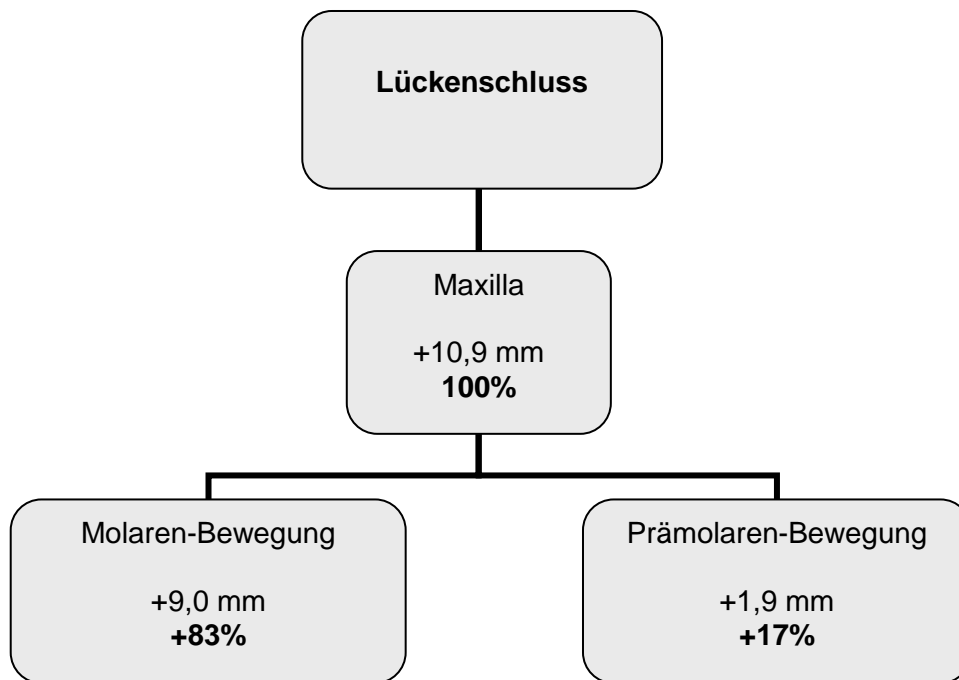
Der Schluss der Extraktionslücke im Oberkiefer resultierte aus einer dentalen Bewegung. Es fand eine Bewegung der zweiten bleibenden Molaren (+83%) nach mesial und eine Bewegung der zweiten Prämolaren (+17%) nach distal statt.



**Abb. 28**

Durchschnittliche skelettale und dentale Veränderungen der Maxilla und Mandibula, welche zur Verlagerung der zweiten Molaren-Relation in Richtung Klasse II beitragen haben. Auswertung von 62 Probanden, die mit Extraktion der Zähne 16 und 26 und Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) therapiert wurden. Plus (+) bedeutet eine für das Erreichen einer Klasse II Relation günstige Veränderung.

Minus (-) bedeutet eine für das Erreichen einer Klasse II Relation ungünstige Veränderung.



**Abb. 29**

Durchschnittliche maxilläre dentale Veränderungen, die zum Lückenschluss beitragen haben. Auswertung von 62 Probanden, die mit Extraktion der Zähne 16 und 26 und Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) therapiert wurden. Plus (+) bedeutet eine für den Lückenschluss günstige Veränderung.

## 7 Diskussion

### 7.1 Probandengut

Diese Studie basiert auf einem einheitlichen Patientengut, welches ausschließlich durch einen Kieferorthopäden (Hans Booij, Niederlande) und mit der gleichen Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) behandelt wurde. Hierdurch waren einheitliche Voraussetzungen bei der Auswertung der Behandlungsergebnisse gegeben.

Die aktive Behandlungsdauer der Patienten lag zwischen 18 und 48 Monaten mit einem Mittelwert von 31,2 Monaten. Im Vergleich zu *Bansemmer* [6], welcher nach Extraktion der vier bleibenden ersten Molaren von einer längeren Behandlungszeit mit durchschnittlich 48 Monaten berichtete, ist die Behandlungsdauer in dieser Untersuchung keinesfalls hoch. Auch *Sandler et al.* [60] gehen insgesamt von einer sechs bis neun Monate länger dauernden Behandlungszeit bei Extraktion der Molaren im Vergleich zur Extraktion der Prämolaren aus. Kürzere aktive Behandlungszeiten werden von *Basdra et al.* [8] mit durchschnittlich 24 Monaten bei Extraktion der zweiten oberen bleibenden Molaren beschrieben.

Es lag bei den untersuchten Probanden überwiegend ein bleibendes Gebiss vor. Lediglich fünf Patienten befanden sich bei Behandlungsbeginn noch in der späten Wechselgebissperiode, welches die Behandlungsdauer beeinflussen könnte. *Firestone et al.* [30] berichteten diesbezüglich, dass eine Therapie im Zeitraum des Wechselgebisses eine längere Behandlungszeit nach sich ziehen kann. Zu einem gegenteiligen Ergebnis kamen *Fink* und *Smith* [29]. Sie konnten zwischen der Behandlungsdauer und dem Alter des Patienten, und somit indirekt zwischen der Gebissentwicklung, keinen Unterschied feststellen.

## 7.2 Methode

Alle Fernröntgenseitenbilder wurden von der gleichen Person (Verfasserin dieser Arbeit) ausgewertet, um eine möglichst einheitliche Beurteilung und Durchführung gewährleisten zu können. Die Auswahl der Referenzpunkte für die kephalometrische Auswertung erfolgte anhand anatomisch eindeutig bestimmbarer Referenzpunkte, um Fehler durch eine falsche Interpretation der Fernröntgenseitenbilder gering zu halten. Der Methodenfehler der Behandlungsveränderungen war im Allgemeinen gering und lag zwischen 0,41 mm (Overjet) und 0,83 mm (Overbite) bei den Strecken und zwischen 0,55 Grad (ML/NSL) und 1,28 Grad (N-A-Pg) bei den Winkeln.

Zur Auswertung der Ergebnisse wurde das System der sagittalen Okklusionsveränderungen (SO-Analyse) nach *Pancherz* [48] verwendet. Diese etablierte und viel verwendete Methode [22, 31, 32, 37, 47, 48, 49, 50, 53, 59, 76, 80] ermöglicht es, den Mechanismus der dentalen und skelettalen Veränderungen im Ober- und Unterkiefer, die zur sagittalen Okklusionsveränderung führen, sowie den Mechanismus des Lückenschlusses nach Extraktionen [80] quantitativ zu erfassen.

Bezüglich der Zuverlässigkeit der SO-Analyse [48] wurden in einer von *You* und *Hägg* ([77] durchgeführten Studie drei verschiedene Methoden (Björk, Ricketts und Pancherz) zur Auswertung von FRS verglichen. Die SO-Analyse galt dabei als die zuverlässigste Methode zur Einschätzung von orthodontischen Behandlungsveränderungen beim Vergleich von Probandengruppen.

## 7.3 Ergebnisse

### 7.3.1 Standard-Analyse

#### **Frontzahnüberbiss - *Overbite***

Der Overbite verkleinerte sich während der Behandlung um durchschnittlich 1,1 mm. Dieses Ergebnis wurde mit Hilfe von Verankerungsbiegungen in den Bögen, Klasse I Gummizügen im Stadium I, sowie Klasse I und II Gummizügen im Stadium II erzielt. Auch *Vaught* [73] konnte bei der Behandlung einer Klasse II:1 mit Extraktion der ersten Prämolaren und Anwendung von Klasse II Gummizügen eine ähnliche Verkleinerung des Overbites feststellen. *Carter* [19] verglich bei der Behandlung einer Klasse II:1 mit Extraktion der ersten Prämolaren die Begg- und die Edgewise-Technik. Im Gegensatz zur Edgewise-Technik stellte er bei der Begg-Apparatur eine größere Overbite-Reduktion fest.

#### **Veränderungen des Gesichtsprofils**

Bei Klasse II:1-Dysgnathien liegt in den meisten Fällen ein störendes konvexes Gesichtsprofil vor. In dieser Studie konnte eine Abnahme und somit eine Verbesserung der Profilkonvexität sowohl für den Hartgewebe-Profilwinkel (N-A-Pg) als auch für den Weichgewebe-Profilwinkel ohne Nase (NS-Sn-PgS) um durchschnittlich 2,3 Grad erreicht werden. Als Erklärung hierfür ist zum einen eine wachstumsbedingte Vorverlagerung der Mandibula (N-A-Pg), zum anderen die Retrusion der oberen Frontzähne zu sehen. Dafür sind sicherlich die Klasse I und Klasse II Gummizüge in den Stadien I und II verantwortlich, wodurch der A- bzw. der Sn-Punkt in posteriorer Richtung mit beeinflusst wurden.

Die Zunahme der Konvexität des Weichgewebe-Profilwinkels mit Nase (NS-No-PgS) um durchschnittlich 1,6 Grad und eine somit ungünstigere Auswirkung auf das Profil, resultierten aus einer stärkeren Größenzunahme der Nase gegenüber der des Kinns während des Wachstums. Diese negative Auswirkung auf das Profil durch das Wachstum der Nase stellten auch schon *Zierhut et al.* [79] bei der Behandlung von Klasse II:1-Dysgnathien mit und ohne Extraktion der vier ersten Prämolaren fest. *Drobocky* und *Smith* [25] und *Young* und *Smith* [78] hingegen stellten in ihrer Studie nach Extraktion von vier ersten Prämolaren keine Verschlechterung des Profils fest.

Die in der Literatur erwähnte Gefahr eines eingefallenen („dished-in“) Weichteilprofils nach Extraktion der ersten Prämolaren, ist laut *Basciftici* und *Usumez* [7] bei einer mehr distal gewählten Lokalisation der Extraktion eher nicht zu befürchten.

### **Sagittale Kieferlagebeziehung - A-N-Pg**

Der Winkel A-N-Pg verkleinerte sich während der Behandlung um durchschnittlich 1,2 Grad. Die Ursache hierfür ist größtenteils in einem zum Oberkiefer verhältnismäßig größeren Wachstum des Unterkiefers nach anterior zu suchen [10]. Andererseits haben sicherlich die Klasse I und II Gummizüge eine Einwirkung auf den A-Punkt im Sinne einer Knochenresorption, bedingt durch die Retrusion der oberen Frontzähne.

### **Vertikale Kieferlagebeziehung - ML/NSL**

Der Winkel ML/NSL blieb während der Behandlung konstant. Dieses Ergebnis spricht aufgrund der Tatsache, dass Klasse II Gummizüge nur wenig verwendet wurden, für eine gute Kontrolle der vertikalen Dimensionen. Durch den Einsatz von Klasse II Gummizügen während einer kieferorthopä-

dischen Behandlung ist ein Öffnen des Mandibularbasiswinkels (ML/NSL) schon häufiger beobachtet worden [5, 45, 46]. *Aras et al.* [4] stellten bei der Behandlung von Klasse II Dysgnathien mit „Zig-zag“-Gummizügen ohne Extraktion ebenfalls keine signifikanten Veränderungen des ML/NSL-Winkels fest. Dem schließen sich *Basdra et al.* [8] nach Extraktion der oberen bleibenden zweiten Molaren bei Klasse II Patienten an.

### **Lippenposition**

Während der Behandlung vergrößerte sich sowohl der Abstand der Unter- als auch der Oberlippe zur Bezugslinie EL. Als Ursache hierfür ist wiederum das größere anteriore Wachstum des Unterkiefers und der Nase im Vergleich zum Lippenbereich zu nennen. *Basdra et al.* [8] stellten bei ihren Untersuchungen von Klasse II Patienten mit Extraktion der oberen zweiten bleibenden Molaren ebenfalls eine Abstandsvergrößerung der Lippenposition zu EL fest.



### 7.3.2 SO-Analyse

#### **Mechanismus der Overjet-Veränderung**

Während der Behandlung kam es zu einer deutlichen Verkleinerung des Overjets um durchschnittlich 5,4 mm. Obwohl die Extraktionslücken der ersten bleibenden Molaren sehr weit distal im Zahnbogen lagen und somit ein Raumgewinn für eine Frontzahnretrusion geringer und schwieriger war als bei einer Prämolarenextraktion, betrug der dentale Anteil der Overjet-Korrektur im Oberkiefer 3,0 mm (56%). Die Retrusion der oberen Frontzähne erfolgte durch die verwendeten Klasse I und Klasse II Gummizüge im Stadium I und II.

Der dentale Anteil der Overjet-Korrektur im Unterkiefer betrug 1,3 mm (23%) und war die Folge einer Protrusion der unteren Frontzähne durch die Einwirkung der Klasse II Gummizüge im Stadium II. *Reddy et al.* [54] stellten nach Anwendung der Begg-Technik mit Gummizügen bei Klasse II:1 Patienten ohne Extraktionstherapie ebenfalls eine Protrusion der unteren Frontzähne fest. Vergleichbare Veränderungen findet man auch nach Extraktionen der ersten Prämolaren [73], sowie nach Extraktionen der oberen zweiten bleibenden Molaren [8]. Zu gegenteiligen Ergebnissen bei der Behandlung der Klasse II:1 mit Extraktion der ersten Prämolaren und der Begg-Technik kamen *Looi und Mills* [40], sowie *Sims und Springate* [69]. Sie stellten bei Abschluss der Behandlung Retroklinationen der unteren Frontzähne fest.

Günstig auf die Overjet-Korrektur wirkte sich außerdem das nach anterior gerichtete Wachstum des Unterkiefers von 1,6 mm (31%) aus. Trotz der Kompensierung des Oberkieferwachstums nach anterior von 0,5 mm (-10%), welches ungünstig für eine Overjet-Korrektur ist, konnte ein skelettaler Anteil von 1,1 mm (21%) zur Overjetverkleinerung genutzt werden. Zusätzlich zum physiologischen Wachstum des Unterkiefers könnte eventuell eine Stimula-

tion des Unterkieferwachstums durch die Klasse II Gummizüge beigetragen haben [54].

### **Mechanismus der Prämolaren-Relation-Veränderung**

Eine Klasse I Relation im Prämolarenbereich wurde, wie schon erwähnt, zum Teil durch die wachstumsbedingte Verlagerung des Unterkiefers nach anterior (1,6 mm) erreicht. Zusätzlich konnten die oberen Prämolaren mit Hilfe von Klasse I Gummizügen im Stadium I und Klasse I und II Gummizügen im Stadium II distalisiert und die unteren Prämolaren (1,6 mm), ebenfalls durch die Einwirkung der Klasse II Gummizügen im Stadium II, mesialisiert werden.

### **Mechanismus der Molaren-Relation-Veränderung**

Die Relation der Molaren wurde anhand der Stellung der zweiten bleibenden Molaren beurteilt. Durch den Lückenschluss im Oberkiefer während der Stadien I und II wurde eine vollständige Klasse II Relation der zweiten bleibenden Molaren erreicht. Der Erhalt der Klasse II Relation konnte zusätzlich, wenn auch nur gering, durch das maxilläre Wachstum um durchschnittlich 0,5 mm nach anterior unterstützt werden.

Eine negative Beeinflussung zum Erhalt der Klasse II Relation der Molaren hatte die nach mesial gerichtete Bewegung der unteren zweiten Molaren um durchschnittlich 1,3 mm (bedingt durch die Einwirkung der Klasse II Gummizüge) und eine wachstumsbedingte anteriore Verlagerung des Unterkiefers um durchschnittlich 1,6 mm.

Dadurch, dass die zweiten Molaren des Oberkiefers um 9,0 mm mesialisiert wurden, kann ein ungehinderter Durchbruch der oberen dritten Molaren erwartet werden [24, 36]. *Janson* [34] hingegen warnte vor einer frühzeitigen

Extraktion der ersten bleibenden Molaren. Sie sieht ein Problem in einer vorzeitigen Kippung des erst später durchbrechenden zweiten Molaren nach mesial.

### **Mechanismus des Lückenschlusses**

Die Extraktionslücke im Oberkiefer konnte sowohl durch eine Bewegung der zweiten bleibenden Molaren um die sehr beachtliche Distanz von durchschnittlich 9,0 mm nach mesial als auch durch eine Bewegung der zweiten oberen Prämolaren um durchschnittlich 1,9 mm nach distal geschlossen werden. Die hierbei verwendeten Klasse I Gummizüge im Stadium I und II und die Klasse II Gummizüge im Stadium II waren für diesen Lückenschluss von insgesamt 10,9 mm verantwortlich.

### **8 Schlussfolgerungen**

Die Behandlung von Klasse II:1-Dysgnathien mit Extraktion der oberen ersten bleibenden Molaren und der Begg-Technik zeigte sich sehr effizient und bei allen Patienten erfolgreich.

Die Korrektur des Overjets war bedingt durch eine Retrusion der oberen und eine Protrusion der unteren Frontzähne. Für die Zahnbewegungen waren die Klasse I Gummizüge im Stadium I und die Klasse I und II Gummizüge im Stadium II verantwortlich. Beitragend zur Korrektur des Overjets wirkte ein nach anterior gerichtetes Wachstum des Unterkiefers.

Die Korrektur der Prämolaren in eine Klasse I Relation war bedingt durch die Klasse I Gummizüge im Stadium I und die Klasse I und II Gummizüge im Stadium II.

Die Korrektur der zweiten bleibenden Molaren in eine Klasse II Relation war hauptsächlich bedingt durch eine sehr große Bewegung der oberen zweiten Molaren nach mesial. Dazu beigetragen hatten größtenteils die Klasse I Gummizüge im Stadium I und II.

Der Lückenschluss im Oberkiefer bestand aus einer Mesialisation der zweiten bleibenden Molaren und einer Distalisation der zweiten Prämolaren. Dazu beigetragen hatten vor allem die Klasse I Gummizüge im Stadium I und II, aber auch die Klasse II Gummizüge im Stadium II.

## 9 Zusammenfassung

Das Ziel dieser Untersuchung war es, bei einer Distalbissbehandlung (Klasse II:1) mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) in Kombination mit Extraktion der oberen ersten bleibenden Molaren die Fragen zu klären, welcher Mechanismus verantwortlich war für die Korrektur des Overjets, der Prämolaren- und Molaren-Relation und des Lückenschlusses.

Hierzu wurden 62 Patienten mit einer Klasse II:1-Dysgnathie im Alter von 11 bis 16 Jahren untersucht. Von den Probanden lagen Fernröntgenseitenbilder des Kopfes (FRS) von vor (T1) und nach (T2) der Behandlung vor. Die FRS wurden mit einer Standard-Analyse und der SO-Analyse [48] ausgewertet.

Die Untersuchung führte zu folgenden Ergebnissen:

- **Overjet-Korrektur**

Der Overjet wurde um 5,4 mm verkleinert ( $p < 0,001$ ). Dieses war zu 1,1 mm skelettal und zu 4,3 mm dental bedingt. Der skelettale Anteil umfasste ein nach anterior gerichtetes Wachstum des Unterkiefers um durchschnittlich 1,6 mm, kompensiert durch ein ungünstiges Wachstum des Oberkiefers nach anterior von 0,5 mm. Der dentale Anteil beinhaltete eine Retrusion der oberen Frontzähne um 3,0 mm und eine Protrusion der unteren Frontzähne um 1,3 mm.

- **Korrektur der Prämolaren-Relation**

Die Veränderung der Prämolaren-Relation in Richtung Klasse I erfolgte um 4,6 mm ( $p < 0,001$ ). Dieses war zu 1,1 mm skelettal (Wachstumsbedingte Vorverlagerung des Unterkiefers nach anterior) und zu 3,5 mm dental bedingt. Der dentale Anteil beinhaltete eine Distalisation der oberen Prämolaren um 1,9 mm und eine Mesialisation der unteren Prämolaren um 1,6 mm.

- **Korrektur der Molaren-Relation**

Die Veränderung der Relation der zweiten bleibenden Molaren in Richtung Klasse II erfolgte um 6,6 mm ( $p < 0,001$ ). Dieses war zu 1,1 mm skelettal in ungünstiger Richtung (Wachstumsbedingte Vorverlagerung des Unterkiefers nach anterior) und zu 7,7 mm dental in günstiger Richtung (nach mesial) bedingt. Der dentale Anteil beinhaltete eine Mesialisation der oberen zweiten Molaren um 9,0 mm, kompensiert durch eine Mesialisation der unteren zweiten Molaren um 1,3 mm.

- **Mechanismus des Lückenschlusses**

Der Lückenschluss im Oberkiefer von 10,9 mm ( $p < 0,001$ ) bestand aus rein dentalen Komponenten. Er setzte sich zu 9,0 mm aus einer nach mesial gerichteten Bewegung der zweiten bleibenden Molaren und zu 1,9 mm aus einer nach distal gerichteten Bewegung der zweiten Prämolaren zusammen.

Schlussfolgernd ist zu sagen, dass die Behandlung der Klasse II:1-Dysgnathie durch Extraktion der oberen ersten bleibenden Molaren und Verwendung der Begg-Technik eine effiziente Methode darstellt. Diese Behandlungsmethode sollte vor allem bei Klasse II:1-Dysgnathien mit gut ausgeformtem Unterkiefer ohne Engstände der Zähne in Betracht gezogen werden.

## 10 Summary

The aim of this study was to assess which mechanisms were responsible for the correction of the overjet, the premolar and molar relations and the space closure in Class II treatment using the Begg technique in combination with extraction of the upper first permanent molars. The subject material consisted of 62 cases with a Class II, division 1 malocclusion aged 11 to 16 years. Lateral head films of the subjects from before (T1) and after (T2) treatment were analysed by Standard Cephalometrics and the SO-Analysis [48].

The investigation led to the following results:

### • Correction of the overjet

The overjet was reduced by 5.4 mm ( $p < 0,001$ ). This was accomplished by 1.1 mm skeletal and 4.3 mm dental changes. The skeletal part amounted 1.6 mm due to an anterior growth of the mandible compensated by an unfavourable anterior growth of the maxilla (0.5 mm). The dental part contained a retrusion of the upper incisor (3.0 mm) and a protrusion of the lower incisor (1.3 mm).

### • Correction of the premolar relation

The premolar relation was changed in Class I direction by 4.6 mm ( $p < 0,001$ ). This was accomplished by 1.1 mm skeletal (anterior growth of the mandible) and by 3.5 mm dental changes. The dentale part contained a distal movement of the upper premolars (1.9 mm) and a mesial movement of the lower premolars (1.6 mm).

### • Correction of the molar relation

The second permanent molar relation was changed in Class II direction by 6.6 mm ( $p < 0,001$ ). This was accomplished by 7.7 mm dental changes in favorable direction and compensated by 1.1 mm skeletal changes in unfavourable direction (anterior growth of the mandible). The dentale part contained a mesial

movement of the upper second permanent molars (9.0 mm), compensated by a mesial movement of the lower second permanent molars (1.3 mm).

- **Mechanism of space closure**

The maxillary space closure of 10.9 mm ( $p < 0,001$ ) consisted of dental components only. It was accomplished by 9.0 mm mesial movement of the second permanent molars and by 1.9 mm distal movement of the second premolars.

In conclusion, it can be said, that the Begg technique in combination with extractions of the upper first permanent molars is an efficient method in the treatment at Class II, division 1 malocclusions. The treatment approach is especially indicated in those Class II:1 cases with a well formed lower dental arch without crowding.



## 11 Literaturverzeichnis

### 1 **Altemus, L. A.**

Horizontal and vertical dentofacial relationships in normal and Class II, Division 1 malocclusion in girls 11-15 years

Angle Orthod., 1955; 25: 120-137

### 2 **Amoric, M.**

Critical study of the cephalometric evaluation of Angle Class using the McNamara line

Rev. Orthop. Dento. Faciale., 1985; 19: 563-568

### 3 **Angle, E. H.**

Okklusionsanomalien der Zähne

Verlag Hermann Meuser 1913; Berlin, pp. 43-49

### 4 **Aras, A.; Cinsar, A.; Bulut, H.**

The effect of zigzag elastics in the treatment of Class II division 1 malocclusion subjects with hypo- and hyperdivergent growth patterns. A pilot study.

Eur. J. Orthod., 2001; 23: 393-402

### 5 **Baba, M.**

Some characteristics of orthodontic treatment in high mandibular cases

Aichi. Gakuin. Daigaku. Shigakkai. Shi., 1990; 28: 499-507

### 6 **Bansemmer, D.**

Okklusionsstudien nach 6-Jahrmolarenextraktion

Fortschr. Kieferorthop., 1971; 32: 505-509

### 7 **Basciftici, F. A.; Usumez, S.**

Effects of extraction and nonextraction treatment on class I and class II subjects

Angle Orthod., 2003; 73(1): 36-42

- 8 Basdra, E. K.; Stellzig, A.; Komposch, G.**  
Extraction of maxillary second molars in the treatment of Class II malocclusion  
Angle Orthod., 1996; 66: 287-292
- 9 Begg, P. R.; Kesling, P. C.**  
Begg orthodontic theory and technique  
3rd Edition, W. B. Saunders Company, 1977
- 10 Bhatia, S. N.; Leighton, B. C.**  
A Manual of Facial Growth  
Oxford University Press Inc., New York, 1993
- 11 Bimmler, H. P.**  
Indikation zur Extraktionstherapie aufgrund des FRS-Befundes  
Fortschr. Kieferorthop., 1967; 28: 459-470
- 12 Bishara, S. E.; Bayati, P.; Zaher, A. R.; Jakobsen, J. R.**  
Comparisons of the dental arch changes in patients with Class II, division 1 malocclusions: extraction vs nonextraction treatments  
Angle Orthod., 1994; 64: 351-358
- 13 Bishara, S. E.; Cummins, D. M.; Jakobsen, J. R.**  
The morphologic basis for the extraction decision in Class II, Division 1 malocclusions: a comparative study  
Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop., 1995; 107: 129-135
- 14 Bishara, S. E.; Cummins, D. M.; Zaher, A. R.**  
Treatment and posttreatment changes in patients with Class II, Division 1 malocclusion after extraction and nonextraction treatment  
Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop., 1997; 111: 18-27
- 15 Bishara, S. E.**  
Mandibular changes in persons with untreated and treated Class II, division 1 malocclusion  
Am. J. Dentofacial. Orthop., 1998; 113: 661-673

- 16 Bravo, L. A.**  
Soft tissue facial profile changes after orthodontic treatment with four premolars extracted  
Angle Orthod., 1994; 64: 31-42
- 17 Bravo, L. A.; Canut, J. A.; Pascual, A.; Bravo, B.**  
Comparison of the changes in facial profile after orthodontic treatment, with and without extractions  
Br. J. Orthod., 1997; 24: 25-34
- 18 Carey, C. W.**  
Light force technique combining the sliding section and laminated arches  
Am. J. Orthod., 1966; 52: 85-102
- 19 Carter, N. E.**  
First premolar extractions and fixed appliances in the Class II division 1 malocclusion  
Br. J. Orthod., 1988; 15: 1-10
- 20 Case, C. S.**  
The question of extraction in orthodontia  
Am. J. Orthod., 1964; 50: 660-691
- 21 Cavanaugh, J. J.**  
Third molar changes following second molar extractions  
Angle Orthod., 1985; 55: 70-76
- 22 Chen, W.; You, Q.L.**  
Quantitative assessment to the effect of HGAC treatments  
Shanghai Kou Qiang Yi Xue, 2002; 11: 291-293
- 23 Cudovic, B.**  
Orthodontic treatment after extraction of 6-year-molar  
Inf. Orthod. Kieferorthop., 1988; 20: 479-495

- 24 Daugaard-Jensen, I.**  
Extraction of first molars in discrepancy cases  
Am. J. Orthod., 1973; 64: 115-
- 25 Drobocky, O. B.; Smith, R. J.**  
Changes in facial profile during orthodontic treatment with extraction of four first premolars  
Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop., 1989; 95: 220-230
- 26 Duan, Y.; Zhang, Y.; Sun, Y.**  
Treatment of Class II division 1 extraction cases by use of edgewise technique  
Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi 2000; 35: 417-419
- 27 Enlow, D. H.**  
Handbuch des Gesichtswachstums  
Verlag „Die Quintessenz“, Berlin 1989
- 28 Fidler, B. C.; Artun, J.; Joondeph, D. R.; Little, R. M.**  
Long-term stability of Angle Class II, division 1 malocclusions with successful occlusal results at end of active treatment  
Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop., 1995; 107: 276-285
- 29 Fink, D.F.; Smith, R.J.**  
The duration of orthodontic treatment  
Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop., 1992; 102: 45-51
- 30 Firestone, A.R.; Hasler, R.U.; Ingervall, B.**  
Treatment results in dental school orthodontic patients in 1983 and 1993  
Angle Orthod., 1999; 69: 19-26
- 31 Gu, Y.; Rabie, A.B.; Hagg, U.**  
Treatment effects of simple fixed appliance and reverse headgear in correction of anterior crossbites  
Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop., 2000; 117: 691-699

- 32 Hagg, U.; Du, X.; Rabie, A. B.**  
Initial and late treatment effects of headgear-Herbst appliance with mandibular step-by-step advancement  
Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop., 2002; 122: 477-485
- 33 Hitchcock, H. P.**  
A cephalometric description of Class II, Division 1 malocclusion  
Am. J. Orthod., 1973; 63: 414-423
- 34 Janson, I.**  
Der zerstörte Sechsjahrmolar beim Jugendlichen  
Zahnärztliche Praxis, 1980; 31: 88-89
- 35 Li, Q.; Zheng, Z.; Bai, D.; Pang, G.**  
A retrospective study of morphologic basis for the extraction decision in Class II, division 1 malocclusion  
Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi 1999; 17: 341-343
- 36 Liddle, D. W.**  
Second molar extraction in orthodontic treatment  
Am. J. Orthod., 1977; 72: 599-616
- 37 Lin, J.; Gu, Y.**  
Preliminary investigation of nonsurgical treatment of severe skeletal Class III malocclusion in the permanent dentition  
Angle Orthod., 2003; 73: 401-410
- 38 Lloyd, T. G.; Orth, D.; Stephens, C. D.**  
Spontaneous Changes in Molar Occlusion after Extraction of all First Premolars: A Study of Class II Division 1 Cases Treated With Removable Appliances  
Br. J. Orthod., 1979; 6: 91-94
- 39 Logan, L. R.**  
Second premolar extraction in Class I and Class II  
Am. J. Orthod., 1973; 63: 115-147

- 40 Looi, L.K.; Mills, J.R.**  
The effect of two contrasting forms of orthodontic treatment on the facial profile  
Am. J. Orthod., 1986; 89: 507-517
- 41 Lundström, A.**  
Malocclusion of the teeth regarded as a problem in connection with the apical base  
Int. J. Orthod. Oral. Surg., 1925; 11: 991-1109
- 42 McNamara, J. A.**  
Components of Class II Malocclusion in Children 8-10 Years of Age  
Angle Orthod., 1981; 51: 177-202
- 43 Mills, J. R. E.**  
Principles and practice of orthodontics  
2nd edition, New York: Churchill Livingstone; 1987; p. 123-125
- 44 Moyers, R. E.; Riolo, M. L.; Guire, K. E.; Wainright, R. L.; Bookstein, F. L.**  
Differential diagnosis of class II malocclusions: Part I-Facial types associated with Class II malocclusions  
Am. J. Orthod., 1980; 78: 477-494
- 45 Nelson, B.; Hansen, K.; Hagg, U.**  
Overjet reduction and molar correction in fixed appliance treatment of class II, division 1 malocclusions: sagittal and vertical components  
Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop., 1999; 115: 13-23
- 46 Nelson, B.; Hansen, K.; Hagg, U.**  
Class II correction in patients treated with class II elastics and with fixed functional appliances: a comparative study  
Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop., 2001; 119:13A-14A

- 47 Ngan, P.; Hagg, U.; Yin, C.; Merwin, D.; Wei, S.H.**  
Treatment response to maxillary expansion and protraction  
Eur. J. Orthod., 1996; 18: 151-168
- 48 Pancherz, H.**  
The mechanism of Class II correction in herbst appliance treatment  
Am. J. Orthod., 1982; 82: 104-113
- 49 Pancherz, H.**  
A cephalometric analysis of skeletal and dental changes contributing to  
Class II correction in activator treatment  
Am. J. Orthod., 1984; 85: 125-134
- 50 Pancherz, H.; Hansen, K.**  
Occlusal changes during and after Herbst treatment: a cephalometric  
investigation  
Eur. J. Orthod., 1986; 8: 215-228
- 51 Pancherz, H.; Szyska, M.**  
Analyse der Halswirbelkörper statt der Handknochen zur Bestimmung  
der skelettalen und somatischen Reife  
Inf. Orthod. Kieferorthop., 2000; 32: 151-161
- 52 Quinn, G. W.**  
Extraction of four second molars  
Angle Orthod., 1985; 55: 58-69
- 53 Read, M.J.; Deacon, S.; O'Brien, K.**  
A prospective cohort study of a clip-on fixed functional appliance  
Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop., 2004; 125: 444-449
- 54 Reddy, P.; Kharbanda, O.P.; Duggal, R.; Parkash, H.**  
Skeletal and dental changes with nonextraction Begg mechanotherapy  
in patients with Class II Division 1 malocclusion  
Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop., 2000; 118: 641-648

- 55 Reichenbach, E.; Rudolph, W.**  
Untersuchungen zur Entstehungsweise des Distalbisses im Milchgebiss  
Fortschr. Kieferorthop., 1955; 16: 96-102
- 56 Ricketts, R. M.**  
A foundation for cephalometric communication  
Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop., 1960; 46: 330-357
- 57 Rosenblum, R.E.**  
Class II malocclusion: mandibular retrusion or maxillary protrusion?  
Angle Orthod., 1995; 65: 49-62
- 58 Rothstein, T. I.**  
Facial morphology and growth from 10 to 14 years of age in children  
presenting Class II, Division 1 malocclusion: a comparative  
roentgenographic cephalometric study  
Am. J. Orthod., 1971; 60: 619-620
- 59 Ruf, S.; Pancherz, H.**  
Dentoskeletal effects and facial profile changes in young adults treated  
with the Herbst appliance  
Angle. Orthod., 1999; 69: 239-246
- 60 Sandler, P. J.; Atkinson, R.; Murray, A. M.**  
For four sixes  
Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop., 2000; 117: 418-434
- 61 Sassouni, V.**  
A Classification of skeletal facial types  
Am. J. Orthod., 1969; 55: 109-123
- 62 Schopf, P.**  
Curriculum Kieferorthopädie, Band 1 und 2  
Verlag „Die Quintessenz“, Berlin 1994



- 63 Schönherr, E.**  
Extraktion der ersten Molaren in der kieferorthopädischen Praxis  
Fortschr. Kieferorthop., 1971; 32: 1-16
- 64 Schwab, D. T.**  
Extraction effects on the dental profile in borderline cases  
Angle. Orthod., 1963; 33: 120-122
- 65 Schwab, D. T.**  
The borderline patient and tooth removal  
Am. J. Orthod., 1971; 59: 126-144
- 66 Schwarz, A. M.**  
Folgen von Zahnverlust während der Gebissentwicklung  
Fortschr. Kieferorthop., 1958; 19: 97-118
- 67 Schwarze, C. W.**  
Nachuntersuchungsbefunde bei Patienten mit Extraktion zweiter Molaren  
Fortschr. Kieferorthop., 1980; 41: 105-128
- 68 Seddon, J. L.**  
Extraction of four first molars: a case for a general practitioner?  
J. Orthod., 2004; 31: 80-85
- 69 Sims, A. P.; Springate, S.D.**  
Stability of the lower labial segment following orthodontic treatment – a comparison of treatment with Andresen and Begg appliances  
Br. J. Orthod., 1995; 22: 13-21
- 70 Stellzig, A.; Basdra, E. K.; Komposch, G.**  
Skeletal and dentoalveolar changes after extraction of the second molars in the upper jaw  
J. Orofac. Orthop., 1996; 57: 288-297

- 71 Stephens, C. D.; Orth, D.; Lloyd, T. G.**  
Changes in Molar Occlusion after Extraction of all First Pre-molars: A Follow-up Study of Class II Division 1 Cases Treated with Removable Appliances  
Br. J. Orthod., 1980; 7: 139-144
- 72 Tammoscheit, U.-G.**  
Zur Äthiologie und Pathogenese der sogenannten Angle-Klasse II:1  
Med. Habilschr. Berlin, 1971
- 73 Vaught, R. A.**  
Treatment of Class II Division 1 malocclusion  
Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop., 2000; 118: 229-233
- 74 Whitney, E. F.; Sinclair, P. M.**  
An evaluation of combination second molar extraction and functional appliance therapy  
Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop., 1987; 91: 183-192
- 75 Williams, R.; Hosila, F. J.**  
The effect of different extraction sites upon incisor retraction  
Am. J. Orthod., 1976; 69: 388-410
- 76 Xu, B.; Ju, Z., Hagg, U.; Tideman, H.; Piette, E.**  
Presurgical orthodontic decompensation of mandibular incisors  
Aust. Orthod. J., 1985; 14: 28-33
- 77 You, Q.L.; Hagg, U.**  
A comparison of three superimposition methods  
Eur. J. Orthod., 1999; 21: 717-725
- 78 Young, T. M.; Smith, R. J.**  
Effects of orthodontics on the facial profile: a comparison of changes during nonextraction and four premolar extraction treatment  
Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop., 1993; 103: 452-458

- 79 Zierhut, E. C.; Joondeph, D. R.; Artun, J.; Little, R. M.**  
Long-term profile changes associated with successfully treated  
extraction and nonextraction Class II Division 1 malocclusions  
Angle Orthod., 2000; 70: 208-219
- 80 Zöller, C.; Pancherz, H.; Cudovic, B.**  
Kieferorthopädischer Lückenschluss nach Extraktion von vier bleiben-  
den ersten Molaren – Eine Analyseemethode  
Inf. Orthod. Kieferorthop., 31. Jahrgang. 1999, Nr. 1

## **12 Anhang**

Die Tabellen A1-A20 enthalten die individuellen Messwerte aller 62 Probanden. Dargestellt sind jeweils die Mittelwerte aus den beiden Messungen zu den Zeitpunkten T1 und T2.

**Tab. A1****Standard-Analyse**

Individuelle Messwerte des **Overbites** (mm) bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie.

T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; w=weiblich; m=männlich

Proband	w/m	T1	T2	Proband	w/m	T1	T2
1	w	1,50	0,50	32	m	2,75	2,75
2	w	1,00	1,00	33	m	-0,75	1,00
3	w	-2,75	1,50	34	m	4,75	2,00
4	w	-0,75	1,00	35	m	1,25	2,00
5	w	2,25	2,00	36	m	2,75	2,25
6	w	0,75	2,00	37	m	-1,00	0,00
7	w	0,00	0,25	38	m	2,00	-0,25
8	w	-2,50	1,00	39	m	5,25	3,00
9	w	5,00	1,75	40	m	6,25	1,50
10	w	-0,75	2,25	41	m	2,00	2,00
11	w	1,25	1,50	42	m	-1,00	1,50
12	w	1,00	1,00	43	m	6,00	1,75
13	w	3,75	1,75	44	m	4,75	2,00
14	w	3,50	2,50	45	m	4,25	2,00
15	w	0,00	0,75	46	m	5,00	1,00
16	w	0,25	0,25	47	m	3,00	1,00
17	w	3,25	1,00	48	m	1,50	-0,50
18	w	0,00	1,50	49	m	5,00	0,75
19	w	0,25	1,50	50	m	4,75	1,00
20	w	-0,25	0,50	51	m	4,75	0,75
21	w	2,00	1,75	52	m	3,25	0,00
22	w	4,25	2,75	53	m	4,50	1,50
23	w	-1,00	2,25	54	m	6,25	2,00
24	w	3,25	1,00	55	m	2,25	-0,75
25	w	2,75	1,00	56	m	4,25	1,00
26	m	3,75	1,00	57	m	2,75	1,75
27	m	4,00	2,50	58	m	-0,75	0,75
28	m	2,00	1,25	59	m	6,00	2,00
29	m	2,25	2,00	60	m	7,50	2,00
30	m	1,75	1,50	61	m	7,25	3,00
31	m	1,25	1,00	62	m	5,00	0,75

**Tab. A2****Standard-Analyse**

Individuelle Messwerte des Winkels **N-A-Pg** (Grad) bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie.

T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; w=weiblich; m=männlich

Proband	w/m	T1	T2	Proband	w/m	T1	T2
1	w	174,00	173,25	32	m	171,00	175,00
2	w	164,25	168,75	33	m	176,00	175,25
3	w	171,00	168,75	34	m	164,25	172,25
4	w	169,75	171,25	35	m	168,00	172,50
5	w	166,00	170,00	36	m	177,50	173,00
6	w	175,75	175,50	37	m	179,00	182,50
7	w	172,00	172,25	38	m	179,50	183,25
8	w	175,00	176,25	39	m	175,00	174,00
9	w	170,00	169,50	40	m	175,00	175,75
10	w	167,00	175,75	41	m	167,50	165,00
11	w	167,75	175,50	42	m	165,00	171,25
12	w	169,75	172,00	43	m	172,75	183,25
13	w	169,00	173,25	44	m	184,50	190,00
14	w	175,75	175,00	45	m	181,00	176,75
15	w	174,00	179,00	46	m	169,25	172,50
16	w	172,25	173,00	47	m	164,75	168,00
17	w	173,50	183,00	48	m	175,00	179,50
18	w	167,25	172,25	49	m	170,00	173,75
19	w	163,00	166,75	50	m	162,75	174,50
20	w	174,00	173,50	51	m	172,50	178,50
21	w	168,00	173,00	52	m	173,50	173,50
22	w	179,25	179,00	53	m	167,25	167,25
23	w	173,00	176,75	54	m	175,00	173,00
24	w	180,50	177,25	55	m	174,00	177,25
25	w	171,25	170,50	56	m	171,50	173,25
26	m	171,75	179,00	57	m	164,75	175,00
27	m	170,25	168,50	58	m	175,00	173,00
28	m	179,25	181,00	59	m	169,50	162,00
29	m	169,50	175,50	60	m	172,75	167,50
30	m	176,50	177,75	61	m	170,00	169,25
31	m	172,00	172,25	62	m	177,00	185,00

**Tab. A3 und A4**  
**Standard-Analyse**

Individuelle Messwerte der Winkel (Grad) **NS-Sn-PgS** (Tab. A3) und **NS-No-PgS** (Tab. A4) bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 32 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie.

T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; w=weiblich; m=männlich

**Tab. A3**

Patient	w/m	T1	T2
1	w	158,00	158,50
3	w	146,00	158,00
4	w	157,25	163,75
5	w	151,50	159,50
6	w	163,50	164,00
11	w	158,00	161,25
12	w	159,25	160,25
14	w	161,75	163,75
15	w	157,00	168,25
17	w	160,50	170,00
19	w	159,75	157,25
21	w	155,25	165,25
22	w	166,00	168,25
23	w	161,75	164,50
24	w	166,00	162,25
25	w	158,50	160,75
26	m	156,75	155,50
28	m	162,75	165,50
30	m	159,25	159,75
33	m	158,50	163,75
35	m	152,50	159,00
37	m	158,00	158,00
38	m	160,50	165,75
41	m	152,25	157,75
42	m	155,00	159,00
44	m	168,50	166,50
48	m	163,50	160,00
50	m	156,25	146,25
51	m	157,00	164,00
53	m	155,00	156,75
55	m	167,00	164,50
60	m	152,00	151,50

**Tab. A4**

Patient	w/m	T1	T2
1	w	126,50	124,25
3	w	118,25	119,00
4	w	132,25	130,00
5	w	117,00	121,50
6	w	128,25	125,25
11	w	129,00	128,50
12	w	126,25	127,25
14	w	134,00	130,50
15	w	123,75	123,25
17	w	130,00	131,00
19	w	131,50	127,50
21	w	126,00	128,00
22	w	127,00	126,50
23	w	130,00	131,50
24	w	123,25	122,25
25	w	130,00	128,75
26	m	129,75	123,50
28	m	132,50	130,50
30	m	125,00	123,00
33	m	120,00	118,25
35	m	122,50	120,75
37	m	128,75	125,75
38	m	127,75	128,25
41	m	121,25	124,50
42	m	130,25	127,00
44	m	139,75	132,00
48	m	129,25	127,25
50	m	125,00	114,75
51	m	121,75	123,00
53	m	129,50	129,25
55	m	135,75	132,00
60	m	126,75	125,00

**Tab. A5****Standard-Analyse**

Individuelle Messwerte des Winkels **A-N-Pg** (Grad) bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie.

T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; w=weiblich; m=männlich

Proband	w/m	T1	T2	Proband	w/m	T1	T2
1	w	2,75	3,00	32	m	4,00	2,50
2	w	7,75	5,25	33	m	1,75	2,00
3	w	4,75	4,00	34	m	7,50	3,75
4	w	5,00	4,25	35	m	6,00	3,75
5	w	6,50	4,50	36	m	1,25	3,25
6	w	2,00	2,00	37	m	0,50	-1,00
7	w	4,00	3,75	38	m	0,25	-1,75
8	w	2,50	1,50	39	m	2,00	2,50
9	w	5,00	5,00	40	m	2,00	2,00
10	w	6,50	2,00	41	m	6,50	7,75
11	w	5,50	2,25	42	m	7,50	3,25
12	w	5,00	3,75	43	m	3,50	-1,75
13	w	5,50	3,00	44	m	-2,50	-5,25
14	w	2,00	2,00	45	m	-0,50	1,75
15	w	3,25	0,25	46	m	5,00	3,75
16	w	3,50	3,50	47	m	8,00	6,00
17	w	3,25	-1,50	48	m	2,50	0,00
18	w	6,75	4,00	49	m	4,25	3,00
19	w	8,50	6,75	50	m	8,25	2,75
20	w	3,00	3,25	51	m	4,00	0,50
21	w	5,50	3,25	52	m	3,25	3,25
22	w	-1,50	0,25	53	m	6,00	6,00
23	w	3,75	1,75	54	m	2,50	3,25
24	w	0,25	1,00	55	m	3,25	1,50
25	w	4,50	5,25	56	m	4,25	3,25
26	m	3,75	0,50	57	m	7,75	2,50
27	m	5,00	5,75	58	m	2,75	3,00
28	m	0,25	-0,50	59	m	5,00	9,00
29	m	5,00	2,00	60	m	4,00	6,50
30	m	1,75	0,75	61	m	5,00	5,00
31	m	4,00	3,75	62	m	1,25	-2,25



**Tab. A6****Standard-Analyse**

Individuelle Messwerte des Winkels **ML/NSL** (Grad) bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie.

T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; w=weiblich; m=männlich

Proband	w/m	T1	T2	Proband	w/m	T1	T2
1	w	38,00	38,75	32	m	35,75	33,25
2	w	52,50	52,50	33	m	37,00	38,50
3	w	47,00	47,25	34	m	32,00	32,00
4	w	28,75	28,00	35	m	35,50	33,50
5	w	41,00	41,00	36	m	30,75	30,50
6	w	25,00	28,00	37	m	47,00	47,00
7	w	41,75	42,00	38	m	41,00	44,00
8	w	33,25	32,25	39	m	29,00	28,25
9	w	32,75	36,25	40	m	27,25	27,00
10	w	41,75	40,75	41	m	33,00	32,00
11	w	36,00	36,50	42	m	30,00	30,00
12	w	42,00	41,00	43	m	27,00	24,00
13	w	37,25	38,25	44	m	23,00	23,00
14	w	27,75	28,25	45	m	35,50	37,25
15	w	35,00	35,75	46	m	42,00	46,50
16	w	28,00	24,25	47	m	34,50	35,00
17	w	32,00	32,50	48	m	35,75	35,75
18	w	36,50	37,75	49	m	28,00	27,00
19	w	38,50	40,00	50	m	32,75	37,00
20	w	34,00	33,50	51	m	26,50	26,50
21	w	40,25	37,75	52	m	37,00	38,00
22	w	27,50	25,75	53	m	26,00	26,50
23	w	23,25	21,75	54	m	36,00	36,00
24	w	28,75	31,25	55	m	35,25	37,00
25	w	38,25	35,75	56	m	30,75	30,00
26	m	39,50	44,25	57	m	30,00	30,00
27	m	30,00	36,00	58	m	40,00	39,75
28	m	30,50	31,50	59	m	39,50	39,00
29	m	38,25	37,00	60	m	36,50	37,25
30	m	34,50	34,75	61	m	29,50	30,00
31	m	47,00	48,50	62	m	29,75	29,25

**Tab. A7 und A8**  
**Standard-Analyse**

Individuelle Messwerte (mm) des **Abstandes OI zur E-Linie** und des **Abstandes UI zur E-Linie** bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 32 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie.

T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; w=weiblich; m=männlich

Tab. A7

Proband	w/m	T1	T2
1	w	-1,50	-2,00
3	w	0,75	-5,00
4	w	0,00	-4,00
5	w	0,00	-4,00
6	w	-1,50	-2,75
11	w	-3,00	-5,25
12	w	-3,00	-4,25
14	w	-0,25	-2,50
15	w	-1,50	-7,25
17	w	-2,50	-7,00
19	w	2,50	-1,50
21	w	-3,00	-6,50
22	w	-7,00	-9,75
23	w	-1,25	-3,00
24	w	-7,25	-5,50
25	w	-0,25	-3,00
26	m	-1,75	-4,00
28	m	-0,25	-2,75
30	m	-2,75	-5,25
33	m	-7,25	-11,00
35	m	2,00	-2,00
37	m	-1,25	-5,00
38	m	-4,00	-8,75
41	m	0,25	-2,25
42	m	2,25	-2,75
44	m	-0,25	-2,00
48	m	-4,50	-6,00
50	m	-4,75	-0,75
51	m	-3,00	-7,00
53	m	4,00	0,75
55	m	-1,00	-4,75
60	m	3,00	1,25

Tab. A8

Proband	w/m	T1	T2
1	w	-1,00	-2,00
3	w	5,00	-1,00
4	w	-1,25	-5,25
5	w	0,00	-3,00
6	w	-1,50	0,75
11	w	-2,50	-5,00
12	w	-1,25	-0,75
14	w	0,50	-1,25
15	w	-2,75	-5,00
17	w	-0,50	-2,75
19	w	1,50	0,00
21	w	-1,50	-3,75
22	w	-7,00	-10,25
23	w	-1,00	-1,25
24	w	-2,00	-2,50
25	w	0,00	-2,00
26	m	0,00	-0,75
28	m	-4,00	-4,00
30	m	-2,25	-3,00
33	m	-2,00	-4,75
35	m	3,75	-2,00
37	m	1,50	-0,50
38	m	-3,50	-5,75
41	m	2,00	2,25
42	m	0,50	-0,50
44	m	1,50	-0,50
48	m	-1,25	-4,00
50	m	2,00	2,50
51	m	-1,25	-4,00
53	m	3,50	0,75
55	m	-0,75	0,00
60	m	2,50	0,75

**Tab. A9**  
**SO-Analyse**

Individuelle Messwerte des **Overjets** (mm) bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie.

T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; w=weiblich; m=männlich

Proband	w/m	T1	T2	Proband	w/m	T1	T2
1	w	7,50	1,79	32	m	8,75	3,75
2	w	4,25	1,75	33	m	4,75	2,00
3	w	13,50	3,50	34	m	10,75	2,50
4	w	5,00	2,58	35	m	8,50	2,56
5	w	8,00	3,75	36	m	8,25	3,46
6	w	5,00	2,93	37	m	6,25	0,75
7	w	9,00	3,42	38	m	9,75	3,50
8	w	8,75	1,50	39	m	8,50	3,75
9	w	7,75	2,00	40	m	7,50	4,20
10	w	10,25	4,00	41	m	10,25	3,25
11	w	6,75	3,00	42	m	14,50	3,00
12	w	6,00	1,50	43	m	3,75	2,50
13	w	6,75	1,73	44	m	7,25	3,25
14	w	5,00	2,56	45	m	7,00	2,25
15	w	10,25	1,50	46	m	9,00	2,25
16	w	10,00	1,00	47	m	5,50	2,00
17	w	5,00	2,50	48	m	8,75	4,25
18	w	9,50	2,25	49	m	5,75	1,50
19	w	7,75	1,77	50	m	8,50	3,54
20	w	5,75	2,30	51	m	5,25	1,52
21	w	6,50	4,40	52	m	8,25	3,50
22	w	9,25	4,00	53	m	8,00	2,04
23	w	8,25	2,97	54	m	11,75	2,00
24	w	6,50	1,75	55	m	9,25	3,07
25	w	10,00	2,50	56	m	8,00	1,25
26	m	9,00	2,15	57	m	11,50	4,55
27	m	9,00	3,00	58	m	6,00	2,04
28	m	9,00	3,42	59	m	7,50	1,77
29	m	11,00	3,63	60	m	8,25	2,50
30	m	6,25	4,50	61	m	6,00	1,75
31	m	12,25	2,20	62	m	7,25	3,00

**Tab. A10**  
**SO-Analyse**

Individuelle Messwerte der **Prämolaren-Relation** (mm) bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie.

T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; w=weiblich; m=männlich

Proband	w/m	T1	T2	Proband	w/m	T1	T2
1	w	1,75	-3,58	32	m	2,75	-3,50
2	w	-2,25	-6,25	33	m	0,25	-3,25
3	w	2,75	0,00	34	m	3,75	-3,00
4	w	0,25	-2,33	35	m	3,75	-3,58
5	w	1,50	-4,00	36	m	2,00	-1,73
6	w	-0,50	-1,71	37	m	-1,00	-4,50
7	w	-0,25	-2,44	38	m	-1,75	-6,25
8	w	2,25	-1,75	39	m	2,00	-2,25
9	w	2,50	-2,25	40	m	0,50	-3,21
10	w	3,00	-3,00	41	m	2,50	-2,00
11	w	3,25	-2,50	42	m	2,25	-2,00
12	w	1,00	-5,00	43	m	0,50	-3,75
13	w	3,50	-2,97	44	m	0,50	-3,75
14	w	2,00	-2,30	45	m	2,25	-3,00
15	w	1,25	-3,00	46	m	2,00	-3,50
16	w	3,00	-1,75	47	m	1,25	-4,00
17	w	1,50	-2,50	48	m	-1,25	-2,50
18	w	3,50	-2,00	49	m	2,50	-2,50
19	w	2,00	-2,53	50	m	5,50	-2,53
20	w	0,50	-2,56	51	m	2,50	-3,54
21	w	1,75	-3,42	52	m	0,50	-3,00
22	w	1,75	-2,25	53	m	1,50	-3,83
23	w	2,75	-2,72	54	m	2,50	-2,75
24	w	0,50	-2,75	55	m	2,75	-0,51
25	w	-0,50	-3,75	56	m	0,25	-4,25
26	m	2,50	-3,82	57	m	2,50	-1,26
27	m	2,00	-2,25	58	m	0,25	-4,34
28	m	3,00	-3,67	59	m	4,00	-2,78
29	m	2,50	-2,90	60	m	0,00	-3,50
30	m	1,50	-2,00	61	m	-0,50	-3,00
31	m	3,00	-2,93	62	m	0,25	-3,50

Plus (+) bedeutet eine Klasse II Relation  
Minus (-) bedeutet eine Klasse I Relation

**Tab. A11**  
**SO-Analyse**

Individuelle Messwerte der **Molaren-Relation** (mm) bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie.

T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; w=weiblich; m=männlich

Proband	w/m	T1	T2	Proband	w/m	T1	T2
1	w	3,00	7,41	32	m	3,50	8,50
2	w	-0,75	4,75	33	m	0,25	10,25
3	w	2,75	10,50	34	m	4,25	9,00
4	w	0,75	9,30	35	m	4,75	10,22
5	w	2,00	7,75	36	m	2,75	10,63
6	w	1,25	9,53	37	m	0,25	7,25
7	w	0,50	8,80	38	m	-0,50	4,25
8	w	4,50	10,00	39	m	3,75	10,25
9	w	3,00	9,25	40	m	0,50	8,41
10	w	4,50	9,25	41	m	2,00	9,50
11	w	2,75	8,75	42	m	3,50	9,75
12	w	1,00	7,50	43	m	1,50	8,75
13	w	4,25	8,41	44	m	0,25	7,50
14	w	4,00	9,71	45	m	2,00	10,00
15	w	2,25	7,75	46	m	2,25	6,50
16	w	4,00	10,25	47	m	0,00	7,75
17	w	1,25	10,00	48	m	-0,50	8,75
18	w	4,25	9,75	49	m	3,50	10,50
19	w	2,50	9,10	50	m	5,50	9,35
20	w	0,75	8,94	51	m	2,25	8,59
21	w	2,75	8,31	52	m	0,75	8,75
22	w	2,50	8,25	53	m	2,75	9,71
23	w	3,75	9,39	54	m	3,25	8,25
24	w	2,00	9,75	55	m	3,50	9,97
25	w	0,50	8,75	56	m	0,50	8,25
26	m	3,00	8,84	57	m	3,50	10,62
27	m	3,50	10,00	58	m	1,00	7,16
28	m	3,75	9,04	59	m	6,00	8,85
29	m	3,75	10,39	60	m	0,75	9,50
30	m	2,25	9,50	61	m	-0,75	8,25
31	m	4,25	9,53	62	m	1,00	9,25

Plus (+) bedeutet eine Klasse II Relation  
Minus (-) bedeutet eine Klasse I Relation

**Tab. A12**  
**SO-Analyse**

Individuelle Messwerte der **Extraktionslücke** (mm) bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie.

T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; w=weiblich; m=männlich

Proband	w/m	T1	T2	Proband	w/m	T1	T2
1	w	10,25	0,00	32	m	11,50	0,00
2	w	10,25	0,00	33	m	13,25	0,00
3	w	11,50	0,00	34	m	11,00	0,00
4	w	11,00	-0,26	35	m	12,00	0,00
5	w	11,00	0,00	36	m	11,75	0,00
6	w	9,75	0,00	37	m	8,75	0,00
7	w	10,00	0,00	38	m	10,25	0,00
8	w	10,25	0,00	39	m	11,25	0,00
9	w	10,50	-0,25	40	m	10,50	0,00
10	w	10,25	0,00	41	m	10,25	0,00
11	w	10,75	0,00	42	m	10,25	0,00
12	w	12,00	0,00	43	m	11,25	0,00
13	w	10,50	0,00	44	m	11,25	-1,00
14	w	10,00	0,00	45	m	12,00	0,00
15	w	11,00	0,00	46	m	10,75	0,00
16	w	10,75	0,00	47	m	11,75	0,00
17	w	11,50	0,00	48	m	10,75	0,00
18	w	10,25	0,00	49	m	12,50	0,00
19	w	12,00	0,00	50	m	11,50	-0,76
20	w	10,50	0,00	51	m	11,50	0,00
21	w	10,50	0,00	52	m	11,75	0,00
22	w	9,25	0,00	53	m	11,25	0,00
23	w	10,75	0,00	54	m	10,75	0,00
24	w	10,00	0,00	55	m	10,00	0,00
25	w	10,50	0,00	56	m	11,75	0,00
26	m	11,25	0,00	57	m	11,25	0,00
27	m	11,00	0,00	58	m	11,25	0,00
28	m	10,00	0,00	59	m	10,00	0,00
29	m	11,50	0,00	60	m	11,25	0,00
30	m	10,50	0,00	61	m	10,75	0,00
31	m	10,75	0,00	62	m	11,50	0,00

**Tab. A13**  
**SO-Analyse**

Individuelle Messwerte der **Position Maxilla** (mm) bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie.

T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; w=weiblich; m=männlich

Proband	w/m	T1	T2	Proband	w/m	T1	T2
1	w	79,25	80,50	32	m	83,25	86,00
2	w	80,25	73,00	33	m	79,25	81,50
3	w	75,75	74,75	34	m	82,75	80,50
4	w	86,75	87,06	35	m	85,00	85,36
5	w	78,75	80,00	36	m	82,75	85,79
6	w	83,25	81,64	37	m	71,50	71,75
7	w	76,50	77,98	38	m	79,50	79,75
8	w	78,50	79,50	39	m	85,50	86,00
9	w	78,25	79,25	40	m	84,25	87,27
10	w	71,00	67,50	41	m	75,50	77,75
11	w	78,25	76,75	42	m	83,00	81,00
12	w	76,50	76,25	43	m	87,25	86,50
13	w	78,50	77,13	44	m	75,00	74,50
14	w	81,75	83,82	45	m	78,50	83,00
15	w	71,75	70,75	46	m	82,25	84,50
16	w	76,50	78,75	47	m	81,00	83,00
17	w	77,00	72,50	48	m	79,75	80,75
18	w	79,75	80,50	49	m	87,00	86,75
19	w	84,50	85,19	50	m	82,25	76,59
20	w	77,25	77,43	51	m	81,50	79,63
21	w	81,25	82,38	52	m	79,25	81,50
22	w	70,50	76,75	53	m	84,00	85,36
23	w	77,50	79,36	54	m	77,50	80,00
24	w	75,25	76,50	55	m	73,25	74,11
25	w	79,25	83,75	56	m	79,75	83,50
26	m	80,75	76,21	57	m	88,00	87,21
27	m	76,75	74,50	58	m	77,25	77,18
28	m	75,00	75,53	59	m	83,75	88,73
29	m	82,25	81,44	60	m	85,25	90,25
30	m	77,25	78,75	61	m	83,50	85,75
31	m	77,75	77,24	62	m	83,50	83,50

**Tab. A14**  
**SO-Analyse**

Individuelle Messwerte der **Position Mandibula** (mm) bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie.

T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; w=weiblich; m=männlich

Proband	w/m	T1	T2	Proband	w/m	T1	T2
1	w	80,75	80,50	32	m	85,75	91,75
2	w	80,00	74,50	33	m	81,50	81,75
3	w	65,50	65,25	34	m	79,00	81,00
4	w	87,75	88,35	35	m	82,25	85,87
5	w	79,75	83,25	36	m	84,75	86,03
6	w	88,50	83,84	37	m	79,50	82,75
7	w	74,75	75,53	38	m	87,75	90,00
8	w	77,50	79,50	39	m	89,25	89,00
9	w	80,75	79,00	40	m	93,00	97,16
10	w	62,75	64,50	41	m	71,25	72,25
11	w	75,25	80,00	42	m	78,00	80,25
12	w	79,00	80,00	43	m	91,75	98,75
13	w	78,00	78,12	44	m	82,50	86,00
14	w	86,75	87,91	45	m	89,25	90,25
15	w	69,75	70,00	46	m	85,00	88,75
16	w	70,75	76,00	47	m	80,25	84,50
17	w	78,75	78,00	48	m	86,75	90,50
18	w	79,25	81,25	49	m	88,25	90,50
19	w	81,25	82,91	50	m	79,50	75,58
20	w	79,50	78,97	51	m	84,50	86,20
21	w	80,25	86,29	52	m	76,00	77,25
22	w	78,75	85,75	53	m	84,75	85,10
23	w	75,75	80,35	54	m	80,25	82,00
24	w	79,00	77,00	55	m	70,00	72,32
25	w	81,00	87,00	56	m	80,75	87,00
26	m	83,25	79,55	57	m	81,25	85,69
27	m	75,25	65,75	58	m	79,00	77,18
28	m	77,25	78,47	59	m	82,75	87,97
29	m	78,75	81,44	60	m	90,75	92,25
30	m	77,75	79,25	61	m	89,00	92,00
31	m	71,75	70,16	62	m	86,50	92,00



**Tab. A15**  
**SO-Analyse**

Individuelle Messwerte der **Position des oberen Inzisivus** (mm) bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie.

T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; w=weiblich; m=männlich

Proband	w/m	T1	T2	Proband	w/m	T1	T2
1	w	88,00	85,87	32	m	94,75	93,50
2	w	87,00	80,75	33	m	85,25	85,25
3	w	87,50	81,00	34	m	92,00	88,50
4	w	94,25	91,71	35	m	94,50	90,98
5	w	85,00	85,00	36	m	94,25	90,73
6	w	90,50	87,27	37	m	86,00	83,25
7	w	86,50	81,40	38	m	91,75	89,25
8	w	89,25	84,25	39	m	94,50	91,00
9	w	83,50	81,50	40	m	92,50	95,92
10	w	81,00	77,25	41	m	88,00	83,00
11	w	85,00	84,25	42	m	95,25	88,50
12	w	83,75	81,75	43	m	93,50	96,00
13	w	87,00	82,57	44	m	87,50	86,75
14	w	93,25	93,02	45	m	96,75	93,75
15	w	81,25	75,75	46	m	92,50	91,25
16	w	87,75	85,25	47	m	89,25	89,75
17	w	83,75	80,50	48	m	93,00	92,25
18	w	92,00	89,00	49	m	93,75	91,75
19	w	94,50	91,00	50	m	90,25	86,96
20	w	87,25	83,06	51	m	91,75	86,70
21	w	86,00	88,73	52	m	93,50	92,25
22	w	81,00	81,25	53	m	94,75	90,47
23	w	87,00	86,03	54	m	91,25	84,50
24	w	84,75	80,00	55	m	83,50	80,76
25	w	90,25	91,25	56	m	89,00	89,25
26	m	87,75	84,57	57	m	95,75	93,02
27	m	88,00	79,75	58	m	86,50	81,27
28	m	83,00	81,40	59	m	93,75	95,80
29	m	92,00	88,69	60	m	95,25	96,50
30	m	85,50	84,50	61	m	91,25	90,50
31	m	91,75	84,09	62	m	95,00	96,75

**Tab. A16**  
**SO-Analyse**

Individuelle Messwerte der **Position des unteren Inzisivus** (mm) bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie.

T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; w=weiblich; m=männlich

Proband	w/m	T1	T2	Proband	w/m	T1	T2
1	w	80,50	84,08	32	m	86,00	89,75
2	w	82,75	79,00	33	m	80,50	83,25
3	w	74,00	77,50	34	m	81,25	86,00
4	w	89,25	89,13	35	m	86,00	88,42
5	w	77,00	81,25	36	m	86,00	87,27
6	w	85,50	84,33	37	m	79,75	82,50
7	w	77,50	77,98	38	m	82,00	85,75
8	w	80,50	82,75	39	m	86,00	87,25
9	w	75,75	79,50	40	m	85,00	91,72
10	w	70,75	73,25	41	m	77,75	79,75
11	w	78,25	81,25	42	m	80,75	85,50
12	w	77,75	80,25	43	m	89,75	93,50
13	w	80,25	80,84	44	m	80,25	83,50
14	w	88,25	90,47	45	m	89,75	91,50
15	w	71,00	74,25	46	m	83,50	89,00
16	w	77,75	84,25	47	m	83,75	87,75
17	w	78,75	78,00	48	m	84,25	88,00
18	w	82,50	86,75	49	m	88,00	90,25
19	w	86,75	89,23	50	m	81,75	83,42
20	w	81,50	80,76	51	m	86,50	85,19
21	w	79,50	84,33	52	m	85,25	88,75
22	w	71,75	77,25	53	m	86,75	88,42
23	w	78,75	83,07	54	m	79,50	82,50
24	w	78,25	78,25	55	m	74,25	77,69
25	w	80,25	88,75	56	m	81,00	88,00
26	m	78,75	82,42	57	m	84,25	88,47
27	m	79,00	76,75	58	m	80,50	79,22
28	m	74,00	77,98	59	m	86,25	94,03
29	m	81,00	85,07	60	m	87,00	94,00
30	m	79,25	80,00	61	m	85,25	88,75
31	m	79,50	81,89	62	m	87,75	93,75

**Tab. A17**  
**SO-Analyse**

Individuelle Messwerte der **Position des oberen zweiten Prämolaren** (mm) bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie.

T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; w=weiblich; m=männlich

Proband	w/m	T1	T2	Proband	w/m	T1	T2
1	w	55,50	53,41	32	m	61,00	60,50
2	w	58,75	52,25	33	m	56,50	54,00
3	w	55,75	54,50	34	m	59,75	57,50
4	w	62,25	61,74	35	m	62,25	59,54
5	w	59,50	57,00	36	m	62,50	60,57
6	w	62,75	59,16	37	m	52,50	53,00
7	w	53,25	53,29	38	m	59,50	57,00
8	w	57,25	55,50	39	m	62,50	59,00
9	w	55,50	53,50	40	m	63,25	64,28
10	w	49,00	46,25	41	m	53,50	52,00
11	w	56,25	55,75	42	m	58,00	56,50
12	w	57,00	52,50	43	m	63,25	64,25
13	w	61,00	56,12	44	m	53,50	53,00
14	w	63,25	61,84	45	m	63,50	62,00
15	w	51,75	48,50	46	m	58,50	61,00
16	w	54,50	55,25	47	m	58,00	58,25
17	w	52,00	49,50	48	m	59,00	62,00
18	w	60,50	60,00	49	m	57,75	57,75
19	w	62,50	60,41	50	m	60,75	54,85
20	w	55,25	53,92	51	m	61,25	57,13
21	w	56,50	56,47	52	m	58,25	57,50
22	w	50,25	52,00	53	m	60,00	58,78
23	w	55,75	55,38	54	m	59,00	56,25
24	w	56,00	52,75	55	m	49,75	49,58
25	w	55,00	59,00	56	m	56,00	57,75
26	m	58,50	53,99	57	m	61,25	62,69
27	m	54,75	46,75	58	m	54,50	51,37
28	m	51,75	49,62	59	m	64,75	64,71
29	m	57,25	55,34	60	m	61,50	62,75
30	m	55,00	54,00	61	m	61,50	62,50
31	m	56,50	52,07	62	m	60,50	63,25

**Tab. A18**  
**SO-Analyse**

Individuelle Messwerte der **Position des unteren zweiten Prämolaren** (mm) bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie.

T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; w=weiblich; m=männlich

Proband	w/m	T1	T2	Proband	w/m	T1	T2
1	w	53,75	56,99	32	m	58,25	64,00
2	w	61,00	58,50	33	m	56,25	57,25
3	w	53,00	54,50	34	m	56,00	60,50
4	w	62,00	64,07	35	m	58,50	63,12
5	w	58,00	61,00	36	m	60,50	62,30
6	w	63,25	60,87	37	m	53,50	57,50
7	w	53,50	55,73	38	m	61,25	63,25
8	w	55,00	57,25	39	m	60,50	61,25
9	w	53,00	55,75	40	m	62,75	67,49
10	w	46,00	49,25	41	m	51,00	54,00
11	w	53,00	58,25	42	m	55,75	58,50
12	w	56,00	57,50	43	m	62,75	68,00
13	w	57,50	59,09	44	m	53,25	57,50
14	w	61,25	64,14	45	m	61,25	65,00
15	w	50,50	51,50	46	m	56,50	64,50
16	w	51,50	57,00	47	m	56,75	62,25
17	w	50,50	52,00	48	m	60,25	64,50
18	w	57,00	62,00	49	m	55,25	60,25
19	w	60,50	62,94	50	m	55,25	57,38
20	w	54,75	56,48	51	m	58,75	60,67
21	w	54,75	59,89	52	m	57,75	60,50
22	w	48,50	54,25	53	m	58,50	62,61
23	w	53,00	58,10	54	m	56,50	59,00
24	w	55,50	55,50	55	m	47,00	50,09
25	w	55,50	62,75	56	m	55,75	62,00
26	m	56,00	57,81	57	m	58,75	63,95
27	m	52,75	49,00	58	m	54,25	55,71
28	m	48,75	53,29	59	m	60,75	67,49
29	m	54,75	58,24	60	m	61,50	66,25
30	m	53,50	56,00	61	m	62,00	65,50
31	m	53,50	55,00	62	m	60,25	66,75

**Tab. A19**  
**SO-Analyse**

Individuelle Messwerte der **Position des oberen zweiten Molaren** (mm) bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie.

T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; w=weiblich; m=männlich

Proband	w/m	T1	T2	Proband	w/m	T1	T2
1	w	45,25	53,41	32	m	49,50	60,50
2	w	48,50	52,25	33	m	43,25	54,00
3	w	44,25	54,50	34	m	48,75	57,50
4	w	51,25	61,48	35	m	50,25	59,54
5	w	48,50	57,00	36	m	50,75	60,57
6	w	53,00	59,16	37	m	43,75	53,00
7	w	43,25	53,29	38	m	49,25	57,00
8	w	47,00	55,50	39	m	51,25	59,00
9	w	45,00	53,25	40	m	52,75	64,28
10	w	38,75	46,25	41	m	43,25	52,00
11	w	45,50	55,75	42	m	47,75	56,50
12	w	45,00	52,50	43	m	52,00	64,25
13	w	50,50	56,12	44	m	42,25	52,00
14	w	53,25	61,84	45	m	51,50	62,00
15	w	40,75	48,50	46	m	47,75	61,00
16	w	43,75	55,25	47	m	46,25	58,25
17	w	40,50	49,50	48	m	48,25	62,00
18	w	50,25	60,00	49	m	45,25	57,75
19	w	50,50	60,41	50	m	49,25	54,09
20	w	44,75	53,92	51	m	49,75	57,13
21	w	46,00	56,47	52	m	46,50	57,50
22	w	41,00	52,00	53	m	48,75	58,78
23	w	45,00	55,38	54	m	48,25	56,25
24	w	46,00	52,75	55	m	39,75	49,58
25	w	44,50	59,00	56	m	44,25	57,75
26	m	47,25	53,99	57	m	50,00	62,69
27	m	43,75	46,75	58	m	43,25	51,37
28	m	41,75	49,62	59	m	54,75	64,71
29	m	45,75	55,34	60	m	50,25	62,75
30	m	44,50	54,00	61	m	50,75	62,50
31	m	45,75	52,07	62	m	49,00	63,25

**Tab. A20**  
**SO-Analyse**

Individuelle Messwerte der **Position des unteren zweiten Molaren** (mm) bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 62 Probanden mit einer Klasse II:1-Dysgnathie.

T1=vor der Behandlung; T2=nach der Behandlung; w=weiblich; m=männlich

Proband	w/m	T1	T2	Proband	w/m	T1	T2
1	w	42,25	46,00	32	m	46,00	52,00
2	w	49,25	47,50	33	m	43,00	43,75
3	w	41,50	44,00	34	m	44,50	48,50
4	w	50,50	52,18	35	m	45,50	49,32
5	w	46,50	49,25	36	m	48,00	49,94
6	w	51,75	49,62	37	m	43,50	45,75
7	w	42,75	44,49	38	m	49,75	52,75
8	w	42,50	45,50	39	m	47,50	48,75
9	w	42,00	44,00	40	m	52,25	55,87
10	w	34,25	37,00	41	m	41,25	42,50
11	w	42,75	47,00	42	m	44,25	46,75
12	w	44,00	45,00	43	m	50,50	55,50
13	w	46,25	47,71	44	m	42,00	44,50
14	w	49,25	52,13	45	m	49,50	52,00
15	w	38,50	40,75	46	m	45,50	54,50
16	w	39,75	45,00	47	m	46,25	50,50
17	w	39,25	39,50	48	m	48,75	53,25
18	w	46,00	50,25	49	m	41,75	47,25
19	w	48,00	51,31	50	m	43,75	44,74
20	w	44,00	44,98	51	m	47,50	48,53
21	w	43,25	48,16	52	m	45,75	48,75
22	w	38,50	43,75	53	m	46,00	49,07
23	w	41,25	45,98	54	m	45,00	48,00
24	w	44,00	43,00	55	m	36,25	39,61
25	w	44,00	50,25	56	m	43,75	49,50
26	m	44,25	45,15	57	m	46,50	52,07
27	m	40,25	36,75	58	m	42,25	44,21
28	m	38,00	40,58	59	m	48,75	55,86
29	m	42,00	44,95	60	m	49,50	53,25
30	m	42,25	44,50	61	m	51,50	54,25
31	m	41,50	42,53	62	m	48,00	54,00

### **Danksagung**

Danke sagen möchte ich an erster Stelle meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Hans Panzerz für die Überlassung dieses interessanten Themas, seiner hervorragenden Betreuung und stets freundlichen und unermüdlichen Unterstützung. Eine Dissertation unter Ihrer Anleitung durchführen zu dürfen hat mir sehr viel Spaß gemacht.

Weiterhin möchte ich Herrn Dr. Hans Booij und Prof. Dr. Christos Katsaros aus den Niederlanden für die Bereitstellung des Untersuchungsmaterials danken. Ohne dieses wäre eine Durchführung der Arbeit nicht möglich gewesen.

Ein weiteres großes Dankeschön möchte ich an meinen ehemaligen Kommilitonen und guten Freund Dr. Niko Bock für seine guten Ratschläge, Hilfsbereitschaft und Motivation richten.

Mein ganz besonderer Dank gilt meinen Eltern für die Ermöglichung und das Durchhaltevermögen während des Studiums, sowie für die riesengroße Unterstützung in jeder nur erdenklichen Weise.

Ein riesiges Dankeschön auch an meinen Schatz Florian für seine Liebe und sein großes Verständnis auch schon während des Studiums. Und nicht zuletzt für seine wertvollen Anregungen und exzellente Hilfe und Betreuung bei aufgetretenen Computerproblemen!

## Lebenslauf

### Caroline Knieling

- |                     |  |
|---------------------|--|
| 29.03.1976          | geboren als zweites Kind der Eheleute Dr. Gerd und Ulrike Knieling, geb. Meldau in Peine                                   |
| 1982 – 1984         | Besuch der Grundschule Stederdorf  |
| 1984 – 1986         | Besuch der Fröbelschule, Peine   |
| 1986 – 1988         | Besuch der Orientierungsstufe Am Schlossberg, Peine  |
| 1988 – 1992         | Besuch der Gunzelin-Realschule, Peine  |
| 1992 – 1996         | Besuch des Gymnasiums am Silberkamp, Peine   |
| Juni 1996           | Erlangung der allgemeinen Hochschulreife   |
| 1997 – 1998         | Tätigkeit im zahnmedizinischen Bereich in der Zahnarztpraxis Dr. G. Knieling, Peine  |
| 1998 – 2004         | Studium der Zahnmedizin an der Justus-Liebig-Universität, Gießen   |
| Juli 2004           | Staatsexamen   |
| seit September 2004 | Tätigkeit als Vorbereitungsassistentin in der zahnärztlichen Gemeinschaftspraxis Dr. Gerd Knieling & Partner in Peine, NDS |