

**Dentale und skelettofaziale Veränderungen zweier
Therapieformen der Klasse II/1:**

Begg-Technik

versus

Herbst-Behandlung.

Eine röntgenkephalometrische Untersuchung.

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

vorgelegt von Juliane Goeke
aus Eggenstein-Leopoldshafen

Gießen 2009

Aus dem Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Poliklinik für Kieferorthopädie
des Universitätsklinikums Gießen und Marburg GmbH
Standort Gießen.

Direktorin: Prof. Dr. S. Ruf

Gutachter: Prof. Dr. S. Ruf
Gutachter: PD Dr. M. Wimmer-Röll
Tag der Disputation: 17.11.2009

Meinen Eltern gewidmet.

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

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Ziel der Untersuchung	4
3. Patientengut	5
3.1 Extraktions-Gruppe.....	6
3.2 Herbst-Gruppe.....	8
3.3 Extraktionstherapie.....	10
3.4. Behandlung mit dem Herbst-Scharnier.....	12
4. Methode	14
4.1. Kephalometrie	14
4.2. Standard-Analyse	15
4.3 SO-Analyse	23
4.4 Statistische Methoden	30
4.5 Methodenfehler.....	31
5. Ergebnisse	34
5.1 Extraktions-Gruppe.....	34
5.2 Herbst-Gruppe.....	34
5.3 Gruppenvergleich	34
5.4 Veränderungen der dentalen und skelettofazialen Morphologie (Standard Analyse)	45
5.5 Sagittale Okklusionsveränderungen (SO-Analyse).....	75
5.6 Mechanismus der Overjetkorrektur	104
5.7 Mechanismus der Okklusionskorrektur	106
5.9 Mechanismus des Lückenschlusses (nur Extraktions-Gruppe)	108
6. Diskussion	109
6.1 Patientengut	109
6.2 Methode.....	110
6.3 Ergebnisse.....	111
7. Zusammenfassung	127
8. Summary	130
9. Literaturverzeichnis	133
10. Danksagung	141

1. Einleitung

Nach *Edward H. Angle* [4, 79] sind die typischen Charakteristika der Klasse II/1 Malokklusion eine Retroposition der Mandibula und eine Anteinklination der Oberkieferfront. Zu dieser Schlussfolgerung kommt auch *Hitchcock* [43], unterstreicht aber vor allem die Bedeutung des sagittalen Schneidekantenabstandes zwischen Ober- und Unterkiefer, d.h. die Größe des sogenannten Overjets.

Fisk et al. [36] hingegen beschreiben sogar sechs mögliche morphologische Varianten der Klasse II/1:

1. die Maxilla und die Zähne sind in Relation zur Schädelbasis anterior positioniert,
2. die Oberkieferzähne sind innerhalb der Maxilla anterior positioniert,
3. die Mandibula hat eine normale Größe, ist aber zu weit posterior positioniert,
4. die Mandibula ist in der Sagittalen unterentwickelt,
5. die Unterkieferzähne sind auf der normal entwickelten Unterkieferbasis zu weit distal positioniert, oder
6. verschiedene Kombinationen der oben genannten Faktoren.

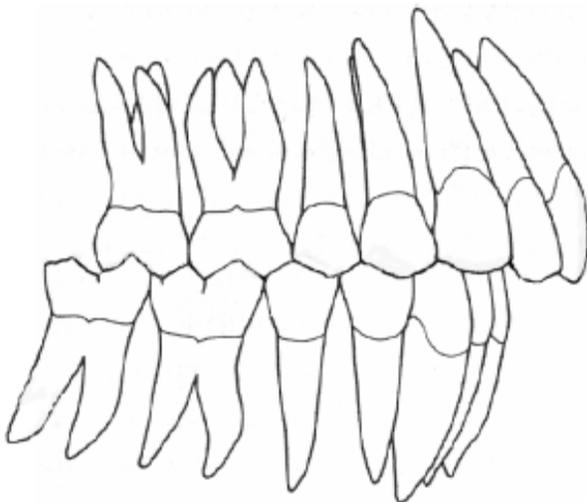


Abb. 1-1 Schematische Darstellung einer typischen Klasse II/1

Auch wenn die Prävalenzangaben für die Angle Klasse II/1 in der Literatur mit 14,2-52,0% beträchtlich schwanken [42, 68, 80, 96], so wird doch klar, dass es sich um eine der häufigsten Malokklusionsformen handelt. Die Ätiologie der Angle Klasse II/1 wird allgemein als multifaktoriell angesehen [41, 80], wobei endogene Ursachen eher skelettale Abweichungen bedingen, während exogene Ursachen eher dentale Anomaliekomponenten verursachen.

Die Differenzierung der verschiedenen morphologischen Varianten der Angle Klasse II/1 ist mittels Fernröntgenseitbild möglich und bildet die Grundlage für eine kausal ausgerichtete Therapieplanung [4, 41, 43, 79, 80, 82].

Als therapeutische Möglichkeiten kommen orthopädische Maßnahmen zur Stimulation des Unterkieferwachstums und/oder Hemmung des Oberkieferwachstums oder orthodontische Maßnahmen zu Korrektur von Zahnfehlstellungen und/oder -neigungen im Bezug auf den Alveolarfortsatz in Betracht. Allen therapeutischen Möglichkeiten ist gemein, dass sie niemals nur einen isolierten dentalen oder skelettalen Behandlungseffekt aufweisen.

Entsprechend führen sowohl festsitzende als auch herausnehmbare funktionskieferorthopädische Geräte zu einer Kombination von dentalen und skelettalen Veränderungen bei der Korrektur einer Klasse II/1 [27, 43, 53, 63, 72], die zu einem nicht unerheblichen Teil in der Vertikalebene liegen [28, 53, 71], obwohl das primäre Ziel eine orthopädische Beeinflussung des sagittalen Kieferwachstums ist. Andererseits führen orthodontische Maßnahmen, die mit oder ohne Extraktion bleibender Zähne ausgeführt werden können, neben einer Verschiebung der Zähne auch zu orthopädischen Effekten im Sinne einer anterioren Autorotation der Mandibula [6].

Eine Klasse II/1 Behandlung mittels Extraktionen bleibender Zähne und Multibracketapparatur stellt heute eine allgemein akzeptierte therapeutische Variante dar [3, 15, 32], zumal die Widerlegung negativer Auswirkungen einer Extraktionstherapie auf das Profil [30, 100], die Kiefergelenkfunktion [26, 73] oder die Behandlungsdauer [45] gelungen ist. Neben der klassischen 4-Prämolaren-

Extraktionsvariante [91, 95] wurde unter anderem auch die Extraktion von oberen Molaren beschrieben [29, 31, 76, 81, 86, 97, 102]. Jedoch handelt es sich bei letzteren Literaturstellen fast ausschließlich um Fallpräsentationen oder Fallserien, so dass genau genommen so gut wie keine wissenschaftlichen Daten über die Extraktion oberer, erster Molaren als therapeutische Variante der Angle Klasse II/1 vorliegen.

2. Ziel der Untersuchung

Ziel der vorliegenden retrospektiven röntgenkephalometrischen Studie war es, die Behandlungseffekte von zwei verschiedenen zur Therapie der Angle Klasse II/1 eingesetzten Behandlungsmethoden (Sechsjahrmolarenextraktion plus Begg-Technik; Herbst-Multibracketapparatur) im Hinblick auf die dentoskelettalen Effekte und die Profilveränderungen zu vergleichen.

3. Patientengut

Das Patientengut umfasste zwei Untersuchungsgruppen – die Extraktions-Gruppe und die Herbst-Gruppe. Die retrospektive Auswahl der Patienten erfolgte anhand folgender Selektionskriterien:

1. Patienten kaukasischer Abstammung
2. Angle Klasse II/1 Malokklusion mit $\geq \frac{1}{2}$ Prämolarenbreite Distalokklusion im anterioren und posterioren Seitenzahnbereich
3. Sagittale Frontzahnstufe $\geq 4\text{mm}$
4. Entweder Behandlung mittels Begg-Technik und Extraktion der Zähne 16 und 26 oder mittels Herbst-Multibracketapparatur
5. Alter zu Behandlungsbeginn zwischen 10 und 15 Jahren
6. Ausreichend aktives Wachstum, d.h. Halswirbelkörperreifestadien (CVM 2-4) [65] vor Beginn der Behandlung
7. Anlage der Zähne 18 und 28 (nur Extraktions-Gruppe)
8. Keine Nichtanlagen oder weitere Extraktionen
9. Keine kraniofazialen Anomalien
10. Neutralokklusion und normale Overjet- und Overbiteverhältnisse nach Behandlung
11. Vollständige verfügbare Behandlungsunterlagen

3.1 Extraktions-Gruppe

Unter Anwendung der oben genannten Selektionskriterien wurden aus 100 konsekutiven Klasse II/1 Patienten der kieferorthopädischen Praxis Dr. Hans Booiij (Niederlande) 79 (38 weibliche und 41 männliche) Patienten ausgewählt, die alle mittels Extraktion der Zähne 16 und 26 und der Begg-Technik behandelt worden waren.

Das durchschnittliche Alter der Patienten (Abb. 3-1) vor Behandlungsbeginn lag zwischen 10,5 und 14,7 Jahren (MW 12,7 Jahre). Die Gesamtbehandlungsdauer (Abb.3-2) variierte zwischen 18 und 40 Monaten (MW 28,0 Monate).

Extraktions-Gruppe

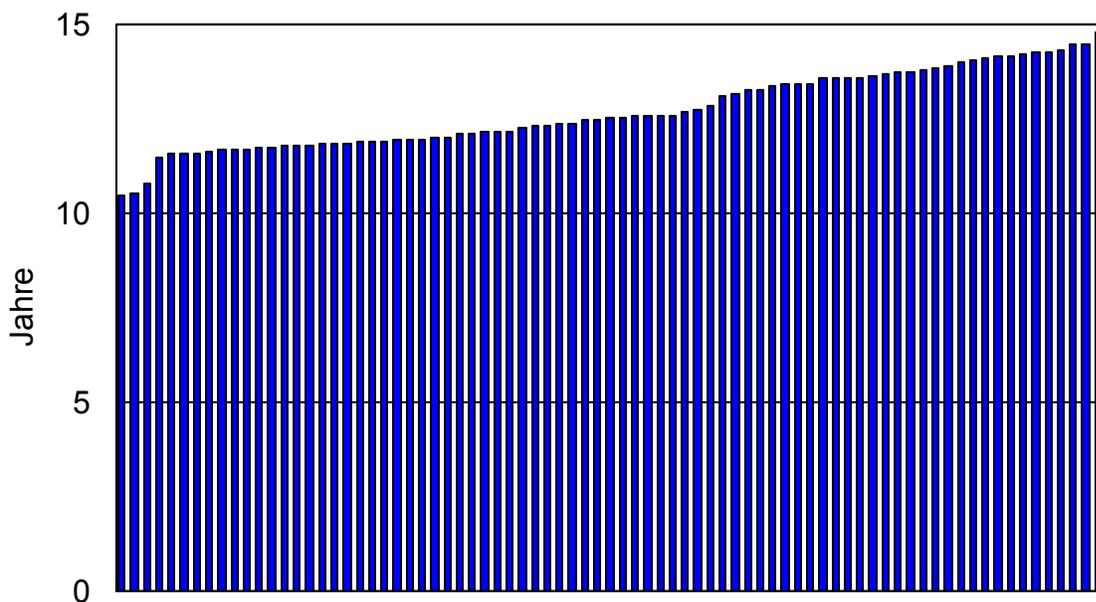


Abb. 3-1 Altersverteilung (Jahre) der 79 Patienten der Extraktions-Gruppe vor Behandlungsbeginn. Das Durchschnittsalter betrug 12,7 Jahre.

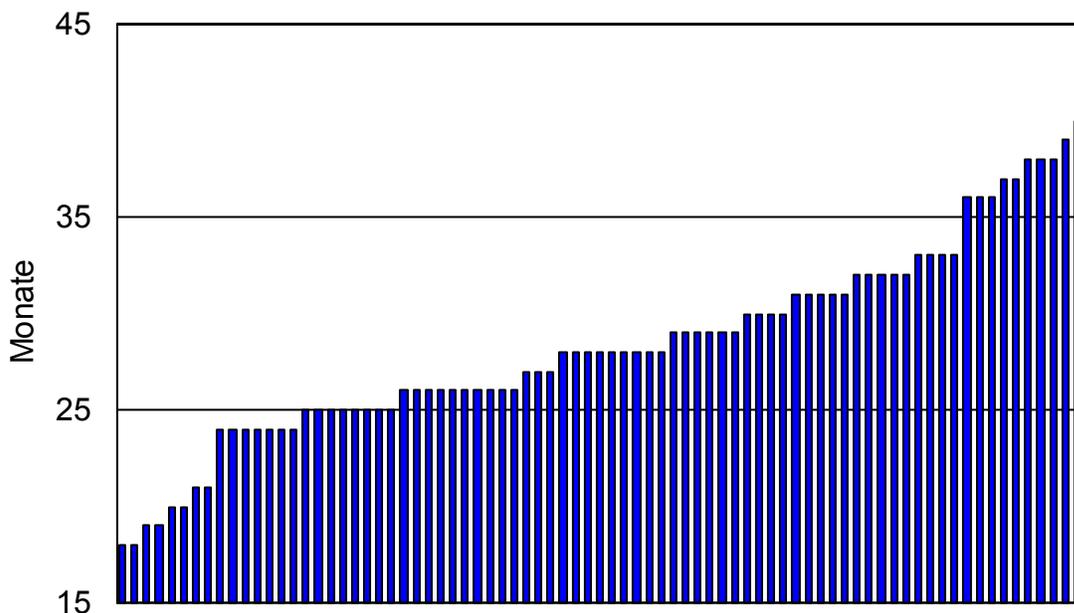


Abb. 3-2 Individuelle Behandlungsdauer (Monate) der 79 Patienten der Extraktions-Gruppe. Die mittlere Behandlungsdauer betrug 28,0 Monate.

3.2 Herbst-Gruppe

Aus dem Patientenkollektiv der Aufnahmejahrgänge 1988 bis 2005 der Poliklinik für Kieferorthopädie der Justus-Liebig-Universität Gießen wurden 75 (35 weibliche und 40 männliche) Klasse II/1 Patientenfälle ausgewählt, die allesamt mit dem Herbst-Scharnier und Multibracketapparatur (MB) behandelt worden waren.

Das durchschnittliche Alter der Patienten (Abb. 3-3) lag vor Behandlungsbeginn zwischen 10,7 und 15,5 Jahren (MW 13,0 Jahre). Die Gesamtbehandlungsdauer (Abb. 3-4) variierte zwischen 9 und 31 Monaten (MW 20,0 Monate). Die durchschnittliche Verweildauer des Herbst-Scharniers betrug 7,3 Monate (Abb. 3-5).

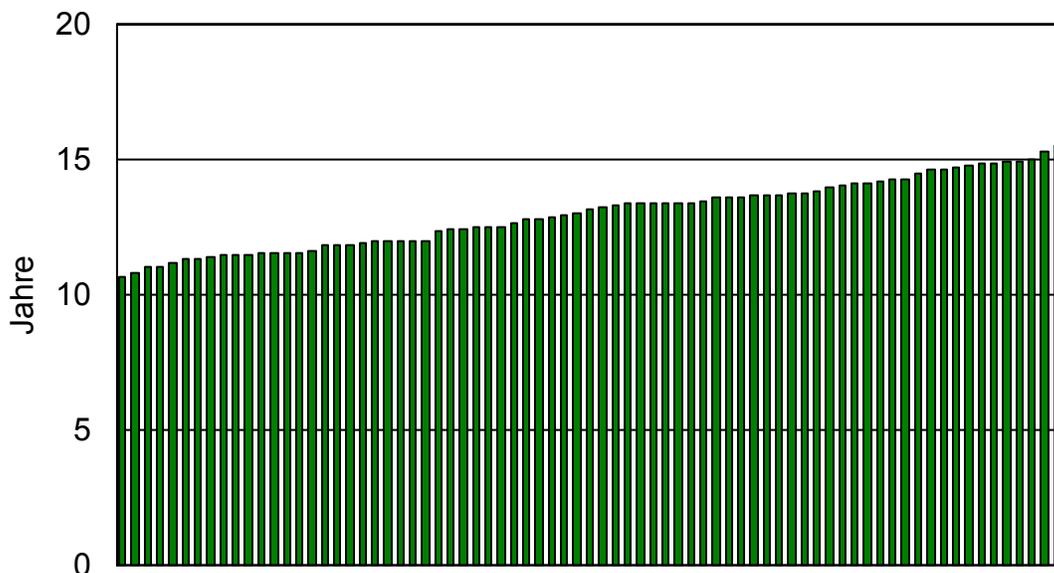


Abb. 3-3 Altersverteilung (Jahre) der 75 Patienten der Herbst-Gruppe vor Behandlungsbeginn. Das Durchschnittsalter betrug 13,0 Jahre.

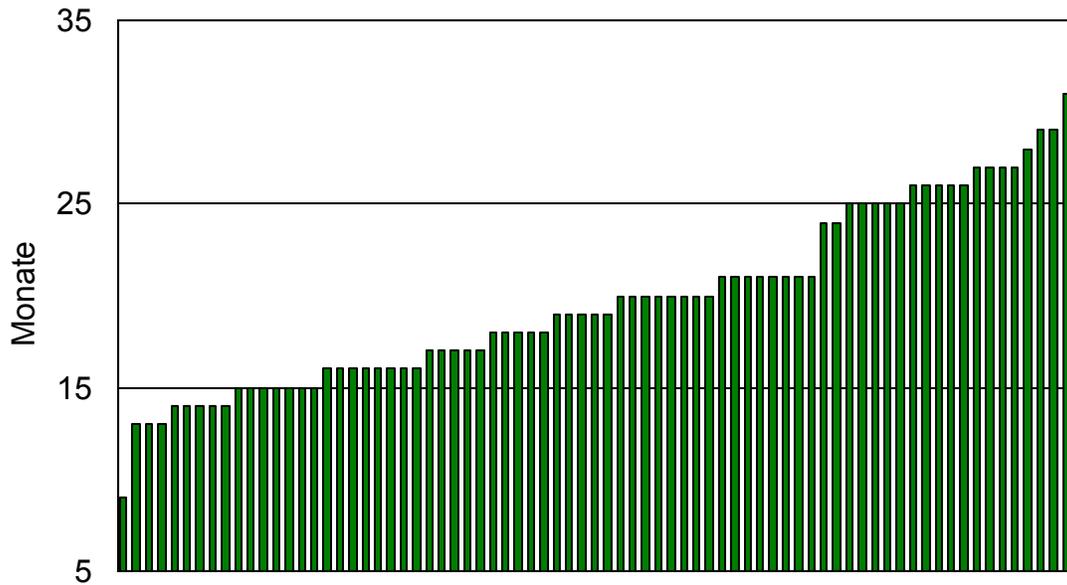


Abb. 3-4 Individuelle Behandlungsdauer (Monate) der 75 Patienten der Herbst-Gruppe. Die mittlere Behandlungsdauer betrug 20,0 Monate.

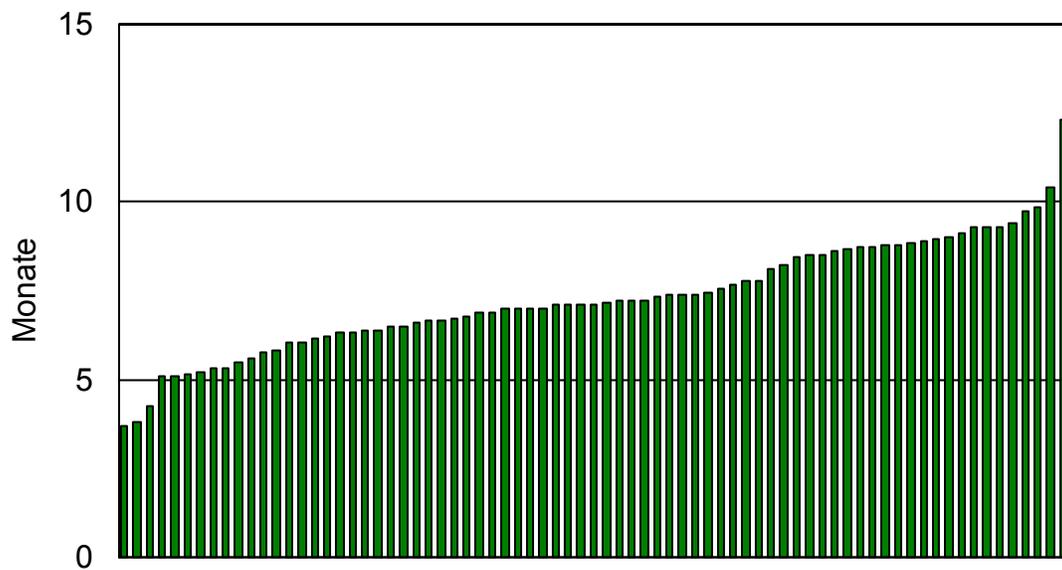


Abb. 3-5 Individuelle Verweildauer (Monate) des Herbst-Scharniers bei den 75 Patienten der Herbst-Gruppe. Die durchschnittliche Verweildauer betrug 7,3 Monate.

3.3 Extraktionstherapie

Prinzipien der Begg-Behandlung bei Klasse II/1-Dysgnathien mit Extraktion der oberen ersten Molaren

Die Behandlung mit der Begg-Technik [12] umfasst drei separate, eindeutig abgrenzbare Stadien, welche sich nicht überlappen sollten. Es wurden ausschließlich runde Bögen (Australian Wire 0,16-0,20 Inch), Aufrichtungs- und Rotationsfedern sowie Torque-Federn, ein Transpalatinalbogen und Gummizüge eingesetzt.

Stadium I:

Das Ziel dieses Stadiums (Abb. 3-6) ist die Verkleinerung des Overjets durch eine Retrusion der oberen Frontzähne und die Einstellung der Eckzähne sowie der ersten und zweiten Prämolaren in Neutralokklusion unter Ausnutzung der Extraktionslücken der Zähne 16 und 26.

Erreicht wurde dies mit Klasse-I-Gummizügen im Oberkiefer. Zur Stabilisierung d.h. um eine zu rasche Mesialbewegung der zweiten Molaren zu verhindern, wurde ein Transpalatinalbogen eingesetzt. Erfolgte dennoch eine zu schnelle Mesialbewegung der zweiten Molaren, wurden Klasse-II-Gummizüge zum weiteren Lückenschluss verwendet.

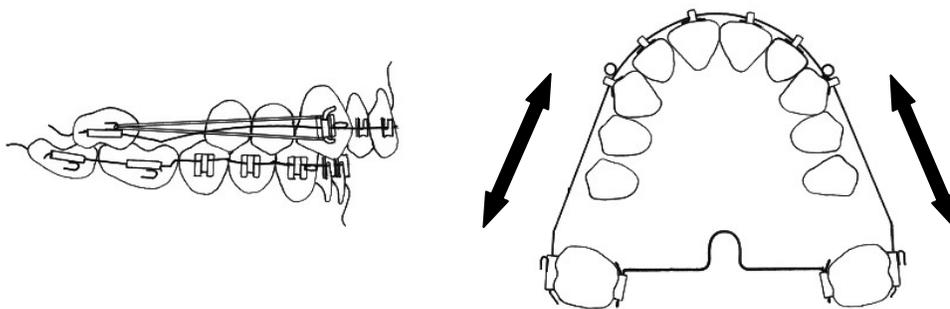


Abb. 3-6 Stadium I der Begg-Technik bei Angle Klasse II/1-Behandlung mit Extraktion der Zähne 16 und 26.

Stadium II:

Das Ziel dieses Stadiums (Abb. 3-7) ist ein Restlückenschluss im Oberkiefer von distal mit einer Einstellung der zweiten bleibenden Molaren in Neutralokklusion relativ zu den unteren ersten bleibenden Molaren. Um eine Mesialwanderung der Zähne 17 und 27 zu erleichtern, wurde der Transpalatinalbogen entfernt. Die erreichten Ziele des Stadiums I sollten dabei beibehalten werden. Hierzu dienen Klasse-I-Gummizüge im Oberkiefer unterstützt durch Klasse-II-Gummizüge.

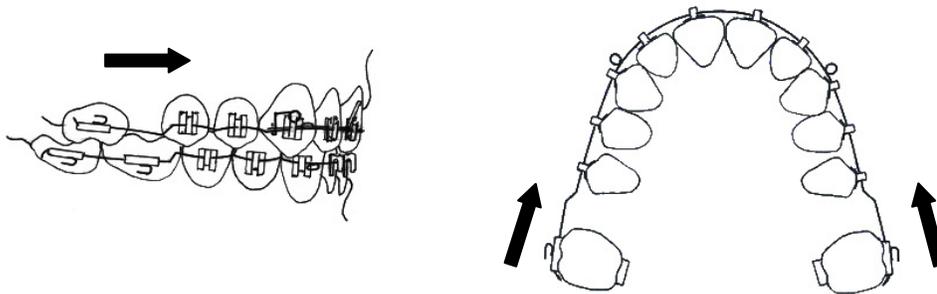


Abb. 3-7 Stadium II der Begg-Technik bei Angle Klasse II/1-Behandlung mit Extraktion der Zähne 16 und 26.

Stadium III:

Das Ziel dieses Stadiums ist eine Parallelisierung der Zahnachsen und das Einstellen des korrekten Frontzahntorques durch Aufrichtung der Wurzeln mit Hilfe von Aufrichtungsfedern und Torquebögen. Die erreichten Ziele aus Stadium I und II sollten hierbei mit Hilfe von Klasse-I- und Klasse-II-Gummizügen beibehalten werden.

3.4. Behandlung mit dem Herbst-Scharnier

Prinzipien der Behandlung von Klasse II/1-Dysgnathien mittels Herbst-Scharnier und Multibracketapparatur

Die Herbst-Apparatur ist ein festsitzendes funktionskieferorthopädisches (FKO) Gerät zur Behandlung des Distalbisses [58]. Es wurde ursprünglich 1909 von Emil Herbst auf dem 5. Internationalen Zahnärztekongress in Berlin vorgestellt [58], geriet aber nach seinem Tod wieder in Vergessenheit, bis Pancherz Ende der 1970er Jahre die Methode wieder aufnahm [58, 61]. Zahlreiche Studien über die skelettale und dentale sowie kurz- und langfristige Wirkungsweise des Herbst-Scharniers folgten [59-61, 63, 66, 72-75].

Das Scharnier wirkt wie ein künstliches Gelenk zwischen der Maxilla und der Mandibula. Ein bilateraler Teleskopmechanismus ist an gegossenen Schienen befestigt. Diese Schienen erstrecken sich im Oberkiefer vom ersten Prämolaren bis zum ersten Molaren und im Unterkiefer von Eckzahn bis zum ersten Molaren (Abb. 3-8). Die Länge des Teleskoprohres bestimmt das Ausmaß der Unterkiefervorverlagerung. Der Mechanismus erlaubt außer Retrusion alle Bewegungen der Mandibula, wenn auch die Lateralbewegungen leicht eingeschränkt sind [59].

Als festsitzendes FKO-Gerät hat das Herbst-Scharnier im Vergleich zu herausnehmbaren FKO-Geräten (z.B. Aktivator, Bionator, Funktionsregler, Twin Block) den Vorteil, dass:

- die Apparatur festsitzend und daher von Patientenkooperation unabhängig ist,
- 24 Stunden täglich wirkt und
- somit nur kurze Behandlungszeiten erforderlich sind (ca. 6-8 Monate) [40, 60, 63, 72]

Eine Behandlung mit dem Herbst-Scharnier führt in der Regel zu einer Normalisierung sagittaler Okklusionsabweichungen. Das Therapieergebnis ergibt sich aus der Summe von dentalen und skelettalen Veränderungen [58-60, 72] in Form einer:

- Distalisation der OK-Seitenzähne,
- Mesialisation der UK-Seitenzähne,
- Proklination/Protrusion der UK Inzisivi,
- Hemmung des Oberkieferwachstums und
- Stimulation des Unterkieferwachstums.



Abb. 3-8 Das gegossene Herbst-Scharnier in verschiedenen Ansichten

4. Methode

4.1. Kephalometrie

Von allen Patienten lagen Fernröntgenseitbilder des Kopfes (FRS) von den Zeitpunkten vor (T1) und nach (T2) der kieferorthopädischen Behandlung vor. Alle FRS wurden im abgedunkelten Raum auf matter Acetat-Folie manuell von einem Untersucher (JG) durchgezeichnet. Die für die Auswertung erforderlichen kephalometrischen Referenzpunkte und -linien wurden mit einem Druckbleistift der Stärke 0,2 mm und der Härte 2H auf die Acetat-Folie eingezeichnet. Bei Vorliegen von röntgentechnisch bedingten Doppelstrukturen erfolgte eine Mittelung. Strecken- und Winkelmessungen wurden mit einem Geometriedreieck mit Millimeter- bzw. Gradeinteilung durchgeführt. Die Messgenauigkeit betrug 0,5 mm respektive 0,5°. Der Zentralstrahl verlief bei den Aufnahmen rechtwinklig zur Filmebene durch den Porus acusticus externus. Der Fokus-Film-Abstand betrug 1,5 m, wodurch ein linearer Vergrößerungsfaktor von 8% in beiden Gruppen resultierte. Die Vergrößerung fand bei der Auswertung der Röntgenbilder keine Berücksichtigung.

Zur Reduzierung des Methodenfehlers wurden die FRS aller Patienten im Abstand von zirka zwei Wochen zweimal durchgezeichnet und ausgewertet. Der Mittelwert der beiden Messungen wurde für alle Vergleiche und statistischen Berechnungen zugrunde gelegt.

Die Auswertung der FRS erfolgte mit Hilfe einer kephalometrischen Standard-Analyse und der Sagittalen-Okklusions-Analyse (SO-Analyse) [13].

4.2. Standard-Analyse

Mit Hilfe der nachfolgend genannten kephalometrischen Variablen wurden die skelettofaziale Morphologie und ihre Veränderungen untersucht.

Kephalometrische Referenzpunkte bei der Standard-Analyse (Abb. 4-1 bis 4-3)

A	<i>A-Punkt</i> Der tiefste Punkt der Einziehung im Bereich der anterioren Kontur des Processus alveolaris des Oberkiefers
B	<i>B-Punkt</i> Der tiefste Punkt der Einziehung im Bereich der anterioren Kontur des Processus alveolaris des Unterkiefers
S	<i>Sella-Punkt</i> Der Mittelpunkt der knöchernen Krypte der Sella turcica
N	<i>Nasion</i> Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Sutura frontonasalis
Gn	<i>Gnathion</i> Der am weitesten vom Nasion entfernt gelegene Punkt der Symphyse des Unterkiefers
Go`	<i>Gonion</i> Posteriorer Tangentialpunkt am Unterrand der Mandibula

Sp	<i>Spina nasalis anterior</i> Die Spitze der Spina nasalis anterior
Pm	<i>Pterygomaxillare</i> Der Schnittpunkt der hinteren Kontur des Corpus maxillae bzw. des Pterygopalatina-Schattens mit der Kontur des harten und weichen Gaumens
UI	<i>Unterlippe</i> Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Unterlippe
OI	<i>Oberlippe</i> Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Oberlippe
NS	<i>Nasion (Weichteil)</i> Tiefster Punkt der Einziehung im Bereich der Nasenwurzel
No	<i>Nasenspitze (Weichteil)</i> Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Weichteil-Nasenspitze
Sn	<i>Subnasale</i> Der am weitesten posterior gelegene Punkt der Einziehung zwischen Nase und Oberlippe
Cm	<i>Columnella</i> Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Nasencolumnella

PgS *Pogonion (Weichteil)*
Der am weitesten anterior gelegene Punkt des Weichteilkinns

Kephalometrische Referenzlinien der Standard-Analyse (Abb. 4-2, 4-3)

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

NL *Nasallinie*
Verbindungsline zwischen **Sp** (Spina nasalis anterior) und **Pm** (Pterygomaxillare)

ML *Mandibular-Linie*
Verbindungsline zwischen den Punkten **Gn** (Gnathion) und **Go`** (Gonion)

E-Linie *Esthetik-Linie*
Verbindungsline zwischen **No** (Nasenspitze) und **PgS** (Weichteilkinn)

Messvariablen der Standard-Analyse

Sagittale Kieferlagebeziehungen (Abb. 4-1)

SNA (Grad)	Sagittale Position der Maxilla im Verhältnis zur vorderen Schädelbasis
SNB (Grad)	Sagittale Position der Mandibula im Verhältnis zur vorderen Schädelbasis
ANB (Grad)	Sagittale Relation von Ober- und Unterkiefer zueinander

Vertikale Kieferlagebeziehungen (Abb. 4-2)

NL/NSL (Grad)	Neigung der Maxilla zur vorderen Schädelbasis
ML/NSL (Grad)	Neigung der Mandibula zur vorderen Schädelbasis
ML/NL (Grad)	Neigung der Ober- und Unterkieferbasen zueinander

Weichgewebe-Profil (Abb. 4-3)

NS-Sn-PgS (Grad)

Weichgewebe-Profilwinkel ohne Einbeziehung der Nase

Cm-Sn-OI (Grad)

Subnasalwinkel

Verbindungsline der Punkte **Cm** (Columnella), **Sn** (Subnasale) und **OI** (Oberlippe)

Lippenposition (Abb. 4-3)

UI zur E-Linie (mm)

Abstand der Unterlippe von der Esthetik-Linie

OI zur E-Linie (mm)

Abstand der Oberlippe von der Esthetik-Linie

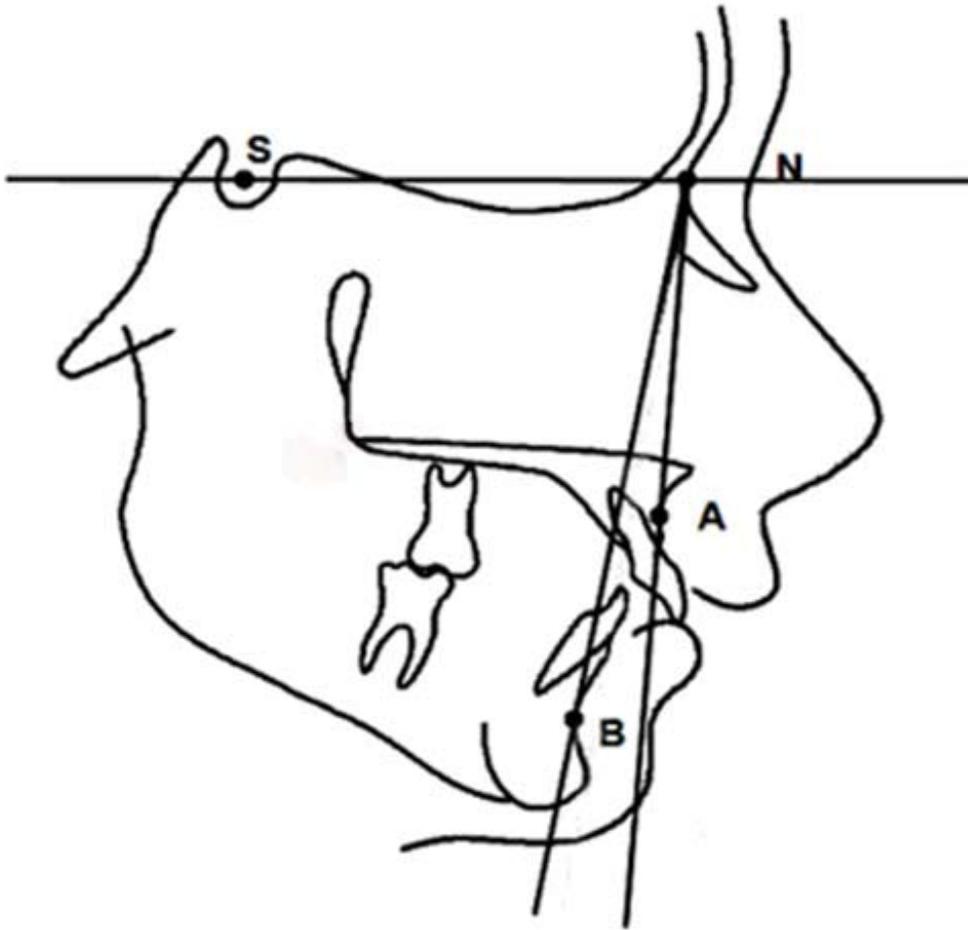


Abb. 4-1 Messvariablen zur Ermittlung der sagittalen Kieferrelation: SNA, SNB, ANB

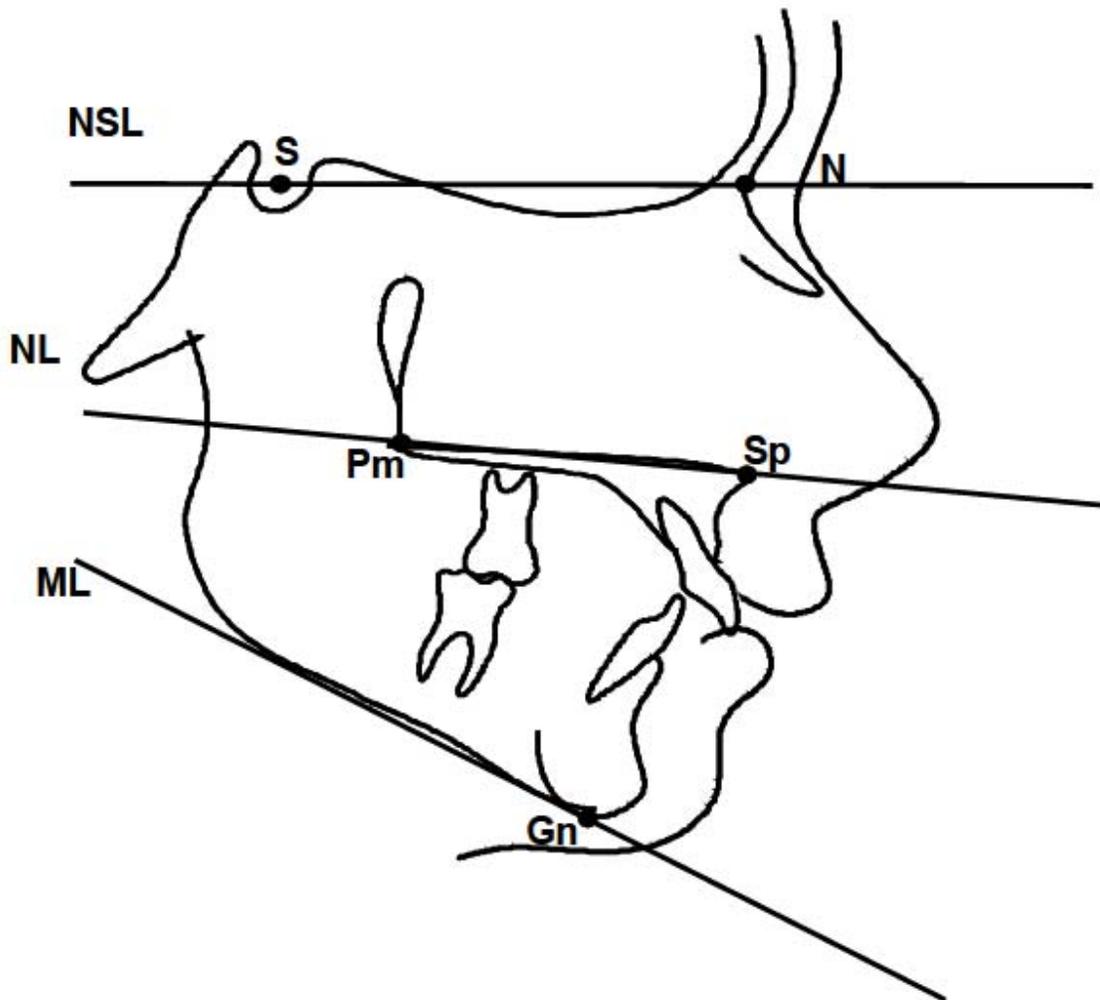


Abb. 4-2 Messvariablen zur Ermittlung der vertikalen Kieferrelation: ML/NSL, NL/NSL und ML/NL

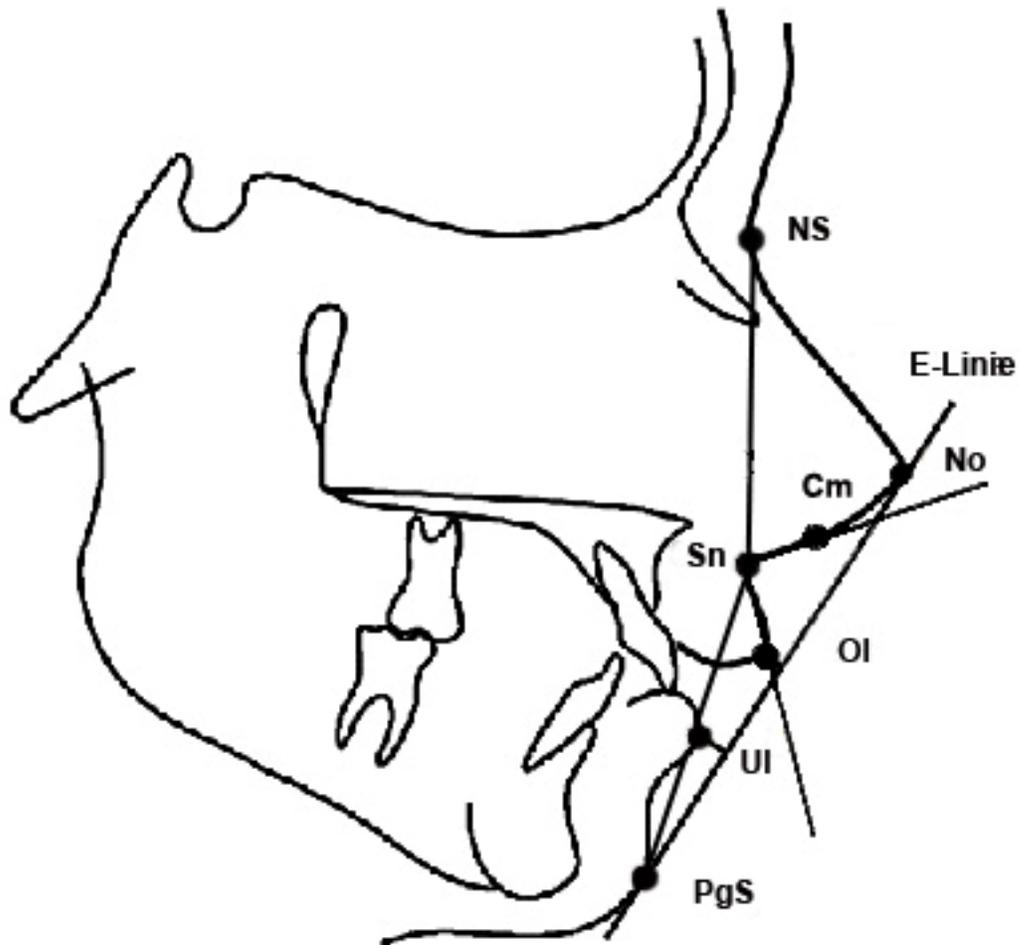


Abb. 4-3 Messvariablen zur Ermittlung der Lippenposition: OI-E-Linie und UI-E-Linie sowie des Subnasalwinkels (Cm-Sn-OI) und des Weichgewebe-Profilwinkels (NS-Sn-PgS)

4.3 SO-Analyse

Die SO-Analyse [13, 47] ist eine quantitative Analyse, die es ermöglicht, zwischen skelettalen und dentalen Komponenten, welche zu einer Veränderung der sagittalen Okklusion führen, zu unterscheiden. Dazu wurden für jeden Patienten auf Bild T1 die Okklusionslinie (OL) eingezeichnet und eine dazu senkrechte Linie durch den Punkt Sella gezogen. Diese Referenzlinie wurde Okklusionslinie perpendicularare genannt (OLp). Beide Linien wurden als Referenzkreuz für die linearen Messungen der SO-Analyse verwendet. Durch Superimposition des Bildes T2 auf T1 über die wachstumsstabilen Strukturen der vorderen Schädelbasis wurde das OL/OLp Referenzkreuz auf Bild T2 übertragen. Alle Messungen erfolgten senkrecht zu OLp und parallel zu OL (Abb. 4-4).

Kephalometrische Referenzpunkte bei der SO-Analyse (Abb. 4-4)

S	<i>Sella</i> Der Mittelpunkt der knöchernen Krypte der Sella turcica
A	<i>A-Punkt</i> Der tiefste Punkt der Einziehung im Bereich der anterioren Kontur des Processus alveolaris des Oberkiefers
Pg	<i>Pogonion</i> Der am weitesten nach anterior vorspringende Punkt des knöchernen Kinns

is	<i>Incision superior</i> Die Schneidekante des am weitesten vorstehenden oberen mittleren Schneidezahnes
ii	<i>Incision inferior</i> Die Schneidekante des am weitesten vorstehenden unteren mittleren Schneidezahnes
ps	<i>Premolare superior (nur Extraktions-Gruppe)</i> Der distale Kontaktpunkt des zweiten bleibenden oberen Prämolaren
ms1	<i>Molare superior primus (nur Herbst-Gruppe)</i> Der mesiale Kontaktpunkt des ersten bleibenden oberen Molaren
ms2	<i>Molare superior secundus (nur Extraktions-Gruppe)</i> Der mesiale Kontaktpunkt des zweiten bleibenden oberen Molaren
mi1	<i>Molare inferior primus</i> Der mesiale Kontaktpunkt des ersten bleibenden unteren Molaren

Bei den Referenzpunkten ps und ms1 handelt es sich um korrespondierende Werte.

Kephalometrische Referenzlinien bei der SO-Analyse (Abb. 4-4)

- OL** *Okklusionslinie*
Verbindungsline zwischen der distobukkalen Höckerspitze des ersten unteren bleibenden Molaren und dem Mittelpunkt der Verbindungsline is-ii. Die Okklusionslinie wurde am FRS vor der Behandlung (T1) definiert und nach Überlagerung über die wachstumsstabilen Strukturen der vorderen Schädelbasis auf das FRS nach der Behandlung übertragen (T2).
- OLp** *Okklusionslinie perpendiculare*
Konstruierte Senkrechte auf die OL durch den Punkt Sella (S). Diese Linie wurde am FRS vor der Behandlung (T1) definiert und nach Überlagerung über die wachstumsstabilen Strukturen der vorderen Schädelbasis auf das FRS nach der Behandlung übertragen (T2).
- OB** *Overbite*
Differenz der senkrechten vertikalen Abstände der Schneidekanten des oberen Inzisivus (is) und des unteren Inzisivus (ii) zu OL in mm (is-Werte oberhalb von OL und ii-Werte unterhalb von OL wurden mit einem negativen Vorzeichen versehen).

Messvariablen der SO-Analyse

1. is/OL minus ii/OL	Overbite
2. is/OLp minus ii/OLp	Overjet
3. ps/OLp minus $mi1/OLp$	Prämolaren-/Molarenrelation (Extraktions-Gruppe)
4. $ms1/OLp$ minus $mi1/OLp$	Molarenrelation (Herbst-Gruppe)
5. $ms2/OLp$ minus $mi1/OLp$	Molarenrelation (Extraktions-Gruppe)
6. $ms2/OLp$ minus ps/OLp	Extraktionslücke (Extraktions-Gruppe)
7. A/OLp	Position der Maxilla
8. Pg/OLp	Position der Mandibula

9. ps/OLp	Position des oberen zweiten Prämolaren (Extraktions-Gruppe)
10.ms1/OLp	Position der oberen ersten Molaren (Herbst-Gruppe)
11.ms2/OLp	Position des zweiten oberen Molaren (Extraktions-Gruppe)
12.mi1/OLp	Position der unteren ersten Molaren
13.is/OLp	Position des oberen zentralen Schneidezahnes
14.ii/OLp	Position des unteren zentralen Schneidezahnes

Bei den Messvariablen (3) und (4) bzw. (9) und (10) handelt es sich um korrespondierende Werte.

Veränderungen der Variablen während der Behandlung werden durch eine Differenzbildung (d) dargestellt. Veränderungen der Variablen 7. und 8. sind skelettal bedingt, während die Veränderungen der Variablen 9. bis 14. sowohl skelettaler als auch dentaler Ursache sind. Alleinige dentale Veränderungen wurden durch folgende Kalkulationen ermittelt:

15. is/OLp minus A/OLp (d)	Veränderung der Position des oberen zentralen Schneidezahnes innerhalb der Maxilla
16. ii/OLp minus Pg/OLp (d)	Veränderung der Position des unteren zentralen Schneidezahnes innerhalb der Mandibula
17. ps/OLp-A/OLp (d)	Veränderung der Position des oberen zweiten Prämolaren innerhalb der Maxilla (Extraktions-Gruppe)
18. ms1/OLp minus A/OLp (d)	Veränderung der Position des oberen ersten Molaren innerhalb der Maxilla (Herbst-Gruppe)
19. mi1/OLp minus Pg/OLp (d)	Veränderung der Position des unteren ersten Molaren innerhalb der Mandibula
20. ms2/OLp minus A/OLp (d)	Veränderung der Position des oberen zweiten Molaren in der Maxilla (Extraktions-Gruppe)

Bei den Messvariablen (17) und (18) handelt es sich um korrespondierende Werte.

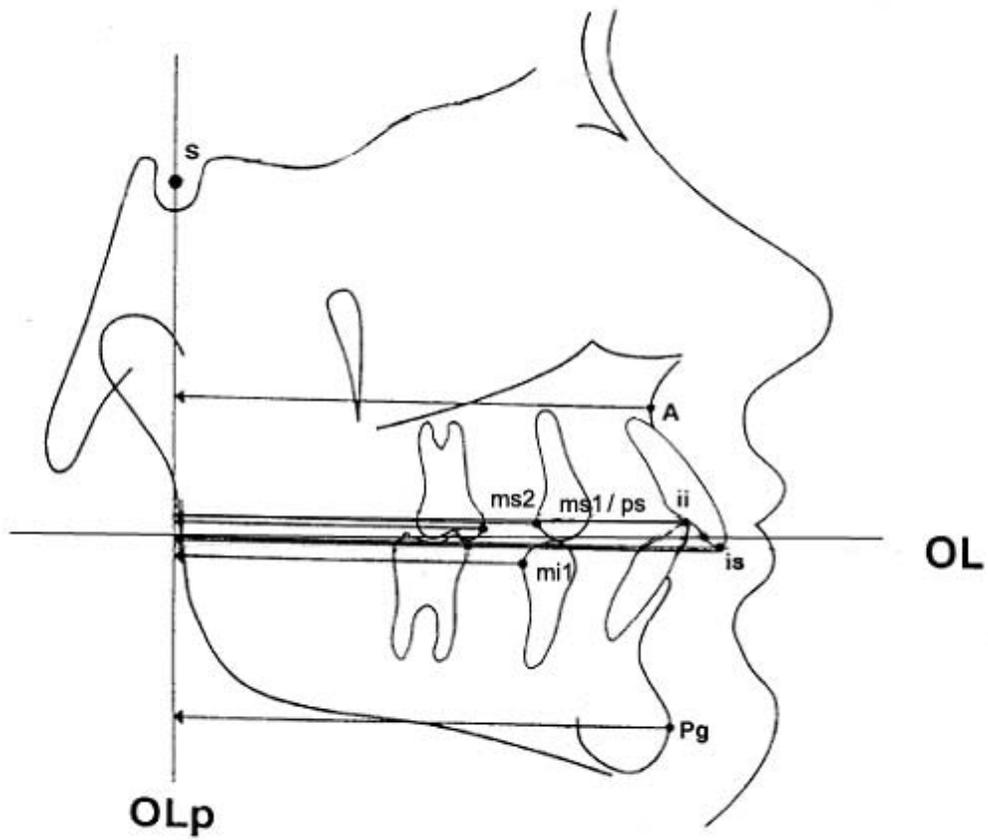


Abb. 4-4 Darstellung der verwendeten kephalometrischen Referenzpunkte und -linien bei der SO-Analyse

4.4 Statistische Methoden

Die Datenerfassung erfolgte im Programm Microsoft Excel 2003. Die statistische Auswertung wurde von E. Bronkhorst, Statistiker des University Medical Centers Nijmegen/Niederlande mittels des Statistikprogramms SPSS Version 12.0.1 durchgeführt.

Die Daten wurden mit dem Levene Test auf Normalverteilung überprüft. Für die verschiedenen kephalometrischen Variablen wurden der arithmetische Mittelwert (MW) und die Standardabweichung (SD) berechnet. Alle genannten Werte (in Grad oder mm) wurden auf eine Stelle hinter dem Komma gerundet. Bei Werten ≥ 5 hinter dem Komma wurde aufgerundet, bei Werten ≤ 5 hinter dem Komma abgerundet.

Der Student t-Test für abhängige Stichproben diente zur Überprüfung der Variablenveränderungen innerhalb der Gruppen. Zur Beurteilung der Gruppenunterschiede wurde der Student t-Test für unabhängige Stichproben verwendet.

Bei der statistischen Berechnung kamen folgende Signifikanzniveaus zur Anwendung:

$p \geq 0,05$ (ns = nicht signifikant)

$p < 0,05$ (*)

$p < 0,01$ (**)

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

4.5 Methodenfehler

Der totale Methodenfehler (MF), resultierend aus Durchzeichnung, Superponierung und Auswertung der FRS, wurde anhand von Doppelauswertungen der Röntgenbilder (15 Patienten der Herbst-Gruppe; 15 Patienten der Extraktions-Gruppe) im Abstand von zwei Wochen bestimmt. Zur Berechnung des Methodenfehlers wurde die Formel nach Dahlberg (1940) verwendet:

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

d= Differenz der Doppelauswertung

n= Anzahl der Patienten

Der Methodenfehler (Tab. 4-1; 4-2) überstieg in der Extraktions-Gruppe in keinem Fall 0,78 mm respektive 1,03° bzw. in der Herbst-Gruppe 0,40 mm respektive 0,79° für die verwendeten Strecken- bzw. Winkelmessungen

Tab. 4-1 Methodenfehlerbestimmung nach Doppelauswertung der FRS von 15 Patienten der Extraktions-Gruppe und 15 Patienten der Herbst-Gruppe. Dargestellt sind die Methodenfehler der Standard-Analyse für die Behandlungsveränderungen (T2-T1)

Standard-Analyse	Extraktion (T2-T1)	Herbst (T2-T1)
SNA (°)	0,31	0,41
SNB (°)	0,19	0,22
ANB (°)	0,36	0,36
NL/NSL (°)	0,39	0,25
ML/NSL (°)	0,57	0,66
ML/NL (°)	0,67	0,52
NS-Sn-Pg(°)	0,29	0,47
Cm-Sn-OI (°)	1,03	0,79
UI-E-Linie (mm)	0,51	0,26
OI-E-Linie (mm)	0,53	0,17

Tab. 4-2 Methodenfehlerbestimmung nach Doppelauswertung der FRS von 15 Patienten der Extraktions-Gruppe und 15 Patienten der Herbst-Gruppe. Dargestellt sind die Methodenfehler der SO-Analyse für die Behandlungsveränderungen (T2-T1).

SO-Analyse	Extraktion (T2-T1)	Herbst (T1)
1. Overbite (mm) is/OL-ii/OL	0,16	0,18
2. Overjet is/OLP-ii/OLp (mm)	0,22	0,15
3. Prämolaren-/Molarenrelation ms1/OLp – mi1/OLp (mm)	0,28	
4. Molarenrelation ms1/OLp-mi/OLp		0,26
5. Molaren Relation ms2/OLp-mi1/OLp (mm)	0,41	
6. Extraktionslücke Maxilla ms2/OLp-ms1/OLp (mm)	0,31	
7. Position Maxilla A/OLp (mm)	0,36	0,30
8. Position Mandibula Pg/OLp (mm)	0,78	0,40
15. Oberer Inzisivus is/OLp (d) – A/OLp (d) (mm)	0,45	0,20
16. Unterer Inzisivus ii/OLp (d)– Pg/ OLp (d) (mm)	0,37	0,24
17. / 18. Oberer Prämolarmolar; Oberer Molar ps/OLp (d)-A/OLp(d) (mm) ms1/OLp(d) – A/OLp(d) (mm)	0,30	0,26
19. Unterer Molar mi1/OLp (d) – Pg/OLp(d) (mm)	0,37	0,25
20. Oberer Molar ms2/OLp (d) - A/OLp (d)(mm)	0,45	

5. Ergebnisse

Die Behandlung führte in beiden Gruppen und bei allen Patienten zu einer Normalisierung von Overjet und Overbite, sowie zu einem vollständigen Lückenschluss in der Extraktions-Gruppe. In der Extraktions-Gruppe konnten eine Neutralokklusion der zweiten bleibenden Molaren im Oberkiefer mit den ersten bleibenden Molaren im Unterkiefer erreicht, und auch die Prämolaren und Eckzähne in Neutralokklusion eingestellt werden. In der Herbst-Gruppe wurde Neutralokklusion im Molaren und Eckzahngebiet erreicht.

5.1 Extraktions-Gruppe

Die kephalometrischen Messwerte der 79 Patienten der Extraktions-Gruppe zur Ermittlung der dentalen und skelettofazialen Morphologie (Standard-Analyse) und der sagittalen Okklusionsveränderungen (SO-Analyse) sind in den Tabellen 5-1 und 5-2 aufgeführt.

5.2 Herbst-Gruppe

Die kephalometrischen Messwerte der 75 Patienten der Herbst-Gruppe zur Ermittlung der dentalen und skelettofazialen Morphologie (Standard-Analyse) und der sagittalen Okklusionsanalyse (SO-Analyse) sind in den Tabellen 5-3 und 5-4 aufgeführt.

5.3 Gruppenvergleich

Die kephalometrischen Messwerte zur Ermittlung der dentalen und skelettofazialen Morphologie (Standard-Analyse) und der sagittalen Okklusionsveränderungen (SO-Analyse) im Gruppenvergleich (Extraktions-Gruppe versus Herbst-Gruppe) zum Zeitpunkt T1 sind in Tabellen 5-5 und 5-6 aufgeführt, die zum Zeitpunkt T2 in den Tabellen 5-7 und 5-8.

Tab 5-1

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 79 Patienten mit einer Klasse II,1 Dysgnathie. T1= vor der Behandlung; T2= nach der Behandlung.

Variablen		T1		T2		T2-T1				Bedeutung
		MW	SD	MW	SD	MW	SD	t	p	
Profilkonvexität	NS-Sn-Pg (°)	155,6	5,11	156,6	5,44	+1,1	2,97	3,14	*	Abnahme der Konvexität
Nasolabialwinkel	Cm-Sn-OI (°)	116,2	9,53	119,2	11,01	+3,0	6,54	4,12	***	Zunahme Konvexität
Sagittale Kieferlagebeziehung	SNA (°)	81,3	3,53	79,4	4,16	-1,8	2,22	-7,25	***	Normalisierung
	SNB (°)	74,9	3,72	74,4	3,69	-0,5	1,74	-2,52	*	Verkleinerung
	ANB (°)	6,4	2,34	5,0	2,32	-1,5	1,55	-8,33	***	Normalisierung
Vertikale Kieferlagebeziehung	NL/NSL (°)	8,9	3,05	9,0	3,65	+0,1	1,83	0,40	n.s.	unverändert
	ML/NSL (°)	35,5	5,50	35,7	6,45	+0,2	2,68	0,76	n.s.	unverändert
	ML/NL (°)	26,6	4,70	27,3	5,25	+0,7	2,81	2,31	*	Vergrößerung
	Li E-Linie (mm)	0,6	2,58	-1,1	2,85	-1,7	2,43	-6,20	***	Retrusion der Unterlippe
	Ls E-Linie (mm)	-0,3	2,99	-3,0	3,15	-2,7	2,48	-9,75	***	Retrusion der Oberlippe

p<0,001 (***); p<0,05 (*); p≥ 0,05 (ns)

Tab. 5-2

SO-Analyse: Röntgenkephalometrische Werte (MW, SD) zur Analyse sagittaler Okklusionsveränderungen bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (**Begg-Technik**) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 79 Patienten mit einer Klasse II,1 Dysgnathie.

Variablen		T1		T2		T2-T1				Bedeutung
		MW	SD	MW	SD	MW	SD	t	p	
1. Overbite	is/OL-ii/OL	3,2	2,53	1,8	0,96	-1,4	2,33	-5,45	***	Normalisierung
2. Overjet	is/OLp-ii/OLp	8,2	1,91	3,0	1,63	-5,3	2,12	-22,1	***	Normalisierung
3. Prämolaren-/ Molarenrelation ^)	ps/OLp-mi1/OLp	1,3	1,87	-3,6	1,77	-4,9	1,86	23,70	***	Richtung Klasse I
5. Molarenrelation ^)	ms2/OLp-mi/OLp	-9,8	1,32	-3,6	1,77	+6,3	1,73	32,03	***	Richtung Klasse I
6. Extraktionslücke	ms2/OLp-ms1/OLp	11,2	1,68	0	0,00	-11,2	1,67	-59,39	***	Lückenschluss
7. Position Maxilla	A/OLp	79,5	3,91	79,1	4,73	-0,3	2,69	-1,13	n.s.	Rückverlagerung
8. Position Mandibula	Pg/OLp	77,4	4,86	78,9	6,25	+1,5	3,88	3,45	**	Vorverlagerung
9. Oberer zweiter Prämolar	ps/OLp	54,9	3,64	53,2	4,27	-1,6				
11. Oberer zweiter Molar	ms2/OLp	43,7	3,89	53,2	4,27	+9,6				
12. Unterer erster Molar	mi1 /OLp	53,5	4,12	56,8	4,71	+3,3				
13. Oberer Inzisivus	is/OLp	87,7	4,68	85,1	4,96	-2,6				
14. Unterer Inzisivus	ii /OLp	79,5	4,63	82,1	5,10	+2,7				
15. Oberer Inzisivus	is/OLp-A/OLp					-2,3	2,42	-8,16	***	Retrusion
16. Unterer Inzisivus	ii/OLp-Pg/ OLp					+1,2	1,99	5,29	***	Protrusion
17. Oberer zweiter Prämolar	ps/OLp-A/OLp					-1,2	2,22	-5,06	**	Distalisation
19. Unterer erster Molar	mi1/OLp-Pg/OLp					+1,8	1,99	8,21	***	Mesialisation
20. Oberer zweiter Molar	ms2/OLp-A/OLp					9,9	5,28	17,90	***	Mesialisation

^) Plus (+) bedeutet Klasse-II-Relation; Minus (-) bedeutet Klasse-I-Relation
 p<0,001 (***); p<0,01(**); p≥ 0,05 (ns)

Tab. 5-3

Standard Analyse: Röntgenkephalometrische Werte (MW, SD) zur Beschreibung der skelettofazialen Morphologie bei der Behandlung mit Multibracketapparat und dem **Herbst-Scharnier**.

Variablen		T1		T2		T2-T1				Bedeutung
		MW	SD	MW	SD	MW	SD	t	p	
Profilkonvexität	NS-Sn-Pg (°)	156,8	5,41	158,7	4,92	+1,8	3,77	4,20	***	Abnahme der Konvexität
Nasolabialwinkel	Cm-Sn-OI (°)	114,0	8,88	114,7	8,83	+0,7	6,22	0,98	n.s.	Zunahme der Konvexität
Sagittale Kieferlagebeziehung	SNA (°)	81,1	3,34	80,4	3,29	-0,7	1,85	-3,31	*	Normalisierung
	SNB (°)	74,9	2,86	75,9	3,11	+1,0	1,97	4,38	***	Normalisierung
	ANB (°)	6,3	1,97	4,5	2,07	-1,8	1,71	-9,21	***	Normalisierung
Vertikale Kieferlagebeziehung	NL/NSL (°)	9,4	3,20	9,5	3,49	+0,1	2,34	0,25	n.s.	unverändert
	ML/NSL (°)	32,8	5,51	32,7	5,82	-0,2	2,46	-0,56	n.s.	unverändert
	ML/NL (°)	23,8	5,18	23,1	5,26	-0,7	2,55	-2,35	*	Verkleinerung
	Li E-Linie (mm)	0,3	3,02	-0,8	2,36	-1,1	2,35	-4,08	***	Retrusion der Unterlippe
	Ls E-Linie (mm)	-0,5	2,76	-2,9	2,26	-2,4	1,96	-10,81	***	Retrusion der Oberlippe

p<0,001 (***); p<0,05 (*); p≥ 0,05 (ns)

Tab.5-4

SO-Analyse: Röntgenkephalometrische Werte (MW, SD) zur Analyse sagittaler Okklusionsveränderungen bei der Behandlung mit Multibracketapparat und dem **Herbst-Scharnier**.

Variablen		T1		T2		T2-T1				Bedeutung
		MW	SD	MW	SD	MW	SD	t	p	
1. Overbite	is/OL-ii/OL	4,4	2,08	1,9	0,85	-2,5	2,12	-10,05	***	Normalisierung
2. Overjet	is/OLp-ii/OLp	7,7	2,65	2,94	0,91	-4,7	2,67	-15,53	***	Normalisierung
4. Molarenrelation ^)	ms1/OLp-mi1/OLp	1,75	1,67	-2,16	1,40	-3,9	1,76	-19,21	***	Richtung Klasse I
7. Position Maxilla	A/OLp	79,4	4,26	79,8	4,71	+0,4	2,78	1,10	n.s.	Vorverlagerung
8. Position Mandibula	Pg/OLp	77,5	4,80	80,6	6,30	+3,1	3,99	6,70	***	Vorverlagerung
10. Oberer erster Molar	ms1/OLp	54,7	4,11	55,4	4,88	+0,8				
12. Unterer erster Molar	mi1/OLp	53,0	4,35	57,5	5,40	+4,7				
13. Oberer Inzisivus	is/OLp	86,6	5,13	86,0	5,57	-0,6				
14. Unterer Inzisivus	ii /OLp	78,9	4,80	83,1	5,47	+4,21				
15. Oberer Inzisivus	is/OLp-A/OLp					-0,9	2,85	-2,8	**	Retrusion
16. Unterer Inzisivus	ii/OLp-Pg/OLp					+1,1	2,58	3,8	***	Protrusion
18. Oberer erster Molar	ms1/OLp-A/OLp					+0,4	1,96	-1,7	n.s.	Mesialisation
19. Unterer erster Molar	mi1/OLp-Pg/OLp					+1,6	2,14	6,40	***	Mesialisation

^) Plus (+) bedeutet Klasse-II-Relation; Minus (-) bedeutet Klasse-I-Relation
 p<0,001 (***); p<0,01 (**); p≥ 0,05 (ns)

Tab. 5-5

Standard-Analyse: Variablen im Gruppenvergleich (Gruppe Extraktion versus Gruppe Herbst) zum **Zeitpunkt T1**.

Variable T1		Extraktion MW	Herbst MW	MW-Diff.	p	95% Konfidenz- interval		Bedeutung
Profilkonvexität	NS-Sn-Pg (°)	155,6	156,9	-1,3	ns	-3,0	0,4	Ausgeprägtere Profilkonvexität in der Extraktions-Gruppe
Nasolabialwinkel	Cm-Sn-OI (°)	116,2	114,0	2,2	ns	-23,7	28,1	Ausgeprägtere Vergrößerung des Nasolabialwinkels in der Extraktions-Gruppe
Sagittale Kieferlagebeziehung	SNA (°)	81,3	81,1	0,2	ns	-0,9	1,3	Orthognathe Position der Maxilla in beiden Gruppen
	SNB (°)	74,9	74,9	0,0	ns	-1,1	1,1	Retrognathe Position der Mandibula in beiden Gruppen
	ANB (°)	6,4	6,3	0,1	ns	-0,6	0,8	Skelettale Klasse II-Relation in beiden Gruppen
Vertikale Kieferlagebeziehung	NL/NSL (°)	8,9	9,4	-0,5	ns	-1,5	0,5	Normale Inklination der Maxilla in beiden Gruppen
	ML/NSL (°)	35,5	32,8	2,7	***	0,4	4,0	Normale Inklination der Mandibula in beiden Gruppen
	ML/NL (°)	26,6	23,8	2,8	***	1,2	4,4	Größere Divergenz der Kieferbasen in der Extraktions-Gruppe
	Li E-Linie (mm)	0,6	0,3	0,3	ns	-0,6	1,2	Normale Position der Unterlippe in beiden Gruppen
	Ls E-Linie (mm)	-0,3	-0,5	0,2	ns	-0,7	1,1	Normale Position der Oberlippe in beiden Gruppen

p < 0,001 (***); p ≥ 0,05 (ns)

Tab. 5-6

SO-Analyse: Variablen im Gruppenvergleich (Gruppe Extraktion versus Gruppe Herbst) zum **Zeitpunkt T1**.

Variable T1		Extraktion MW	Herbst MW	MW-Diff.	p	95% Konfidenz-interval		Bedeutung
1. Overbite	is/OL-ii/OL	3,2	4,4	-1,2	*	-2,3	-0,2	Größerer Overbite in Herbst-Gruppe
2. Overjet	is/OLp-ii/OLp	8,2	7,7	0,5	ns	-0,6	1,6	Größerer Overjet in der Extraktions-Gruppe
3. Prämolaren- /Molarenrelation ^)	ps/OLp-mi1/OLp	1,3		-0,5	ns	-1,3	0,3	Ausgeprägtere Distalokklusion in der Herbst-Gruppe
4. Molarenrelation ^)	ms1/OLp-mi1/OLp		1,8					
7. Position Maxilla	A/OLp	79,5	79,4	0,1	ns	-1,2	1,4	Gleichwertige maxilläre Prognathie in beiden Gruppen
8. Position Mandibula	Pg/OLp	77,4	77,5	0,1	ns	-1,7	1,5	Gleichwertige mandibuläre Retrognathie in beiden Gruppen
9. Position des oberen zweiten Prämolaren	ps/OLp	54,9		0,2	ns	-1,1	1,5	Gleichwertige Position der oberen 2. Prämolaren respektive Molaren in beiden Gruppen
10. Position des oberen ersten Molaren	ms1/OLp		54,7					
12. Unterer erster Molar	mi1 /OLp	53,5	53,0	0,5	ns	-0,9	1,9	Gleichwertige Position der unteren ersten Molaren in beiden Gruppen
13. Oberer Inzisivus	is/OLp	87,7	86,6	1,1	ns	-0,5	2,7	Stärkere Protrusion der OK Front in der Extraktions-Gruppe
14. Unterer Inzisivus	ii /OLp	79,5	78,9	0,6	ns	-0,9	2,1	Gleichwertige Position der unteren Schneidezähne in beiden Gruppen

p < 0,05 (*); p ≥ 0,05 (ns)

Tab. 5-7

Standard-Analyse: Variablen im Gruppenvergleich (Gruppe Extraktion versus Gruppe Herbst) zum **Zeitpunkt T2**.

Variable T2		Extraktion MW	Herbst MW	MW-Diff.	p	95% Konfidenz- intervall		Bedeutung
Profilkonvexität	NS-Sn-Pg (°)	156,6	158,7	-2,1	*	-3,8	-0,4	Ausgeprägtere Profilkonvexität in der Extraktions-Gruppe
Nasolabialwinkel	Cm-Sn-OI (°)	119,2	114,7	4,5	**	1,3	7,7	Flacherer Nasolabialwinkel in der Extraktions-Gruppe
Sagittale Kieferlagebeziehung	SNA (°)	79,4	80,4	-1,0	ns	-2,2	0,2	Orthognathe Position der Maxilla beider Gruppen
	SNB (°)	74,4	75,9	-1,5	**	-2,6	-0,4	Retrognathere Position der Mandibula in der Extraktions-Gruppe
	ANB (°)	5,0	4,5	0,5	ns	-0,2	1,2	Skelettale Klasse I in beiden Gruppen
Vertikale Kieferlagebeziehung	NL/NSL (°)	9,0	9,5	-0,5	ns	-1,6	0,6	Normale Inklination der Maxilla in beiden Gruppen
	ML/NSL (°)	35,7	32,7	3,0	**	1,0	5,0	Normale Inklination der Mandibula in beiden Gruppen
	ML/NL (°)	27,3	23,1	4,2	***	2,5	5,9	Größere Divergenz der Kieferbasen in der Extraktions-Gruppe
	Li E-Linie (mm)	-1,1	-0,8	-0,3	ns	-1,2	0,6	Normale Position der Unterlippe in beiden Gruppen
	Ls E-Linie (mm)	-3,0	-2,9	-0,1	ns	-1,0	0,8	Normale Position der Oberlippe in beiden Gruppen

p < 0,001 (***); p < 0,001 (**); p < 0,05 (*); p ≥ 0,05 ns

Tab. 5-8

SO-Analyse: Variablen im Gruppenvergleich (Gruppe Extraktion versus Gruppe Herbst) zum **Zeitpunkt T2**.

Variable T2		Extraktion MW	Herbst MW	MW-Diff.	p	95% Konfidenz-interval		Bedeutung
1. Overbite	is/OL-ii/OL	1,8	1,9	-0,1	ns	-0,5	0,3	Normalisierung in beiden Gruppen
2. Overjet	is/OLp-ii/OLp	3,0	2,9	0,1	ns	-0,5	0,6	Normalisierung in beiden Gruppen
3. Prämolaren- /Molarenrelation ^)	ps/OLp-mi1/OLp	-3,6		-1,4	***	-2,1	-0,7	Ausgeprägtere dentale Korrektur Richtung Klasse I in der Extraktions-Gruppe
4. Molarenrelation ^)	ms1/OLp-mi1/OLp		-2,2					
7. Position Maxilla	A/OLp	79,1	79,8	-0,7	ns	-2,2	0,8	Gleichwertige maxilläre Prognathie beider Gruppen
8. Position Mandibula	Pg/OLp	78,9	80,6	-1,7	ns	-3,7	0,3	Norm Werte in beiden Gruppen
9. Position des oberen zweiten Prämolaren	ps/OLp	53,3		-2,1	**	-3,5	-0,6	Stärkerer Mesialstand der Prämolaren in der Herbst-Gruppe
10. Position des oberen ersten Molaren	ms1/OLp		55,4					
12. Unterer erster Molar	mi1 /OLp	56,9	57,6	-0,7	ns	-2,3	0,9	Gleichwertige Position der unteren, ersten Molaren beider Gruppen
13. Oberer Inzisivus	is/OLp	85,1	86,0	0,9	ns	-2,6	0,8	Stärkere Mesialstand der OK Front in der Herbst-Gruppe
14. Unterer Inzisivus	ii /OLp	82,1	83,1	1,0	ns	-2,7	0,7	Gleichwertige Position der unteren Schneidezähne beider Gruppen

p<0,001 (***); p<0,01(**); p≥ 0,05 (ns)

Tab. 5-9

Standard-Analyse: Behandlungsveränderungen während des **Zeitraumes T2-T1** im Gruppenvergleich (Gruppe Extraktion versus Gruppe Herbst).

Variable T2-T1		Extraktion MW	Herbst MW	MW-Diff.	p	95% Konfidenz- intervall		Bedeutung
Profilkonvexität	NS-Sn-Pg (°)	1,1	1,8	-0,7	ns	-1,8	0,4	Größere Reduktion der Konvexität in der Herbst-Gruppe
Nasolabialwinkel	Cm-Sn-OI (°)	3,0	0,7	2,3	*	0,2	4,4	Größere Zunahme der Konvexität in der Extraktions-Gruppe
Sagittale Kieferlagebeziehung	SNA (°)	-1,8	-0,7	-1,1	**	-1,8	-0,4	Größere Reduktion in der Extraktions-Gruppe
	SNB (°)	-0,5	1,0	-1,5	***	-2,1	-0,9	Größere Zunahme in der Herbst-Gruppe
	ANB (°)	-1,5	-1,8	0,3	ns	-0,2	0,8	Größere Reduktion in der Herbst-Gruppe
Vertikale Kieferlagebeziehung	NL/NSL (°)	0,1	0,1	0,0	ns	-0,7	0,7	Gleichwertige Vergrößerung in beiden Gruppen
	ML/NSL (°)	0,2	-0,2	0,4	ns	-0,4	1,2	Größere posteriore Neigung der Mandibula in der Extraktions-Gruppe
	ML/NL (°)	0,7	-0,7	1,4	**	0,5	2,3	Größere Divergenz der Kieferbasen in der Extraktions-Gruppe
	Li E-Linie (mm)	-1,7	-1,1	-0,6	ns	-1,4	0,2	Gleichwertige Position der Unterlippe in beiden Gruppen
	Ls E-Linie (mm)	-2,7	-2,5	-0,2	ns	-0,9	0,5	Gleichwertige Position der Oberlippe in beiden Gruppen

p < 0,001(***); p < 0,01 (**); p < 0,05 (*); p ≥ 0,05 (ns)

Tab. 5-10

SO-Analyse: Behandlungsveränderungen während des **Zeitraumes T2-T1** im Gruppenvergleich (Gruppe Extraktion und Herbst).

Variable T2-T1		Extraktion MW	Herbst MW	MW- Diff.	p	95% Konfidenz- intervall		Bedeutung
1. Overbite	is/OL-ii/OL	-1,4	-2,5	1,1	*	0,1	2,1	Größere Overbitekorrektur in der Herbst-Gruppe
2. Overjet	is/OLp-ii/OLp	-5,3	-4,8	0,5	ns	-1,6	0,6	Größere Overjetkorrektur in der Extraktions-Gruppe
3. Prämolaren- /Molarenrelation ^)	ps/OLp-mi1/OLp	-5,0		-1,1	**	-1,9	-0,3	Größere dentale Korrektur Richtung Klasse I in der Extraktions-Gruppe
4. Molarenrelation ^)	ms1/OLp-mi1/OLp		-3,9					
7. Position Maxilla	A/OLp	-0,3	0,3	-0,6	ns	-1,5	0,2	Größere Vorverlagerung der Maxilla in der Herbst-Gruppe
8. Position Mandibula	Pg/OLp	1,5	3,1	-1,6	*	-2,8	-0,3	Größere Vorverlagerung der Mandibula in der Herbst-Gruppe
9. Position des oberen zweiten Prämolaren	ps/OLp							
10. Position des oberen ersten Molaren	ms1/OLp							
12. Unterer erster Molar	mi1/OLp							
13. Oberer Inzisivus	is/OLp							
14. Unterer Inzisivus	ii /OLp							
15. Oberer Inzisivus	is/OLp-A/OLp	-2,2	-0,9	-1,3	***	-2,5	-0,1	Stärkere Retrusion der OK Front in der Extraktions-Gruppe
16. Unterer Inzisivus	ii/OLp-Pg/OLp	1,2	1,1	0,1	ns	-1,0	1,1	Annähernd gleiche Protrusion der unteren Schneidezähne in beiden Gruppen
17. Oberer zweiter Prämolar	ps/OLp-A/OLp	-1,3		-1,7	***	-2,6	-0,8	Distalisation des oberen, zweiten Prämolaren in der Extraktions-Gruppe; Mesialisation des oberen, ersten Molaren in der Herbst-Gruppe
18 Oberer erster Molar	ms1/OLp-A/OLp		0,4					
19. Unterer erster Molar	mi1/OLp-Pg/OLp	1,8	1,6	0,2	ns	-0,7	1,1	Annähernd gleiche Mesialisierung des ersten unteren Molaren in beiden Gruppen

Ergebnisse

5.4 Veränderungen der dentalen und skelettofazialen Morphologie (Standard Analyse)

Profilkonvexität (Weichgewebe)

NS-Sn-Pg (Abb. 5-1; 5-2)

Der Weichgewebe-Winkel vergrößerte sich in der Extraktions-Gruppe um durchschnittlich 1,05 Grad ($p < 0,05$). Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderung von ± 1 Grad (T2-T1) kam es bei 39 (49%) Patienten zu einer Abnahme der Konvexität (Winkelvergrößerung), und bei 18 (23%) Patienten zu einer Zunahme der Konvexität (Winkelverkleinerung). Bei 22 (28%) Patienten kam es zu keiner Veränderung. Die maximale Winkelvergrößerung betrug 8,0 Grad und die maximale Verkleinerung 8,5 Grad.

Der Weichgewebe-Winkel vergrößerte sich in der Herbst-Gruppe um durchschnittlich 1,82 Grad ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderung um ± 1 Grad (T2-T1) kam es bei 41 (55%) Patienten zu einer Abnahme der Konvexität (Winkelvergrößerung), und bei 12 (16%) Patienten zu einer Zunahme der Konvexität (Winkelverkleinerung). Bei 22 (29%) Patienten kam es zu keiner Veränderung. Die maximale Winkelvergrößerung betrug 5,0 Grad und die maximale Verkleinerung 12,0 Grad.

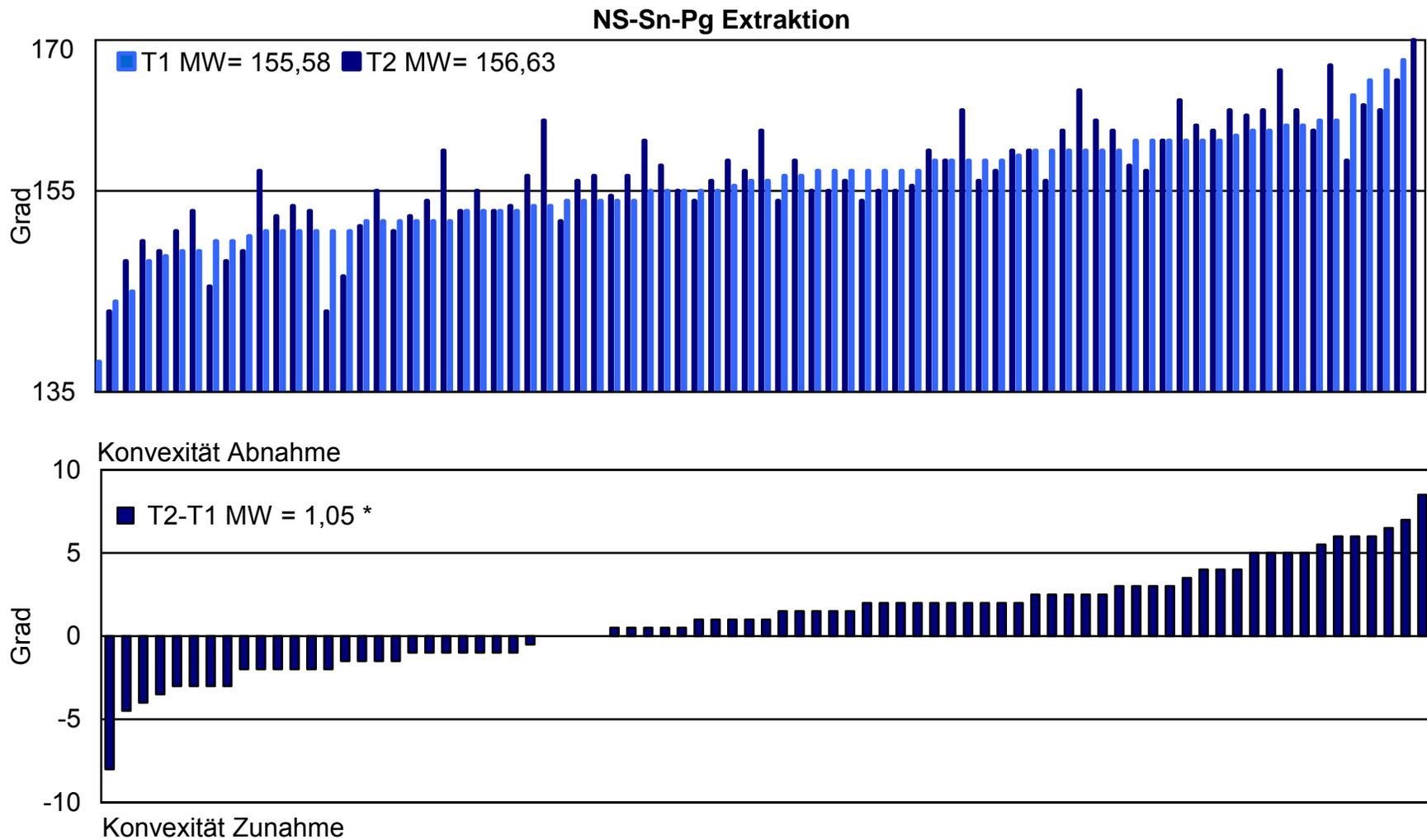
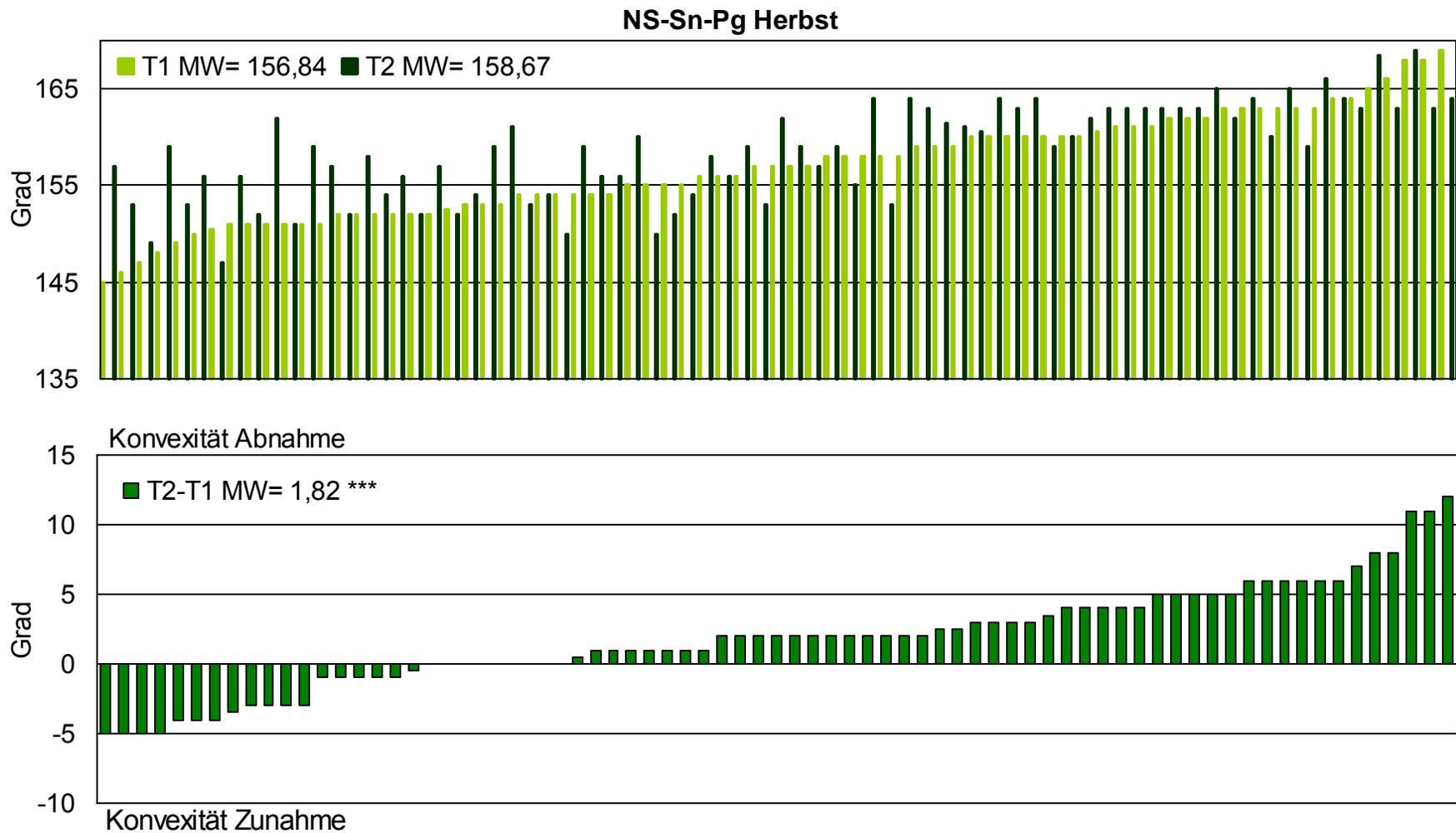


Abb. 5-1; **NS-Sn-Pg Extraktion**

Individuelle Messwerte des Winkels NS-Sn-Pg bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (**Begg-Technik**) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 79 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).



Ergebnisse

Abb. 5-2; **NS-Sn-Pg Herbst**
 Individuelle Messwerte des Winkels NS-Sn-Pg bei der Behandlung mit dem **Herbst-Scharnier**. Untersuchung von 75 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

Nasolabialwinkel (Weichgewebe)

Cm-Sn-OI (Abb. 5-3; 5-4)

Der Nasolabialwinkel vergrößerte sich in der Extraktions-Gruppe um durchschnittlich 3,03 Grad ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderung von +/- 1 Grad (T2-T1) kam es bei 22 (28%) Patienten zu einer Verkleinerung des Winkels und bei 47 (59%) Patienten zu einer Vergrößerung. Bei 10 (13%) Patienten gab es keine Veränderung. Die maximale Winkelvergrößerung betrug 18,0 Grad und die maximale Verkleinerung 14,0 Grad.

Der Nasolabialwinkel vergrößerte sich in der Herbst-Gruppe um durchschnittlich 0,70 Grad ($p \geq 0,05$). Unter Berücksichtigung des nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderung von +/- 1 Grad (T2-T1) kam es bei 27 (36%) Patienten zu einer Verkleinerung des Winkels und bei 33 (44%) Patienten zu einer Vergrößerung. Bei 15 (20%) Patienten kam es zu keiner Veränderung. Die maximale Winkelvergrößerung betrug 13,0 Grad und die maximale Verkleinerung 19,0 Grad.

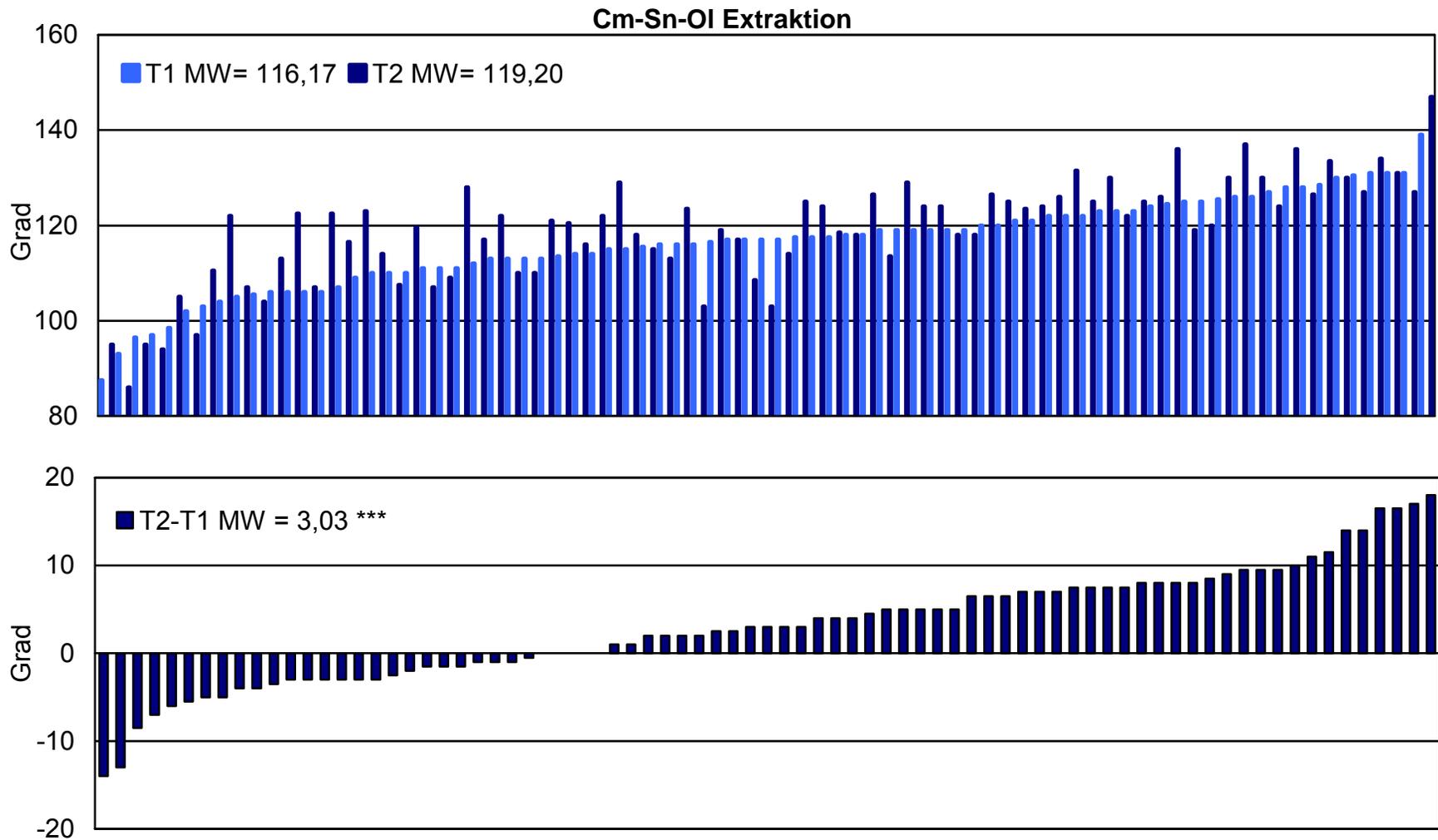
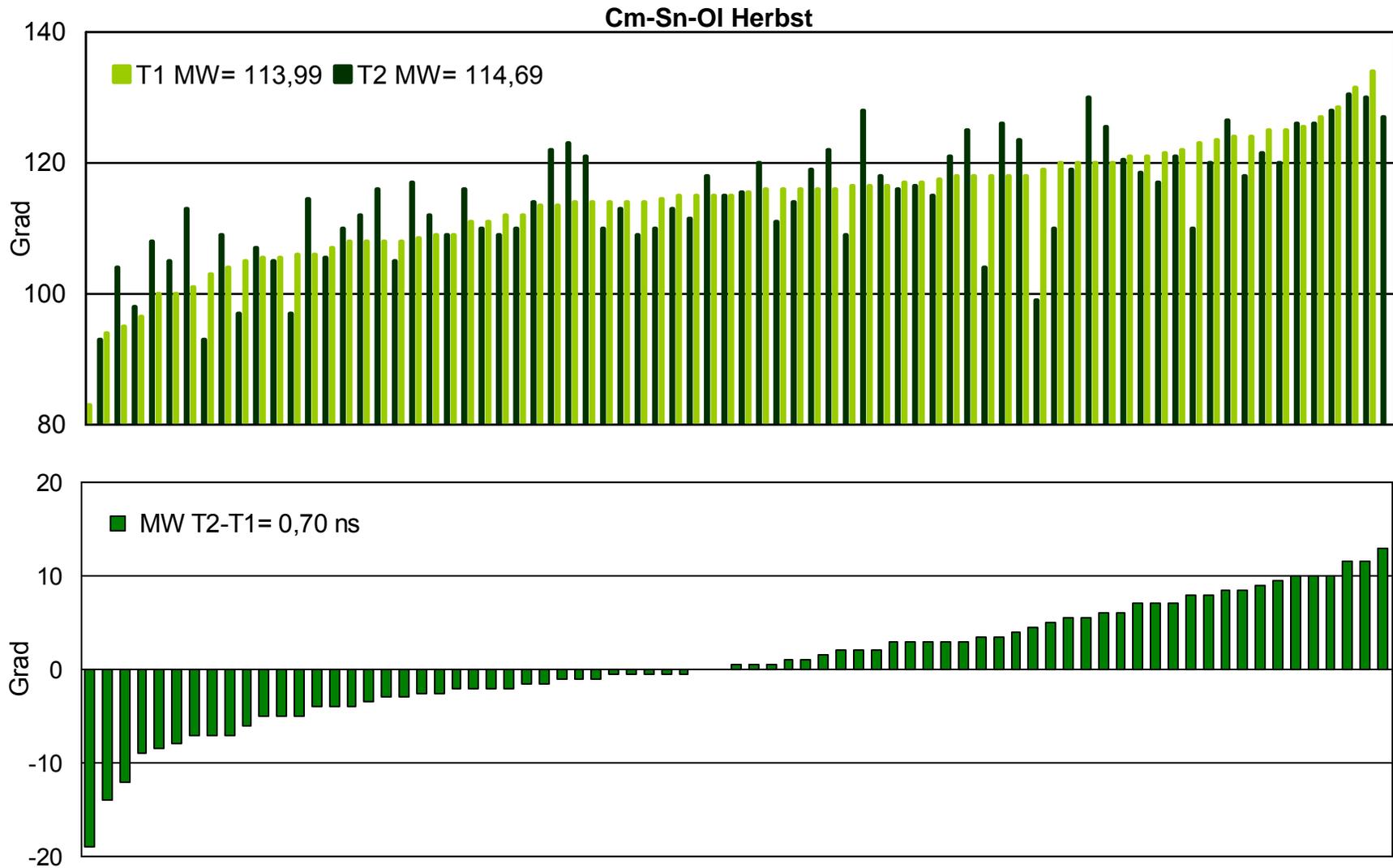


Abb. 5-3; **Nasolabialwinkel Extraktion**

Individuelle Messwerte des Nasolabialwinkels bei der Behandlung mit Multibracket-Apparat (**Begg-Technik**) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 79 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).



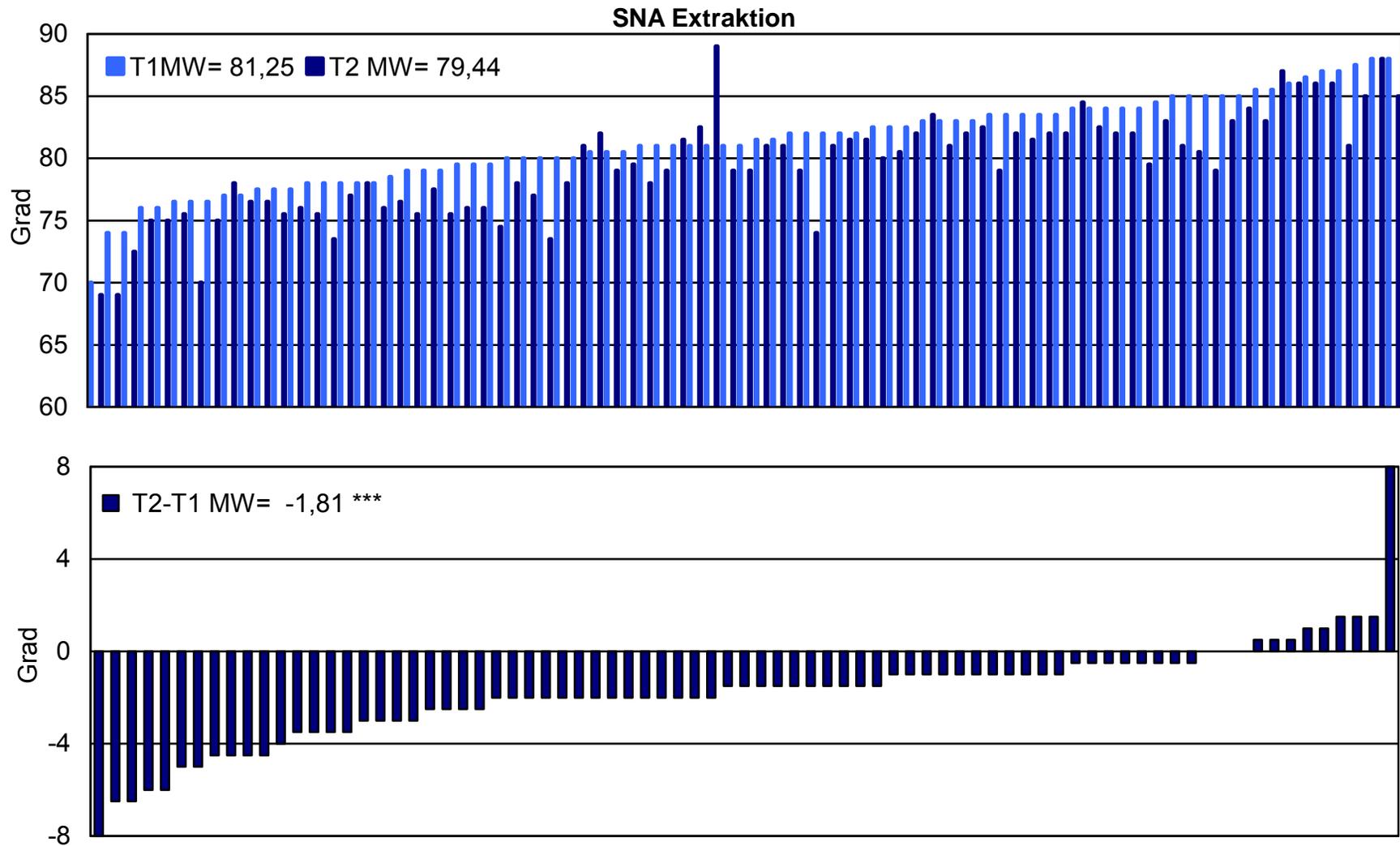
Ergebnisse

Abb. 5-4; **Nasolabialwinkel Herbst**
 Individuelle Messwerte des Nasolabialwinkels bei der Behandlung mit dem **Herbst-Scharnier**. Untersuchung von 75 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

SNA (Abb. 5-5; 5-6)

Der SNA-Winkel verkleinerte sich in der Extraktions-Gruppe um durchschnittlich 1,81 Grad ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderung von ± 1 Grad (T2-T1) kam es bei 48 (61%) Patienten zu einer Verkleinerung des Winkels und bei 4 (5%) Patienten zu einer Vergrößerung. Bei 27 (34%) Patienten erfolgte keine Veränderung. Die maximale Winkelvergrößerung betrug 8,0 Grad und die maximale Verkleinerung 8,0 Grad.

Der SNA-Winkel verkleinerte sich in der Herbst-Gruppe um durchschnittlich 0,70 Grad ($p < 0,05$). Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderung von ± 1 (T2-T1) kam es bei 7 (9%) Patienten zu einer Verkleinerung des Winkels und bei 25 (34%) Patienten zu einer Vergrößerung. Bei 43 (57%) Patienten erfolgte keine Veränderung. Die maximale Winkelvergrößerung betrug 4,0 Grad und die maximale Verkleinerung 6,0 Grad.

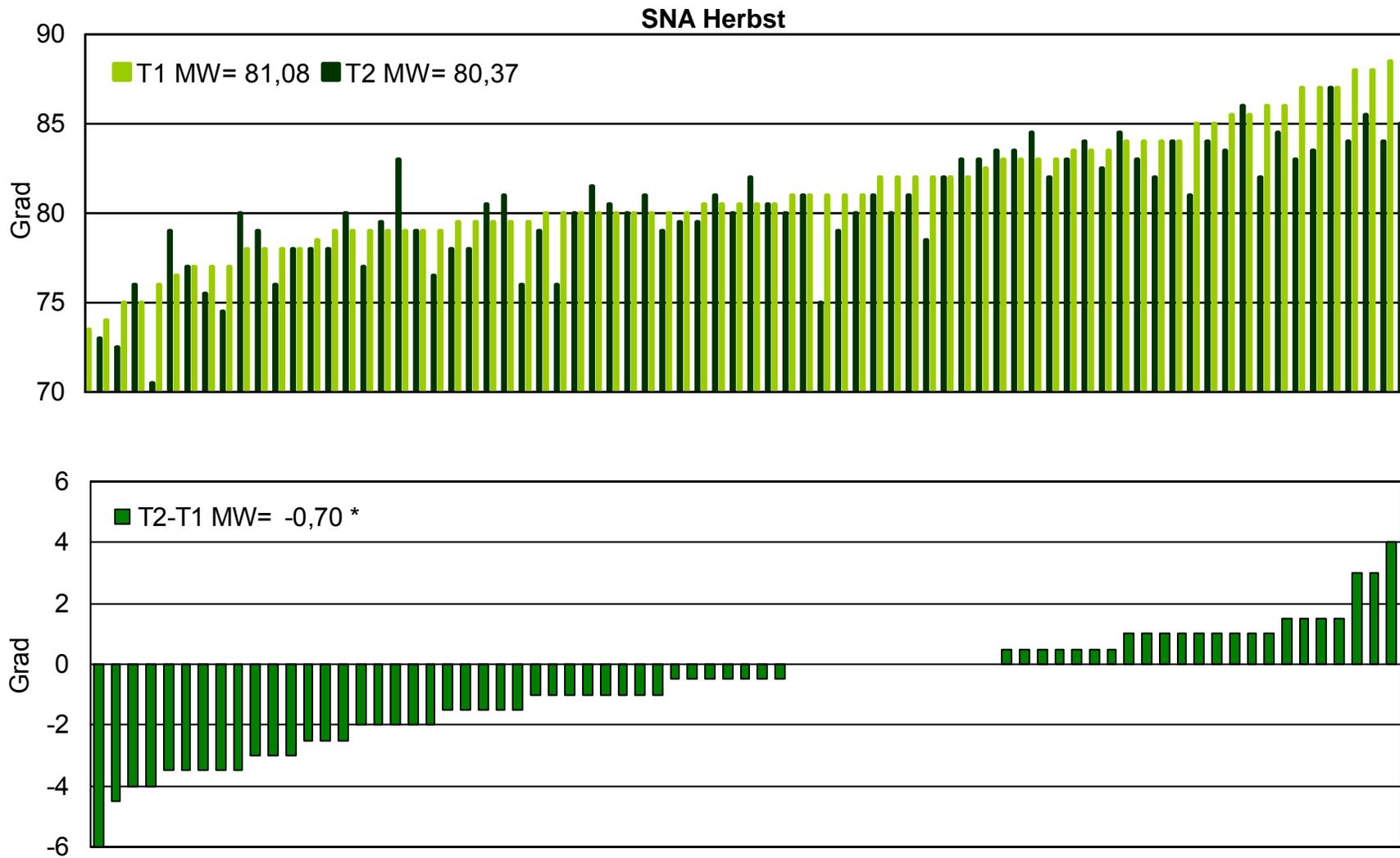


Ergebnisse

Abb. 5-5; **SNA Extraktion**

Individuelle Messwerte des Winkels ANB bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (**Begg-Technik**) und Extraktion der Zähne 16 und 26.

Untersuchung von 79 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).



Ergebnisse

Abb. 5-6; **SNA Herbst**
 Individuelle Messwerte des Winkels SNA bei der Behandlung mit dem **Herbst-Scharnier**. Untersuchung von 75 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

SNB (Abb. 5-7; 5-8)

Der SNB-Winkel verkleinerte sich in der Extraktions-Gruppe um durchschnittlich 0,49 Grad ($p < 0,05$). Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderung von ± 1 Grad (T2-T1) kam es bei 19 (24%) Patienten zu einer Verkleinerung des Winkels und bei 7 (9%) Patienten zu einer Vergrößerung. Bei 53 (67%) Patienten erfolgte keine Veränderung. Die maximale Winkelvergrößerung betrug 4,0 Grad und die maximale Verkleinerung 10,5 Grad.

Der SNB-Winkel vergrößerte sich in der Herbst-Gruppe um durchschnittlich 0,99 Grad ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderung von ± 1 (T2-T1) kam es bei 6 (8%) Patienten zu einer Verkleinerung des Winkels und bei 31 (41%) Patienten zu einer Vergrößerung. Bei 38 (51%) Patienten erfolgte keine Veränderung. Die maximale Winkelvergrößerung betrug 6,5 Grad und die maximale Verkleinerung 9,0 Grad.

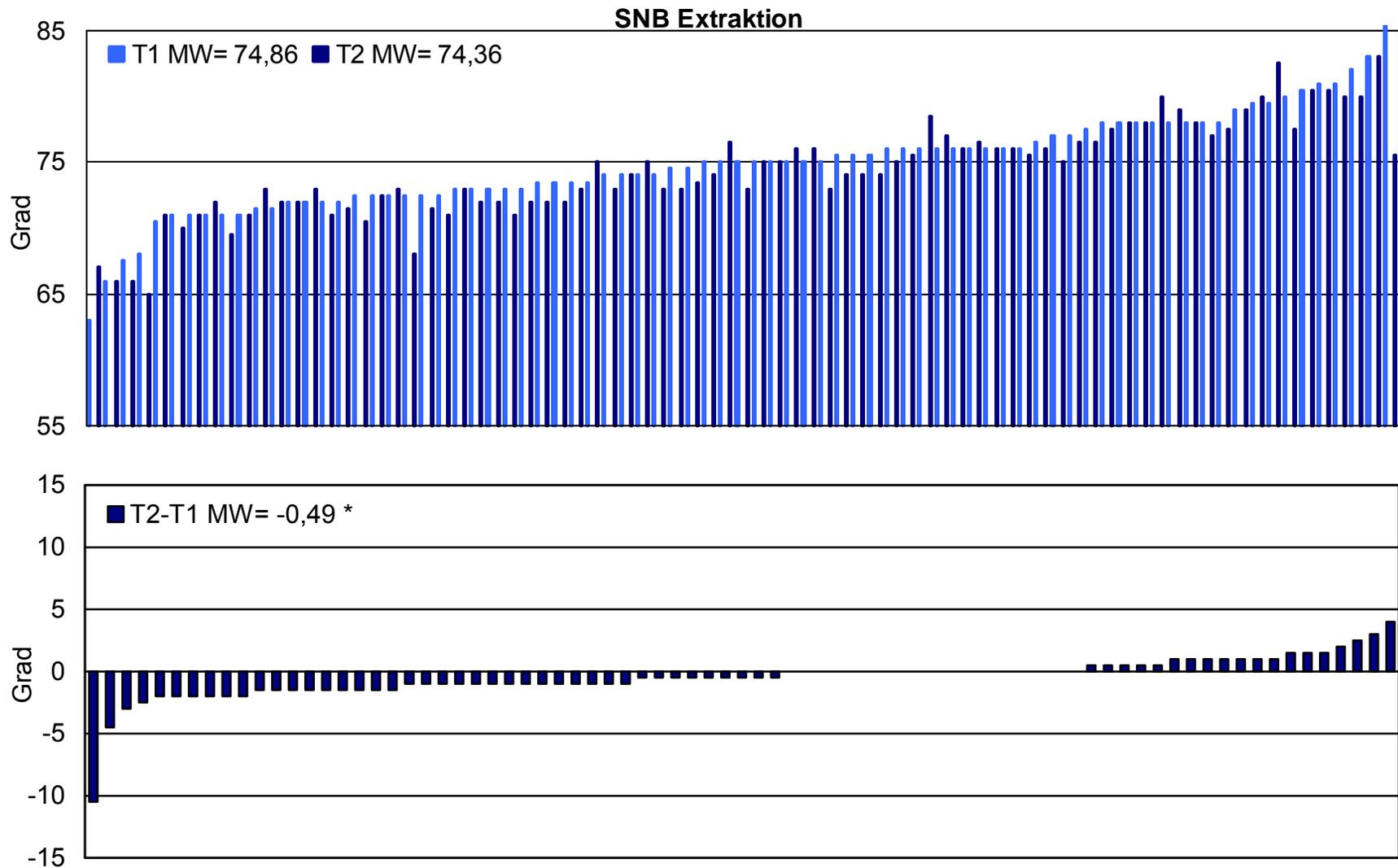


Abb. 5-7; **SNB Extraktion**

Individuelle Messwerte des Winkels SNB bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (**Begg-Technik**) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 79 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

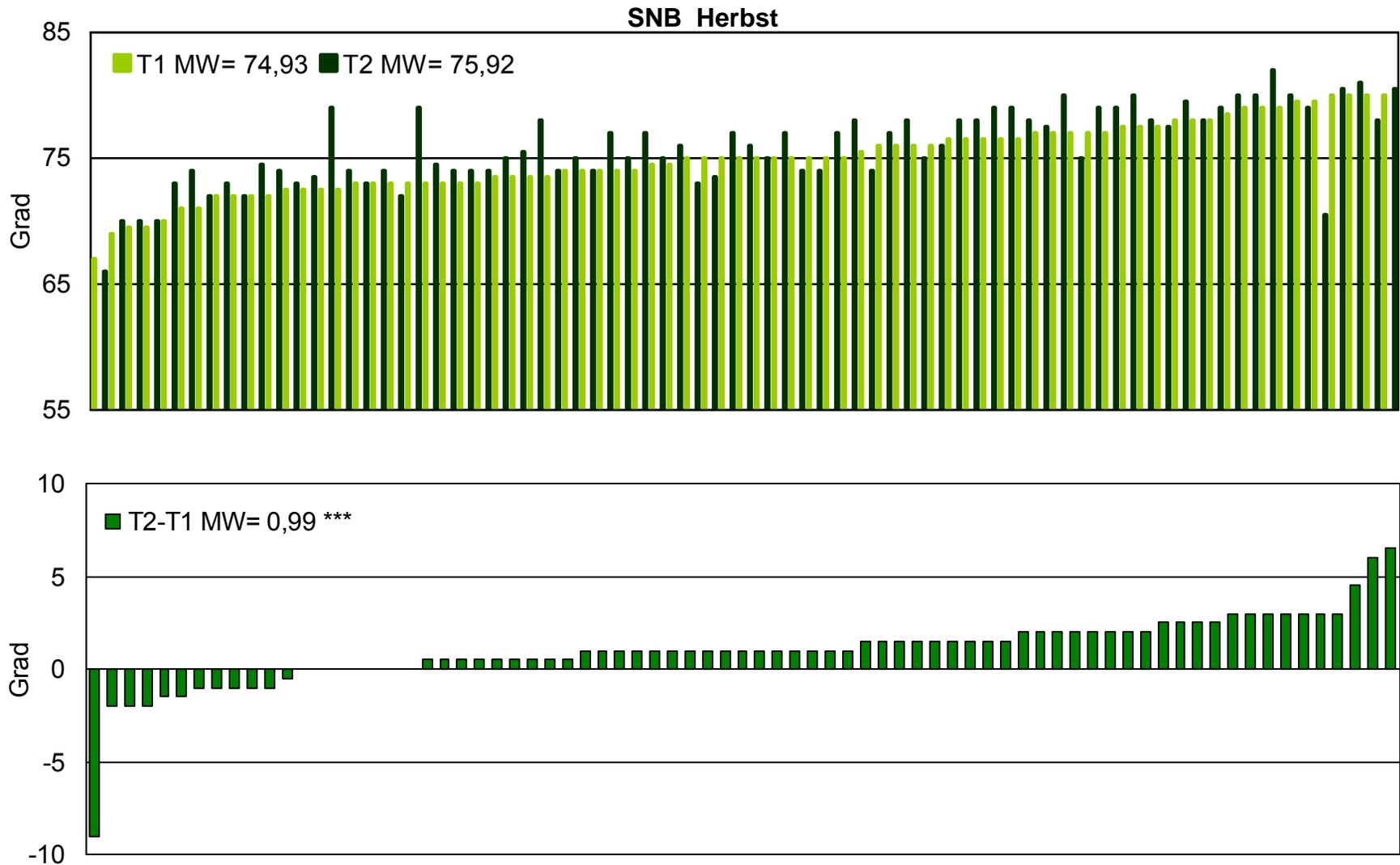


Abb. 5-8; **SNB Herbst**

Individuelle Messwerte des Winkels SNB bei der Behandlung mit dem **Herbst-Scharnier**. Untersuchung von 75 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

ANB (Abb. 5-9; 5-10)

Der ANB-Winkel verkleinerte sich in der Extraktions-Gruppe um durchschnittlich 1,45 Grad ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderung von ± 1 Grad (T2-T1) kam es bei 44 (56%) Patienten zu einer Verkleinerung des Winkels und bei 2 (2%) Patienten zu einer Vergrößerung. Bei 33 (42%) Patienten erfolgte keine Veränderung. Die maximale Winkelvergrößerung betrug 3,0 Grad und die maximale Verkleinerung 6,0 Grad.

Der ANB-Winkel verkleinerte sich in der Herbst-Gruppe um durchschnittlich 1,82 Grad ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderung von ± 1 (T2-T1) kam es bei 47 (63%) Patienten zu einer Verkleinerung des Winkels und bei 3 (4%) Patienten zu einer Vergrößerung. Bei 25 (33%) Patienten erfolgte keine Veränderung. Die maximale Winkelvergrößerung betrug 2,0 Grad und die maximale Verkleinerung 6,0 Grad.

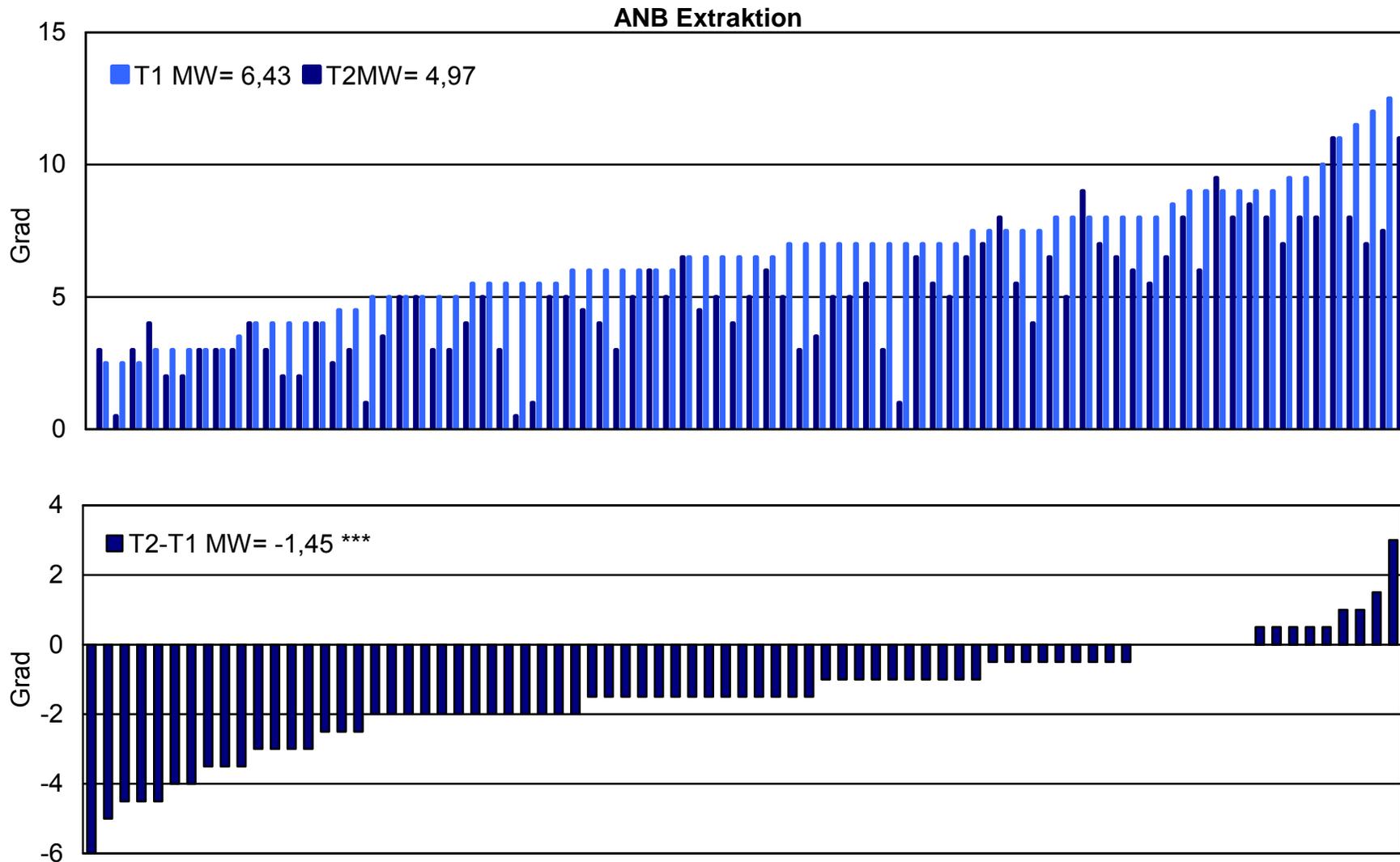


Abb. 5-9; ANB Extraktion

Individuelle Messwerte des Winkels ANB bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (**Begg-Technik**) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 79 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

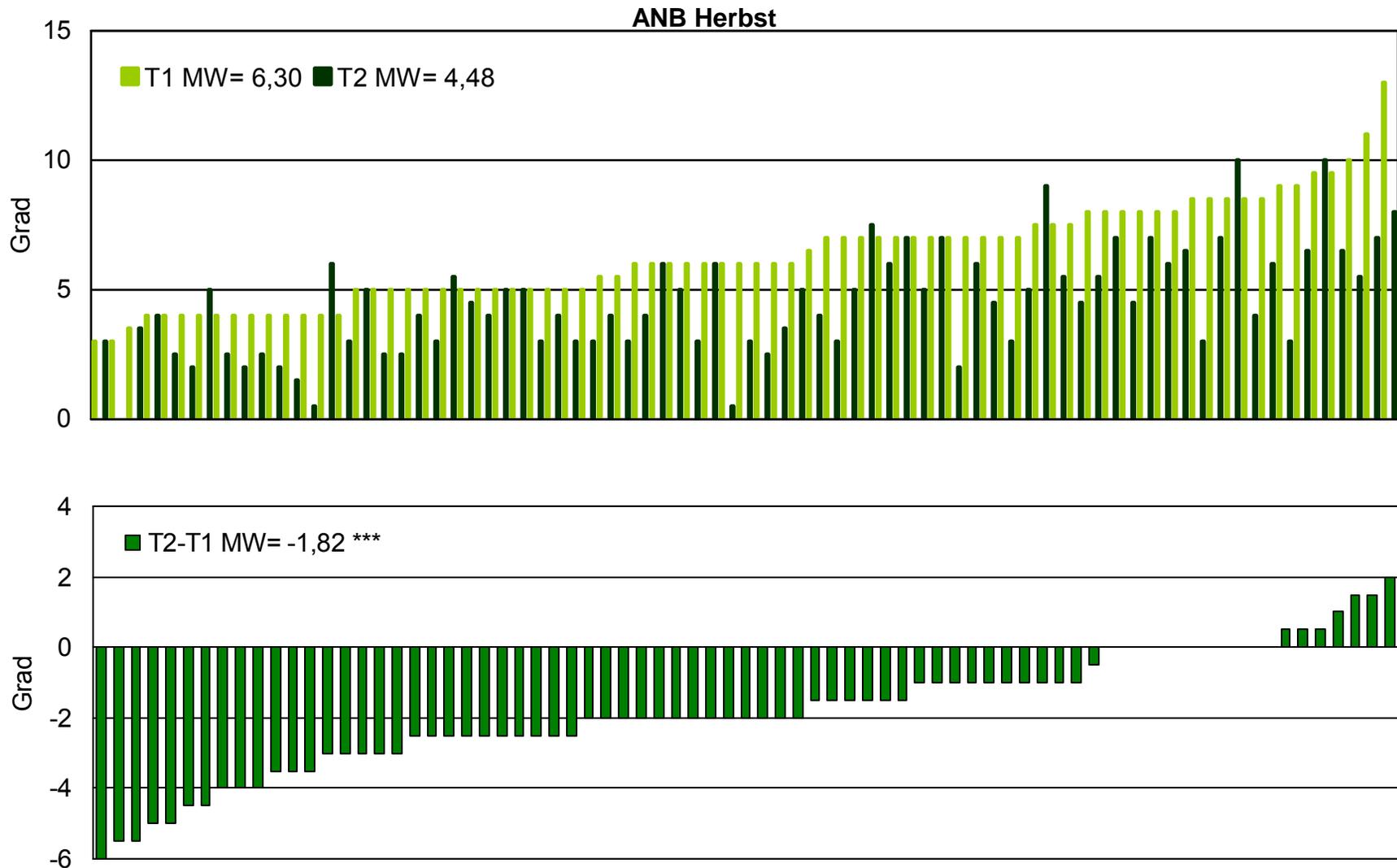


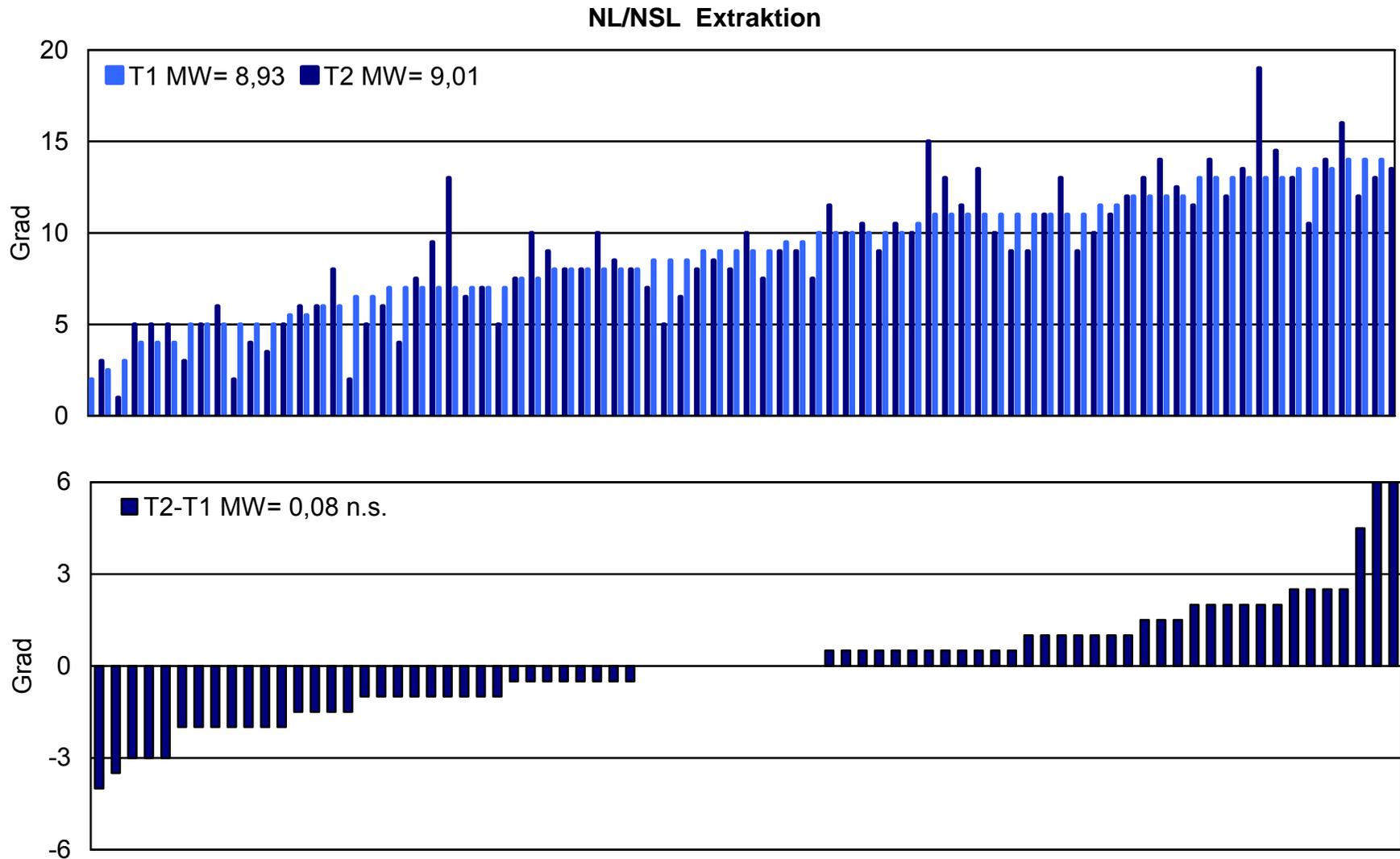
Abb. 5-10; **ANB Herbst**

Individuelle Messwerte des Winkels ANB bei der Behandlung mit dem **Herbst-Scharnier**. Untersuchung von 75 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

NL/NSL (Abb. 5-11; 5-12)

Der NL/NSL-Winkel vergrößerte sich in der Extraktions-Gruppe um durchschnittlich 0,08 Grad ($p \geq 0,05$). Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderung von ± 1 Grad (T2-T1) kam es bei 16 (20%) Patienten zu einer Verkleinerung des Winkels und bei 16 (20%) Patienten zu einer Vergrößerung. Bei 47 (60%) Patienten erfolgte keine Veränderung. Die maximale Winkelvergrößerung betrug 6,0 Grad und die maximale Verkleinerung 4,0 Grad.

Der NL/NSL-Winkel vergrößerte sich in der Herbst-Gruppe um durchschnittlich 0,06 Grad ($p \geq 0,05$). Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderung von ± 1 (T2-T1) kam es bei 16 (22%) Patienten zu einer Verkleinerung des Winkels und bei 19 (25%) Patienten zu einer Vergrößerung. Bei 40 (53%) Patienten erfolgte keine Veränderung. Die maximale Winkelvergrößerung betrug 5,0 Grad und die maximale Verkleinerung 10,0 Grad.



Ergebnisse

Abb.5-11; **NL/NSL Extraktion**

Individuelle Messwerte des Winkels NL/NSL bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (**Begg-Technik**) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 79 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

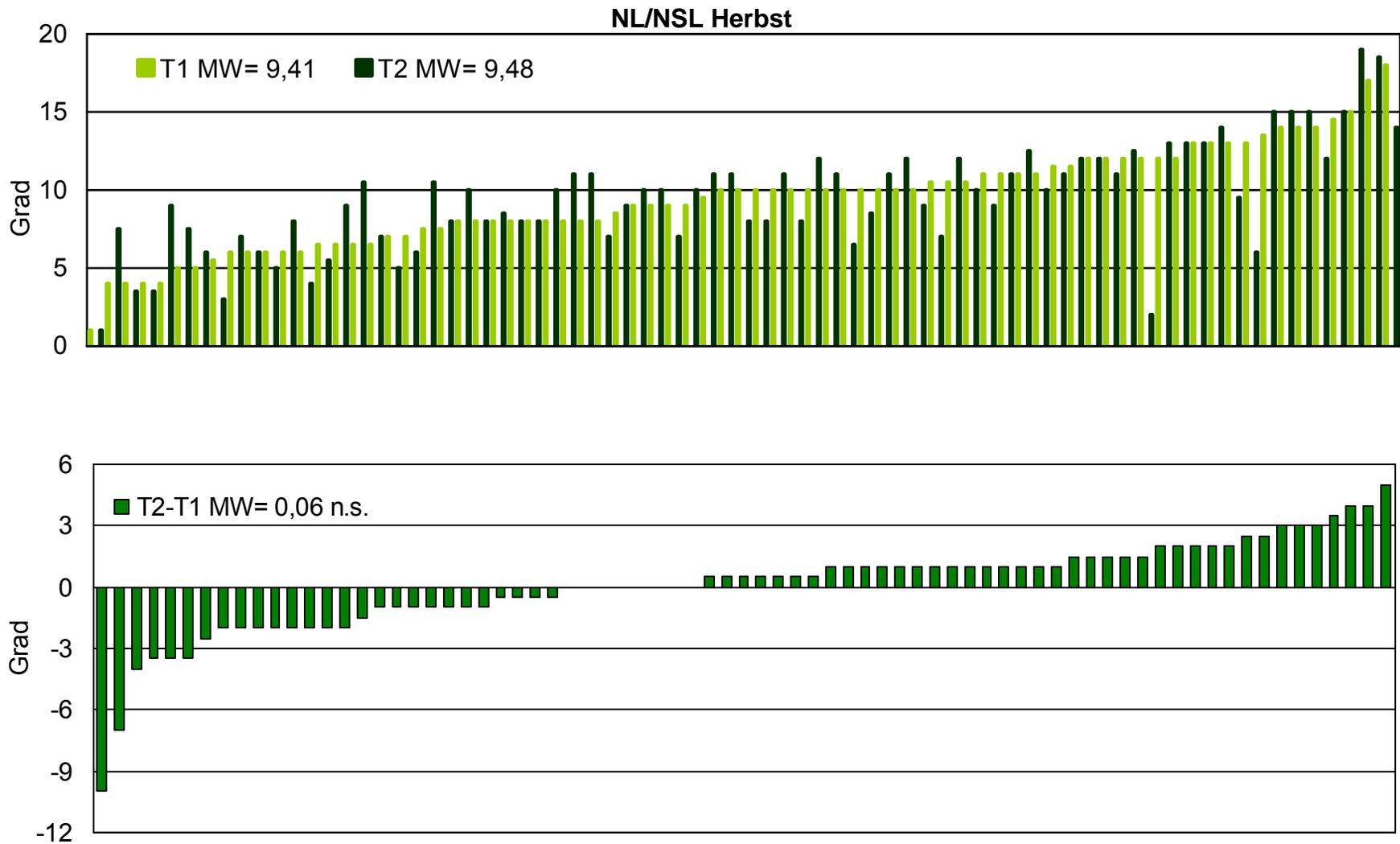


Abb.5-12; **NL/NSL Herbst**

Individuelle Messwerte des Winkels NL/NSL bei der Behandlung mit dem **Herbst-Scharnier**. Untersuchung von 75 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

ML/NSL (Abb. 5-13-; 5-14)

Der ML/NSL-Winkel veränderte sich in der Extraktions-Gruppe im Durchschnitt um 0,22 Grad ($p \geq 0,05$). Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderung von ± 1 Grad (T2-T1) kam es bei 17 (22%) Patienten zu einer Verkleinerung des Winkels und bei 23 (29%) Patienten zu einer Vergrößerung. Bei 39 (49%) Patienten erfolgte keine Veränderung. Die maximale Winkelvergrößerung betrug 10,0 Grad und die maximale Verkleinerung 9,0 Grad.

Der ML/NSL-Winkel verkleinerte sich in der Herbst-Gruppe im Durchschnitt um 0,16 Grad ($p \geq 0,05$). Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderung von ± 1 (T2-T1) kam es bei 26 (35%) Patienten zu einer Verkleinerung des Winkels und bei 18 (24%) Patienten zu einer Vergrößerung. Bei 31 (41%) Patienten erfolgte keine Veränderung. Die maximale Winkelvergrößerung betrug 9,5 Grad und die maximale Verkleinerung 7,0 Grad.

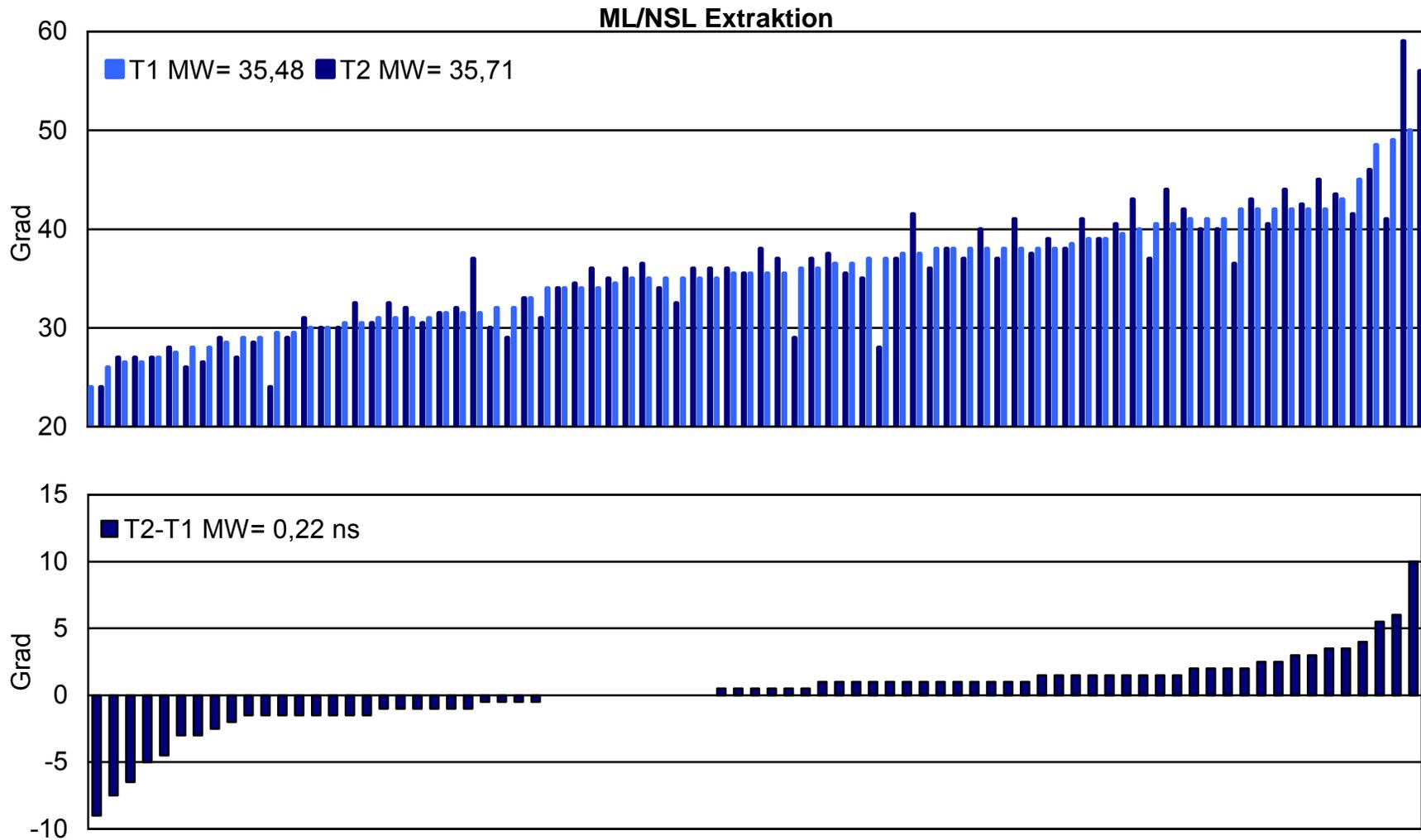
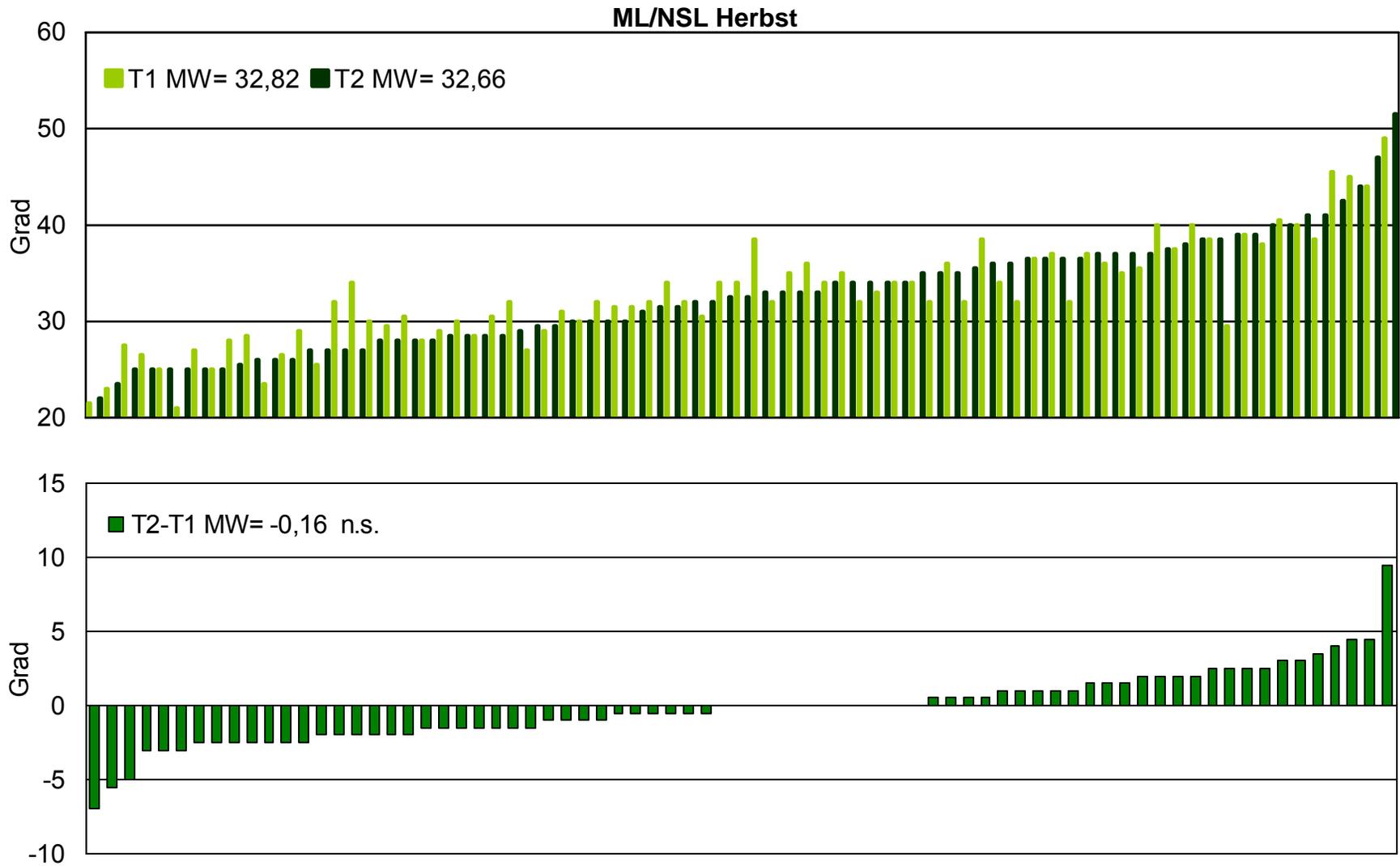


Abb. 5-13; **ML/NSL Extraktion**

Individuelle Messwerte des Winkels ML/NSL bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (**Begg-Technik**) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 79 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).



Ergebnisse

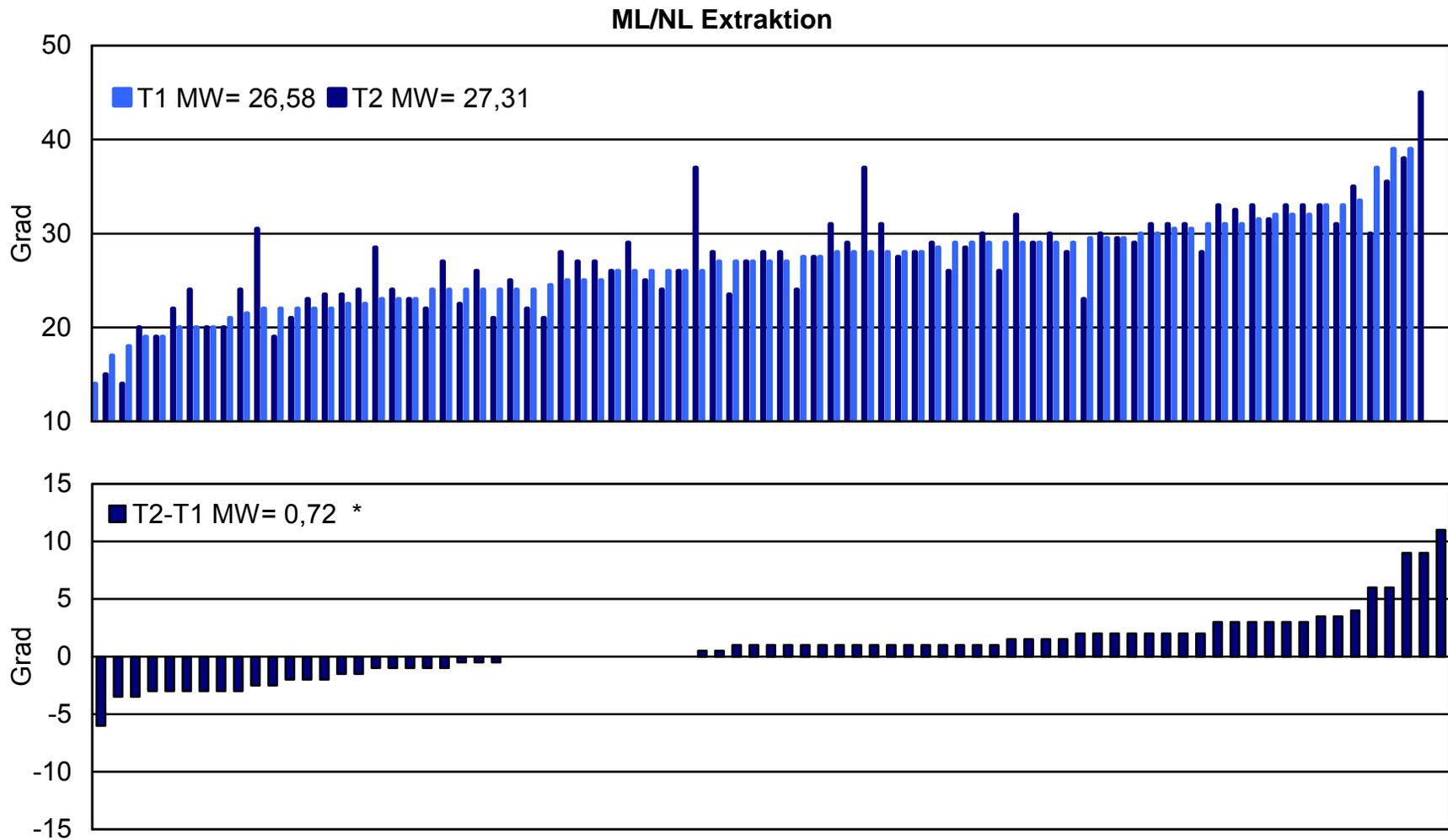
Abb.5-14; **ML/NSL Herbst**

Individuelle Messwerte des Winkels ML/NSL bei der Behandlung mit dem **Herbst-Scharnier**. Untersuchung von 75 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

ML/NL (Abb. 5-15-; 5-16)

Der ML/NL-Winkel vergrößerte sich in der Extraktions-Gruppe um durchschnittlich 0,72 Grad ($p < 0,05$). Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderung von ± 1 Grad (T2-T1) kam es bei 16 (20%) Patienten zu einer Verkleinerung des Winkels und bei 26 (33%) Patienten zu einer Vergrößerung. Bei 37 (47%) Patienten erfolgte keine Veränderung. Die maximale Winkelvergrößerung betrug 11,0 Grad und die maximale Verkleinerung 6,0 Grad.

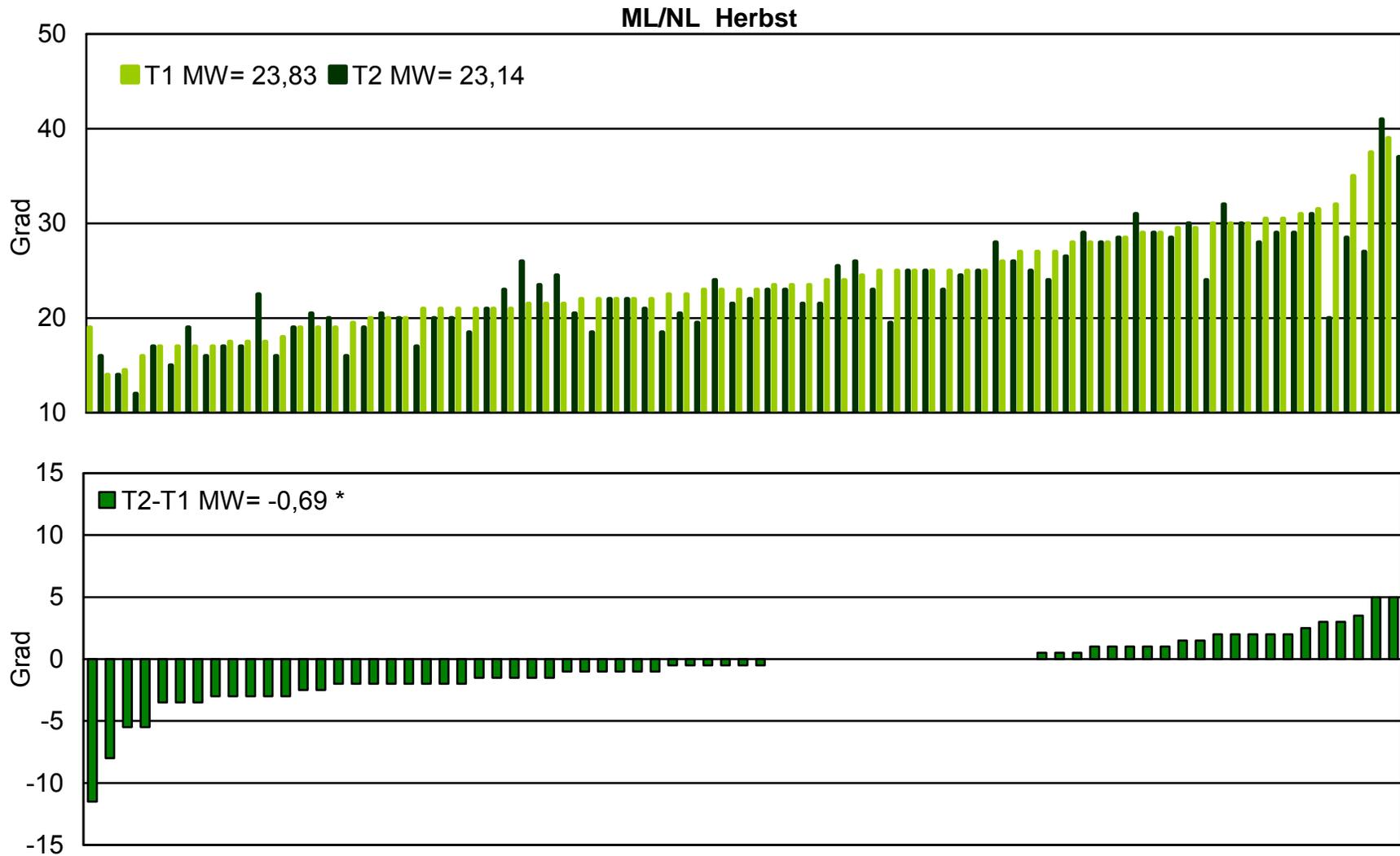
Der ML/NL-Winkel verkleinerte sich in der Herbst-Gruppe um durchschnittlich 0,69 Grad ($p < 0,05$). Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderung von ± 1 (T2-T1) kam es bei 27 (36%) Patienten zu einer Verkleinerung des Winkels und bei 13 (17%) Patienten zu einer Vergrößerung. Bei 35 (47%) Patienten erfolgte keine Veränderung. Die maximale Winkelvergrößerung betrug 5,0 Grad und die maximale Verkleinerung 11,5 Grad.



Ergebnisse

Abb. 5-15; **ML/NL Extraktion**

Individuelle Messwerte des Winkels ML/NL bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (**Begg-Technik**) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 79 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).



Ergebnisse

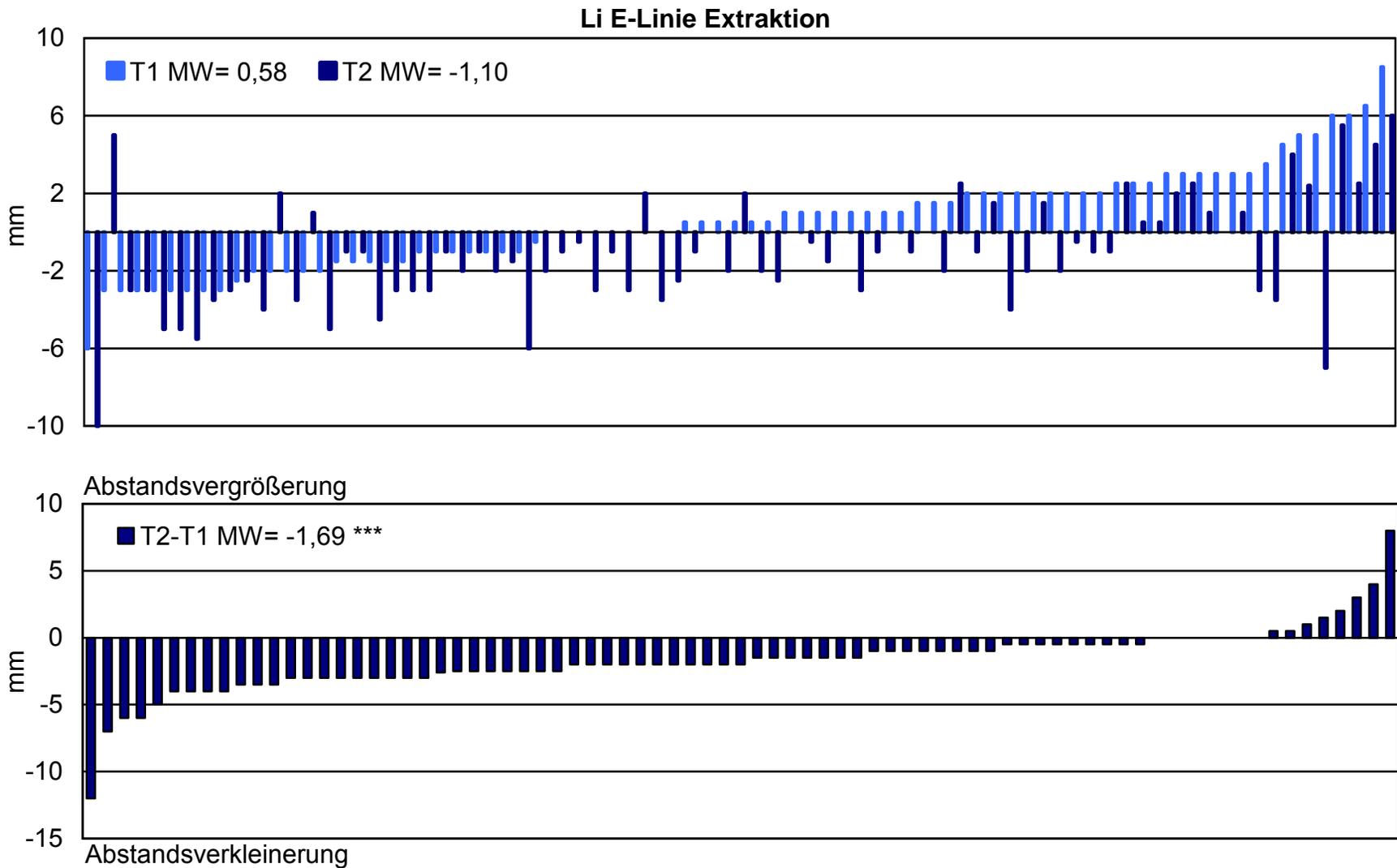
Abb.5-16; **ML/NL Herbst**

Individuelle Messwerte des Winkels ML/NL bei der Behandlung mit dem **Herbst-Scharnier**. Untersuchung von 75 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

Li E-Linie (Abb. 5-17; 5-18)

Der Abstand der Unterlippe zur E-Linie in der Extraktions-Gruppe vergrößerte sich um durchschnittlich 1,69 mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderung von +/- 1mm (T2-T1) kam es bei 47 (60%) Patienten zu einer Verkleinerung und bei 5 (6%) Patienten zu einer Vergrößerung des Abstandes. Bei 27 (34%) Patienten erfolgte keine Veränderung. Die maximale Abstandsvergrößerung betrug 8,0 mm, die maximale Abstandsverkleinerung 12,0 mm.

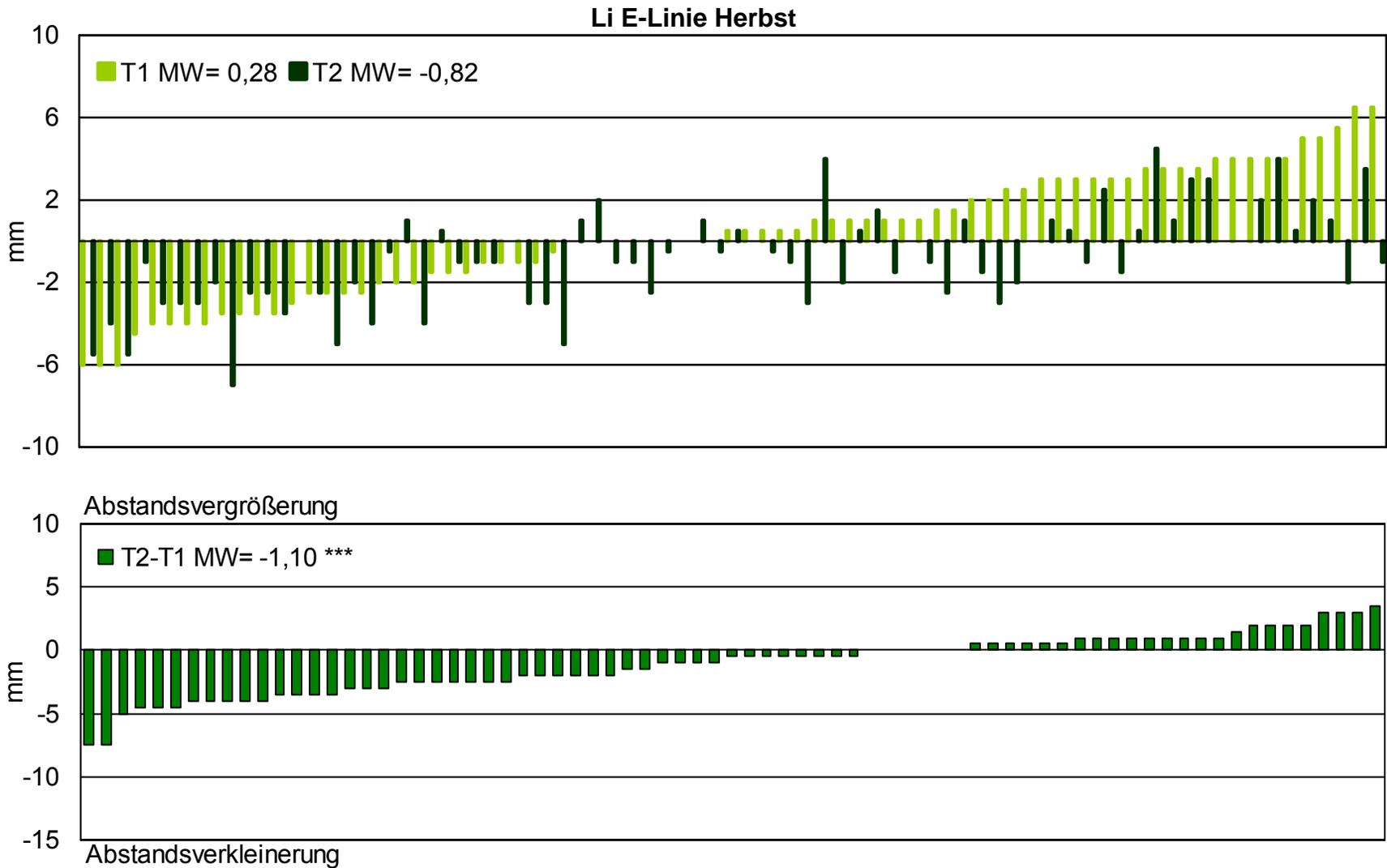
Der Abstand der Unterlippe zur E-Linie in der Herbst-Gruppe vergrößerte sich um durchschnittlich 1,10 mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderung von +/- 1mm (T2-T1) kam es bei 9 (12%) Patienten zu einer Vergrößerung und bei 33 (44%) Patienten zu einer Verkleinerung des Abstandes. Bei 33 (44%) Patienten erfolgte keine Veränderung. Die maximale Abstandsvergrößerung betrug 3,5 mm, die maximale Abstandsverkleinerung 7,5 mm.



Ergebnisse

Abb.5-17; **Li E-Linie Extraktion**

Individuelle Messwerte des Abstandes der Unterlippe zur E-Linie bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (**Begg-Technik**) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 79 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).



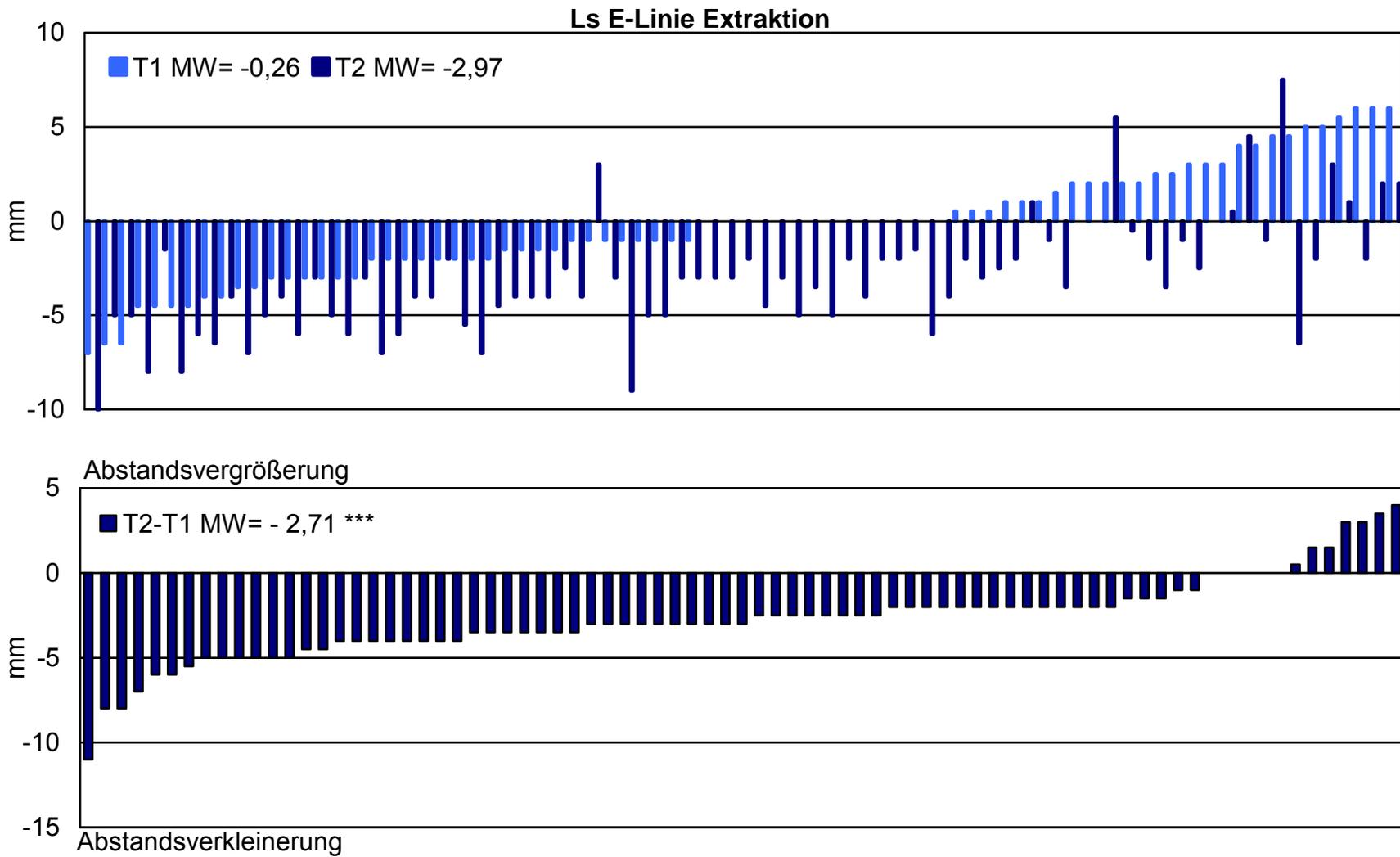
Ergebnisse

Abb.5-18; **Li E-Linie Herbst**
 Individuelle Messwerte des Abstandes der Unterlippe zur E-Linie bei der Behandlung mit dem **Herbst-Scharnier**. Untersuchung von 75 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

Ls E-Linie (Abb. 5-19; 5-20)

Der Abstand der Oberlippe zur E-Linie in der Extraktions-Gruppe vergrößerte sich um durchschnittlich 2,71 mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderung von +/- 1mm (T2-T1) kam es bei 65 (82%) Patienten zu einer Vergrößerung und bei 6 (8%) Patienten zu einer Verkleinerung des Abstandes. Bei 8 (10%) Patienten erfolgte keine Veränderung. Die maximale Abstandsvergrößerung betrug 4,0 mm, die maximale Abstandsverkleinerung 11,0 mm.

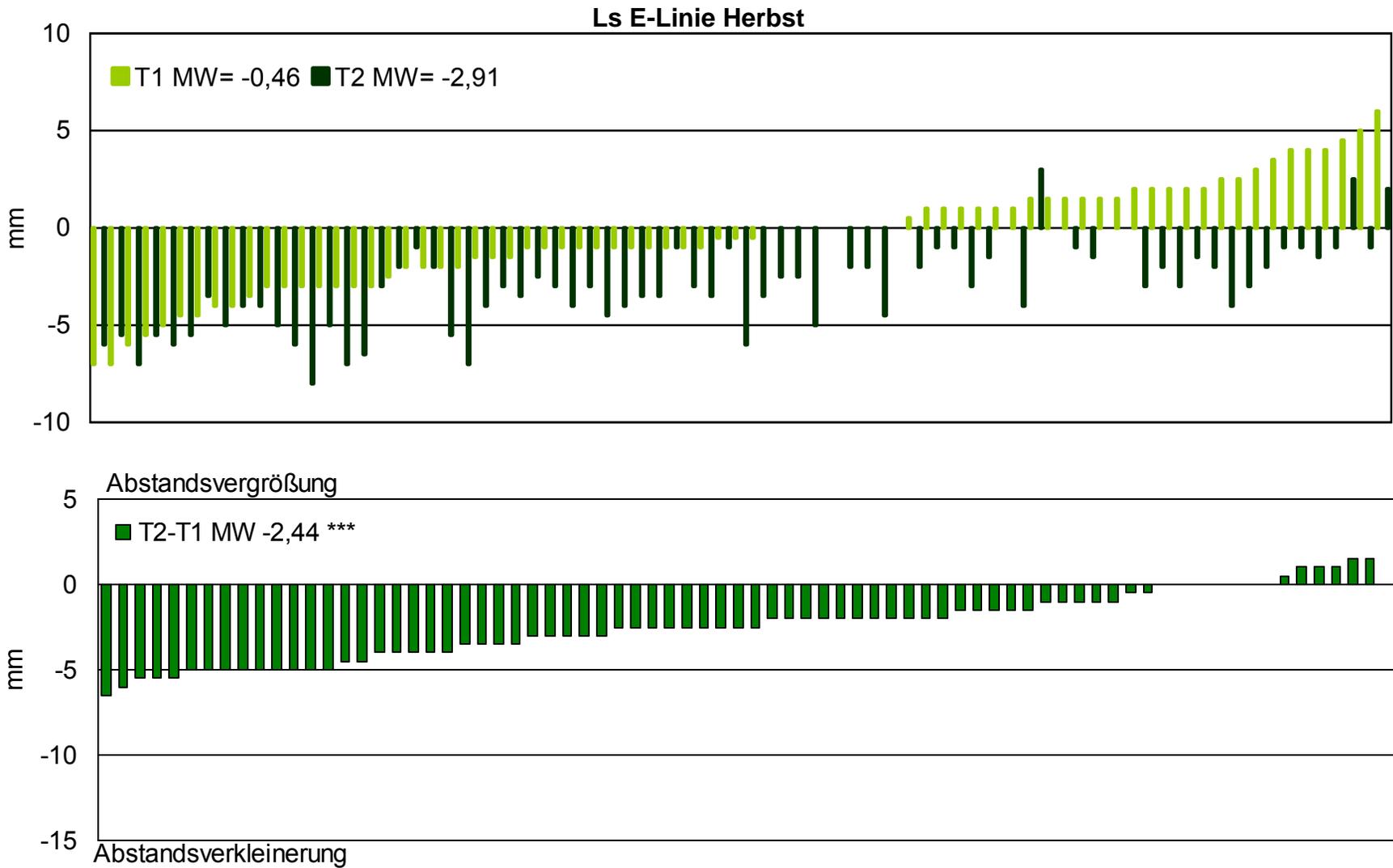
Der Abstand der Unterlippe zur E-Linie in der Herbst-Gruppe vergrößerte sich um durchschnittlich 2,44 mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderung von +/- 1mm (T2-T1) kam es bei 55 (73%) Patienten zu einer Vergrößerung und bei 2 (3%) Patienten zu einer Verkleinerung des Abstandes. Bei 18 (24%) Patienten erfolgte keine Veränderung. Die maximale Abstandsvergrößerung betrug 1,5 mm, die maximale Abstandsverkleinerung 6,5 mm.



Ergebnisse

Abb.5-19; **Ls E-Linie Extraktion**

Individuelle Messwerte des Abstandes der Oberlippe zur E-Linie bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (**Begg-Technik**) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 79 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).



Ergebnisse

Abb. 5-20; **Ls E-Line Herbst**

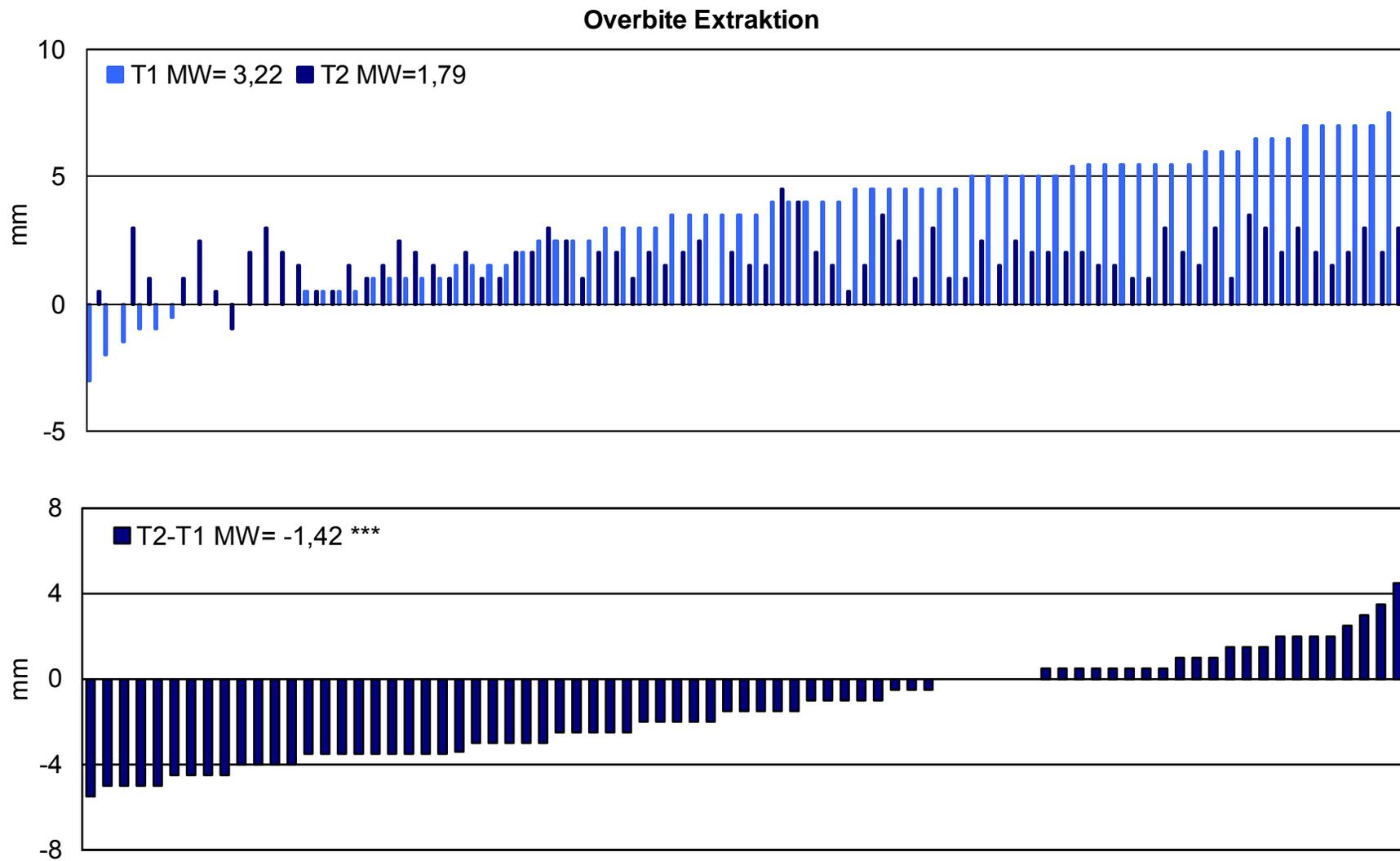
Individuelle Messwerte des Abstandes der Oberlippe zur E-Linie bei der Behandlung mit dem **Herbst-Scharnier**. Untersuchung von 75 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

5.5 Sagittale Okklusionsveränderungen (SO-Analyse)

Overbite (Abb. 5-21; 5-22)

Der Overbite verkleinerte sich in der Extraktions-Gruppe um durchschnittlich 1,42 mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von ± 1 mm (T2-T1) kam es bei 43 (54%) Patienten zu einer Verkleinerung und bei 11 (14%) Patienten zu einer Vergrößerung des Overbites. Bei 25 (32%) Patienten traten keine Veränderungen auf. Die maximale Verkleinerung betrug 5,5 mm und die maximale Vergrößerung 4,5 mm.

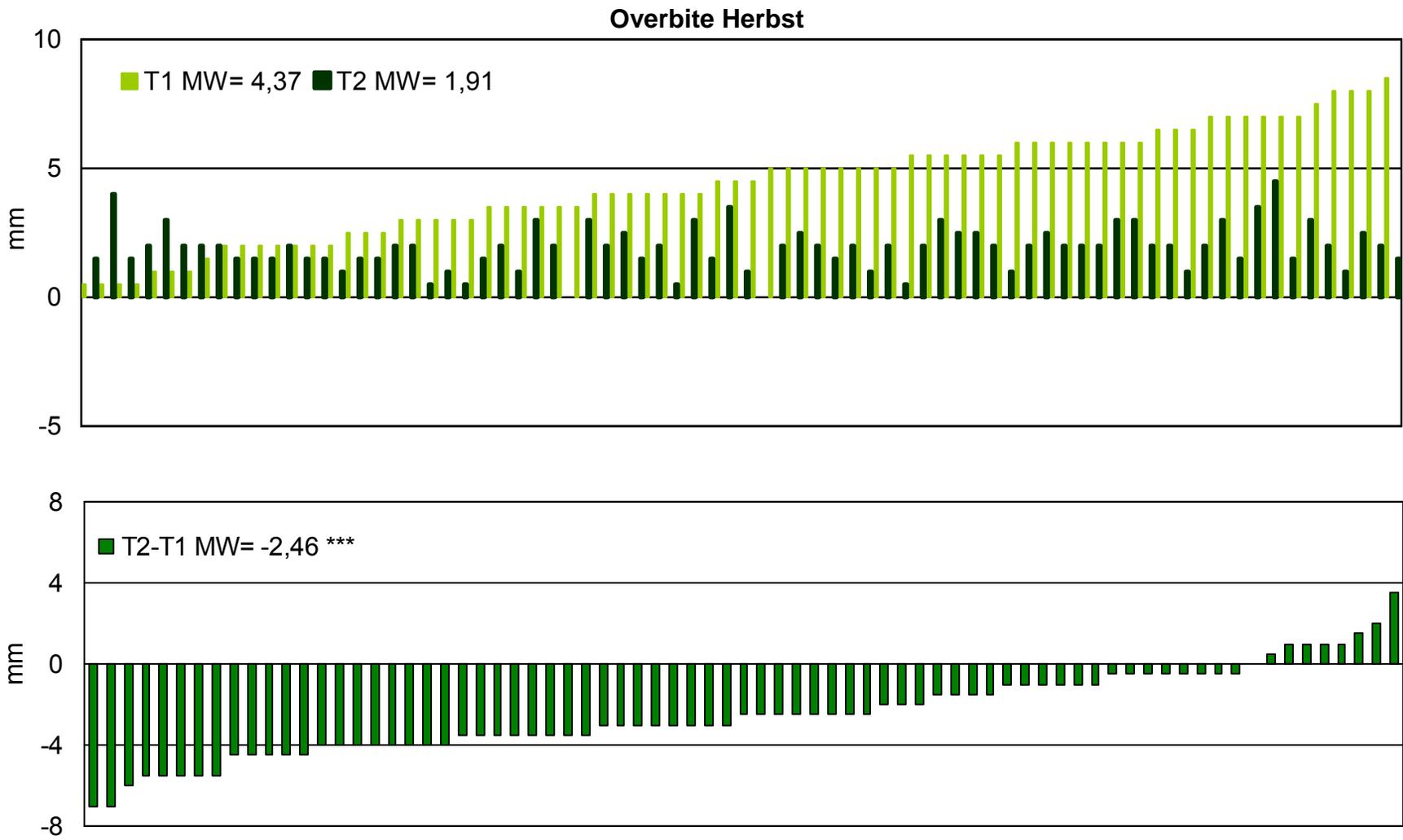
Der Overbite verkleinerte sich in der Herbst-Gruppe um 2,46 mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von ± 1 mm (T2-T1) kam es bei 52 (96%) Patienten zu einer Verkleinerung und bei 3 (4%) Patienten zu einer Vergrößerung des Overbites. Bei 20 (27%) Patienten kam es zu keiner Veränderung. Die maximale Verkleinerung betrug 7,0 mm und die maximale Vergrößerung 3,5 mm.



Ergebnisse

Abb. 5-21; **Overbite Extraktion**

Individuelle Messwerte des Overbites bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (**Begg-Technik**) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 79 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).



Ergebnisse

Abb.5-22; **Overbite Herbst**

Individuelle Messwerte des Overbites bei der Behandlung mit dem **Herbst-Scharnier**. Untersuchung von 75 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

Overjet (Abb. 5-23; 5-24)

Der Overjet verkleinerte sich in der Extraktions-Gruppe um durchschnittlich 5,25 mm ($p < 0,001$). Unter der Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von ± 1 mm (T2-T1) trat bei 77 (98%) Patienten eine Verkleinerung des Overjets und bei einem Patienten (1%) eine Vergrößerung auf. Bei einem Patienten (1%) gab es keine Veränderung. Die maximale Overjetverkleinerung betrug 11,5 mm die maximale Vergrößerung 1,5 mm.

Der Overjet verkleinerte sich in der Herbst-Gruppe um durchschnittlich 4,78 mm ($p < 0,001$). Unter der Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von ± 1 mm (T2-T1) trat bei 64 (86%) Patienten eine Verkleinerung des Overjets und bei einem Patienten (1%) eine Vergrößerung auf. Bei 10 (13%) Patienten gab es keine Veränderung. Die maximale Overjetverkleinerung betrug 11,5 mm die maximale Vergrößerung 0,5 mm.

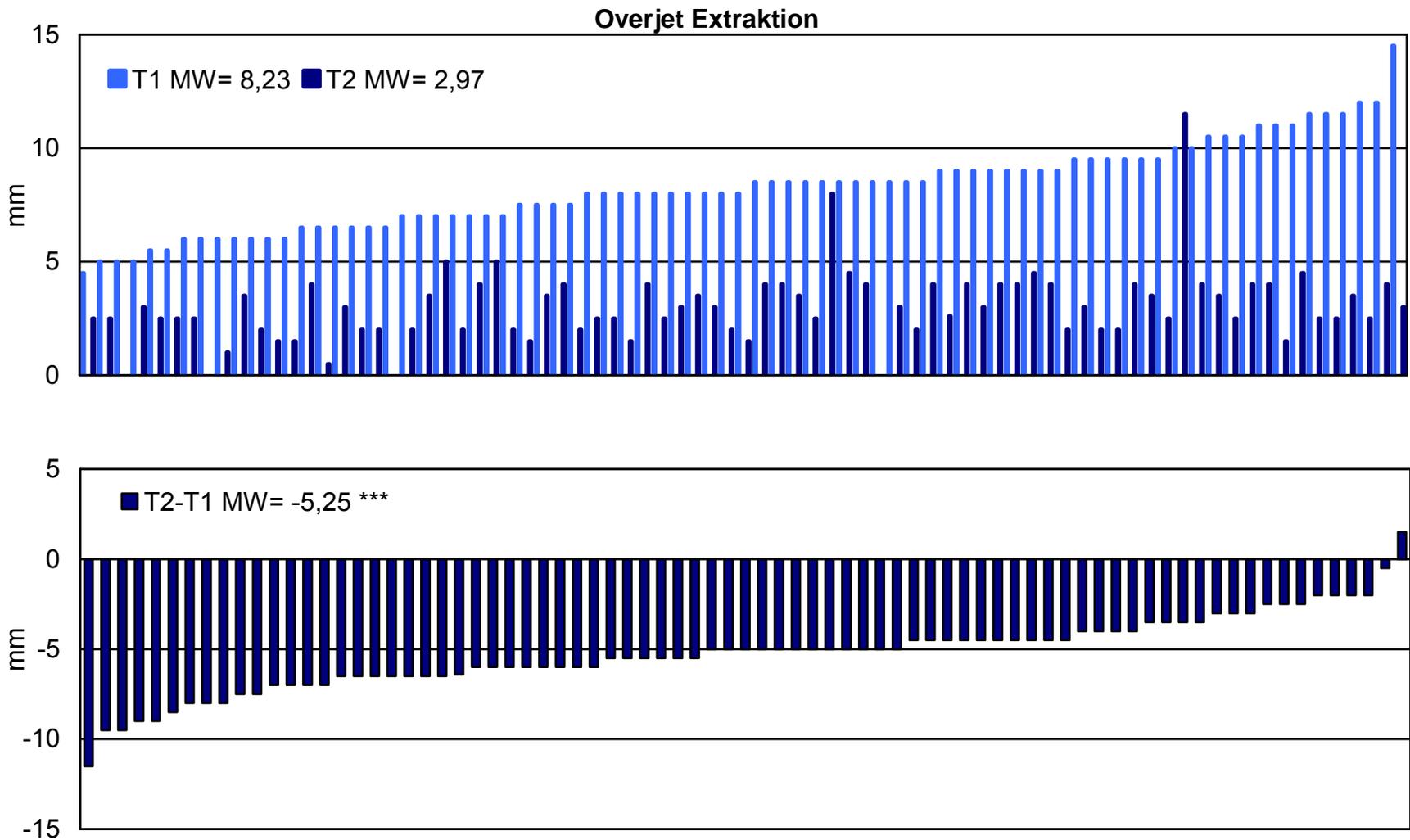
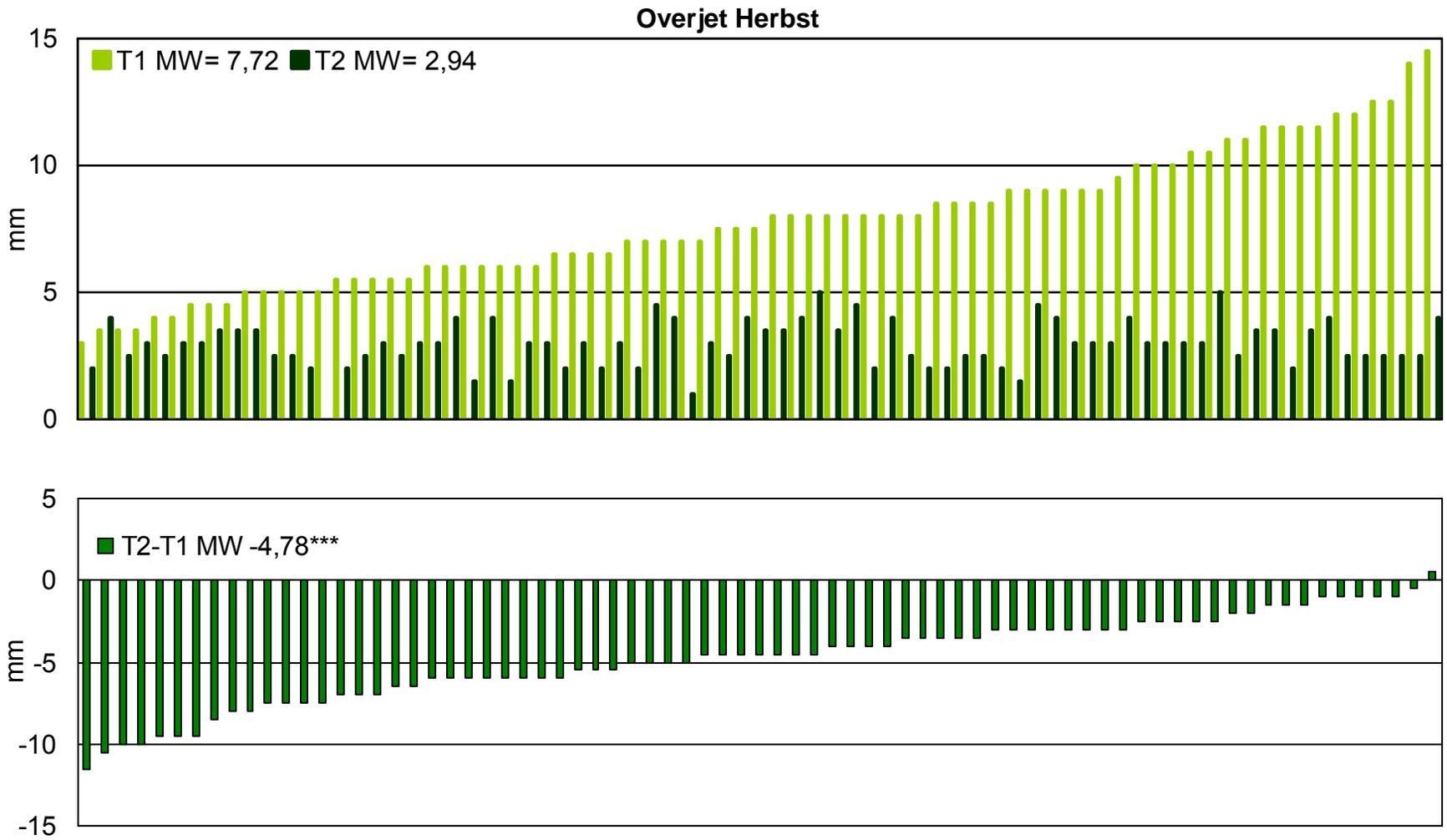


Abb. 5-23; **Overjet Extraktion**

Individuelle Messwerte des Overjets bei der Behandlung mit Multibracket-Apparat (**Begg-Technik**) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 79 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).



Ergebnisse

Abb.5-24; **Overjet Herbst**
 Individuelle Messwerte des Overjets bei der Behandlung mit dem **Herbst-Scharnier**. Untersuchung von 75 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie.
 Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

Prämolarenrelation/ Molarenrelation (Abb. 5-25; 5-26)

Die Prämolaren-/Molarenrelation (ps/OLp minus $mi1/OLp$) veränderte sich während der Behandlung in der Extraktions-Gruppe in Richtung Klasse I um durchschnittlich 4,95 mm ($p < 0,001$) in Richtung Klasse I. Unter der Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von ± 1 mm (T2-T1) trat bei 79 (100%) Patienten eine Veränderung der Prämolaren-/Molarenrelation in Richtung Klasse I auf. Die maximale Relationsveränderung betrug 9,0 mm, die minimale Relationsveränderung betrug 1,5 mm.

Die Prämolaren-/Molarenrelation ($ms1/OLp$ minus $mi1/OLp$) veränderte sich während der Behandlung in der Herbst-Gruppe um durchschnittlich 3,91 mm ($p < 0,001$) in Richtung Klasse I. Unter der Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von ± 1 mm (T2-T1) kam es bei 75 (100%) Patienten zu einer Veränderung der Prämolaren-/Molarenrelation in Richtung Klasse I. Die maximale Relationsveränderung betrug 8,5 mm, die minimale Relationsveränderung betrug 1,5 mm.

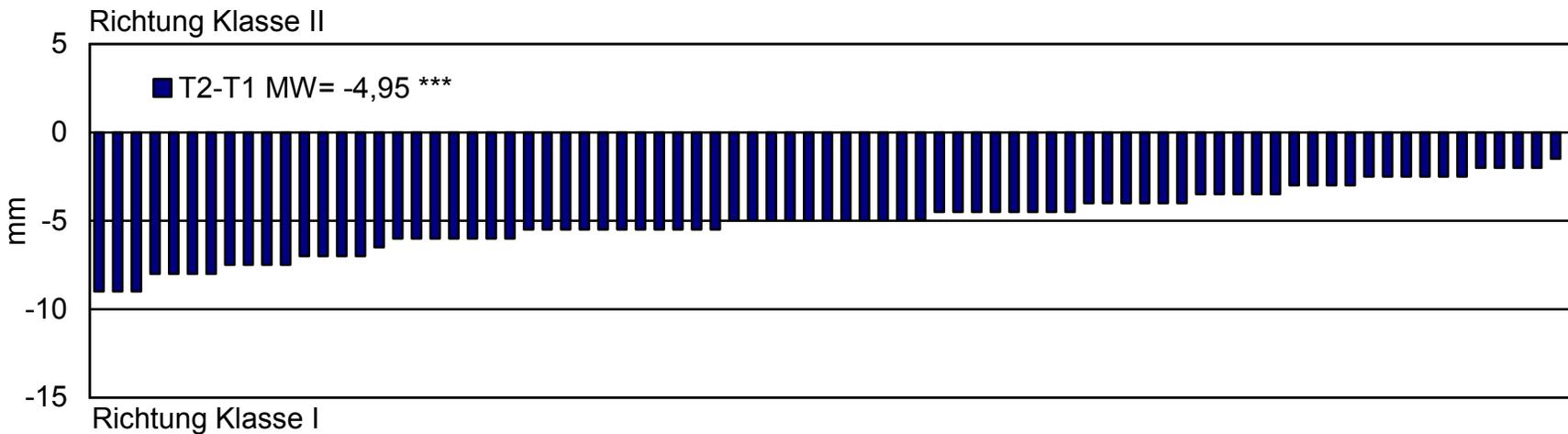
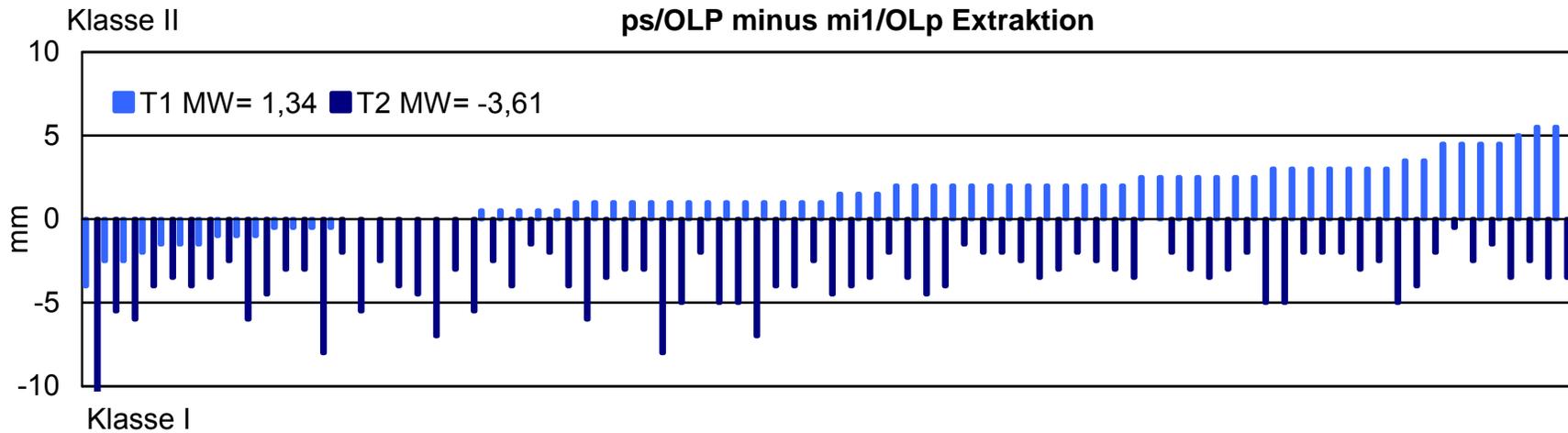


Abb. 5-25; **ps/OLp minus mi1/OLp Extraktion**

Individuelle Messwerte der Prämolaren-/Molarenrelation bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (**Begg-Technik**) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 79 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

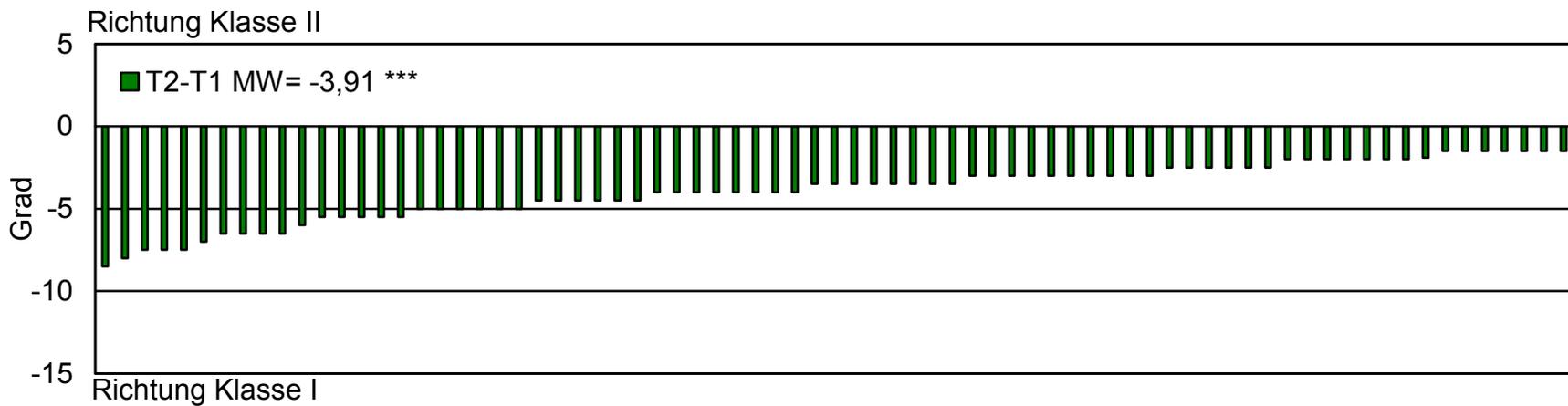
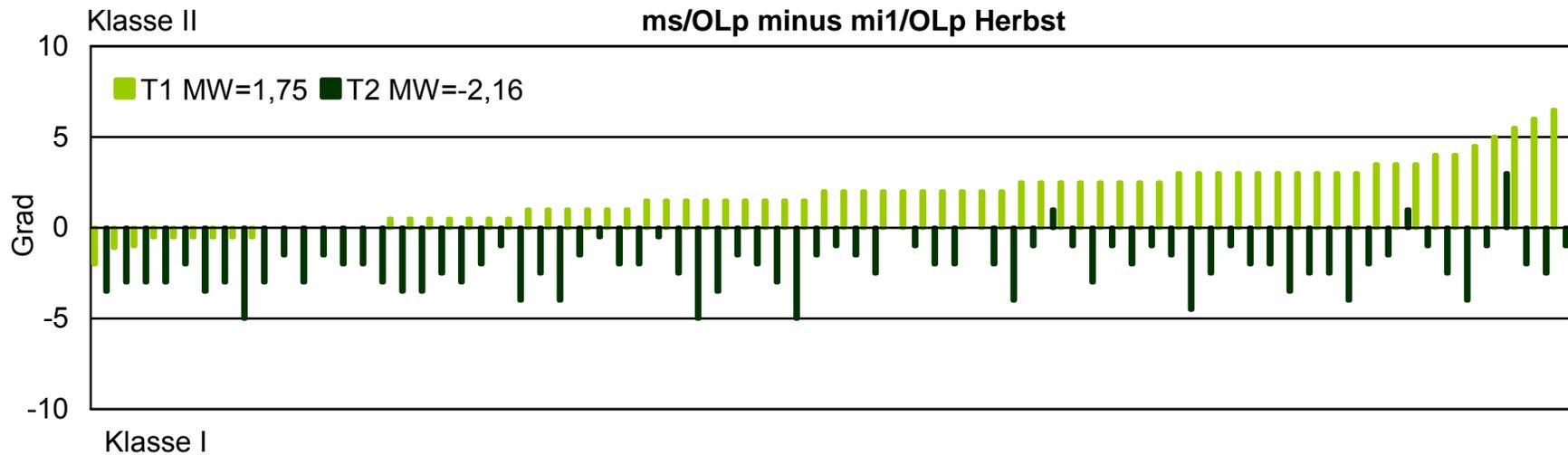
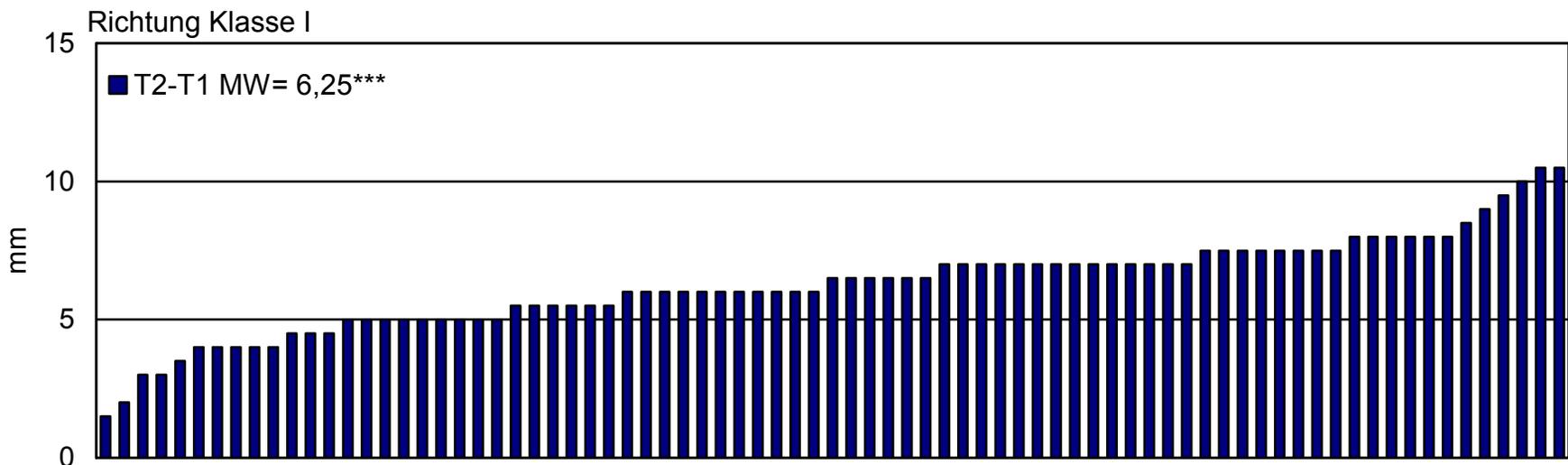
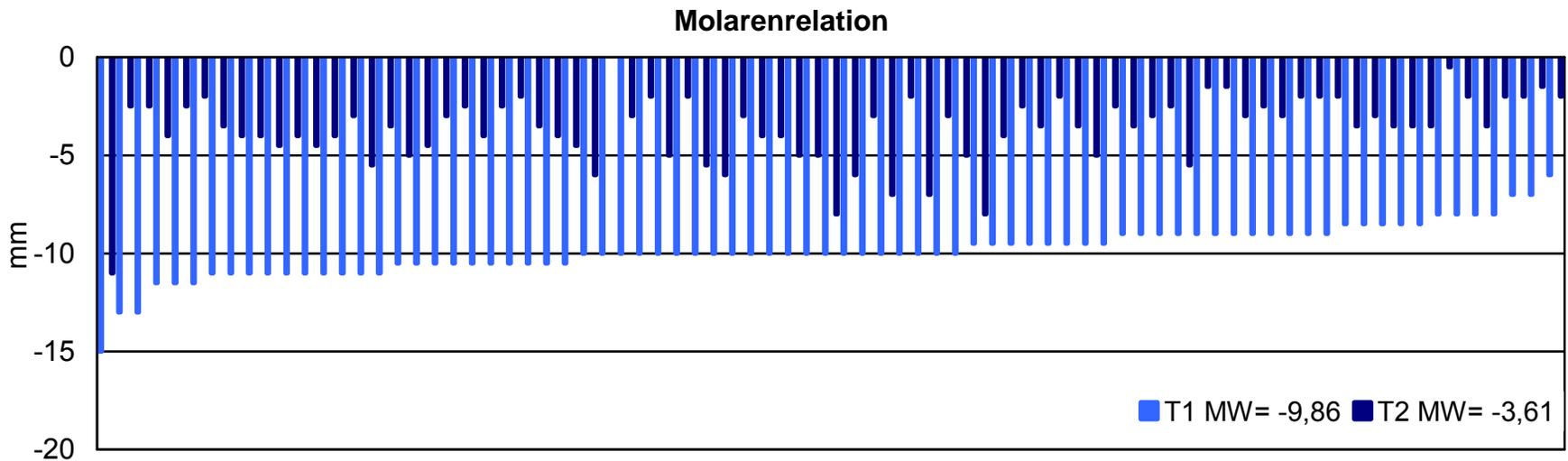


Abb. 5-26; **ms/OLp-mi1/OLp Herbst**

Individuelle Messwerte der Prämolaren-/Molarenrelation bei der Behandlung mit dem **Herbst-Scharnier**. Untersuchung von 75 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

Molarenrelation ms2 (Abb. 5-27)

Die Molarenrelation ($ms2/OLp$ minus $mi1/OLp$) veränderte sich während der Behandlung in der Extraktions-Gruppe um durchschnittlich 6,25 mm ($p < 0,001$) in Richtung Klasse I. Unter der Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von ± 1 mm (T2-T1) trat bei 79 (100%) Patienten eine Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse I auf. Die maximale Relationsveränderung betrug 10,5 mm und die minimale 1,5 mm.



Ergebnisse

Abb. 5-27; **ms2/OLp-mi/OLp Extraktion**

Individuelle Messwerte der Molarenrelation bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (**Begg-Technik**) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 79 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

Extraktionslücke (Abb. 5-28)

Die Extraktionslücke ($ms2/OLp$ minus mi/OLp) verkleinerte sich während der Behandlung um durchschnittlich 11,20 mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von ± 1 mm (T2-T1) kam es bei allen 79 (100%) Patienten zu einem Lückenschluss. Die maximale Lückenverkleinerung betrug 16,0 mm, die minimale betrug 6,5 mm.

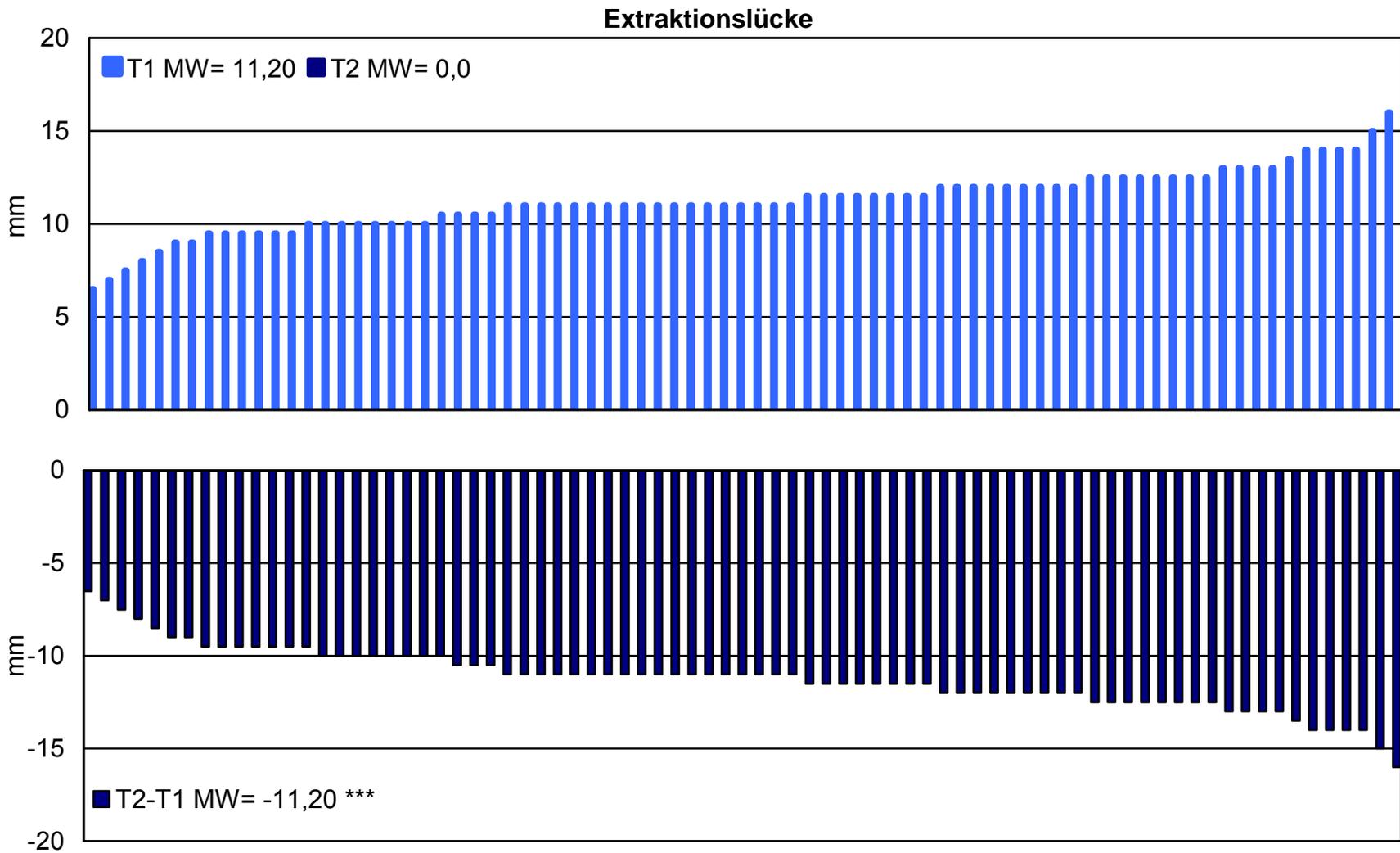


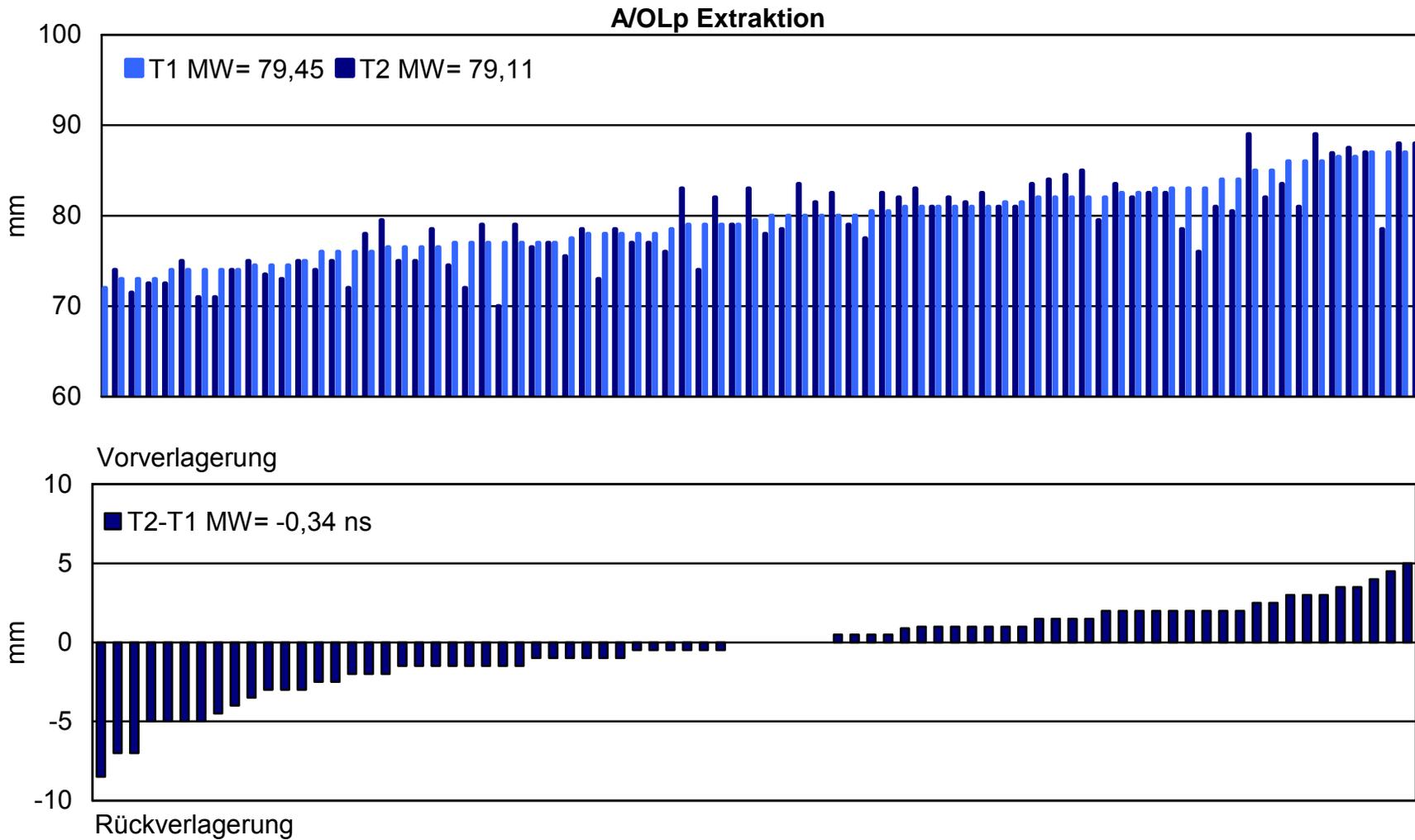
Abb. 5-28; **ms2/OLp-mi/OLp Extraktion**

Individuelle Messwerte der Extraktionslücke bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (**Begg-Technik**) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 79 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

Position der Maxilla (Abb. 5-29; 5-30)

Die maxilläre Basis wurde während der Behandlung in der Extraktions-Gruppe um durchschnittlich 0,34 mm rückverlagert ($p \geq 0,05$). Unter der Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von +/- 1 mm (T2-T1) trat bei 23 (29%) Patienten eine Vorverlagerung der Maxilla auf und bei 26 (33%) Patienten eine Rückverlagerung. Bei 30 (38%) Patienten gab es keine Veränderung. Die maximale Vorverlagerung betrug 5,0 mm, die maximale Rückverlagerung betrug 8,5 mm.

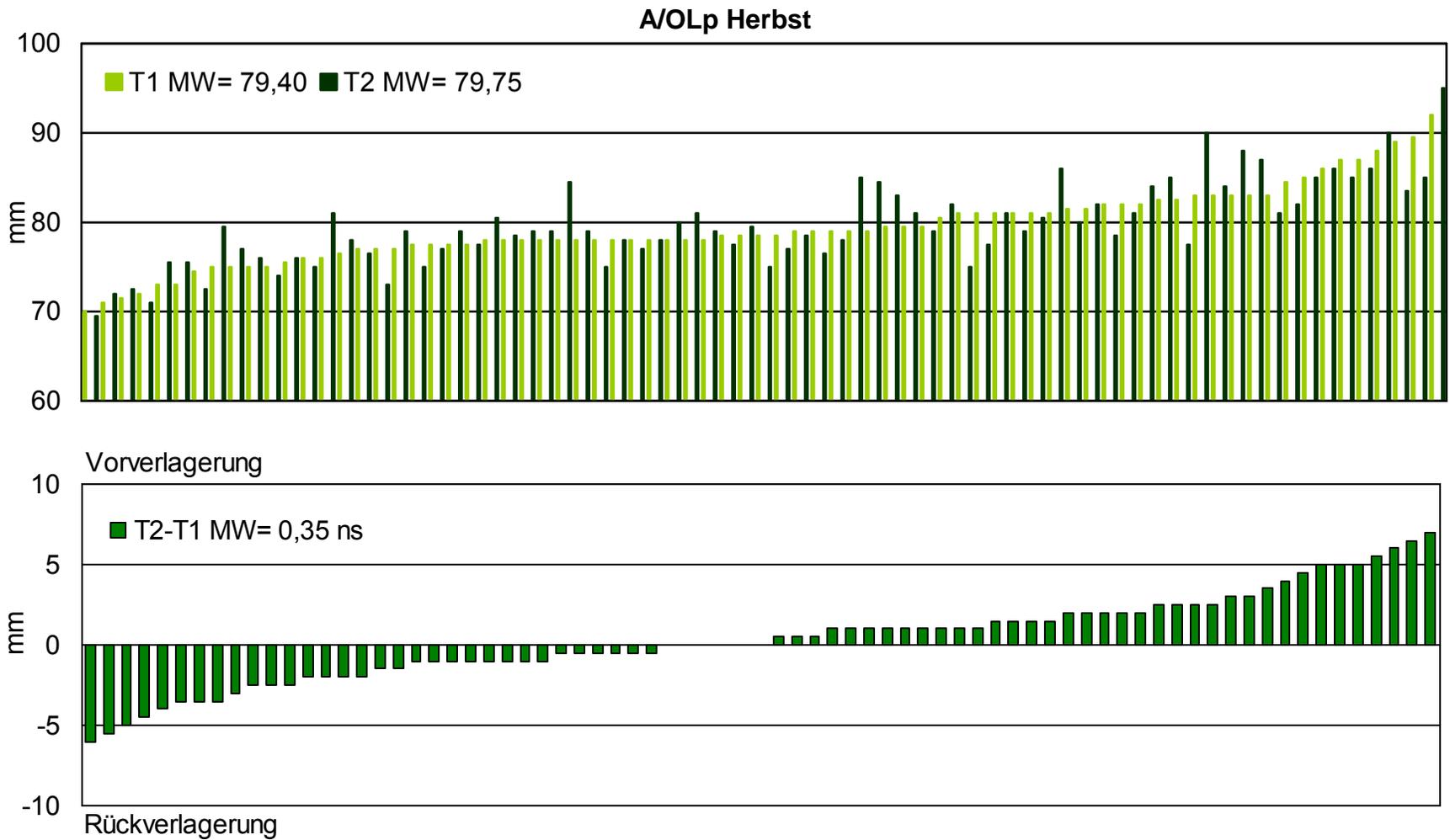
Die maxilläre Basis wurde während der Behandlung in der Herbst-Gruppe um durchschnittlich 0,35 mm vorverlagert ($p \geq 0,05$). Unter der Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von +/- 1 mm (T2-T1) trat bei 25 (33%) Patienten eine Vorverlagerung der Maxilla auf und bei 18 (24%) Patienten eine Rückverlagerung. Bei 32 (43%) Patienten gab es keine Veränderung. Die maximale Vorverlagerung betrug 7,0 mm, die maximale Rückverlagerung betrug 6,0 mm.



Ergebnisse

Abb. 5-29; **A/OLp Extraktion**

Individuelle Messwerte der Position der Maxilla bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (**Begg-Technik**) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 79 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).



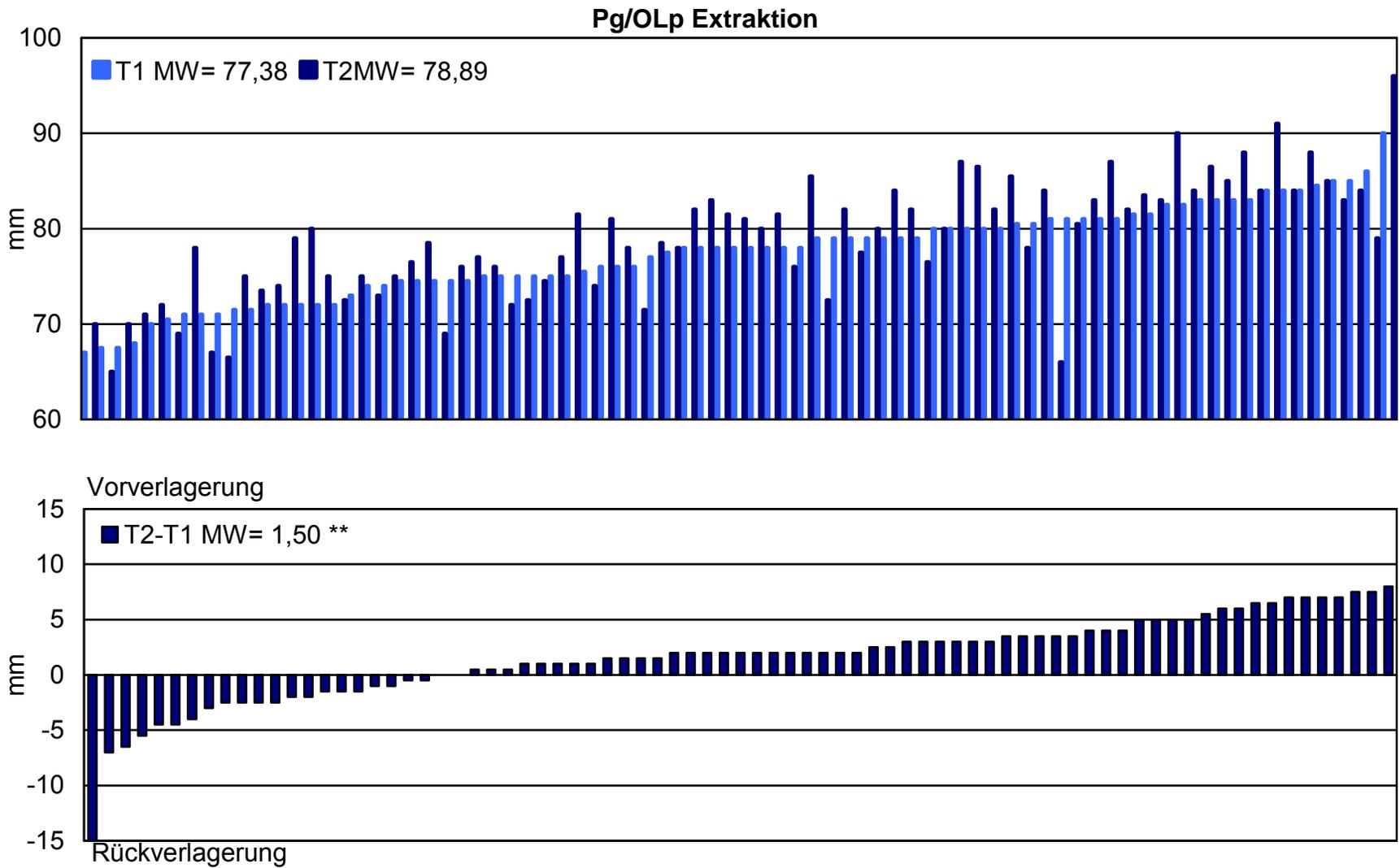
Ergebnisse

Abb. 5-30; **A/OLp Herbst**
 Individuelle Messwerte der Position der Maxilla bei der Behandlung mit dem **Herbst-Scharnier**. Untersuchung von 75 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

Position der Mandibula (Abb. 5-31; 5-32)

Die mandibuläre Basis wurde während der Behandlung in der Extraktions-Gruppe um durchschnittlich 1,50 mm vorverlagert ($p < 0,01$). Unter der Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von ± 1 mm (T2-T1) trat bei 48 (61%) Patienten eine Vorverlagerung der Mandibula auf und bei 17 (21%) Patienten eine Rückverlagerung. Bei 15 (18%) Patienten gab es keine Veränderung. Die maximale Vorverlagerung betrug 8,0 mm, die maximale Rückverlagerung betrug 15,0 mm.

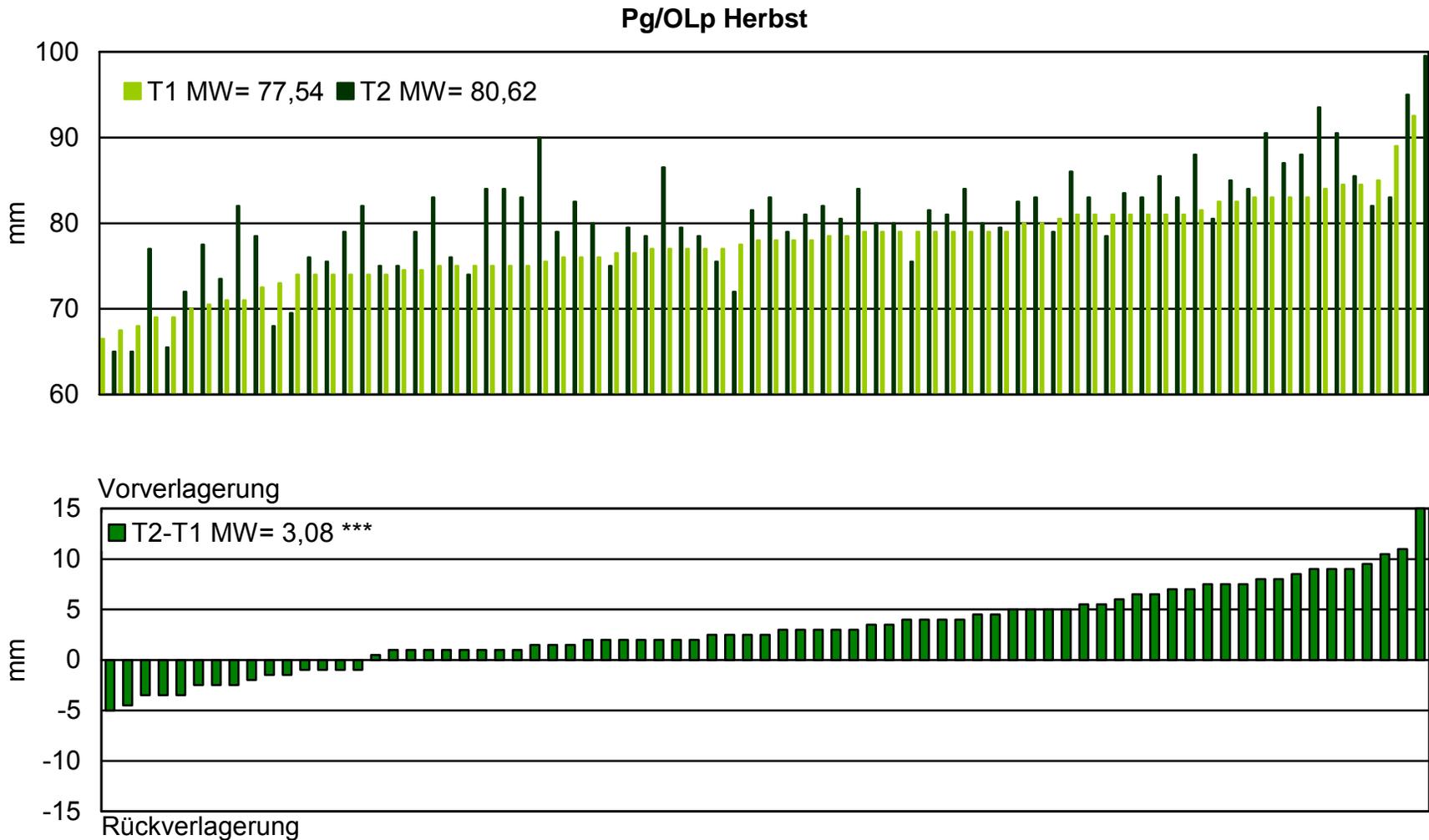
Die mandibuläre Basis wurde während der Behandlung in der Herbst-Gruppe um durchschnittlich 3,08 mm vorverlagert ($p < 0,001$). Unter der Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von ± 1 mm (T2-T1) trat bei 51 (68%) Patienten eine Vorverlagerung der Mandibula auf und bei 11 (15%) Patienten eine Rückverlagerung. Bei 13 (17%) Patienten gab es keine Veränderung. Die maximale Vorverlagerung betrug 15,0 mm, die maximale Rückverlagerung betrug 5,0 mm.



Ergebnisse

Abb. 5-31; **Pg/OLp Extraktion**

Individuelle Messwerte der Position der Mandibula bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (**Begg-Technik**) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 79 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).



Ergebnisse

Abb. 5-32; **Pg/OLp Herbst**
 Individuelle Messwerte der Position der Mandibula bei der Behandlung mit dem **Herbst-Scharnier**. Untersuchung von 75 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

Position obere Inzisivi (Abb. 5-33)

Die oberen Inzisivi wurden während der Behandlung in der Extraktions-Gruppe um durchschnittlich 2,30 mm retrudiert ($p < 0,001$). Unter der Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von ± 1 mm (T2-T1) trat bei 53 (67%) Patienten eine Retrusion der oberen Inzisivi auf und bei 6 (8%) Patienten eine Protrusion. Bei 20 (25%) Patienten gab es keine Veränderung. Die maximale Protrusion betrug 5,5 mm, die maximale Retrusion betrug 8,0 mm.

Die oberen Inzisivi wurden während der Behandlung in der Herbst-Gruppe um durchschnittlich 0,92 mm retrudiert ($p < 0,01$). Unter der Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von ± 1 mm (T2-T1) trat bei 33 (44%) Patienten eine Retrusion der oberen Inzisivi auf und bei 16 (21%) Patienten eine Protrusion. Bei 25 (35%) Patienten gab es keine Veränderung. Die maximale Protrusion betrug 6,5 mm, die maximale Retrusion betrug 9,5 mm.

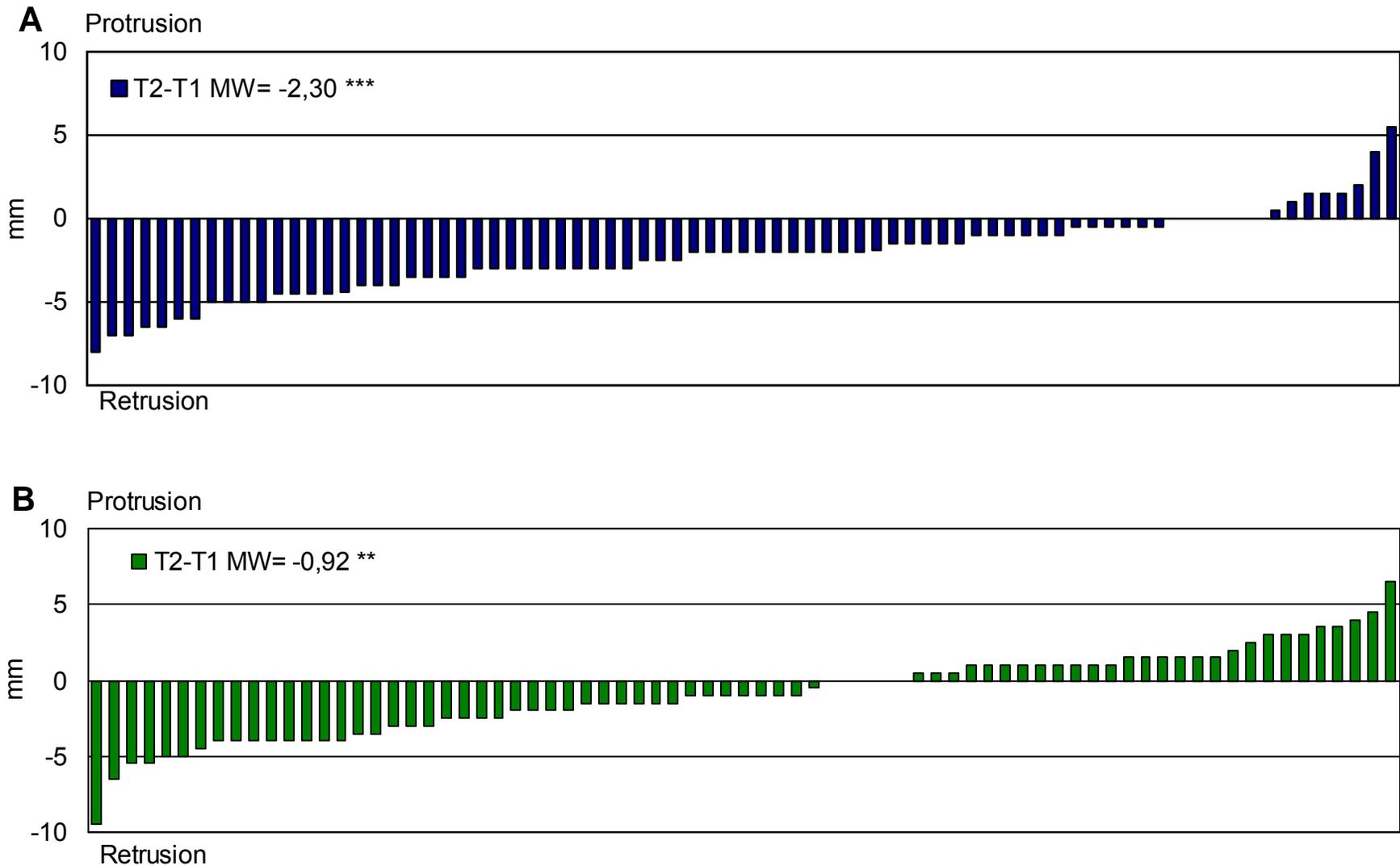


Abb. 5-33; is/OLp –A/OLp

Individuelle Messwerte der Strecke is /OLp –A/OLp von 79 Klasse II/1 Patienten bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (**Begg-Technik**) und Extraktion der Zähne 16 und 26. (**A**) und 75 Klasse II/1 Patienten bei der Behandlung mit dem **Herbst-Scharnier** (**B**). Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

Position untere Inzisivi (Abb. 5-34)

Die unteren Inzisivi wurden während der Behandlung in der Extraktions-Gruppe um durchschnittlich 1,18 mm protrudiert ($p < 0,001$). Unter der Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von ± 1 mm (T2-T1) trat bei 7 (9%) Patienten eine Retrusion der unteren Inzisivi und bei 35 (44%) Patienten eine Protrusion auf. Bei 37 (47%) Patienten gab es keine Veränderung. Die maximale Protrusion betrug 8,5 mm, die maximale Retrusion betrug 2,5 mm.

Die unteren Inzisivi wurden während der Behandlung in der Herbst-Gruppe um durchschnittlich 1,12 mm protrudiert ($p < 0,01$). Unter der Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von ± 1 mm (T2-T1) trat bei 13 (17%) Patienten eine Retrusion der unteren Inzisivi und bei 34 (45%) Patienten eine Protrusion auf. Bei 28 (38%) Patienten gab es keine Veränderung. Die maximale Protrusion betrug 6,5 mm die maximale Retrusion betrug 5,5 mm.

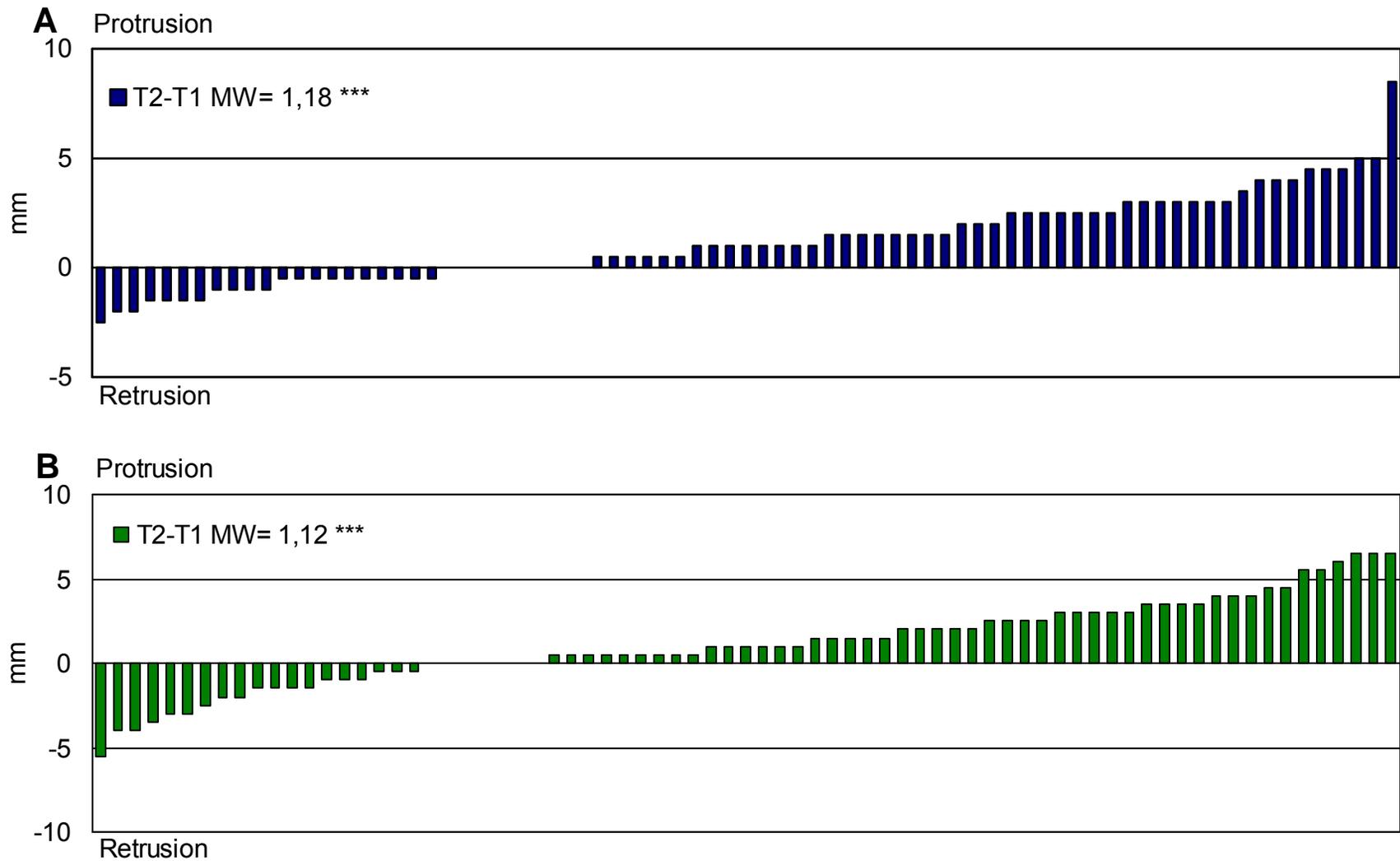


Abb. 5-34; ii/OLp –Pg/OLp

Individuelle Messwerte der Strecke is /OLp –A/OLp von 79 Klasse II/1 Patienten bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (**Begg-Technik**) und Extraktion der Zähne 16 und 26. (**A**) und 75 Klasse II/1 Patienten bei der Behandlung mit dem **Herbst-Scharnier** (**B**). Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

Position oberer zweiter Prämolar respektive erster Molar (Abb. 5-35)

Der obere zweite Prämolar wurde während der Behandlung in der Extraktions-Gruppe um durchschnittlich 1,26 mm distalisiert ($p < 0,001$). Unter der Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von ± 1 mm (T2-T1) trat bei 40 (51%) Patienten eine Distalisation der oberen Prämolaren und bei 8 (10%) Patienten eine Mesialisation auf. Bei 31 (39%) Patienten gab es keine Veränderung. Die maximale Mesialisation betrug 4,0 mm, die maximale Distalisation betrug 7,5 mm.

Der obere erste Molar wurde während der Behandlung in der Herbst-Gruppe um durchschnittlich 0,40 mm mesialisiert ($p \geq 0,05$). Unter der Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von ± 1 mm (T2-T1) trat bei 13 (18%) Patienten eine Distalisation des oberen Molaren und bei 24 (32%) Patienten eine Mesialisation auf. Bei 38 (50%) Patienten gab es keine Veränderung. Die maximale Mesialisation betrug 6,0 mm, die maximale Distalisation betrug 4,5 mm.

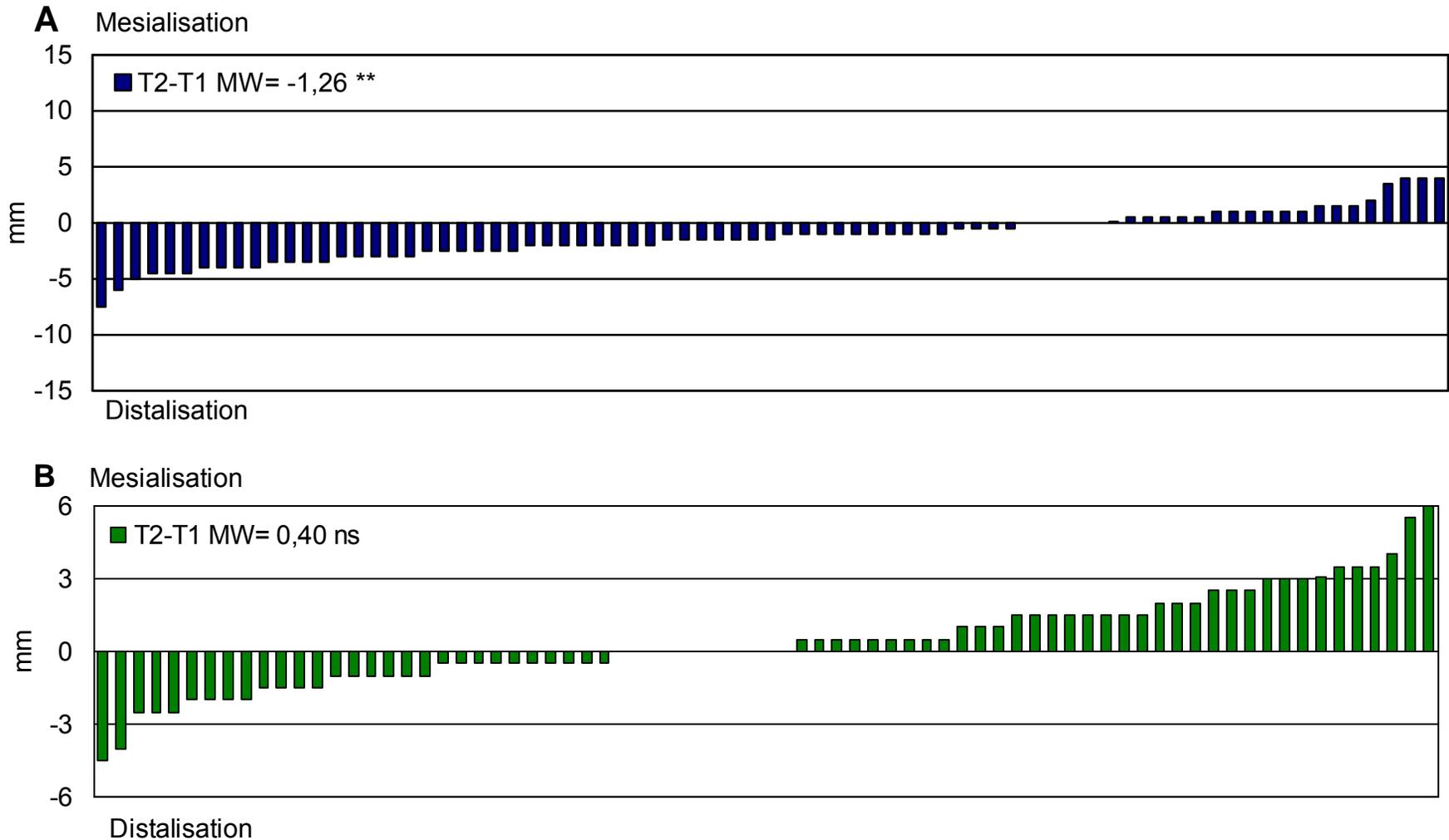


Abb. 5-35; **ps/OLp-A/OLp** respektive **ms1/OLp -A/OLp**

Individuelle Messwerte der Strecke is /OLp -A/OLp von 79 Klasse II/1 Patienten bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (**Begg-Technik**) und Extraktion der Zähne 16 und 26. (**A**) und 75 Klasse II/1 Patienten bei der Behandlung mit dem **Herbst-Scharnier** (**B**). Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

Position unterer Molar (Abb. 5-36)

Die unteren Molaren wurde während der Behandlung in der Extraktions-Gruppe um durchschnittlich 1,84 mm mesialisiert ($p < 0,001$). Unter der Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von ± 1 mm (T2-T1) trat bei 5 (6%) Patienten eine Distalisation der unteren Molaren und bei 50 (63%) Patienten eine Mesialisation auf. Bei 24 (30%) Patienten gab es keine Veränderung. Die maximale Mesialisation betrug 9,0 mm, die maximale Distalisation betrug 5,5 mm.

Die unteren Molaren wurde während der Behandlung in der Herbst-Gruppe um durchschnittlich 1,58 mm mesialisiert ($p < 0,001$). Unter der Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von ± 1 mm (T2-T1) trat bei 42 (56%) Patienten eine Mesialisation der unteren Molaren und bei 4 (6%) Patienten eine Distalisation auf. Bei 29 (38%) Patienten gab es keine Veränderung. Die maximale Mesialisation betrug 8,5 mm, die maximale Distalisation betrug 4,0 mm.

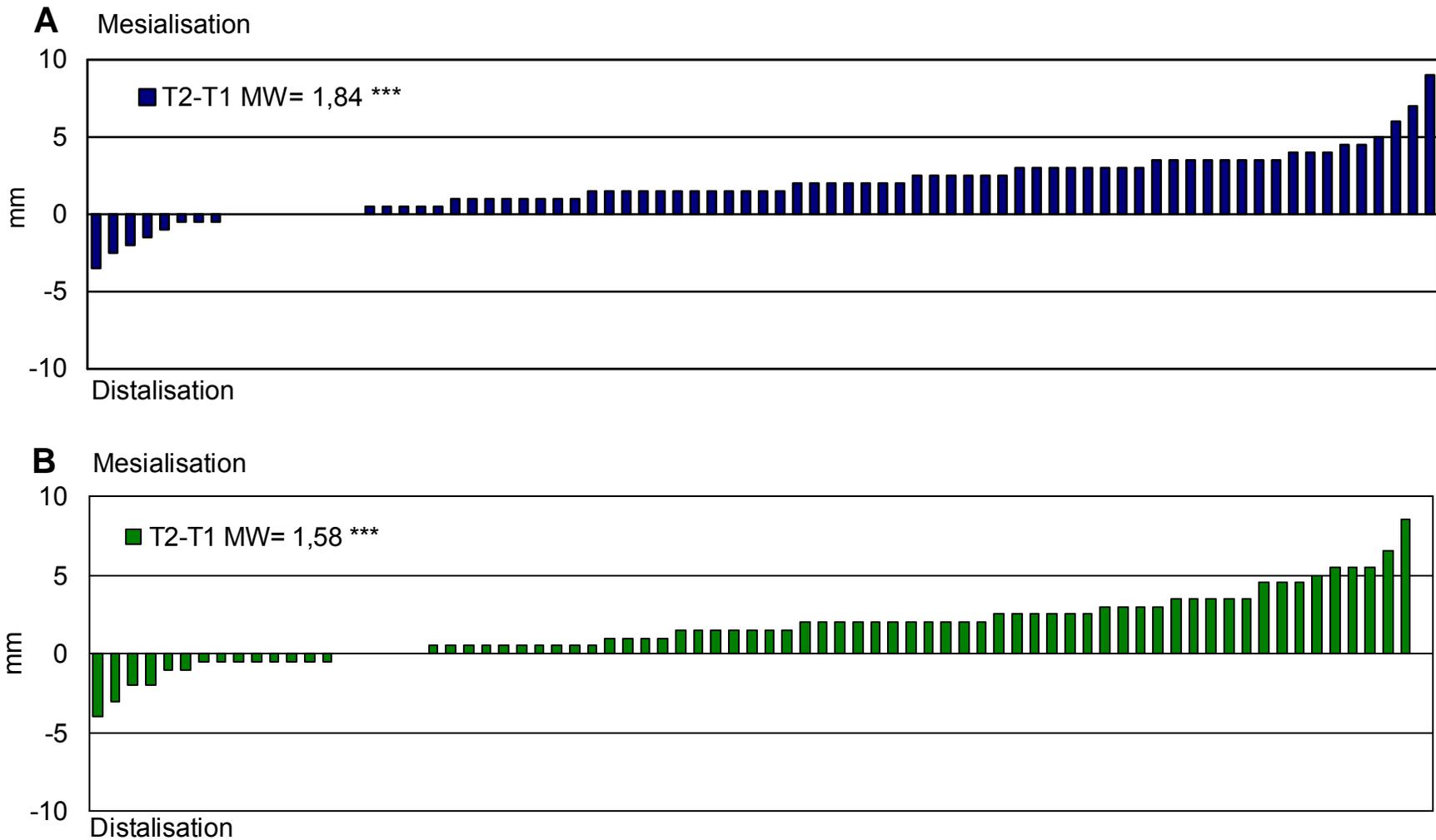


Abb. 5-36; **mi1/OLp -Pg/OLp**

Individuelle Messwerte der Strecke is /OLp –A/OLp von 79 Klasse II/1 Patienten bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (**Begg-Technik**) und Extraktion der Zähne 16 und 26. (**A**) und 75 Klasse II/1 Patienten bei der Behandlung mit dem **Herbst-Scharnier** (**B**). Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

Oberer zweiter Molar (nur Extraktions-Gruppe) (Abb. 5-37)

Die zweiten oberen Molaren wurden während der Behandlung um durchschnittliche 9,93 mm mesialisiert. Unter Berücksichtigung des klinisch nicht bedeutsamen Bereiches der Veränderungen von ± 1 mm (T2-T1) kam es bei allen 79 (100%) Patienten zu einer Mesialisation der oberen zweiten Molaren. Die maximale Mesialisation betrug 17,0 mm und die minimale Mesialisation 5,0 mm.

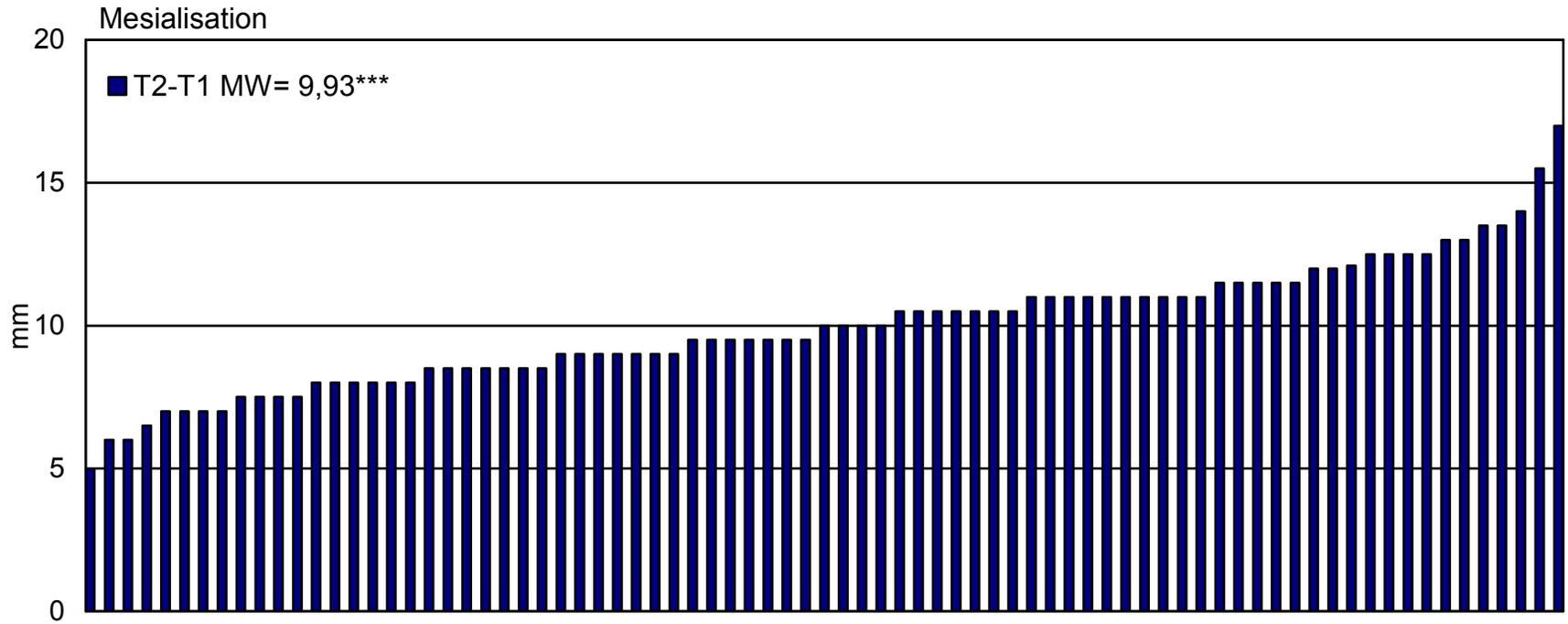


Abb. 5-37; **ms2/OLp-A/OLp**

Individuelle Messwerte der Strecke ms2OLp -A/OLp bei der Behandlung mit Multibracket-Apparatur (Begg-Technik) und Extraktion der Zähne 16 und 26. Untersuchung von 79 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Untersuchung von 75 Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie. Aufsteigende Reihung der Patienten nach den Messwerten vor der Behandlung (T1) bzw. den Messwerten der Behandlungsveränderung (T2-T1).

5.6 Mechanismus der Overjetkorrektur (Abb. 5-38)

Die Verkleinerung des Overjets in der Extraktions- und Herbst-Gruppe resultierte aus einem skelettalen (Ex-Gruppe: 34%; Herbst-Gruppe: 57%) und einem dentalen Anteil (Ex-Gruppe: 66%; Herbst-Gruppe: 43%).

Die skelettalen Veränderungen der Extraktions-Gruppe setzte sich zusammen aus einer für die Overjetverkleinerung günstigen Verlagerung der maxillären Basis nach dorsal (6%) und einer günstigen Verlagerung der mandibulären Basis nach anterior (28%). Die dentalen Veränderungen der Extraktions-Gruppe zeigten ebenfalls eine für die Overjetverkleinerung günstige Entwicklung. Sie setzte sich zusammen aus einer Retrusion der oberen Inzisivi (43%) und einer Protrusion der unteren Inzisivi (23%).

Die skelettalen Veränderungen der Herbst-Gruppe setzte sich zusammen aus einer für die Overjetverkleinerung ungünstigen Entwicklung der maxillären Basis nach anterior (-9%) und einer günstigen Verlagerung der mandibulären Basis nach anterior (66%). Die dentalen Veränderungen der Herbst-Gruppe setzten sich zusammen aus einer für die Overjetkorrektur günstigen Retrusion der oberen Inzisivi (20%) und einer ebenfalls für die Overjetverkleinerung günstigen Protrusion der unteren Inzisivi (23%).

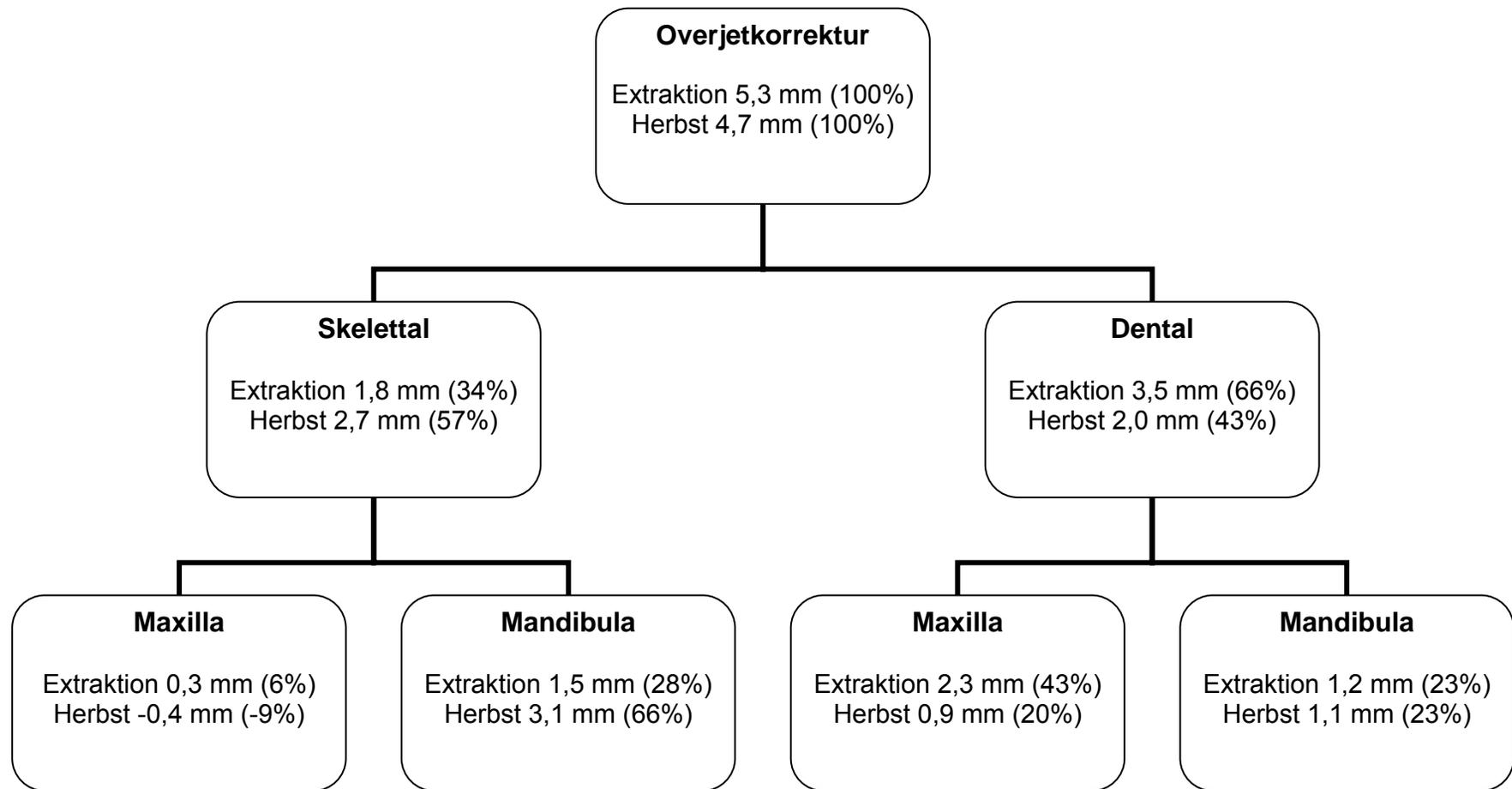


Abb. 5-38 Durchschnittliche skelettale und dentale Veränderungen in der Maxilla und Mandibula, welche zur Reduzierung des Overjets beigetragen haben. Auswertung von 79 Patienten in der Extraktions-Gruppe und 75 Patienten in der Herbst-Gruppe. Ein positiver Wert stellt eine für das Erreichen eines normalen Overjets günstige Veränderung bzw. ein negativer Wert eine für das Erreichen eines normalen Overjets ungünstige Veränderung dar.

5.7 Mechanismus der Okklusionskorrektur (Abb. 5-39)

Die Relationsveränderung der oberen zweiten Prämolaren zu den unteren ersten Molaren der Extraktions-Gruppe bzw. der oberen ersten zu den unteren ersten Molaren der Herbst-Gruppe in Richtung Klasse I resultierte aus einem skelettalen (Ex-Gruppe: 37% Herbst-Gruppe: 69 %) und einem dentalen Anteil (Ex-Gruppe: 63 %; Herbst-Gruppe: 31 %).

Die skelettalen Veränderungen der Extraktions-Gruppe setzten sich zusammen aus einer für die Okklusionskorrektur günstigen Verlagerung der maxillären Basis (6%) nach posterior und einer günstigen Verlagerung der mandibulären Basis (31%) nach anterior. Die dentalen Veränderungen begünstigen das Erreichen einer Klasse I Relation. Sie setzte sich in der Extraktions-Gruppe aus einer Distalbewegung der zweiten oberen Prämolaren (26%) und einer Mesialbewegung der ersten unteren Molaren (37%) zusammen.

Die skelettalen Veränderungen der Herbst-Gruppe setzten sich zusammen aus einer für die Molarenrelation ungünstigen Verlagerung der maxillären Basis (-10%) nach anterior und einer günstigen Verlagerung der mandibulären Basis (79%) nach anterior. Die dentalen Veränderungen begünstigten das Erreichen einer Klasse I Relation. Sie setzte sich in der Herbst-Gruppe aus einer ungünstigen Mesialbewegung der oberen ersten Molaren (-10%) und einer günstigen Mesialbewegung der ersten unteren Molaren (41%) zusammen.

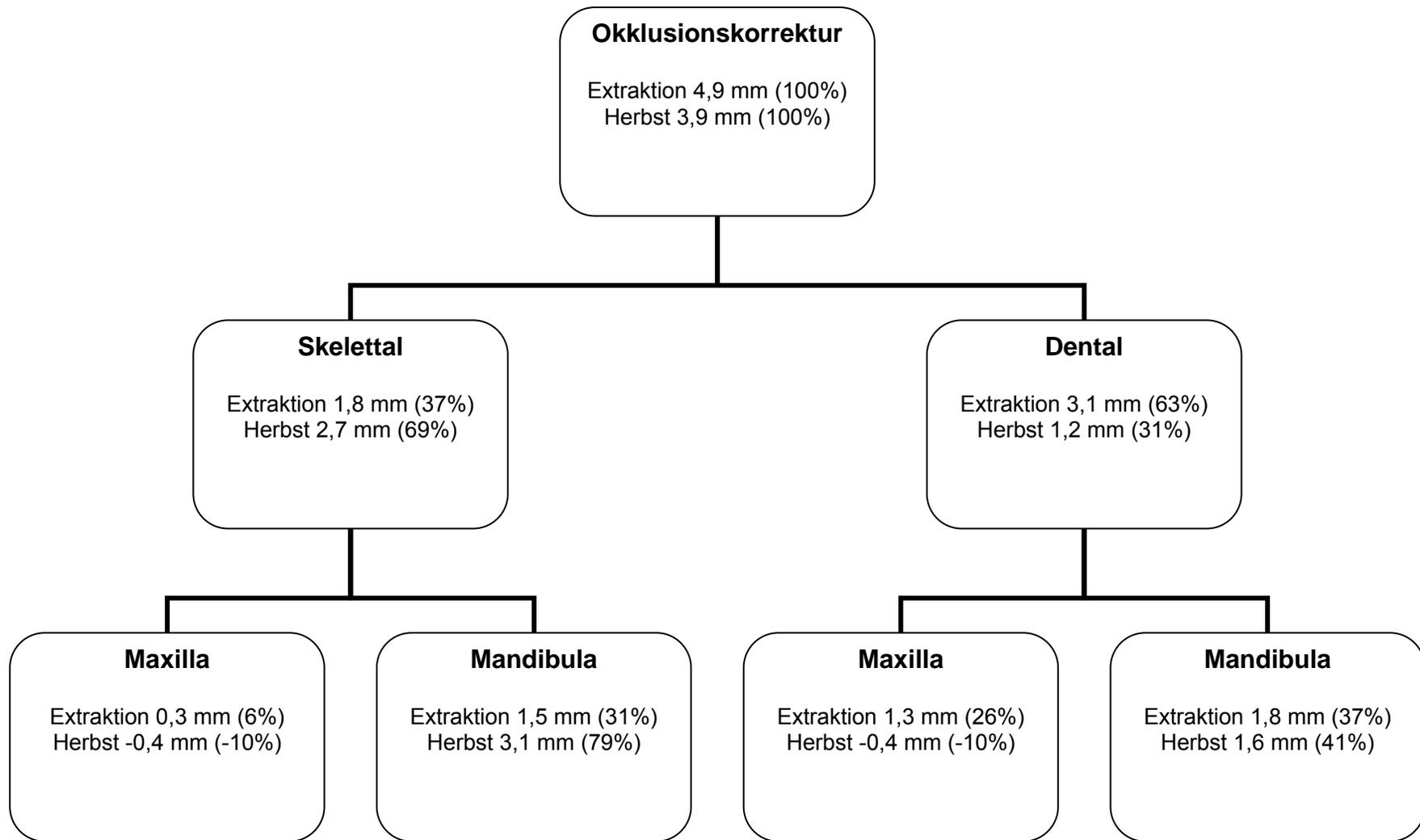


Abb. 5-39 Durchschnittliche skelettale und dentale Veränderungen in der Maxilla und Mandibula, welche zur Korrektur der Molaren/Prämolarenrelation in Richtung Klasse I beigetragen haben. Auswertung von 79 Patienten in der Extraktions-Gruppe und 75 Patienten in der Herbst-Gruppe. Ein positiver Wert stellt eine für das Erreichen einer Klasse I Relation günstige Veränderung und ein negativer Wert eine für das Erreichen einer Klasse I Relation ungünstige Veränderung dar.

5.9 Mechanismus des Lückenschlusses (nur Extraktions-Gruppe) (Abb. 5-41)

Der Schluss der Extraktionslücke im Oberkiefer resultierte aus einer dentalen Bewegung. Es fand eine Bewegung der zweiten bleibenden Molaren (88,4%) nach mesial und einer Bewegung der zweiten Prämolaren (11,6%) nach distal statt.

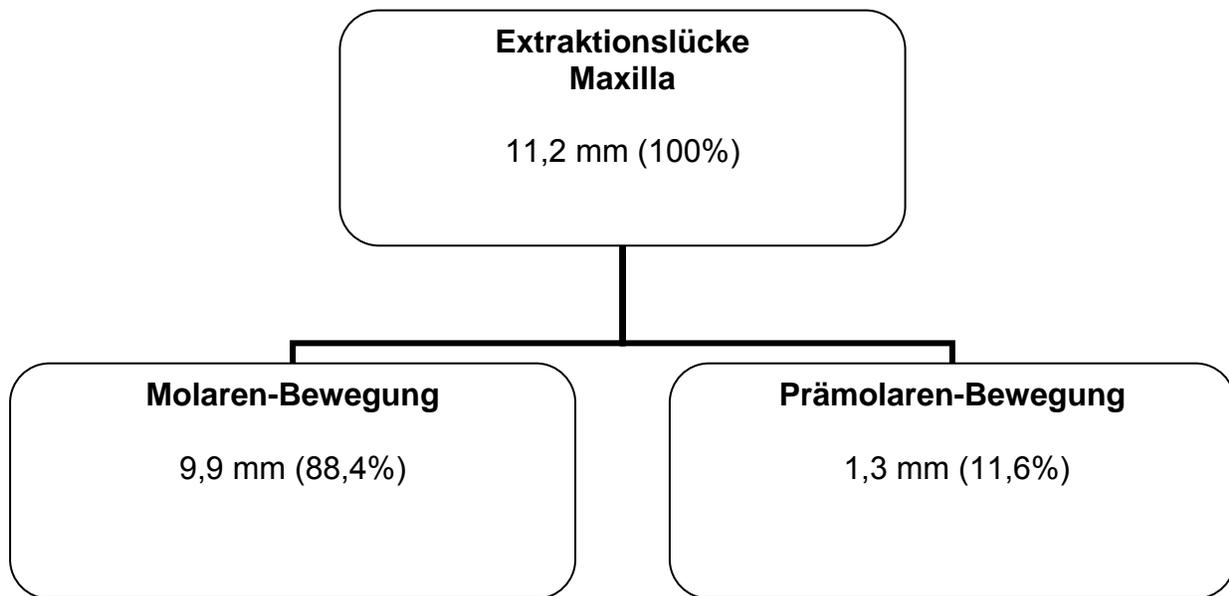


Abb. 5-41 Durchschnittliche maxilläre dentale Veränderungen, die zum Lückenschluss beigetragen haben. Auswertung von 79 Patienten behandelt mit Extraktion von 16 und 26 und Begg-Technik. Positive Werte bedeuten eine für den Lückenschluss günstige Veränderung.

6. Diskussion

Bei dieser Arbeit handelt es sich um eine retrospektive röntgenkephalometrische Studie, in der zwei unterschiedliche Behandlungsalternativen für die Klasse II/1 Malokklusion untersucht und verglichen wurden.

6.1 Patientengut

Die Untersuchung basiert auf zwei weitgehend strukturgleichen Patientengruppen. Die Extraktions-Gruppe wurde ausschließlich von einem Kieferorthopäden (Hans Booij, Niederlande) mit festsitzender Apparatur (Begg-Technik) behandelt. Die Herbst-Gruppe wurde aus dem Patientenpool der Poliklinik für Kieferorthopädie der Justus-Liebig-Universität Gießen rekrutiert. Beide Gruppen zeigten zum Zeitpunkt T1 typische Charakteristika einer Klasse II/1 Malokklusion wie einen vergrößerten ANB-Winkel (Extraktions-Gruppe: 6,4°, Herbst-Gruppe: 6,3°), einen vergrößerten Overjet (Extraktions-Gruppe: 8,2 mm; Herbst-Gruppe: 7,7 mm) und einen vergrößerten Overbite (Extraktions-Gruppe: 3,2 mm; Herbst-Gruppe: 4,4 mm).

Die mittlere Behandlungsdauer in der Extraktions-Gruppe war mit 28,0 Monaten rund 8 Monate länger als die aktive Behandlungsdauer in der Herbst-Gruppe. Laut *Skidmore et al.* [83] und *Vig et al.* [92] bedingt die Extraktion von Zähnen im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlung immer eine Verlängerung der Behandlungszeit. In der Literatur findet man nach der Extraktion von vier Prämolaren Behandlungszeiten von 26,3-33,0 Monaten [1, 16, 25, 48, 95, 101]. Obgleich *Sandler et al.* [76] von einer sechs bis neun Monate längeren aktiven Behandlungszeit nach Extraktion von Molaren im Vergleich zur Extraktion der Prämolaren ausgehen, findet man in der Literatur nur Therapiezeiten nach Molarenextraktion von durchschnittlich 28,5 Monaten und somit keinen erhöhten Zeitaufwand im Vergleich zur Prämolarenextraktion [29, 31]. Hingegen wird als positiver Nebeneffekt sogar auf eine häufig erleichterte Verankerungssituation hingewiesen. Die Extraktion der oberen zweiten Molaren im Vergleich zur Prämolarenextraktion oder auch Extraktion der ersten Molaren zur Korrektur der Klasse

II, führte bei *Basdra et al.* [11] zu kürzeren Behandlungszeiten von durchschnittlich 26,0 Monaten.

Die Behandlungszeiten für das Herbst-Scharnier inklusive nachfolgender Multibracketphase von durchschnittlich 20 Monaten wie in der vorliegenden Studie, sind auch in der Literatur zu finden [57, 75, 93]. Nur vereinzelt sind längere Behandlungszeiten von durchschnittlich 29,9 Monaten beschrieben [49, 77]. Die Verweildauer des Herbst-Scharniers mit durchschnittlich 7,3 Monaten in der vorliegenden Studie entspricht der zahlreicher vorhergehender Studien [22, 40, 59, 60, 63, 72, 75].

6.2 Methode

Um Beobachtungsgleichheit zu gewährleisten und eine Interuntersuchervarianz auszuschließen, wurden alle FRS von derselben Person (JG) ausgewertet. Um den Methodenfehler möglichst gering zu halten, wurden anatomische Referenzpunkte ausgewählt, welche möglichst genau reproduzierbar waren [87]. Der Methodenfehler der Behandlungsveränderung war gering und lag für die Streckenmessungen bei der Extraktions-Gruppe zwischen 0,16 mm und 0,78 mm und in der Herbst-Gruppe zwischen 0,15 mm und 0,40 mm. Der Methodenfehler der Behandlungsveränderung lag für die Winkelmessungen in der Extraktions-Gruppe zwischen 0,31° und 1,03° und in der Herbst-Gruppe zwischen 0,22° und 0,79°.

Die genaue Bestimmbarkeit kephalometrischer Punkte hängt unter anderem von der Qualität des Röntgenbildes ab [69]. Innerhalb beider Gruppen wurden die Röntgenbilder mit demselben Gerät erstellt und hatten eine hohe Qualität. Die klassische Vorgehensweise bei der Analyse von konventionellen Fernröntgenseitbildern besteht in der Möglichkeit der Überlagerung der Bilder über die Strukturen der Schädelbasis. Diese Region weist die größte Stabilität gegenüber wachstumsbedingten Remodellierungsprozessen auf [21, 39, 88].

Die in der vorliegenden Studie verwendete Sagittale Okklusionsanalyse (SO-Analyse) nach *Pancherz* [60] ist eine anerkannte und häufig verwendete Methode [13, 22, 27, 35, 40, 55-57, 72, 78, 94, 102]. Sie ermöglicht es, Zahnbewegungen, welche für einen kieferorthopädischen Lückenschluss verantwortlich sind sowie maxilläre und mandibuläre skelettale und dentale Veränderungen, die zu sagittalen Veränderungen der Okklusion beitragen, zu quantifizieren. Sie wurde auch in früheren Studien zur Ermittlung der Effektivität verschiedener Behandlungsapparaturen eingesetzt [2, 64, 72]. In einer Studie von *You und Hägg* [98] lieferte die SO-Analyse von *Pancherz* bei einem Vergleich von drei Analysemethoden (*Björk*, *Ricketts*, *Pancherz*) als einzige Methode zuverlässige Ergebnisse bei der Beurteilung von Behandlungsveränderungen.

6.3 Ergebnisse

Alle nachfolgenden Vergleiche mit der Literatur basieren auf Studien an jugendlichen Patienten.

6.3.1 Standard Analyse

Veränderungen des Gesichtsprofils

Profilkonvexität (NS-Sn-Pg)

Eine Verbesserung der Physiognomie des Klasse II/1 Patienten nach Behandlungsabschluss ist neben der Verbesserung der Kaufunktion eines der Haupttherapieziele der Kieferorthopädie. In beiden Gruppen kam es zu einer signifikanten Abnahme der Profilkonvexität. Dennoch zeigte die Studie auch, dass in der Extraktions-Gruppe in insgesamt 51% und in der Herbst Gruppe in 45% der Fälle mit einer Zunahme der Konvexität oder mit gar keiner Profilveränderung zu rechnen ist. Laut *Subtelny* [89] folgen nicht alle Weichgewebe linear dem unterliegenden Hartgewebe. Er studierte Veränderungen der Gewebedicke bei Patienten zwischen drei und 18 Jahren und fand vernachlässigbare Veränderungen im Bereich des Punktes Nasion. Dementsprechend ist die Verringerung der Profilkonvexität in beiden Gruppen vor allem auf die positiven Veränderungen des Weichteil-Pogonions zurückzuführen.

Schon 1960 beschreibt *Ricketts* [70] eine Zunahme der Prominenz des Weichteil-Pogonions durch Klasse II/1 Behandlungen aufgrund der relaxierten Lippenhaltung und der geringeren Mentalis-Aktivität nach der Behandlung.

Die Reduktion der Profilkonvexität um $1,1^\circ$ in der Herbst-Gruppe fiel in der Extraktions-Gruppe um $0,7^\circ$ geringer aus. Ursache hierfür ist eine geringere Veränderung des Weichteil-Pogonions in der Sagittalen. Durch die Verwendung von intermaxillären Gummizügen während der Behandlung kommt es infolge der Extrusion der unteren Molaren zu einer Rotation der Mandibula im Uhrzeigersinn [56, 70]. Die Folge einer sogenannten posterioren Rotation ist eine vertikale und posteriore Verschiebung des Weichteil-Pogonions.

In der Literatur existieren abgesehen von zwei Studien [47, 86], welche jedoch auf demselben Ursprungspatientengut wie das der vorliegenden Studie beruhen, keine Angaben über Profilveränderungen nach der Extraktion von oberen ersten Molaren oder Vergleiche mit Non-Extraktionsbehandlungen.

Profilvergleiche nach Prämolaren-Extraktion versus Non-Extraktionsbehandlung im Rahmen der Klasse II-Behandlung zeigen eine geringere Konvexität nach Extraktionstherapie mit keinerlei ästhetisch negativem Langzeiteffekt in Form eines Dished-in Profilverlaufs [15, 20, 52]. *Erdinc et al.*, *Weichbrodt und Ingervall* sowie *Basciftciv und Usumez* [10, 34, 94] verglichen ebenfalls das Weichteilprofil nach Behandlung mit oder ohne Extraktion von Prämolaren und stellten keine klinisch signifikanten Unterschiede fest. *Zierhut et al.* [101] fanden in beiden Gruppen (Ex- versus Non-Extraktionsbehandlung) eine reduzierte Profilkonvexität. Sie schließen aus diesem Ergebnis, dass unabhängig von der Extraktionsentscheidung vor allem das individuelle Wachstum von Kinn und Nase einen starken Einfluss auf das Profil haben. Zu diesem Resultat kamen auch *Katsaros et al.* [46], die auf die Schwierigkeit hinweisen, das Weichteilprofil bei einer Extraktionstherapie zuverlässig vorherzusagen, da es starken interindividuellen Schwankungen unterliegt. Auch bei einer Beurteilung von Profilsilhouetten durch Laien wurden beide Therapieformen im Langzeitvergleich als gleichwertig beurteilt [18].

Die um $0,7^\circ$ ausgeprägtere Reduktion der Konvexität der Herbst-Gruppe im Vergleich zur Extraktions-Gruppe lässt sich durch die größere Vorverlagerung des Unterkiefers und damit auch des Weichteil-Pogonions (Extraktions-Gruppe 1,5 mm; Herbst-Gruppe 3,1 mm) während der Herbst-Phase erklären. Ergebnisse anderer Herbst-Studien zeigen eine Reduktion der Weichteilkonvexität um durchschnittlich $2,7^\circ$ [22, 63]. Bei herausnehmbaren funktionskieferorthopädischen Geräten fanden *Flores et al.* [38] in einem systematischem Literaturüberblick keine positiven Effekte auf die Profilkonvexität. In einem weiteren systematischen Literaturüberblick untersuchten *Flores et al.* [37] auch festsitzende funktionskieferorthopädische Geräte, und fanden nach der Behandlung statistisch signifikante Verbesserungen hinsichtlich der Profilkonvexität, hinterfragen aber ihre klinische Relevanz.

Nasolabialwinkel (Cm-Sn-OI)

Der Nasolabialwinkel vergrößerte sich in der Extraktions-Gruppe um $3,0^\circ$ in der Herbst-Gruppe erfolgte eine Vergrößerung um $0,7^\circ$. Dieser im Gruppenvergleich signifikante Unterschied lässt sich durch die stärkere Retrusion der oberen Inzisivi in der Extraktions-Gruppe als Folge der inter- und intramaxillären Gummizüge erklären. Dieser Bewegung folgt die Oberlippe. *Bravo et al.* [25] beschreiben nach Prämolarenextraktion eine Vergrößerung des Subnasalwinkels um $3,7^\circ$ und raten bei einem prätherapeutischen Subnasalwinkel von $\geq 110^\circ$ von einer Extraktion der Prämolaren ab, um eine weitere, dann eventuell unästhetische Vergrößerung des Subnasalwinkels zu verhindern [24]. *Lo et al.* [50] dagegen beschreiben keine signifikanten Unterschiede des Nasolabialwinkels nach Extraktionstherapie im Vergleich zur Non-Extraktionstherapie. Ebenso fanden Sie keinerlei Veränderungen des Nasolabialwinkels im Wachstumsverlauf.

Auch bei Behandlung mit dem Herbst-Scharnier kommt es zu einer Retrusion der oberen Front. Daher kam es in der Herbst-Gruppe zu einer Vergrößerung des Nasolabialwinkels um $0,7^\circ$. In der Literatur sind die Angaben über Veränderungen des Nasolabialwinkels nach Funktionskieferorthopädie widersprüchlich. *Schäfer et al.* [77]

stellten nach Herbst-Behandlung eine Verkleinerung von $0,1^\circ$ im Bereich des Nasolabialwinkels fest, nach Behandlung mit dem Twin-Block eine Vergrößerung um $4,8^\circ$. Nach Aktivator-Behandlung fanden *Looi et al.* [51] ebenfalls eine Winkelvergrößerung um $5,6^\circ$. Diese teilweise konträren Veränderungen und Tendenzen, stehen nicht im Widerspruch zu den Ergebnissen dieser Studie da auch hier in der Extraktions-Gruppe nur in 59% der Fälle eine Vergrößerung messbar war. In der Herbst-Gruppe hingegen kam es in 44% der Fälle zu einer Vergrößerung, aber in 36% der Fälle war eine Verkleinerung zu sehen.

Sagittale Kieferlagebeziehung

Sowohl die Behandlung mit der Extraktions- als auch der Herbst-Therapie hatte einen großen Einfluss auf die Winkel zur Beurteilung der sagittalen Kieferrelation. Beide Gruppen zeigten günstige Veränderungen in der sagittalen Dimension, welche zu einer Korrektur der Klasse II beitrugen.

Der SNA-Winkel verkleinerte sich in der Extraktions-Gruppe um $1,8^\circ$ und in der Herbst Gruppe um $0,7^\circ$ in Richtung Normwert. Die stärkere Reduktion des SNA-Winkels in der Extraktions-Gruppe war im Gruppenvergleich signifikant ($p < 0,01$). In der Extraktions-Gruppe war bei 61% der Patienten eine SNA-Verkleinerung messbar. In der Herbst-Gruppe hingegen war trotz der durchschnittlichen Winkel-Verkleinerung bei den meisten Patienten (57%) keine Veränderung des Winkels messbar.

In der Literatur findet sich auch nach der Extraktion von oberen zweiten Molaren eine höchst signifikante Reduktion des SNA-Winkels [11]. Ebenfalls ist eine Verkleinerung des SNA-Winkels nach Extraktion von Prämolaren beschrieben worden [17, 25, 34]. Im Gruppenvergleich von Prämolaren-Extraktionsfällen mit Non-Extraktionsfällen findet man ebenfalls signifikante Unterschiede [15, 17].

In vorangegangenen Herbst-Studien kam es zu einer, der vorliegenden Studie gleichwertigen, durchschnittlichen Reduktion des SNA-Winkels von $0,7^\circ$ bis $1,1^\circ$ [22, 33,

49, 77, 90]. In der Herbst-Gruppe ist die Reduktion des SNA-Winkels durch den sog. Headgeareffekt des Scharniers auf die Maxilla zu erklären [49, 90].

Der SNA-Winkel veränderte sich in beiden Gruppen zusätzlich wachstumsbedingt. Der gesamte Nasomaxilläre-Komplex und damit auch der Punkt Nasion wurden nach anterior verlagert [79]. Erfährt der Punkt Nasion eine stärkere sagittale Verschiebung als der Bereich des A-Punktes ist erklärbar, weshalb in dieser Studie in der Herbst-Gruppe zwar eine für die Klasse II/1 Korrektur unerwünschte Ventralbewegung des A-Punktes um 0,4 mm zu verzeichnen war, der SNA-Winkel sich aber dennoch in Richtung Normwert verbesserte. Eine mögliche Erklärung für den vergleichsweise größeren Effekt in der Extraktions-Gruppe ist eine verstärkte Remodellation des A-Punktes durch die stärkere Retraktion der Front und weniger eine Hemmung des maxillären Wachstums.

Der SNB-Winkel verschlechterte sich in der Extraktions-Gruppe geringfügig aber dennoch signifikant um $0,5^\circ$. Im Gegensatz dazu kam es in der Herbst-Gruppe zu einer deutlichen Verbesserung um $1,0^\circ$ welche höchst signifikant war. Allerdings ist festzustellen, dass in beiden Gruppen der größte Teil der Patienten keine Veränderungen des SNB-Winkels zeigte (Extraktions-Gruppe 61%, Herbst-Gruppe 51%).

Die Verschlechterung des SNB-Winkels in der Extraktions-Gruppe kann durch eine stärkere posteriore Unterkieferrotation und einer daher nicht nach anterior gerichteten Veränderung des B-Punktes erklärt werden. Dies ist, wie bereits erwähnt, bedingt durch die Extrusion der unteren Molaren infolge der intermaxillären Gummizüge. Nach Extraktion von vier Prämolaren fanden *Bishara et al.* [14] eine SNB-Reduktion um $0,1^\circ$ und *Bravo et al.* [25] um $0,2^\circ$. *Weichbrodt et al.* [94] beschreiben keinerlei Veränderung. Auch *Erdinc et al.* [34] berichten nach Prämolarenextraktion über eine, wenn auch nur geringfügige, Verkleinerung des SNB-Winkels. Nach Extraktion der oberen zweiten Molaren geben *Basdra et al.* [11] eine initiale Vergrößerung des SNB-Winkels um $0,2^\circ$ an.

Die skelettalen Veränderungen in der Herbst-Gruppe zeigen eine Vorverlagerung des Unterkiefers und somit eine Bewegung des B-Punktes nach anterior. Dies kann auf eine Kombination aus natürlichem Unterkieferwachstum und stimuliertem posterioren Kondyluswachstum zurückgeführt werden [59, 72]. Frühere Studien beschreiben ebenfalls eine Vergrößerung des SNB-Winkels nach Behandlung mit dem Herbst-Scharnier von $0,2^\circ$ bis $0,9^\circ$ [22, 33, 55, 58, 77]. Zu keinerlei Veränderung oder Verbesserung des SNB-Winkels bei Therapie mit dem Herbst-Scharnier kamen *La Haye et al.* [49].

Im Gruppenvergleich war die Veränderung des SNB-Winkels höchst signifikant. Untersuchungen nach Extraktion von vier Prämolaren versus Non-Extraktionstherapie zeigten hingegen keinen signifikanten Gruppenunterschied des SNB-Winkels [25].

In beiden Gruppen kam es zu einer Verkleinerung des ANB-Winkels in Richtung Normwert. In der Extraktions-Gruppe verkleinerte sich der ANB-Winkel um $1,5^\circ$, in der Herbst-Gruppe um $1,8^\circ$. Insgesamt zeigte der größte Teil der Patienten in beiden Gruppen eine Winkel-Verkleinerung (Extraktions-Gruppe 56%; Herbst-Gruppe 63%).

Die Verkleinerung des ANB-Winkels resultierte in der Extraktions-Gruppe vor allem aus den Veränderungen im Bereich des A-Punktes, welche durch die Retraktion der oberen Front mit Hilfe der intra- und intermaxillären Gummizüge erreicht wurde. Die Veränderungen im Bereich des B-Punktes sind, wie bereits erwähnt, vor allem vertikaler Natur und trugen nicht zur Reduktion des ANB-Winkels bei. Nach Extraktion von Prämolaren findet man eine durchschnittliche Reduktion des ANB-Winkels von $1,0^\circ$ bis $2,3^\circ$ [14, 25, 52]. Nach Extraktion der oberen zweiten Molaren fanden *Basdra et al.* [11] sogar eine Verkleinerung des ANB-Winkels um $2,4^\circ$.

Die Verkleinerung des ANB-Winkels in der Herbst-Gruppe ist vor allem die Folge der Bewegung des Unterkiefers und somit des B-Punktes nach anterior. Die Veränderung im Bereich des A-Punktes in dieser Studie war eine Vorverlagerung um 0,4 mm und somit einer Verkleinerung des ANB-Winkels nicht zuträglich. Wie der SNA-Winkel verändert sich auch der ANB-Winkel durch das Wachstum des Nasomaxillären-

Komplexes [79] . Erfährt der Punkt Nasion eine stärkere sagittale Verschiebung als der Bereich des A-Punktes, ist erklärbar, weshalb in dieser Studie in der Herbst-Gruppe zwar eine für die Klasse II/1 Korrektur unerwünschte Ventralbewegung des A-Punktes um 0,4 mm zu verzeichnen war, der ANB-Winkel sich aber dennoch in Richtung Normwert verbessern konnte. Dies wurde schon 1976 von *Jacobson* [44, 82] deutlich gemacht, welcher die Auswirkung verschiedener Längen der Schädelbasis auf den ANB-Winkel beschrieb. Frühere Studien beschreiben ebenfalls signifikante Verkleinerungen des ANB-Winkels nach Behandlung mit dem Herbst-Scharnier von -0,7° bis -2,0° [33, 49, 58, 77, 90].

Vertikale Kieferlagebeziehung

NL/NSL und ML/NSL

Die beiden Winkel blieben während der Behandlung sowohl in der Extraktions-Gruppe als auch in der Herbst-Gruppe nahezu unverändert.

In der Literatur findet man für den NL/NSL-Winkel eine geringfügige Vergrößerung von 0,7° nach Extraktion von Prämolaren und Lückenschluss mit Begg-Technik [94] und eine durchschnittliche Vergrößerung nach Herbst-Behandlung von 1,4° [56, 60]. Diese Aussagen stellen keinen Widerspruch zu den Ergebnissen dieser Studie dar, wenn man bedenkt, dass auch hier in insgesamt 40% der Patienten der Extraktions-Gruppe und 47% der Patienten der Herbst-Gruppe eine Verkleinerung oder Vergrößerung des Winkels messbar war.

In Bezug auf den Mandibularbasiswinkels (ML/NSL) fanden auch andere Autoren [60, 77] bei Behandlung von Klasse II/1 Dysgnathien keine signifikanten Veränderungen. Abweichend davon beschreibt eine aktuelle Studie von *Nelson et al.* [55] bei Begg-Patienten ohne Extraktionen und Herbst-Patienten eine Vergrößerung des Mandibularbasiswinkels in Extraktions-Gruppe und eine Verkleinerung des Winkels in der Herbst-Gruppe. Auch *Weichbrodt et al.* [94] fanden eine durchschnittliche Winkelvergrößerung um 0,2° nach Extraktion von Prämolaren und Lückenschluss mit der Begg-Technik. Konträr dazu sind die Ergebnisse von *Bishara et al.* [20], hier zeigte

sich eine Winkelverkleinerung um $1,7^\circ$ nach Prämolarenextraktion. *Al-Nimri* [1] untersuchte die vertikalen Veränderungen bei Klasse II/1 Patienten nach Extraktion von entweder beiden unteren ersten oder beiden unteren zweiten Prämolaren. Auch hier blieb der Mandibularbasiswinkel unverändert.

Auch in der vorliegenden Studie ist es trotz der im Durchschnitt gemessenen Stabilität des Winkels bei insgesamt 51% der Begg-Patienten und 59% der Herbst-Patienten zu einer Vergrößerung oder zu einer Verkleinerung des Mandibularbasiswinkels gekommen. In einer Langzeit-Nachuntersuchung von Herbst-Patienten [74] konnten initial keine Auswirkungen des Herbst-Scharniers auf den Winkel ML/NSL gemessen werden, nach Behandlung war eine kontinuierliche Abnahme des Winkels messbar.

ML/NL

Der Winkel veränderte sich innerhalb der beiden Gruppen signifikant, aber in entgegengesetzter Richtung. In der Extraktions-Gruppe vergrößerte sich der Winkel um $2,3^\circ$, in der Herbst-Gruppe kam es zu einer Verkleinerung um $2,3^\circ$. Im Gruppenvergleich der Behandlungsveränderung war dies ein signifikanter Unterschied. Es ist allerdings anzumerken, dass in beiden Gruppen in 47% der Fälle keine Veränderungen des Winkels zu messen waren.

Schon vor der Behandlung (T1) zeigt die Extraktions-Gruppe eine deutlichere Divergenz der Kieferbasen im Vergleich zur Herbst-Gruppe. Dieser Unterschied ist auch zum Zeitpunkt T2 noch höchst signifikant. Es lag ein stärker akzentuiertes vertikales Wachstumsmuster in der Extraktions-Gruppe vor, welches durch die Behandlung nicht positiv beeinflusst werden konnte. Eine durch die Extraktionsbehandlung bedingte anteriore Autorotation der Mandibula fand nicht statt. Zu gleichem Ergebnis kamen auch *Staggers et al.* [85] nach Extraktion von ersten Prämolaren. Die häufig angewendete Extraktionstherapie bei Patienten mit offenem Biss soll idealerweise zu einer anterioren Autorotation der Mandibula und zum Bisschluss führen. Studien zeigen hier aber ebenfalls keine Verkleinerung des Winkels [6, 84]. Laut *Staggers et al.* [85] liegt die Ursache hierfür in der extrusiven Mechanik der Klasse-II-Gummizüge während der Mesialisation der Molaren. *Nelson et al.*[56] fanden in einer Gruppe Klasse II Non-Extraktions Begg-Patienten eine Vergrößerung des Winkels um durchschnittlich $1,3^\circ$, im

Vergleich dazu standen Herbst-Patienten, bei denen der Winkel unverändert blieb. Auch andere Autoren zeigten, dass das Herbst-Scharnier die vertikale Kieferrelation während der Behandlung nicht beeinflusst [22, 33, 40, 59-61, 74].

Die in dieser Studie gemessene Verkleinerung des ML/NL Winkels in der Herbst-Gruppe ($p < 0,05$) während des totalen Behandlungszeitraumes lässt sich durch eine intrusive Kraft des Herbst-Scharniers auf die Molaren erklären [58, 60]. Zudem zeigten Longitudinal-Studien an unbehandelten Patienten eine Verkleinerung des Winkels auf Grund normaler Veränderungen mit steigendem Alter [20], dies hätte aber auch für die Begg-Patienten zutreffen müssen.

Lippenposition

In beiden Gruppen zeigte sich eine höchst signifikante Retrusion sowohl der Ober- als auch der Unterlippe. In der Extraktions-Gruppe kam es zu einer Retrusion der Oberlippe um 9,8 mm, in der Herbst-Gruppe um 10,8 mm. In der Extraktions-Gruppe war eine Retrusion der Unterlippe um 6,2 mm und in der Herbst-Gruppe um 4,0 mm zu verzeichnen.

Ursachen hierfür sind zum einen die Retrusion der oberen Frontzähne in beiden Gruppen, der das Lippenprofil folgt. Dies wurde schon 1907 von *Angle* [5] beobachtet, der die Stellung der oberen Schneidezähne für das Erreichen ästhetischer Balance als wichtiger erachtete, als die der unteren Schneidezähne. In seinen Worten: "Es sind die oberen Zähne, nicht die unteren, welche die Kurve der Unterlippe formen". Zum anderen trägt das stärkere Ventral-Wachstum von Kinn und Nase (Veränderung der Lage der E-Linie) im Vergleich zum Lippenbereich zu einer Retrusion bei.

Bravo et al. [25] beschrieben nach Extraktion der Prämolaren eine Retrusion der Oberlippe um durchschnittlich 3,4 mm und der Unterlippe um 3,8 mm. Einflussgrößen, welche häufig einer Extraktionstherapie den Vorzug geben, sind daher laut *Bishara et al.* [15, 17] vor allem die protrusive Stellung der Lippen relativ zur Esthetik-Linie, aber auch der Schweregrad vorhandener Engstände.

Bei *Anderson et al.* [3] wurde bei Extraktionsfällen eine stärkere Retraktion der oberen Frontzähne nachgewiesen. Zum gleichen Ergebnis kamen *Looi et al.* [51] sowohl bei den oberen, als auch unteren Frontzähnen. Hingegen fanden *Bokas et al.* [23] nur minimale Veränderungen in der Position der Oberlippe nach Prämolaren-Extraktion.

Weniger negative Auswirkungen auf das Lippenprofil verspricht man sich daher bei Extraktionen weiter distal im Zahnbogen. *Staggers et al.* [84] fanden jedoch keinerlei Unterschiede in der Retraktion der Oberlippe nach Extraktion von vier zweiten Molaren oder vier ersten Prämolaren, wohl aber eine signifikant stärkere Retraktion der Unterlippe nach Prämolarenextraktion. Das resultierende Gesamtprofil wies allerdings keinerlei Unterschiede auf. *Basdra et al.* [11] hingegen beschrieben Veränderungen des Weichteilprofils nach Extraktion von zweiten Molaren im Oberkiefer. Der Abstand der Oberlippe relativ zu E-Linie vergrößerte sich signifikant von 2,8 mm auf 5,7 mm.

Bei den Herbst-Patienten dieser Studie wurde bei 44% der Patienten eine Abstandsverkleinerung der Unterlippe zur E-Linie gemessen. Auch andere Studien fanden bei festsitzenden und herausnehmbaren funktionskieferorthopädischen Geräten eine Abstandsverkleinerung der Unterlippe relativ zur E-Linie von 0,4 mm bis 1,9 mm [27, 63, 75, 77]. Zu erklären ist die Abstandsverkleinerung (Extraktions-Gruppe 60%; Herbst-Gruppe 44%) durch die Protrusion der unteren Frontzähne, hervorgerufen durch die intermaxillären Gummizüge bzw. die Teleskope des Herbst-Scharniers, welcher die Unterlippe folgt.

Diesbezüglich gilt es auch zu bedenken, dass im Laufe des Lebens die Ober- und Unterlippe relativ zur E-Linie auch ohne Behandlung retrusiver werden [14, 19, 54]. In der Altersspanne von 10 bis 25 Jahren ist eine natürliche Retrusion der Oberlippe um durchschnittlich 5,0 mm und eine Retrusion der Unterlippe um durchschnittlich 3,0 mm zu erwarten. Dies mag erklären, warum in der vorliegenden Studie in der Extraktions-Gruppe zu 34% und in der Herbst-Patienten-Gruppe zu 44% keine Veränderungen der Unterlippenposition messbar waren.

6.3.2 SO-Analyse

Overbite

Der Overbite verkleinerte sich während der Behandlung in beiden Gruppen signifikant (Extraktions-Gruppe 1,4 mm, Herbst-Gruppe 2,5 mm). Die Overbitereduktion wird in der Extraktions-Gruppe durch die verwendete Tip-Back Biegung im Stadium I und die damit verbundene intrusive Kraft auf die oberen und unteren Frontzähne erreicht. Die Verbesserung des Overbites wird zusätzlich durch die extrusive Kraft der Klasse II Gummizüge im Stadium I und II und einer damit verbundenen posterioren Rotation des Unterkiefers sowie Bisshebung im Seitenzahnggebiet unterstützt. Des weiteren kommt es im Lauf der Behandlung zu einer Nivellierung der Spee'schen Kurve, was automatisch eine Bisshebung zur Folge hat. Die signifikante Reduktion des Overbites stimmt mit folgenden Studien bei wachsenden Klasse II Patienten mit Extraktionsbehandlung überein [20, 25, 52, 94].

In der Herbst-Gruppe wird der Overbite durch eine Überkorrektur der Unterkieferlage zum frontalen Kopfbiss und durch die Intrusion und Proklination der unteren Front verkleinert [33, 60], ebenso erfolgt eine Nivellierung der Spee'schen Kurve in der Multiband-Phase. Nach *Pancherz et al.* [59] ist die Verkleinerung des Overbites Folge eines nach caudal gerichteten Kraft-Vektors, welcher durch den Teleskopmechanismus via Lingualbügel auf die untere Front übertragen wird. Die unteren Frontzähne werden so intrudiert und prokliniert, beide Bewegungen verringern den klinisch messbaren Overbite.

Die signifikant größere Overbite-Korrektur ($p < 0,05$) in der Herbst-Gruppe im Vergleich zur Extraktions-Gruppe in dieser Studie, lässt sich durch den zum Zeitpunkt T1 ebenfalls größeren Overbite der Herbst-Gruppe erklären. Andere Studien zeigen eine Overbite-Reduktion von durchschnittlich 2,1 bis 3,4 mm nach Behandlung mit dem Herbst-Scharnier [9, 55, 56, 60, 62, 77].

Feldman et al. [35] fanden bei einer Gruppe unbehandelter Klasse II/1 Patienten eine spontane Overbite Reduktion um 0,6 mm innerhalb eines Beobachtungszeitraumes von 11 Jahren, wobei der Messbeginn bei einem Patientenalter von 12 Jahren lag.

In der vorliegenden Studie zeigten 14% der Patienten der Extraktions-Gruppe eine wohl in den meisten Fällen unerwünschte Vergrößerung des Overbites. Ursache hierfür sind die extrusiven Kraftvektoren der intermaxillären Gummizüge auf die obere Front. In der Herbst-Gruppe war der prozentuale Anteil der Patienten mit Overbite-Vergrößerung mit nur 4% deutlich geringer. In beiden Gruppen war in 32% (Extraktions-Gruppe) bzw. 27% (Herbst-Gruppe) keine Veränderung des Overbites messbar. Letzteres ist aber nicht unbedingt als Fehlschlag der Therapie zu werten, da der Overbite vor der Behandlung auch nicht in allen Fällen vergrößert war.

Mechanismus der Overjet-Korrektur

Während der Behandlung kam es in beiden Gruppen zu einer erwünschten Korrektur des Overjets (Ex-Gruppe 5,3mm; Herbst-Gruppe 4,7mm). Die entstandene Overjet-Veränderung war sowohl dentaler als auch skelettaler Natur.

Insgesamt war der dentale Anteil der Overjetkorrektur in der Extraktions-Gruppe mit 3,5 mm (66%) deutlich größer als der skelettale Anteil von 1,8 mm (34%). Obwohl die Platzbeschaffung hier sehr weit distal im Zahnbogen erfolgte, kam es zu einer für die Overjetkorrektur günstigen und höchst signifikanten Retrusion der oberen Inzisivi und zusätzlich, verursacht durch die Anwendung von Klasse II Gummizügen, zu einer aus Langzeitstabilitätsgründen zwar unerwünschten aber höchst signifikanten Proklination der unteren Front, welche auch zur Reduktion des Overjets beitrug.

Janson et al. [45] beschreiben nach Extraktion von zwei oberen Prämolaren bei Klasse II Patienten im Vergleich zu Non-Extraktionsbehandlung eine stärkere Reduktion des Overjets. Ebenso beschreibt dies *Bravo et al.* [25], wobei hier dentale Unterschiede in Form einer stärkeren Retrusion der oberen Front und damit Reduktion des Overjets in der Extraktions-Gruppe zu finden waren. Nach Extraktion von vier Prämolaren und Behandlung mit der Begg-Technik beschreiben *Weichbrodt et al.* [94] eine

Overjetreduktion von 6,3 mm. Sie fanden mit 77% einen deutlich größeren skelettalen Anteil bei der Overjet-Korrektur und eine Retrusion der unteren Front, welche als kompensatorische Reaktion zum starken Unterkieferwachstum nach anterior interpretiert wird.

In der Literatur findet man nach Extraktion von vier Prämolaren eine durchschnittliche Overjet-Reduktion von 3,2 mm bis 6,3 mm [20, 25, 52, 94], sowie eine Overjetkorrektur von 5,8 mm bis durchschnittlich 6,7 mm nach Behandlung mit Begg-Technik aber ohne Extraktion von Zähnen [55, 56]. Nach Behandlung mit dem Herbst-Scharnier sind Overjetkorrekturen von 3,7 mm bis 9,5 mm beschrieben worden [40, 55, 56, 59-61, 72, 77].

In der Herbst-Gruppe ist der dentale Anteil der Overjetkorrektur mit 2,0 mm (43%) kleiner als der skelettale Anteil welcher 2,7 mm (57%) beträgt. In der Literatur sind dentale Anteile an den Overjet-Veränderungen von 44-61% und skelettale von 39-56% beschrieben worden [58, 72]. *Weichbrodt et al.* [94] beschreiben deutlich höhere skelettale Anteile an der Overjet-Korrektur von 70% bei Patienten nach Aktivator-Behandlung. Der Altersdurchschnitt der Patienten war mit 10,9 Jahren allerdings jünger als der der vorliegenden Studie.

Der dentale Anteil der Overjet-Korrektur setzte sich zusammen aus einer Retrusion der oberen Front und einer Frontzahnprotrusion im Unterkiefer. Die Platzbeschaffung für die Retrusion der Front erfolgt durch die distalisierende Kraft des Herbst-Scharniers auf die oberen Molaren, den sog. Headgeareffekt [63]. Laut *Pancherz et al.* [59] sind die im Unterkiefer durch das Herbst-Scharnier hervorgerufenen Veränderungen vor allem Folgen eines Verankerungsverlustes. Der Teleskopmechanismus produziert einen nach anterior gerichteten Kraftvektor der eine Mesialbewegung und Proklination der unteren Front verursacht.

Da in beiden Patientengruppen noch Unterkiefer-Restwachstum vorhanden war, wirkte sich außerdem das nach anterior gerichtete Wachstum des Unterkiefers mit 1,5 mm (28%) in der Extraktions-Gruppe und 3,1 mm (66%) in der Herbst-Gruppe günstig auf die Overjet-Korrektur aus. Diese im Gruppenvergleich signifikant ($p < 0,05$) größeren

skelettalen Veränderungen in der Herbst-Gruppe sind durch eine Stimulation des Condylenwachstums nach posterior durch das Herbst-Scharnier zu erklären [59, 72].

In der Extraktions-Gruppe hingegen war eine für die Overjet-Korrektur günstige, aber geringe Rückverlagerung des A-Punktes von 0,3 mm (6%) zu verzeichnen, welche sich vor allem durch die günstigen Remodellierungsvorgänge in diesem Bereich erklären lassen. Vorhandenes Restwachstum des maxillären Komplexes nach anterior wurde dadurch kompensiert.

In der Herbst-Gruppe kam es zu einer für die Overjet-Korrektur ungünstigen Bewegung des Oberkiefers um 0,4mm (-9%) nach anterior. Hier konnte das natürliche Wachstum des maxillären Komplexes nach anterior nicht durch Remodellationsvorgänge im Bereich des A-Punktes kompensiert werden, da das Ausmaß der Oberkiefer-Front-Retraktion geringer war.

Abgesehen davon ist auch bei unbehandelten Patienten eine Reduktion des Overjets im Laufe des Lebens beobachtet worden. *Feldman et al.* [35] fand bei einer Gruppe unbehandelter Klasse II/1 Patienten eine Overjet-Reduktion von 1,1 mm vom 12. bis 23. Lebensjahr. Eine Normalisierung des Overjet infolge dieser spontanen Verkleinerung konnte jedoch in keinem Fall beobachtet werden. Ebenfalls kommt es bei unbehandelten Klasse II Fällen zu einer Proklination der unteren Inzisivi um 1,5 ° [99].

Mechanismus der Okklusionskorrektur

Durch den Lückenschluss im Oberkiefer wurde in der Extraktions-Gruppe wieder ein geschlossener Zahnbogen hergestellt. Die zweiten oberen Molaren wurden um 9,9 mm (88,4%) mesialisiert und die oberen zweiten Prämolaren um 1,3 mm (11,6%) distalisiert. Des Weiteren wurden die unteren Molaren um 1,8 mm (36%) mesialisiert. Ferner wurde das Erreichen einer Klasse I Relation in der Extraktions-Gruppe, wenn auch nicht signifikant ($p \geq 0,05$) durch eine Restriktion des maxillären Wachstums um 0,3 mm begünstigt.

Trotz der im Oberkiefer nach distal gerichteten Kraft des Herbst-Scharniers kam es während der gesamten Behandlungsphase (Herbst- und Multibandphase) insgesamt zu einer für die Okklusionskorrektur ungünstigen, wenn auch nicht signifikanten Mesialisation des oberen ersten Molaren um 0,4 mm. In der Literatur findet man ebenfalls eine Mesialisation von oberen Molaren um 0,4 mm nach Herbst-Behandlung [57]. Im Unterkiefer kam es zu einer höchst signifikanten ($p < 0,001$) Mesialisation des ersten unteren Molaren um 1,6 mm. In Kombination mit der Stimulation des Unterkieferwachstums konnte die Verzahnung in eine Klasse I Molarenrelation überführt werden. Zusätzlich kam es in der Herbst-Gruppe zu einer für das Erreichen einer Klasse I Relation ungünstigen, wenn auch nicht signifikanten Vorverlagerung der Maxilla um 0,4 mm. Auch in der Literatur findet man nach Herbst-Scharnier Behandlung eine Vorverlagerung der Maxilla von 0,3 bis 1,2 mm [56, 57, 72]. Diese, für die Okklusionskorrektur ungünstigen Bewegungen in der Herbst-Gruppe sind Folgen des natürlichen maxillären Wachstums. Ausschlaggebend für den Gruppenunterschied zwischen Extraktions- und Herbst-Gruppe sind vor allem Veränderungen im Bereich des A-Punktes, welcher in der Extraktions-Gruppe größeren Remodellierungsprozessen unterlag und das Wachstum des Nasomaxillären Komplexes nach anterior und caudal überlagerte.

Das Einstellen der Neutralokklusion im Seitenzahnggebiet wurde in beiden Gruppen vor allem durch wachstumsbedingte Vorverlagerung des Unterkiefers nach anterior unterstützt. In der Herbst-Gruppe trug dieses Wachstum zu 79% (3,1mm) zur Okklusionskorrektur bei und war somit der Haupteffekt. In der Extraktions-Gruppe betrug der skelettale Effekt nur 1,5 mm (30%). Die Literatur bestätigt die verstärkte, wenn auch hinsichtlich des Ausmaßes differierende anteriore Projektion des Unterkiefers für beide Therapievarianten [55-57].

Verschiedene Studien zeigten, dass funktionskieferorthopädische Geräte wie das Herbst-Scharnier das Condylenwachstum in einer verstärkt superioren und posterioren Richtung stimulieren [7, 8, 59, 67, 71]. Diese Richtungsänderung des Condylenwachstums scheint für die Vorverlagerung des Unterkiefers verantwortlich zu sein [59, 72]. Nach *Valant et al.* [90] setzt sich die Korrektur der Klasse II Verzahnung

mit dem Herbst-Scharnier aus einer körperlichen Distalbewegung der oberen ersten Molaren sowie einer körperlichen Mesialbewegung der unteren Molaren zusammen. Daneben fanden sie im Vergleich zu normalem Wachstum ein um 1,3 mm größeres Vorwärtswachstum bei Patienten, welche mit dem Herbst-Scharnier behandelt wurden. Im Vergleich dazu war in der vorliegenden Studie ein um 1,2 mm stärkeres Vorwärtswachstum des Punktes Pogonions zu verzeichnen.

Der im Gruppenvergleich signifikant ($p < 0,05$) größere Effekt im Unterkiefer in der Herbst Gruppe kann durch die stärkere und kontinuierlichere Unterkiefervorverlagerung durch das Herbst Scharnier im Vergleich zu den intermaxillären Gummizügen erklärt werden.

7. Zusammenfassung

Das Ziel dieser Untersuchung war es, retrospektiv die Effizienz und das Resultat zweier unterschiedlicher Behandlungsmethoden zur Korrektur einer Klasse II/1 Verzahnung zu vergleichen.

Die erste Methode erforderte die Extraktion beider ersten oberen Molaren. Die Distalverzahnung wurde anschließend mittels festsitzender Apparatur (Begg-Technik) und intra- sowie intermaxillären Gummizügen in eine Neutralverzahnung überführt.

Die zweite Methode verzichtet auf Extraktionen und korrigiert die Distalverzahnung mit einem festsitzenden funktionskieferorthopädischen Gerät (Herbst-Scharnier) und anschließender festsitzender Apparatur.

Hierzu wurden Fernröntgenseitbilder (FRS) von 79 Klasse II/1 Extraktions-Patienten und von 75 Klasse II/1 Patienten Herbst-Patienten ausgewertet. In beiden Gruppen lagen FRS von vor (T1) und nach (T2) der Behandlung vor. Die FRS wurden mittels einer Standard-Analyse und der SO-Analyse ausgewertet.

Die Untersuchung führte zu folgenden Ergebnissen:

- Die **Profilkonvexität** verringerte sich in beiden Gruppen, jedoch war die Korrektur in Richtung Normwert in der Herbst-Gruppe um $0,7^\circ$ ausgeprägter.
- Der **Nasolabialwinkel** vergrößerte sich in beiden Gruppen, jedoch war die Vergrößerung in der Extraktions-Gruppe um $2,3^\circ$ ausgeprägter.
- Beide Gruppen zeigten Veränderungen der **sagittalen Kieferlagebeziehungen**.

Der **SNA-Winkel** verkleinerte sich in beiden Gruppen in Richtung Normwert. In der Extraktions-Gruppe war die Verkleinerung um $1,1^\circ$ ausgeprägter.

Der **SNB-Winkel** verschlechterte sich in der Extraktions-Gruppe um $0,5^\circ$ und verbesserte sich in der Herbst-Gruppe um $1,0^\circ$.

Der **ANB-Winkel** verkleinerte sich in beiden Gruppen in Richtung Normwert. In der Herbst-Gruppe war die Verkleinerung um $0,3^\circ$ ausgeprägter.

- Die **Vertikale Kieferlagebeziehung** wurde in beiden Gruppen nur geringfügig beeinflusst.

Die Winkel **NL/NSL** und **ML/NSL** blieben in beiden Gruppen unverändert.

Der Winkel **ML/NL** vergrößerte sich in der Extraktions-Gruppe um $0,7^\circ$ und verkleinerte sich in der Herbst-Gruppe um $0,7^\circ$.

- Die **Lippenposition** wurde in beiden Gruppen retrusiver.
- Der **Overbite** verkleinerte sich in beiden Gruppen in Richtung Normwert. In der Herbst-Gruppe war die Verkleinerung um 1,1 mm ausgeprägter.

- **Overjet-Korrektur**

Extraktions-Gruppe: Der Overjet wurde um 5,3 mm verkleinert. Diese Korrektur war zu 66% dentaler und zu 34% skelettaler Natur.

Herbst-Gruppe: Der Overjet wurde um 4,7 mm verkleinert. Diese Korrektur war zu 43% dental und zu 57% skelettal.

- **Korrektur der Okklusion**

Extraktions-Gruppe: Die Okklusionskorrektur betrug insgesamt 4,9 mm. Diese Korrektur war zu 62% dentaler und zu 37% skelettaler Natur.

Herbst-Gruppe: Die Okklusionskorrektur betrug insgesamt 3,9 mm. Diese Korrektur war zu 31% dentaler und zu 69% skelettaler Natur.

Mechanismus des Lückenschlusses

Extraktions-Gruppe: Der Lückenschluss im Oberkiefer (11,2 mm) erfolgte im Wesentlichen durch eine Mesialbewegung der oberen zweiten Molaren (9,9 mm) und nur geringfügig durch eine Distalbewegung der zweiten oberen Prämolaren (1,3 mm).

Schlussfolgernd ist zu sagen, dass mit beiden Behandlungsmethoden eine erfolgreiche Korrektur einer Klasse II/1 Malokklusion durchgeführt werden kann, wobei bei einer Extraktions-Behandlung eher dentale und maxilläre Effekte zu erwarten sind, während bei der Herbst-Behandlung eher skelettale und mandibuläre Effekte überwiegen.

8. Summary

The purpose of this study was to compare retrospectively the efficiency and result of two contrasting forms of treatment for a class II division I malocclusion.

The first group comprising extractions of the upper, first molars and correction of the malocclusion with space closure in the upper arch by means of class I and class II mechanics applied to a Begg-appliance.

The second group was treated non-extraction by means of a bonded Herbst-appliance followed by a fixed appliance phase.

Lateral cephalograms of 79 class II division I extraction patients and 75 class II division I Herbst patients were traced. For both groups pre-treatment (T1) and post-treatment (T2) cephalograms and records were available. They were analysed using a standard analysis and the SO-analysis according to Pancherz.

The following results were obtained:

- **The profile convexity** decreased in both groups. The correction towards the standard value was 0.7° more pronounced in the Herbst group.
- The **Nasolabial angle** increased in both groups. The enlargement was 2.3° more pronounced in the extraction-group.
- Both groups showed changes in the **sagittal jaw base relationship**.

The **SNA angle** decreased in both groups towards the standard value. In the Extraction group the decrease was 1.1° more pronounced.

The **SNB angle** deteriorated by 0.5° in the extraction group but improved by 1.0° in the Herbst group.

The **ANB angle** decreased in both groups towards the standard value. In the Herbst group the decrease was 0.3° more pronounced.

- The **vertical jaw base relationship** was only slightly affected in both groups.

The **NL/NSL** and **ML/NSL** angle remained unaffected in both groups.

The **ML/NL** angle increased in the extraction group for 0.7° and decreased in the Herbst group for 0.7°.

- **Lip position** became more retrusive in both groups.
- **Overbite** decreased in both groups towards the standard value. The reduction was 1.1 mm more pronounced in the Herbst-group.

Overjet correction

Extraction group: The overjet decreased by 5.3 mm. The correction was due to 66% dental and 34% skeletal effects.

Herbst group: The overjet was decreased by 4.7 mm. The correction was due to 43% dental and 57% skeletal effects.

- **Occlusal correction**

Extraction group: The occlusal correction amounted to 4.9 mm. The correction was due to 62% dental and 37% skeletal effects.

Herbst group: The okklusal correction amounted to 3.9 mm. The correction was due to 31% dental and 69% skeletal effects.

- **Mechanism of space closure**

The maxillary space closure of 11.2 mm was the result of dental movements. It was mainly accomplished by a mesial movement of the second permanent molars

(9.9 mm) and only marginal by a distal movement of the upper second premolars (1.3 mm).

In conclusion it can be said, that both treatment methods were successful and lead to a correction of the class II division I malocclusion. Whereas in case of extraction treatment more dental and maxillary effects can be expected, in case of Herbst treatment skeletal and mandibular effects prevail.

9. Literaturverzeichnis

1. Al-Nimri K.S. *Vertical changes in class II division 1 malocclusion after premolar extractions*. Angle Orthod 2006; 76: 52-58.
2. Altenburger E., Ingervall B. *The initial effects of the treatment of Class II, division 1 malocclusions with the van Beek activator compared with the effects of the Herren activator and an activator-headgear combination*. Eur J Orthod 1998; 20: 389-397.
3. Anderson B.D. *Multiple extraction patterns in severe discrepancy cases*. Angle Orthod 1975; 45: 291-303.
4. Angle E.H. *Classification of malocclusion*. Dent. Cosmos 1899; 41: 248.
5. Angle E.H. *Treatment of Malocclusion of the Teeth*. The S.S White Dental Manufacturing Company, Philadelphia 1907: 60.
6. Aras A. *Vertical changes following orthodontic extraction treatment in skeletal open bite subjects*. Eur J Orthod 2002; 24: 407-416.
7. Araujo A.M., Buschang P.H., Melo A.C. *Adaptive condylar growth and mandibular remodelling changes with bionator therapy-an implant study*. Eur J Orthod 2004; 26: 515-522.
8. Baltromejus S., Ruf S., Pancherz H. *Effective temporomandibular joint growth and chin position changes: Activator versus Herbst treatment. A cephalometric roentgenographic study*. Eur J Orthod 2002; 24: 627-637.
9. Barnett G.A. et al. *Immediate skeletal and dentoalveolar effects of the crown- or banded type Herbst appliance on Class II division 1 malocclusion*. Angle Orthod 2008; 78: 361-369.
10. Basciftci F.A., Usumez S. *Effects of extraction and nonextraction treatment on class I and class II subjects*. Angle Orthod 2003; 73: 36-42.
11. 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.
12. Begg P.R. *Begg Orthodontic Theory and Technique*. Saunders, Philadelphia 1965.
13. Birkenkamp A.T. *Die Sagittale-Okklusions-Analyse (SO-Analyse) bei Verwendung verschiedener Bezugslinien*. 2004; Diss Med Dent (Giessen)1-91.

14. Bishara S.E. *Mandibular changes in persons with untreated and treated Class II division 1 malocclusion*. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1998; 113: 661-673.
15. 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.
16. Bishara S.E., Cummins D. M., Jakobsen J. R., Zaher A. R. *Dentofacial and soft tissue changes in Class II, division 1 cases treated with and without extractions*. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1995; 107: 28-37.
17. 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.
18. Bishara S.E., Jakobsen J.R. *Profile changes in patients treated with and without extractions: assessments by lay people*. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1997; 112: 639-644.
19. Bishara S.E., Jakobsen J. R., Hession T. J., Treder J. E. *Soft tissue profile changes from 5 to 45 years of age*. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1998; 114: 698-706.
20. Bishara S.E., Zaher A. R., Cummins D. M., Jakobsen, J. R. *Effects of orthodontic treatment on the growth of individuals with Class II division 1 malocclusion*. Angle Orthod 1994; 64: 221-230.
21. Björk A., Skieller V. *Normal and abnormal growth of the mandible. A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years*. Eur J Orthod 1983; 5: 1-46.
22. Bock N., Pancherz H. *Herbst treatment of Class II division 1 malocclusions in retrognathic and prognathic facial types*. Angle Orthod 2006; 76: 930-941.
23. Bokas J., Collett T. *Effect of upper premolar extractions on the position of the upper lip*. Aust Orthod J 2006; 22: 31-37.
24. Bravo L.A. *Soft tissue facial profile changes after orthodontic treatment with four premolars extracted*. Angle Orthod 1994; 64: 31-42.
25. 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.

26. Conti A., Freitas M., Conti P., Henriques J., Janson G. *Relationship between signs and symptoms of temporomandibular disorders and orthodontic treatment: a cross-sectional study.* Angle Orthod 2003; 73: 411-417.
27. Cozza P., De Toffol L., Colagrossi S. *Dentoskeletal effects and facial profile changes during activator therapy.* Eur J Orthod 2004; 26: 293-302.
28. Creekmore T.D., Radney L.J. *Frankel appliance therapy: orthopedic or orthodontic?* Am J Orthod 1983; 83: 89-108.
29. Cudovic B. *Orthodontic treatment of a Class II, 1 malocclusion including extractions of the 4 first molars. Case report.* J Orofac Orthop 1998; 59: 186-191.
30. Darendeliler N., Taner L. *Changes in the soft tissue profile after extraction orthodontic therapy.* J Dent Child 2006; 73: 164-169.
31. Daugaard-Jensen I. *Extraction of first molars in discrepancy cases.* Am J Orthod 1973; 64: 115-136.
32. Dausch-Neumann D. *Die Extraktionstherapie im Wandel der Zeit.* Dtsch Zahnärztl Z 1986; 41: 92-99.
33. De Almeida M.R., Henriques J. F., De Almeida, R. R., Weber U., McNamara J. A. Jr. *Short-term treatment effects produced by the Herbst appliance in the mixed dentition.* Angle Orthod 2005; 75: 540-547.
34. Erdinc A.E., Nanda R.S., Dandajena T.C. *Profile changes of patients treated with and without premolar extractions.* Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007; 132: 324-331.
35. Feldmann I., Lundstrom F., Peck S. *Occlusal changes from adolescence to adulthood in untreated patients with Class II Division 1 deepbite malocclusion.* Angle Orthod 1999; 69: 33-38.
36. Fisk, Culbert MR., Grainger RM., Hemrend B., Moyers R. *The morphology and physiology of distocclusion.* Am J Orthod 1953; 39: 3-11.
37. Flores-Mir C., Major M.P., Major P.W. *Soft tissue changes with fixed functional appliances in Class II division 1.* Angle Orthod 2006; 76: 712-720.
38. Flores-Mir C., Major P.W. *Cephalometric facial soft tissue changes with the twin block appliance in Class II division 1 malocclusion patients. A systematic review.* Angle Orthod 2006; 76: 876-881.

39. Goel S., Bansal M., Kalra A. *A preliminary assessment of cephalometric orthodontic superimposition.* Eur J Orthod 2004; 26: 217-222.
40. Hansen K., Pancherz H., Hägg U. *Long-term effects of the Herbst appliance in relation to the treatment growth period: a cephalometric study.* Eur J Orthod 1991; 13: 471-481.
41. Harzer W., *Lehrbuch der Kieferorthopädie.* Hanser Verlag München 2000.
42. Hensel E., Born G., Korber V., Altvater T., Gesch D. *Prevalence of defined symptoms of malocclusion among probands enrolled in the Study of Health in Pomerania (SHIP) in the age group from 20 to 49 years.* J Orofac Orthop 2003; 64: 157-166.
43. Hitchcock H.P. *A cephalometric description of Class II, Division 1 malocclusion.* Am J Orthod 1973; 63: 414-423.
44. Jacobson A. *Application of the "Wits" appraisal.* Am J Orthod 1976; 70: 179-189.
45. Janson G., Barros S. E., de Freitas M. R., Henriques, J. F., Pinzan A. *Class II treatment efficiency in maxillary premolar extraction and nonextraction protocols.* Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007; 132: 490-498.
46. Katsaros C., Ripplinger B., Hogel A., Berg R. *The influence of extraction versus non-extraction orthodontic treatment on the soft tissue profile.* J Orofac Orthop 1996; 57: 354-365.
47. Knieling C. *Klasse II:1 Behandlung mit der Begg-Technik und Extraktion der Sechsjahrmolaren im Oberkiefer - Mechanismus von Lückenschluss und Overjetkorrektur: Eine röntgenkephalometrische Untersuchung.* Diss Med Dent (Giessen) 2005; 1-112.
48. Kocadereli I. *Changes in soft tissue profile after orthodontic treatment with and without extractions.* Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002; 122: 67-72.
49. La Haye M.B., Buschang P. H., Alexander R. G., Boley J. C. *Orthodontic treatment changes of chin position in Class II Division 1 patients.* Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006; 130: 732-741.
50. Lo F.D., Hunter W.S. *Changes in nasolabial angle related to maxillary incisor retraction.* Am J Orthod 1982; 82: 384-391.
51. 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.

52. Luppapornlarp S., Johnston L.E. Jr. *The effects of premolar-extraction: a long-term comparison of outcomes in "clear-cut" extraction and nonextraction Class II patients.* Angle Orthod 1993; 63: 257-272.
53. Mills J.R. *The effect of functional appliances on the skeletal pattern.* Br J Orthod 1991; 18: 267-275.
54. Nanda R.S., Meng H., Kapila S., Goorhuis J. *Growth changes in the soft tissue facial profile.* Angle Orthod 1990; 60: 177-190.
55. Nelson B., Hägg U., Hansen K., Bendeus M. *A long-term follow-up study of Class II malocclusion correction after treatment with Class II elastics or fixed functional appliances.* Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007; 132: 499-503.
56. Nelson B., Hansen K., Hägg U. *Class II correction in patients treated with class II elastics and with fixed functional appliances: a comparative study.* Am J Orthod Dentofacial Orthop 2000; 118: 142-149.
57. O'Brien K., Wright J., Conboy F., Sanjie Y., Mandall N., Chadwick S., Connolly I., Cook P., Birnie D., Hammond M., Harradine N., Lewis D., McDade C., Mitchell L., Murray A., O'Neill J., Read M., Robinson S., Roberts-Harry D., Sandler J., Shaw I. *Effectiveness of treatment for Class II malocclusion with the Herbst or twin-block appliances: a randomized, controlled trial.* Am J Orthod Dentofacial Orthop 2003; 124: 128-137.
58. Pancherz H. *The Herbst Appliance.* Editorial Aguiram, Gines 1995.
59. Pancherz H. *The Herbst appliance-its biologic effects and clinical use.* Am J Orthod 1985; 87: 1-20.
60. Pancherz H. *The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment. A cephalometric investigation.* Am J Orthod 1982. 82: 104-113.
61. Pancherz H. *Treatment of class II malocclusions by jumping the bite with the Herbst appliance. A cephalometric investigation.* Am J Orthod 1979; 76: 423-442.
62. Pancherz H. *Vertical dentofacial changes during Herbst appliance treatment. A cephalometric investigation.* Swed Dent J Suppl 1982; 15: 189-196.
63. Pancherz H., Anehus-Pancherz M. *Facial profile changes during and after Herbst appliance treatment.* Eur J Orthod 1994; 16: 275-286.
64. Pancherz H., Hansen K. *Occlusal changes during and after Herbst treatment: a cephalometric investigation.* Eur J Orthod 1986; 8: 215-228.

65. Pancherz H., Szyska M. *Analyse der Halswirbelkörper statt der Handknochen zur Bestimmung der skelettalen und somatischen Reife*. Inf Orthod Kieferorthop 2000; 32: 151-161.
66. Pancherz H., Zieber K., Hoyer B. *Cephalometric characteristics of Class II division 1 and Class II division 2 malocclusions: a comparative study in children*. Angle Orthod 1997; 67: 111-120.
67. Paulsen H.U. *Morphological changes of the TMJ condyles of 100 patients treated with the Herbst appliance in the period of puberty to adulthood: a long-term radiographic study*. Eur J Orthod 1997; 19: 657-668.
68. Proffit W.R., Fields H.W. Jr., Moray L.J. *Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: estimates from the NHANES III survey*. Int J Adult Orthod Orthognath Surg 1998; 13: 97-106.
69. Rakosi T. *Atlas Fernröntgenanalyse*. Hanser Verlag München 1979.
70. Ricketts R.M. *The influence of orthodontic treatment on facial growth and development*. Angle Orthod 1960; 30: 103-133.
71. Ruf S., Baltromejus S., Pancherz H. *Effective condylar growth and chin position changes in activator treatment: a cephalometric roentgenographic study*. Angle Orthod 2001; 71: 4-11.
72. Ruf S., Pancherz H. *Dentoskeletal effects and facial profile changes in young adults treated with the Herbst appliance*. Angle Orthod 1999; 69: 239-246.
73. Ruf S., Pancherz H. *Does bite-jumping damage the TMJ? A prospective longitudinal clinical and MRI study of Herbst patients*. Angle Orthod 2000; 70: 183-199.
74. Ruf S., Pancherz H. *The effect of Herbst appliance treatment on the mandibular plane angle: a cephalometric roentgenographic study*. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1996; 110: 225-229.
75. Ruf S., Pancherz H., *Herbst/multibracket appliance treatment of Class II division 1 malocclusions in early and late adulthood. a prospective cephalometric study of consecutively treated subjects*. Eur J Orthod, 2006. 28(4): 352-360.
76. Sandler P.J., Atkinson R., Murray A.M. *For four sixes*. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2000; 117: 418-434.

77. Schaefer A.T., McNamara J. A., Jr., Franchi L., Baccetti T. *A cephalometric comparison of treatment with the Twin-block and stainless steel crown Herbst appliances followed by fixed appliance therapy.* Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004; 126: 7-15.
78. Schindler S. *Dentoskelettale und faziale Veränderungen bei der Distalbissbehandlung (Klasse II-1) von Erwachsenen mit der Herbst-/Multibracket-Apparatu : eine röntgenkephalometrische Untersuchung.* 2003. Diss Med Dent (Giessen) 1-165.
79. Schmuth G. P.F., Vardimon A. D. *Kieferorthopädie.* Thieme Verlag Stuttgart 1994.
80. Schopf, P. *Curriculum Kieferorthopädie.* Quintessenz Verlags-GmbH 2000.
81. Seddon J.L. *Extraction of four first molars: a case for a general practitioner?* J Orthod 2004; 31: 80-85.
82. Segner D., Hasund A. *Individualisierte Kephalmetrie.* Hamburg 1998.
83. Skidmore K.J., Brook K. J., Thomson W. M., Harding W. J. *Factors influencing treatment time in orthodontic patients.* Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006; 129: 230-238.
84. Staggers J.A. *A comparison of results of second molar and first premolar extraction treatment.* Am J Orthod Dentofacial Orthop 1990; 98: 430-436.
85. Staggers J.A. *Vertical changes following first premolar extractions.* Am J Orthod Dentofacial Orthop 1994; 105: 19-24.
86. Stalpers M.J., Booij J. W., Bronkhorst E. M., Kuijpers-Jagtman A. M., Katsaros C. *Extraction of maxillary first permanent molars in patients with Class II Division 1 malocclusion.* Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007; 132: 316-323.
87. Steiner C.C. *Cephalometrics for me and you.* Am J Orthod 1953; 39: 729 -755.
88. Steuer I. *The cranial base for superimposition of lateral cephalometric radiographs.* Am J Orthod 1972; 61: 493-500.
89. Subtelny J.D. *A longitudinal study of soft-tissue facial structures and their profile characteristics defined in relation to underlying skeletal structures.* Am J Orthod Dentofacial Orthop 1959; 31: 481-507.
90. Valant J.R., Sinclair P.M. *Treatment effects of the Herbst appliance.* Am J Orthod Dentofacial Orthop 1989; 95: 138-147.

91. Vaught R.A. *Treatment of a Class II Division 1 malocclusion*. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2000; 118: 229-233.
92. Vig P.S., Weintraub J. A., Brown C., Kowalski C. J. *The duration of orthodontic treatment with and without extractions: a pilot study of five selected practices*. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1990; 97: 45-51.
93. Von Bremen J., Pancherz H. *Efficiency of early and late Class II Division 1 treatment*. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002; 121: 31-37.
94. Weichbrodt L., Ingervall B. *Treatment of Class II, div. 1 malocclusion with the activator and with the Begg technique*. Schweiz Monatsschr Zahnmed 1992; 102: 1037-1045.
95. Wholley C.J., Woods M.G. *Tooth and lip responses to three commonly prescribed premolar extraction sequences: a review of recent research findings*. Aust Orthod J 2004; 20: 115-121.
96. Willems G., De Bruyne I., Verdonck A., Fieuws S., Carels C.. *Prevalence of dentofacial characteristics in a belgian orthodontic population*. Clin Oral Investig 2001; 5: 220-226.
97. Williams R. *Single arch extraction-upper first molars or what to do when nonextraction treatment fails*. Am J Orthod 1979; 76: 376-393.
98. You Q.L., Hägg U. *A comparison of three superimposition methods*. Eur J Orthod 1999; 21: 717-725.
99. You Z.H., Fishman, L. S., Rosenblum R. E., Subtelny J. D. *Dentoalveolar changes related to mandibular forward growth in untreated Class II persons*. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001; 120: 598-607.
100. 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.
101. 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.
102. Zöller C., Cudovic B. *Kieferorthopädischer Lückenschluß nach der Extraktion von vier bleibenden ersten Molaren - eine Analyseverfahren*. Inf Orthod Kieferorthop 1999; 31: 41-50.

10. Danksagung

Ich bedanke mich bei Frau Professor Ruf für die hilfreichen Ratschläge, die schnellen und ausführlichen Korrekturen, Anregung und Auseinandersetzung mit dem Thema, sowie für die Überlassung der Gießener Behandlungsunterlagen und Räumlichkeiten zur Auswertung.

Mein Dank gilt außerdem Professor Katsaros für die Vermittlung des Themas.

Ebenso bedanke ich mich bei Dr. Hans Booij für die Überlassung der detailgetreuen Schema-Zeichnungen und seiner gesamten Behandlungsunterlagen zur Auswertung.

Zu guter Letzt vielen Dank an Ewald Bronkhorst für die Erläuterungen zur medizinischen Statistik und den klaren Blick auf die Daten.