

**Dentoskelettale und faziale Veränderungen bei der  
Distalbissbehandlung (Klasse II-1) von *Erwachsenen*  
mit der Herbst-/Multibracket-Apparatur**

Eine röntgenkephalometrische Untersuchung

Inauguraldissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnheilkunde

des Fachbereichs Humanmedizin

der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von

Sabine Schindler, geb. Steinbach

aus

Gießen

Gießen 2003

Aus dem Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde  
Abteilung Kieferorthopädie  
Leiter: Prof. Dr. Pancherz  
des Universitätsklinikums Gießen

Gutachter: Prof. Dr. Pancherz

Gutachter: Prof. Dr. Miethke

Tag der Disputation: 16.12.2003

*Meiner Tochter gewidmet*

# Inhaltsverzeichnis

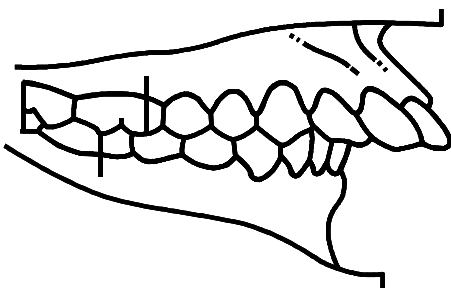
	Seite
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Definition der Angle-Klasse II-1	1
1.2 Die Herbst-Apparatur	2
<b>2. Ziel der Untersuchung</b>	<b>5</b>
<b>3. Probandengut</b>	<b>6</b>
<b>4. Methode</b>	<b>9</b>
4.1 Auswertung der Fernröntgenseitenbilder (FRS)	9
4.2 Referenzpunkte	10
4.3 Referenzlinien	13
4.4 Messvariablen	14
4.4.1 Variablen zur Beschreibung der sagittalen Okklusionsveränderungen	14
4.4.2 Variablen zur Beschreibung der dentofazialen Morphologie	17
4.5 Statistische Methode	22
4.6 Bestimmung des Methodenfehlers	24
<b>5. Ergebnisse</b>	<b>27</b>
5.1 Sagittale Okklusionsveränderungen (SO-Analyse)	30
5.2 Sagittale Kieferrelation	54
5.3 Vertikale Kieferrelation	72
5.4 Frontzahnüberbiss	81

5.5	Gesichtshöhe	84
5.6	Profilkonvexität	90
5.7	Lippenposition	99
<b>6.</b>	<b>Diskussion</b>	<b>105</b>
6.1	Probandengut	105
6.2	Methode	105
6.3	Ergebnisse	106
<b>7.</b>	<b>Schlussfolgerung</b>	<b>117</b>
<b>8.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>118</b>
<b>9.</b>	<b>Summary</b>	<b>121</b>
<b>10.</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>124</b>
<b>11.</b>	<b>Anhang</b>	<b>132</b>

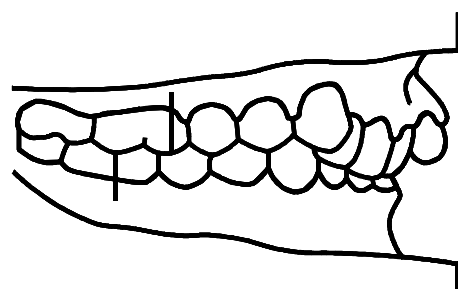
## 1. Einleitung

### 1.1 Definition der Angle-Klasse II-1

Angle (1913) nahm erstmals eine Einteilung der Gebissanomalien vor, die auf den sagittalen Beziehungen der Zähne von Ober- und Unterkiefer zueinander basiert. Er klassifizierte drei Hauptgruppen: Klasse I, Klasse II und Klasse III. Die Klasse II, die durch eine Distalrelation des unteren Zahnbogens gegenüber dem oberen Zahnbogen gekennzeichnet ist, unterteilte er aufgrund der Unterschiede in der Oberkieferfrontzahnstellung in zwei Formen. Bei der Klasse II-1 sind die oberen Frontzähne prokliniert, wodurch der sagittale Überbiss (Overjet) vergrößert ist. Bei der Klasse II-2 sind die oberen Frontzähne retrokliniert. Man sieht fast keinen Overjet, dafür aber einen tiefen Biss (Abb. 1a, b). Die vorliegende Studie beschäftigte sich ausschließlich mit Patienten der Angle-Klasse II-1.



**Abb. 1a:** Angle-Klasse II-1



**Abb. 1b:** Angle-Klasse II-2

## 1.2 Die Herbst-Apparatur

Die Herbst-Apparatur (Abb. 2) ist ein festsitzendes „Jumping“-Gerät zur Behandlung des Distalbisses.

Emil Herbst stellte diese Apparatur erstmals im Jahre 1909 beim 5. Internationalen Zahnärztekongress in Berlin vor. Er nannte die Apparatur „Okklusionsscharnier“ oder auch „Retentionsscharnier“. 1934 schrieb Herbst in der „Zahnärztlichen Rundschau“ über seine Erfolge mit dem Gerät (HERBST, 1934). Die Behandlungsmethode wurde zur gleichen Zeit von Schwarz in Frage gestellt. Nach dem Tode Herbsts im Jahre 1940 geriet die Apparatur vorerst in Vergessenheit. 1977 nahm Pancherz die Jumping-Methode wieder auf, um zu untersuchen, ob man mit der Methode das Unterkieferwachstum bei der Behandlung eines Distalbisses stimulieren kann (PANCHERZ, 1979). Nach 1979 erlebte das Herbst-Scharnier weltweit eine Renaissance und ist heutzutage aus der kieferorthopädischen Fachwelt kaum noch wegzudenken. Pancherz und Mitarbeiter zeigten in einer Serie von klinisch-experimentellen Studien die kurz- und langfristige Wirkungsweise der Apparatur (PANCHERZ, 1981, 1985, 1989, 1991, 1994; PANCHERZ & ANEHUS-PANCHERZ, 1982, 1993; PANCHERZ & HANSEN, 1986, 1988; HÄGG & PANCHERZ, 1988; PANCHERZ & FACKEL, 1989; PANCHERZ & LITTMANN, 1989).

Die Herbst-Apparatur kann mit einem künstlichen, aus einem Teleskopmechanismus bestehenden Gelenk zwischen Ober- und Unterkiefer verglichen werden. Jedes Teleskop setzt sich aus einem Führungsrohr und einer Gleitstange zusammen. Die Länge des Führungsrohres bestimmt das Ausmaß der Unterkiefervorverlagerung. Die Teleskope erlauben Öffnungs- und Schließbewegungen sowie, in begrenztem Umfang, auch Lateralbewegungen.

Die Herbst-Apparatur kann im weiteren Sinne als ein feststehendes funktionskieferorthopädisches (FKO) Gerät bezeichnet werden und hat im Vergleich zu herausnehmbaren FKO-Geräten (Aktivator, Bionator, Funktionsregler) den Vorteil, dass

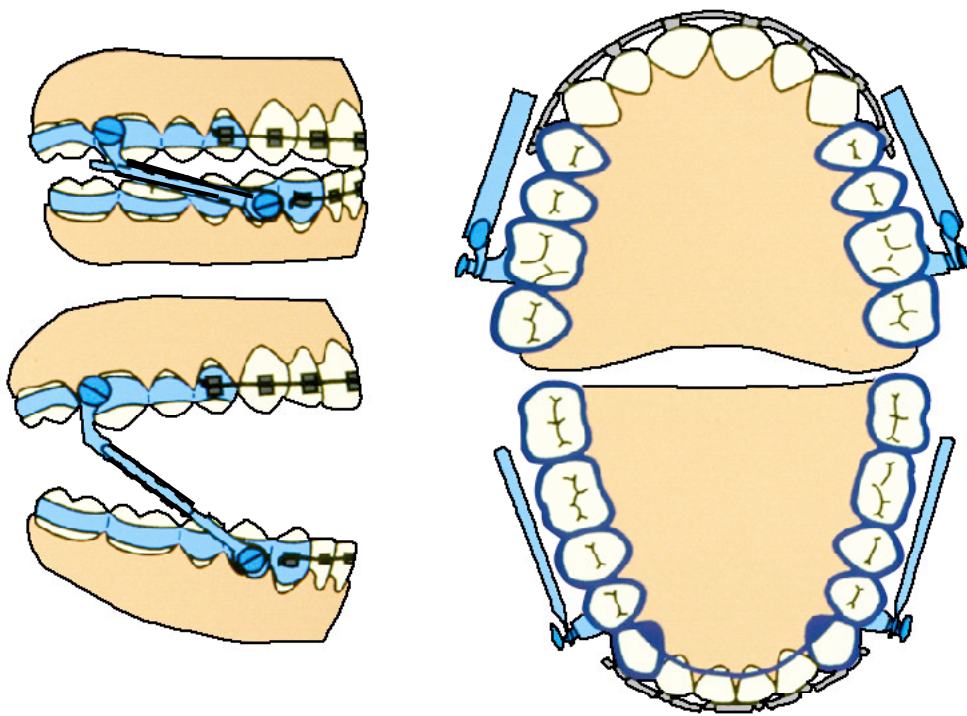
- die Apparatur feststehend ist,
- daher das Behandlungsergebnis unabhängig von der Kooperation des Patienten ist,
- 24 Stunden täglich wirkt
- und somit nur kurze Behandlungszeiten erforderlich sind.

Die Behandlung mit der Herbst-Apparatur führt in der Regel zu einer Normalisierung sagittaler Okklusionsabweichungen. Die Apparatur wirkt dentoalveolär und skelettal (PANCHERZ, 1979, 1982a, 1982b; WIESLANDER, 1984; PANCHERZ & HANSEN, 1986; PANCHERZ & ANEHUS- PANCHERZ, 1993; RUF & PANCHERZ 1996; PAULSEN, 1997; RUF & PANCHERZ, 1998).

In zahlreichen Publikationen analysierten Pancherz und Mitarbeiter die Behandlungseffekte der Apparatur bei wachsenden Patienten (PANCHERZ, 1982, 1985, 1989; HÄGG & PANCHERZ, 1988; HANSEN & PANCHERZ & HÄGG, 1991; KONIK & PANCHERZ & HANSEN, 1997; RUF & PANCHERZ, 1999). Klinisch wurden aber auch gute Ergebnisse bei der Behandlung von Erwachsenen mit der Herbst-Apparatur erzielt, Umbauvorgänge im Bereich des Kondylus und der Fossa articularis konnten dabei sowohl mit Kiefergelenksröntgen (PANCHERZ, 1979; WIESLANDER, 1984; DECURE & WIESLANDER, 1990) als auch mit Hilfe der Magnetresonanztomographie (MRT) (RUF & PANCHERZ, 1998, 1999) nachgewiesen werden.

Systematische Untersuchungen über skelettale und dentoalveoläre Veränderungen bei der Herbst-Behandlung von Erwachsenen liegen zur Zeit nicht vor.





**Abb. 2:** Schematische Darstellung der Herbst-Apparatur

## **2. Ziel der Untersuchung**

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, das Ausmaß der dentoskelettalen und fazialen Veränderung bei der Distalbissbehandlung (Klasse II-1) von Erwachsenen mit der Herbst- /Multibracket-Apparatur anhand der Auswertung von Fernröntgenseitenbildern des Kopfes (FRS) zu ermitteln.

Im Einzelnen galt es folgende Fragen zu beantworten:

- In welchem Ausmaß sind Okklusionsveränderungen dental und/oder skelettal bedingt?
- Wie ändert sich die sagittale Kieferrelation?
- Wie ändert sich die vertikale Kieferrelation?
- Wie beeinflusst die Herbst-Behandlung die Profilkonvexität und Lippenposition?

### 3. Probandengut

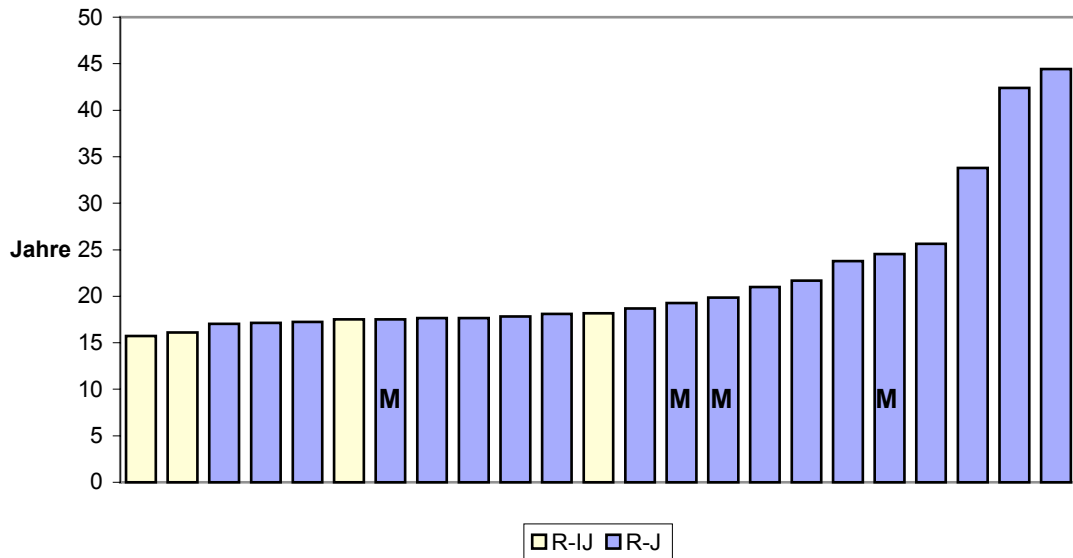
Untersucht wurden 23 erwachsene Probanden (4 männliche und 19 weibliche) mit einer Angle-Klasse II-1, die mit einer Herbst- und anschließender Multibracket-Apparatur in der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität Gießen behandelt worden waren. Das Alter der Probanden lag am Anfang der Behandlung durchschnittlich bei 21,9 Jahren, der jüngste Proband war 15,7 Jahre und der älteste 44,4 Jahre alt (Abb. 3).

Die durchschnittliche Behandlungsdauer mit der Herbst-Apparatur betrug 8,7 Monate, die anschließende Multibracket-Phase 12,8 Monate. (Abb. 4)

Die skelettale Reife der Probanden wurde anhand der Handknochen-Analyse nach HÄGG und TARANGER (1980) röntgenologisch festgestellt (Abb. 5). Bei Behandlungsbeginn befanden sich 4 Probanden im Wachstumsstadium R-IJ und 19 Probanden im Stadium R-J. Das Stadium R-IJ beschreibt die fast abgeschlossene Verknöcherung zwischen Epiphyse und Diaphyse des Radius. Es besteht jedoch noch eine kleine Einkerbung an einer oder beiden Seiten, wobei noch ein minimales Restwachstum vorliegt. Das Stadium R-J beschreibt die vollständig verknöcherte Vereinigung zwischen Epiphyse und Diaphyse des Radius; das Wachstum ist beendet. Bei Behandlungsende befanden sich alle Probanden im Stadium R-J.

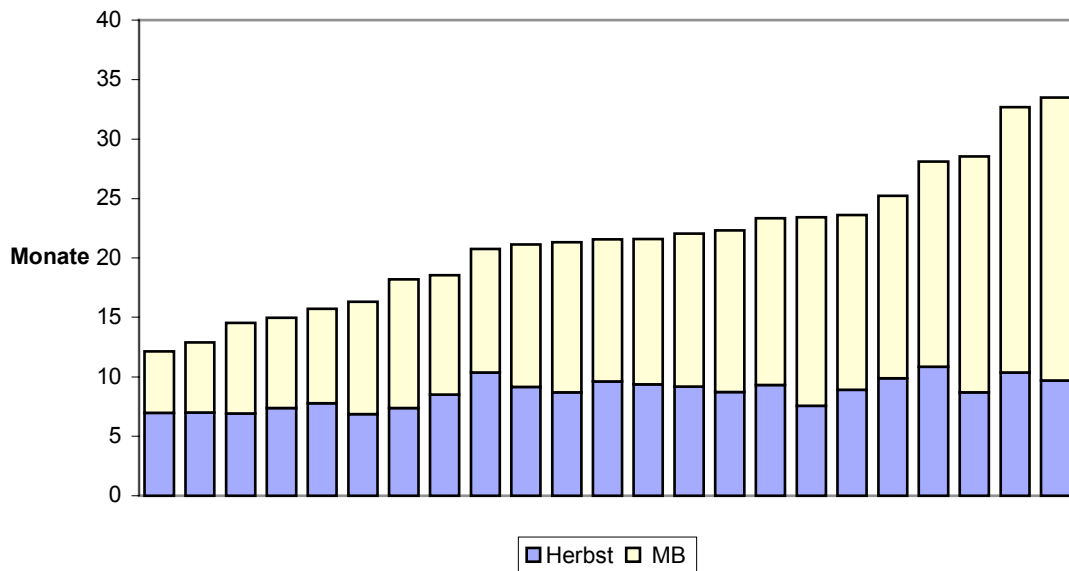
Alle Probanden wurden erfolgreich behandelt. Nach der Behandlung lagen eine Neutralokklusion und normale Überbissverhältnisse vor.

Altersverteilung

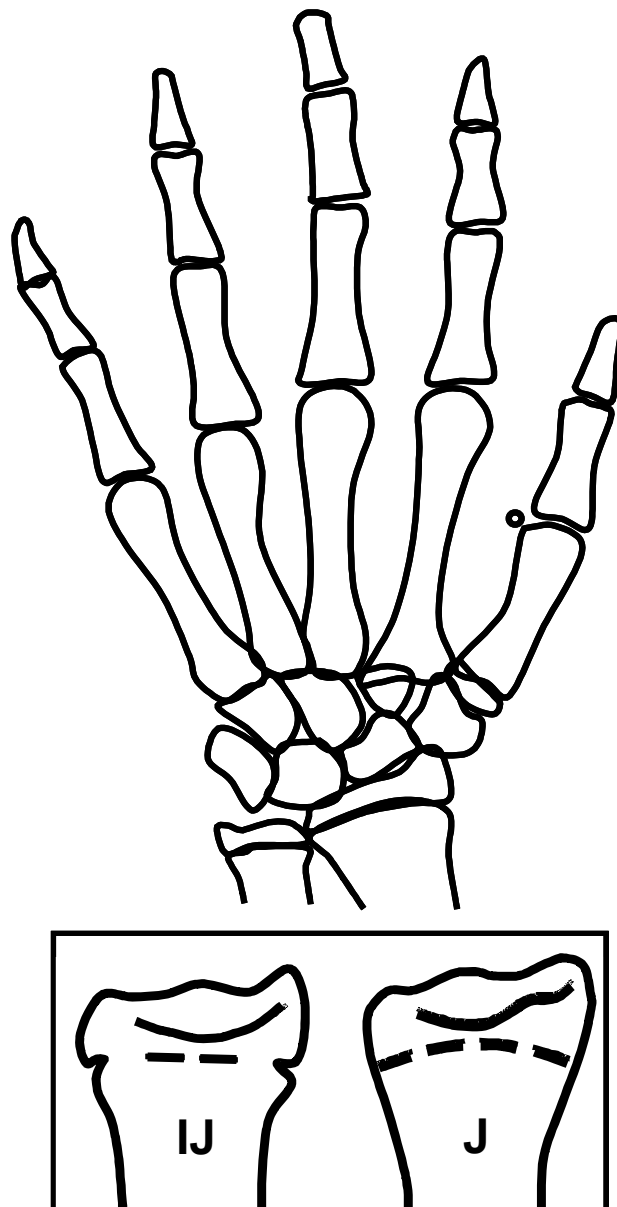


**Abb. 3:** Altersverteilung (in Jahren) der 23 Herbst-Patienten (4 männliche und 19 weibliche) zu Beginn der Behandlung (**M** = männliche Probanden)

Behandlungsdauer



**Abb. 4:** Behandlungsdauer (in Monaten) der 23 Herbst-Patienten, aufgeteilt nach Herbst- und Multibracket-Phase



**Abb. 5:** Schematische Darstellung der Analyse des Radiusknochens nach HÄGG und TARANGER (1980)

## **4. Methode**

### **4.1 Auswertung der Fernröntgenseitenbilder (FRS)**

Sämtliche Röntgenbilder wurden nach standardisierter Aufnahmetechnik angefertigt. Der Zentralstrahl verlief dabei rechtwinklig zur Filmebene durch den Porus acusticus externus. Der Fokus-Film-Abstand betrug 1,55 m, wodurch ein durchschnittlicher Vergrößerungsgrad der FRS von 7 % resultierte. Die Vergrößerung fand bei der Auswertung der Röntgenbilder keine Berücksichtigung.

Das Durchzeichnen und Auswerten der FRS erfolgte in einem abgedunkelten Raum unter Verwendung von Lichtkasten, Acetat-Tracing-Folie und eines Druckbleistift der Stärke 0,3 mm (Härte 2H). Strecken- und Winkelmessungen wurden mit einem Geodreieck mit Millimeter- und Grad-einteilung ausgeführt. Die Messgenauigkeit betrug 0,5 mm respektive 0,5°. Röntgentechnisch bedingte Doppelkonturen wurden gemittelt. Um den Methodenfehler bei der Definition der Messpunkte und Messlinien zu reduzieren, wurden alle Bilder eines Probanden in einer Sitzung durchgezeichnet und vermessen. Weiterhin wurden von allen Fernröntgenseitenbildern (FRS) zwei Durchzeichnungen (Tracings) mit einer zeitlichen Pause von mindestens zwei Wochen angefertigt und der Mittelwert der beiden Messungen als eigentlicher Messwert verwandt.

Untersuchungszeitpunkte:

T1: vor der Herbst-Behandlung

T2: nach der Herbst-Behandlung

T3: nach der anschließenden Multibracket-Behandlung

Untersuchungszeiträume:

T2-T1: Herbst-Phase

T3-T2: Multibracket-Phase (MB-Phase)

T3-T1: Totaler Behandlungszeitraum

## 4.2 Referenzpunkte (Abb. 6 - 12)

**A** A-Punkt:

Der tiefste Punkt der Einziehung im Bereich der anterioren Kontur des Processus alveolaris des Oberkiefers

**B** B-Punkt:

Der tiefste Punkt der Einziehung im Bereich der anterioren Kontur des Processus alveolaris des Unterkiefers

**Ar** Articulare:

Schnittpunkt der dorsalen Kontur des Collum mandibulae mit der Schädelbasis im Clivusbereich

**Gn** Gnathion:

Der am weitesten vom Nasion entfernt gelegene Punkt der Symphyse des Unterkiefers

**Go** Gonion:

Posteriorer Tangentialpunkt am Unterrand der Mandibula

**Go'** Gonion': (konstruierter Punkt)

Schnittpunkt der Tangente an den aufsteigenden Unterkieferast durch den Punkt Ar mit der Linie ML, im Bereich des Kieferwinkels

- Ii** Incision inferior:  
Die Schneidekante des am weitesten proklinierten unteren mittleren Schneidezahnes
- Is** Incision superior:  
Die Schneidekante des am weitesten proklinierten oberen mittleren Schneidezahnes
- Mi** Molar inferior:  
Der mesiale Kontaktpunkt des unteren ersten Molaren
- Ms** Molar superior:  
Der mesiale Kontaktpunkt des oberen ersten Molaren
- N** Nasion:  
Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Sutura nasofrontalis
- No** Nasenspitze:  
Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Nasenspitze
- Ns** Weichteil Nasion:  
Tiefster Punkt der Einziehung im Bereich der Nasenwurzel
- OL** Oberlippe:  
Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Oberlippe
- Pg** Pogonion:  
Der am weitesten nach anterior vorspringende Punkt des knöchernen Kinns in Relation zur Okklusionsebene



- PgS** Weichteil-Pogonion:  
Der am weitesten anterior gelegene Punkt des Weichteilkinns
- Pm** Pterygomaxillare:  
Der Schnittpunkt der hinteren Kontur des Corpus maxillae bzw. des Pterygopalatina-Schattens mit der Kontur des harten und weichen Gaumens
- S** Sella:  
Der Mittelpunkt der knöchernen Krypte der Sella turcica
- Sn** Subnasale:  
Der am weitesten posterior gelegene Punkt der Einziehung zwischen Nase und Oberlippe
- Sp** Spina nasalis anterior:  
Die Spitze der Spina nasalis anterior
- Spa** vorderer Spinaebenen Schnittpunkt:  
Der Schnittpunkt der Linien NL und NGn
- Spp** hinterer Spinaebenen Schnittpunkt:  
Der Schnittpunkt der Parallelen zur Linie NGn durch S mit der Linie NL
- UL** Unterlippe:  
Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Unterlippe

### 4.3 Referenzlinien (Abb. 6 - 12)

- EL** „Esthetic“-Linie (nach Ricketts):  
Verbindungsline zwischen den Punkten No und Pgs
- ML** Mandibular-Linie:  
Linie durch den Punkt Gn und den am weitesten kaudal gelegenen Punkt des Corpus mandibulae im Bereich des Kieferwinkels (auch als Unterkiefergrundebene oder Basislinie bezeichnet)
- NL** Nasal-Linie:  
Verbindungsline zwischen den Punkten Sp und Pm (auch als Oberkiefergrund- oder Spina-Ebene bezeichnet)
- NSL** Nasion-Sella-Linie:  
Verbindungsline zwischen den Punkten N und S
- OI** Okklusionslinie:  
Verbindungsline zwischen der distobukkalen Höckerspitze des oberen ersten Molaren und dem Punkt Is
- Olp** Okklusionslinie perpendicularare:  
Eine Senkrechte auf OI durch den Punkt S

## **4.4 Messvariablen** (Abb. 6 - 12)

### **4.4.1 Variablen zur Beschreibung der sagittalen Okklusionsveränderungen (SO-Analyse nach Pancherz, 1982):**

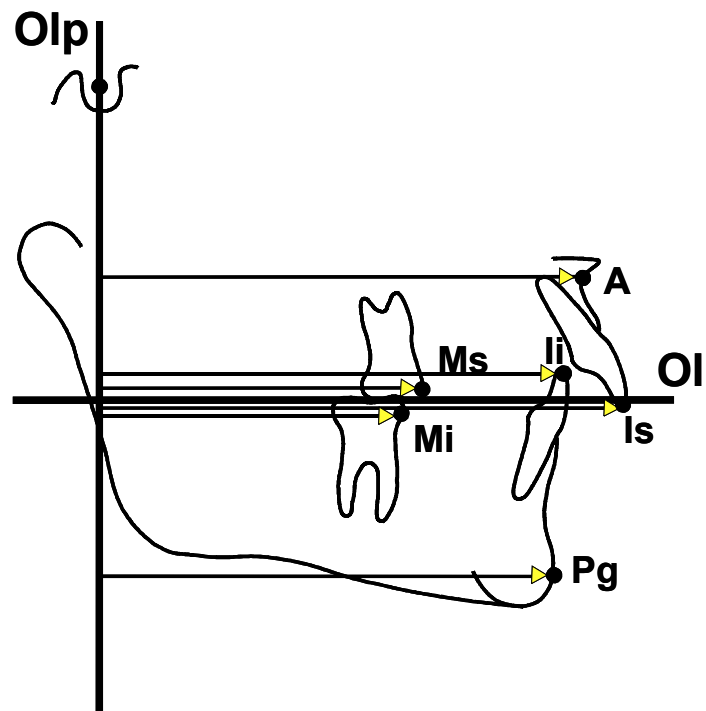
Für alle linearen Messungen wurden die Okklusionslinie (OI) und die dazu rechtwinklig laufende Okklusionslinie perpendicularare (Olp) durch den Punkt Sella (Mittelpunkt der Sella turcica) des ersten FRS als Referenzkreuz für die sagittale Auswertung genutzt. Das Kreuz wurde von Bild 1 auf Bild 2 und 3, nach Superponierung der Bilder über die Nasion-Sella-Linie (mit S als Referenzpunkt) und das Weichteilprofil der Nase (speziell Nasenspitze), übertragen.

Als Variablenmessungen erfolgten zur Olp (Abb. 6):

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| 1. <b>Is/Olp – li/Olp</b> | Overjet  |
| 2. <b>Ms/Olp – Mi/Olp</b> | Molarenrelation                                  |
| 3. <b>A/Olp</b>           | maxilläre Kieferbasislage                        |
| 4. <b>Pg/Olp</b>          | mandibuläre Kieferbasislage                      |
| 5. <b>Is/Olp</b>          | Lage des mittleren Incisivus im Oberkiefer (OK)  |
| 6. <b>li/Olp</b>          | Lage des mittleren Incisivus im Unterkiefer (UK) |
| 7. <b>Ms/Olp</b>          | Lage des ersten Molaren im Oberkiefer (OK)       |
| 8. <b>Mi/Olp</b>          | Lage des ersten Molaren im Unterkiefer (UK)      |

Die Veränderungen der Variablen während der Behandlung wurden durch Differenzbildung (D) ermittelt. Die Veränderungen der Variablen 3. und 4. stellen rein skelettale, 5. bis 8. skelettale und dentale Veränderungen in Kombination dar. Ausschließlich dentale Veränderungen wurden durch folgende Subtraktionen ermittelt:

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| 9. <b>Is/OIp(D) – A/OIp(D)</b>   | Veränderung der Lage des mittleren Incisivus innerhalb des Oberkiefers (OK-Incisivus)  |
| 10. <b>Ii/OIp(D) – Pg/OIp(D)</b> | Veränderung der Lage des mittleren Incisivus innerhalb des Unterkiefers (UK-Incisivus) |
| 11. <b>Ms/OIp(D) – A/OIp(D)</b>  | Veränderung der Lage des ersten Molaren innerhalb des Oberkiefers (OK-Molaren)         |
| 12. <b>Mi/OIp(D) – Pg/OIp(D)</b> | Veränderung der Lage des ersten Molaren innerhalb des Unterkiefers (UK-Molaren)        |



**Abb. 6:** Messvariablen zur Ermittlung der SO-Analyse; alle Messungen erfolgten parallel zur Okklusionslinie (Ol) und senkrecht zur Okklusionslinie perpendiculare (Olp)

#### 4.4.2 Variablen zur Beschreibung der skelettofazialen Morphologie

##### Sagittale Kieferrelation (Abb. 7 u. 8)

<b>SNA</b> (Grad)	Winkel zwischen den Linien S-N und N-A
<b>SNB</b> (Grad)	Winkel zwischen den Linien S-N und N-B
<b>SNPg</b> (Grad)	Winkel zwischen den Linien S-N und N-Pg
<b>ANB</b> (Grad)	Winkel zwischen den Linien A-N und N-B
<b>ANPg</b> (Grad)	Winkel zwischen den Linien A-N und N-Pg
<b>Wits</b> (mm)	„Wits-appraisal“, Abstand der senkrechten Projektion der Punkte A und B auf OI (A' bzw. B'). Liegt A' vor B', ist der Wert positiv, liegt B' vor A', ist der Wert negativ.

##### Vertikale Kieferrelation (Abb. 9)

<b>ML/NSL</b> (Grad)	Neigung der Mandibula zur vorderen Schädelbasis (Mandibularbasiswinkel)
<b>NL/NSL</b> (Grad)	Neigung der Maxilla zur vorderen Schädelbasis
<b>ML/NL</b> (Grad)	Neigung des Unterkiefers zum Oberkiefer (Kieferbasiswinkel)

**Gesichtshöhe** (Abb. 10)

**Spa-Gn x 100/N-Gn**      Vorderer unterer Gesichtshöhen-Index

**Spp-Go' x 100/S-Go'**      Hinterer unterer Gesichtshöhen-Index

**Profilkonvexität** (Abb. 11)

**NAPg** (Grad)              Hartgewebe-Profilwinkel

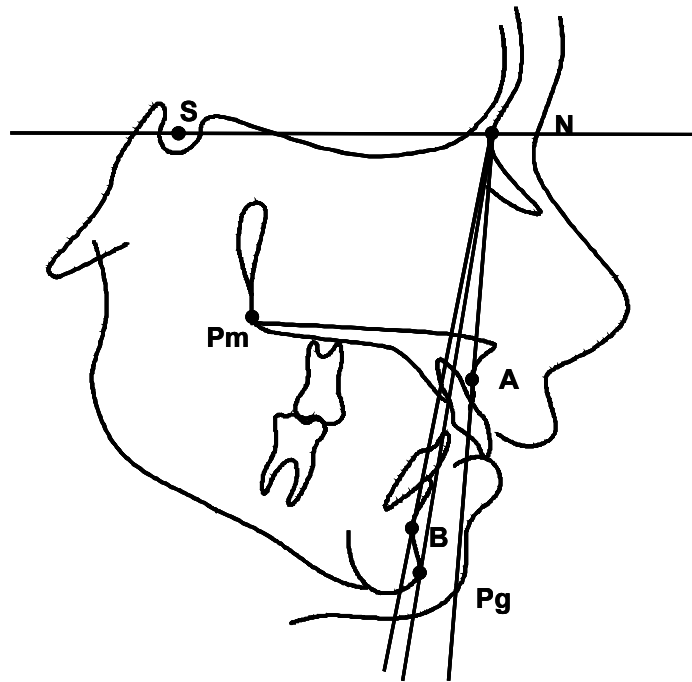
**NsSnPgS** (Grad)        Weichgewebe-Profilwinkel ohne Einbeziehung der  
Nase

**NsNoPgS** (Grad)        Weichgewebe-Profilwinkel mit Einbeziehung der  
Nase

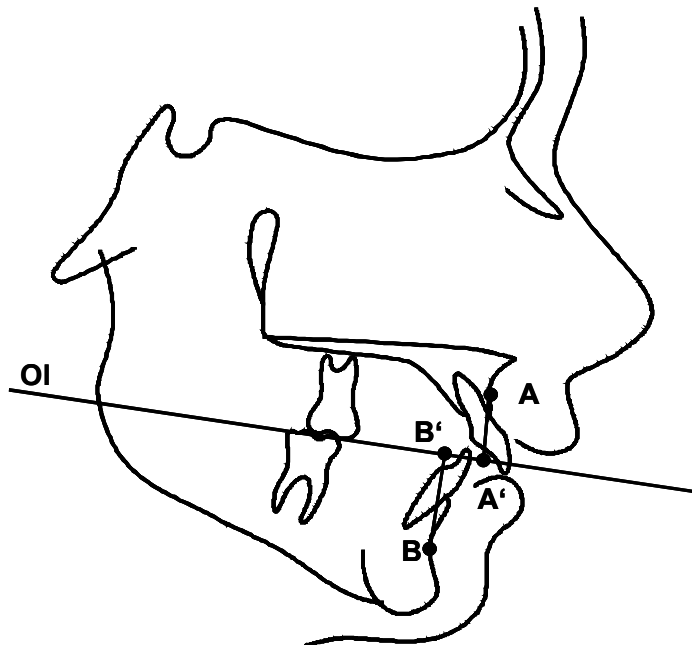
**Lippenposition** (Abb. 12)

**OL-E-Linie** (mm)        Abstand der Oberlippe zur „Esthetic“-Linie

**UL-E-Linie** (mm)        Abstand der Unterlippe zur „Esthetic“-Linie

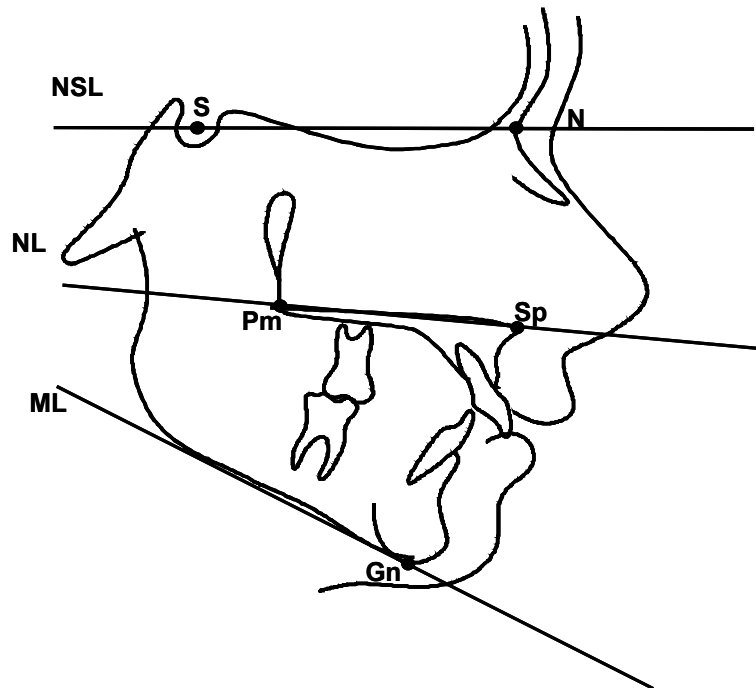


**Abb. 7:** Messvariablen zur Ermittlung der sagittalen Kieferrelation: SNA, SNB, SNPg, ANB und ANPg.

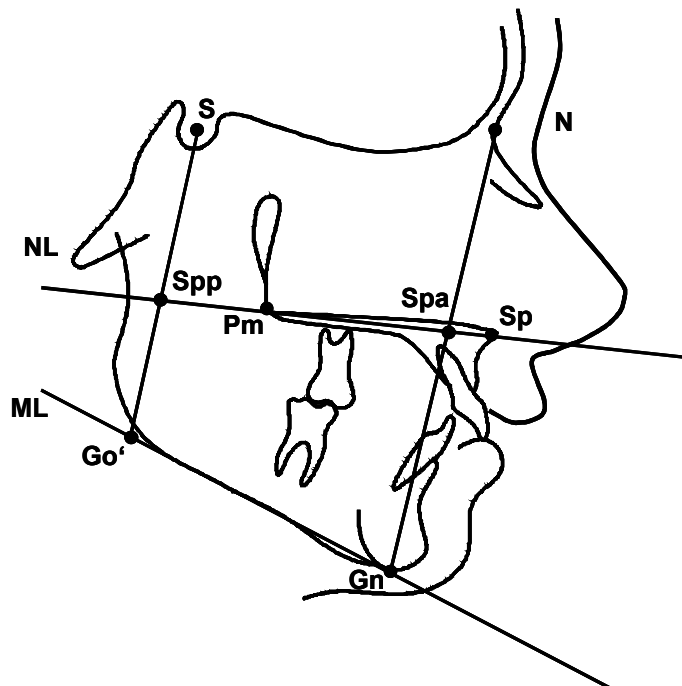


**Abb. 8:** Messvariablen zur Ermittlung der sagittalen Kieferrelation: Wits = A'-B'

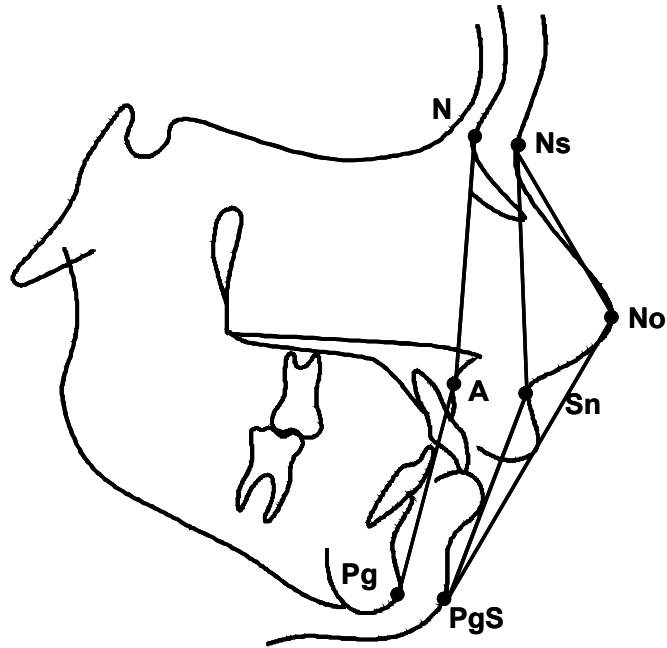




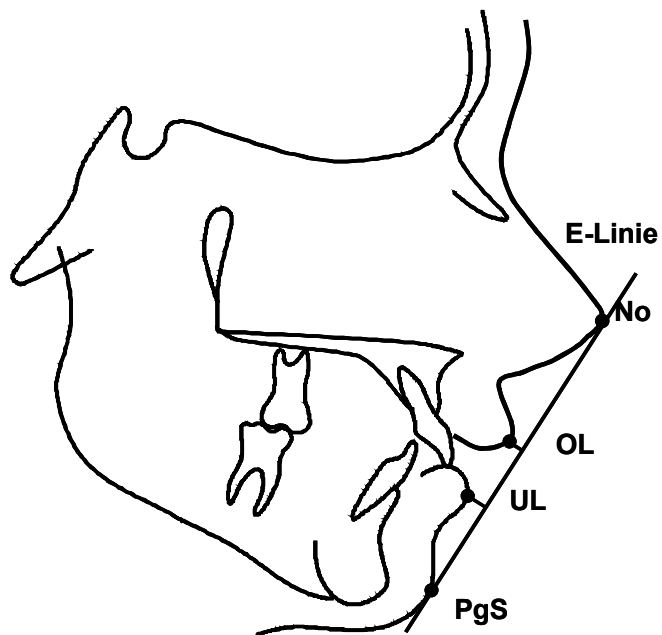
**Abb. 9:** Messvariablen zur Ermittlung der vertikalen Kieferrelation: ML/NSL, NL/NSL und NL/ML.



**Abb. 10:** Messvariablen zur Ermittlung der Gesichtshöhe:  $\text{Spa-Gn} \times 100/\text{N-Gn}$  und  $\text{Spp-Go}' \times 100/\text{S-Go}'$



**Abb. 11:** Messvariablen zur Ermittlung der Profilkonvexität: NAPg, NsSnPgS und NsNoPgS



**Abb. 12:** Messvariablen zur Ermittlung der Lippenposition: OL-E-Linie und UL-E-Linie

## 4.5 Statistische Methode

Die statistische Auswertung der gewonnenen Daten wurde mittels der Computerprogramme „Microsoft Excel 2000“ und „SPSS Version 11.0“ vorgenommen.

Für alle Variablen wurden die Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) bestimmt. Die Veränderungen der Variablen während der unterschiedlichen Untersuchungszeiträume wurden mittels Student t-Test für abhängige Stichproben überprüft.

Zur graphischen Darstellung der Ergebnisse wurden Boxplotdiagramme erstellt (Abb. 13). Die Box umfasst 50 % und die Whiskers 90 % der Registrierungen. In der Box ist der Medianwert angegeben.

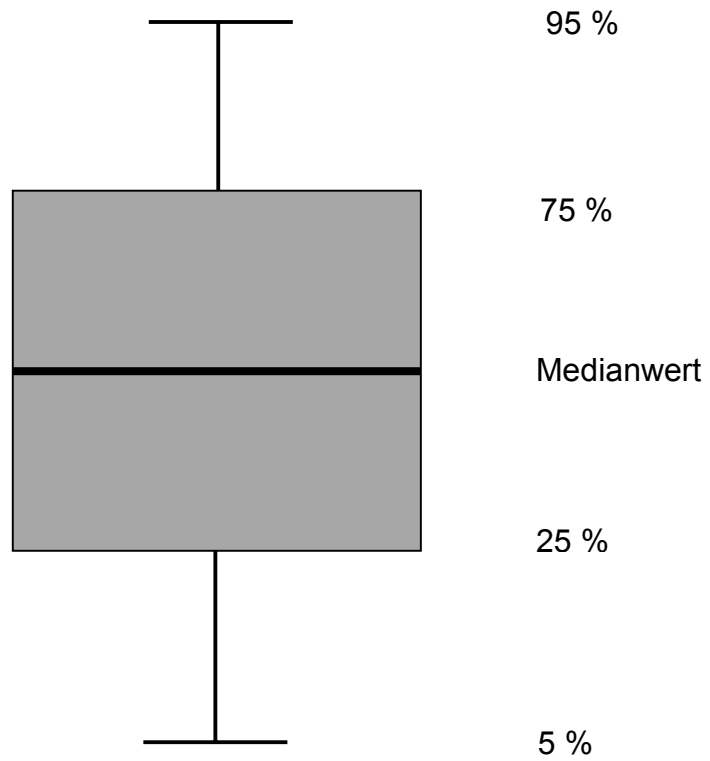
Folgende Signifikanzniveaus kamen zur Anwendung:

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

$p < 0,01$  (\*\*)

$p < 0,05$  (\*)

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



**Abb. 13:** Boxplotdiagramm zur graphischen Darstellung der Ergebnisse

## 4.6 Bestimmung des Methodenfehlers

Zur Ermittlung des totalen Methodenfehlers bei der Lokalisation und Einzeichnung der Referenzpunkte, der Überlagerung der FRS sowie der Messung der Veränderungen der Untersuchungsvariablen während der verschiedenen Untersuchungszeitpunkte wurden die FRS der 23 erwachsenen Herbst-Patienten doppelt ausgewertet.

Folgende Formel (Dahlberg, 1940) fand bei der Berechnung des Methodenfehlers (MF) Verwendung:

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

d = Differenz zwischen den Doppelmessungen

n = Anzahl der untersuchten Probanden

Die Ergebnisse der Methodenfehlerberechnung für alle Variablen sind Tabelle 1 und 2 zu entnehmen.

**Tabelle 1:** SO-Analyse. Methodenfehlerbestimmung nach Doppelauswertung. T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= nach der Herbst-Behandlung, T3= nach der Multibracket-Behandlung

Variablen	Methodenfehler (mm)					
	T1	T2	T3	T2-T1	T3-T2	T3-T1
1. Overjet Is/Olp - li/Olp	0.38	1.41	0.80	1.49	1.41	0.55
2. Molarenrelation Ms/Olp - Mi/Olp	1.33	0.82	0.69	1.72	0.85	1.72
3. Maxilläre Basis A/Olp	0.63	0.81	0.69	0.65	0.80	0.50
4. Mandibuläre Basis Pg/Olp	0.94	1.23	1.06	0.60	0.91	0.77
9. OK-Incisivus Is/Olp(D)-A/Olp(D)	0.73	1.23	0.81	0.88	0.75	0.45
10. UK-Incisivus li/Olp(D) - Pg/Olp(D)	0.59	1.03	0.83	0.82	0.96	0.80
11. OK-Molar Ms/Olp(D) - A/Olp(D)	0.84	1.02	0.79	0.80	0.65	0.68
12. UK-Molar Mi/Olp(D) - Pg/Olp(D)	1.48	1.12	0.94	1.59	0.81	1.84

**Tabelle 2:** Skelettofaziale Morphologie. Methodenfehlerbestimmung nach Doppelauswertung. T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= nach der Herbst-Behandlung, T3= nach der Multibracket-Behandlung

Variablen	Methodenfehler						
	T1	T2	T3	T2-T1	T3-T2	T3-T1	
<b>Sagittale Kieferrelation</b>	SNA (Grad)	0.74	0.62	0.67	0.98	0.60	0.96
	SNB (Grad)	0.61	0.53	0.60	0.75	0.51	0.90
	SNPg (Grad)	0.62	0.48	0.59	0.74	0.54	0.74
	ANB (Grad)	0.38	0.42	0.33	0.59	0.53	0.44
	ANPg (Grad)	0.54	0.48	0.35	0.78	0.60	0.52
<b>Vertikale Kieferrelation</b>	Wits (mm)	0.75	0.82	0.61	0.88	0.78	0.77
	ML/NSL (Grad)	0.75	0.68	0.87	0.96	0.90	0.86
	NL/NSL (Grad)	0.80	0.91	1.19	1.06	1.27	1.11
	ML/NL (Grad)	0.49	0.96	0.99	1.12	1.32	1.32
<b>Frontzahnüberbiss</b>	Overbite (mm)	0.58	0.37	0.35	0.66	0.40	0.57
<b>Gesichtshöhe</b>	Spa-Gn *100/N-GN (Index)	0.86	0.59	0.53	0.96	0.64	0.92
	Spp-Go *100/S-Go (Index)	1.26	1.25	1.35	1.61	1.54	1.60
<b>Profilkonvexität</b>	N-A-PG (Grad)	0.91	0.71	0.71	1.12	1.04	0.87
	NS-Sn-PgS (Grad)	1.18	0.94	0.92	0.81	0.90	0.87
<b>Lippenposition</b>	NS-No-PgS (Grad)	0.99	1.08	1.15	1.44	1.24	1.37
	OL-E-Linie (mm)	0.57	0.43	0.68	0.98	0.60	0.96
	UL-E-Linie (mm)	0.62	0.57	0.54	0.52	0.53	0.57

## 5. Ergebnisse

Wegen der geringen Anzahl männlicher Probanden ( $n=4$ ) wurde bei der Darstellung der Ergebnisse keine Geschlechtsaufteilung vorgenommen.

Die Tabellen 3 und 4 (Seite 28 u. 29) stellen die Untersuchungsvariablen zu den drei Untersuchungszeitpunkten der 23 erwachsenen Herbst-Probanden (19 weibliche, 4 männliche) dar und zeigen die Veränderungen der Untersuchungsvariablen während der unterschiedlichen Untersuchungszeiträume auf.

Der Mechanismus der Klasse-II-Korrektur (SO-Analyse) ist in der Tabelle 3 zusammengefasst.

Die individuellen Veränderungen der einzelnen Variablen zu den unterschiedlichen Untersuchungszeiträumen sind in den Abbildungen 14 - 63 dargestellt.

Im Anhang zeigen die Tabellen A1 - A25 (Seite 133 - 157) die individuellen Messwerte aller Herbst-Probanden.



**Tabelle 3:** SO-Analyse. Kephalometrische Messwerte (MW, SD) von 23 erwachsenen Herbst-Patienten  
T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= nach der Herbst-Behandlung, T3= nach der Multifibracket-Behandlung

Variablen (mm)	T1		T2		T3		T2-T1			T3-T2			T3-T1					
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	t	p	MW	SD	t	p	MW	SD	t	p
1. Overjet	8.88	2.66	-1.10	1.53	2.13	0.61	-9.98	3.40	-14.08	***	3.23	1.81	8.57	***	-6.75	2.63	-12.30	***
Is/Olp - li/Olp	+1,53	1.35	-5,29	1.27	-2,58	0.98	-6,82	1.92	-17,00	***	2.71	1.12	11,56	***	-4,11	1.45	-13,61	***
2. Molarenrelation	a)		a)		a)													
Ms/Olp - Mi/Olp	78.52	3.99	78.61	3.97	78.91	3.77	0.09	0.62	0.67	ns	0.30	0.73	2.00	*	0.39	0.65	2.88	**
3. Maxilläre Basis																		
A/Olp																		
4. Mandibuläre Basis	80.07	4.94	82.25	4.95	81.35	4.77	2.18	1.40	7.46	***	-0.90	1.21	-3.56	**	1.28	1.25	4.91	***
Pg/Olp																		
5. OK-Incisivus	88.21	4.47	84.90	5.30	85.42	4.80												
Is/Olp																		
6. UK-Incisivus	79.33	5.36	86.00	4.93	83.29	4.88												
li/Olp																		
7. OK-Molar	57.78	4.70	55.65	4.81	56.35	4.68												
Ms/Olp																		
8. UK-Molar	56.25	5.32	60.95	4.67	58.92	4.97												
Mi/Olp																		
9. OK-Incisivus							-3.40	2.18	-7.46	***	0.22	1.66	0.64	ns	-3.17	2.11	-7.21	***
Is/Olp(D)-A/Olp(D)																		
10. UK-Incisivus							4.49	1.71	12.59	***	-1.80	1.60	-5.39	***	2.69	1.93	6.67	***
li/Olp(D) - Pg/Olp(D)																		
11. OK-Molar							-2.22	1.04	-10.23	***	0.39	1.01	1.85	ns	-1.83	1.10	-7.95	***
Ms/Olp(D) - A/Olp(D)																		
12. UK-Molar							2.51	1.50	8.01	***	-1.12	1.08	-4.96	***	1.39	1.14	5.85	***
Mi/Olp(D) - Pg/Olp(D)																		

ns = nicht signifikant  
 \* = p<0,05  
 \*\* = p<0,01  
 \*\*\* = p<0,001  
 a) +bedeutet distale Moarenrelation  
 -bedeutet neutrale Molarenrelation

**Tabelle 4:** Skelettofaziale Morphologie. Kephalemtrische Messwerte (MW, SD) von 23 erwachsenen Herbst-Patienten  
T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= nach der Herbst-Behandlung; T3= nach der Multibracket-Behandlung

Variablen	T1		T2		T3		T2-T1		T3-T2		T3-T1				
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD			
Sagittale Kieferrelation	SNA	80.46	3.23	80.45	3.18	80.57	3.27	-0.01	0.74	-0.07	ns	0.12	0.63	0.90	ns
	SNB	75.27	4.06	76.49	4.25	76.09	4.19	1.22	1.16	5.05	***	-0.40	0.81	-2.38	*
	SNP <sub>g</sub>	76.84	4.28	77.77	4.58	77.54	4.58	0.93	1.11	4.05	***	-0.23	0.84	-1.30	ns
	ANB	5.18	1.69	3.96	2.04	4.48	1.79	-1.22	1.24	-4.73	***	0.52	0.85	2.96	**
	ANP <sub>g</sub>	3.62	2.30	2.67	2.70	3.02	2.45	-0.95	1.17	-3.87	***	0.35	0.83	2.01	*
Vertikale Kieferrelation	Wits	2.55	2.06	0.25	1.89	1.47	1.95	-2.30	1.70	-6.50	***	1.22	1.46	4.01	***
	ML/NSL	34.12	8.61	34.26	8.71	33.43	8.97	0.14	1.31	0.52	ns	-0.83	1.18	-3.37	**
	NL/NSL	7.29	3.15	7.34	3.35	6.77	3.61	0.05	1.19	0.20	ns	-0.57	1.55	-1.75	ns
	ML/NL	26.83	7.91	26.92	7.42	26.72	7.72	0.09	1.23	0.35	ns	-0.20	1.76	-0.55	ns
	Overbite	4.43	1.83	0.58	0.86	1.95	0.68	-3.85	1.78	-10.38	***	1.37	0.95	6.89	***
Gesichtshöhe	Spa-Gn x 100/N-Gn	54.55	1.83	55.69	1.43	54.97	1.74	1.14	0.78	7.01	***	-0.72	0.77	-4.46	***
	Spp-Go´ x 100/S-Go	41.40	5.26	43.38	4.63	42.43	5.18	1.98	1.73	5.51	***	-0.95	1.64	-2.78	*
Profilkonvexität	NAP <sub>g</sub>	172.08	5.21	174.22	6.04	173.17	5.42	2.14	2.15	4.78	***	-1.05	1.81	-2.79	*
	NsSnPgS	159.68	6.25	163.60	6.98	162.82	6.79	3.92	2.57	7.33	***	-0.78	2.11	-1.78	ns
Lippenposition	NsNoPgS	126.30	3.93	128.50	4.28	127.34	4.32	2.20	1.80	5.85	***	-1.16	1.29	-4.31	***
	OL-E-Linie	-3.11	2.28	-4.74	2.50	-4.37	2.49	-1.63	1.23	-6.37	***	0.37	1.18	1.50	ns
	UL-E-Linie	-1.64	3.28	-0.80	2.54	-1.90	3.02	0.84	1.29	3.11	**	-1.10	1.20	-4.40	***

ns = nicht signifikant  
 \* = p<0,05  
 \*\* = p<0,01  
 \*\*\* = p<0,001

## 5.1 Sagittale Okklusionsveränderungen (SO-Analyse)

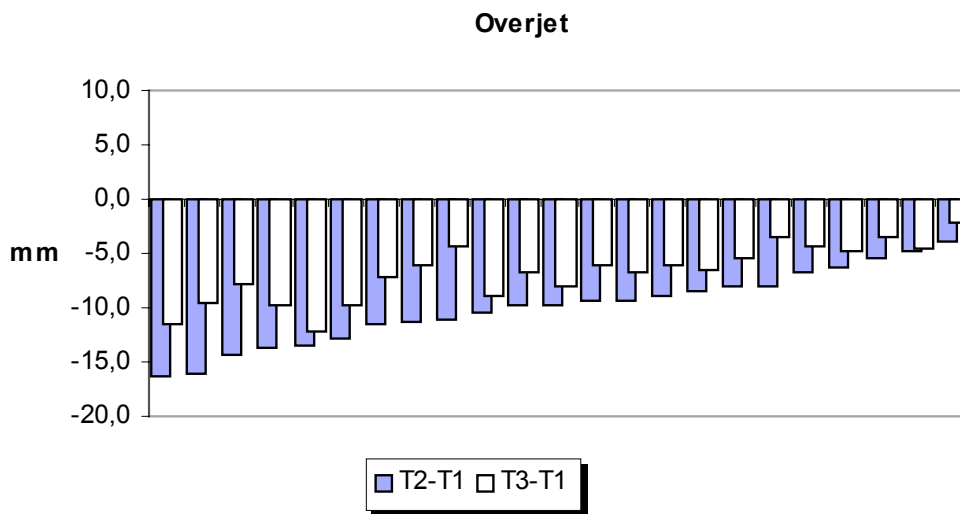
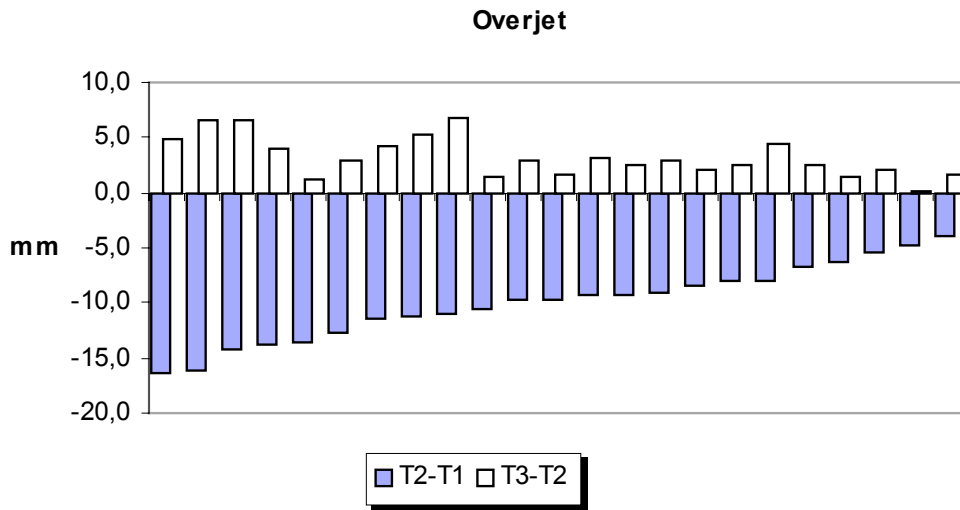
### **Overjet**                      **Is/OIp(D) – li/OIp(D)**

(Tab. 3; Abb. 14 u. 15)

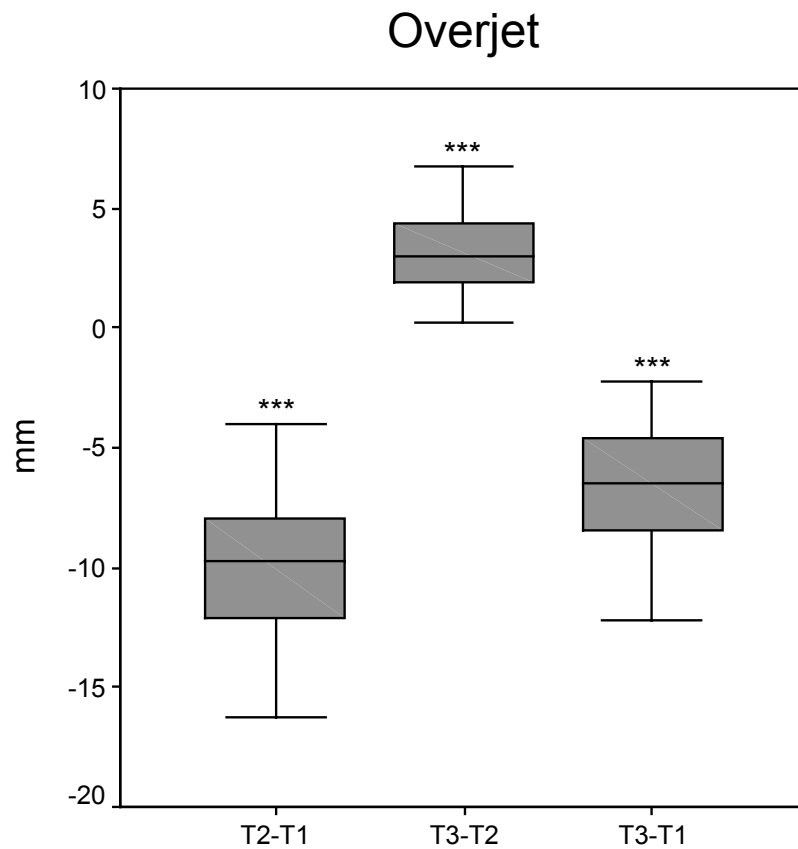
Während der Herbst-Phase (T2-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Verkleinerung des Overjets um 9,98 mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 1,49 mm war bei allen Probanden eine Verkleinerung des Wertes zu finden. Die maximale Verkleinerung betrug 16,25 mm.

Während der MB-Phase (T3-T2) kam es zu einer durchschnittlichen Vergrößerung des Overjets um 3,23 mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 1,41 mm war bei 91 % (21/23) der Probanden eine Vergrößerung und bei 9 % (2/23) eine Verkleinerung des Wertes zu finden. Die maximale Vergrößerung betrug 6,75 mm.

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Verkleinerung des Overjets um 6,75 mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,55 mm war bei allen Probanden eine Verkleinerung des Wertes zu finden. Die maximale Verkleinerung betrug 12,25 mm.



**Abb. 14:** Individuelle Veränderungen des Overjets (Is/Olp(D)-li/Olp(D)) bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie der Herbst-Phase (T2-T1) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung, positive eine Vergrößerung des Overjets). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase.



**Abb. 15:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung des Overjets (Is/Olp(D)-li/Olp(D)) von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1).

\*\*\* =  $p < 0,001$

## **Molarenrelation**

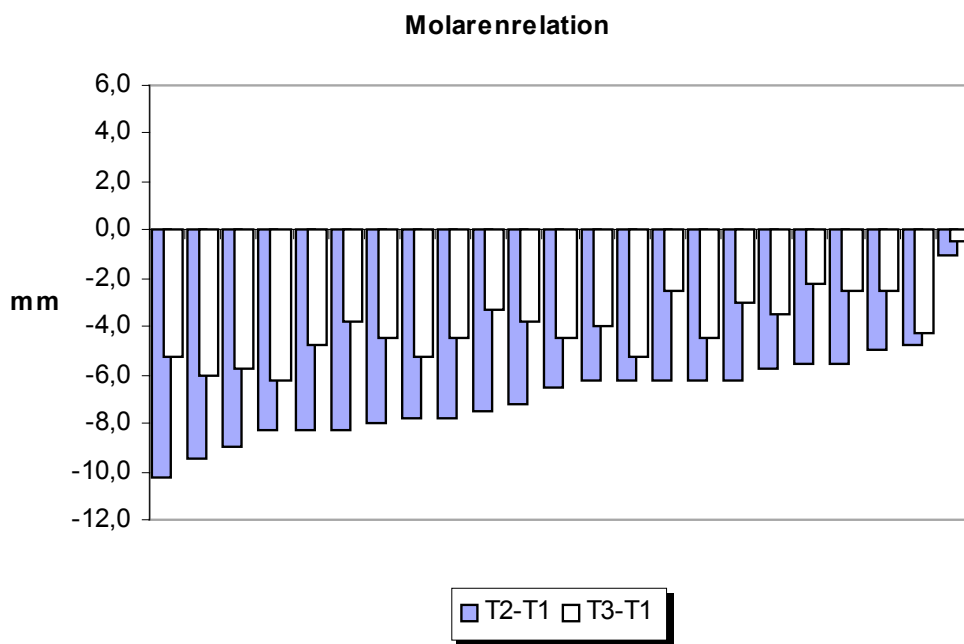
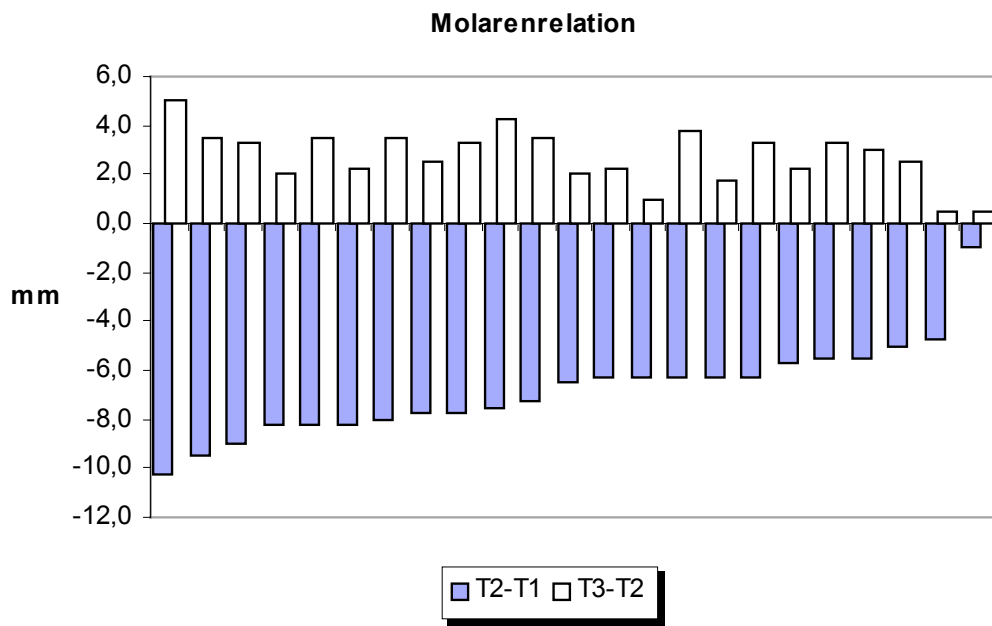
## **Ms/Olp(D) – Mi/Olp(D)**

(Tab. 3; Abb. 16 u. 17)

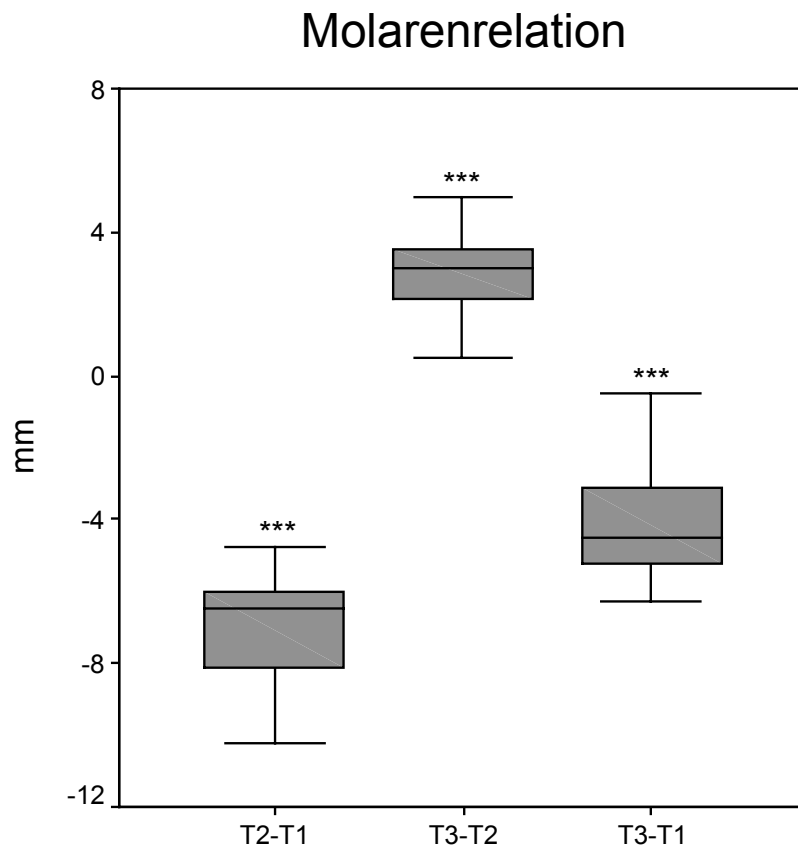
Während der Herbst-Phase (T2-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Veränderung der Molarenrelation um 6,82 mm ( $p < 0,001$ ) in Richtung Klasse I. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 1,72 mm lag bei 96 % (22/23) der Probanden eine Veränderung des Wertes in Richtung Klasse I vor. Bei 4 % (1/23) der Probanden war keine Veränderung des Wertes zu finden. Die maximale Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse I betrug 10,25 mm.

Während der MB-Phase (T3-T2) kam es zu einer durchschnittlichen Veränderung der Molarenrelation um 2,71 mm ( $p < 0,001$ ) in Richtung Klasse II. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,85 mm lag bei 91 % (21/23) der Probanden eine Veränderung des Wertes in Richtung Klasse II vor. Bei 9 % (2/23) der Probanden war keine Veränderung des Wertes zu finden. Die maximale Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse II betrug 5,00 mm.

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Veränderung der Molarenrelation um 4,11 mm ( $p < 0,001$ ) in Richtung Klasse I. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 1,72 mm lag bei 96 % (22/23) der Probanden eine Veränderung des Wertes in Richtung Klasse I vor. Bei 4 % (1/23) der Probanden war keine Veränderung des Wertes zu finden. Die maximale Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse I betrug 6,25 mm.



**Abb. 16:** Individuelle Veränderungen der Molarenrelation (Ms/Olp(D)-Mi/Olp(D)) bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie der Herbst-Phase (T2-T1) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten eine Veränderung in Richtung Klasse I, positive Werte in Richtung Klasse II). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase.



**Abb. 17:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung der Molarenrelation (Ms/Olp(D)-Mi/Olp(D)) von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) (negative Werte bedeuten eine Veränderung in Richtung Klasse I, positive Werte in Richtung Klasse II).

\*\*\* =  $p < 0,001$



## **Maxilläre Kieferbasislage**

## **A/Olp**

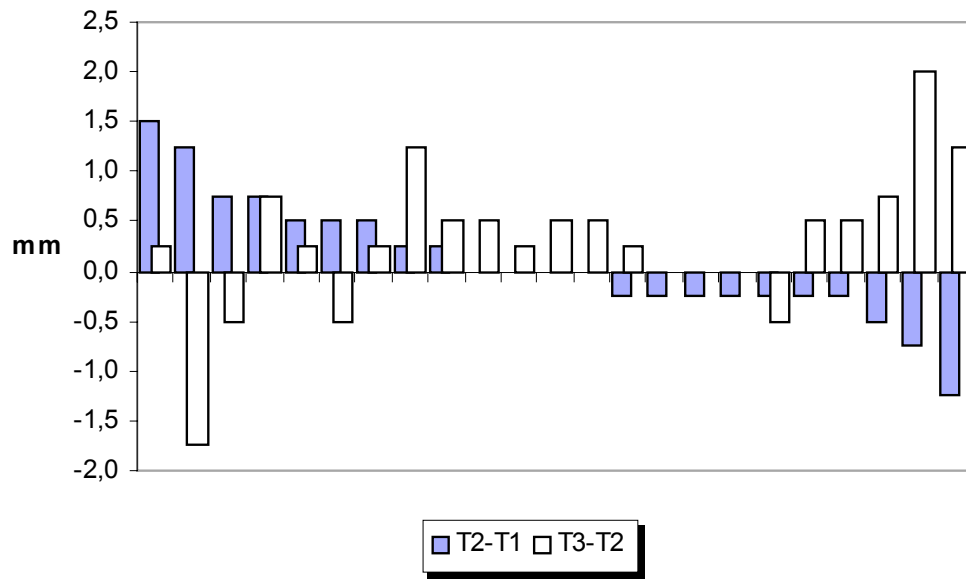
(Tab. 3; Abb. 18 u. 19)

Während der Herbst-Phase (T2-T1) blieb der A-Punkt unverändert (ns). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,65 mm war bei 17 % (4/23) der Probanden eine Verlagerung des A-Punktes nach anterior und bei 9 % (2/23) eine Verlagerung nach posterior zu finden. Bei 74 % (17/23) der Probanden lag keine Veränderung des A-Punktes vor. Die maximale Verlagerung des A-Punktes nach anterior betrug 1,50 mm und die maximale Verlagerung nach posterior 1,25 mm.

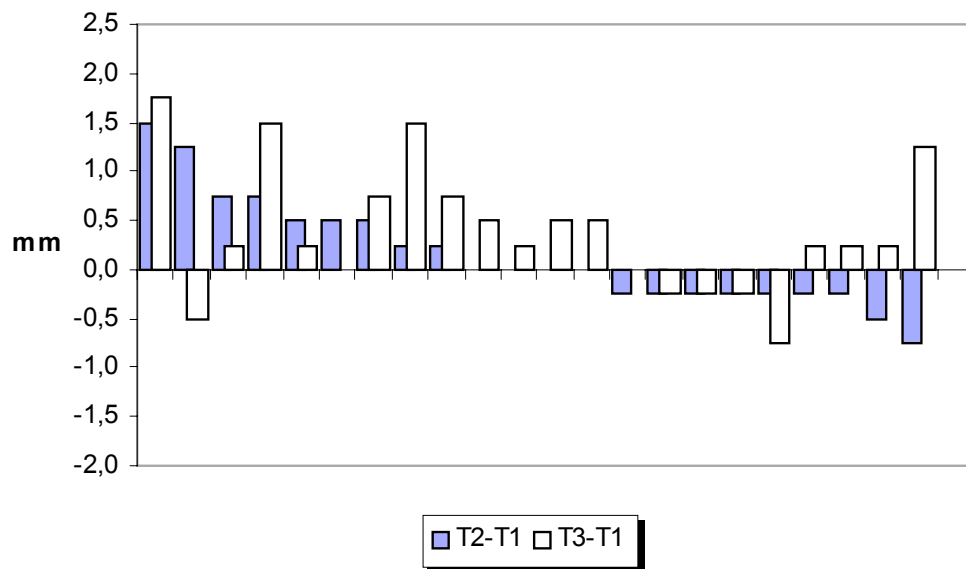
Während der MB-Phase (T3-T2) kam es zu einer durchschnittlichen Verlagerung des A-Punktes um 0,30 mm nach anterior ( $p < 0,05$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,80 mm war bei 13 % (3/23) der Probanden eine Verlagerung des A-Punktes nach anterior und bei 4 % (1/23) eine Verlagerung nach posterior zu finden. Bei 83 % (19/23) der Probanden lag keine Veränderung des A-Punktes vor. Die maximale Verlagerung des A-Punktes nach anterior betrug 2,00 mm und die maximale Verlagerung nach posterior 1,75 mm.

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verlagerung des A-Punktes um 0,39 mm ( $p < 0,01$ ) nach anterior. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,50 mm war bei 26 % (6/23) der Probanden eine Verlagerung des A-Punktes nach anterior und bei 4 % (1/23) eine Verlagerung nach posterior zu finden. Bei 70 % (16/23) der Probanden lag keine Veränderung des A-Punktes vor. Die maximale Verlagerung des A-Punktes nach anterior betrug 1,75 mm und die maximale Verlagerung nach posterior 0,75 mm.

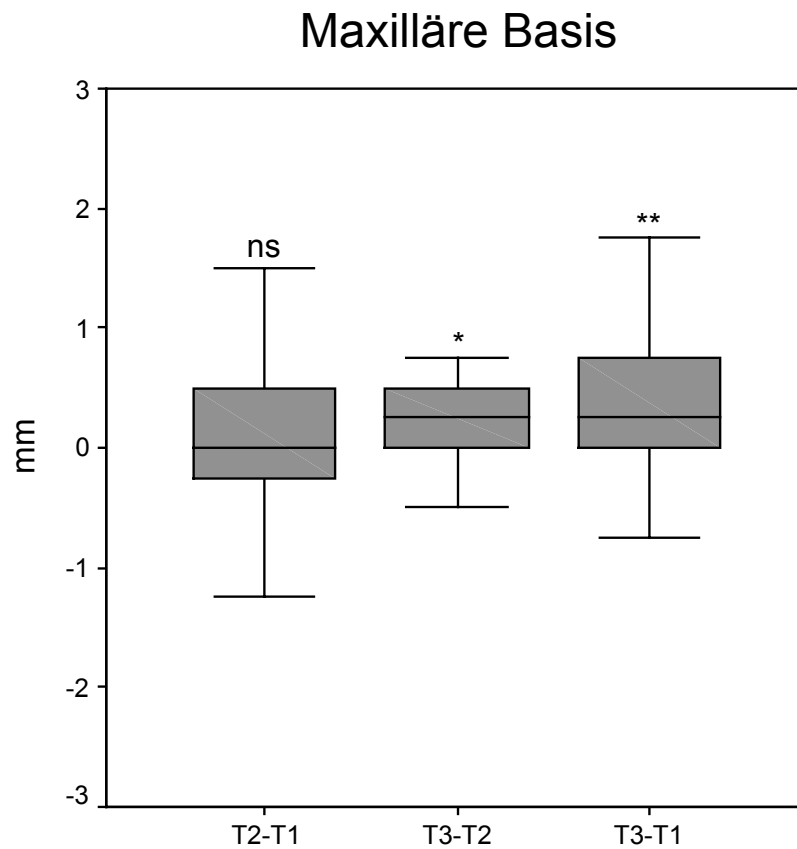
Maxilläre Basis A/Olp



Maxilläre Basis A/Olp



**Abb. 18:** Individuelle Veränderungen der maxillären Kieferbasislage (A/Olp) bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie der Herbst-Phase (T2-T1) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten eine Verlagerung des A-Punktes nach posterior, positive Werte eine Verlagerung nach anterior). Absteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase.



**Abb. 19:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung der maxillären Kieferbasislage (A/Olp) von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1).

ns = nicht signifikant

\* =  $p < 0,05$

\*\* =  $p < 0,01$

## **Mandibuläre Kieferbasislage**

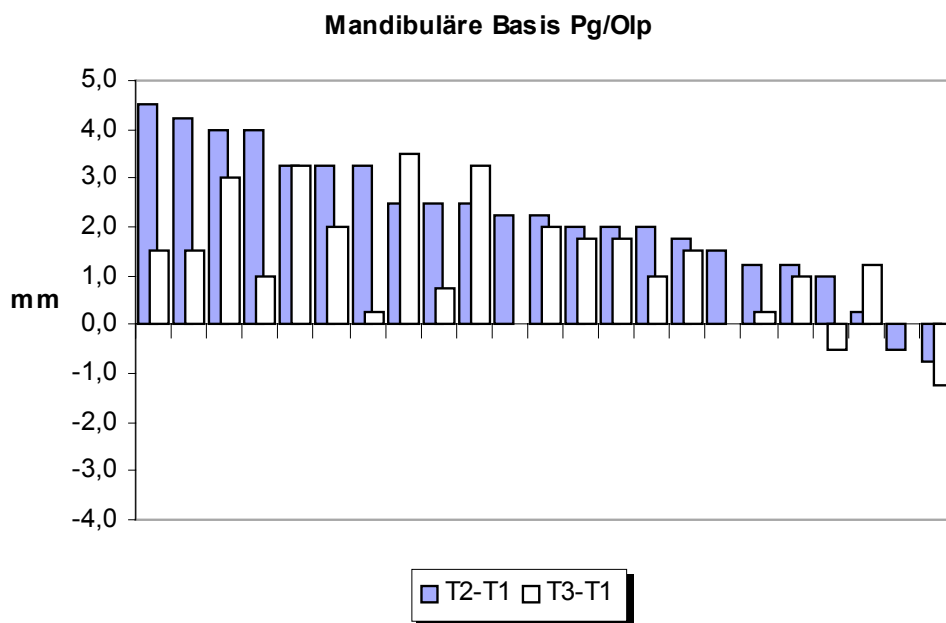
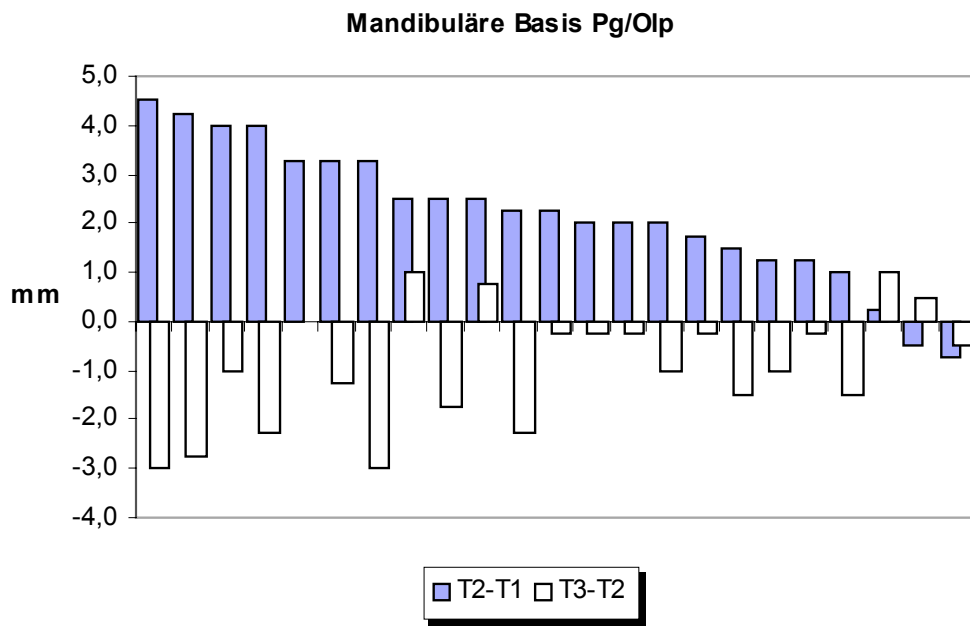
## **Pg/Olp**

(Tab. 3; Abb. 20 u.21)

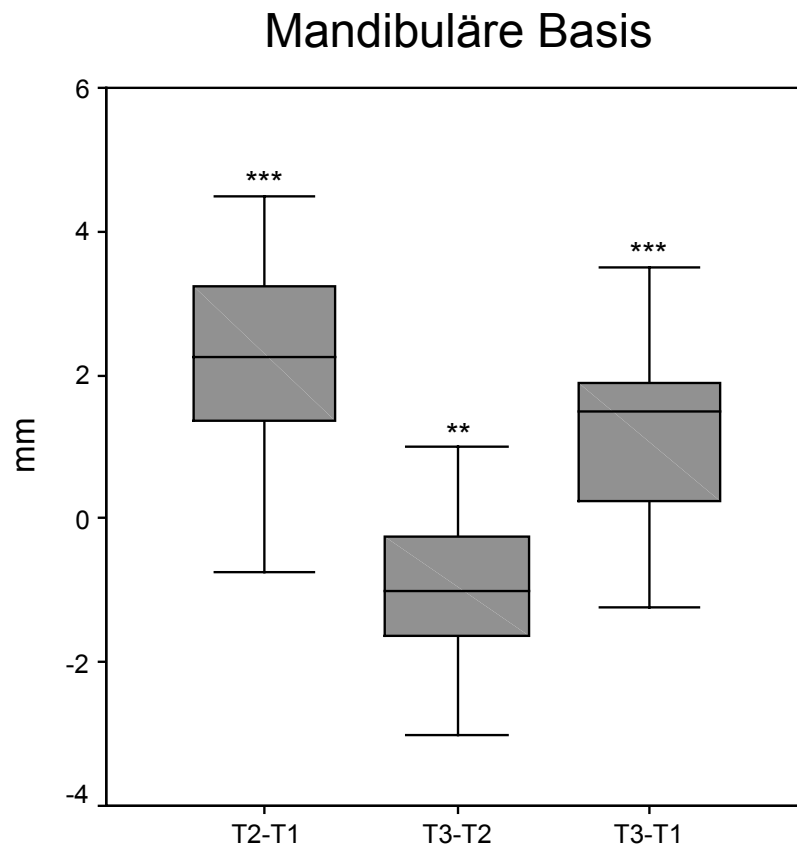
Während der Herbst-Phase (T2-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Verlagerung des Pg-Punktes um 2,18 mm ( $p < 0,001$ ) nach anterior. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,60 mm war bei 87 % (20/23) der Probanden eine Verlagerung des Pg-Punktes nach anterior und bei 4 % (1/23) eine Verlagerung nach posterior zu finden. Bei 9 % (2/23) der Probanden lag keine Veränderung des Pg-Punktes vor. Die maximale Verlagerung des Pg-Punktes nach anterior betrug 4,50 mm und die maximale Verlagerung nach posterior 0,75 mm.

Während der MB-Phase (T3-T2) kam es zu einer durchschnittlichen Verlagerung des Pg-Punktes um 0,90 mm ( $p < 0,01$ ) nach posterior. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,91 mm war bei 9 % (2/23) der Probanden eine Verlagerung des Pg-Punktes nach anterior und bei 52 % (12/23) eine Verlagerung nach posterior zu finden. Bei 39 % (9/23) der Probanden lag keine Veränderung des Pg-Punktes vor. Die maximale Verlagerung des Pg-Punktes nach anterior betrug 1,00 mm und die maximale Verlagerung nach posterior 3,00 mm.

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Verlagerung des Pg-Punktes um 1,28 mm ( $p < 0,001$ ) nach anterior. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,77 mm war bei 65 % (15/23) der Probanden eine Verlagerung des Pg-Punktes nach anterior und bei 4 % (1/23) eine Verlagerung nach posterior zu finden. Bei 31 % (7/23) der Probanden lag keine Veränderung des Pg-Punktes vor. Die maximale Verlagerung des Pg-Punktes nach anterior betrug 3,50 mm und die maximale Verlagerung nach posterior 1,25 mm.



**Abb. 20:** Individuelle Veränderungen der mandibulären Kieferbasislage (Pg/Olp) bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie der Herbst-Phase (T2-T1) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten eine Verlagerung des Pg-Punktes nach posterior, positive Werte eine Verlagerung nach anterior). Absteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase.



**Abb. 21:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung der mandibulären Kieferbasislage (Pg/Olp) von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1).

\*\* =  $p < 0,01$

\*\*\* =  $p < 0,001$

## **Lage des OK-Incisivus**

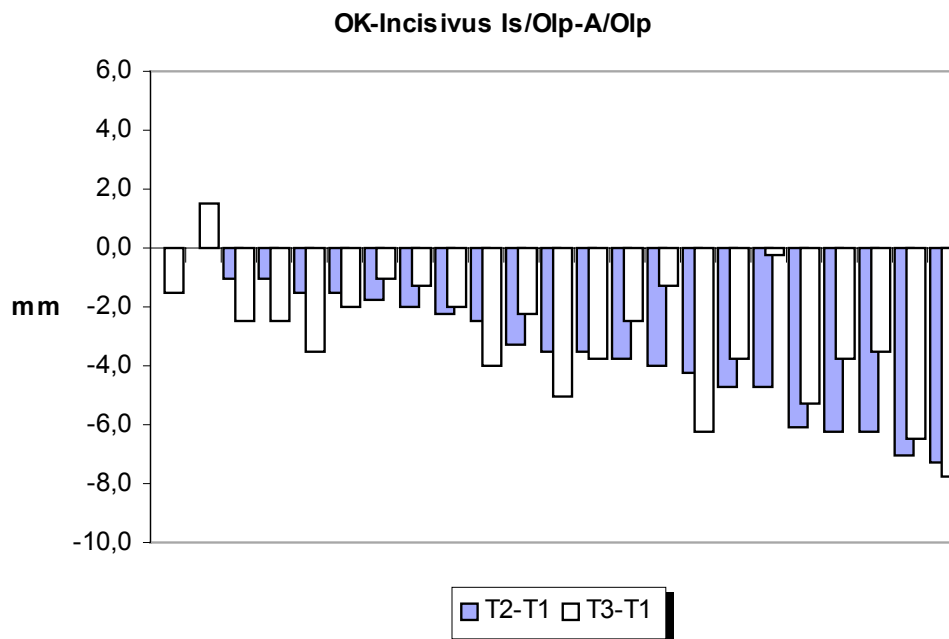
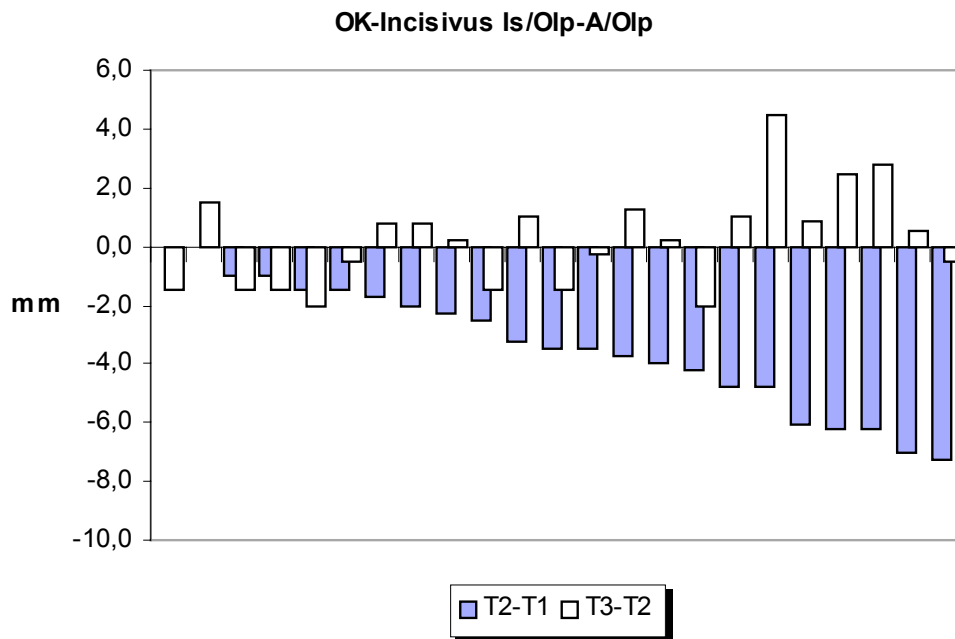
## **Is/OIp(D) - A/OIp(D)**

(Tab. 3; Abb. 22 u. 23)

Während der Herbst-Phase (T2-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Retrusion des oberen mittleren Incisivus innerhalb der Maxilla von 3,40 mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,88 mm war bei 87 % (20/23) der Probanden eine Retrusion des Incisivus innerhalb der Maxilla zu finden. Bei 13 % (3/23) der Probanden lag keine Veränderung des Incisivus vor. Die maximale Retrusion des Incisivus betrug 7,25 mm.

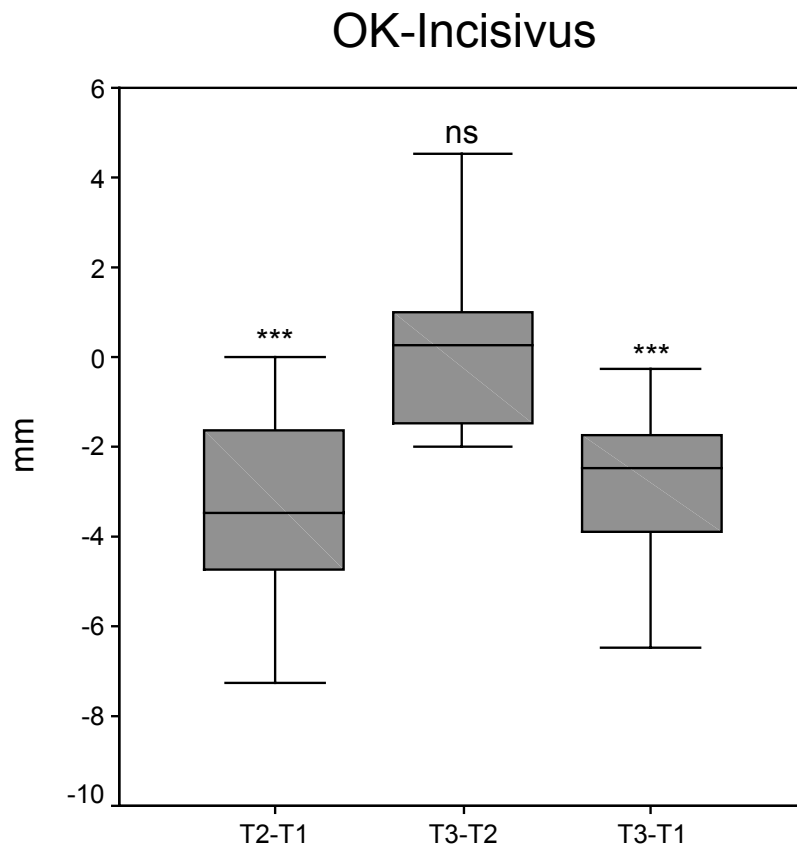
Während der MB-Phase (T3-T2) blieb die Position des oberen mittleren Incisivus innerhalb der Maxilla unverändert (ns). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,75 mm war bei 39 % (9/23) der Probanden eine Protrusion des Incisivus und bei 22 % (5/23) eine Retrusion des Incisivus innerhalb der Maxilla zu finden. Bei 39 % (9/23) der Probanden lag keine Veränderung des Incisivus vor. Die maximale Protrusion des Incisivus betrug 4,50 mm und die maximale Retrusion 2,00 mm.

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Retrusion des oberen mittleren Incisivus innerhalb der Maxilla von 3,17 mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,45 mm war bei 91 % (21/23) der Probanden eine Retrusion des Incisivus und bei 9 % (2/23) der Probanden eine Protrusion des oberen mittleren Incisivus innerhalb der Maxilla zu finden. Die maximale Retrusion des Incisivus betrug 7,75 mm und die maximale Protrusion 1,50 mm.



**Abb. 22:** Individuelle Veränderungen der Lage des oberen mittleren Incisivus (Is/Olp(D)-A/Olp(D)) bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie der Herbst-Phase (T2-T1) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten eine Retrusion, positive eine Protrusion des oberen mittleren Incisivus innerhalb der Maxilla). Absteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase.





**Abb. 23:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung der Lage des oberen mittleren Incisivus (Is/Olp(D)-A/Olp(D)) von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1).

ns = nicht signifikant

\*\*\* =  $p < 0,001$

## **Lage des UK-Incisivus**

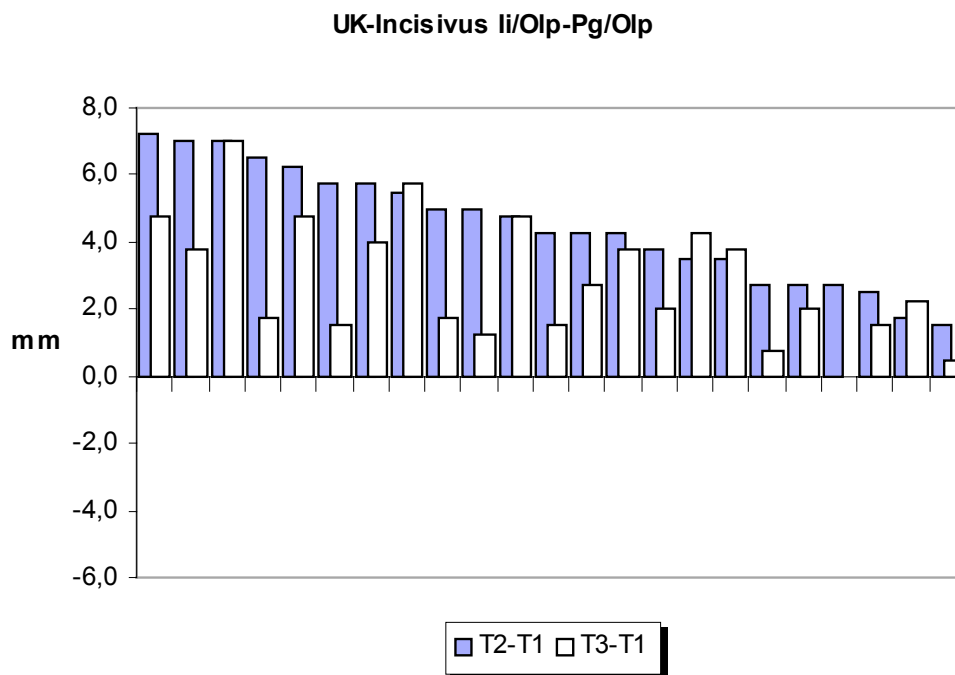
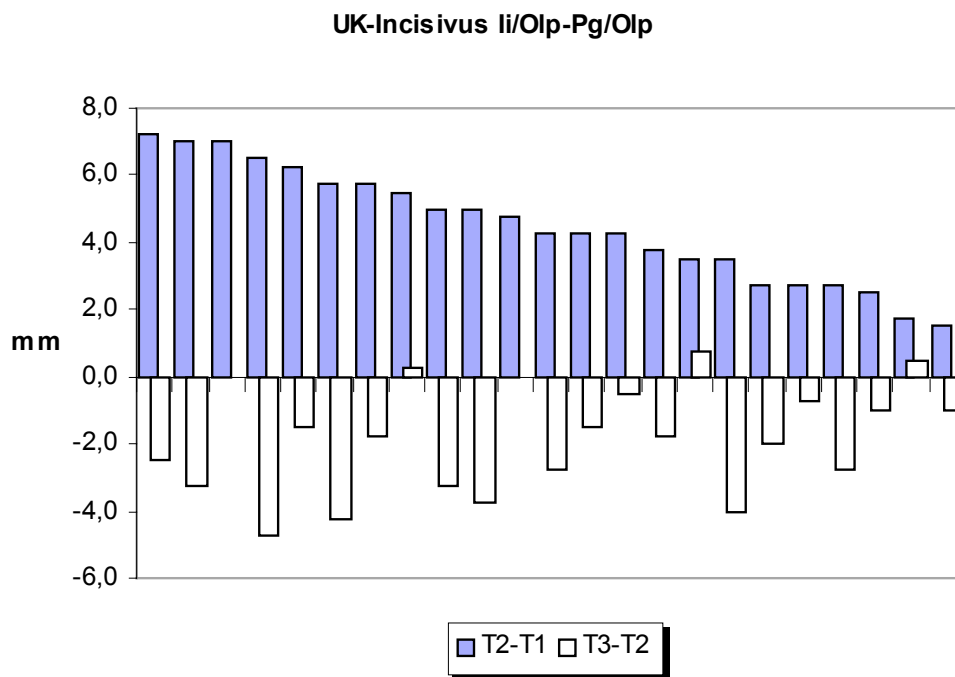
## **Ii/OIp(D) - Pg/OIp(D)**

(Tab. 3; Abb. 24 u. 25)

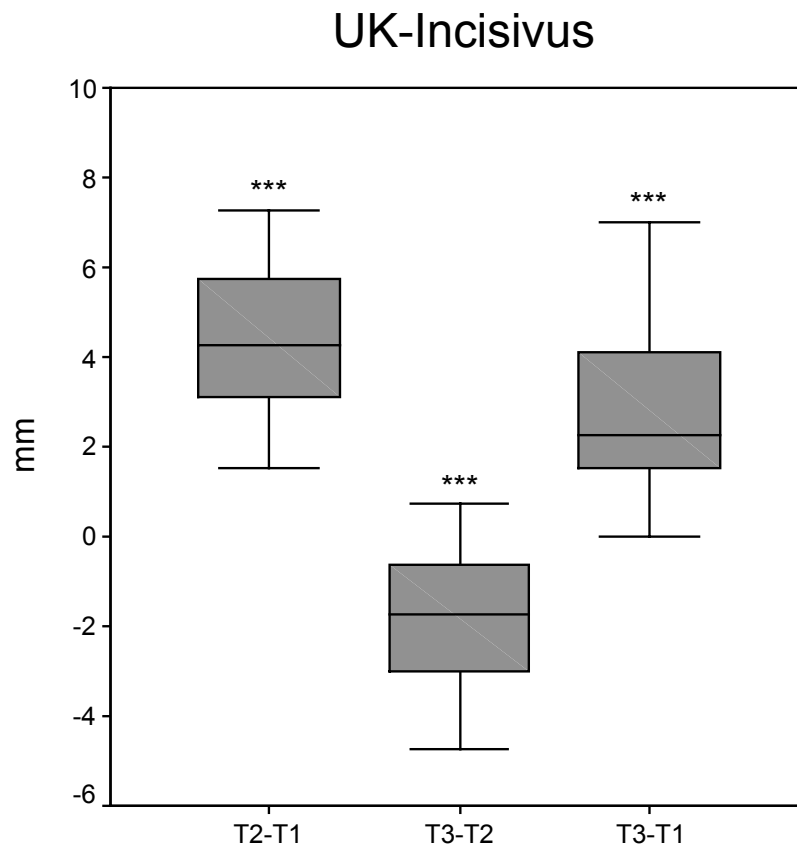
Während der Herbst-Phase (T2-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Protrusion des unteren mittleren Incisivus innerhalb der Mandibula von 4,49 mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,82 mm war bei allen der 23 Probanden eine Protrusion des Incisivus innerhalb der Mandibula zu finden. Die maximale Protrusion betrug 7,25 mm.

Während der MB-Phase (T3-T2) kam es zu einer durchschnittlichen Retrusion des unteren mittleren Incisivus innerhalb der Mandibula von 1,80 mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,96 mm war bei 83 % (19/23) der Probanden eine Retrusion des unteren mittleren Incisivus innerhalb der Mandibula zu finden. Bei 17 % (4/23) der Probanden lag keine Veränderung des Incisivus vor. Die maximale Retrusion des Incisivus betrug 4,75 mm und die maximale Protrusion 0,75 mm.

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Protrusion des unteren mittleren Incisivus innerhalb der Mandibula von 2,69 mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,80 mm war bei allen der 23 Probanden eine Protrusion des Incisivus innerhalb der Mandibula zu finden. Die maximale Protrusion betrug 7,0 mm.



**Abb. 24:** Individuelle Veränderungen der Lage des unteren mittleren Incisivus bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie der Herbst-Phase (T2-T1) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten eine Retrusion, positive eine Protrusion des Incisivus innerhalb der Mandibula). Absteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase.



**Abb. 25:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung der Lage des unteren mittleren Incisivus (li/Olp(D)-Pg/Olp(D)) von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1).

\*\*\* =  $p < 0,001$

## Lage des OK-Molaren

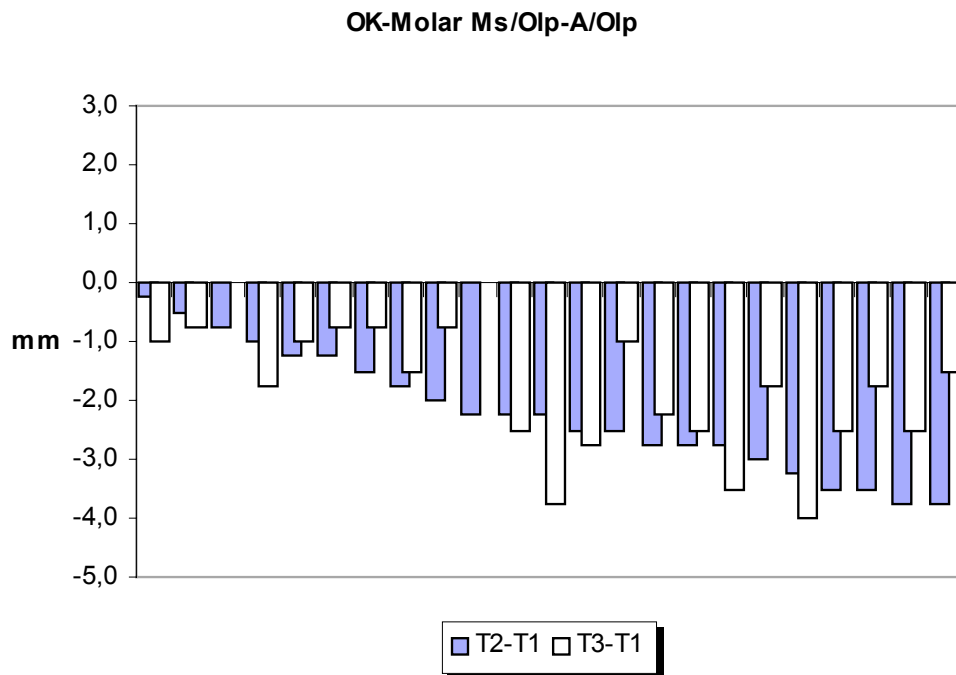
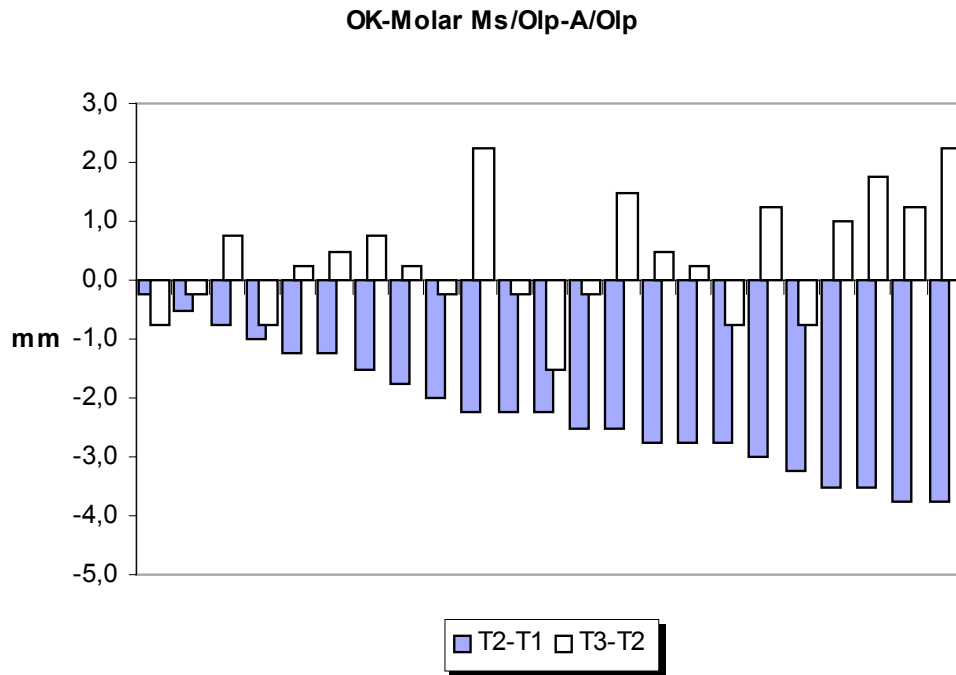
## Ms/OIp(D) – A/OIp(D)

(Tab. 3; Abb. 26 u. 27)

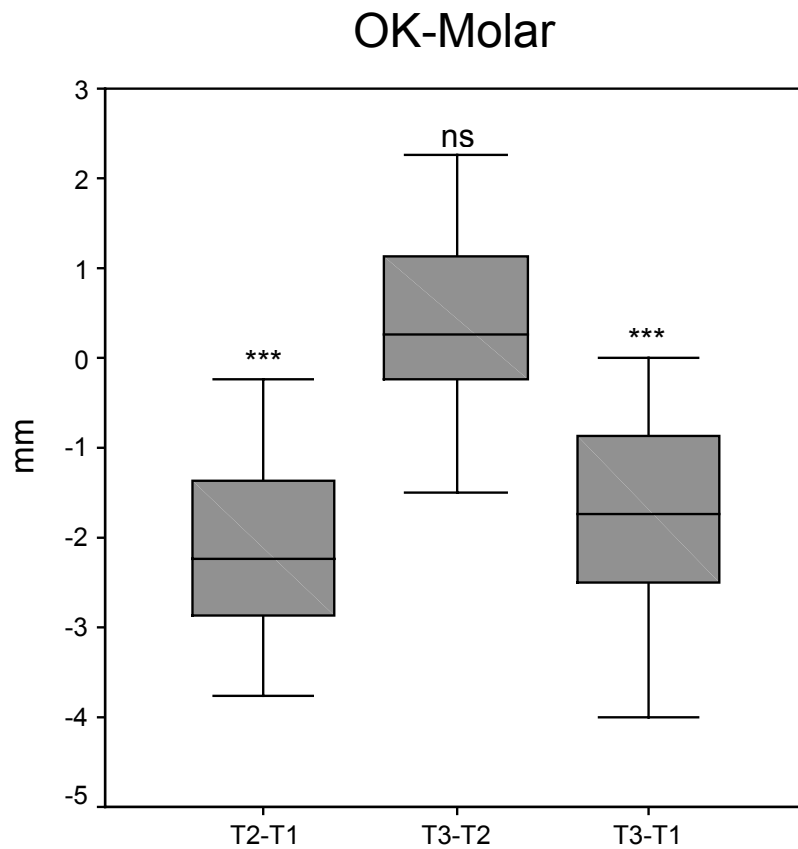
Während der Herbst-Phase (T2-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Distalisation des oberen ersten Molaren innerhalb der Maxilla von 2,22 mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,80 mm war bei 87 % (20/23) der Probanden eine Distalisation des oberen Molaren innerhalb der Maxilla zu finden. Bei 13 % (3/23) der Probanden lag keine Veränderung des Molaren vor. Die maximale Distalisation des Molaren betrug 3,75 mm.

Während der MB-Phase (T3-T2) blieb die Position des oberen ersten Molaren innerhalb der Maxilla durchschnittlich unverändert (ns). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,65 mm war bei 22 % (5/23) der Probanden eine Distalisation und bei 39 % (9/23) der Probanden eine Mesialisation des oberen Molaren innerhalb der Maxilla zu finden. Bei 39 % (9/23) der Probanden lag keine Veränderung des Molaren vor. Die maximale Distalisation des Molaren betrug 1,50 mm und die maximale Mesialisation 2,25 mm.

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Distalisation des oberen ersten Molaren innerhalb der Maxilla von 1,83 mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,68 mm war bei 91 % (21/23) der Probanden eine Distalisation des oberen Molaren innerhalb der Maxilla zu finden. Bei 9 % (2/23) der Probanden lag keine Veränderung des Molaren vor. Die maximale Distalisation des Molaren betrug 4,0 mm.



**Abb. 26:** Individuelle Veränderungen der Lage des ersten oberen Molaren bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie der Herbst-Phase (T2-T1) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten eine Distalisation, positive Werte eine Mesialisation der Molaren). Absteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase.



**Abb. 27:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung der Lage des OK-Molaren (Ms/Olp(D)-A/Olp(D)) von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1).

ns = nicht signifikant

\*\*\* =  $p < 0,001$

## **Lage des UK-Molaren**

## **Mi/Olp(D) - Pg/Olp(D)**

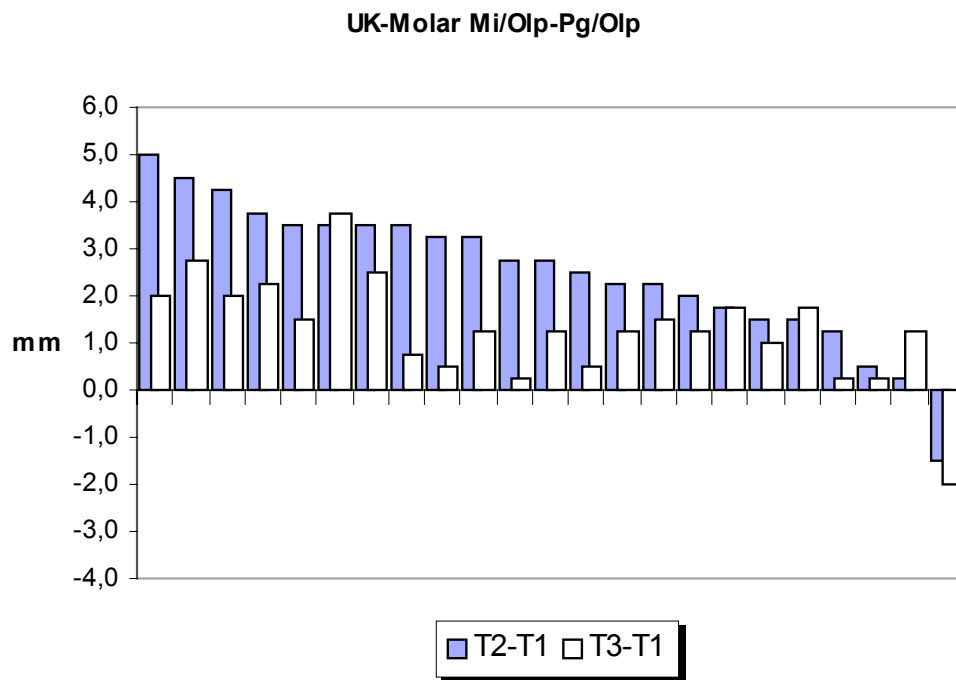
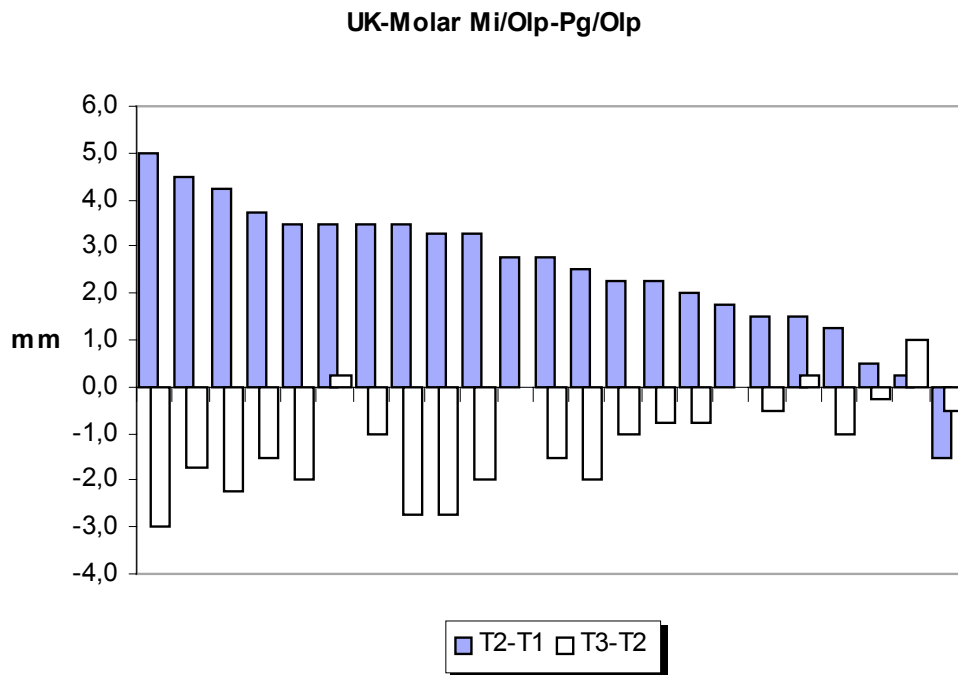
(Tab. 3; Abb. 28 u. 29)

Während der Herbst-Phase (T2-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Mesialisation des unteren ersten Molaren innerhalb der Mandibula von 2,51 mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 1,59 mm war bei 74 % (17/23) der Probanden eine Mesialisation des unteren Molaren innerhalb der Mandibula zu finden. Bei 26 % (6/23) der Probanden lag keine Veränderung des Molaren vor. Die maximale Mesialisation des Molaren betrug 5,00 mm.

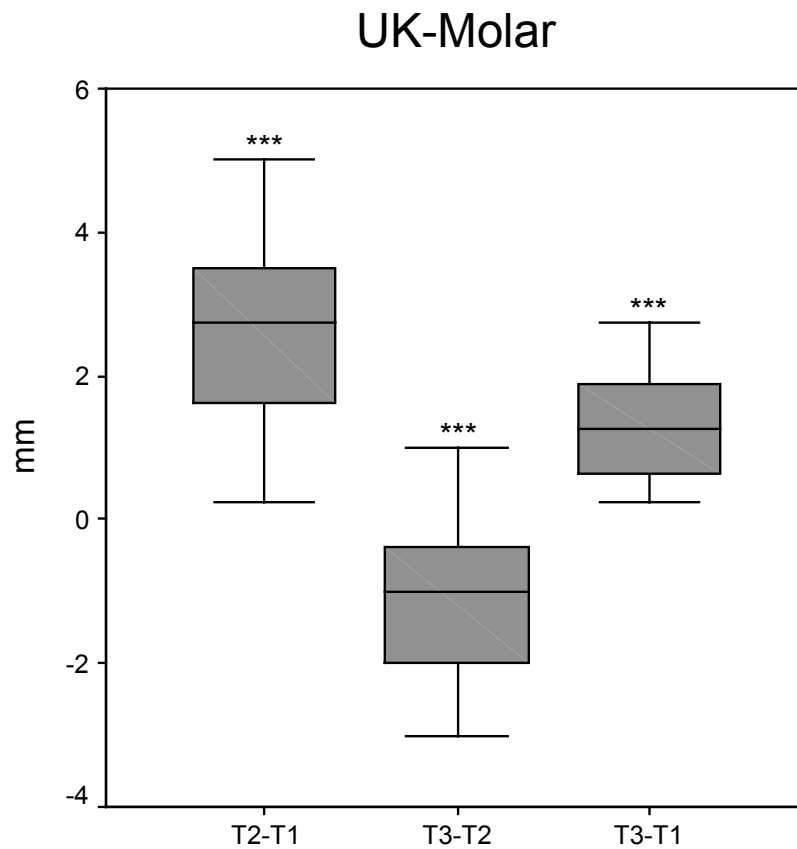
Während der MB-Phase (T3-T2) kam es zu einer durchschnittlichen Distalisation des unteren ersten Molaren innerhalb der Mandibula von 1,12 mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,81 mm war bei 57 % (13/23) der Probanden eine Distalisation und bei 4 % (1/23) der Probanden eine Mesialisation des unteren Molaren innerhalb der Mandibula zu finden. Bei 39 % (9/23) der Probanden lag keine Veränderung des Molaren vor. Die maximale Distalisation des Molaren betrug 3,00 mm und die maximale Mesialisation 1,00 mm.

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Mesialisation des unteren ersten Molaren innerhalb der Mandibula von 1,39 mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 1,84 mm war bei 35 % (8/23) der Probanden eine Mesialisation und bei 4 % (1/23) der Probanden eine Distalisation des unteren Molaren innerhalb der Mandibula zu finden. Bei 61 % (14/23) der Probanden lag keine Veränderung des Molaren vor. Die maximale Mesialisation des Molaren betrug 3,75 mm und die maximale Distalisation 2,00 mm.





**Abb. 28:** Individuelle Veränderungen der Lage des ersten unteren Molaren bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie der Herbst-Phase (T2-T1) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten eine Distalisation, positive Werte eine Mesialisation der Molaren). Absteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase.



**Abb. 29:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung der Lage des UK-Molaren (Mi/Olp(D)-Pg/Olp(D)) von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1).

\*\*\* =  $p < 0,001$

## 5.2 Sagittale Kieferrelation

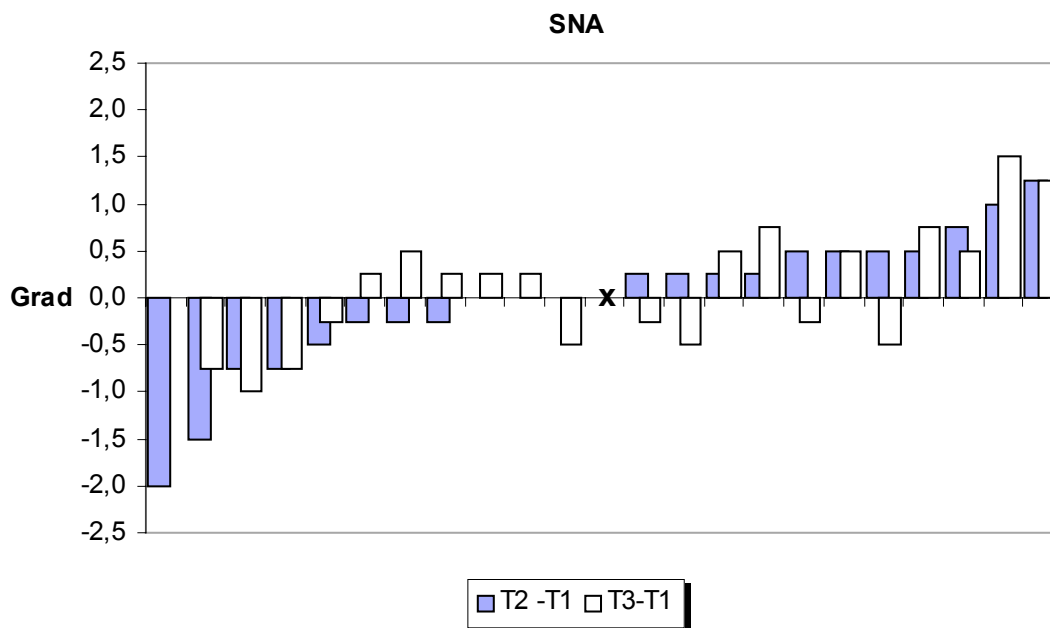
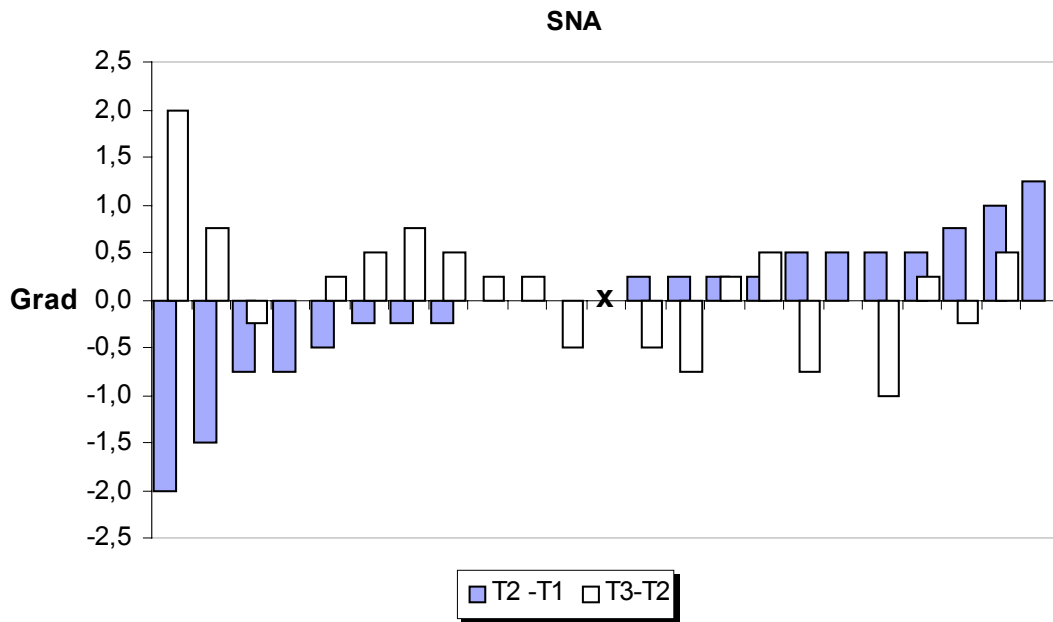
### Oberkieferlage                      SNA

(Tab. 4; Abb. 30 u. 31)

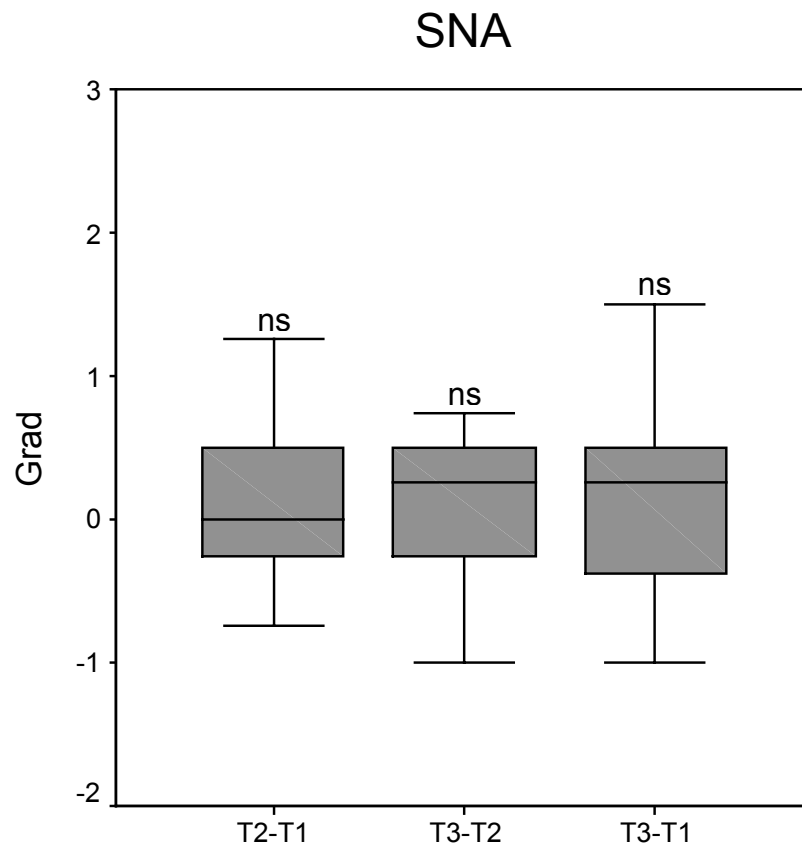
Während der Herbst-Phase (T2-T1) blieb der SNA-Winkel durchschnittlich unverändert (ns). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,98^\circ$  war bei 9 % (2/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 9 % (2/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 82 % (19/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $2,00^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $1,25^\circ$ .

Während der MB-Phase (T3-T2) blieb der SNA-Winkel weitgehend unverändert (ns). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,60^\circ$  war bei 13 % (3/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 13 % (3/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 74 % (17/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $1,00^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $2,00^\circ$ .

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) blieb der SNA-Winkel durchschnittlich unverändert (ns). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,96^\circ$  war bei 4 % (1/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 9 % (2/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 87 % (20/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $1,00^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $1,50^\circ$ .



**Abb. 30:** Individuelle Veränderungen des SNA-Winkels (Oberkieferlage) bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie der Herbst-Phase (T2-T1) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung, positive Werte eine Vergrößerung des Winkels). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase. **X** bedeutet: Proband mit unverändertem Messwert während aller Untersuchungszeiträume.



**Abb. 31:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung der sagittalen Kieferrelation anhand des SNA-Winkels (Oberkieferlage) von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1).

ns = nicht signifikant

## **Unterkieferlage**

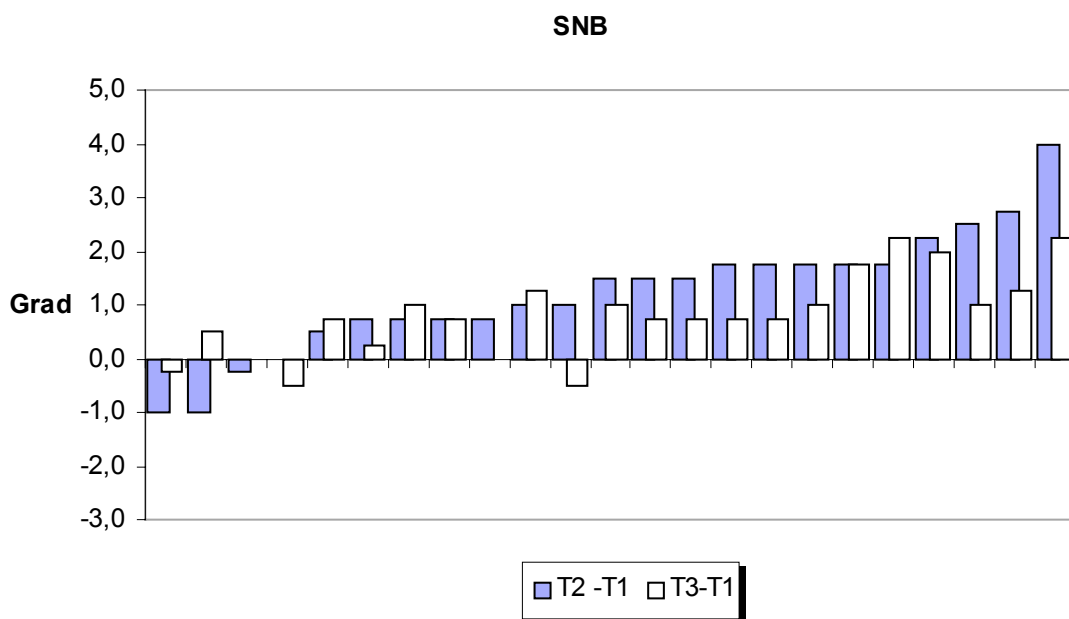
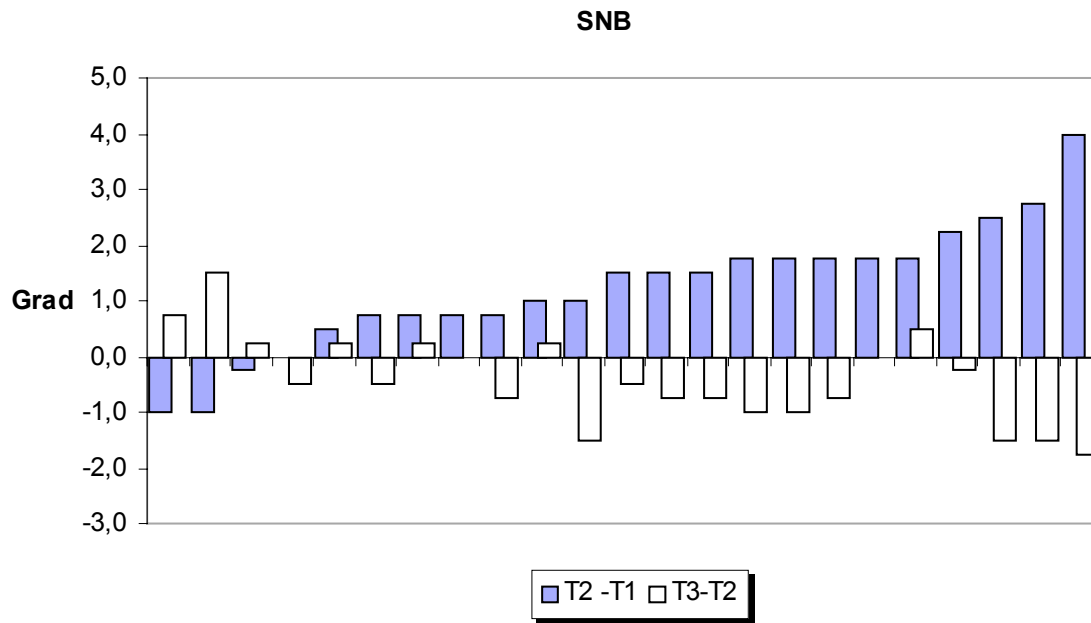
## **SNB**

(Tab. 4; Abb. 32 u. 33)

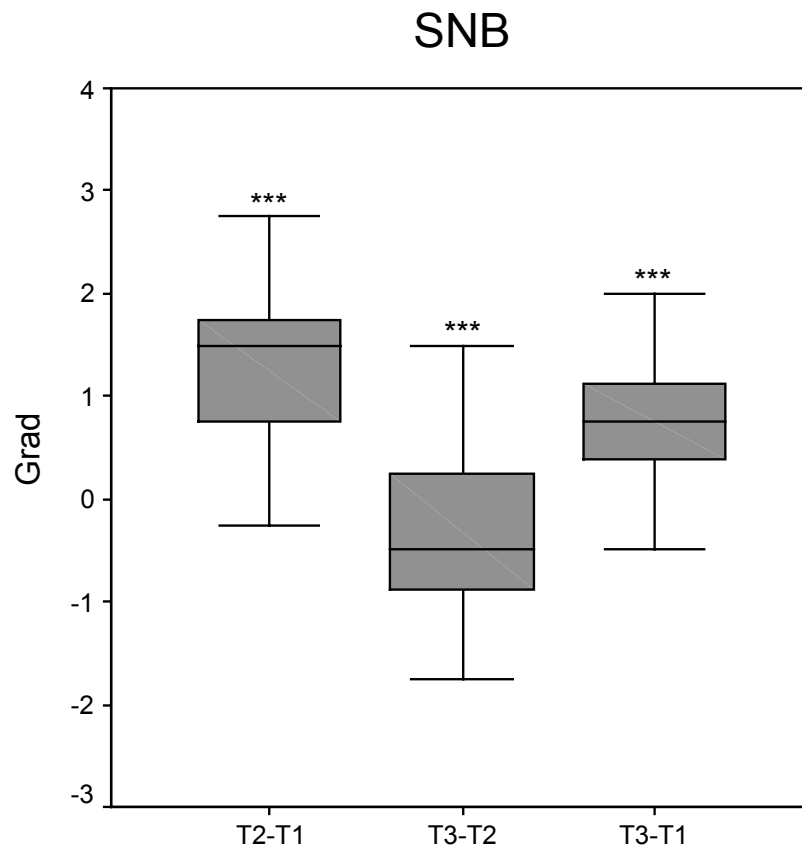
Während der Herbst-Phase (T2-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Vergrößerung des SNB-Winkels um  $1,22^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,75^\circ$  war bei 9 % (2/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 78 % (18/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 13 % (3/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $1,00^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $4,00^\circ$ .

Während der MB-Phase (T3-T2) kam es zu einer durchschnittlichen Verkleinerung des SNB-Winkels um  $0,40^\circ$  ( $p < 0,05$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,51^\circ$  war bei 35 % (8/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 9 % (2/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 56 % (13/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $1,75^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $1,50^\circ$ .

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Vergrößerung des SNB-Winkels um  $0,82^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,90^\circ$  war bei 44 % (10/23) der Probanden eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 56 % (13/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $0,50^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $2,25^\circ$ .



**Abb. 32:** Individuelle Veränderungen des SNB-Winkels (Unterkieferlage) bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie der Herbst-Phase (T2-T1) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung, positive Werte eine Vergrößerung des Winkels). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase.



**Abb. 33:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung der sagittalen Kieferrelation anhand des SNB-Winkels (Unterkieferlage) von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1).

\*\*\* =  $p < 0,001$



## **Unterkieferlage**

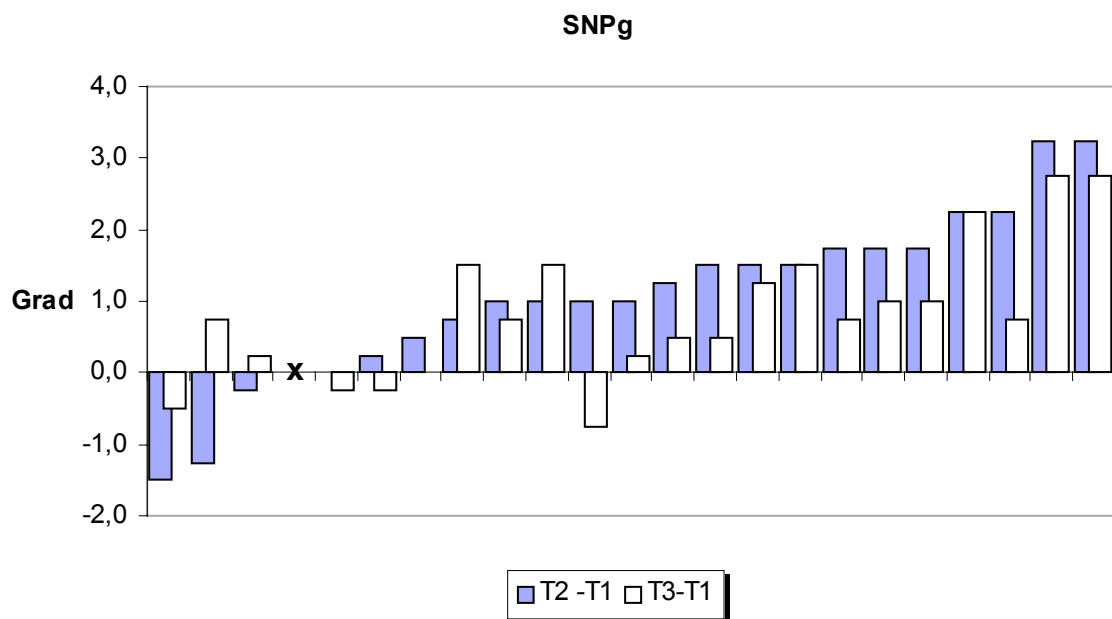
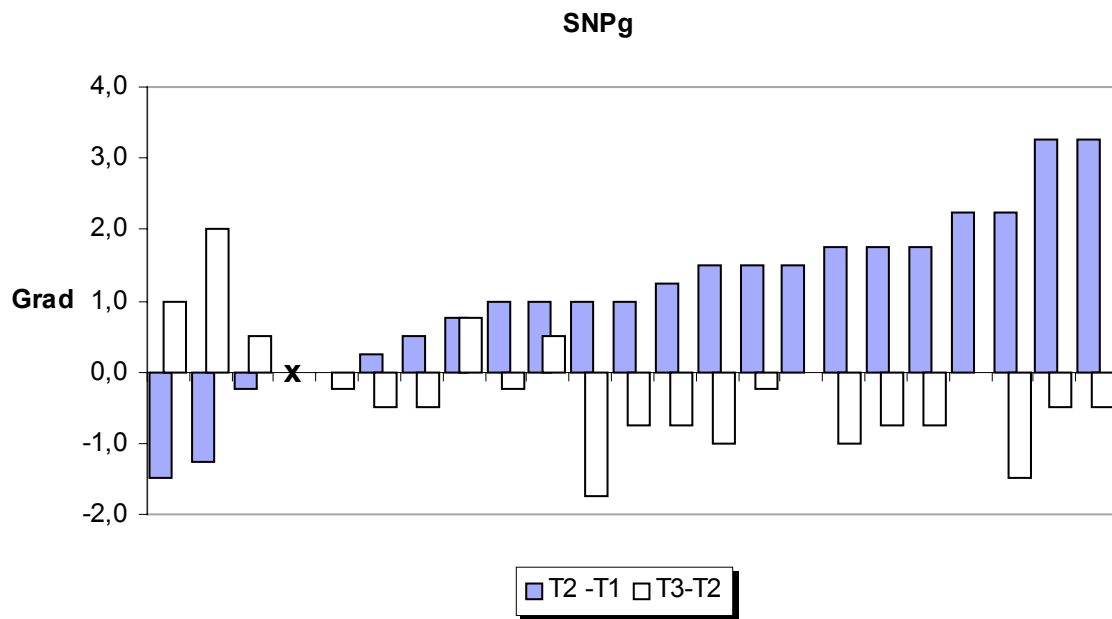
## **SNPg**

(Tab. 4; Abb. 34 u. 35)

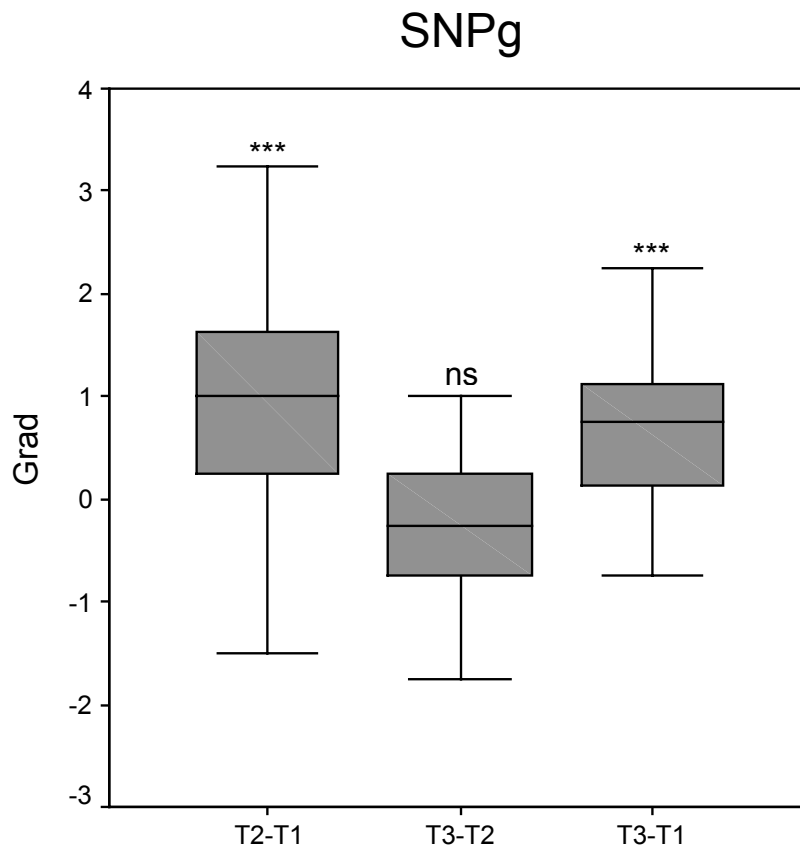
Während der Herbst-Phase (T2-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Vergrößerung des SNPg-Winkels um  $0,93^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,74^\circ$  war bei 9 % (2/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 69 % (16/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 22 % (5/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $1,50^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $3,25^\circ$ .

Während der MB-Phase (T3-T2) blieb der SNPg-Winkel durchschnittlich unverändert (ns). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,54^\circ$  war bei 35 % (8/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 13 % (3/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 52 % (12/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $1,75^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $2,00^\circ$ .

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Vergrößerung des Winkels um  $0,70^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,74^\circ$  war bei 4 % (1/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 57 % (13/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 39 % (9/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $0,75^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $2,75^\circ$ .



**Abb. 34:** Individuelle Veränderungen des SNPg-Winkels (Unterkieferlage) bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie der Herbst-Phase (T2-T1) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung, positive Werte eine Vergrößerung des Winkels). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase. **X** bedeutet: Proband mit unverändertem Messwert während aller Untersuchungszeiträume.



**Abb. 35:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung der sagittalen Kieferrelation anhand des SNPg-Winkels (Unterkieferlage) von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1).

ns = nicht signifikant

\*\*\* =  $p < 0,001$

## **Lage Oberkiefer zu Unterkiefer**

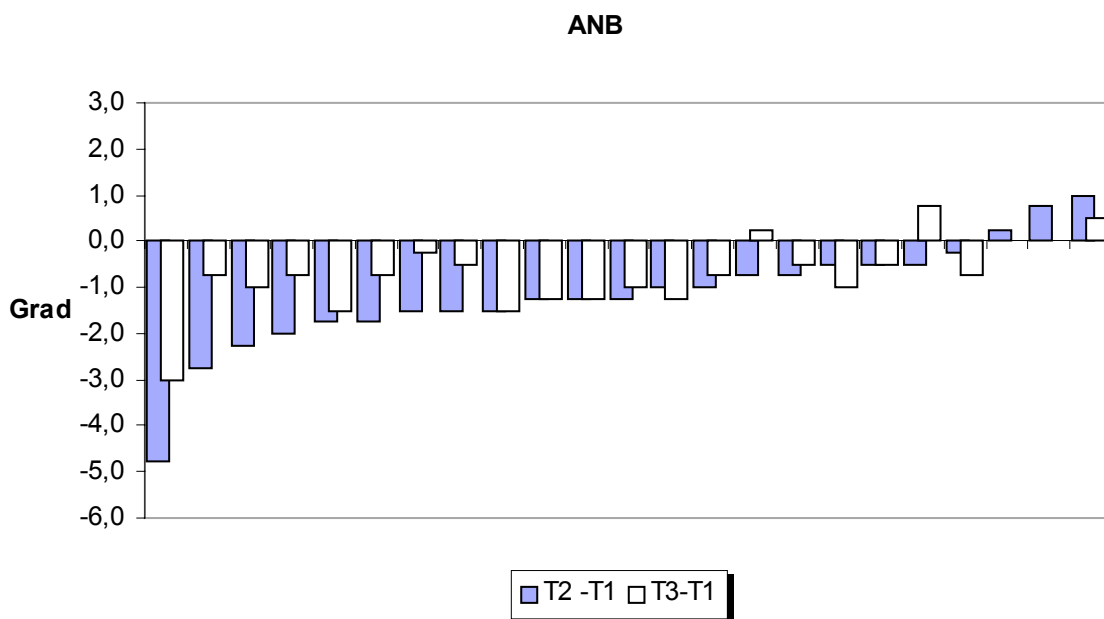
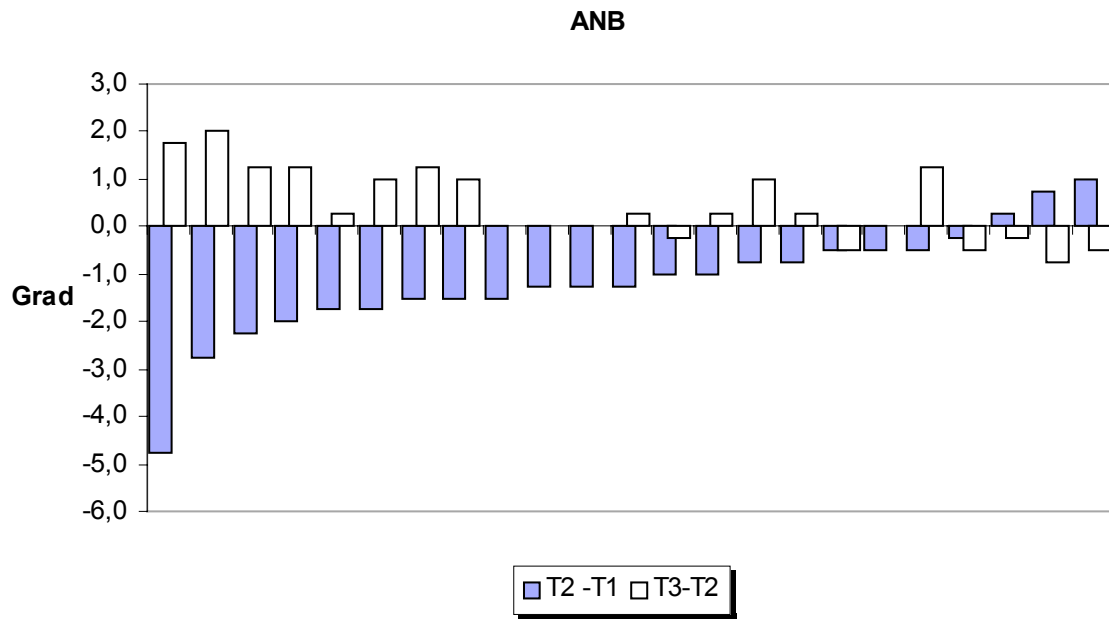
## **ANB**

(Tab. 4; Abb. 36 u. 37)

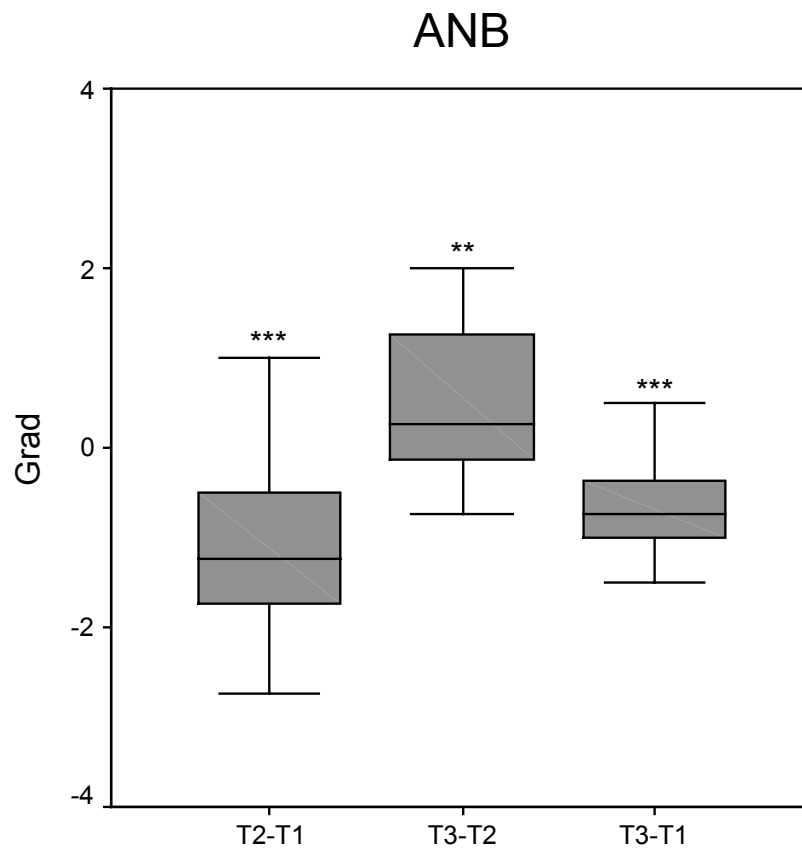
Während der Herbst-Phase (T2-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Verkleinerung des ANB-Winkels um  $1,22^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,59^\circ$  war bei 69 % (16/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 9 % (2/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 22 % (5/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $4,75^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $1,00^\circ$ .

Während der MB-Phase (T3-T2) kam es zu einer durchschnittlichen Vergrößerung des SNA-Winkels um  $0,52^\circ$  ( $p < 0,01$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,53^\circ$  war bei 4 % (1/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 39 % (9/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 57 % (13/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $0,75^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $2,00^\circ$ .

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Verkleinerung des SNA-Winkels um  $0,70^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,44^\circ$  war bei 69 % (16/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 9 % (2/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 22 % (5/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $3,00^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $0,75^\circ$ .



**Abb. 36:** Individuelle Veränderungen des ANB-Winkels (Lage Oberkiefer zu Unterkiefer) bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie der Herbst-Phase (T2-T1) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten eine Lageveränderung Oberkiefer zu Unterkiefer in Richtung skelettale Klasse I; positive Werte bedeuten eine Lageveränderung in Richtung skelettale Klasse II). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase.



**Abb. 37:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung der sagittalen Kieferrelation anhand des ANB-Winkels (Lage Oberkiefer zu Unterkiefer) von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1).

\*\* =  $p < 0,01$   
\*\*\* =  $p < 0,001$

## **Lage Oberkiefer zu Unterkiefer**

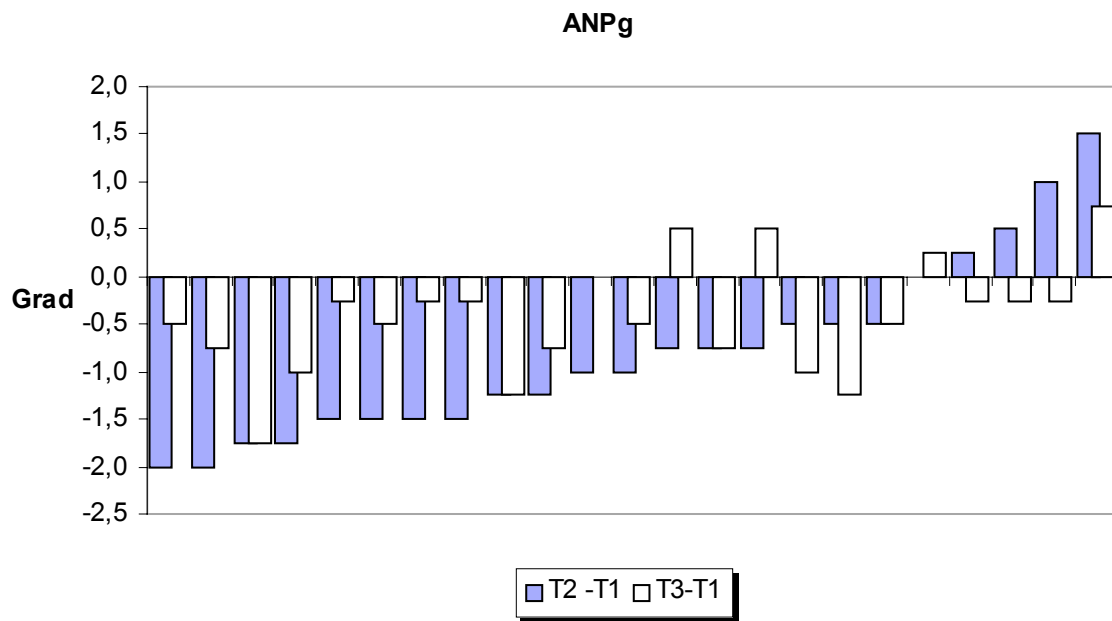
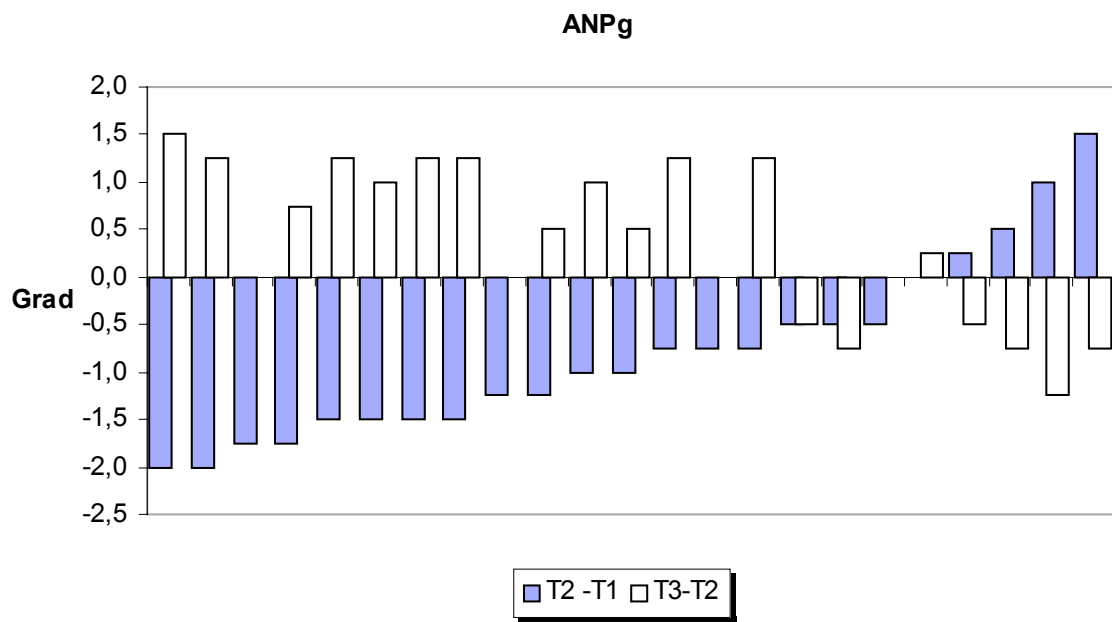
## **ANPg**

(Tab. 4; Abb. 38 u. 39)

Während der Herbst-Phase (T2-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Verkleinerung des ANPg-Winkels um  $0,95^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,78^\circ$  war bei 52 % (12/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 9 % (2/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 39 % (9/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $2,00^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $1,50^\circ$ .

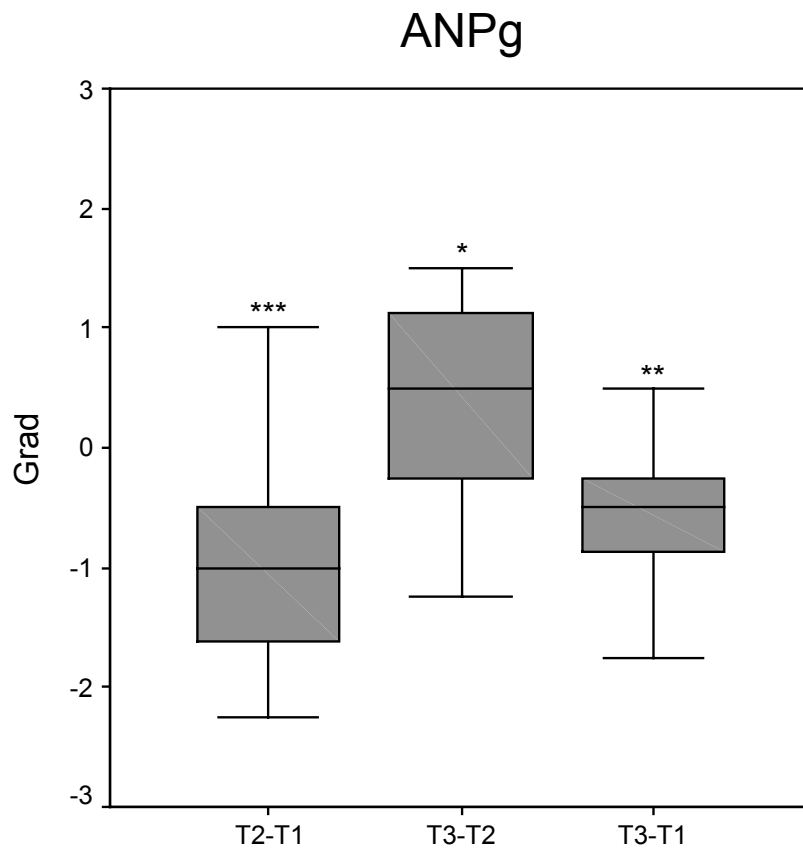
Während der MB-Phase (T3-T2) kam es zu einer durchschnittlichen Vergrößerung des ANPg-Winkels um  $0,35^\circ$  ( $p < 0,05$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,60^\circ$  war bei 18 % (4/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 43 % (10/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 39 % (9/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $1,25^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $1,50^\circ$ .

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Verkleinerung des ANPg-Winkels um  $0,60^\circ$  ( $p < 0,01$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,52^\circ$  war bei 35 % (8/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 4 % (1/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 61 % (14/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $1,75^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $0,75^\circ$ .



**Abb. 38:** Individuelle Veränderungen des ANPg-Winkels (Lage Oberkiefer zu Unterkiefer) bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie der Herbst-Phase (T2-T1) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten eine Lageveränderung Oberkiefer zu Unterkiefer in Richtung skelettale Klasse I; positive Werte bedeuten eine Lageveränderung in Richtung skelettale Klasse II). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase.





**Abb. 39:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung der sagittalen Kieferrelation anhand des ANP<sub>g</sub>-Winkels (Lage Oberkiefer zu Unterkiefer) von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1).

\* =  $p < 0,05$   
 \*\* =  $p < 0,01$   
 \*\*\* =  $p < 0,001$

## **Lage Oberkiefer zu Unterkiefer**

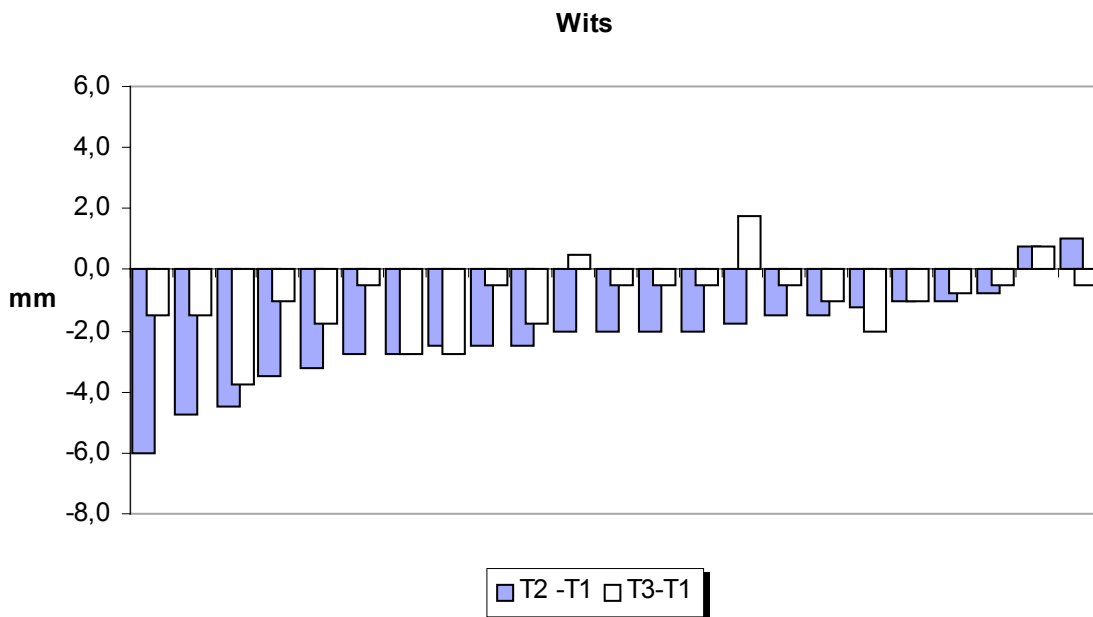
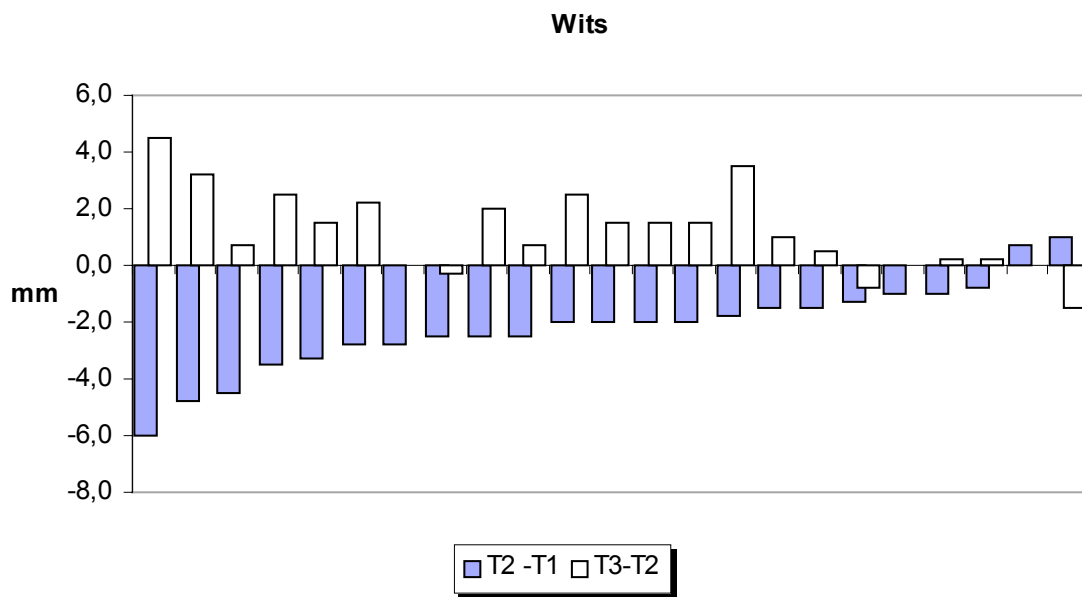
## **Wits**

(Tab. 4; Abb. 40 u. 41)

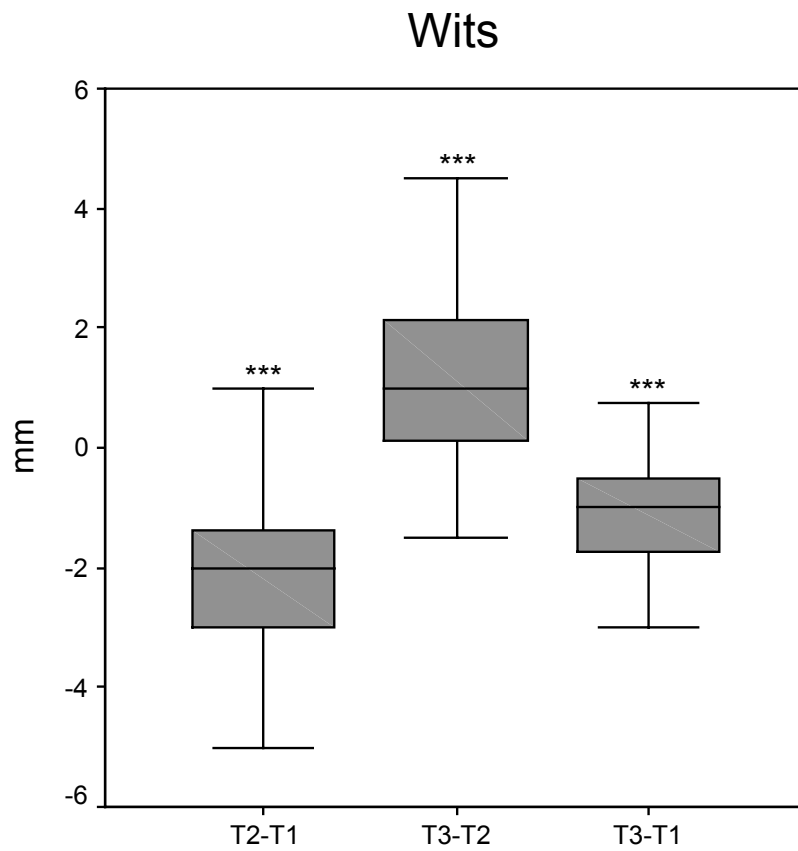
Während der Herbst-Phase (T2-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Verkleinerung des Wits-Wertes um 2,30 mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,88 mm war bei 87 % (20/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 4 % (1/23) eine Vergrößerung des Wertes zu finden. Bei 4 % (1/23) der Probanden lag keine Veränderung des Wertes vor. Die maximale Verkleinerung betrug 6,00 mm und die maximale Vergrößerung 1,00 mm.

Während der MB-Phase (T3-T2) kam es zu einer durchschnittlichen Vergrößerung des Wertes um 1,22 mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,78 mm war bei 4 % (1/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 52 % (12/23) eine Vergrößerung des Wertes zu finden. Bei 44 % (10/23) der Probanden lag keine Veränderung des Wertes vor. Die maximale Verkleinerung betrug 1,50 mm und die maximale Vergrößerung 4,50 mm.

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Verkleinerung des Wertes um 1,08 mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,77 mm war bei 44 % (10/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 4 % (1/23) eine Vergrößerung des Wertes zu finden. Bei 52 % (12/23) der Probanden lag keine Veränderung des Wertes vor. Die maximale Verkleinerung betrug 3,75 mm und die maximale Vergrößerung 1,75 mm.



**Abb. 40:** Individuelle Veränderungen des Wits-Wertes (Lage Oberkiefer zu Unterkiefer) bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie der Herbst-Phase (T2-T1) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten eine Lageveränderung Oberkiefer zu Unterkiefer in Richtung skelettale Klasse I; positive Werte bedeuten eine Lageveränderung in Richtung skelettale Klasse II). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase.



**Abb. 41:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung der sagittalen Kieferrelation anhand des Wits-Wertes (Lage Oberkiefer zu Unterkiefer) von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1).

\*\*\* =  $p < 0,001$

### 5.3 Vertikale Kieferrelation

#### Unterkieferlage

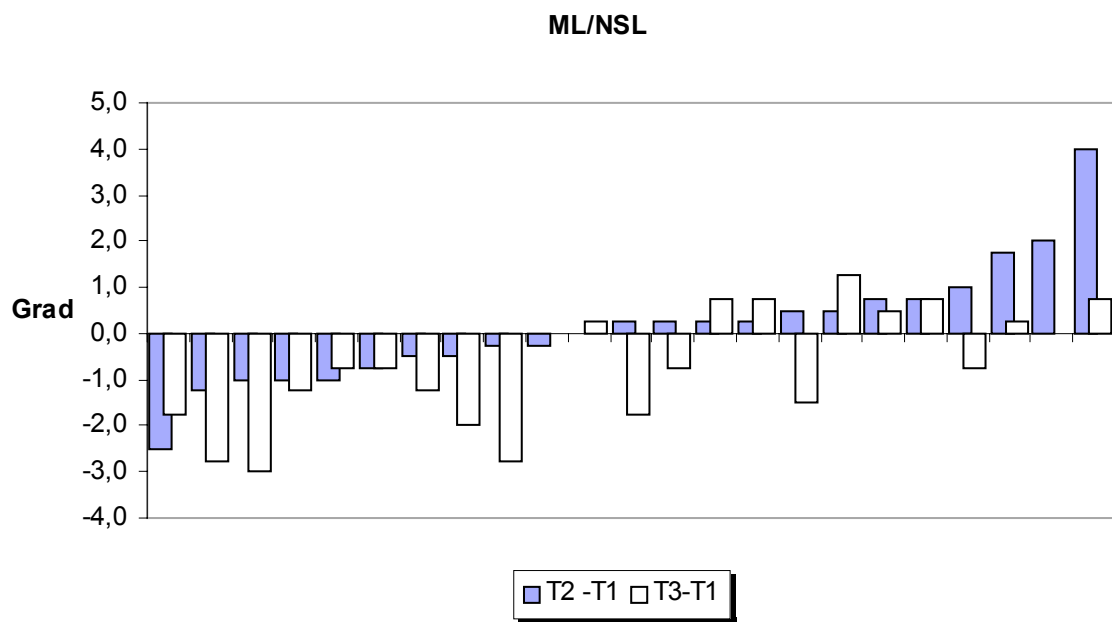
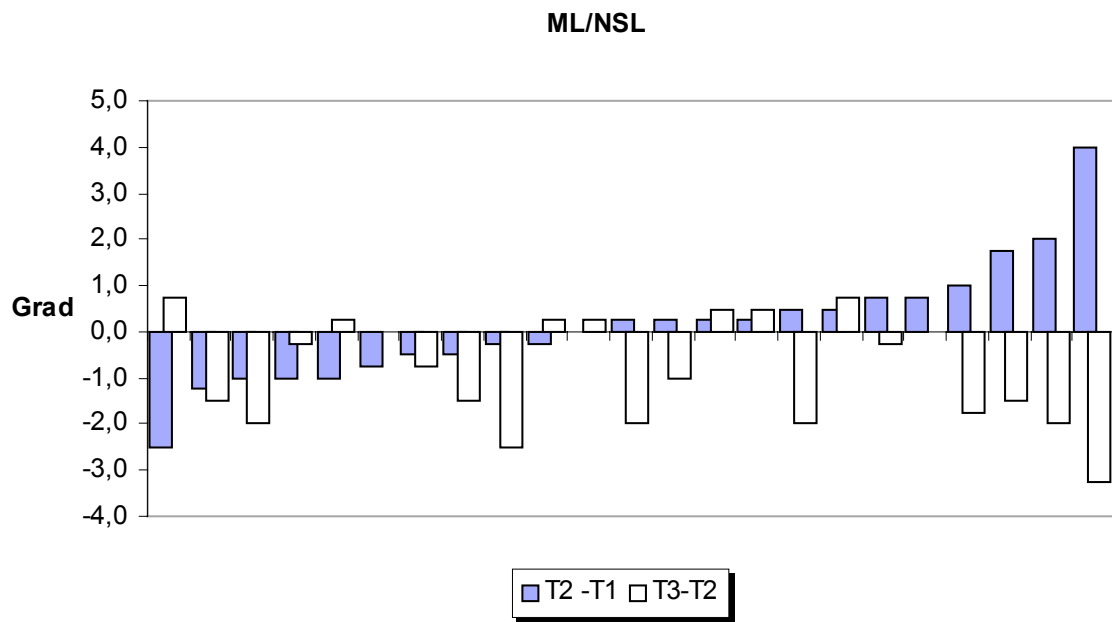
#### ML/NSL

(Tab. 4; Abb. 42 u. 43)

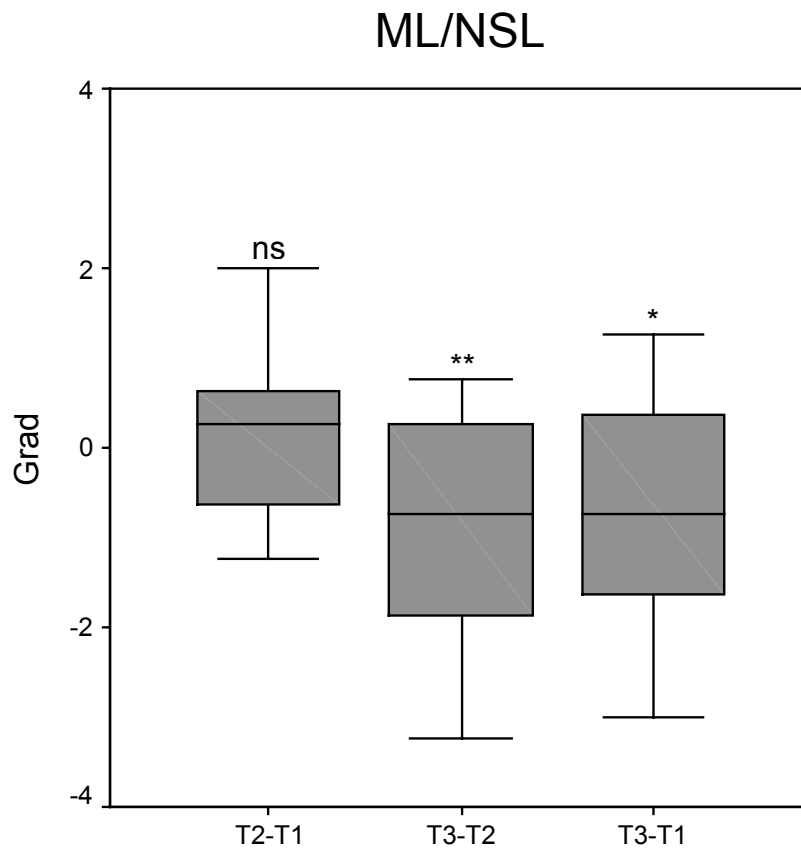
Während der Herbst-Phase (T2-T1) blieb der Mandibularbasiswinkel durchschnittlich fast unverändert (ns). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,96^\circ$  war bei 22 % (5/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 17 % (4/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 61 % (14/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $2,50^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $4,00^\circ$ .

Während der MB-Phase (T3-T2) kam es zu einer durchschnittlichen Verkleinerung des Mandibularbasiswinkels um  $0,83^\circ$  ( $p < 0,01$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,90^\circ$  war bei 48 % (11/23) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels zu finden. Bei 52 % (12/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $3,25^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $0,75^\circ$ .

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Verkleinerung des Mandibularbasiswinkels um  $0,69^\circ$  ( $p < 0,05$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,86^\circ$  war bei 39 % (9/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 4 % (1/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 57 % (13/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $3,00^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $1,25^\circ$ .



**Abb. 42:** Individuelle Veränderungen des ML/NSL-Winkels (Unterkieferlage) bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie der Herbst-Phase (T2-T1) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten eine anteriore Rotation, positive Werte eine posteriore Rotation). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase.



**Abb. 43:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung der vertikalen Kieferrelation anhand des Mandibularbasiswinkels (Unterkieferlage) von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1).

ns = nicht signifikant

\* =  $p < 0,05$

\*\* =  $p < 0,01$

## **Oberkieferlage**

## **NL/NSL**

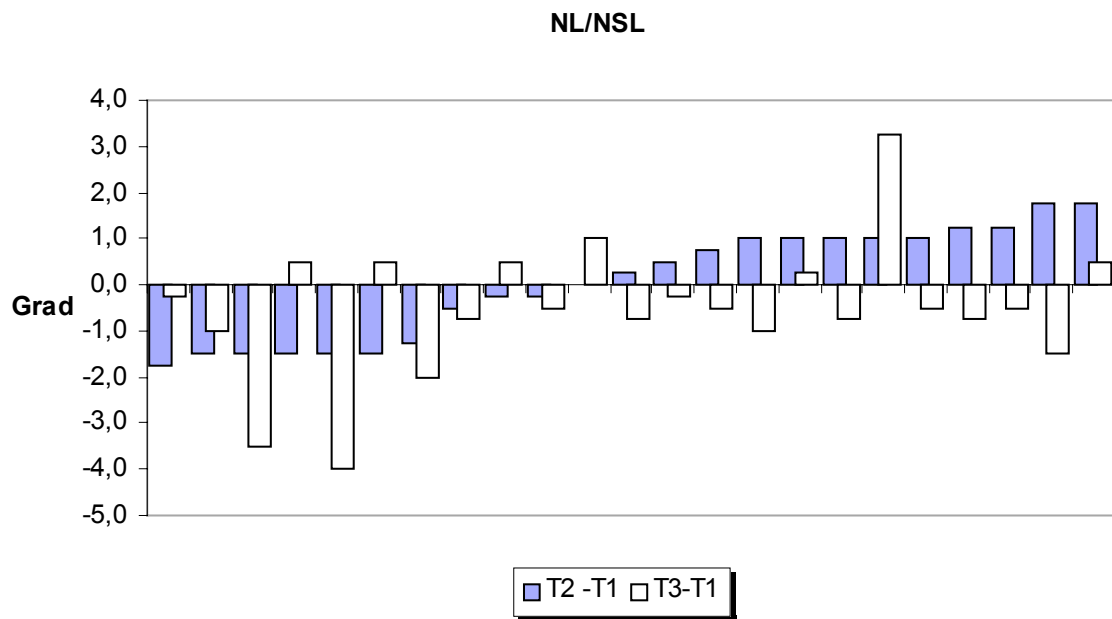
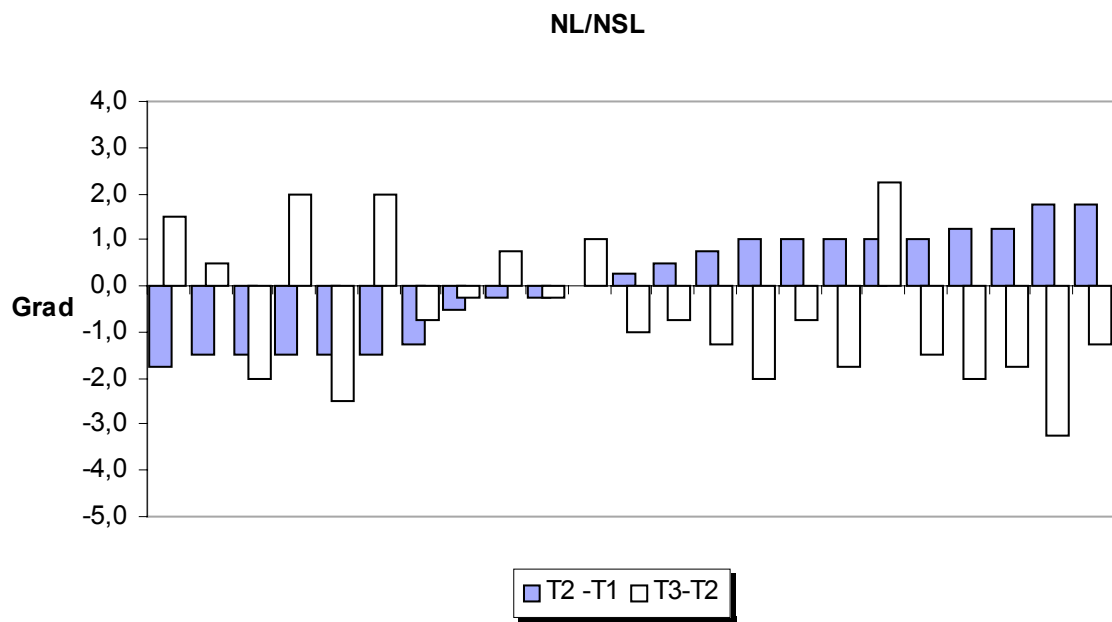
(Tab. 4; Abb. 44 u. 45)

Während der Herbst-Phase (T2-T1) blieb der NL/NSL-Winkel durchschnittlich unverändert (ns). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $1,06^\circ$  war bei 31 % (7/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 17 % (4/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 52 % (12/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $1,75^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $1,75^\circ$ .

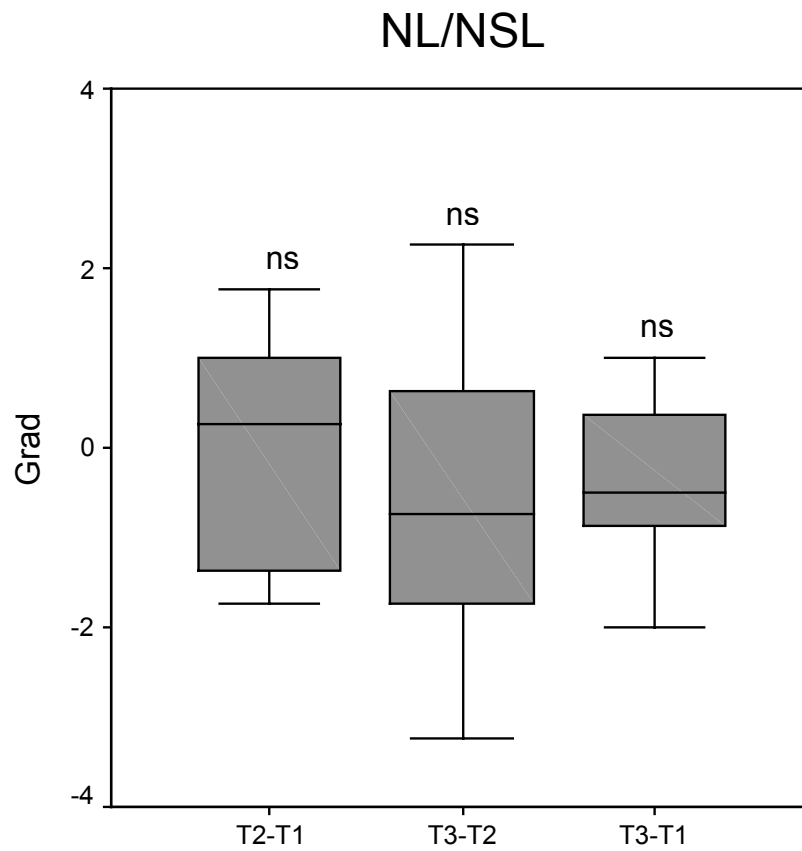
Während der MB-Phase (T3-T2) blieb der NL/NSL-Winkel durchschnittlich unverändert (ns). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $1,27^\circ$  war bei 31 % (7/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 17 % (4/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 52 % (12/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $3,25^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $2,25^\circ$ .

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) blieb der NL/NSL-Winkel durchschnittlich unverändert (ns). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $1,11^\circ$  war bei 17 % (4/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 4 % (1/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 79 % (18/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $4,00^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $3,25^\circ$ .





**Abb. 44:** Individuelle Veränderungen des NL/NSL-Winkels (Oberkieferlage) bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie der Herbst-Phase (T2-T1) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten eine Tendenz zur anterioreren Neigung, positive Werte eine Tendenz zur posterioreren Neigung). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase.



**Abb. 45:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung der vertikalen Kieferrelation anhand des NL/NSL-Winkels von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1).

ns = nicht signifikant

## **Lage Unterkiefer zu Oberkiefer**

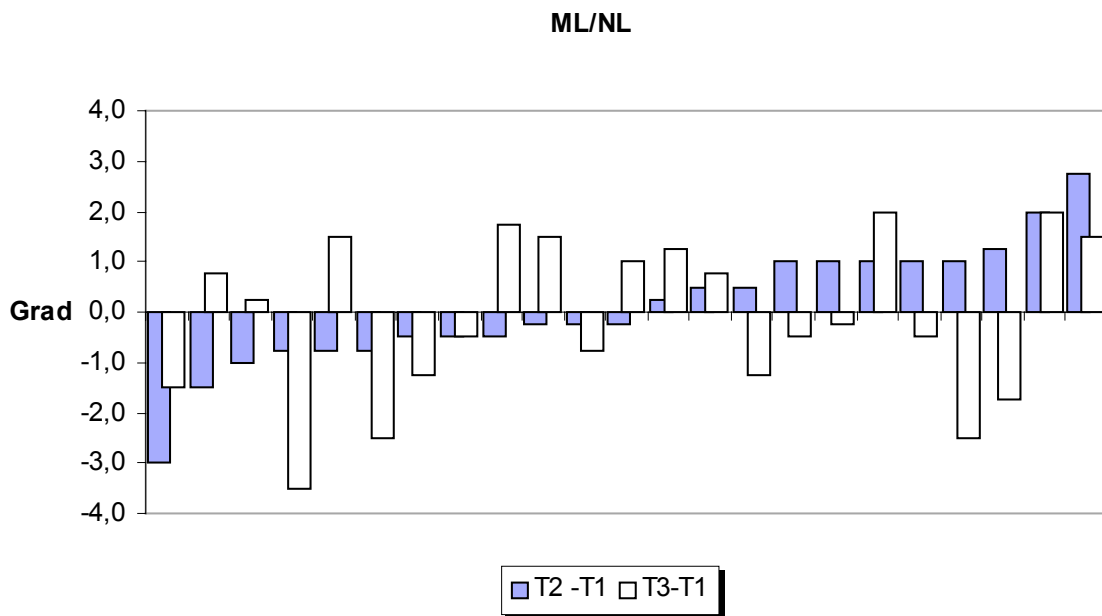
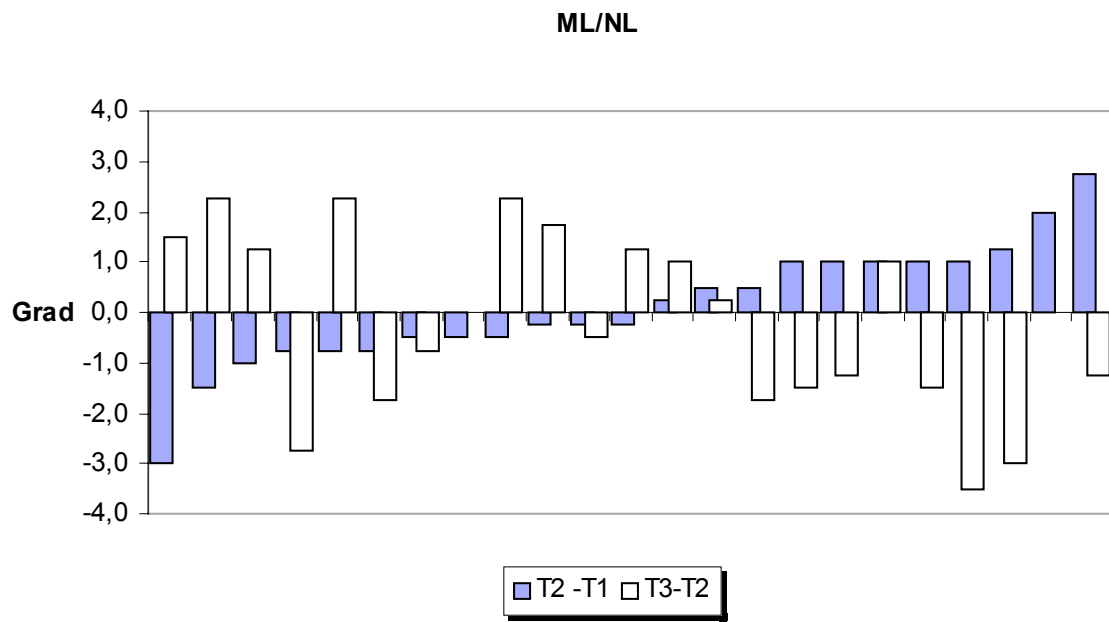
**ML/NL**

(Tab. 4; Abb. 46 u. 47)

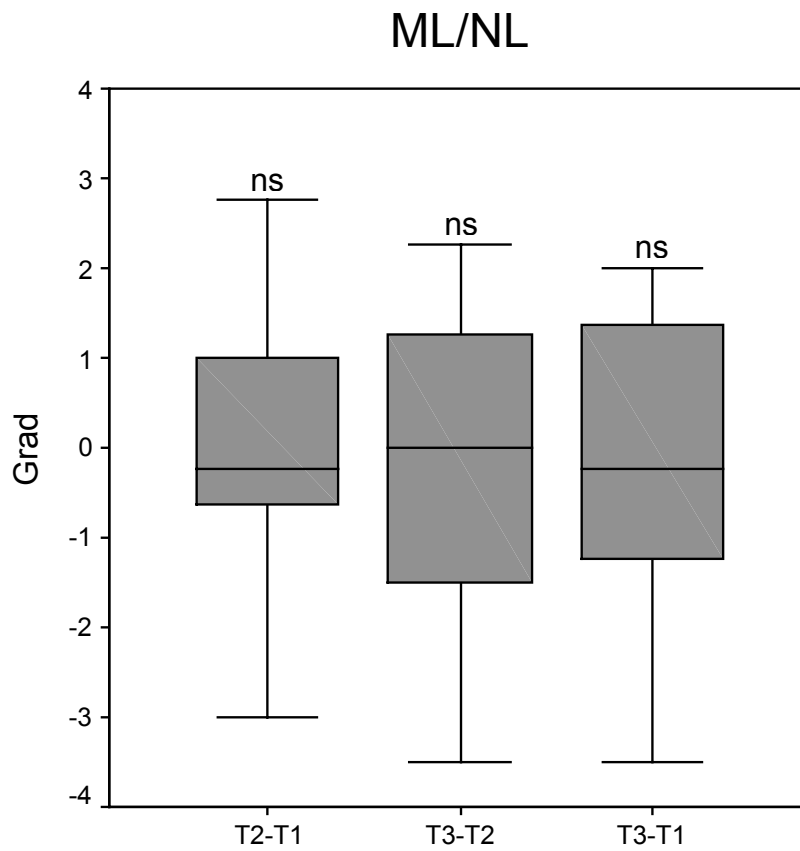
Während der Herbst-Phase (T2-T1) blieb der Kieferbasiswinkel durchschnittlich unverändert (ns). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $1,12^\circ$  war bei 9 % (2/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 13 % (3/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 78 % (18/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $3,00^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $2,75^\circ$ .

Während der MB-Phase (T3-T2) blieb der Kieferbasiswinkel durchschnittlich unverändert (ns). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $1,32^\circ$  war bei 26 % (6/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 22 % (5/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 52 % (12/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $3,50^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $2,25^\circ$ .

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) blieb der Kieferbasiswinkel durchschnittlich unverändert (ns). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $1,32^\circ$  war bei 22 % (5/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 22 % (5/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 56 % (13/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $3,50^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $2,00^\circ$ .



**Abb. 46:** Individuelle Veränderungen des ML/NL-Winkels (Lage Unterkiefer zu Oberkiefer) bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase und der Herbst-Phase (T2-T1) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten ein „Schließen“ der Kieferbasen zueinander, positive Werte ein „Öffnen“ der Kieferbasen voneinander). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase.



**Abb. 47:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung der vertikalen Kieferrelation anhand des ML/NL-Winkels (Lage Unterkiefer zu Oberkiefer) von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1).

ns = nicht signifikant

## 5.4 Frontzahnüberbiss

### Vertikaler Überbiss

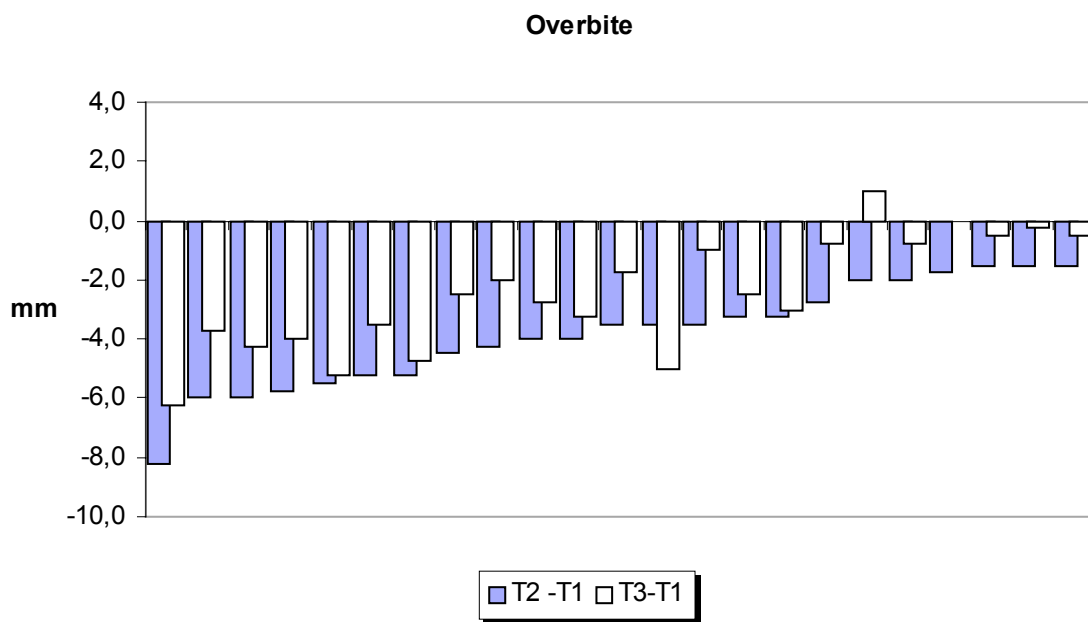
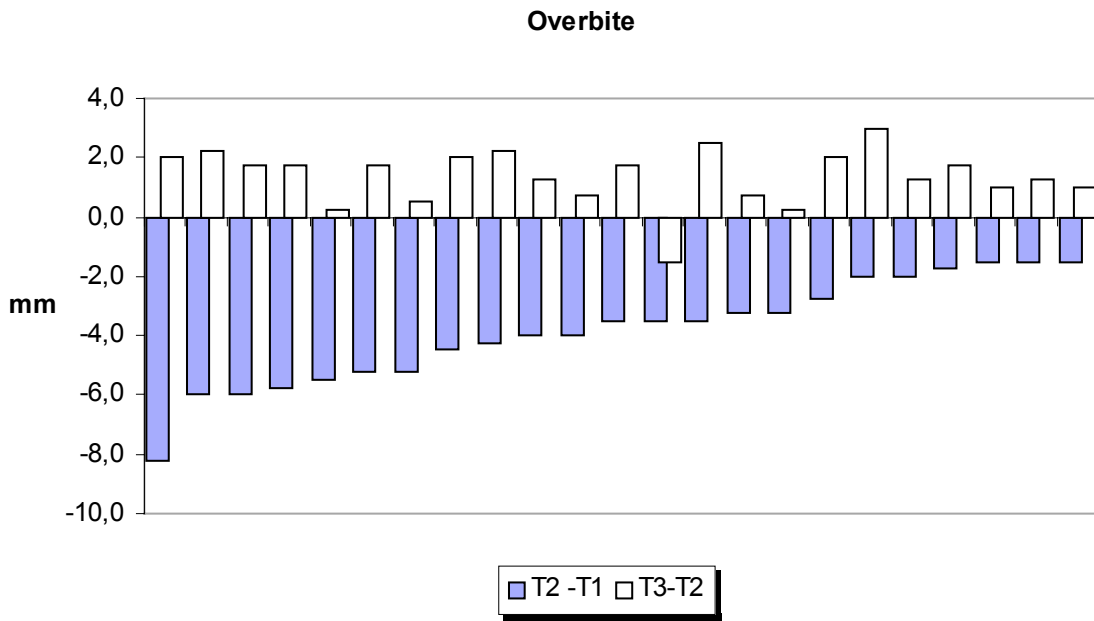
### Overbite

(Tab. 4; Abb. 48 u. 49)

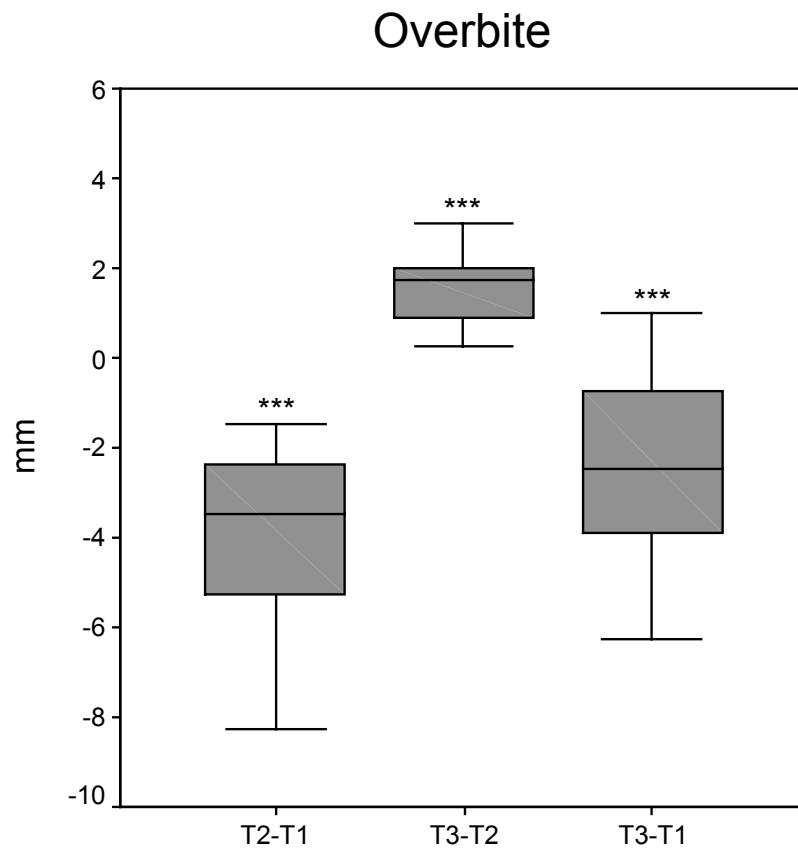
Während der Herbst-Phase (T2-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Verkleinerung des Overbites um 3,85 mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,66 mm war bei allen Probanden eine Verkleinerung des Wertes zu finden. Die maximale Verkleinerung betrug 8,25 mm.

Während der MB-Phase (T3-T2) kam es zu einer durchschnittlichen Vergrößerung des Overbites um 1,37 mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,40 mm war bei 4 % (1/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 87 % (20/23) eine Vergrößerung des Wertes zu finden. Bei 9 % (2/23) der Probanden lag keine Veränderung des Wertes vor. Die maximale Verkleinerung betrug 1,50 mm und die maximale Vergrößerung 3,00 mm.

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Verkleinerung des Overbites um 2,48 mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,57 mm war bei 78 % (18/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 4 % (1/23) eine Vergrößerung des Wertes zu finden. Bei 18 % (4/23) der Probanden lag keine Veränderung des Wertes vor. Die maximale Verkleinerung betrug 6,25 mm und die maximale Vergrößerung 1,00 mm.



**Abb. 48:** Individuelle Veränderungen des Overbiten (vertikaler Überbiss) bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie der Herbst-Phase (T3-T2) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung, positive Werte eine Vergrößerung des Overbiten). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase.



**Abb. 49:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung des Frontzahnüberbisses anhand des Overbites (vertikaler Überbiss) von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1).

\*\*\* =  $p < 0,001$



## 5.5 Gesichtshöhe

### Gesichtshöhen-Index anterior

### Spa–Gn x 100/N–Gn

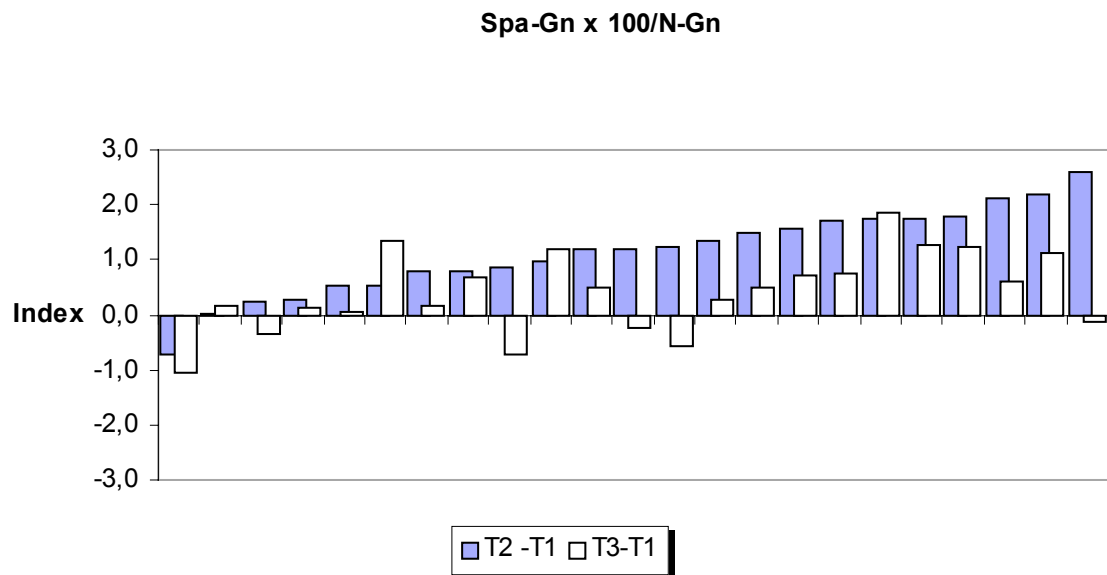
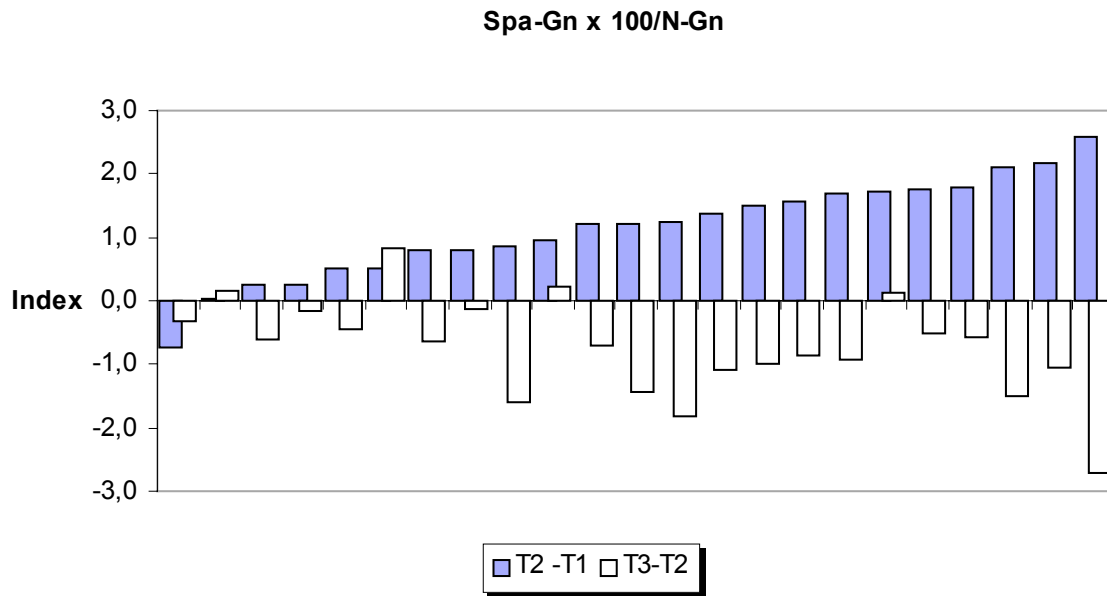
(Tab. 4; Abb. 50 u. 51)

Eine Vergrößerung des Indexes bedeutet eine Vergrößerung der vorderen unteren Gesichtshöhe im Verhältnis zur gesamten Gesichtshöhe. Eine Verkleinerung des Indexes bedeutet eine Verkleinerung der vorderen unteren Gesichtshöhe im Verhältnis zur gesamten Gesichtshöhe.

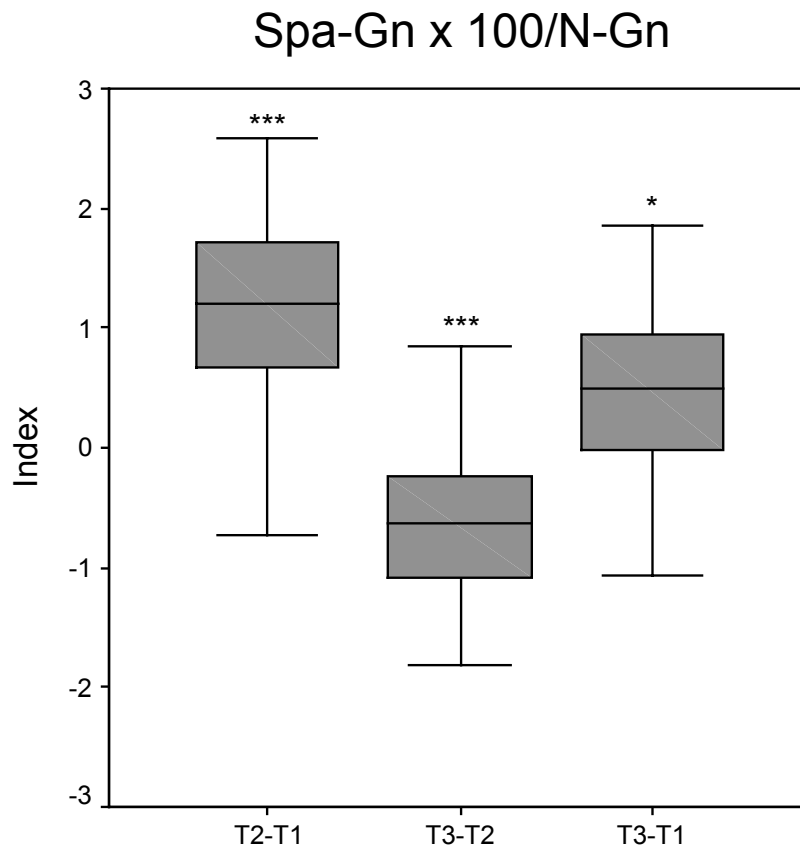
Während der Herbst-Phase (T2-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Vergrößerung des anterioren Gesichtshöhen-Indexes um 1,14 ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,96 war bei 61 % (14/23) der Probanden eine Vergrößerung des Indexes zu finden. Bei 39 % (9/23) der Probanden lag keine Veränderung des Indexes vor. Die maximale Verkleinerung betrug 0,74 und die maximale Vergrößerung 2,58.

Während der MB-Phase (T3-T2) kam es zu einer durchschnittlichen Verkleinerung des anterioren Gesichtshöhen-Indexes um 0,72 ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,64 war bei 48 % (11/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 4 % (1/23) eine Vergrößerung des Indexes zu finden. Bei 48 % (11/23) der Probanden lag keine Veränderung des Indexes vor. Die maximale Verkleinerung betrug 2,70 und die maximale Vergrößerung 0,84.

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Vergrößerung des anterioren Gesichtshöhen-Indexes um 0,42 ( $p < 0,05$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,92 war bei 4 % (1/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 26 % (6/23) eine Vergrößerung des Indexes zu finden. Bei 70 % (16/23) der Probanden lag keine Veränderung des Indexes vor. Die maximale Verkleinerung des Indexes betrug 1,06 und die maximale Vergrößerung 1,85.



**Abb. 50:** Individuelle Veränderungen des anterioren Gesichtshöhen-Indexes (Spa-Gn x 100/N-Gn) bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie der Herbst-Phase (T2-T1) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung, positive eine Vergrößerung der vorderen unteren Gesichtshöhe im Verhältnis zur gesamten Gesichtshöhe). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase.



**Abb. 51:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung der vorderen unteren Gesichtshöhe anhand des anterioren Gesichtshöhen-Indexes (Spa-Gn x 100/N-Gn) von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1).

\* =  $p < 0,05$   
 \*\*\* =  $p < 0,001$

## **Gesichtshöhen-Index posterior                      Spp-Go' x 100/S-Go'**

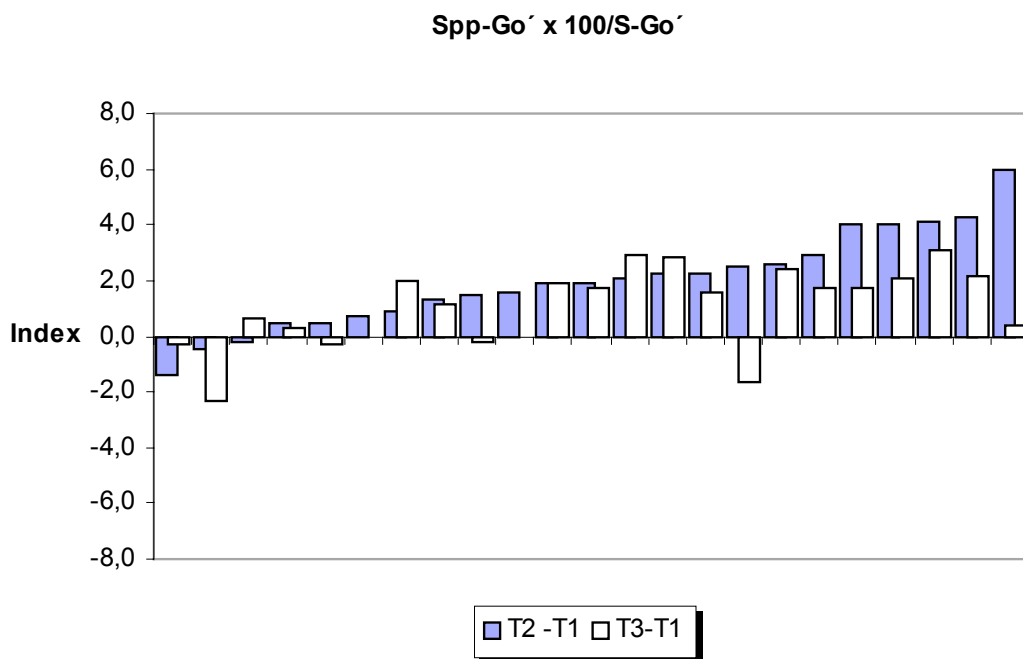
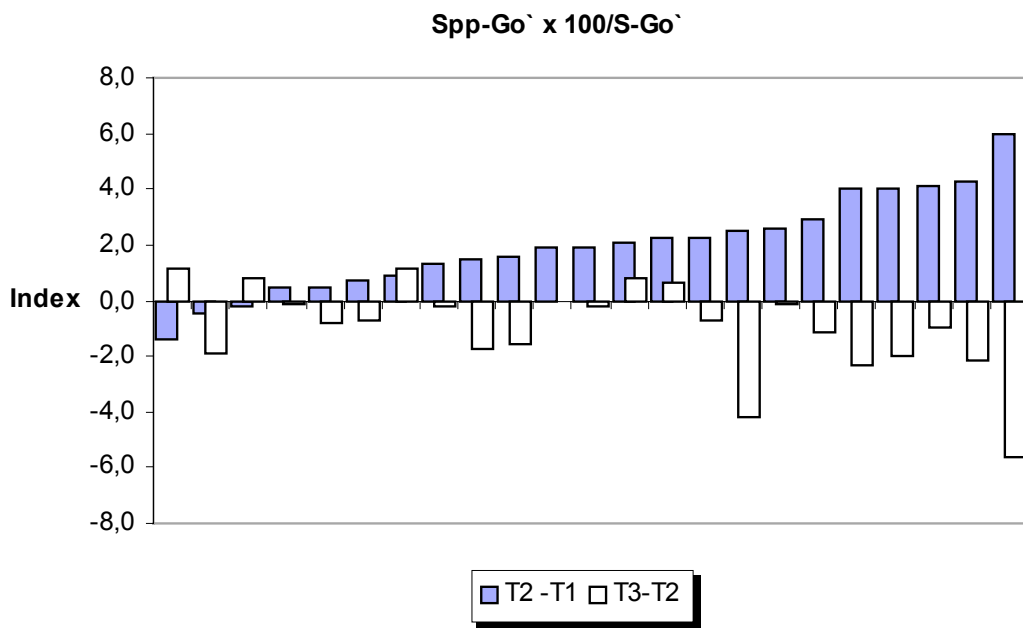
(Tab. 4; Abb. 52 u. 53)

Eine Vergrößerung des Indexes bedeutet eine Vergrößerung der hinteren unteren Gesichtshöhe im Verhältnis zur gesamten Gesichtshöhe. Eine Verkleinerung des Indexes bedeutet eine Verkleinerung der hinteren unteren Gesichtshöhe im Verhältnis zur gesamten Gesichtshöhe.

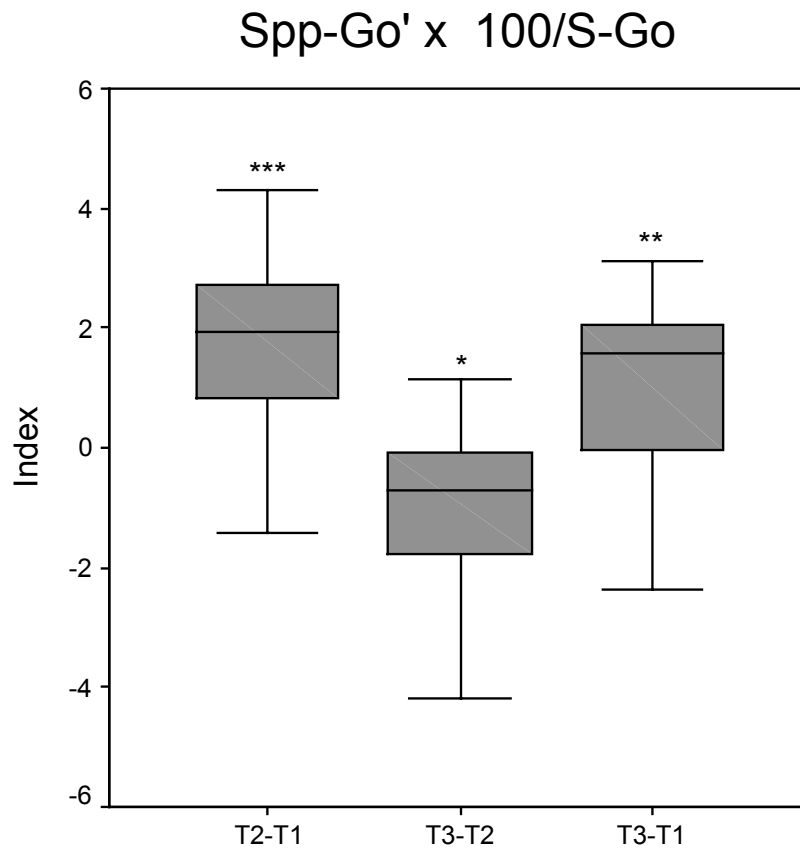
Während der Herbst-Phase (T2-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Vergrößerung des posterioren Gesichtshöhen-Indexes um 1,98 ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 1,61 war bei 57 % (13/23) eine Vergrößerung des Indexes zu finden. Bei 43 % (10/23) der Probanden lag keine Veränderung des Indexes vor. Die maximale Verkleinerung betrug 1,40 und die maximale Vergrößerung 5,95.

Während der MB-Phase (T3-T2) kam es zu einer durchschnittlichen Verkleinerung des posterioren Gesichtshöhen-Indexes um 0,95 ( $p < 0,05$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 1,54 war bei 35 % (8/23) der Probanden eine Verkleinerung des Indexes zu finden. Bei 65 % (15/23) der Probanden lag keine Veränderung des Indexes vor. Die maximale Verkleinerung betrug 5,60 und die maximale Vergrößerung 1,15.

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Vergrößerung des posterioren Gesichtshöhen-Indexes um 1,03 ( $p < 0,01$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 1,60 war bei 4 % (1/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 48 % (11/23) eine Vergrößerung des Indexes zu finden. Bei 48 % (11/23) der Probanden lag keine Veränderung des Indexes vor. Die maximale Verkleinerung betrug 2,35 und die maximale Vergrößerung 3,13.



**Abb. 52:** Individuelle Veränderungen des posterioren Gesichtshöhen-Indexes ( $Spp-Go' \times 100/S-Go'$ ) bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie der Herbst-Phase (T2-T1) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung, positive eine Vergrößerung der hinteren unteren Gesichtshöhe im Verhältnis zur gesamten Gesichtshöhe). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase.



**Abb. 53:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung der hinteren unteren Gesichtshöhe anhand des posterioren Gesichtshöhen-Indexes (Spp-Go' x 100/S-Go) von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1).

\* =  $p < 0,05$   
 \*\* =  $p < 0,01$   
 \*\*\* =  $p < 0,001$

## 5.6 Profilkonvexität

### Hartgewebe-Konvexität

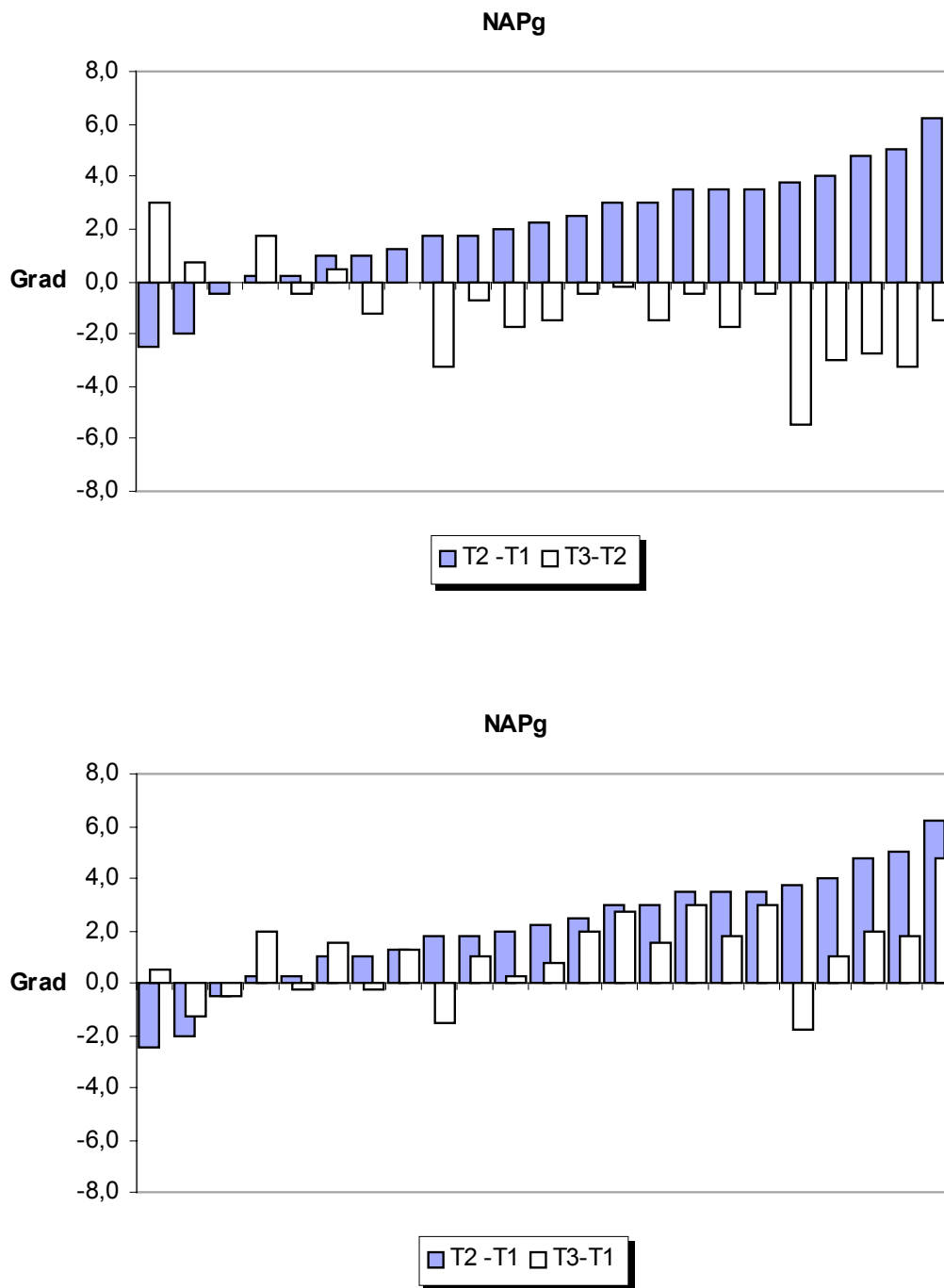
### NAPg

(Tab. 4; Abb. 54 u. 55)

Während der Herbst-Phase (T2-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Vergrößerung des NAPg-Winkels um  $2,14^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $1,12^\circ$  war bei 9 % (2/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 69 % (16/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 22 % (5/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $2,50^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $6,25^\circ$ .

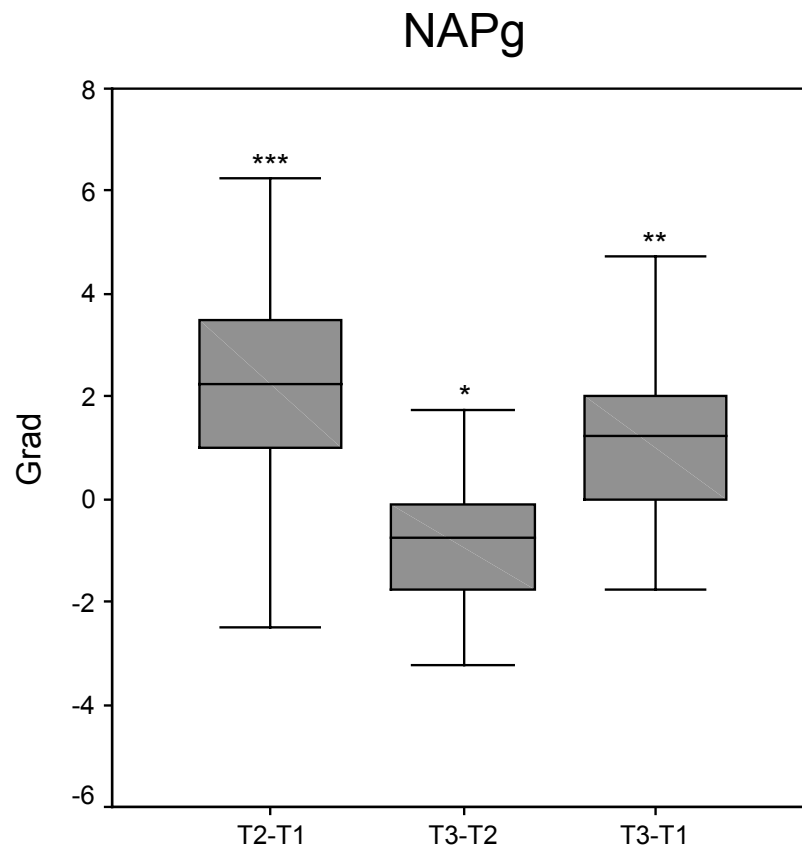
Während der MB-Phase (T3-T2) kam es zu einer durchschnittlichen Verkleinerung des NAPg-Winkels um  $1,05^\circ$  ( $p < 0,05$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $1,04^\circ$  war bei 48 % (11/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 9 % (2/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 43 % (10/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $5,50^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $3,00^\circ$ .

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Vergrößerung des NAPg-Winkels um  $1,90^\circ$  ( $p < 0,01$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,87^\circ$  war bei 13 % (3/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 61 % (14/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 26 % (6/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $1,75^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $4,75^\circ$ .



**Abb. 54:** Individuelle Veränderungen des NAPg-Winkels (Hartgewebe-Profilkonvexität) bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie der Herbst-Phase (T2-T1) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten eine Zunahme der Konvexität, positive Werte eine Abnahme der Konvexität). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase.





**Abb. 55:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung der Hartgewebe-Profilkonvexität anhand des NAPg-Winkels von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1).

\* =  $p < 0,05$   
 \*\* =  $p < 0,01$   
 \*\*\* =  $p < 0,001$

## **Weichgewebe-Konvexität ohne Nase**

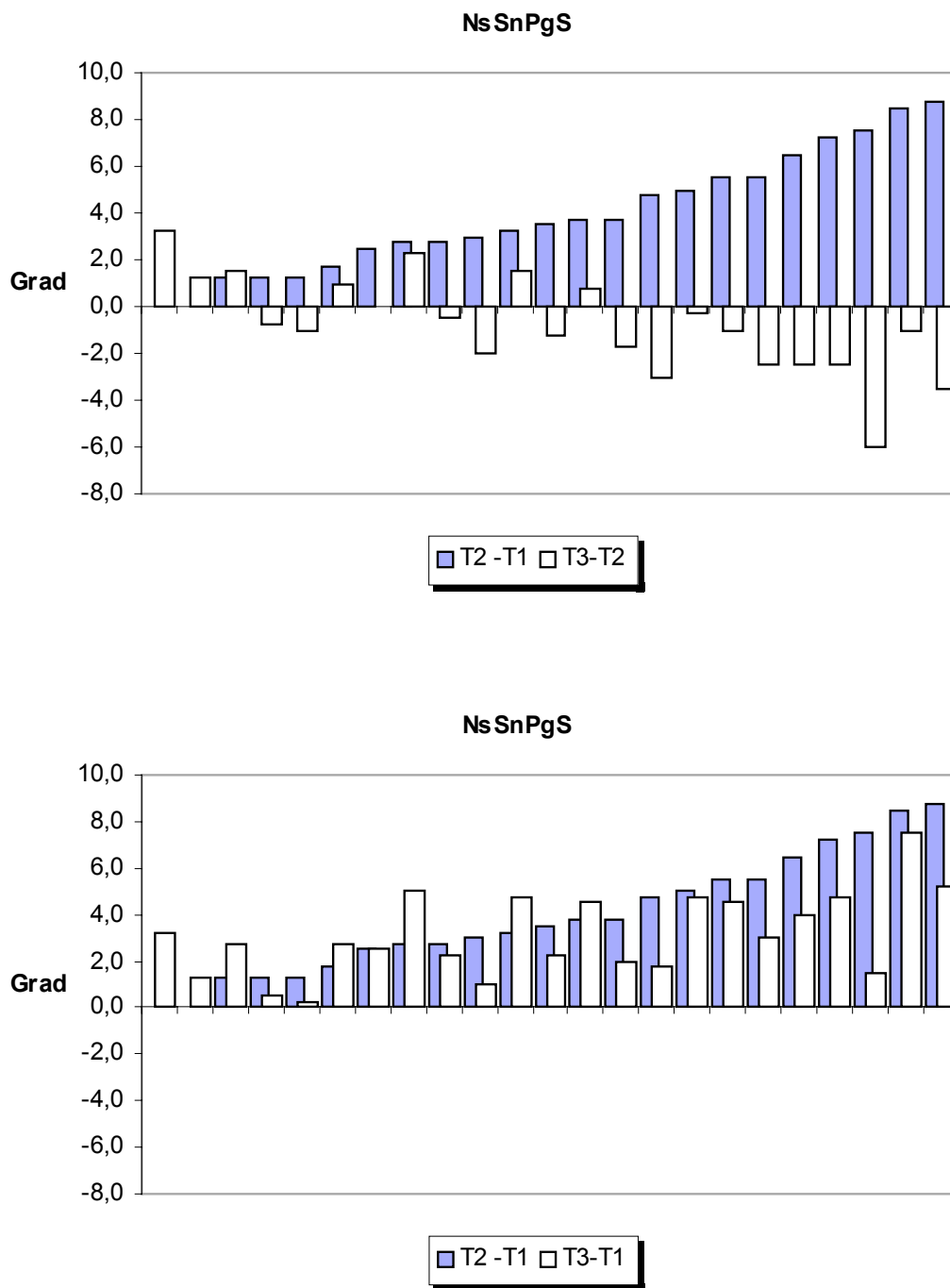
## **NsSnPgS**

(Tab. 4; Abb. 56 u. 57)

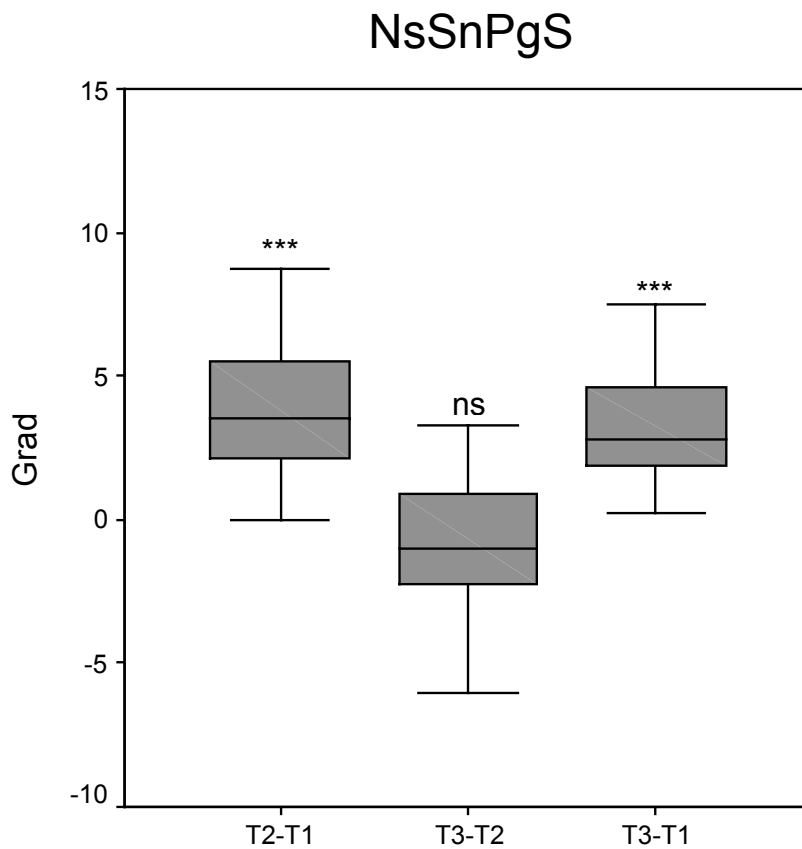
Während der Herbst-Phase (T2-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Vergrößerung des NsSnPgS-Winkels um  $3,92^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,81^\circ$  war bei 91 % (21/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 9 % (2/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Vergrößerung betrug  $8,75^\circ$ .

Während der MB-Phase (T3-T2) blieb der NsSnPgS-Winkel durchschnittlich unverändert (ns). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,90^\circ$  war bei 52 % (12/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 26 % (6/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 22 % (5/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $6,00^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $3,25^\circ$ .

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Vergrößerung des NsSnPgS-Winkels um  $3,14^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,87^\circ$  war bei 91 % (21/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 9 % (2/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Vergrößerung betrug  $7,50^\circ$ .



**Abb. 56:** Individuelle Veränderungen des NsSnPgS-Winkels (Weichgewebe-Profilkonvexität ohne Nase) bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie der Herbst-Phase (T2-T1) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten eine Zunahme der Konvexität, positive Werte eine Abnahme der Konvexität). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase.



**Abb. 57:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung der Weichgewebe-Profilkonvexität ohne Nase anhand des NsSnPgS-Winkels von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1).

ns = nicht signifikant

\*\*\* =  $p < 0,001$

## **Weichgewebe-Konvexität mit Nase**

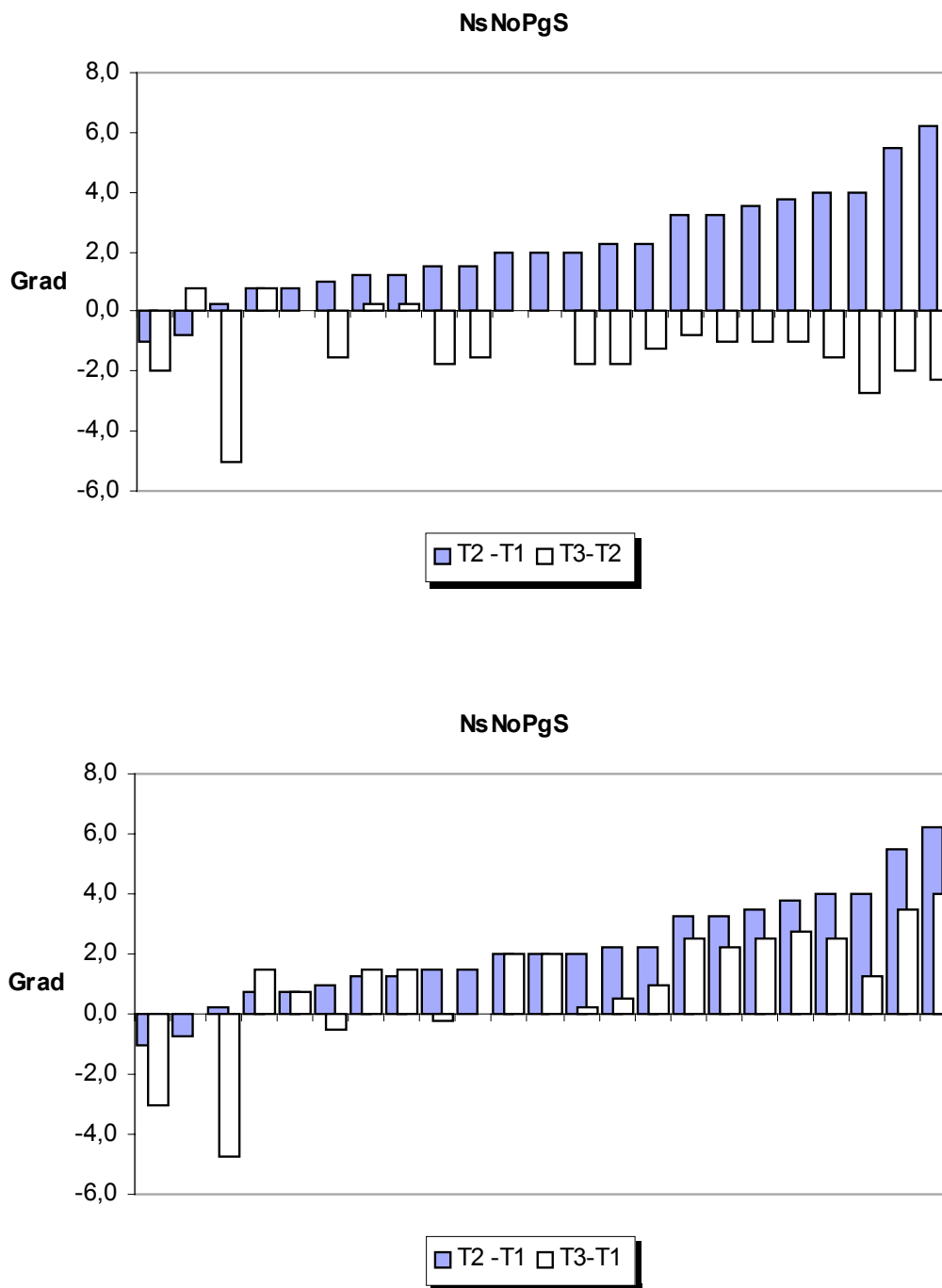
## **NsNoPgS**

(Tab. 4; Abb. 58 u. 59)

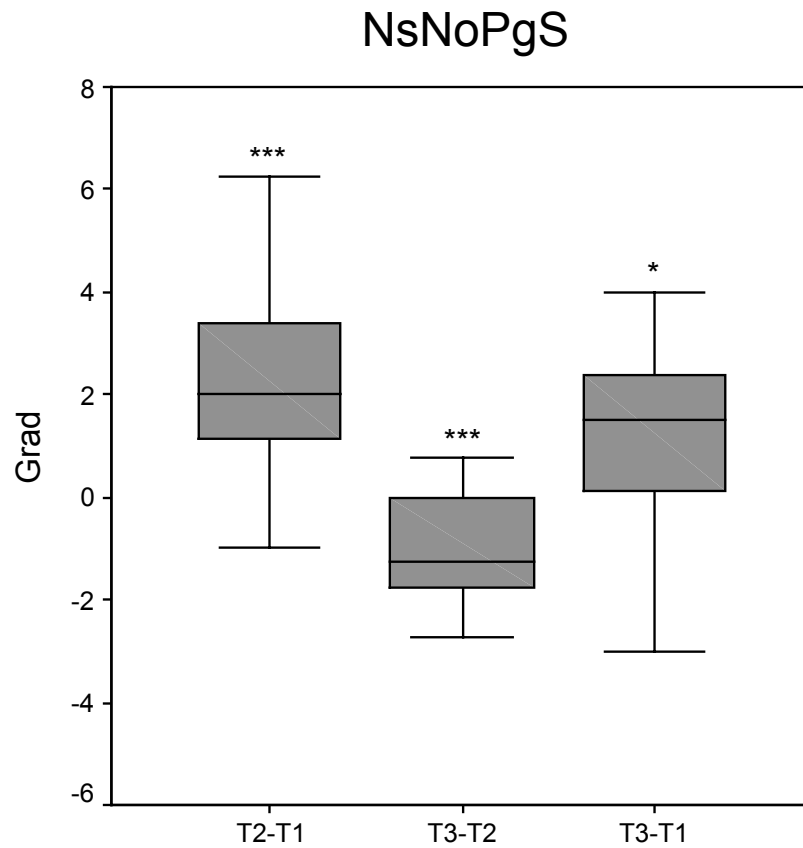
Während der Herbst-Phase (T2-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Vergrößerung des NsNoPgS-Winkels um  $2,20^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $1,44^\circ$  war bei 65 % (15/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 35 % (8/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $1,00^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $6,25^\circ$ .

Während der MB-Phase (T3-T2) kam es zu einer durchschnittlichen Verkleinerung des NsNoPgS-Winkels um  $1,16^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $1,24^\circ$  war bei 52 % (12/23) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels zu finden. Bei 48 % (11/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $5,00^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $0,75^\circ$ .

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) kam es zu einer durchschnittlichen Vergrößerung des NsNoPgS-Winkels um  $1,04^\circ$  ( $p < 0,05$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $1,37^\circ$  war bei 9 % (2/23) der Probanden eine Verkleinerung und bei 52 % (12/23) eine Vergrößerung des Winkels zu finden. Bei 39 % (9/23) der Probanden lag keine Veränderung des Winkels vor. Die maximale Verkleinerung betrug  $4,75^\circ$  und die maximale Vergrößerung  $4,00^\circ$ .



**Abb. 58:** Individuelle Veränderungen des NsNoPgS-Winkels (Weichgewebe-Profilkonvexität mit Nase) bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie der Herbst-Phase (T2-T1) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten eine Zunahme der Konvexität, positive Werte eine Abnahme der Konvexität). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase.



**Abb. 59:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung der Weichgewebe-Profilkonvexität mit Nase anhand des NsNoPgS-Winkels von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1).

\* =  $p < 0,05$   
\*\*\* =  $p < 0,001$

## 5.7 Lippenposition

### Oberlippenlage

### OL-E-Linie

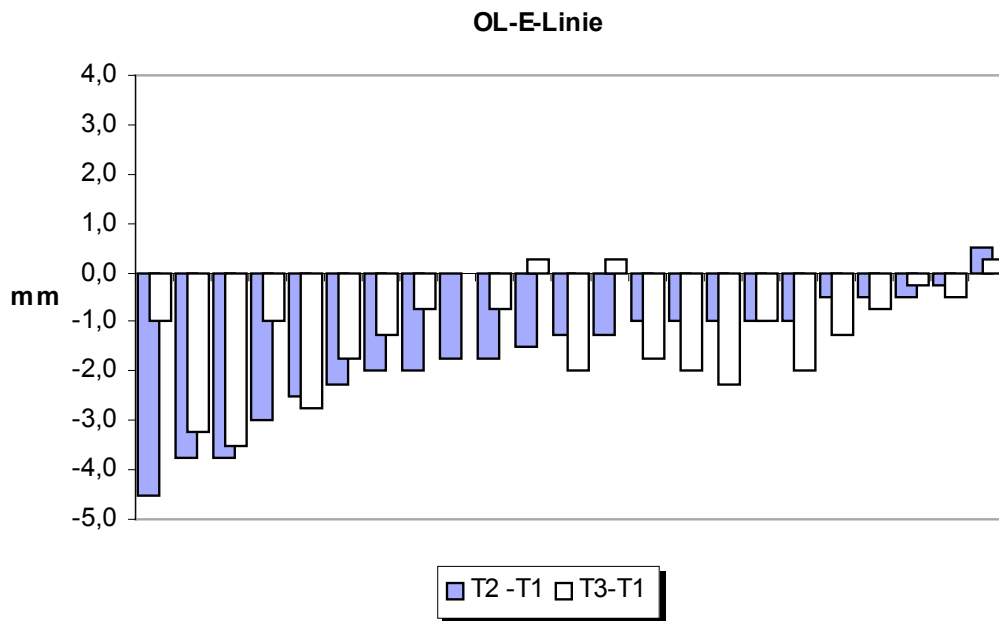
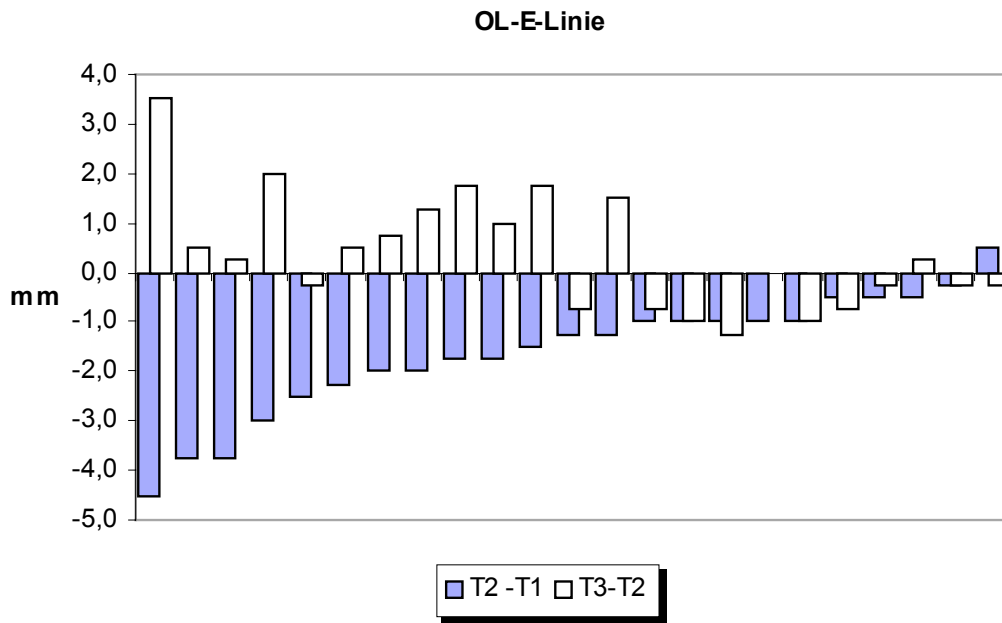
(Tab. 4; Abb. 60 u. 61)

Während der Herbst-Phase (T2-T1) nahm die Oberlippe durchschnittlich eine um 1,63 mm ( $p < 0,001$ ) weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,98 mm war bei 78 % (18/23) der Probanden eine nach posterior verschobene Position zu finden. Bei 22 % (5/23) der Probanden lag keine Veränderung der Position vor. Die maximale nach posterior verschobene Position betrug 4,50 mm und die maximale nach anterior verschobene Position 0,50 mm.

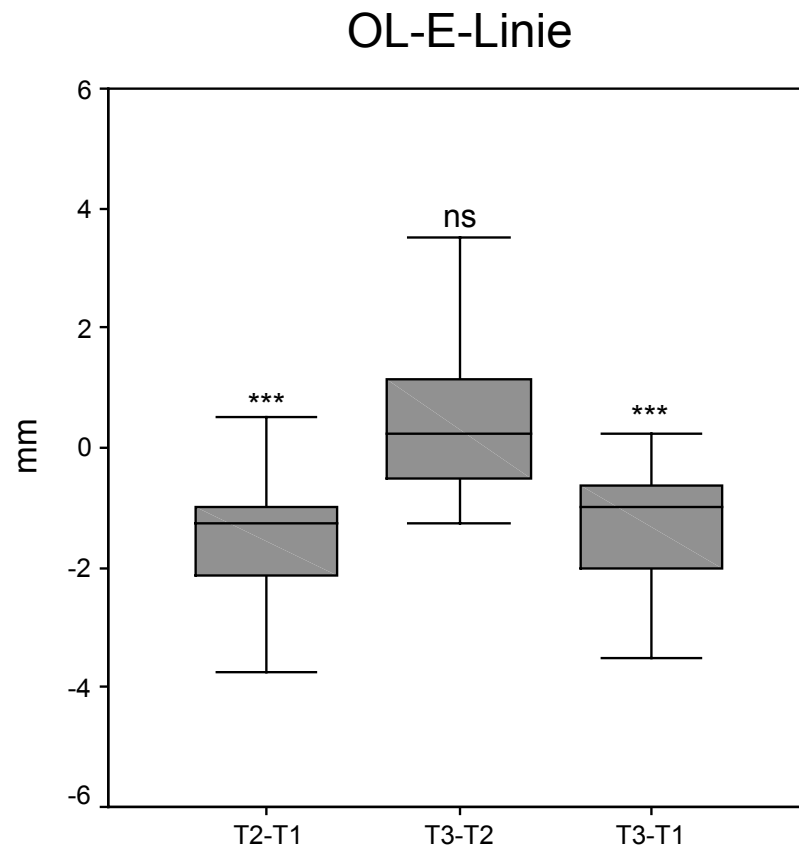
Während der MB-Phase (T3-T2) blieb die Oberlippe in Relation zur E-Linie durchschnittlich unverändert (ns). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,60 mm war bei 22 % (5/23) der Probanden eine nach posterior verschobene Position und bei 35 % (8/23) eine nach anterior verschobene Position zu finden. Bei 43 % (10/23) der Probanden lag keine Veränderung der Position vor. Die maximale nach posterior verschobene Position betrug 1,25 mm und die maximale nach anterior verschobene Position 3,50 mm.

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) nahm die Oberlippe durchschnittlich eine um 1,26 mm ( $p < 0,001$ ) weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,96 mm war bei 61 % (14/23) der Probanden eine nach posterior verschobene Position zu finden. Bei 39 % (9/23) der Probanden lag keine Veränderung der Position vor. Die maximale nach posterior verschobene Position betrug 3,50 mm und die maximale nach anterior verschobene Position 0,25 mm.





**Abb. 60:** Individuelle Veränderungen des OL-E-Linien Wertes (Oberlippenlage) bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Zeitraums sowie der Herbst-Phase (T2-T1) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten eine weiter posterior, positive eine weiter anterior gelegene Position der Oberlippe zur E-Linie). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase.



**Abb. 61:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung der Lippenposition anhand des OL-E-Linien Wertes (Oberlippenlage) von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1).

ns = nicht signifikant

\*\*\* =  $p < 0,001$

## **Unterlippenlage**

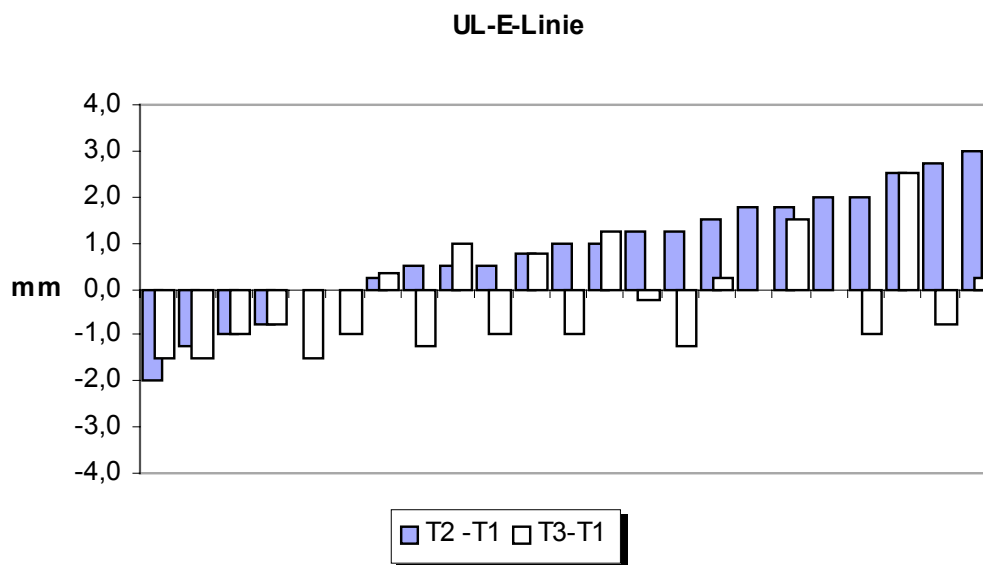
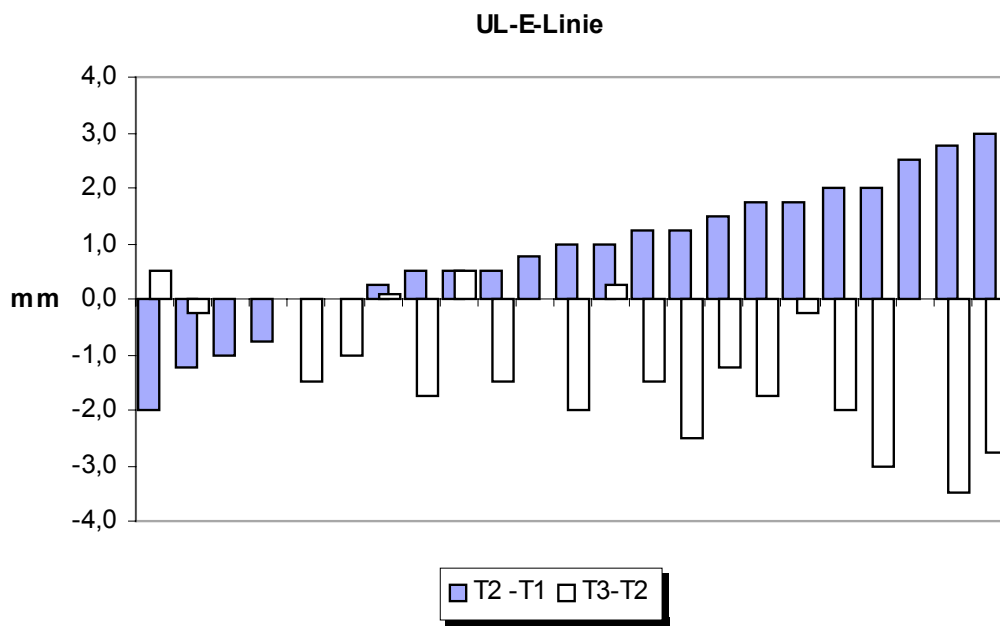
## **UL-E-Linie**

(Tab. 4; Abb. 62 u. 63)

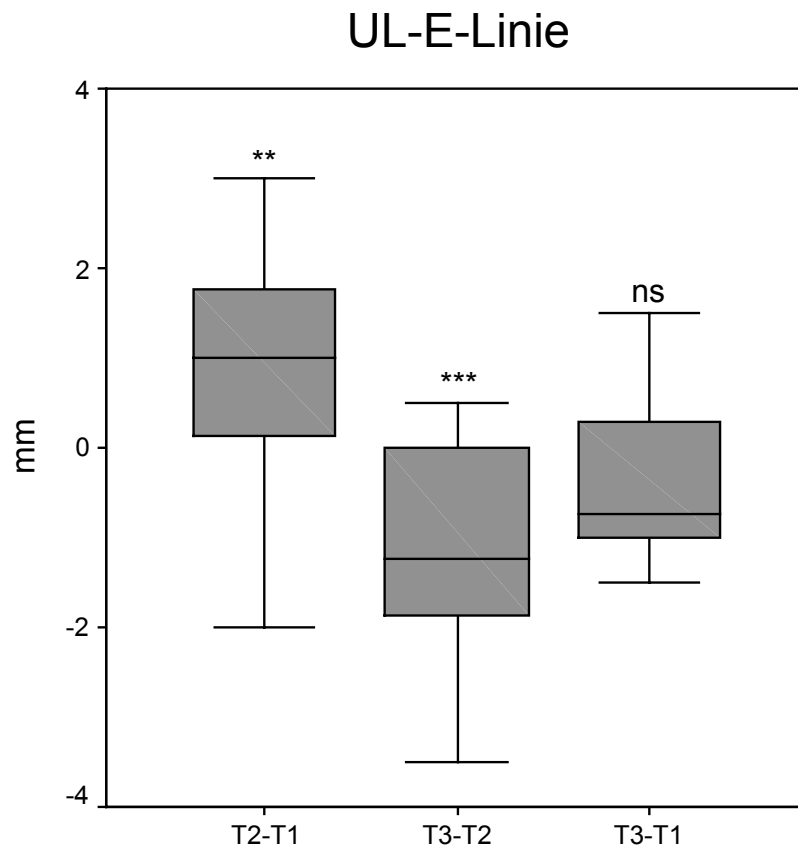
Während der Herbst-Phase (T2-T1) nahm die Unterlippe durchschnittlich eine um 0,84 mm ( $p < 0,01$ ) weiter anterior gelegene Position zur E-Linie ein. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,52 mm war bei 17 % (4/23) der Probanden eine nach anterior verschobene Position und bei 57 % (13/23) eine nach posterior verschobene Position des Abstandes zu finden. Bei 26 % (6/23) der Probanden lag keine Veränderung der Position vor. Die maximale nach posterior verschobene Position betrug 2,00 mm und die maximale nach anterior verschobene Position 3,00 mm.

Während der MB-Phase (T3-T2) nahm die Unterlippe durchschnittlich eine um 1,10 mm ( $p < 0,001$ ) weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,53 mm war bei 57 % (13/23) der Probanden eine nach anterior verschobene Position zu finden. Bei 43 % (10/23) der Probanden lag keine Veränderung der Position vor. Die maximale nach posterior verschobene Position betrug 3,50 mm und die maximale nach anterior verschobene Position 0,50 mm.

Während des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1) blieb die Unterlippe in Relation zur E-Linie durchschnittlich unverändert (ns). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,57 mm war bei 52 % (12/23) der Probanden eine nach posterior verschobene Position und bei 17 % (4/23) eine nach anterior verschobene Position zu finden. Bei 31 % (7/23) der Probanden lag keine Veränderung der Position vor. Die maximale nach posterior verschobene Position betrug 1,50 mm und die maximale nach anterior verschobene Position 2,50 mm.



**Abb. 62:** Individuelle Veränderungen des UL-E-Linien Wertes (Unterlippenlage) bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Vergleich der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Zeitraums sowie der Herbst-Phase (T2-T1) und dem totalen (T3-T1) Behandlungszeitraum (negative Werte bedeuten eine weiter posterior, positive eine weiter anterior gelegene Position der Unterlippe zur E-Linie). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten der Herbst-Phase.



**Abb. 63:** Boxplotdiagramm zur Beschreibung der Veränderung der Lippenposition anhand des UL-E-Linien Wertes (Unterlippenlage) von 23 erwachsenen Herbst-Patienten. Darstellung der Herbst- (T2-T1) und MB- (T3-T2) Phase sowie des totalen Behandlungszeitraumes (T3-T1).

ns = nicht signifikant

\*\* =  $p < 0,01$

\*\*\* =  $p < 0,001$

## **6. Diskussion**

### **6.1 Probandengut**

Die untersuchten 23 Probanden können als konsekutiv behandelte Patienten bezeichnet werden, da sie zum Zeitpunkt der Untersuchung die einzigen erwachsenen Herbst-Patienten der Abteilung waren. Sie teilten sich in 19 (83 %) weibliche und 4 (17 %) männliche Probanden. Analog zu einer Studie über die Motivation Erwachsener von BREECE und NIEBERG (1986) war der Frauenanteil deutlich höher als der Männeranteil, was auf ein verstärktes Interesse der weiblichen Patienten an einem verbesserten Gebisszustand und an Gesichtsästhetik schließen lässt.

Die Behandlung der Patienten teilte sich in eine Herbst- und eine Multibracket-Phase auf. Die Herbst-Phase war bei den Probanden annähernd gleich lang, während die Multibracket-Phase variierte, was jedoch weder auf das Alter noch auf eine spezielle skelettale Diskrepanz zurückzuführen war.

### **6.2 Methode**

Die genaue Bestimmbarkeit kephalometrischer Punkte einer Röntgenanalyse hängt unter anderem von der Qualität des Röntgenbildes ab (RAKOSI, 1989). Alle vorliegenden Röntgenbilder wurden mit demselben Gerät erstellt und hatten eine hohe Qualität.

Die klassische Vorgehensweise bei der Analyse von Fernröntgenseitenbildern besteht in der Superponierung der Bilder über die

Nasion-Sella-Linie als Referenzlinie. Diese unterliegt aber wachstumsbedingten Veränderungen, die meist eine Veränderung des N-Punktes beinhalten (PANCHERZ & HANSEN, 1984; PANCHERZ & SACK, 1990). Da es sich bei dieser Studie aber ausschließlich um erwachsene Probanden mit unverändertem N-Punkt handelt, konnte die Nasion-Sella-Linie als stabile Referenzlinie betrachtet werden.

Die in der vorliegenden Studie verwendete SO-Analyse (PANCHERZ, 1982) stellt eine anerkannte Methode zur Differenzierung von dentalen und skelettalen Komponenten dar, die zur sagittalen Okklusionsveränderung beitragen. Sie wurde in früheren Studien zur Ermittlung der Effektivität verschiedener Behandlungsapparaturen eingesetzt (PANCHERZ & HANSEN, 1986; WEILAND et al, 1997; RUF & PANCHERZ, 1999; HÄGG et al, 2003; FALTIN, 2003).

### **6.3 Ergebnisse**

#### **Sagittale Okklusionsveränderungen**

Die Behandlung der Erwachsenen mit einer Herbst- und Multibracket-Apparatur führte bei allen Patienten zu einer Normalisierung des Overjets und der sagittalen Molarenrelation. Die Okklusionsveränderungen waren dentaler und skelettaler Natur. Die dentalen Veränderungen beinhalteten während der Herbst-Phase vor allem eine Distalisation der oberen Molaren, bedingt durch die nach distal gerichtete Kraft des Teleskopmechanismus auf die oberen Zähne (PANCHERZ & ANEHUS-PANCHERZ, 1993) sowie eine Protrusion/Proklination der unteren Incisivi (PANCHERZ, 1979; 1982; PANCHERZ & ANEHUS-PANCHERZ, 1993; PANCHERZ & HANSEN, 1986; 1988), bedingt durch die nach mesial gerichtete Kraft der Apparatur auf die unteren Zähne.

Die skelettalen Veränderungen beinhalteten eine Vorverlagerung des Unterkiefers und können mit großer Wahrscheinlichkeit auf ein stimuliertes posteriores Kondyluswachstum zurückgeführt werden (PANCHERZ, 1979; 1982; PANCHERZ & HÄGG, 1985; PANCHERZ & LITTMANN, 1988; RUF & PANCHERZ, 1998; 1999). Diese Annahme wird durch eine Vielfalt von Untersuchungen an Tieren und an Menschen bestätigt:

1. Histologisch wurden an unbehandelten erwachsenen Affen eine unmineralisierte Zone von Knorpel und undifferenzierte Mesenchymzellen am Kondylus (CARLSON et al., 1978; LUDER & SCHROEDER, 1992) sowie an humanem Material erwachsener Personen hypertrophische Chondrozyten (PAULSEN et al., 1999), die auf ein Wachstumspotential hinweisen, festgestellt.
2. Unterkiefer-Protrusions-Experimente an erwachsenen Rhesus-Affen, die mit festsitzenden Schienen behandelt wurden, ergaben, dass das kondyläre Wachstum stimuliert und die Fossa glenoidalis remodelliert werden kann (HINTON & McNAMARA, 1982, 1984; WOODSIDE et al., 1983, 1987).
3. Neuere Studien an erwachsenen Rhesus-Affen, die mit der Herbst-Apparatur behandelt wurden, ergaben ebenso, dass Adaptationsvorgänge im Bereich des Kiefergelenkes auftreten (McNAMARA et al., 2003).
4. Beobachtungen im Zusammenhang mit Therapien von Kondylusfrakturen (LINDAHL & HOLLENDER, 1977), Unterkieferosteotomien (HOLLENDER & RIDELL, 1974) und Diskus-repositionierungen (HELLSING et al., 1985; YATANI, 1991) ergaben, dass bei Erwachsenen das Kiefergelenk zu einer Remodellation fähig ist.
5. Zu guter Letzt darf die Studie von BEHRENTS (1985) nicht vergessen werden, in welcher ein kraniofaziales Wachstum auch nach dem dreißigsten Lebensjahr röntgenkephalometrisch nachgewiesen werden konnte.



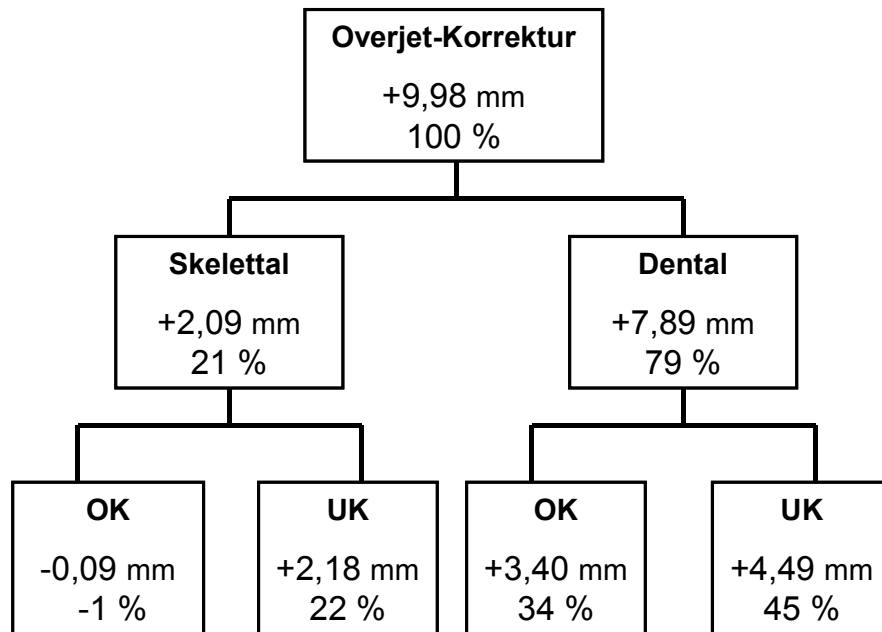
Die Korrektur des Overjets während der Herbst-Phase umfasste durchschnittlich 9,98 mm und war zu 79 % durch dentale und zu 21 % durch skelettale Veränderung bedingt (Abb. 64). Während der MB-Phase rezidierte der Overjet um 3,23 mm (32 %), was auf das „Setzen“ der Okklusion (PANCHERZ, 1982b) und auf die Retroklination der während der Herbst-Phase proklinierten unteren Schneidezähne zurückzuführen ist (PANCHERZ & HANSEN, 1986; 1988) (Abb. 65).

Während des totalen Behandlungszeitraumes konnte der Overjet im Durchschnitt um 6,75 mm korrigiert werden; die dentalen Veränderungen lagen dabei bei 87 % und die skelettalen bei 13 % (Abb. 66). Im Vergleich zu Studien an wachsenden Probanden ist der Anteil der skelettalen Veränderungen der Overjet-Korrektur geringer, da bei diesen das noch vorhandene normale sagittale Unterkieferwachstum hinzukommt (HÄGG & PANCHERZ, 1988; PANCHERZ, 1979; 1982).

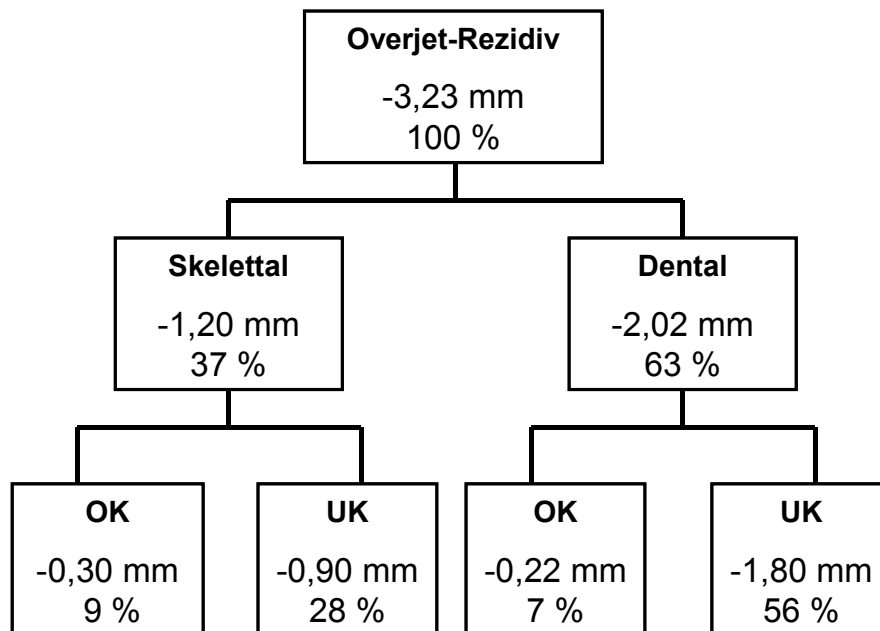
Die Korrektur der Molarenrelation von durchschnittlich 6,82 mm während der Herbst-Phase umfasste 78 % dentale und 22 % skelettale Veränderung (Abb. 67). Während der MB-Phase kam es zu einem Rezidiv der Molarenrelation von durchschnittlich 2,71 mm, was zu 56 % dental und zu 44 % skelettal bedingt war (Abb. 68). Dies lässt sich durch die in der sagittalen überkorrigierte Zahnbogenrelation am Ende der Herbst-Phase erklären, die nach dem Entfernen der Apparatur noch instabil ist und ein „Setzen“ der okkludierenden Zähne durch Mesialwanderung der oberen Zähne und Distalwanderung der unteren Zähne fördert (PANCHERZ, 1982a; PANCHERZ & HANSEN, 1986).

Während des totalen Behandlungszeitraumes betrug die Korrektur der Molarenrelation 4,11 mm. Die dentalen Veränderungen lagen bei 78 % und die skelettalen bei 22 % (Abb. 69). Diese Werte sind vergleichbar mit denen einer vorangegangenen Herbst-Studie an jungen Erwachsenen (RUF & PANCHERZ, 1999).

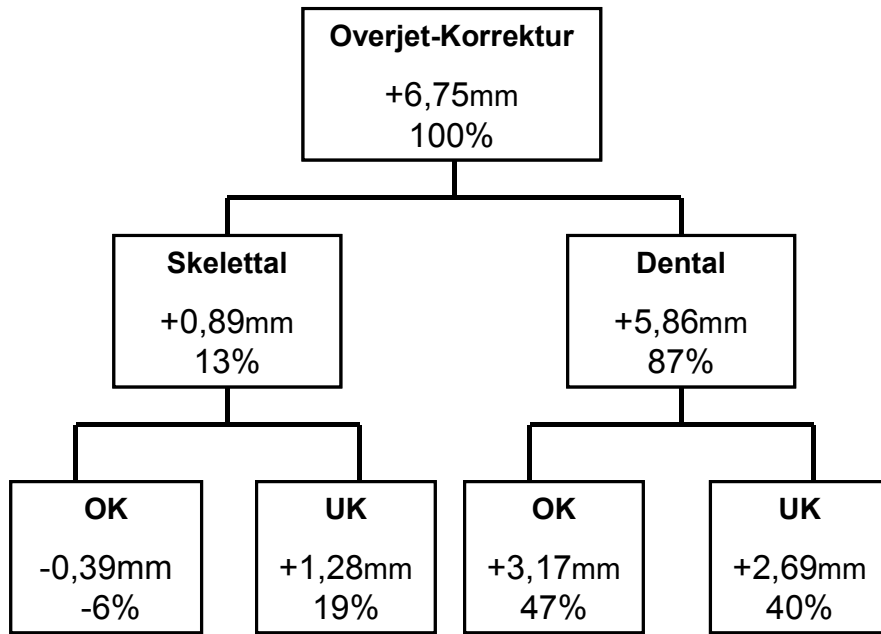
Die vorliegende Untersuchung hat somit gezeigt, dass durch eine Behandlung mit einem festsitzenden funktionskieferorthopädischen Gerät (Herbst-Apparatur) bei Erwachsenen skelettale Veränderungen zu erzielen sind. Bei Verwendung von abnehmbaren funktionskieferorthopädischen Apparaturen (Funktionsregler nach Fränkel) bei Erwachsenen (Tragezeit: 20 Stunden täglich) kam es dagegen zu keinen nennenswerten Verbesserungen der skelettalen Komponenten (McNAMARA, 1984).



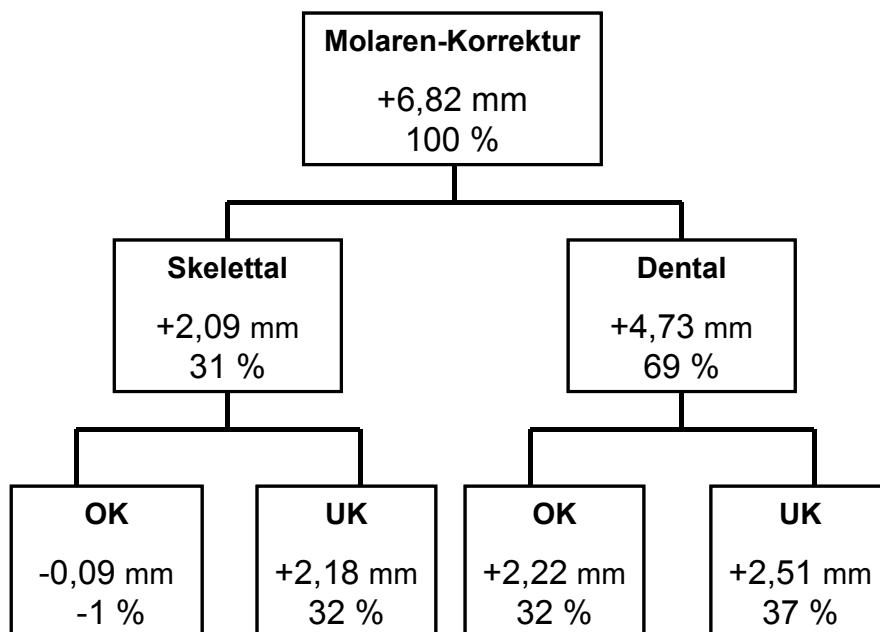
**Abb. 64:** SO-Analyse. Overjet-Korrektur bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten während der **Herbst-Phase** (T2-T1). Plus (+) bedeutet eine Veränderung in Richtung Overjet-Korrektur. Minus (-) bedeutet eine Veränderung, die einer Overjet-Korrektur entgegen wirkt.



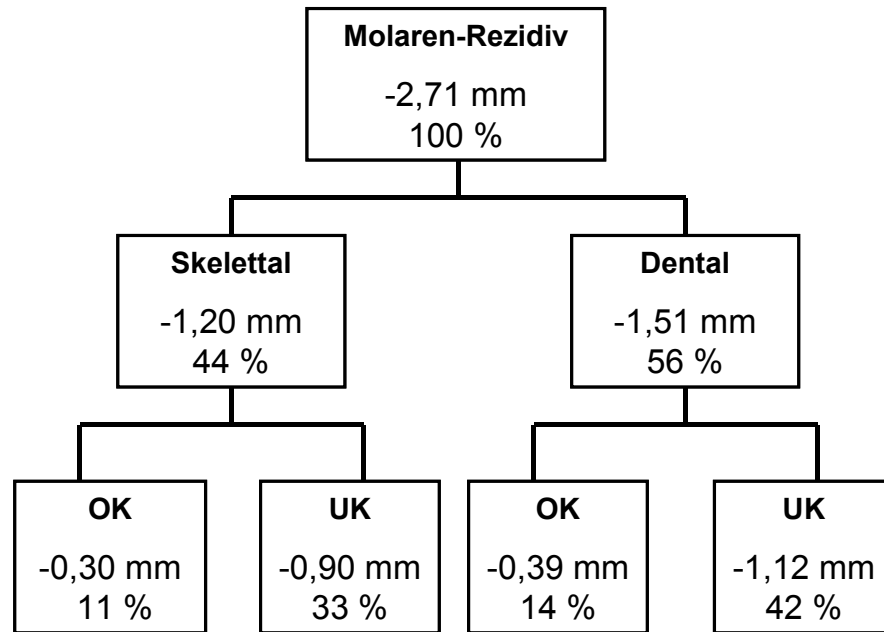
**Abb. 65:** SO-Analyse. Rezidiv des Overjets bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten während der **MB-Phase** (T3-T2). Minus (-) bedeutet eine Veränderung, die einer Overjet-Korrektur entgegen wirkt.



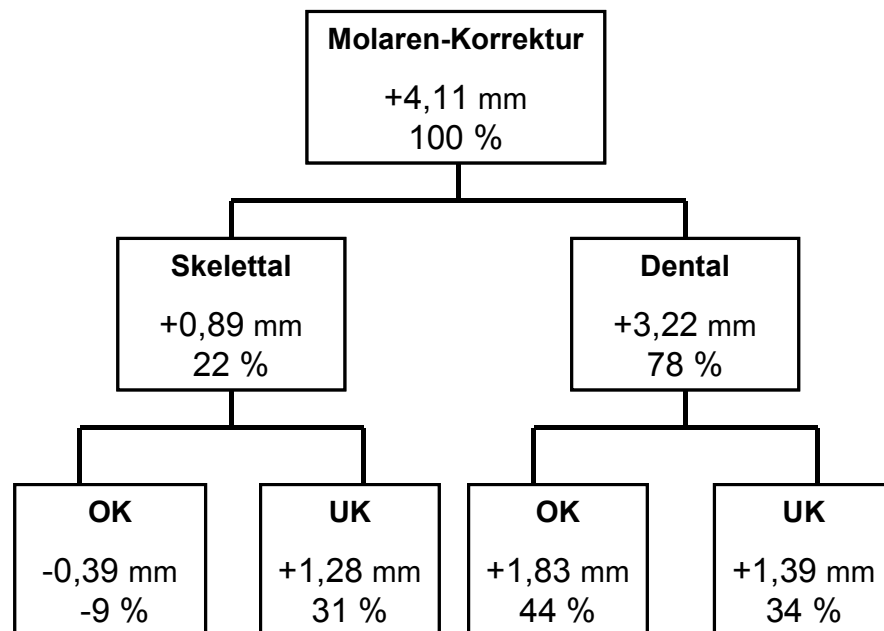
**Abb. 66:** SO-Analyse. Overjet-Korrektur bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten während des **totalen Behandlungszeitraumes** (T3-T1). Plus (+) bedeutet Veränderung in Richtung Overjet-Korrektur; Minus (-) bedeutet eine Veränderung, die einer Overjet-Korrektur entgegen wirkt.



**Abb. 67:** SO-Analyse. Molaren-Korrektur bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten während der **Herbst-Phase** (T2-T1). Plus (+) bedeutet Veränderung in Richtung neutrale Molarenrelation; Minus (-) bedeutet Veränderung in Richtung distale Molarenrelation.



**Abb. 68:** SO-Analyse. Rezidiv der Molaren-Korrektur bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten während der **MB-Phase** (T3-T2). Minus (-) bedeutet Veränderung in Richtung distale Molarenrelation.



**Abb. 69:** SO-Analyse. Molaren-Korrektur bei 23 erwachsenen Herbst-Patienten während des **totalen Behandlungszeitraumes** (T3-T1). Plus (+) bedeutet Veränderung in Richtung neutrale Molarenrelation; Minus (-) bedeutet Veränderung in Richtung distale Molarenrelation.

### **Sagittale Kieferrelation**

Die Behandlung der Erwachsenen mit der Herbst-/Multibracket-Apparatur hatte einen großen Einfluss auf die Winkel zur Beurteilung der sagittalen Kieferrelation. Durch die Unterkiefervorverlagerung kam es während der Herbst-Phase zu einer Vergrößerung der Winkel SNB und SNPg sowie zu einer Verkleinerung der Winkel ANB, ANPg und des Wits-Wertes. Dies ist auch durch Studien an wachsenden Herbst-Patienten (PANCHERZ, 1979; 1981; 1982a; 1982b) belegt worden. Eine unbedeutende Veränderung lag bei dem Winkel SNA (Position der Maxilla) vor. Die Veränderung, die bei einigen Patienten gesehen wurde (Seite 55), ist sicherlich durch Remodellation des A-Punktes als Folge der Veränderung der Frontzahnneigung (Retroklination) bedingt und nicht durch Hemmung des Oberkiefer-Wachstums zu erklären.

Während der MB-Phase veränderten sich die Winkel SNB, ANB, ANPg leicht rückläufig. Die Ursache dafür könnte eine nicht stabile Lage der Kondylen sein, die wieder nach posterior rutschen (PANCHERZ, 1981; RUF & PANCHERZ, 1998). Auch der Wits-Wert vergrößerte sich wieder. Da der Wits-Wert von der Neigung der Okklusionsebene abhängig ist und die Ebene während der Herbst-Phase nach anterior kippt und sich nach der Herbst-Phase wieder aufrichtet (MÜLLER, 2000), beeinflusst dies automatisch den Messwert.

### **Vertikale Kieferrelation**

Die Winkel zur Bestimmung der vertikalen Kieferrelation wurden durch die Herbst-Behandlung der Erwachsenen nicht signifikant verändert. Dies stimmt mit Herbst-Studien an wachsenden Patienten überein (PANCHERZ, 1979; 1982a, 1982b; HANSEN & PANCHERZ, 1992).

Während der MB-Phase verkleinerte sich der ML/NSL-Winkel. Die Verkleinerung des ML/NSL-Winkels während des totalen Behandlungszeitraumes lässt sich durch Longitudinal-Studien an unbehandelten Probanden auf Grund normaler Veränderungen mit steigendem Alter erklären (RIOLO et al., 1974; BATHIA & LEIGHTON, 1993). Somit wird deutlich, dass die Herbst-Apparatur keinen Einfluss auf die vertikale Kieferrelation während der Behandlung hat.

### **Frontzahnüberbiss**

Der Overbite verkleinerte sich während der Herbst-Phase deutlich, was durch die Überkorrektur der Unterkieferlage zum frontalen Kopfbiss und die Extrusion der unteren Molaren, die Intrusion und Proklination der unteren Front (PANCHERZ, 1982b) und die dadurch bedingte Schwenkung der Okklusionsebene (MÜLLER, 2000) zu erklären ist. In der MB-Phase wurde der Overbite wieder etwas größer, was auf das anschließende „Setzen“ der Okklusion zurückzuführen ist (PANCHERZ, 1982b).

### **Gesichtshöhe**

Die untere Gesichtshöhe vergrößerte sich im Verhältnis zur gesamten Gesichtshöhe in der Herbst-Phase sowohl anterior als auch posterior. Dies ist auf die Vorverlagerung des Unterkiefers zur Kopfbissstellung der Frontzähne und auf die Extrusion der unteren Molaren zurückzuführen. Weiterhin vergrößerte sich der posteriore Gesichtshöhenindex mehr als der anteriore. Da die posteriore Gesichtshöhe in der Regel immer kleiner als die anteriore ist, wird durch die Berechnung des Gesichtshöhenindex, bei gleicher Vergrößerung der beiden Gesichtshöhen, der posteriore Index relativ größer.

Während der MB-Phase verringerten sich der anteriore und posteriore Gesichtshöhenindex wieder leicht, was wiederum mit dem „Setzen“ der

Okklusion erklärt werden kann (PANCHERZ, 1982b). Im totalen Behandlungszeitraum vergrößerten sich beide Gesichtshöhenindizes signifikant. Da bei Klasse-II-1 Patienten die untere Gesichtshöhe meistens zu klein ist (BATHIA & LEIGHTON, 1993), kann die durch die Herbst-/MB-Behandlung bedingte Vergrößerung als sehr positiv gewertet werden.

### **Profilkonvexität**

Durch die Vorverlagerung des Unterkiefers während der Herbst-Phase vergrößerten sich die Gesichtswinkel NAPg, NsSnPgS und NsNoPgS. Das Gesichtprofil wurde somit gerader. In der MB-Phase veränderten sich die drei Winkel durch das „Setzen“ der Okklusion (PANCHERZ, 1982b) wieder etwas rückläufig.

Die Winkel-Vergrößerungen während der Herbst-Phase sind durch die Vorverlagerung des Unterkiefers und damit auch des Weichteil-Pogonions zu erklären. Ähnlich waren die Ergebnisse anderer Herbst-Studien an wachsenden (PANCHERZ & ANEHUS-PANCHERZ, 1994) und jungen erwachsenen Probanden (RUF & PANCHERZ, 1999).

### **Lippenposition**

Die Oberlippe nahm während der Herbst-Phase im Vergleich zur Situation vor der Behandlung eine weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein. Dies lässt sich mit der Unterkiefervorverlagerung und der dadurch bedingten Veränderung der Lage der E-Linie erklären. Dagegen veränderte die Unterlippe ihre Position während der Herbst-Phase bei den meisten Probanden weiter nach anterior. Dies ist damit zu erklären, dass die Unterlippe dem Unterkiefer bei der Vorverlagerung folgt. Eventuell ist auch die Proklination der unteren Frontzähne an der Unterlippenprotrusion beteiligt. In der MB-Phase veränderte sich die Position der Oberlippe kaum, während sich die Unterlippe wieder weiter nach posterior verlagerte. Die



Erklärung dafür liegt wiederum darin, dass sich in dieser Phase der Behandlung die Okklusion „setzt“ und die Unterkieferfrontzähne retroklinieren (PANCHERZ & HANSEN, 1986).

### **Abschließende Bemerkungen**

Diese Untersuchung hat gezeigt, dass ein Distalbiss auch bei Erwachsenen mit einem festsitzenden funktionskieferorthopädischen Gerät (Herbst-Apparatur) und Multibracket-Apparatur korrigiert werden kann und skelettale Veränderungen an der Normalisierung der Okklusion beteiligt sind.

In der Regel werden ansonsten erwachsene Patienten mit einem Distalbiss (Klasse II-1) durch eine Kombination aus Kieferorthopädie und Kieferchirurgie oder symptomatisch durch Extraktionen von Zähnen im Oberkiefer kieferorthopädisch behandelt.

Im Vergleich zur Herbst-Apparatur ist eine kieferchirurgische Therapie sowohl risikoreicher für den Patienten als auch kostenintensiver. Weiterhin sollte erwähnt werden, dass bei einer chirurgischen Distalbissbehandlung in ca. 25 % der Fälle mit einem Misserfolg zu rechnen ist, so dass kieferchirurgische Behandlungsmaßnahmen nicht grundsätzlich erfolgreich sind (TULLOCH et al; 1999).

Die Herbst-Behandlung der untersuchten Erwachsenen führte in allen Fällen zum Erfolg, das heißt zu einer neutralen Seitenzahnokklusion und zu einer Normalisierung von Overjet und Overbite. Die Langzeitstabilität des Behandlungsergebnisses muss aber noch untersucht werden. Die Zukunft wird zeigen, ob die Herbst- /Multibracketapparatur-Therapie eine mögliche Alternative zur chirurgischen Unterkieferverlagerung sein kann.

## 7. Schlussfolgerung

Die Behandlung der hier untersuchten Erwachsenen mit einer Herbst- /Multibracket-Apparatur war durchaus erfolgreich:

- Während des totalen Behandlungszeitraumes teilten sich die Okklusionsveränderungen in fast 7 mm Overjet-Korrektur (87 % dental und 13 % skelettal bedingt) und mehr als 4 mm Molaren-Korrektur (78 % dental und 22 % skelettal bedingt).
- Die Behandlung hatte einen günstigen Einfluss auf die sagittale Kieferrelation. Die Winkel SNB und SNPg vergrößerten sich, die Winkel ANB, ANPg und der Wits-Wert verkleinerten sich.
- Die Winkel zur Bestimmung der vertikalen Kieferrelation (ML/NSL, NL/NSL, ML/NL) wurden durch die Behandlung nicht verändert.
- Die untere Gesichtshöhe vergrößerte sich durch die Behandlung sowohl anterior als auch posterior.
- Das Gesichtsprofil wurde durch die Behandlung gerader. Die Winkel NAPg, NsSnPgS und NsNoPgS vergrößerten sich.
- Die Oberlippe (relativ zur E-Linie) wurde durch die Behandlung weiter nach posterior verlagert, die Position der Unterlippe veränderte sich kaum.

## 8. Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, das Ausmaß der dentoskelettalen und fazialen Veränderungen bei der Distalbissbehandlung (Klasse II-1) von Erwachsenen mit einer Herbst- /Multibracket-Apparatur anhand der Auswertung von Fernröntgenseitenbildern des Kopfes (FRS) zu ermitteln.

Das Patientengut umfasste 23 erwachsene Probanden (4 männliche und 19 weibliche) mit einer Angle-Klasse-II-1. Das Alter der Probanden lag am Anfang der Behandlung durchschnittlich bei 21,9 Jahren. Alle Probanden wurden mit einer Herbst- und anschließender Multibracket-Apparatur behandelt.

Fernröntgenseitenbilder (FRS) des Kopfes der Probanden wurden zu drei Zeitpunkten analysiert:

- T1: vor der Herbst-Behandlung
- T2: nach der Herbst-Behandlung
- T3: nach der anschließenden Multibracket-Behandlung

Die Veränderungen der sagittalen Okklusion, der sagittalen und vertikalen Kieferrelation sowie der Gesichtshöhe, Profilkonvexität und der Lippenposition wurden ermittelt.

Die kephalometrischen Veränderungen während drei Untersuchungszeiträumen wurden festgehalten:

- T2-T1: Herbst-Phase
- T3-T2: Multibracket-Phase (MB-Phase)
- T3-T1: Totaler Behandlungszeitraum

Die Untersuchung lieferte folgende Ergebnisse:

- Der Overjet wurde während der Herbst-Phase um 9,98 mm korrigiert. Die Veränderungen waren zu 79 % dental und 21 % skelettal bedingt. Die Molarenrelation verbesserte sich um 6,82 mm. Dies war zu 69 % dental und 31 % skelettal bedingt. In der nachfolgenden MB-Phase rezidierte der Overjet und die Molarenrelation leicht. Während des totalen Behandlungszeitraumes kam es in allen Fällen zu einer Korrektur des Distalbisses (Normalisierung des Overjets und der sagittalen Molarenrelation). Die Overjet-Korrektur von 6,75 mm teilte sich in 87 % dentale und 13 % skelettale Veränderungen. Die Korrektur der Molarenrelation von 4,11 mm bestand aus 78 % dentalen und 22 % skelettalen Veränderungen.
- Die sagittale Kieferrelation wurde während der Herbst-Phase signifikant ( $p < 0,001$ ) verändert. Vergrößert wurden die Winkel SNB ( $1,22^\circ$ ) und SNPg ( $0,93^\circ$ ), verkleinert wurden die Winkel ANB ( $1,22^\circ$ ) und ANPg ( $0,95^\circ$ ) sowie der Wits-Wert (2,30 mm). In der MB-Phase veränderten sich die Werte wieder leicht rückläufig. Während des totalen Behandlungszeitraumes kam es zu einer signifikanten ( $p < 0,001$ ) Vergrößerung der Winkel SNB ( $0,82^\circ$ ) und SNPg ( $0,70^\circ$ ) sowie zu einer Verkleinerung der Winkel ANB ( $0,70^\circ$ ), ANPg ( $0,60^\circ$ ) und des Wits-Wertes (1,08 mm). Der SNA-Winkel veränderte sich nicht.
- Die vertikale Kieferrelation (die Winkel ML/NSL, NL/NSL, ML/NL) wurde durch die Behandlung nicht beeinflusst. Die Verkleinerung des ML/NSL-Winkels ist auf normale Wachstumsveränderungen zurückzuführen.

- Die untere Gesichtshöhe vergrößerte sich während der Herbst-Phase signifikant ( $p < 0,001$ ), anterior mit einem Indexwert von 1,14 und posterior mit einem Indexwert von 1,98. Während der MB-Phase verkleinerten sich diese Indexwerte wieder leicht. Während des totalen Behandlungszeitraumes vergrößerte sich die untere Gesichtshöhe signifikant sowohl anterior mit einem Indexwert von 0,42 ( $p < 0,05$ ) als auch posterior mit einem Indexwert von 1,03 ( $p < 0,01$ ).
- Die Winkel zur Beschreibung der Profilkonvexität vergrößerten sich während der Herbst-Phase signifikant ( $p < 0,001$ ), NAPg um  $2,14^\circ$ , NsSnPgS um  $3,92^\circ$  und NsNoPgS um  $2,20^\circ$ . Das Hart- und Weichteilprofil wurde dadurch gerader. In der MB-Phase verkleinerten sich die Winkel wieder leicht. Während des totalen Behandlungszeitraumes vergrößerten sich NAPg um  $1,09^\circ$  ( $p < 0,01$ ), NsSnPgS um  $3,14^\circ$  ( $p < 0,001$ ) und NsNoPgS um  $1,04^\circ$  ( $p < 0,05$ ) signifikant.
- Der Abstand der Oberlippe zur Esthetic-Linie wurde während der Herbst-Phase signifikant ( $p < 0,001$ ) um 1,63 mm größer, der Abstand der Unterlippe zur Esthetic-Linie wurde signifikant ( $p < 0,01$ ) um 0,84 mm kleiner. In der MB-Phase vergrößerte sich der Abstand der Unterlippe wieder, der Abstand der Oberlippe veränderte sich nicht. Der Abstand der Oberlippe zur Esthetic-Linie veränderte sich während des totalen Behandlungszeitraumes signifikant ( $p < 0,001$ ) um 1,26 mm nach posterior, die Position der Unterlippe veränderte sich kaum.

Schlussfolgernd kann festgestellt werden, dass eine Distalbissbehandlung von Erwachsenen mit der Herbst- /Multibracket-Apparatur außerordentlich erfolgreich ist und eine Alternative zu einer kieferchirurgischen Unterkieferverlagerung sein könnte.

## 9. Summary

The aim of this study was to assess cephalometrically the amount of dento-skeletal and facial changes during Herbst- /multibracket appliance treatment of adult Class II-1 subjects.

The material consisted of 23 adult patients (4 males and 19 females) with a Class II-1. At the beginning of treatment the patients were, on average, 21,9 years old. All patients were treated with a Herbst appliance which was followed by a multibracket appliance.

Lateral head films were analysed at three different times:

- T1: before Herbst treatment
- T2: after Herbst treatment
- T3: after multibracket treatment

The changes in sagittal occlusion, sagittal and vertical jaw relationship as well as in facial height, profile convexity and lip position were assessed during three examination periods:

- T2-T1: Herbst phase of treatment
- T3-T2: multibracket phase of treatment
- T3-T1: total treatment period

The following results were obtained:

- During the Herbst phase overjet correction was, on average, 9.98 mm. This was accomplished by 79 % dental and 21 % skeletal changes. Class II molar correction (6.82 mm on average) was due to 69 % dental and 31 % skeletal changes. During the following MB phase

there was an insignificant relapse of the overjet and molar correction. At the end of the total treatment period, overjet and Class II molar relation were normalised in all patients. Overjet correction was, on average, 6.75 mm, due to 87 % dental and 13 % skeletal changes. Class II molar correction was, on average, 4.11 mm, resulting from 78 % dental and 22 % skeletal changes.

- Sagittal jaw relation was improved during the Herbst phase. An increase ( $p < 0.001$ ) was found in the angles SNB ( $1.22^\circ$ ) and SNPg ( $0.93^\circ$ ), thus resulting in a decrease ( $p < 0.001$ ) in the angles ANB ( $1.22^\circ$ ), ANPg ( $0.95^\circ$ ) and in the Wits-Appraisal (2.30 mm). During the following multibracket phase the variables relapsed insignificantly. At the end of the total treatment period an increase ( $p < 0.001$ ) was observed for the angles SNB ( $0.82^\circ$ ) and SNPg ( $0.70^\circ$ ) and a decrease ( $p < 0.001$ ) for the angles ANB ( $0.70^\circ$ ), ANPg ( $0.60^\circ$ ) and Wits (1.08 mm). The angle SNA remained unchanged.
- Vertical jaw relation (ML/NSL, NL/NSL, ML/NL) did not change during the total treatment period. The reduction of ML/NSL was a result of normal growth.
- Lower facial height increased ( $p < 0.001$ ) during the Herbst phase both anteriorly (Index 1.14) and posteriorly (Index 1.98). During the MB phase the facial height relapsed insignificantly. At the end of the total treatment period lower facial height had increased significantly both anteriorly (Index 0.42,  $p < 0.05$ ) and posteriorly (Index 1.03,  $p < 0.01$ ).
- The profile convexity angles increased ( $p < 0.001$ ) during the Herbst phase: NAPg ( $2.14^\circ$ ), NsSnPgS ( $3.92^\circ$ ) and NsNoPgS ( $2.20^\circ$ ). Thus, the profile straightened. During the MB phase, the angles relapsed insignificantly. At the end of the total treatment period the profile

convexity angles had increased significantly: NAPg (1.09°,  $p < 0.01$ ), NsSnPgS (3.14°,  $p < 0.001$ ) and NsNoPgS (1.04°,  $p < 0.05$ ).

- The distance of the upper lip to the E-line increased (1.63 mm,  $p < 0.001$ ) during the Herbst phase, while the distance of the lower lip to the E-line decreased (0.84 mm,  $p < 0.01$ ). During the MB phase the position of lower lip relapsed insignificantly, the upper lip remained unchanged. At the end of the total treatment period the upper lip moved posteriorly (1.26 mm,  $p < 0.001$ ), while the lower lip remained unchanged.

It can be concluded that treatment of adult Class II subjects with the Herbst- /multibracket appliance is successful. The treatment approach could be considered as a possible alternative to surgical mandibular advancement in borderline adult Class II subjects.



## 10. Literaturverzeichnis

BEHRENTS, R.G.: Growth of the aging craniofacial skeleton: Monograph 17, Craniofacial growth Series. Ann Arbor: Center for Human Growth and Development; The University of Michigan, 1985

BATHIA, S.N.; LEIGHTON, B.C.: A Manual of Facial Growth: A computer analysis of longitudinal cephalometric growth data. Oxford University Press, New York; 1993.

BREECE, G.L., NIEBERG, L.G.: Motivations for adult orthodontic treatment. J. Clin. Orthod.; 1986; 3: 166-187.

BROADWAY, E.S.; HEALY, M.J.; POYTON, H.G.: The accuracy of tracings from cephalometric lateral skull radiographs. Dent. Pract. 1966; 12: 455-460.

CARLSON, D.S. ; McNAMARA J.A.; JAUL, D.H.: Histological analysis of the growth of the mandibular condyle in the rhesus monkey (*Macaca mulatta*). Am.J.Anat. 1978; 151: 103-113.

DECURE, A.; WIESLANDER, L.: Veränderungen der Fossa articularis nach Vorverlagerung der Mandibula mittels Herbst-Apparatur. Zahnärztl. Praxis; 1990; 41: 360-365.

FALTIN, K.; FALTIN, R.; BACETTI, T.; FRANCHI, L.; GHIOZZI, B.; McNAMARA, J.: Long-term Effectiveness and Treatment Timing for Bionator Therapy. Angle Orthod. 2003; 73: 221-230.

FREISFELD, M.: Fehlerquellen an Einzeichnungsserien kephalometrischer Bezugspunkte.

Fortschr. Kieferorthop. 1973; 34: 296-306.

HERBST-, E.: Dreiigjhrige Erfahrung mit dem Retentionsscharnier.

Zahnrztl. Rundschau 1934; 43: 1514-1524, 1563-1568, 1611-1616.

HÄGG, U.; PANCHERZ, H.: Dentofacial orthopedics in relation to chronological age, growth period and skeletal development. An analysis of 72 male patients with class II, division 1 malocclusion treated with the Herbst appliance.

Eur. J. Orthod. 1988; 10: 169-176

HÄGG, U.; XI, D., RABIE, A., BAKR, M., BENDEUS, M.: What does Headgear add to Herbst treatment and to retention?

Semin Orthod. 2003; 9: 57-66.

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.

HANSEN, K.; PANCHERZ, H.: Long-term effects of Herbst treatment in relation to normal growth development: a cephalometric study.

Eur. J. Orthod. 1992; 14: 285-295.

HELLSIN, G.; HOLLENDER, L. G.; CARLSSON, G. E.; JOHANSSON, B.: Temporomandibular joint adaption to mandibular repositioning in adult occlusal rehabilitation.

J. Craniomand. Pract. 1985; 3: 273-279.

HINTON, R.J.; McNAMARA, J.A. Jr.: Temporomandibular bone adaptation in response to protrusive function in juvenile and young adult rhesus monkeys (*Macaca mulatta*).

Eur. J. Orthod. 1984; 6: 155-174.

HOLLENDER, L.; RIDELL, A.: Radiography of the temporomandibular joint after oblique sliding osteotomy of the mandibular rami.

Scand.J.Dent.Res. 1974; 82: 466-469.

KONIK, M.; PANCHERZ, H.; HANSEN, K.: The mechanism of Class II correction in late Herbst treatment.

Am. J. Orthod. 1997; 112: 87-91.

KRUSE, J.; RUF, S.; PANCHERZ, H.; HANSEN, K.: Treatment of adult Class II malocclusions: Herbst versus orthognathic surgery.

Eur. J. Orthod. 2000; 22: 450.

LINDAHL, L.; HOLLENDER, L.: Condylar fractures of the mandible II: A radiographic study of remodeling processes in the temporomandibular joint.

Int.J.Oral Surg. 1977;6: 153-165.

LUDER, H.U.; SCHROEDER, H.E.: Light and electron microscopic morphology of the temporomandibular joint in the growing and mature crab-eating monkeys (*Macaca fascicularis*): the condyle calcified cartilage.

Anat. Embryol(Berlin) 1992; 185:189-199.

McNAMARA, J.A. Jr.; HINTON, R.J.; HOFFMANN, D.L.: Histological analysis of temporomandibular joint adaptation to protrusive function in young adult rhesus monkey (*Macaca mulatta*).

Am. J.Orthod. 1982; 82: 288-298.

McNAMARA, J.A. Jr.: Dentofacial adaptations in adult patients following functional regulator therapy.

Am. J. Orthod. 1984; 85: 57-71.

McNAMARA, J.A. Jr.; PETERSON, J.E.; PANCHERZ, H.: Histologic changes associated with the Herbst appliance in adult Rhesus Monkeys (*Macaca mulatta*).

Semin. Orthod. 2003; 9:26-40.

MÜLLER, A.: Das Verhalten der Okklusionsebene bei kieferorthopädischer Therapie mittels Aktivator, Tip-Edge- oder Herbst-Apparatur.

Diss.med.dent., Justus-Liebig-Universität Gießen; 2000

PANCHERZ, H.: Treatment of class II malocclusion by jumping the bite with the Herbst appliance. A cephalometric investigation.

Am. J. Orthod. 1979; 76: 43-442.

PANCHERZ, H.: The effect of continuous bite jumping on the dentofacial complex: a follow-up study after Herbst appliance treatment of Class II malocclusions.

Eur. J. Orthod. 1981; 3: 49-60.

PANCHERZ, H.: The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment.

Am. J. Orthod. 1982a; 82: 104-113.

PANCHERZ, H.: Vertical dentofacial changes during Herbst appliance treatment.

Swed.Dental J. suppl. 1982b; 15: 189-196.

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

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

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

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

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

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

PANCHERZ, H.; ANEHUS-PANCHERZ, M.: Facial profile changes during  
and after Herbst appliance treatment.  
Eur. J. Orthod. 1994; 16: 275-286.

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

PANCHERZ, H.; HÄGG, U.: Dentofacial orthopedics in relation to somatic maturation. An analysis of 70 consecutive cases treated with the Herbst appliance.

Am. J. Orthod. 1985; 88: 273-287.

PANCHERZ, H.; HANSEN, K.: Occlusal changes during and after Herbst treatment: a cephalometric investigation.

Eur. J. Orthod. 1986; 8: 215-228.

PANCHERZ, H.; HANSEN, K.: Mandibular anchorage in Herbst treatment.

Eur. J. Orthod. 1988; 10: 149-164.

PANCHERZ, H.; LITTMANN, C.: Morphologie und Lage des Unterkiefers bei der Herbst-Behandlung. Eine kephalometrische Analyse bis zum Wachstumsabschluss.

Inf. Orthod. Kieferorthop. 1989; 21: 493-513.

PANCHERZ, H.; SACK, B.: Kritische Analyse der Winkel SNA, SNB und ANB bei der Auswertung von kieferorthopädischen Behandlungen.

Fortschr. Kieferorthop., 1990; 51: 309-317.

PAULSEN, H.U.; THOMSEN, J.S.; HOUGEN, H.P.; MOSKILDE, L.: A histomorphometric and scanning microscopy study of human condylar cartilage and bone tissue changes in relation to age.

Clin.Orthod.Res. 1999; 2: 67-78.

RAKOSI, T.: Atlas Fernröntgenanalyse.

Hanser Verlag, München, 1979.

RASSL, R.E.: Sippenuntersuchungen als Beitrag zur Ätiologieforschung der Angle-Klasse II-1.

Diss.med.dent., JLU Gießen, 1978.

RIOLO, M.L.; MOYERS, R.E.; McNAMARA, J.A.jr.; HUNTER, W.S.: An Atlas Of Craniofacial Growth: Cephalometric Standards from the University School Growth Study. Center for Human Growth and Development, The University of Michigan

Ann Arbor; Michigan; 1974.

RUF, S. PANCHERZ, H.: The effect of Herbst appliance treatment on the mandibular plane angle. A cephalometric roentgenographic study.

Am. J. Orthod. 1996; 110: 225-230.

RUF, S. PANCHERZ, H.: Long-term effects of Herbst treatment: A clinical and MRI study.

Am. J. Orthod. 1998; 114: 475-483.

RUF, S. PANCHERZ, H.: Temporomandibular joint remodelling in adolescents and young adults during Herbst treatment: A prospective longitudinal magnetic resonance imaging and cephalometric radiographic investigation.

Am. J. Orthod. 1999; 115: 607-618.

RUF, S. PANCHERZ, H.: Dentoskeletal effects and facial profile changes in young adults treated with the Herbst appliance.

Angle Orthod. 1999; 69: 239-246.

TULLOCH, J.; LENZ, B.; PHILLIPS, C.: Surgical versus orthodontic correction for Class II patients: Age and severity in treatment planning and treatment outcome.

Semin. Orthod. 1999; 5: 231-240.

TAMMOSCHEIT, U.-G.: Zur Ätiologie und Pathogenese der sogenannten Angle-Klasse II-1.

Med. Habilschr., Berlin 1971.

WEILAND, F.J.; INGERVALL, B.; BANTLEON, H.P.; DROACHT, H.: Initial effects of treatment of Class II malocclusion with the Herren activator, activator headgear combination and Jasper Jumper.

Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. 1997; 112: 19-27.

WIESLANDER, L.: Intensive treatment of severe Class II malocclusion with a headgear Herbst appliance on the early mixed dentition.

Am. J. Orthod. 1984; 86: 1-13.

WIESLANDER, L.: Long term effect of treatment with the headgear-Herbst appliance in the early dentition. Stability or relapse?

Am. J. Orthod. 1993; 104: 319-329.

WOODSIDE, D.G.; METAXAS, A.; ALTUNA, G.: The influence of functional appliance therapy on glenoid fossa remodelling.

Am. J. Orthod. Dentofac Orthop. 1987; 92: 181-198.

YATANI, H.; KUBOKI, T.; MATSUKA, Y.; AMANO, Y., YAMASHITA, A.: Temporomandibular joint remodelling following conservative treatment of patients with disc displacement.

WCP Hiroshima Publication Committee; 1991; p.406-407.



## **11. Anhang**

Die Tabellen A1 - A25 (Seite 133 - 157) stellen die individuellen Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten dar: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

**Tabelle A1 : Overjet - Is/Olp(D)-li/Olp(D) (mm)** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>Overjet</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	12.25	-0.50	2.50
<b>2</b>	6.75	2.00	2.25
<b>3</b>	8.00	-1.00	2.00
<b>4</b>	8.50	-0.75	2.50
<b>5</b>	5.00	-0.50	1.50
<b>6</b>	9.75	-1.75	2.50
<b>7</b>	8.50	-2.75	2.50
<b>8</b>	4.00	0.00	1.75
<b>9</b>	8.50	0.00	2.00
<b>10</b>	7.75	-0.25	2.25
<b>11</b>	14.25	0.75	2.00
<b>12</b>	6.25	0.00	1.50
<b>13</b>	11.75	-2.00	2.00
<b>14</b>	12.25	-3.85	2.75
<b>15</b>	8.50	-1.25	1.75
<b>16</b>	7.25	-3.75	3.00
<b>17</b>	9.00	-0.25	2.25
<b>18</b>	5.50	-2.50	2.00
<b>19</b>	8.75	-1.00	0.75
<b>20</b>	10.00	-0.50	1.00
<b>21</b>	7.50	0.75	3.25
<b>22</b>	13.50	-2.75	2.00
<b>23</b>	10.75	-3.50	3.00

**Tabelle A2 : Molarenrelation - Ms/Olp(D)-Mi/Olp(D)** (mm) Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>Molarenrelation</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	2.25	-5.75	-2.25
<b>2</b>	-1.25	-2.25	-1.75
<b>3</b>	0.75	-5.50	-3.25
<b>4</b>	3.00	-5.25	-3.25
<b>5</b>	2.25	-4.00	-3.00
<b>6</b>	1.25	-4.25	-1.00
<b>7</b>	-0.25	-5.25	-2.75
<b>8</b>	0.25	-6.00	-2.25
<b>9</b>	-0.25	-5.75	-2.75
<b>10</b>	0.50	-7.25	-4.75
<b>11</b>	3.25	-6.25	-2.75
<b>12</b>	1.00	-5.50	-3.50
<b>13</b>	4.00	-4.25	-0.75
<b>14</b>	2.25	-5.25	-1.00
<b>15</b>	0.75	-5.50	-3.75
<b>16</b>	2.00	-6.25	-4.00
<b>17</b>	1.75	-5.50	-2.00
<b>18</b>	0.75	-5.50	-2.25
<b>19</b>	3.75	-5.25	-2.00
<b>20</b>	0.75	-5.00	-2.75
<b>21</b>	2.50	-2.25	-1.75
<b>22</b>	2.75	-7.50	-2.50
<b>23</b>	1.25	-6.50	-3.25

**Tabelle A3 : Maxilläre Basis (A/Olp)** (mm) Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>Maxilläre Basis</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	85.50	85.25	85.50
<b>2</b>	77.50	77.25	77.75
<b>3</b>	76.00	76.75	77.50
<b>4</b>	79.00	79.50	79.75
<b>5</b>	76.00	77.50	77.75
<b>6</b>	81.25	82.00	81.50
<b>7</b>	81.75	82.00	82.50
<b>8</b>	76.75	77.25	76.75
<b>9</b>	80.50	81.75	80.00
<b>10</b>	80.50	80.50	81.00
<b>11</b>	78.00	76.75	78.00
<b>12</b>	77.00	77.00	77.50
<b>13</b>	73.00	73.25	74.50
<b>14</b>	72.75	72.50	73.00
<b>15</b>	87.25	87.00	86.50
<b>16</b>	78.50	79.00	79.25
<b>17</b>	76.25	76.25	76.50
<b>18</b>	83.50	83.25	83.25
<b>19</b>	82.50	81.75	83.75
<b>20</b>	77.25	77.00	77.00
<b>21</b>	79.75	79.50	79.50
<b>22</b>	72.50	72.50	73.00
<b>23</b>	73.00	72.50	73.25

**Tabelle A4 : Mandibuläre Basis (Pg/Olp) (mm)** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>Mandibuläre Basis</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	89.75	94.25	91.25
<b>2</b>	74.00	76.00	75.75
<b>3</b>	80.50	79.75	79.25
<b>4</b>	80.75	84.00	84.00
<b>5</b>	73.25	75.75	76.75
<b>6</b>	85.25	86.50	85.50
<b>7</b>	81.25	81.50	82.50
<b>8</b>	80.25	81.25	79.75
<b>9</b>	87.25	86.75	87.25
<b>10</b>	84.00	86.00	85.75
<b>11</b>	76.75	78.50	78.25
<b>12</b>	79.75	82.25	80.50
<b>13</b>	76.00	78.25	76.00
<b>14</b>	73.75	77.75	76.75
<b>15</b>	90.75	92.75	91.75
<b>16</b>	77.50	81.50	79.25
<b>17</b>	77.50	78.75	78.50
<b>18</b>	81.50	85.75	83.00
<b>19</b>	82.50	85.75	84.50
<b>20</b>	77.50	79.00	77.50
<b>21</b>	81.75	84.00	83.75
<b>22</b>	74.75	78.00	75.00
<b>23</b>	75.25	77.75	78.50

**Tabelle A5 : OK-Incisivus (Is/Olp)** (mm) Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>OK-Incisivus</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	96.75	92.25	90.50
<b>2</b>	85.75	85.50	84.50
<b>3</b>	87.25	84.50	83.75
<b>4</b>	89.25	87.50	88.00
<b>5</b>	84.00	83.75	84.75
<b>6</b>	92.25	89.25	90.00
<b>7</b>	91.75	87.25	88.75
<b>8</b>	82.00	82.50	83.50
<b>9</b>	89.50	86.00	88.75
<b>10</b>	90.50	89.50	88.50
<b>11</b>	87.50	82.75	83.75
<b>12</b>	87.75	86.75	85.75
<b>13</b>	83.50	76.75	78.50
<b>14</b>	80.50	74.15	75.50
<b>15</b>	97.75	94.25	94.75
<b>16</b>	88.25	84.75	85.25
<b>17</b>	88.75	82.50	85.25
<b>18</b>	93.75	91.50	92.25
<b>19</b>	87.00	84.75	84.75
<b>20</b>	90.00	87.25	85.75
<b>21</b>	89.25	87.50	87.00
<b>22</b>	83.00	75.75	75.75
<b>23</b>	82.75	76.00	79.50

**Tabelle A6 : UK-Incisivus (li/Olp)** (mm). Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>UK-Incisivus</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	84.50	92.75	88.00
<b>2</b>	79.00	83.50	82.25
<b>3</b>	79.25	85.50	81.75
<b>4</b>	80.75	88.25	85.50
<b>5</b>	79.00	84.25	83.25
<b>6</b>	82.50	91.00	87.50
<b>7</b>	83.25	90.00	86.25
<b>8</b>	78.00	82.50	81.75
<b>9</b>	81.00	86.00	86.75
<b>10</b>	82.75	89.75	86.25
<b>11</b>	73.25	82.00	81.75
<b>12</b>	81.50	86.75	84.25
<b>13</b>	71.75	78.75	76.50
<b>14</b>	68.25	78.00	72.75
<b>15</b>	89.25	95.50	93.00
<b>16</b>	81.00	88.50	82.25
<b>17</b>	79.75	82.75	83.00
<b>18</b>	88.25	94.00	90.25
<b>19</b>	78.25	85.75	84.00
<b>20</b>	80.00	87.75	84.75
<b>21</b>	81.75	86.75	83.75
<b>22</b>	69.50	78.50	73.75
<b>23</b>	72.00	79.50	76.50

**Tabelle A7 : OK-Molar (Ms/Olp)** (mm.) Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>OK-Molar</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	65.00	61.75	63.25
<b>2</b>	58.25	57.75	57.50
<b>3</b>	56.00	53.50	53.50
<b>4</b>	59.75	56.75	58.00
<b>5</b>	56.00	53.75	55.25
<b>6</b>	62.00	61.25	61.50
<b>7</b>	63.50	62.00	62.75
<b>8</b>	55.25	52.25	53.50
<b>9</b>	58.50	57.50	58.00
<b>10</b>	60.00	57.50	57.75
<b>11</b>	55.75	51.75	53.50
<b>12</b>	57.00	54.75	55.00
<b>13</b>	49.75	47.25	48.75
<b>14</b>	48.50	47.50	48.75
<b>15</b>	66.25	63.50	64.50
<b>16</b>	58.50	57.00	57.00
<b>17</b>	58.50	54.75	57.25
<b>18</b>	63.25	61.75	62.00
<b>19</b>	58.50	55.50	56.00
<b>20</b>	56.75	56.00	55.75
<b>21</b>	60.25	59.00	58.25
<b>22</b>	50.25	47.50	47.25
<b>23</b>	51.50	49.75	51.00



**Tabelle A8 : UK-Molar (Mi/Olp)** (mm). Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>UK-Molar</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	62.75	67.50	65.50
<b>2</b>	59.50	60.00	59.25
<b>3</b>	55.25	59.00	56.75
<b>4</b>	56.75	62.00	61.25
<b>5</b>	53.75	57.75	58.25
<b>6</b>	60.75	65.50	62.50
<b>7</b>	63.75	67.25	65.50
<b>8</b>	55.00	58.25	55.75
<b>9</b>	58.75	63.25	60.75
<b>10</b>	59.50	64.75	62.50
<b>11</b>	52.50	58.00	56.25
<b>12</b>	56.00	60.25	58.50
<b>13</b>	45.75	51.50	49.50
<b>14</b>	46.25	52.75	49.75
<b>15</b>	65.50	69.00	68.25
<b>16</b>	56.50	63.25	61.00
<b>17</b>	56.75	60.25	59.25
<b>18</b>	62.50	67.25	64.25
<b>19</b>	54.75	60.75	58.00
<b>20</b>	56.00	61.00	58.50
<b>21</b>	57.75	61.25	60.00
<b>22</b>	47.50	55.00	49.75
<b>23</b>	50.25	56.25	54.25

**Tabelle A9 : SNA (Grad).** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>SNA</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	83.25	83.00	83.50
<b>2</b>	78.00	78.50	77.75
<b>3</b>	77.25	77.25	77.50
<b>4</b>	80.00	80.50	80.50
<b>5</b>	80.75	82.00	82.00
<b>6</b>	84.50	83.75	83.50
<b>7</b>	78.50	78.50	78.75
<b>8</b>	79.25	79.75	78.75
<b>9</b>	78.75	78.50	79.25
<b>10</b>	83.75	83.50	84.00
<b>11</b>	80.50	78.50	80.50
<b>12</b>	85.00	83.50	84.25
<b>13</b>	74.75	75.00	74.50
<b>14</b>	82.75	82.00	82.00
<b>15</b>	80.75	81.00	80.25
<b>16</b>	78.00	78.75	78.50
<b>17</b>	83.25	83.25	82.75
<b>18</b>	76.00	75.50	75.75
<b>19</b>	81.50	81.50	81.50
<b>20</b>	76.00	76.25	76.50
<b>21</b>	83.50	84.00	84.25
<b>22</b>	86.75	87.75	88.25
<b>23</b>	77.75	78.00	78.50

**Tabelle A10 : SNB (Grad).** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>SNB</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	79.50	82.00	80.50
<b>2</b>	70.25	71.75	71.25
<b>3</b>	74.00	73.00	73.75
<b>4</b>	76.50	78.75	78.50
<b>5</b>	74.00	75.00	75.25
<b>6</b>	79.00	78.75	79.00
<b>7</b>	75.00	75.50	75.75
<b>8</b>	74.25	75.00	74.50
<b>9</b>	73.75	72.75	74.25
<b>10</b>	77.75	78.50	78.75
<b>11</b>	74.75	75.50	75.50
<b>12</b>	79.75	79.75	79.25
<b>13</b>	69.50	70.50	69.00
<b>14</b>	79.25	83.25	81.50
<b>15</b>	75.25	76.75	76.00
<b>16</b>	71.25	74.00	72.50
<b>17</b>	77.50	78.25	77.50
<b>18</b>	67.00	68.75	67.75
<b>19</b>	74.75	76.50	75.50
<b>20</b>	70.25	72.00	71.25
<b>21</b>	78.00	79.75	79.75
<b>22</b>	85.25	86.75	86.00
<b>23</b>	74.75	76.50	77.00

**Tabelle A11 : SNPg (Grad).** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>SNPg</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	82.75	84.50	83.50
<b>2</b>	70.50	71.50	71.25
<b>3</b>	75.75	74.25	75.25
<b>4</b>	77.25	79.50	79.50
<b>5</b>	74.75	75.50	76.25
<b>6</b>	80.75	80.50	81.00
<b>7</b>	77.00	77.00	77.00
<b>8</b>	75.75	76.00	75.50
<b>9</b>	74.50	73.25	75.25
<b>10</b>	77.50	78.50	79.00
<b>11</b>	76.50	76.75	77.25
<b>12</b>	81.00	81.00	80.75
<b>13</b>	72.50	73.50	71.75
<b>14</b>	82.75	86.00	85.50
<b>15</b>	77.00	78.00	77.25
<b>16</b>	72.25	74.50	73.00
<b>17</b>	77.75	78.25	77.75
<b>18</b>	68.00	69.50	68.50
<b>19</b>	76.75	78.50	77.75
<b>20</b>	72.00	73.25	72.50
<b>21</b>	80.00	81.50	81.25
<b>22</b>	86.50	88.25	87.50
<b>23</b>	77.75	79.25	79.25

**Tabelle A12 : ANB (Grad).** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>ANB</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	3.75	1.00	3.00
<b>2</b>	7.75	6.75	6.50
<b>3</b>	3.25	4.25	3.75
<b>4</b>	3.50	1.75	2.00
<b>5</b>	6.75	7.00	6.75
<b>6</b>	5.50	5.00	4.50
<b>7</b>	3.50	3.00	3.00
<b>8</b>	5.00	4.75	4.25
<b>9</b>	5.00	5.75	5.00
<b>10</b>	6.00	5.00	5.25
<b>11</b>	5.75	3.00	5.00
<b>12</b>	5.25	3.75	5.00
<b>13</b>	5.25	4.50	5.50
<b>14</b>	3.50	-1.25	0.50
<b>15</b>	5.50	4.25	4.25
<b>16</b>	6.75	4.75	6.00
<b>17</b>	5.75	5.00	5.25
<b>18</b>	9.00	6.75	8.00
<b>19</b>	6.75	5.00	6.00
<b>20</b>	5.75	4.25	5.25
<b>21</b>	5.50	4.25	4.50
<b>22</b>	1.50	1.00	2.25
<b>23</b>	3.00	1.50	1.50

**Tabelle A13 : ANPg (Grad).** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>ANPg</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	0.50	-1.50	0.00
<b>2</b>	7.50	7.00	6.50
<b>3</b>	1.50	3.00	2.25
<b>4</b>	2.75	1.00	1.00
<b>5</b>	6.00	6.50	5.75
<b>6</b>	3.75	3.25	2.50
<b>7</b>	1.50	1.50	1.75
<b>8</b>	3.50	3.75	3.25
<b>9</b>	4.25	5.25	4.00
<b>10</b>	6.25	5.00	5.00
<b>11</b>	4.00	1.75	3.25
<b>12</b>	4.00	2.50	3.50
<b>13</b>	2.25	1.50	2.75
<b>14</b>	0.00	-4.00	-3.50
<b>15</b>	3.75	3.00	3.00
<b>16</b>	5.75	4.25	5.50
<b>17</b>	5.50	5.00	5.00
<b>18</b>	8.00	6.00	7.25
<b>19</b>	4.75	3.00	3.75
<b>20</b>	4.00	3.00	4.00
<b>21</b>	3.50	2.50	3.00
<b>22</b>	0.25	-0.50	0.75
<b>23</b>	0.00	-1.25	-0.75

**Tabelle A14 : Wits** (mm). Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>Wits</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	3.00	-3.00	1.50
<b>2</b>	3.50	2.50	2.50
<b>3</b>	0.25	1.00	1.00
<b>4</b>	2.00	-2.50	-1.75
<b>5</b>	5.00	3.75	3.00
<b>6</b>	1.75	1.00	1.25
<b>7</b>	4.00	3.00	3.25
<b>8</b>	1.25	-0.25	0.75
<b>9</b>	-2.25	-1.25	-2.75
<b>10</b>	-0.50	-2.00	-1.50
<b>11</b>	4.75	0.00	3.25
<b>12</b>	1.50	-1.25	1.00
<b>13</b>	3.75	1.75	4.25
<b>14</b>	5.25	0.25	2.25
<b>15</b>	1.50	-1.00	-1.25
<b>16</b>	3.00	-0.50	2.00
<b>17</b>	1.50	-0.50	1.00
<b>18</b>	4.75	1.50	3.00
<b>19</b>	5.25	2.75	4.75
<b>20</b>	3.75	1.75	3.25
<b>21</b>	4.00	1.50	2.25
<b>22</b>	-0.75	-2.50	1.00
<b>23</b>	2.50	-0.25	-0.25

**Tabelle A15 : ML/NSL** (Grad). Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>ML/NSL</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	25.75	26.00	24.00
<b>2</b>	43.00	40.50	41.25
<b>3</b>	36.50	37.50	35.75
<b>4</b>	23.00	22.75	20.25
<b>5</b>	40.50	39.50	37.50
<b>6</b>	35.75	36.00	35.00
<b>7</b>	31.00	31.50	29.50
<b>8</b>	36.25	37.00	36.75
<b>9</b>	41.75	45.75	42.50
<b>10</b>	35.25	34.75	34.00
<b>11</b>	26.75	28.75	26.75
<b>12</b>	33.75	33.75	34.00
<b>13</b>	42.00	42.25	42.75
<b>14</b>	10.75	10.50	10.75
<b>15</b>	34.25	33.25	33.00
<b>16</b>	36.00	37.75	36.25
<b>17</b>	34.75	34.00	34.00
<b>18</b>	51.00	51.25	51.75
<b>19</b>	39.50	38.50	38.75
<b>20</b>	43.50	44.00	44.75
<b>21</b>	33.25	32.00	30.50
<b>22</b>	23.00	23.75	23.75
<b>23</b>	27.50	27.00	25.50



**Tabelle A16 : NL/NSL (Grad).** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>NL/NSL</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	1.00	1.75	0.50
<b>2</b>	5.00	5.50	4.75
<b>3</b>	6.50	6.50	7.50
<b>4</b>	4.50	3.00	3.50
<b>5</b>	7.50	7.25	8.00
<b>6</b>	7.75	9.50	6.25
<b>7</b>	4.50	3.00	1.00
<b>8</b>	5.50	6.50	4.50
<b>9</b>	15.00	16.25	14.25
<b>10</b>	9.00	8.75	8.50
<b>11</b>	7.00	8.00	7.25
<b>12</b>	7.00	7.25	6.25
<b>13</b>	11.00	12.00	10.25
<b>14</b>	7.75	6.50	5.75
<b>15</b>	8.50	8.00	7.75
<b>16</b>	7.50	8.75	7.00
<b>17</b>	10.75	9.00	10.50
<b>18</b>	9.00	10.00	12.25
<b>19</b>	5.50	4.00	6.00
<b>20</b>	9.25	10.25	8.75
<b>21</b>	6.25	4.75	2.25
<b>22</b>	1.00	2.75	1.50
<b>23</b>	11.00	9.50	11.50

**Tabelle A17 : ML/NL (Grad).** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>ML/NL</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	24.75	24.25	23.50
<b>2</b>	38.00	35.00	36.50
<b>3</b>	30.00	31.00	29.50
<b>4</b>	18.50	19.75	16.75
<b>5</b>	33.00	32.25	29.50
<b>6</b>	28.00	26.50	28.75
<b>7</b>	26.50	28.50	28.50
<b>8</b>	30.75	30.50	32.25
<b>9</b>	26.75	29.50	28.25
<b>10</b>	26.25	26.00	25.50
<b>11</b>	19.75	20.75	19.50
<b>12</b>	26.75	26.50	27.75
<b>13</b>	31.00	30.25	32.50
<b>14</b>	3.00	4.00	5.00
<b>15</b>	25.75	25.25	25.25
<b>16</b>	28.50	29.00	29.25
<b>17</b>	24.00	25.00	23.50
<b>18</b>	42.00	41.25	39.50
<b>19</b>	34.00	34.50	32.75
<b>20</b>	34.25	33.75	36.00
<b>21</b>	27.00	27.25	28.25
<b>22</b>	22.00	21.00	22.25
<b>23</b>	16.50	17.50	14.00

**Tabelle A18 : Overbite** (mm). Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>Overbite</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	6.25	0.75	1.00
<b>2</b>	3.50	0.00	1.75
<b>3</b>	6.00	0.00	2.25
<b>4</b>	5.75	0.00	1.75
<b>5</b>	2.75	0.00	2.00
<b>6</b>	2.00	0.00	3.00
<b>7</b>	5.00	1.75	2.50
<b>8</b>	4.00	0.75	1.00
<b>9</b>	4.50	0.00	2.00
<b>10</b>	5.25	0.00	1.75
<b>11</b>	8.50	0.25	2.25
<b>12</b>	4.00	0.00	1.25
<b>13</b>	2.25	0.25	1.50
<b>14</b>	6.50	0.50	2.25
<b>15</b>	1.50	0.00	1.00
<b>16</b>	5.25	1.25	2.00
<b>17</b>	7.00	3.50	2.00
<b>18</b>	2.25	0.75	2.00
<b>19</b>	1.75	0.00	1.75
<b>20</b>	5.50	0.25	0.75
<b>21</b>	4.25	0.75	3.25
<b>22</b>	3.50	2.00	3.00
<b>23</b>	4.75	0.50	2.75

**Tabelle A19 : Spa-Gn x 100/N-Gn (Index).** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>Spa-Gn *100/N-Gn</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	54.58	55.78	55.09
<b>2</b>	55.96	56.77	56.63
<b>3</b>	54.61	55.84	54.03
<b>4</b>	56.26	57.62	56.53
<b>5</b>	55.64	56.16	55.71
<b>6</b>	53.98	55.56	54.70
<b>7</b>	54.55	56.28	56.40
<b>8</b>	54.47	54.99	55.83
<b>9</b>	55.71	54.97	54.64
<b>10</b>	57.61	57.63	57.80
<b>11</b>	51.01	52.70	51.78
<b>12</b>	57.76	58.56	57.93
<b>13</b>	54.65	55.62	55.85
<b>14</b>	50.56	52.73	51.67
<b>15</b>	52.97	54.77	54.20
<b>16</b>	54.95	56.44	55.45
<b>17</b>	53.63	55.40	54.89
<b>18</b>	54.69	55.55	53.96
<b>19</b>	55.23	56.43	55.00
<b>20</b>	54.66	56.77	55.26
<b>21</b>	55.95	56.20	55.60
<b>22</b>	54.12	54.39	54.23
<b>23</b>	51.16	53.74	51.03

**Tabelle A20 : Spp-Go' x 100/S-Go' (Index).** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>Spp-Go'*100/S-Go'</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	37.42	41.71	39.59
<b>2</b>	33.79	37.84	35.84
<b>3</b>	38.17	39.70	38.10
<b>4</b>	48.00	48.46	48.32
<b>5</b>	40.26	41.17	42.29
<b>6</b>	38.38	44.33	38.73
<b>7</b>	44.38	43.89	42.02
<b>8</b>	35.62	37.13	35.43
<b>9</b>	46.32	47.03	46.31
<b>10</b>	46.09	50.16	49.21
<b>11</b>	42.90	44.99	45.83
<b>12</b>	44.45	46.71	46.02
<b>13</b>	40.92	44.92	42.62
<b>14</b>	53.94	52.54	53.69
<b>15</b>	42.17	44.06	44.06
<b>16</b>	42.81	44.14	43.96
<b>17</b>	46.66	46.49	47.30
<b>18</b>	32.08	34.33	34.94
<b>19</b>	34.15	36.09	35.85
<b>20</b>	38.99	41.48	37.32
<b>21</b>	40.26	40.77	39.99
<b>22</b>	37.93	40.81	39.66
<b>23</b>	46.42	49.01	48.86

**Tabelle A21 : NAPg (Grad).** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>NAPg</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	179.00	183.00	180.00
<b>2</b>	165.00	166.25	166.25
<b>3</b>	175.50	173.50	174.25
<b>4</b>	173.75	177.25	176.75
<b>5</b>	165.25	165.50	167.25
<b>6</b>	171.75	172.75	173.25
<b>7</b>	176.75	176.25	176.25
<b>8</b>	172.25	172.50	172.00
<b>9</b>	170.00	167.50	170.50
<b>10</b>	167.75	170.25	169.75
<b>11</b>	170.00	175.00	171.75
<b>12</b>	171.00	174.50	172.75
<b>13</b>	175.00	176.75	173.50
<b>14</b>	183.75	190.00	188.50
<b>15</b>	170.25	173.25	173.00
<b>16</b>	167.75	169.75	168.00
<b>17</b>	167.25	169.00	168.25
<b>18</b>	162.50	167.25	164.50
<b>19</b>	170.50	173.50	172.00
<b>20</b>	171.50	172.50	171.25
<b>21</b>	172.75	175.00	173.50
<b>22</b>	179.00	182.75	177.25
<b>23</b>	179.50	183.00	182.50

**Tabelle A22 : NsSnPgS (Grad).** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>NsSnPgS</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	159.50	162.00	162.00
<b>2</b>	148.25	152.00	152.75
<b>3</b>	166.50	169.25	171.50
<b>4</b>	166.25	171.75	170.75
<b>5</b>	156.00	157.25	158.75
<b>6</b>	164.25	164.25	167.50
<b>7</b>	165.00	167.75	167.25
<b>8</b>	161.00	161.00	162.25
<b>9</b>	156.00	157.25	156.50
<b>10</b>	160.00	161.75	162.75
<b>11</b>	155.50	160.25	157.25
<b>12</b>	157.00	162.50	160.00
<b>13</b>	161.75	165.25	164.00
<b>14</b>	176.75	185.50	182.00
<b>15</b>	154.00	157.00	155.00
<b>16</b>	159.00	162.75	161.00
<b>17</b>	155.00	161.50	159.00
<b>18</b>	149.00	156.25	153.75
<b>19</b>	153.00	158.00	157.75
<b>20</b>	161.25	162.50	161.50
<b>21</b>	163.25	166.50	168.00
<b>22</b>	162.00	169.50	163.50
<b>23</b>	162.50	171.00	170.00

**Tabelle A23 : NsNoPgS (Grad).** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>NsNoPgS</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	125.00	126.50	124.75
<b>2</b>	119.50	123.50	122.00
<b>3</b>	128.00	128.75	129.50
<b>4</b>	131.25	135.25	132.50
<b>5</b>	127.50	128.25	128.25
<b>6</b>	127.25	129.25	129.25
<b>7</b>	131.25	133.50	131.75
<b>8</b>	128.25	129.25	127.75
<b>9</b>	121.00	122.25	122.50
<b>10</b>	126.00	127.25	127.50
<b>11</b>	123.25	123.50	118.50
<b>12</b>	125.50	128.75	128.00
<b>13</b>	126.50	132.00	130.00
<b>14</b>	132.50	134.50	134.50
<b>15</b>	119.75	119.00	119.75
<b>16</b>	127.25	130.75	129.75
<b>17</b>	128.50	127.50	125.50
<b>18</b>	120.75	127.00	124.75
<b>19</b>	123.00	126.25	125.25
<b>20</b>	123.50	125.75	124.50
<b>21</b>	126.00	127.50	126.00
<b>22</b>	132.00	134.00	132.25
<b>23</b>	131.50	135.25	134.25



**Tabelle A24 : OL-E-Linie** (mm). Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>OL-E-Linie</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	-2.50	-3.75	-4.50
<b>2</b>	-0.50	-1.00	-1.75
<b>3</b>	-6.00	-6.25	-6.50
<b>4</b>	-5.00	-5.50	-5.75
<b>5</b>	1.50	0.50	-0.25
<b>6</b>	-3.50	-4.50	-5.50
<b>7</b>	-4.00	-5.00	-6.25
<b>8</b>	-4.75	-4.25	-4.50
<b>9</b>	-4.75	-6.00	-4.50
<b>10</b>	-4.00	-6.25	-5.75
<b>11</b>	-3.25	-5.25	-4.50
<b>12</b>	0.00	-1.75	0.00
<b>13</b>	-2.50	-4.50	-3.25
<b>14</b>	-7.75	-11.50	-11.00
<b>15</b>	-4.50	-6.00	-4.25
<b>16</b>	-1.75	-2.25	-2.00
<b>17</b>	-0.75	-4.50	-4.25
<b>18</b>	1.00	-2.00	0.00
<b>19</b>	-2.75	-3.75	-3.75
<b>20</b>	-6.00	-7.75	-6.75
<b>21</b>	-4.00	-5.00	-6.00
<b>22</b>	-3.00	-7.50	-4.00
<b>23</b>	-2.75	-5.25	-5.50

**Tabelle A25 : UL-E-Linie** (mm). Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) der 23 erwachsenen Herbst-Patienten zu den drei Untersuchungszeitpunkten: T1= vor der Herbst-Behandlung, T2= direkt nach der Herbst-Behandlung und T3= nach der anschließenden Multibracket-Behandlung.

<b>UL-E-Linie</b>			
<b>Proband</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	-5.50	-3.75	-5.50
<b>2</b>	2.50	3.50	1.50
<b>3</b>	-3.00	-1.50	-2.75
<b>4</b>	-3.75	-2.50	-4.00
<b>5</b>	3.00	3.50	1.75
<b>6</b>	-2.50	0.25	-3.25
<b>7</b>	-3.25	-2.00	-4.50
<b>8</b>	-3.50	-1.00	-1.00
<b>9</b>	-2.75	-1.75	-1.50
<b>10</b>	-0.50	-0.50	-2.00
<b>11</b>	-3.25	-2.50	-2.50
<b>12</b>	1.00	0.00	0.00
<b>13</b>	-0.50	-0.25	-0.15
<b>14</b>	-8.75	-5.75	-8.50
<b>15</b>	-0.25	1.50	1.25
<b>16</b>	-0.50	0.00	0.50
<b>17</b>	2.00	0.75	0.50
<b>18</b>	7.00	5.00	5.50
<b>19</b>	-1.50	-1.50	-2.50
<b>20</b>	-2.50	-2.00	-3.50
<b>21</b>	-3.50	-1.50	-3.50
<b>22</b>	-4.00	-4.75	-4.75
<b>23</b>	-3.75	-1.75	-4.75

### **Danksagung**

In erster Linie gilt mein Dank Herrn Prof. Dr. H. Pancherz für die Überlassung des Themas, seiner freundlichen Betreuung und der unermüdlichen Unterstützung während der Entstehung dieser Arbeit sowie seiner Prägung meines Weges.

Ebenso bedanke ich mich bei Frau Prof. S. Ruf, die keine Frage unbeantwortet ließ.

Meinem Mann Steffen möchte ich für seine Liebe, Geduld, Ermutigung und stetige Unterstützung während des gesamten Studiums sowie seiner Computerunterstützung während dieser Arbeit danken. Er bestärkte mich in meinen Bestrebungen.

Weiterhin möchte ich mich bei meinen Eltern und Schwiegereltern, im Besonderen bei den Omas, für die liebevolle Betreuung unserer Tochter bedanken. Ohne ihre Unterstützung wäre vieles nicht möglich gewesen.

Ferner bedanke ich mich bei allen meinen Freunden für ihre Unterstützung, sie haben nie gezweifelt. Speziell bedanke ich mich bei Mari, die immer ein offenes Ohr für mich hatte und diese Arbeit Korrektur las.

Ebenso möchte ich mich bei Stefan Schwick für das Korrekturlesen bedanken.

## Lebenslauf

18. September 1966	geboren als Kind der Eheleute Karl-Heinz Steinbach und Erika Steinbach, geb. Reschke, in Gießen; verheiratet seit April 1993 mit Steffen Schindler; Tochter Nina, geboren am 6. August 1998
1972-1976	Besuch der Grundschule Gießen-Wieseck
1976-1982	Besuch der Realschule der Friedrich-Ebert-Schule Gießen-Wieseck mit Abschluss der Mittleren Reife
1982-1985	Ausbildung zur Zahnarzhelferin im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Gießen mit Abschlussprüfung
1985-1994	Angestellte Zahnarzhelferin in der Abteilung für Kieferorthopädie der selben Klinik
1990-1993	Besuch des Abendgymnasiums Gießen
Dezember 1993	Erlangung der Allgemeinen Hochschulreife
1994-2000	Studium der Zahnmedizin an der Justus-Liebig-Universität in Gießen
Dezember 2000	Staatsexamen, Erteilung der Approbation als Zahnärztin
März 2001-Mai 2002	Weiterbildungsassistentin in der kieferorthopädischen Praxis Dr. Torsten Knoll in Fulda
seit Mai 2002	Weiterbildungsassistentin in der Abteilung für Kieferorthopädie im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Gießen

„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 wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.“