

# **Skelettofaziale Veränderungen der Herbst-Behandlung in Bezug zum pubertären Wachstum**

**Eine röntgenkephalometrische Langzeituntersuchung bis zum  
Wachstumsabschluss**

Inauguraldissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnheilkunde  
des Fachbereichs Humanmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von      Dominik Schäfer  
aus                      Limburg a. d. Lahn

Gießen 2002



Aus dem Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde  
Poliklinik für Kieferorthopädie des Klinikums der Justus-Liebig-Universität  
Gießen

Direktor: Prof. Dr. Pancherz

Gutachter: Prof. Dr. Pancherz

Gutachter: Prof. Dr. Stürz

Tag der Disputation: 07.08.2002



*Meiner Familie und  
meinen Freunden  
gewidmet*



**INHALTSVERZEICHNIS**

	<b>Seite</b>	
<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	
1.1	Der Distalbiss (Klasse II/1)	1
1.2	Ätiologie der Klasse II/1	2
1.3	Kieferorthopädische Behandlung der Angle-Klasse II/1 mit funktionskieferorthopädischen Geräten	2
1.4	Kieferorthopädische Behandlung der Angle-Klasse II/1 mit der Herbst-Apparatur	3
1.5	Wachstumsanalyse	5
<b>2</b>	<b>ZIEL DER UNTERSUCHUNG</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>PROBANDENGUT UND UNTERSUCHUNGSGRUPPEN</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>METHODE</b>	
4.1	Auswertung von Fernröntgenseitenbilder (FRS)	10
4.2	Definition der kephalometrischen Messpunkte	11
4.3	Definition der kephalometrischen Referenzlinien	13
4.4	Superponierung	14
4.5	Messvariablen	14
4.6	Statistische Methode	20
4.7	Bestimmung des Methodenfehlers	20
<b>5</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>23</b>
5.1	Vertikale Kieferrelation	31
5.2	Sagittale Kieferrelation	46
5.3	Gesichtsprofil	76
5.4	Lippenposition	91

	<b>Seite</b>
<b>5.5 Gesichtshöhe</b>	<b>101</b>
<b>6 DISKUSSION</b>	
<b>6.1 Probanden</b>	<b>111</b>
<b>6.2 Methode</b>	<b>111</b>
<b>6.3 Ergebnisse</b>	
6.3.1 Vertikale Kieferrelation (ML/NSL, NL/NSL, NL/ML)	<b>112</b>
6.3.2 Sagittale Kieferrelation (SNA, SNB, SNPG, ANB, ANPg, Wits)	<b>113</b>
6.3.3 Gesichtsprofil (NAPg, NsSnPgs, NsNoPgs)	<b>115</b>
6.3.4 Lippenposition (OL-E-Linie, UL-E-Linie)	<b>116</b>
6.3.5 Gesichtshöhenindex ( G-Index ant., G-Index post.)	<b>117</b>
<b>7 SCHLUSSFOLGERUNG</b>	<b>119</b>
<b>8 ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>120</b>
<b>9 SUMMARY</b>	<b>122</b>
<b>10 LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>124</b>
<b>11 ANHANG</b>	<b>132</b>

## 1. EINLEITUNG

### 1.1 Der Distalbiss (Klasse II/1)

ANGLE (1913) klassifizierte erstmals die sagittale Fehllage der Zahnbögen von Unterkiefer zu Oberkiefer. Er definierte drei Bisslagen: Neutralbiss, Distalbiss und Mesialbiss. Der Distalbiss vom Typ Klasse II/1 wird durch eine Distalrelation des unteren Zahnbogens gegenüber dem oberen Zahnbogen und einem vergrößerten sagittalen Überbiss (Overjet) definiert.

Die sagittale Kieferrelation, ausgedrückt durch den sogenannten ANB-Winkel, kann bei der Klasse II/1 stark variieren. Meist sieht man eine skelettale Klasse II- Lagebeziehung, mit einem ANB- Winkel größer als  $5^\circ$ . Häufig findet man aber auch eine skelettale Klasse I- Lagebeziehung, mit einem ANB- Winkel zwischen  $0^\circ$  und  $5^\circ$  (HOYER, 1995).

Auch die vertikale Kieferrelation, ausgedrückt durch den sogenannten ML/NSL-Winkel zeigt bei der Klasse II/1 eine große Streuung. Meist liegt eine normodivergente Kieferrelation (ML/NSL  $26^\circ$ - $38^\circ$ ) vor. Eine hyperdivergente (ML/NSL  $>38^\circ$ ) sowie eine hypodivergente (ML/NSL  $< 26^\circ$ ) Kieferrelation ist aber auch zu finden (HOYER, 1995).

### 1.2 Ätiologie der Klasse II/1

Lange Zeit machte man ausschließlich exogene Faktoren für die Entstehung einer Klasse II/1 verantwortlich. Hierbei spielen Habits wie Lutschen, Lippenbeißen und Lippensaugen eine große Rolle. Dass auch endogene Faktoren eine Angle-Klasse II/1 verursachen können, hielt man lange Zeit für ausgeschlossen. Nach Untersuchungen unter anderem von TAMMOSCHEIT (1971) und RASSL (1978) sind aber Erbfaktoren als Mitverursacher einer Klasse II/1 nicht mehr auszuschließen.

Weiterhin muss erwähnt werden, dass Wachstumsstörungen bedingt beispielsweise durch Gelenkfrakturen, Osteomyelitis oder Ankylose, zu einer Mikrogenie und somit zu einer Klasse II/1 führen können.

### 1.3 Kieferorthopädische Behandlung der Angle- Klasse II/1 mit funktionskieferorthopädischen Geräten

Bereits 1877 sind von KINGSLEY die ersten Distalbissbehandlungen (Klasse II/1) durchgeführt worden, um durch sogenanntes "jumping the bite" das Unterkieferwachstum anzuregen. In Tierversuchen, bei welchen die Mandibula zwangsweise vorverlagert wurde, konnte die Stimulierbarkeit des kondylären Unterkieferwachstums nachgewiesen werden (BREITNER, 1940; ELGOYHEN et al., 1972; STÖCKLI & WILLERT, 1971; MCNAMARA, 1973).

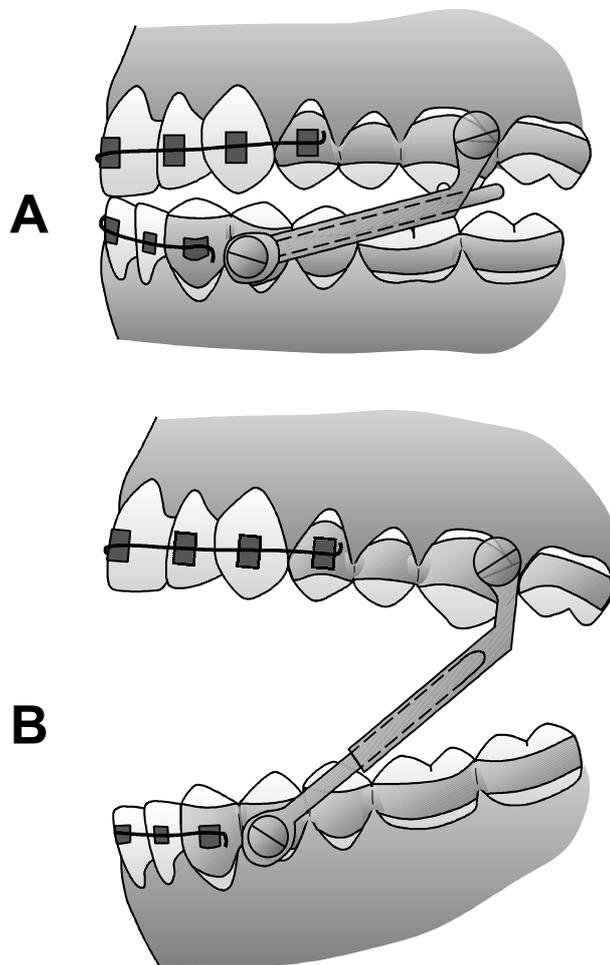
Das Prinzip des "jumping the bite" zur Distalbissbehandlung kommt weiterhin in der heutigen Kieferorthopädie zur Anwendung. Hierfür werden herausnehmbare funktionskieferorthopädische Apparaturen verwendet. Diese Geräte, wie beispielsweise der Aktivator (ANDRESEN, 1936), Bionator (BALTERS, 1964), oder der Funktionsregler (FRÄNKEL, 1964) halten den Unterkiefer beim Zusammenbiss in einer anterioren Lage.

Die Möglichkeit einer Wachstumsstimulierung des Unterkiefers mit abnehmbaren funktionskieferorthopädischen Geräten wird aber kontrovers diskutiert. Einige Untersuchungen deuten auf eine Förderung des kondylären Wachstums hin (BIRKEBAEK et al., 1984; EHMER, 1985). Andere Untersuchungen hingegen sehen die Okklusionsveränderungen als Folge dentoalveolärer Umbauvorgänge (BJÖRK, 1951; JAKOBSSON, 1967; PANCHERZ, 1976).

### **1.4 Kieferorthopädische Behandlung der Angle Klasse II/1 mit der Herbst-Apparatur**

EMIL HERBST entwickelte im Jahre 1909 eine bimaxilläre festsitzende Apparatur zur Vorentwicklung des Unterkiefers. Die Apparatur arbeitet auch nach dem Prinzip des "jumping the bite" und könnte als festsitzendes funktionskieferorthopädisches Gerät bezeichnet werden. Auf jeder Seite des Kiefers hält ein Teleskopmechanismus, bestehend aus Gleitstange und Führungsrohr, die Mandibula kontinuierlich in einer nach anterior versetzte Position (Abb. 1). Alle Funktionen des Unterkiefers (Sprechen, Kauen, Schlucken) werden in dieser Lage durchgeführt. Im Vergleich zu herausnehmbaren funktionskieferorthopädischen Geräten hat die Herbst-Apparatur den Vorteil, dass sie 24 Stunden wirkt und nicht von der Patientenmitarbeit abhängig ist. Nach ca. 6-8 Monaten führt die Behandlung in der Regel zu einer Normalisierung der sagittalen Okklusionsabweichung. Dafür sind sowohl dentoalveoläre als auch skelettale Veränderungen verantwortlich (PANCHERZ, 1979, 1982a, 1982b, WIESLANDER, 1984; PANCHERZ & HANSEN, 1986; PANCHERZ & ANEHUS- PANCHERZ, 1993; RUF & PANCHERZ, 1996; PAULSEN, 1997; RUF & PANCHERZ, 1998).

Die stimulierende Wirkung der Herbst-Apparatur auf das Unterkieferwachstum ist in mehreren röntgenkephalometrischen Studien belegt worden (PANCHERZ, 1979; PANCHERZ, 1982a; PANCHERZ & LITTMANN, 1989, WIESLANDER, 1984). Umbauvorgänge im Bereich des Kondylus und der Fossa articularis bei der Herbst-Behandlung konnten sowohl mit Kiefergelenksröntgen (PANCHERZ, 1979; WIESLANDER, 1984; DECRUE & WIESLANDER, 1990) als auch mit Hilfe der Magnetresonanztomographie (MRT) (RUF & PANCHERZ, 1998, 1999) nachgewiesen werden.



**Abb. 1:** Darstellung der Herbst-Apparatur. A: Beim Zusammenbiss, B: bei Mundöffnung

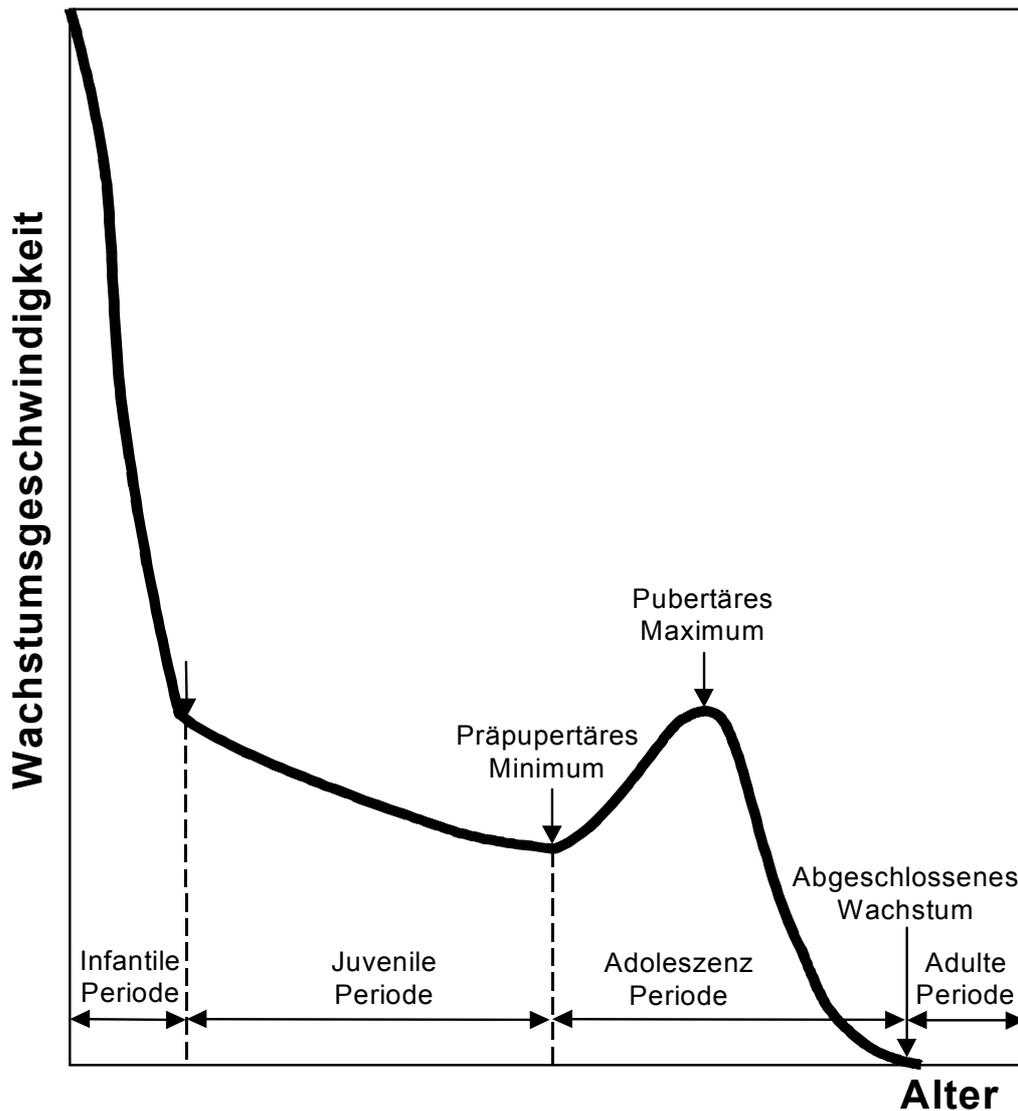
### 1.5 Wachstumsanalyse

Das Ausmaß des Körper- und Kieferwachstums ist in den verschiedenen Lebensabschnitten unterschiedlich. Die Wachstumsgeschwindigkeit kann an Hand einer Wachstumskurve dargestellt und in vier Perioden eingeteilt werden (BJÖRK & HELM, 1967) (Abb. 2):

1. Infantile Periode (0-4 Jahre)
2. Juvenile Periode (4-11 Jahren)
3. Adoleszenz Periode (11-18 Jahre)
4. Adulte Periode (ab 18 Jahre)

In der Infantilen Periode ist die Wachstumsgeschwindigkeit am Anfang sehr groß, fällt aber steil bis zum Übergang in die Juvenile Periode ab. In der Juvenilen Periode ändert sich die Wachstumsgeschwindigkeit wenig und liegt auf einem niedrigen Niveau. In der Adoleszenz Periode steigt die Wachstumsgeschwindigkeit kontinuierlich bis zu einem Gipfel (Peak) an und nimmt dann kontinuierlich ab. In der nachfolgenden Adulten Periode ist kein Wachstum mehr vorhanden.

Man unterscheidet in der Adoleszenz Periode eine Pre-Peak, Peak und Post-Peak Periode. Für die Festlegung der aktuellen Periode der Wachstumsgeschwindigkeit ist die Bestimmung der skelettalen Reife mit Hilfe von Handröntgenbildern von großer Bedeutung. In der kieferorthopädischen Abteilung der Justus-Liebig-Universität in Gießen wird das Verfahren von HÄGG & TARANGER (1980) verwendet.



**Abb. 2:** Periodische Variation der Wachstumsgeschwindigkeit von der Geburt bis zum Wachstumsabschluss

Bei der Behandlung mit abnehmbaren funktionskieferorthopädischen Geräten versucht man, den Wachstumsschub in der Pre-Peak und Peak-Periode für eine optimale Beeinflussung des Kieferwachstums auszunutzen. In der Post-Peak-Periode ist der Erfolg mit diesen Geräten aber nicht mehr gegeben, u. a. weil die Wachstumsintensität klein ist, die Geräte nur einen Teil des Tages getragen werden und die Behandlung relativ lang ist. Auf Grund der ganztägigen Tragezeit und der kurzen Behandlungsdauer mit der Herbst-Apparatur scheint es jedoch möglich, das Restwachstum in der Post-Peak-Periode vorteilhaft für skelettofaziale Veränderungen zu nutzen (HANSEN & PANCHERZ, 1991).

### 2. ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, das Ausmaß der skelettofazialen Veränderungen bis zum Wachstumsabschluss bei der Distalbissbehandlung (Klasse II/1) von Jugendlichen mit der Herbst-Apparatur unter Berücksichtigung der Wachstumsperiode zum Zeitpunkt der Behandlung zu ermitteln. Es handelte sich dabei um einen Vergleich von drei Perioden in Bezug zum pubertären Wachstumsgipfel: Pre-Peak, Peak und Post-Peak.

Die Untersuchung sollte im einzelnen folgende Fragen beantworten:

- Treten spezifische Unterschiede zwischen den verschiedenen Wachstumsperioden auf?
- Wann ist der beste Zeitpunkt für eine Herbst-Behandlung?

### 3. PROBANDENGUT UND UNTERSUCHUNGSGRUPPEN

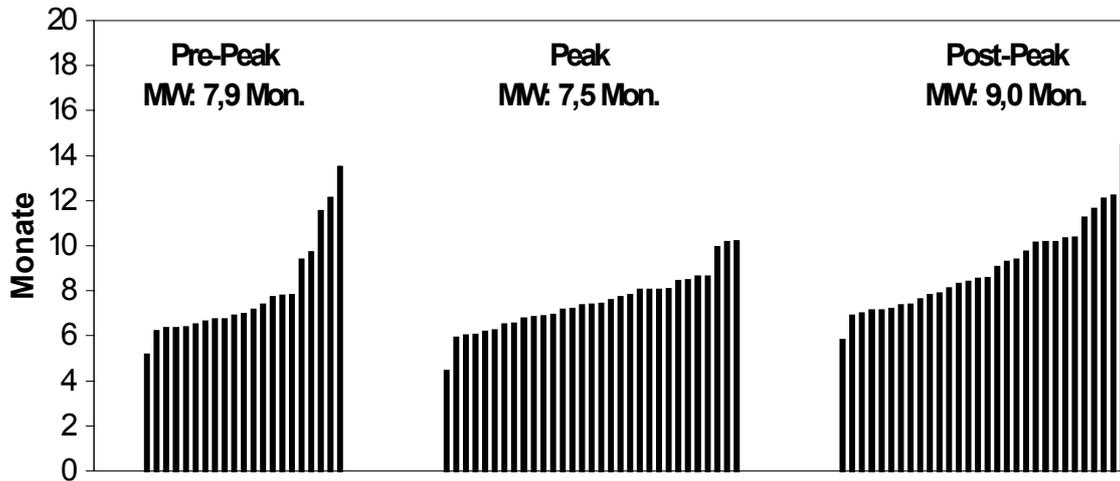
Untersucht wurden 82 Probanden der Angle Klasse II/1, die mit der Herbst-Apparatur behandelt und bis zum Wachstumsabschluss nachuntersucht wurden. Siebzig Probanden stammten aus dem Patientengut der Abteilung für Kieferorthopädie der Universität Lund in Malmö, Schweden und 12 Probanden aus dem Patientengut der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität Gießen. Von den 82 Probanden waren 37 (45 %) weiblich und 45 (55 %) männlich. Alle Probanden wurden erfolgreich behandelt: Nach der Behandlung lagen eine Neutralokklusion und normale Überbissverhältnisse vor.

Die 82 Probanden wurden anhand der skelettalen Reife nach aktiver Behandlung in drei Wachstumsgruppen in Bezug zum pubertären Wachstumsgipfel (Peak) eingeteilt (PANCHERZ & HÄGG, 1985). Die skelettale Reife wurde dabei anhand von Handröntgenaufnahmen festgestellt. Die Epiphysen-Diaphysen Fuge des mittleren Phalanx des Mittelfingers (MP3) wurde nach der Methode von HÄGG und TARANGER (1980) beurteilt. Die Probanden verteilten sich dabei wie folgt:

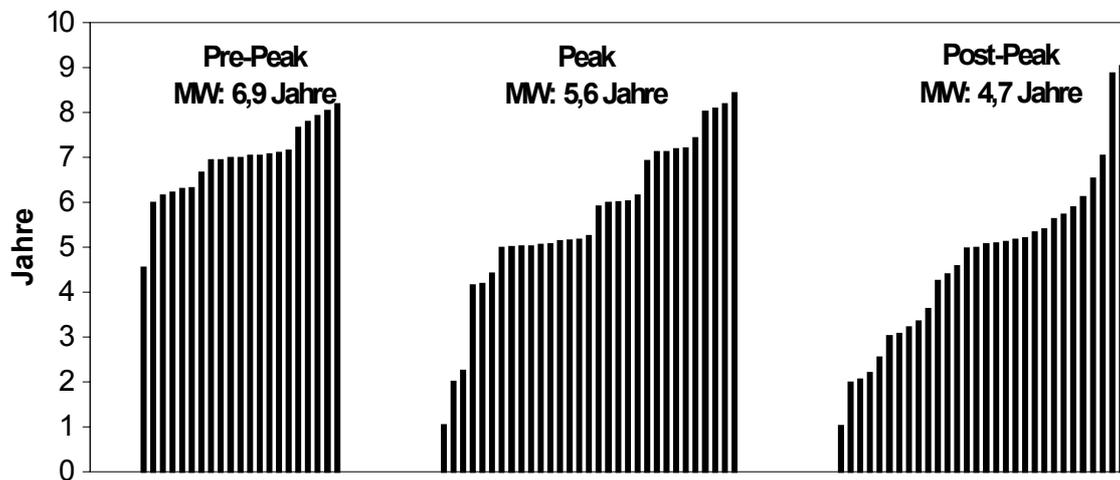
Wachstumsgruppe	Skelettale Reife	Anzahl Probanden
<b>Pre-Peak</b>	<b>MP3-E oder -F</b>	<b>21</b>
<b>Peak</b>	<b>MP3-FG oder -G</b>	<b>31</b>
<b>Post-Peak</b>	<b>MP3-H oder -I</b>	<b>30</b>

### 3. PROBANDENGUT & UNTERSUCHUNGSGRUPPEN

Die durchschnittliche Behandlungsdauer, sowie der Nachuntersuchungszeitraum vom Behandlungsende bis zum Wachstumsabschluss der einzelnen Wachstumsgruppen sind in nachfolgenden Abbildungen dargestellt (Abb. 3 und 4):



**Abb. 3: Behandlungsdauer** (Monate) Aufsteigende Reihung der Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30)



**Abb. 4: Nachuntersuchungszeitraum** (Jahre) Aufsteigende Reihung der Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30)

### 4. METHODE

#### 4.1 Auswertung von Fernröntgenseitenbildern (FRS)

Von jedem der 82 Probanden wurden drei Fernröntgenseitenbilder des Kopfes (FRS) zu folgenden Zeitpunkten ausgewertet:

- T1** vor Herbst-Behandlung
- T2** direkt nach Herbst-Behandlung
- T3** nach Wachstumsabschluss

Der Wachstumsabschluss war gekennzeichnet durch das R-J Stadium (HÄGG & TARANGER, 1980), welches eine geschlossene Epiphysen-Diaphysen Fuge des Radius bedeutet.

Die röntgenkephalometrischen Veränderungen wurden während folgender Untersuchungszeiträume festgehalten:

- T2-T1:** Therapeutischer Zeitraum
- T3-T2:** Posttherapeutischer Zeitraum
- T3-T1:** Totaler Untersuchungszeitraum

Die kepalometrischen Referenzpunkte wurden mit einem Druckbleistift der Stärke 0,3mm und der Härte 2H auf einer Acetat-Tracing-Folie gekennzeichnet. Röntgentechnisch bedingte Doppelkonturen wurden gemittelt. Strecken- und Winkelmessungen erfolgten mit einem Geodreieck mit Millimeter bzw. Grad Einteilung. Die Messgenauigkeit betrug 0,5 Millimeter respektive 0,5 Grad.

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 Vermessungen als endgültiger Messwert herangezogen.

### 4.2 Definition der kephalometrischen Messpunkte

- S** Sella-Punkt  
Mittelpunkt der knöchernen Krypte der Sella turcica.
- N** Nasion  
Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Sutura nasofrontalis.
- A** A-Punkt  
Der tiefste Punkt der Einziehung im Bereich der anterioren Kontur des Processus alveolaris des Oberkiefers (kaudal der Spina nasalis anterior).
- B** B-Punkt  
Der tiefste Punkt der Einziehung im Bereich der anterioren Kontur des Processus alveolaris im Unterkiefer.
- AO** Rechtwinklige Projektion des Punktes **A** auf die Okklusionsebene **OE** (siehe Referenzlinien).
- BO** Rechtwinklige Projektion des Punktes **B** auf die Okklusionsebene **OE** (siehe Referenzlinien).
- Pg** Pogonion  
Der am weitesten nach anterior vorspringende Punkt des knöchernen Kinns.

- Sp** Spina nasalis anterior  
Spitze der spina nasalis anterior.
- Pm** Pterygomaxillare  
Schnittpunkt der hinteren Kontur des Corpus maxillae bzw. des Fossa pterygopalatina-Schattens mit der Kontur des harten/weichen Gaumens.
- Gn** Gnathion  
Der am weitesten kaudal (bezogen auf die Horizontalebene **N-S**) gelegene Punkt der Unterkiefersymphyse.
- Is** Incision superior  
Die Schneidekante des oberen mittleren Schneidezahnes.
- Go`** Gonion (konstruierter Punkt)  
Schnittpunkt zwischen der Tangente am Unterkieferrand durch den Punkt **Gn** und der parallel verschobenen Linie **N-Gn** durch den Punkt **S**.
- Spa** Schnittpunkt zwischen den Linien **N-Gn** und **Sp-Pm**.
- Spp** Schnittpunkt der parallel verschobenen Linie **N-Gn** durch den Punkt **S** mit der Linie **Sp-Pm**.
- Ns** Weichteilnasion  
Der am weitesten posterior gelegene Punkt im Weichteilbereich zwischen Nase und Stirn.
- No** Nasenspitze  
Vorderster Punkt an der Nase.

- Sn** Subnasale  
Der am weitesten posterior gelegene Punkt der Einziehung zwischen Nase und Oberlippe.
- Pgs** Weichteil-Pogonion  
Vorderster Punkt im Weichteilbereich des Kinns.
- OL** Oberlippe  
Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Oberlippe.
- UL** Unterlippe  
Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Unterlippe.

### 4.3 Definition der kephalometrischen Referenzlinien

- NSL** Nasion-Sella-Linie  
Verbindungsline zwischen den Punkten **N** und **S**.
- NL** Nasal-Linie  
Verbindungsline zwischen den Punkten **Sp** und **Pm**.
- ML** Mandibular-Linie  
Linie durch den Punkt **Gn** und den am weitesten kaudal gelegenen Punkt des Corpus mandibulae am Kieferwinkel.
- OE** Okklusionsebene  
Verbindungsline zwischen der distobukkalen Höckerspitze des oberen ersten Molaren und dem Punkt **Is**.
- EL** "Esthetic-Line" (nach Ricketts)  
Verbindungsline zwischen den Punkten **No** und **Pgs**.

### 4.4 Superponierung

Die Referenzpunkte **N** und **S** der Fernröntgenseitenbilder T1 und T2 wurden nach anatomischen Gesichtspunkten ermittelt. Die NSL-Linie und der Punkt **N** des Fernröntgenseitenbildes T3 wurde jedoch nach Superponierung der Bilder T2 und T3 von dem Bild T2 übernommen. Die Superponierung der Bilder erfolgte über die vordere Schädelbasis wobei folgende stabile Knochenstrukturen verwendet wurden:

- Vorderwand der Sella turcica
- Umriss der Lamina cribriformis
- Konturen des frontoethmoidalen Knochenrandes beidseits
- Vorderwände der medianen cranialen Fossa

### 4.5 Messvariablen

#### Vertikale Kieferrelation (Abb. 5)

<b>ML/NSL</b>	Mandibularbasiswinkel Winkel zwischen den Linien ML und NSL.
<b>NL/NSL</b>	Winkel zwischen den Linien NL und NSL.
<b>ML/NL</b>	Kieferbasiswinkel Winkel zwischen den Linien ML und NL.

### Sagittale Kieferrelation (Abb. 6 und 7)

<b>SNA</b>	Winkel zwischen den Linien S-N und N-A.
<b>SNB</b>	Winkel zwischen den Linien S-N und N-B.
<b>SNPg</b>	Winkel zwischen den Linien S-N und N-Pg.
<b>ANB</b>	Winkel zwischen den Linien A-N und N-B.
<b>ANPg</b>	Winkel zwischen den Linien A-N und N-Pg.
<b>Wits</b>	“Wits Appraisal“, Abstand der senkrechten Projektion der Punkte A und B auf der Okklusionsebene (OE). Liegt A0 vor B0, ist der Wert positiv. Liegt B0 vor A0 ist der Wert negativ.

### Profilkonvexität (Abb. 8)

<b>NAPg</b>	Winkel zwischen den Linien N-A und A-Pg.
<b>NsSnPgs</b>	Winkel zwischen den Linien Ns-Sn und Sn-Pgs.
<b>NsNoPgs</b>	Winkel zwischen den Linien Ns-No und No-Pgs.

### Lippenposition (Abb. 9)

**OL-E-Linie** Rechtwinkliger Abstand des Punktes OL zur Esthetic-Line.

**UL-E-Linie** Rechtwinkliger Abstand des Punktes UL zur Esthetic-Line.

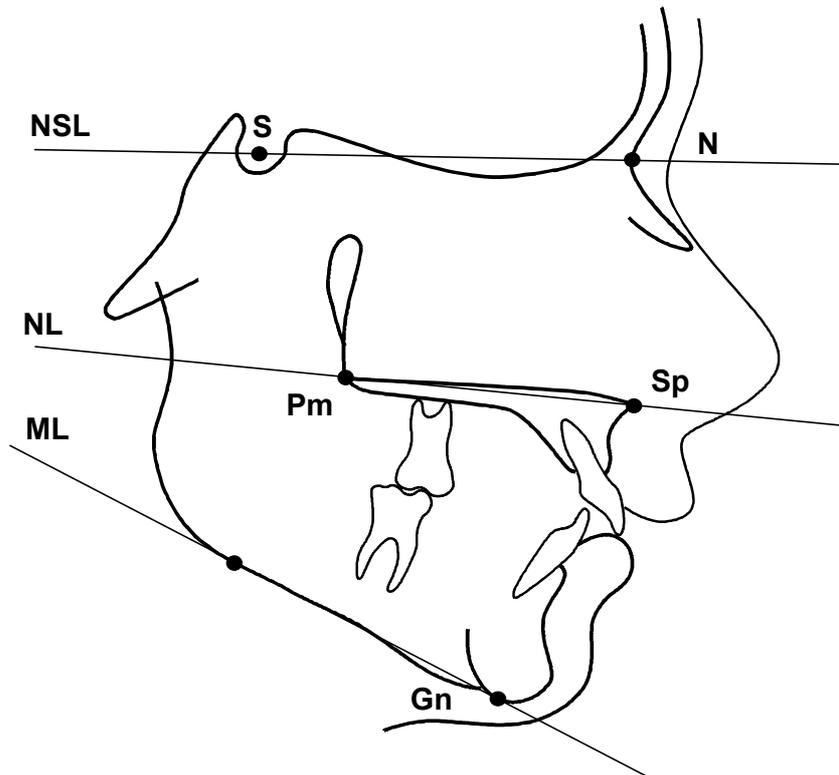
### Gesichtshöhe (Abb. 10)

**G-Index ant.** Gesichtshöhenindex anterior  
Verhältnis vordere untere Gesichtshöhe zur gesamten vorderen Gesichtshöhe:

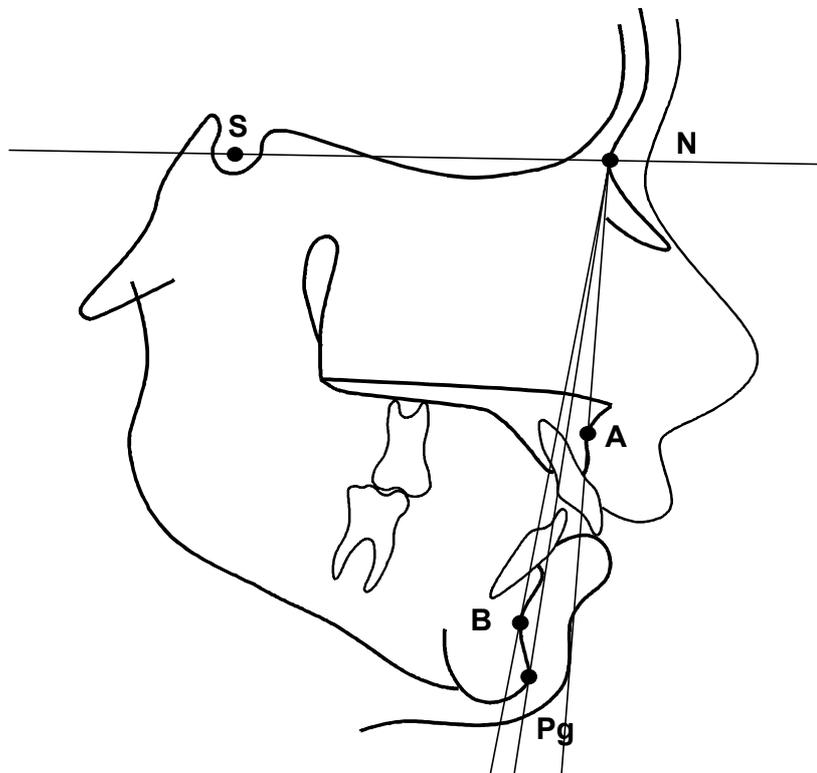
$$\frac{\mathbf{Spa - Gn}}{\mathbf{N - Gn}} \times 100$$

**G-Index post.** Gesichtshöhenindex posterior  
Verhältnis hintere untere Gesichtshöhe zur gesamten hinteren Gesichtshöhe:

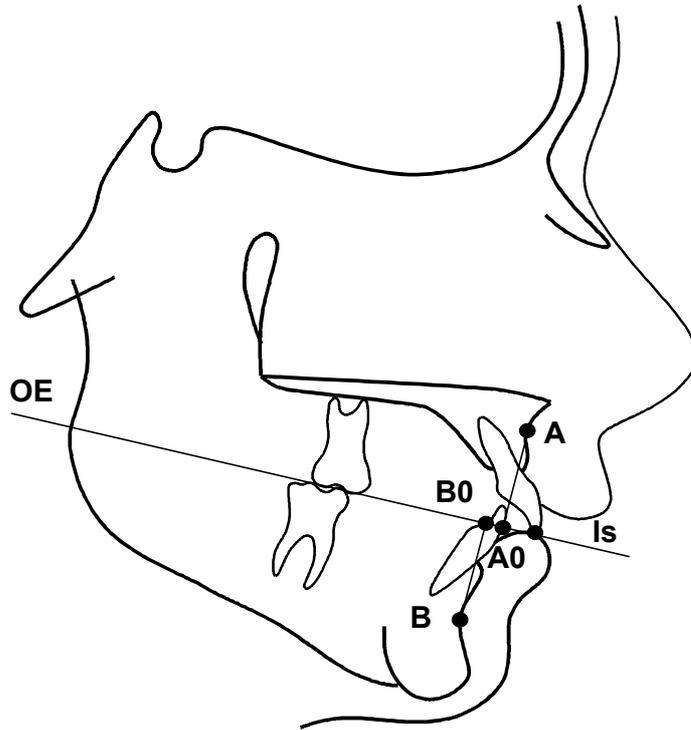
$$\frac{\mathbf{Spp - Go`}}{\mathbf{S - Go`}} \times 100$$



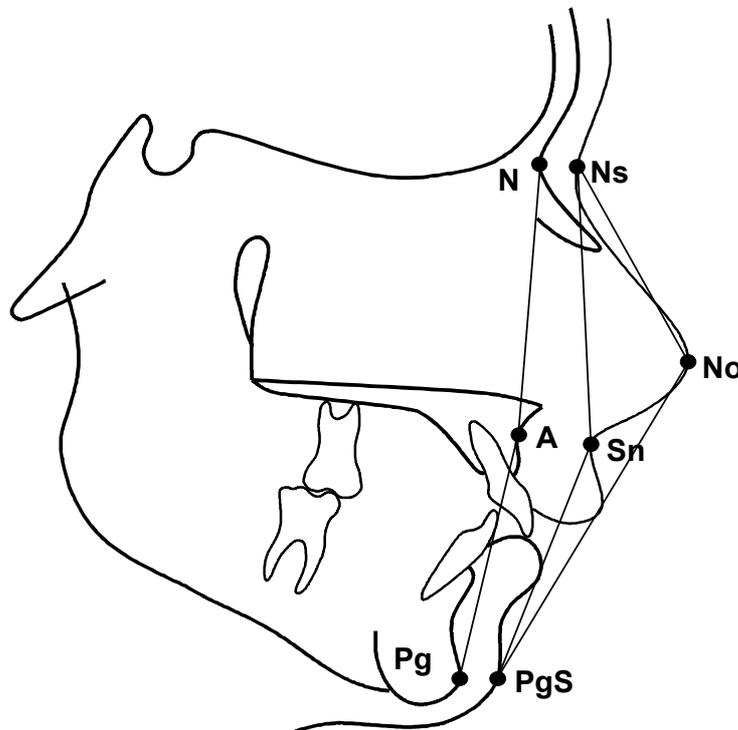
**Abb. 5:** Anguläre Variablen (in Grad) zur Ermittlung der vertikalen Kieferrelation: ML/NSL, NL/NSL und NL/ML



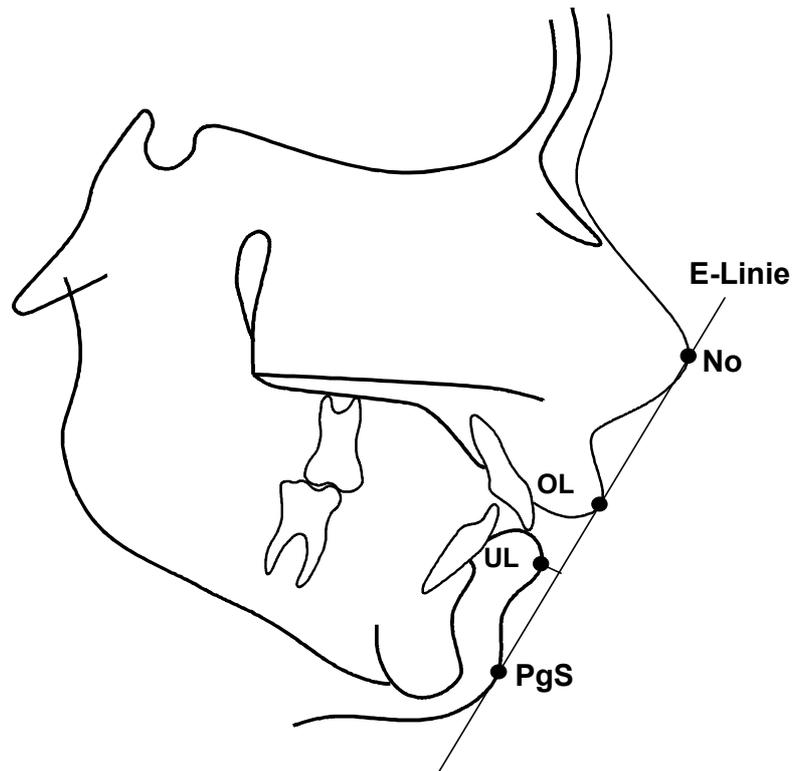
**Abb. 6:** Anguläre Variablen (in Grad) zur Ermittlung der sagittalen Kieferrelation: SNA, SNB, SNPg, ANB und ANPg



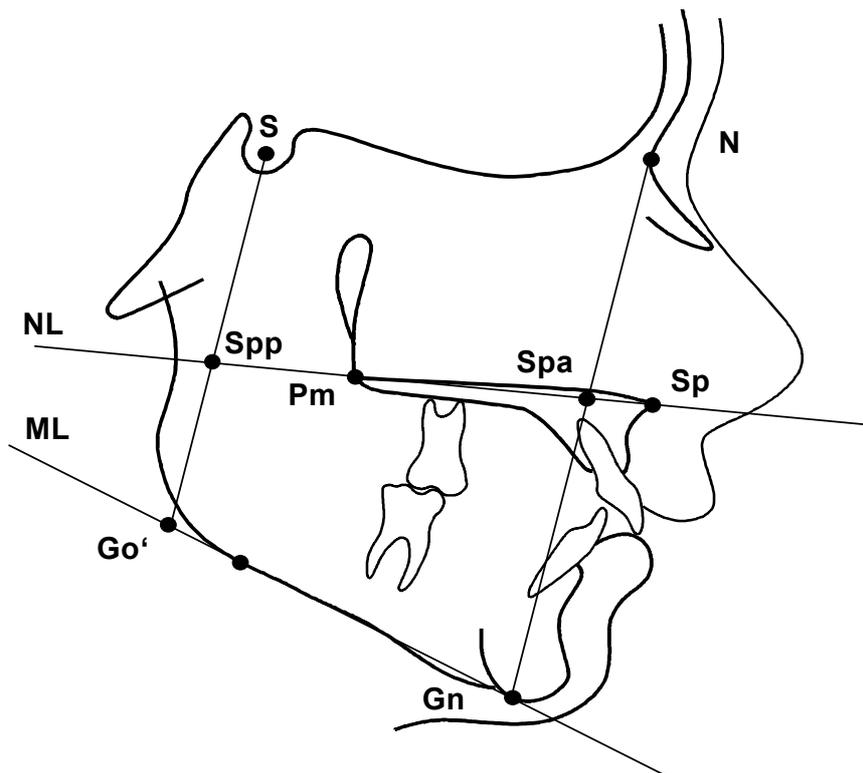
**Abb. 7:** Lineare Variable (in mm) zur Ermittlung der sagittalen Kieferrelation: Wits = Abstand A0-B0



**Abb. 8:** Anguläre Variablen (in Grad) zur Ermittlung der Profilkonvexität: NAPg, NsSnPgS und NsNoPgS



**Abb. 9:** Lineare Variablen (in mm) zur Ermittlung der Lippenposition: Abstand OL-E-Linie und UL-E-Linie



**Abb. 10:** Variablen zur Ermittlung des Verhältnis der unteren Gesichtshöhe zur gesamten Gesichtshöhe: G-Index ant. =  $\frac{Spa - Gn}{N - Gn} \times 100$ , G-Index post. =  $\frac{Spp - Go'}{S - Go'} \times 100$

### 4.6 Statistische Methode

Die statistische Auswertung der gewonnenen Daten wurde mittels des Computerprogrammes "Microsoft Excel 97" durchgeführt.

In allen Gruppen wurde von jeder Variablen der Mittelwert (MW) und die Standardabweichung (SD) berechnet. Mit Hilfe des Student-t-Tests für abhängige und unabhängige Stichproben wurden Veränderungen innerhalb der einzelnen Gruppen bzw. Unterschiede zwischen den Gruppen bewertet.

Folgende Signifikanzniveaus kamen zur Anwendung:

$p < 0,001$	(***)
$p < 0,01$	(**)
$p < 0,05$	(*)
$p \geq 0,05$	(n.s.) nicht signifikant

### 4.7 Bestimmung des Methodenfehlers

Um den totalen Methodenfehler bei der Lokalisation und Einzeichnung der Referenzpunkte, der Überlagerung der Röntgenbilder sowie der Messung der Veränderungen der Untersuchungsvariablen während der verschiedenen Untersuchungszeitpunkte zu bestimmen, wurden Doppelmessungen aller Bilder mit einem zeitlichen Abstand von mindestens zwei Wochen durchgeführt.

Zur Berechnung des Methodenfehlers (MF) wurde folgende Formel (DAHLBERG, 1940) verwendet.

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

d= Differenz der Doppelmessungen

n= Anzahl der Probanden

Die Methodenfehler der einzelnen Variablen zu den drei Untersuchungszeitpunkten und Untersuchungszeiträumen sind in Tabelle 1 (Seite 22) zu finden.

**Tabelle 1:** Methodenfehlerbestimmung nach Doppelmessungen. T1= Behandlungsbeginn, T2= Behandlungsende, T3= nach Wachstumsabschluss. Beurteilung der Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30) (siehe Methode).

Variable	Pre-Peak			Peak			Post-Peak						
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	
ML/NSL (Grad)	0,54	0,83	0,69	0,80	0,44	0,48	0,60	0,55	0,76	0,72	0,50	0,54	0,54
NL/NSL (Grad)	0,41	0,54	0,78	0,79	0,44	0,37	0,54	0,55	0,68	0,61	0,52	0,50	0,72
NL/ML (Grad)	0,62	0,53	0,52	0,83	0,53	0,46	0,42	0,56	0,63	0,75	0,53	0,54	0,60
SNA (Grad)	0,65	0,69	0,87	0,97	0,28	0,38	0,44	0,35	0,40	0,40	0,25	0,39	0,42
SNB (Grad)	0,55	0,65	0,76	0,87	0,39	0,37	0,44	0,55	0,56	0,48	0,31	0,43	0,40
SNP <sub>g</sub> (Grad)	0,60	0,59	0,71	0,94	0,23	0,41	0,46	0,50	0,70	0,40	0,37	0,42	0,40
ANB (Grad)	0,31	0,37	0,51	0,51	0,30	0,38	0,36	0,47	0,50	0,38	0,37	0,29	0,38
ANP <sub>g</sub> (Grad)	0,38	0,42	0,60	0,60	0,32	0,38	0,43	0,47	0,56	0,42	0,40	0,32	0,39
Wits (mm)	0,42	0,58	0,51	0,47	0,46	0,44	0,53	0,61	0,63	0,65	0,50	0,56	0,44
NAP <sub>g</sub> (Grad)	0,63	0,52	0,88	1,11	0,55	0,67	0,69	0,78	0,90	0,87	0,49	0,52	0,58
NsSnP <sub>gs</sub> (Grad)	0,89	0,83	0,98	1,03	0,69	0,68	0,64	0,86	0,89	1,03	0,63	0,54	0,69
NsNoP <sub>gs</sub> (Grad)	0,83	0,91	0,93	1,20	0,62	0,64	0,58	0,89	0,88	0,84	0,57	0,55	0,59
OL-E-Linie (mm)	0,34	0,35	0,46	0,55	0,28	0,36	0,22	0,43	0,46	0,32	0,37	0,35	0,33
UL-E-Linie (mm)	0,38	0,37	0,38	0,44	0,32	0,30	0,34	0,48	0,42	0,44	0,45	0,19	0,24
G-Index ant.	0,93	0,55	0,54	0,95	0,35	0,33	0,34	0,41	0,40	0,47	0,38	0,31	0,30
G-Index post.	0,86	0,88	0,94	1,18	0,64	0,53	0,52	0,67	0,77	0,71	0,61	0,42	0,53

### 5. ERGEBNISSE

In Tabelle 2 (Seite 24) sind die gemessenen Werte der weiblichen und in Tabelle 3 (Seite 25) die der männlichen Probanden dargestellt. In Tabelle 4 (Seite 26) ist der Vergleich zwischen den Geschlechtern zu finden.

Da die weibliche Pre-Peak Gruppe sehr klein war ( $n=3$ ) und beim Geschlechtsvergleich der Peak und Post-Peak Probanden nur vereinzelt ein statistischer Unterschied vorlag, wurden in der weiteren Darstellung der Ergebnisse die weiblichen und männlichen Probanden zusammen beurteilt.

Die gemessenen Werte der 82 Herbst-Probanden der drei Wachstumsgruppen sind in Tabelle 5 (Seite 27) zu sehen. Die Vergleiche der Wachstumsgruppen zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten sind in Tabelle 6 (Seite 28) und die Vergleiche der zeitlichen Veränderung innerhalb der Wachstumsgruppen in Tabelle 7 (Seite 29) dargestellt. Die Vergleiche der zeitlichen Veränderungen zwischen den Wachstumsgruppen sind in Tabelle 8 (Seite 30) zu finden.

Die individuellen Veränderungen der einzelnen Variablen zu den unterschiedlichen Untersuchungszeiträumen sind in den Abbildungen 11-26 dargestellt.

Im Anhang sind die individuellen Daten aller weiblichen und männlichen Herbst-Probanden aufgelistet (Tabelle A1-A16).

**Tabelle 2:** Messwerte (MW, SD) der 37 weiblichen Herbst- Probanden.  
 T1= Behandlungsbeginn, T2= Behandlungsende, T3= nach Wachstumsabschluss. Beurteilung der Probanden  
 in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=3), Peak (n=12), Post- Peak (n=22) (siehe Methode).

Variable	Pre-Peak						Peak						Post-Peak					
	T1		T2		T3		T1		T2		T3		T1		T2		T3	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
ML/NSL (Grad)	38,7	2,31	39,3	1,61	38,7	3,62	32,7	6,34	32,8	5,90	31,3	6,86	31,0	4,06	31,4	3,73	30,2	3,62
NL/NSL (Grad)	9,6	2,45	10,2	1,44	10,9	1,66	8,4	3,44	8,4	4,16	8,2	4,32	8,2	3,15	8,4	3,28	8,4	3,10
NL/ML (Grad)	29,1	0,14	29,2	0,29	27,8	1,95	24,4	5,57	24,4	5,39	23,0	5,49	22,4	3,81	23,0	3,42	21,8	4,14
SNA (Grad)	79,3	1,89	79,0	1,32	80,3	2,31	81,6	3,93	81,3	3,81	83,4	5,58	81,8	3,29	81,6	3,15	81,9	3,24
SNB (Grad)	72,3	1,89	73,5	1,73	74,2	2,89	75,6	4,46	77,0	4,36	78,1	5,06	76,1	3,53	77,2	3,57	77,4	3,37
SNPp (Grad)	72,5	2,18	73,7	2,02	74,2	3,33	76,8	4,63	78,1	4,58	79,2	5,48	77,6	3,88	78,5	3,85	78,8	3,67
ANB (Grad)	7,0	0,00	5,5	0,50	6,2	0,58	6,1	1,46	4,2	1,51	5,3	1,44	5,7	1,60	4,4	1,63	4,5	1,55
ANPp (Grad)	6,8	0,29	5,3	0,76	6,2	1,04	4,8	1,99	3,1	1,87	4,2	1,55	4,2	2,45	3,1	2,23	3,1	2,24
Wits (mm)	3,2	2,02	-0,9	0,38	0,4	0,72	3,4	2,21	-1,0	2,46	0,7	1,61	2,8	2,34	-0,8	2,69	1,0	2,27
NAPg (Grad)	165,1	1,18	168,2	1,61	168,3	2,08	169,9	4,02	173,5	3,24	173,0	2,52	171,1	5,00	173,3	4,95	173,3	4,74
NsSnPgs (Grad)	154,9	0,88	159,2	0,29	158,4	3,99	156,1	3,82	158,6	4,89	159,7	3,88	155,8	4,64	159,0	4,49	159,4	4,61
NsNoPgs (Grad)	127,4	0,29	129,1	0,52	124,1	3,84	127,8	2,50	129,6	2,70	128,7	2,61	125,1	4,08	127,6	3,47	126,5	3,91
OL-E-Linie (mm)	-0,3	1,30	-3,2	2,02	-4,8	3,18	-0,2	1,93	-1,3	1,41	-3,3	1,70	-1,7	1,93	-3,5	2,58	-4,1	2,01
UL-E-Linie (mm)	1,7	2,53	-0,3	3,25	-1,9	4,40	-0,1	2,93	0,0	2,40	-2,6	2,42	-0,7	2,72	1,3	2,98	-2,4	2,83
G-Index ant.	53,1	0,21	54,1	0,57	54,6	0,32	53,8	2,25	54,7	2,39	55,2	2,01	54,3	1,31	55,0	1,29	55,1	1,42
G-Index post.	38,9	2,18	41,8	0,28	44,0	0,25	43,4	2,95	44,4	3,36	46,7	3,15	44,6	3,93	46,0	3,90	46,9	4,20

**Tabelle 3:** Messwerte (MW, SD) der 45 männlichen Herbst- Probanden.  
 T1= Behandlungsbeginn, T2= Behandlungsende, T3= nach Wachstumsabschluss. Beurteilung der Probanden  
 in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=18), Peak (n=19), Post- Peak (n=8) (siehe Methode).

Variable	Pre-Peak						Peak						Post-Peak					
	T1		T2		T3		T1		T2		T3		T1		T2		T3	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
ML/NSL (Grad)	33,1	5,60	33,2	6,09	28,6	6,67	29,4	6,00	29,6	6,25	25,9	6,90	29,6	5,83	28,7	5,81	26,8	5,90
NL/NSL (Grad)	8,7	2,50	9,0	2,68	8,4	3,00	7,3	3,24	7,5	2,84	6,0	2,45	7,8	2,47	7,4	1,88	6,3	2,27
NL/ML (Grad)	24,4	4,85	24,2	5,01	20,1	5,57	22,1	5,04	22,1	5,56	19,9	6,19	21,8	5,99	21,3	5,50	20,4	5,61
SNA (Grad)	81,1	3,22	80,7	3,31	85,2	3,79	82,6	4,12	81,8	4,21	85,0	4,48	81,3	2,94	81,5	2,60	82,3	2,64
SNB (Grad)	74,6	2,95	75,9	3,46	79,1	3,16	76,9	3,94	78,4	3,66	80,8	3,82	75,4	2,30	77,6	2,18	78,3	2,20
SNPp (Grad)	75,4	3,08	76,6	3,60	80,0	3,31	78,7	3,85	79,9	3,78	82,7	3,91	78,2	2,38	80,0	2,33	80,7	2,39
ANB (Grad)	6,6	2,07	4,8	1,95	6,1	1,81	5,7	1,48	3,4	1,99	4,2	2,01	5,9	2,68	3,9	2,32	4,1	2,49
ANPp (Grad)	5,7	2,33	4,1	2,05	5,2	2,31	3,9	2,18	1,9	2,64	2,3	2,92	3,1	3,33	1,4	2,96	1,6	3,15
Wfpts (mm)	3,1	2,16	-0,1	2,14	1,4	1,60	3,3	1,93	-1,3	2,94	0,3	2,55	5,5	3,64	0,6	2,98	1,8	3,66
NAPp (Grad)	168,1	4,40	171,8	4,16	172,6	4,65	171,8	4,56	176,1	5,74	177,6	5,66	173,3	7,11	176,8	5,77	177,1	6,53
NsSnPgs (Grad)	154,9	4,31	157,5	4,45	156,5	3,98	156,7	4,94	160,6	6,15	161,9	6,00	154,0	5,86	158,4	5,76	158,6	6,30
NsNoPgs (Grad)	128,6	3,09	129,1	3,97	125,6	2,61	128,0	4,67	129,6	5,23	127,6	4,77	123,9	4,94	125,5	4,19	125,1	5,56
OL-E-Linie (mm)	2,1	1,90	0,2	1,57	-2,9	2,47	-0,3	2,21	-2,4	2,33	-4,9	2,48	-0,7	3,97	-3,2	4,87	-4,1	3,16
UL-E-Linie (mm)	2,9	2,29	2,6	2,12	-0,9	2,74	0,0	3,43	-0,9	3,28	-3,7	3,43	-1,6	4,25	-1,7	4,70	-3,5	4,41
G-Index ant.	54,4	1,78	54,9	2,10	55,9	2,04	55,0	1,92	55,9	1,89	56,1	2,19	54,3	1,60	55,4	1,16	55,2	1,85
G-Index post.	44,5	2,77	45,9	3,49	50,2	2,86	45,7	3,62	47,2	3,78	49,2	3,50	45,4	5,47	46,8	4,15	46,4	4,26

**Tabelle 4: Vergleich der 37 weiblichen (w) und 45 männlichen (m) Herbst-Probanden.**  
 Mittelwertdifferenz MW(D) der Variablen (negative Werte= männlich größer). T1= Behandlungsbeginn T2= Behandlungsende  
 T3= nach Wachstumsabschluss. Beurteilung der Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak(w, n=3; m, n=18),  
 Peak (w, n=12; m, n=19), Post-Peak (w, n=22; m, n=8) (siehe Methode).

Variable	Pre-Peak #)			Peak			Post-Peak														
	T1			T2			T3														
	MW(D)	t	P	MW(D)	t	P	MW(D)	t	P												
ML/NSL (Grad)	5,6			3,3	1,46	n.s.	3,2	1,41	n.s.	5,4	2,12	*	1,4	0,77	n.s.	2,7	1,52	n.s.	3,4	1,93	n.s.
ML/NSL (Grad)	0,9			1,1	0,88	n.s.	0,9	0,73	n.s.	2,2	1,86	n.s.	0,4	0,35	n.s.	1,0	0,84	n.s.	2,1	1,75	n.s.
ML/ML (Grad)	4,7			2,3	1,19	n.s.	2,3	1,13	n.s.	3,1	1,43	n.s.	0,6	0,31	n.s.	1,7	1,00	n.s.	1,4	0,72	n.s.
SNA (Grad)	-1,8			-1,0	0,67	n.s.	-0,5	0,38	n.s.	-1,6	0,86	n.s.	0,5	0,42	n.s.	0,1	0,10	n.s.	-0,4	0,30	n.s.
SNB (Grad)	-2,3			-1,3	0,89	n.s.	-1,4	0,94	n.s.	-2,7	1,63	n.s.	0,7	0,56	n.s.	-0,4	0,29	n.s.	-0,9	0,70	n.s.
SNPg (Grad)	-2,9			-1,9	1,25	n.s.	-1,8	1,19	n.s.	-3,5	2,04	n.s.	-0,6	0,42	n.s.	-1,5	1,03	n.s.	-1,9	1,35	n.s.
ANB (Grad)	0,4			0,4	0,82	n.s.	0,8	1,22	n.s.	1,1	1,54	n.s.	-0,2	0,24	n.s.	0,5	0,68	n.s.	0,4	0,50	n.s.
ANPg (Grad)	1,1			0,9	1,19	n.s.	1,2	1,41	n.s.	1,9	2,07	*	1,1	1,06	n.s.	1,7	1,62	n.s.	1,5	1,44	n.s.
Wlts (mm)	0,1			0,1	0,25	n.s.	0,3	0,27	n.s.	0,4	0,46	n.s.	-2,7	2,36	*	-1,4	1,22	n.s.	-0,8	0,75	n.s.
NAPg (Grad)	-3,0			-1,9	1,19	n.s.	-2,6	1,45	n.s.	-4,6	2,65	*	-2,2	0,98	n.s.	-3,5	1,62	n.s.	-3,8	1,72	n.s.
NsSnPg (Grad)	0,0			-0,6	0,36	n.s.	-2,0	0,98	n.s.	-2,2	1,10	n.s.	1,3	0,88	n.s.	0,6	0,27	n.s.	0,8	0,36	n.s.
NsNoPg (Grad)	-1,2			-0,2	0,11	n.s.	0,0	0,00	n.s.	1,1	0,74	n.s.	1,2	0,70	n.s.	2,1	1,44	n.s.	1,4	0,77	n.s.
OL-E-Linie (mm)	-2,4			0,1	0,20	n.s.	1,1	1,52	n.s.	1,6	2,03	n.s.	-1,0	0,94	n.s.	-0,3	0,23	n.s.	0,0	0,01	n.s.
UL-E-Linie (mm)	-1,2			-0,1	0,08	n.s.	0,9	0,87	n.s.	1,1	0,92	n.s.	0,9	0,67	n.s.	3,0	0,59	n.s.	1,1	0,77	n.s.
G-Index ant.	-1,3			-1,2	1,66	n.s.	-1,2	1,55	n.s.	-0,9	1,11	n.s.	0,0	0,04	n.s.	-0,4	0,67	n.s.	-0,1	0,23	n.s.
G-Index post.	-5,6			-2,3	1,91	n.s.	-2,8	2,07	*	-2,5	2,01	n.s.	-0,8	0,45	n.s.	-0,8	0,52	n.s.	0,5	0,27	n.s.

n.s.= p ≥ 0,05, \* = p < 0,05

#) Wegen zu kleiner Probandenzahl in der weiblichen Pre-Peak Gruppe (n= 3) wurde kein statistischer Test durchgeführt.

**Tabelle 5:** Messwerte (MW, SD) der 82 Herbst- Probanden.  
T1= Behandlungsbeginn, T2= Behandlungsende, T3= nach Wachstumsabschluss. Beurteilung der Probanden  
in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post- Peak (n=30) (siehe Methode).

Variable	Pre-Peak						Peak						Post-Peak					
	T1		T2		T3		T1		T2		T3		T1		T2		T3	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
ML/NSL (Grad)	33,9	5,58	34,0	6,06	30,0	7,22	30,7	6,25	30,8	6,22	28,0	7,28	30,7	4,54	30,7	4,44	29,3	4,50
NL/NSL (Grad)	8,8	2,45	9,1	2,55	8,8	2,95	7,7	3,30	7,8	3,37	6,8	3,42	8,1	2,95	8,2	2,98	7,9	3,01
NL/ML (Grad)	25,1	4,77	24,9	4,95	21,2	5,85	23,0	5,28	23,0	5,52	21,1	6,03	22,3	4,39	22,5	4,04	21,4	4,51
SNA (Grad)	80,9	3,10	80,4	3,14	84,5	3,98	82,2	4,01	81,6	4,01	84,4	4,90	81,7	3,16	81,6	2,97	82,0	3,05
SNB (Grad)	74,2	2,90	75,5	3,35	78,4	3,53	76,4	4,13	77,9	3,93	79,7	4,45	75,9	3,22	77,3	3,23	77,6	3,09
SNPp (Grad)	75,0	3,10	76,1	3,54	79,2	3,84	78,0	4,20	79,2	4,13	81,3	4,80	77,8	3,52	78,9	3,54	79,3	3,44
ANB (Grad)	6,6	1,92	4,9	1,82	6,1	1,68	5,8	1,47	3,7	1,84	4,6	1,86	5,8	1,89	4,3	1,81	4,4	1,81
ANPp (Grad)	5,9	2,19	4,3	1,96	5,4	2,18	4,2	2,13	2,4	2,42	3,0	2,62	3,9	2,70	2,6	2,50	2,7	2,55
Wits (mm)	3,1	2,10	-0,2	2,00	1,3	1,53	3,3	2,01	-1,1	2,73	0,5	2,21	3,6	2,93	-0,4	2,79	1,2	2,66
NAPg (Grad)	167,7	4,22	171,3	4,07	172,0	4,60	171,1	4,39	175,1	5,03	175,8	5,18	171,7	5,60	174,2	5,31	174,3	5,42
NsSnPgs (Grad)	154,9	3,99	157,7	4,15	156,8	3,94	156,4	4,48	159,8	5,70	161,0	5,32	155,3	4,96	158,8	4,76	159,2	5,01
NsNoPgs (Grad)	128,4	2,88	129,1	3,66	125,4	2,74	127,9	3,92	129,6	4,37	128,0	4,06	124,8	4,27	127,1	3,73	126,1	4,35
OL-E-Linie (mm)	1,8	1,99	-0,3	1,99	-3,1	2,56	-0,3	2,08	-2,0	2,08	-4,3	2,33	-1,4	2,59	-3,5	3,25	-4,1	2,31
UL-E-Linie (mm)	2,7	2,30	2,2	2,43	-1,1	2,91	-0,1	3,20	-0,6	2,96	-3,3	3,08	-1,0	3,14	-1,1	3,46	-2,7	3,27
G-Index ant.	54,2	1,71	54,8	1,97	55,7	1,94	54,5	2,10	55,4	2,14	55,7	2,13	54,3	1,37	55,1	1,24	55,1	1,51
G-Index post.	43,7	3,32	45,3	3,55	49,3	3,46	44,8	3,53	46,1	3,82	48,2	3,54	44,8	4,31	46,2	3,92	46,8	4,15

**Tabelle 6: Vergleich der Wachstumsgruppen der 82 Herbst-Probanden.**  
 Mittelwertdifferenz MW(D) der Variablen (negative Werte= zweites Wachstumsstadium größer).  
 T1= Behandlungsbeginn, T2= Behandlungsende, T3= nach Wachstumsabschluss. Beurteilung der Probanden  
 in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30) (siehe Methode).

Variable	Pre-Peak/Peak						Pre-Peak/Post-Peak						Peak/Post-Peak														
	T1		T2		T3		T1		T2		T3		T1		T2		T3										
	MW(D)	t	P	MW(D)	t	P	MW(D)	t	P	MW(D)	t	P	MW(D)	t	P	MW(D)	t	P									
ML/NSL (Grad)	3,2	1,89	n.s.	3,2	1,86	n.s.	2,0	0,99	n.s.	3,2	2,28	*	3,3	2,26	*	0,7	0,45	n.s.	0,0	0,02	n.s.	0,1	0,07	n.s.	-1,3	0,83	n.s.
NL/NSL (Grad)	1,1	1,28	n.s.	1,3	1,49	n.s.	2,0	2,13	*	0,7	0,93	n.s.	0,9	1,21	n.s.	0,9	1,10	n.s.	-0,4	0,43	n.s.	-0,4	0,40	n.s.	-1,1	1,22	n.s.
NL/ML (Grad)	2,1	1,46	n.s.	1,9	1,27	n.s.	0,1	0,04	n.s.	2,8	2,19	*	2,4	1,86	n.s.	-0,2	0,14	n.s.	0,7	0,60	n.s.	0,5	0,36	n.s.	-0,3	0,20	n.s.
SNA (Grad)	-1,3	1,31	n.s.	-1,2	1,13	n.s.	0,1	0,11	n.s.	-0,8	0,94	n.s.	-1,2	1,32	n.s.	2,5	2,60	*	0,5	0,57	n.s.	0,0	0,04	n.s.	2,4	2,30	*
SNB (Grad)	-2,2	2,09	*	-2,4	2,20	*	-1,3	1,16	n.s.	-1,7	1,92	n.s.	-1,8	1,86	n.s.	0,8	0,86	n.s.	0,5	0,52	n.s.	0,6	0,83	n.s.	2,1	2,19	*
SNPgs (Grad)	-3,0	2,80	**	-3,1	2,76	**	-2,1	1,72	n.s.	-2,8	2,91	**	-2,8	2,77	**	-0,1	0,11	n.s.	0,2	0,23	n.s.	0,3	0,26	n.s.	2,0	1,92	n.s.
ANB (Grad)	0,8	1,68	n.s.	1,2	2,23	*	1,5	2,90	**	0,8	1,97	n.s.	0,6	1,16	n.s.	1,7	3,41	**	0,0	0,15	n.s.	-0,6	1,19	n.s.	0,2	0,50	n.s.
ANPgs (Grad)	1,7	2,68	**	1,9	2,99	**	2,4	3,36	**	2,0	2,71	**	1,7	2,53	*	2,7	3,91	***	0,3	0,48	n.s.	-0,2	0,36	n.s.	0,3	0,51	n.s.
Wits (mm)	-0,2	0,37	n.s.	0,9	1,38	n.s.	0,8	1,46	n.s.	-0,5	0,59	n.s.	0,2	0,33	n.s.	0,1	0,17	n.s.	-0,3	0,35	n.s.	-0,7	1,02	n.s.	-0,7	1,12	n.s.
NAPg (Grad)	-3,4	2,77	**	-3,8	2,91	**	-3,8	2,73	**	-4,0	2,77	**	-2,9	2,15	*	-2,3	1,60	n.s.	-0,6	0,48	n.s.	0,9	0,66	n.s.	1,5	1,10	n.s.
NsSnPgs (Grad)	-1,6	1,24	n.s.	-2,1	1,47	n.s.	-4,2	3,12	**	-0,4	0,28	n.s.	-1,1	0,86	n.s.	-2,4	1,81	n.s.	1,1	0,93	n.s.	1,0	0,76	n.s.	1,8	1,42	n.s.
NsNoPgs (Grad)	0,5	0,46	n.s.	-0,5	0,45	n.s.	-2,6	2,65	*	3,6	3,36	**	2,0	1,93	n.s.	-0,7	0,71	n.s.	3,1	3,00	**	2,5	2,45	*	1,9	1,79	n.s.
OL-E-Linie (mm)	2,1	3,60	***	1,7	2,95	**	1,2	1,89	n.s.	3,2	4,74	***	3,2	3,99	***	1,0	1,44	n.s.	1,1	1,85	n.s.	1,5	2,13	*	-0,2	0,29	n.s.
UL-E-Linie (mm)	2,8	3,45	**	2,3	3,64	***	2,2	2,57	*	3,7	4,58	***	3,3	3,72	***	1,6	1,82	n.s.	0,9	1,09	n.s.	0,5	0,60	n.s.	-0,6	0,70	n.s.
G-Index ant.	-0,3	0,57	n.s.	-0,6	1,07	n.s.	0,0	0,01	n.s.	-0,1	0,17	n.s.	-0,3	0,66	n.s.	0,6	1,29	n.s.	0,2	0,53	n.s.	0,3	0,74	n.s.	0,6	1,33	n.s.
G-Index post.	-1,1	1,14	n.s.	-0,8	0,78	n.s.	1,1	1,13	n.s.	-1,1	0,97	n.s.	-0,9	0,83	n.s.	2,5	2,32	*	0,0	0,03	n.s.	-0,1	0,07	n.s.	1,4	1,47	n.s.

n.s.= p>0,05, \* = p<0,05, \*\* = p<0,01, \*\*\* = p<0,001,

**Tabelle 7: Vergleich der zeitlichen Veränderungen innerhalb der Wachstumsgruppen der 82 Herbst-Probanden.**  
 Mittelwertdifferenz MW(D) der Variablen (negative Werte= zweigenannter Zeitpunkt größer). T2-T1= therapeutischer  
 Zeitraum, T3-T2= posttherapeutischer Zeitraum, T3-T1= totaler Untersuchungszeitraum. Beurteilung der Probanden in  
 den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30) (siehe Methode).

Variable	Pre-Peak						Peak						Post-Peak														
	T2-T1		T3-T2		T3-T1		T2-T1		T3-T2		T3-T1		T2-T1		T3-T2		T3-T1										
	MW(D)	t	p	MW(D)	t	p	MW(D)	t	p	MW(D)	t	p	MW(D)	t	p	MW(D)	t	p									
ML/NSL (Grad)	0,1	0,70	n.s.	-4,0	-6,43	***	-3,9	-5,06	***	0,1	0,78	n.s.	-2,8	-6,02	***	-2,7	-4,74	***	0,0	0,34	n.s.	-1,4	-5,16	***	-1,4	-4,32	***
NL/NSL (Grad)	0,3	1,64	n.s.	-0,3	-1,35	n.s.	0,0	0,00	n.s.	0,1	0,57	n.s.	-1,0	-1,99	n.s.	-0,9	-1,70	n.s.	0,1	0,56	n.s.	-0,3	-1,59	n.s.	-0,2	-0,97	n.s.
NL/ML (Grad)	-0,2	-1,36	n.s.	-3,7	-6,78	***	-3,9	-6,09	***	0,0	-0,10	n.s.	-1,9	-4,64	***	-1,9	-4,24	***	0,2	0,69	n.s.	-1,1	-3,79	***	-0,9	-2,04	n.s.
SNA (Grad)	-0,5	-2,29	*	4,1	8,61	***	3,6	7,39	***	-0,6	-4,26	***	2,8	4,63	***	2,2	3,49	**	-0,1	-1,12	n.s.	0,4	2,80	**	0,3	1,61	n.s.
SNB (Grad)	1,3	6,74	***	2,9	7,27	***	4,2	11,50	***	1,5	7,01	***	1,8	3,71	***	3,3	6,72	***	1,4	6,92	***	0,3	1,56	n.s.	1,7	6,35	***
SNPp (Grad)	1,1	6,52	***	3,1	7,61	***	4,2	11,66	***	1,2	7,18	***	2,1	4,39	***	3,3	7,21	***	1,1	6,31	***	0,4	1,63	n.s.	1,5	5,38	***
ANB (Grad)	-1,7	-11,23	***	1,2	4,74	***	-0,5	1,99	n.s.	-2,1	-10,14	***	0,9	2,88	**	-1,2	-3,61	**	-1,5	-8,71	***	0,1	0,31	n.s.	-1,4	-8,08	***
ANPp (Grad)	-1,6	-8,45	***	1,1	3,26	**	-0,5	-1,54	n.s.	-1,8	-10,31	***	0,6	1,78	n.s.	-1,2	-3,23	**	-1,3	-7,43	***	0,1	0,34	n.s.	-1,2	-6,11	***
Wits (mm)	-3,3	-6,29	***	1,5	3,09	**	-1,8	-4,48	***	-4,4	-10,63	***	1,6	4,41	***	-2,8	-8,20	***	-4,0	-9,86	***	1,6	4,85	***	-2,4	-6,96	***
NAPp (Grad)	3,6	8,68	***	0,7	1,17	n.s.	4,3	7,02	***	4,0	9,67	***	0,7	1,13	n.s.	4,7	7,87	***	2,6	6,46	***	0,1	0,33	n.s.	2,6	5,26	***
NsShPgs (Grad)	2,8	8,42	***	-0,9	-1,18	n.s.	1,9	2,72	*	3,4	7,99	***	1,2	2,29	*	4,6	8,06	***	3,6	6,84	***	0,4	0,58	n.s.	3,9	7,14	***
NsNoPgs (Grad)	0,7	1,47	n.s.	-3,7	-5,16	***	-3,0	-5,68	***	1,7	5,32	***	-1,6	-3,16	**	0,1	0,20	n.s.	2,3	8,34	***	-1,0	-2,91	**	1,3	4,24	***
OL-E-Linie (mm)	-2,1	-8,49	***	-2,8	-8,30	***	-4,9	-12,43	***	-1,7	-7,40	***	-2,3	-8,28	***	-4,0	-10,59	***	-2,1	-6,45	***	-0,6	-2,02	n.s.	-2,7	-11,46	***
UL-E-Linie (mm)	-0,5	-1,42	n.s.	-3,3	-6,48	***	-3,8	-9,61	***	-0,5	-1,23	n.s.	-2,7	-7,45	***	-3,2	-8,98	***	-0,1	-0,26	n.s.	-1,6	-3,65	**	-1,7	-7,35	***
G-Index ant.	0,6	2,72	*	0,9	4,19	***	1,5	5,51	***	0,9	5,71	***	0,3	1,08	n.s.	1,2	4,41	***	0,8	6,22	***	0,0	-0,08	n.s.	0,8	5,33	***
G-Index post.	1,6	2,97	**	4,0	6,70	***	5,6	17,33	***	1,3	5,18	***	2,1	6,92	***	3,4	10,91	***	1,4	5,03	***	0,6	1,91	n.s.	2,0	6,04	***

n.s.= p≥0,05, \* = p<0,05, \*\* = p<0,01, \*\*\* = p<0,001

**Tabelle 8: Vergleich der zeitlichen Veränderungen zwischen den Wachstumsgruppen der 82 Herbst-Probanden. Mittelwertdifferenz MW(D) der Variablen (negative Werte= zweitgenanntes Wachstumsstadium größer). T2-T1= therapeutischer Zeitraum, T3-T2= posttherapeutischer Zeitraum, T3-T1= totaler Untersuchungszeitraum. Beurteilung der Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen : Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30) (siehe Methode).**

Variable	Pre-Peak/Peak						Pre-Peak/Post-Peak						Peak/Post-Peak								
	T2-T1		T3-T2		T3-T1		T2-T1		T3-T2		T3-T1		T2-T1		T3-T2		T3-T1				
	MW(D)	t	p	MW(D)	t	p	MW(D)	t	p	MW(D)	t	p	MW(D)	t	p	MW(D)	t	p			
IM/NSL (Grad)	0,0	0,05	n.s.	-1,2	1,38	n.s.	0,1	0,32	n.s.	-2,5	3,70	***	0,1	0,30	n.s.	-1,4	2,18	*	-1,3	1,99	n.s.
NL/NSL (Grad)	0,2	0,69	n.s.	0,7	1,03	n.s.	0,2	0,86	n.s.	0,0	0,08	n.s.	0,0	0,08	n.s.	-0,7	1,26	n.s.	-0,7	1,18	n.s.
NL/ML (Grad)	-0,2	0,61	n.s.	-1,8	2,77	**	-0,4	0,99	n.s.	-2,6	4,42	***	-0,4	0,99	n.s.	-3,0	4,14	***	-0,8	1,41	n.s.
SNA (Grad)	0,1	0,76	n.s.	1,3	1,60	n.s.	-0,4	1,43	n.s.	3,7	8,51	***	-0,4	1,43	n.s.	3,3	7,15	***	2,4	3,78	***
SNB (Grad)	-0,2	0,43	n.s.	1,1	1,37	n.s.	-0,1	0,14	n.s.	2,6	6,42	***	-0,1	0,14	n.s.	2,5	5,66	***	1,5	2,83	**
SNPb (Grad)	-0,1	0,16	n.s.	1,0	1,29	n.s.	0,0	0,01	n.s.	2,7	6,43	***	0,0	0,01	n.s.	2,7	8,95	***	1,7	3,32	***
ANB (Grad)	0,4	1,30	n.s.	0,3	0,72	n.s.	-0,2	1,05	n.s.	1,1	4,20	***	-0,2	1,05	n.s.	0,9	2,84	**	0,8	2,30	*
ANPb (Grad)	0,2	1,01	n.s.	0,5	0,85	n.s.	-0,3	1,08	n.s.	1,0	3,16	**	-0,3	1,08	n.s.	0,7	2,03	*	0,5	1,50	n.s.
Wits (mm)	1,1	1,74	n.s.	-0,1	0,25	n.s.	0,7	1,04	n.s.	-0,1	0,22	n.s.	0,7	1,04	n.s.	0,6	1,04	n.s.	0,0	0,05	n.s.
NAPb (Grad)	-0,4	0,76	n.s.	0,0	0,03	n.s.	1,1	1,78	n.s.	0,6	0,94	n.s.	1,1	1,78	n.s.	1,7	2,12	*	0,6	0,83	n.s.
NsSnPgs (Grad)	-0,6	1,08	n.s.	-2,1	2,36	*	-0,7	1,09	n.s.	-1,3	1,28	n.s.	-0,7	1,09	n.s.	-2,0	2,30	*	0,8	1,04	n.s.
NsNoPgs (Grad)	-1,0	1,79	n.s.	-2,1	2,55	*	-1,6	3,06	**	-2,7	3,87	***	-1,6	3,06	**	-4,3	7,39	***	-0,6	1,04	n.s.
OL-E-Linie (mm)	-0,4	1,10	n.s.	-0,5	1,21	n.s.	0,0	0,00	n.s.	-2,2	4,41	***	0,0	0,00	n.s.	-2,2	5,03	***	0,4	0,96	n.s.
UL-E-Linie (mm)	0,0	0,06	n.s.	-0,6	0,96	n.s.	-0,4	0,73	n.s.	-1,7	2,40	*	-0,4	0,73	n.s.	-2,1	4,71	***	-0,4	0,68	n.s.
G-Index ant.	-0,3	1,18	n.s.	0,6	1,68	n.s.	-0,2	0,92	n.s.	0,9	3,57	***	-0,2	0,92	n.s.	0,7	2,39	*	0,1	0,43	n.s.
G-Index post.	0,3	0,55	n.s.	1,9	3,16	**	0,2	0,35	n.s.	3,4	5,66	***	0,2	0,35	n.s.	3,6	7,55	***	-0,1	0,25	n.s.

n.s.= p≥0,05, \* = p<0,05, \*\* = p<0,01, \*\*\* = p<0,001

### 5.1 Vertikale Kieferrelation

#### ML/NSL

#### Veränderungen innerhalb der Wachstumsgruppen

##### Pre-Peak (Tab. 7; Abb. 11a, 11b)

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) blieb der Mandibularbasiswinkel im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,69^\circ$  war bei 14 % (3/21) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 24 % (5/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $4,0^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,82^\circ$  war bei 81 % (17/21) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 5 % (1/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $3,9^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,80^\circ$  war bei 81 % (17/21) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 5 % (1/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

##### Peak (Tab. 7; Abb. 11a, 11b)

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) blieb der Mandibularbasiswinkel im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,55^\circ$  war bei 13 % (4/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 29 % (6/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $2,8^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,76^\circ$  war bei 81 % (25/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 10 % (3/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $2,7^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,72^\circ$  war bei 74 % (23/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 6 % (2/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

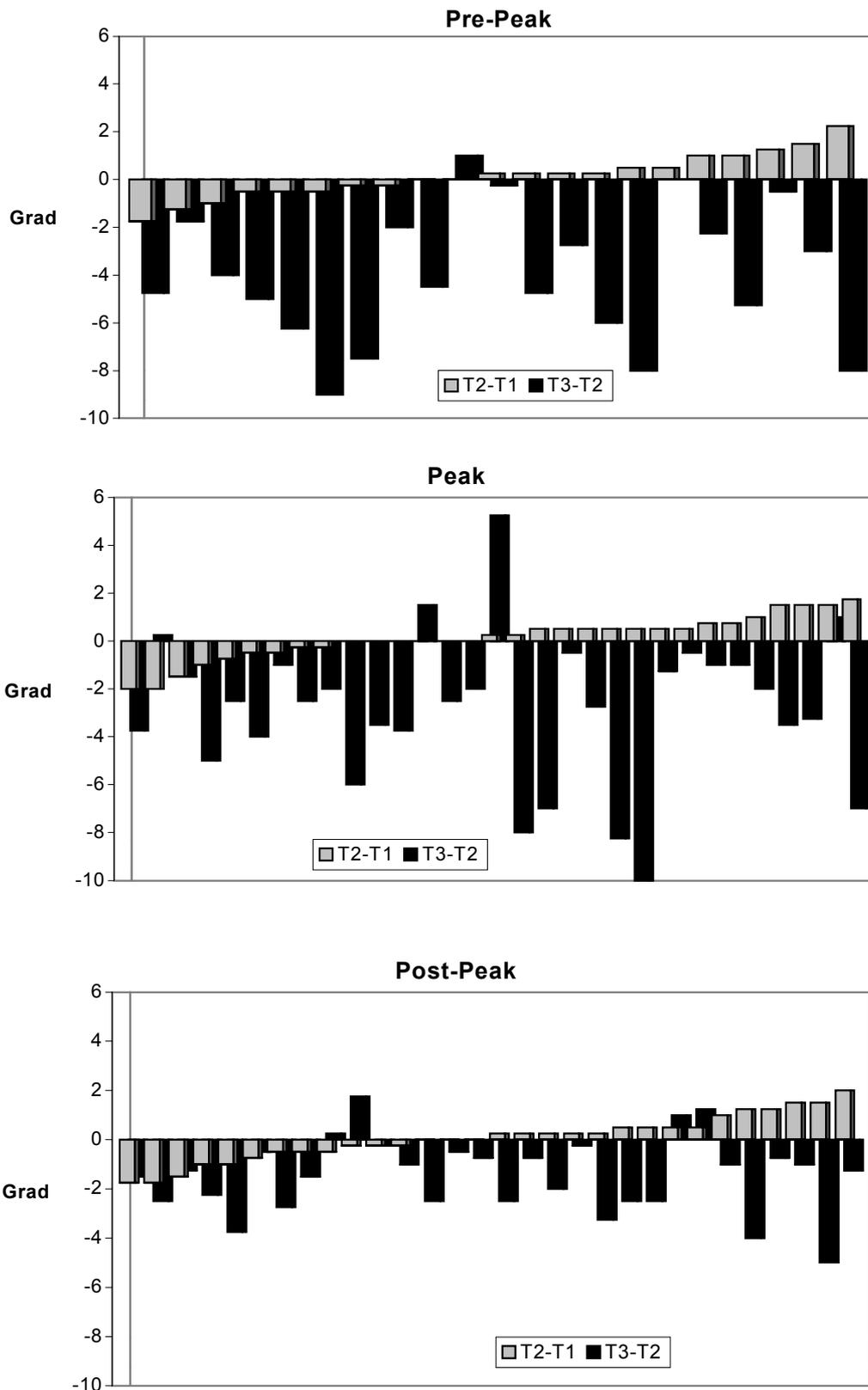
### **Post-Peak (Tab. 7; Abb. 11a, 11b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) blieb der Mandibularbasiswinkel im Durchschnitt unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,54^\circ$  war bei 20 % (6/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 20 % (6/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $1,4^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,54^\circ$  war bei 73 % (22/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 10 % (3/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

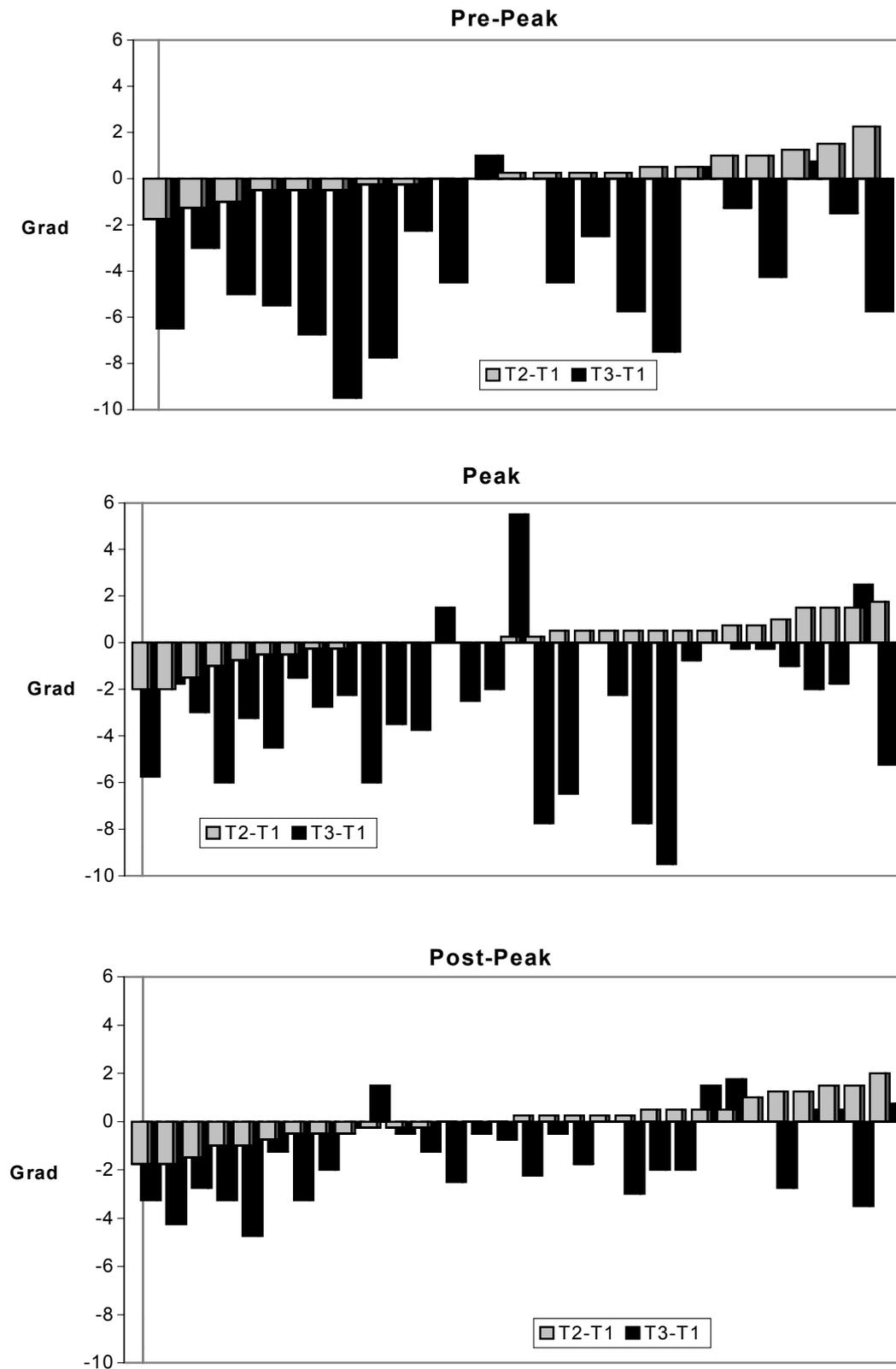
Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $1,4^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,54^\circ$  war bei 57 % (17/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 13 % (4/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 11a: Individuelle Veränderungen des ML/NSL-Winkels** bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). **Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und posttherapeutischen (T3-T2) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Winkels).

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 11b: Individuelle Veränderungen des ML/NSL-Winkels bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und totalen (T3-T1) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Winkels).

### **ML/NSL**

#### **Vergleich der Wachstumsgruppen**

##### **Pre-Peak/ Peak (Tab. 8)**

Für keinen der drei Untersuchungszeiträume war ein statistischer Gruppenunterschied zu finden.

##### **Pre-Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) lag kein Gruppenunterschied vor. Im posttherapeutischen (T3-T2) und totalen Zeitraum (T3-T1) verkleinerte sich der ML/NSL-Winkel in der Pre-Peak Gruppe mehr als in der Post-Peak Gruppe (2,6°;  $p < 0,001$ , bzw. 2,5°;  $p < 0,001$ ).

##### **Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) und totalen Zeitraum (T3-T1) war kein Gruppenunterschied zu finden. Im posttherapeutischen Zeitraum (T3-T2) verkleinerte sich der ML/NSL-Winkel in der Peak Gruppe im Durchschnitt mehr als in der Post-Peak Gruppe (1,4°;  $p < 0,05$ ).

### NL/NSL

#### Veränderungen innerhalb der Wachstumsgruppen

##### **Pre-Peak (Tab. 7; Abb. 12a, 12b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) blieb der NL/NSL-Winkel im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,76^\circ$  war bei 5 % (1/21) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 25 % (5/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) blieb der Winkel im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,68^\circ$  war bei 48 % (10/21) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 14 % (3/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) blieb der Winkel im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,79^\circ$  war bei 33 % (7/21) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 19 % (4/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

##### **Peak (Tab. 7; Abb. 12a, 12b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) blieb der NL/NSL-Winkel im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,55^\circ$  war bei 10 % (3/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 39 % (12/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $1,0^\circ$  (n.s.). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,68^\circ$  war bei 55 % (17/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 23 % (7/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $0,9^\circ$  (n.s.). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,61^\circ$  war bei 29 % (9/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 16 % (5/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

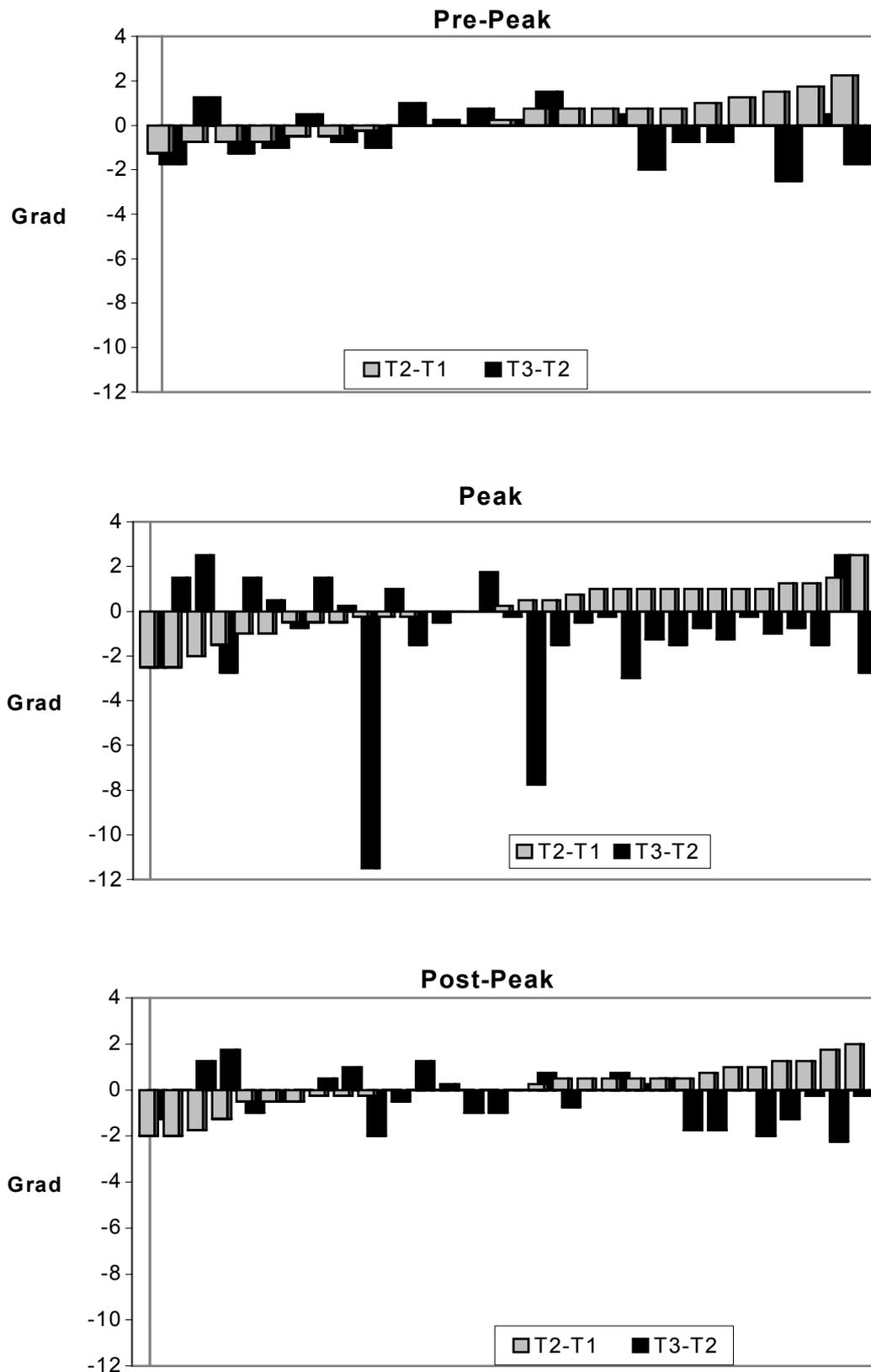
### **Post-Peak (Tab. 7; Abb. 12a, 12b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) blieb der NL/NSL-Winkel im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,72^\circ$  war bei 13 % (4/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 23 % (7/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) blieb der Winkel im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,46^\circ$  war bei 43 % (13/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 26 % (8/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

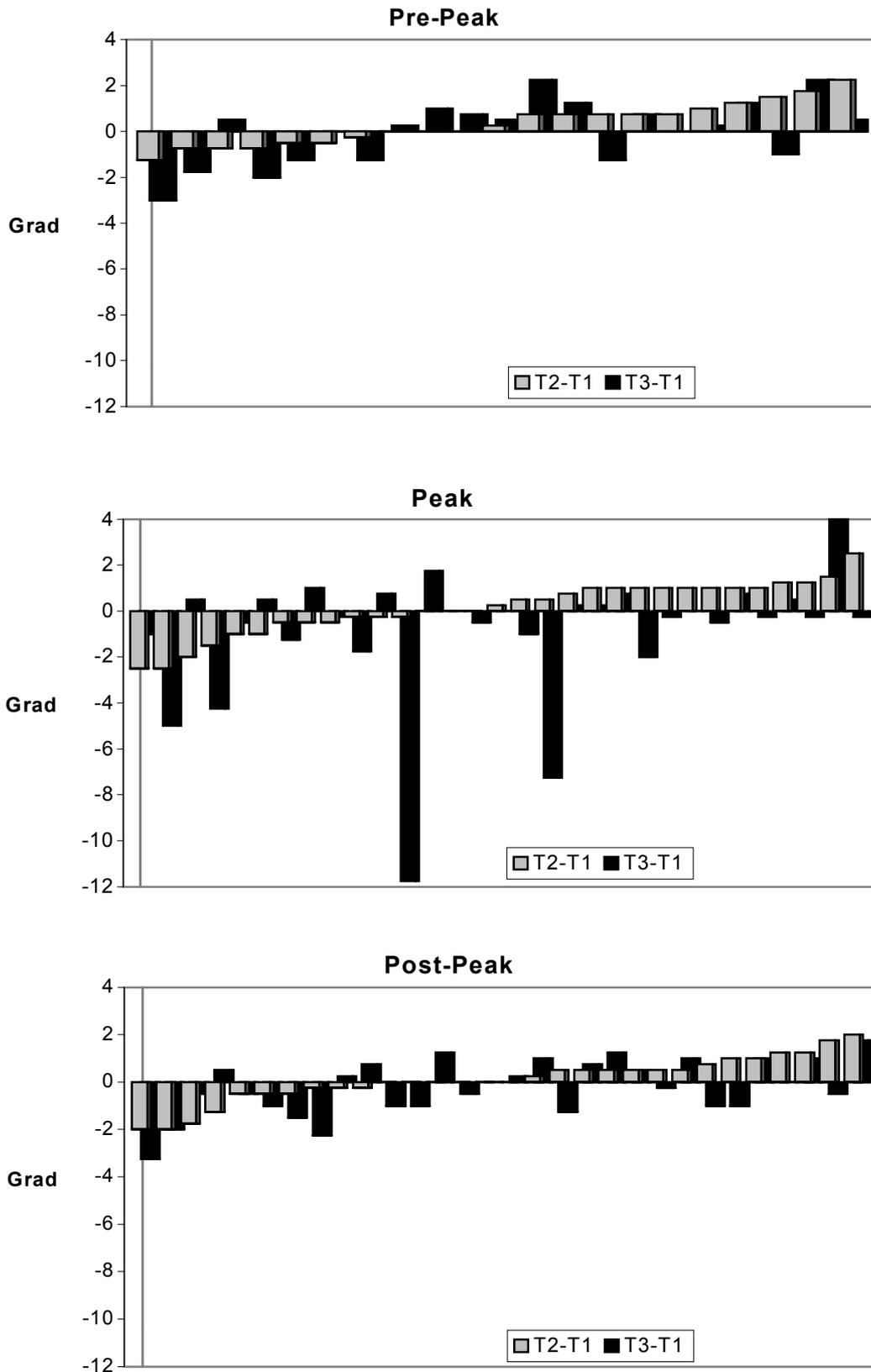
Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) blieb der Winkel im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,73^\circ$  war bei 30 % (9/30) eine Verkleinerung des Winkels und bei 30 % (9/30) der Probanden eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 12a: Individuelle Veränderungen des NL/NSL-Winkels** bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). **Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und posttherapeutischen (T3-T2) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Winkels).

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 12b: Individuelle Veränderungen des NL/NSL-Winkels** bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). **Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und totalen (T3-T1) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Winkels).

### NL/NSL

#### Vergleich der Wachstumsgruppen

##### **Pre-Peak/ Peak (Tab. 8)**

Für keinen der drei Untersuchungszeiträume war ein statistischer Gruppenunterschied zu finden.

##### **Pre-Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für keinen der drei Untersuchungszeiträume war ein statistischer Gruppenunterschied zu finden.

##### **Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für keinen der drei Untersuchungszeiträume war ein statistischer Gruppenunterschied zu finden.

### NL/ML

#### Veränderungen innerhalb der Wachstumsgruppen

##### **Pre-Peak (Tab. 7; Abb. 13a, 13b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) blieb der Kieferbasiswinkel im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,74^\circ$  war bei 24 % (5/21) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 14 % (3/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $3,7^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,78^\circ$  war bei 81 % (17/21) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei keinem eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $3,9^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,83^\circ$  war bei 81 % (17/21) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei keinem eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

##### **Peak (Tab. 7; Abb. 13a, 13b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) blieb der Kieferbasiswinkel im Durchschnitt unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,56^\circ$  war bei 29 % (9/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 29 % (9/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $1,9^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,63^\circ$  war bei 71 % (22/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 10 % (3/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $1,9^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,75^\circ$  war bei 68 % (21/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 7 % (2/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

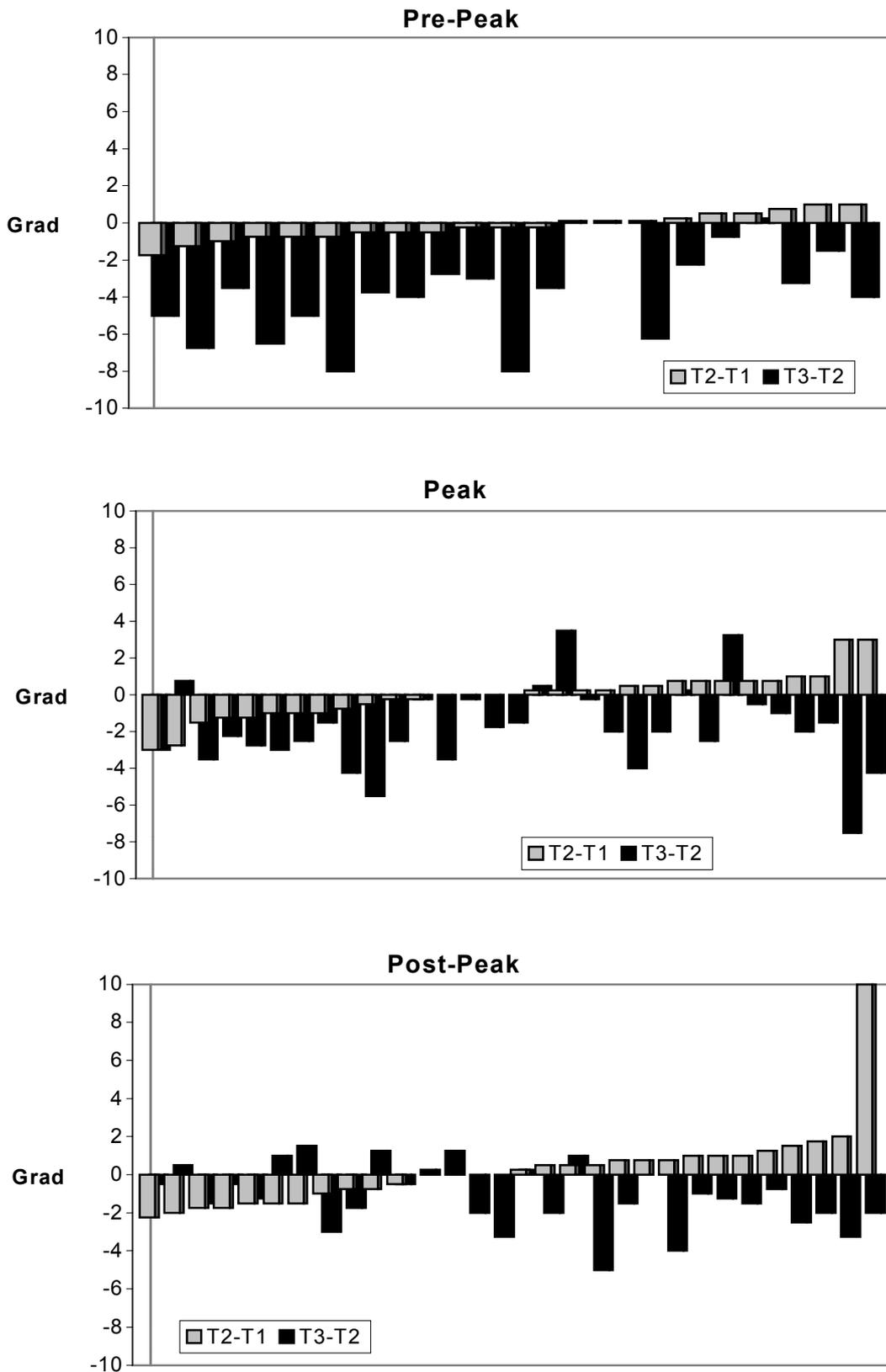
### **Post-Peak (Tab. 7; Abb. 13a, 13b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) blieb der Kieferbasiswinkel im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,60^\circ$  war bei 33 % (10/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 37 % (11/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $1,1^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,58^\circ$  war bei 60 % (18/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 17 % (5/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

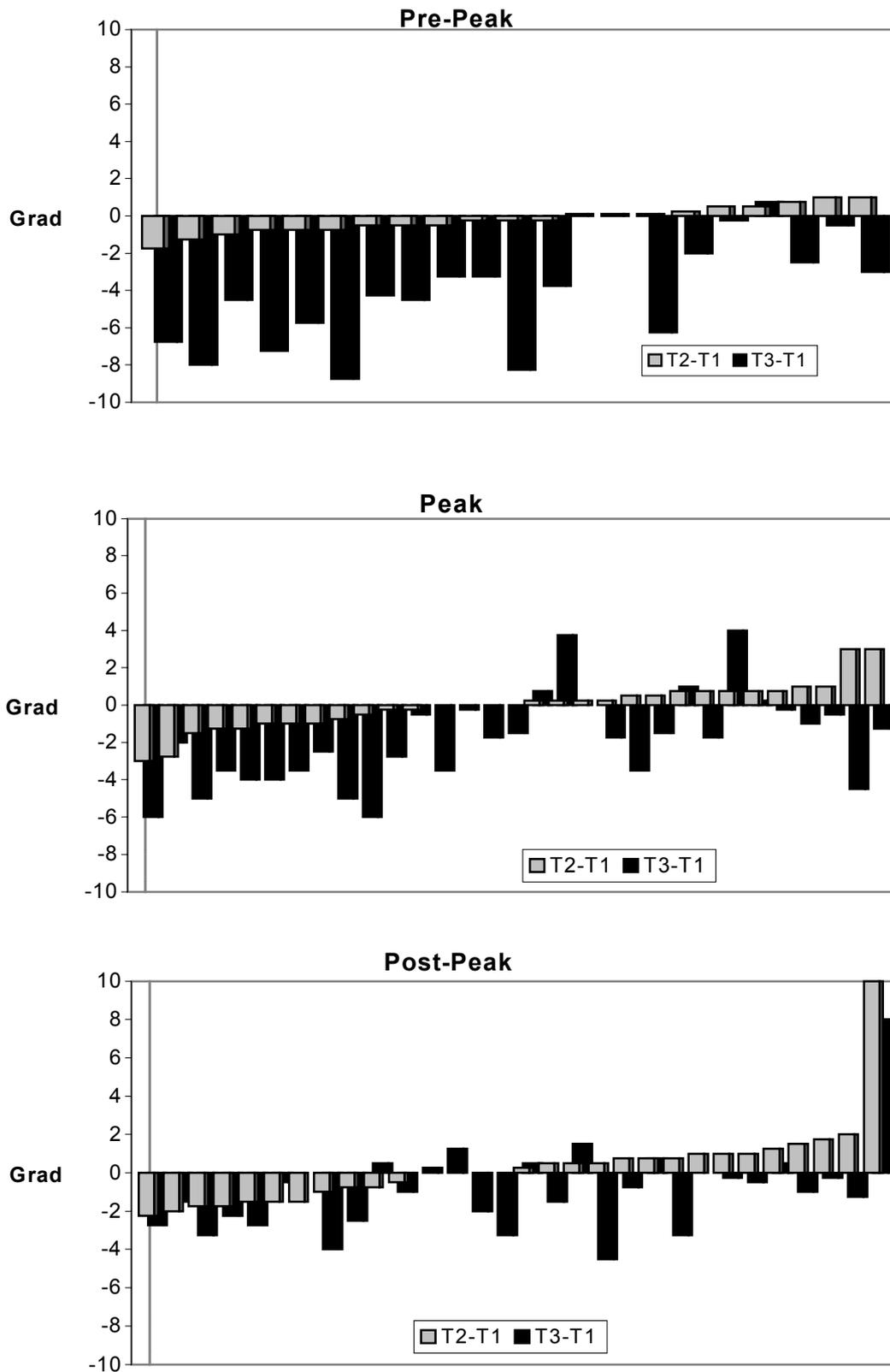
Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $0,9^\circ$  (n.s.). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,49^\circ$  war bei 60 % (18/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 23 % (7/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 13a: Individuelle Veränderungen des NL/ML-Winkels bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und posttherapeutischen (T3-T2) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Winkels).

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 13b: Individuelle Veränderungen des NL/ML-Winkels** bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). **Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und totalen (T3-T1) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Winkels).

### **ML/NL**

#### **Vergleich der Wachstumsgruppen**

##### **Pre-Peak/ Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) lag kein Gruppenunterschied vor. Im posttherapeutischen (T3-T2) und totalen Zeitraum (T3-T1) verkleinerte sich der ML/NL-Winkel in der Pre-Peak Gruppe im Durchschnitt mehr als in der Peak Gruppe (1,8°;  $p < 0,01$ , bzw. 2,0°;  $p < 0,01$ ).

##### **Pre-Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) lag kein Gruppenunterschied vor. Im posttherapeutischen (T3-T2) und totalen Zeitraum (T3-T1) verkleinerte sich der ML/NL-Winkel in der Pre-Peak Gruppe mehr als in der Post-Peak Gruppe (2,6°;  $p < 0,001$ , bzw. 2,0°;  $p < 0,01$ ).

##### **Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für keinen der drei Untersuchungszeiträume war ein statistischer Gruppenunterschied zu finden.

### 5.2 Sagittale Kieferrelation

#### SNA

#### Veränderungen innerhalb der Wachstumsgruppen

##### **Pre-Peak (Tab. 7; Abb. 14a, 14b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des SNA-Winkels um  $0,5^\circ$  ( $p < 0,05$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,51^\circ$  war bei 48 % (10/21) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 7 % (2/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $4,1^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,91^\circ$  war bei keinem der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 95 % (20/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $3,6^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,97^\circ$  war bei keinem der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 90 % (19/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

##### **Peak (Tab. 7; Abb. 14a, 14b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $0,6^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,56^\circ$  war bei 45 % (14/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei keinem eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $2,8^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,40^\circ$  war bei 10 % (3/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 77 % (24/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $2,2^\circ$  ( $p < 0,01$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,40^\circ$  war bei 16 % (5/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 61 % (19/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

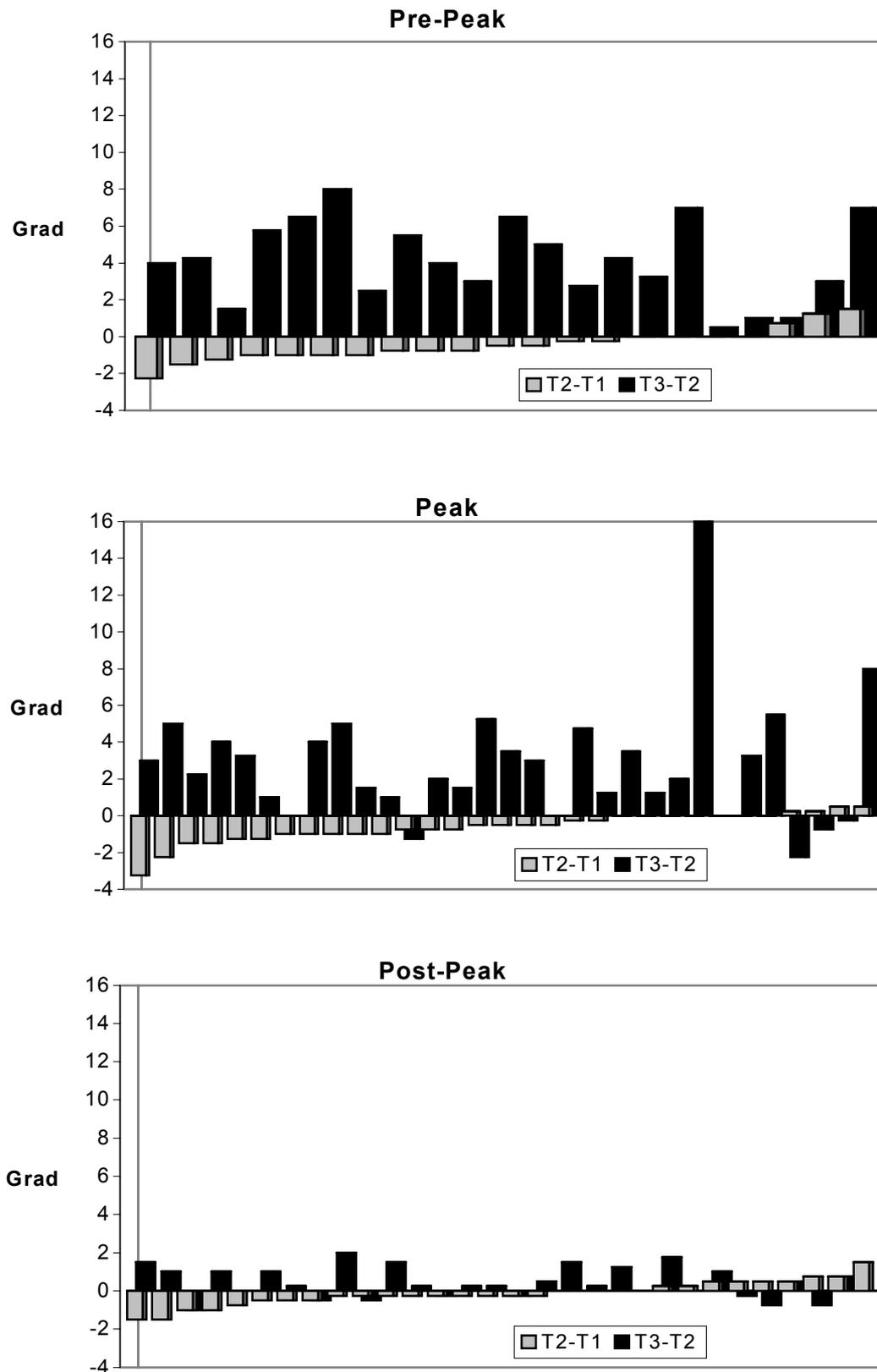
### **Post-Peak (Tab. 7; Abb. 14a, 14b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) blieb der SNA-Winkel im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,60^\circ$  war bei 17 % (5/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 7 % (2/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $0,4^\circ$  ( $p < 0,01$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,49^\circ$  war bei 17 % (5/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 43 % (13/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

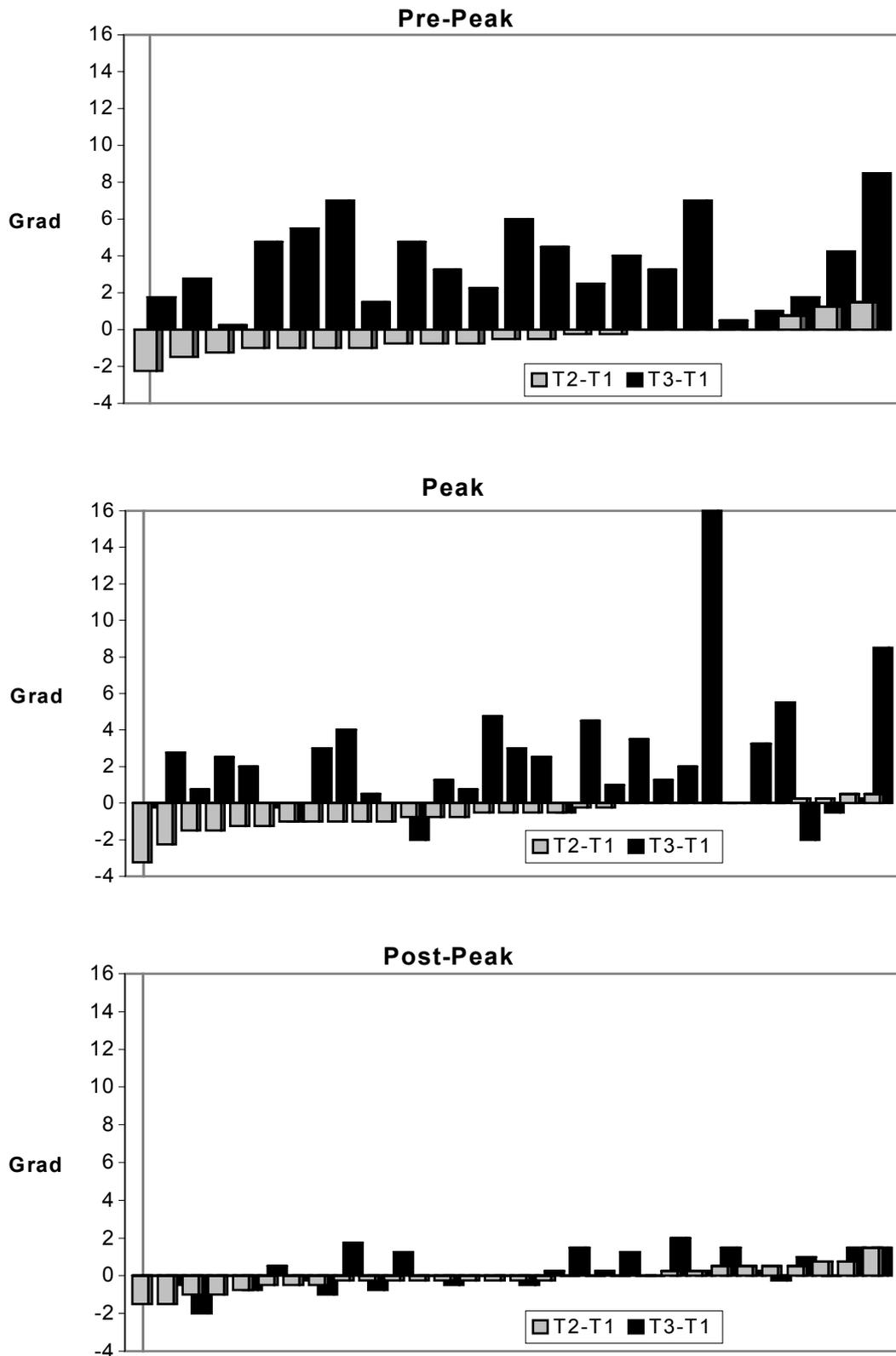
Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) blieb der Winkel im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,46^\circ$  war bei 23 % (7/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 33 % (10/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 14a: Individuelle Veränderungen des SNA-Winkels** bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). **Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und posttherapeutischen (T3-T2) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Winkels).

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 14b: Individuelle Veränderungen des SNA-Winkels** bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). **Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und totalen (T3-T1) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Winkels).

### SNA

#### Vergleich der Wachstumsgruppen

##### **Pre-Peak/ Peak (Tab. 8)**

Für keinen der drei Untersuchungszeiträume war ein statistischer Gruppenunterschied zu finden.

##### **Pre-Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) lag kein Gruppenunterschied vor. Im posttherapeutischen (T3-T2) und totalen Zeitraum (T3-T1) vergrößerte sich der SNA-Winkel in der Pre-Peak Gruppe mehr als in der Post-Peak Gruppe ( $3,7^\circ$ ;  $p < 0,001$ , bzw.  $3,3^\circ$ ;  $p < 0,001$ ).

##### **Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Im therapeutischen Zeitraum (T2-T1) verkleinerte sich der SNA-Winkel in der Peak Gruppe im Durchschnitt mehr als in der Post-Peak Gruppe ( $0,5$ ;  $p < 0,05$ ). Im posttherapeutischen (T3-T2) und totalen Zeitraum (T3-T1) vergrößerte sich der SNA-Winkel in der Peak Gruppe im Durchschnitt mehr als in der Post-Peak Gruppe ( $2,4^\circ$ ;  $p < 0,001$ , bzw.  $1,9^\circ$ ;  $p < 0,01$ ).

### SNB

#### Veränderungen innerhalb der Wachstumsgruppen

##### **Pre-Peak (Tab. 7; Abb. 15a, 15b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des SNB-Winkels um  $1,3^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,53^\circ$  war bei 5 % (1/21) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 81 % (17/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $2,9^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,91^\circ$  war bei keinem der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 86 % (18/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $4,2^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,87^\circ$  war bei allen Probanden eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

##### **Peak (Tab. 7; Abb. 15a, 15b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des SNB-Winkels um  $1,5^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,55^\circ$  war bei 7 % (2/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 81 % (25/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $1,8^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,56^\circ$  war bei 13 % (4/31) der Probanden eine

Verkleinerung des Winkels und bei 65 % (20/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $3,3^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,48^\circ$  war bei 3 % (1/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 97 % (30/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

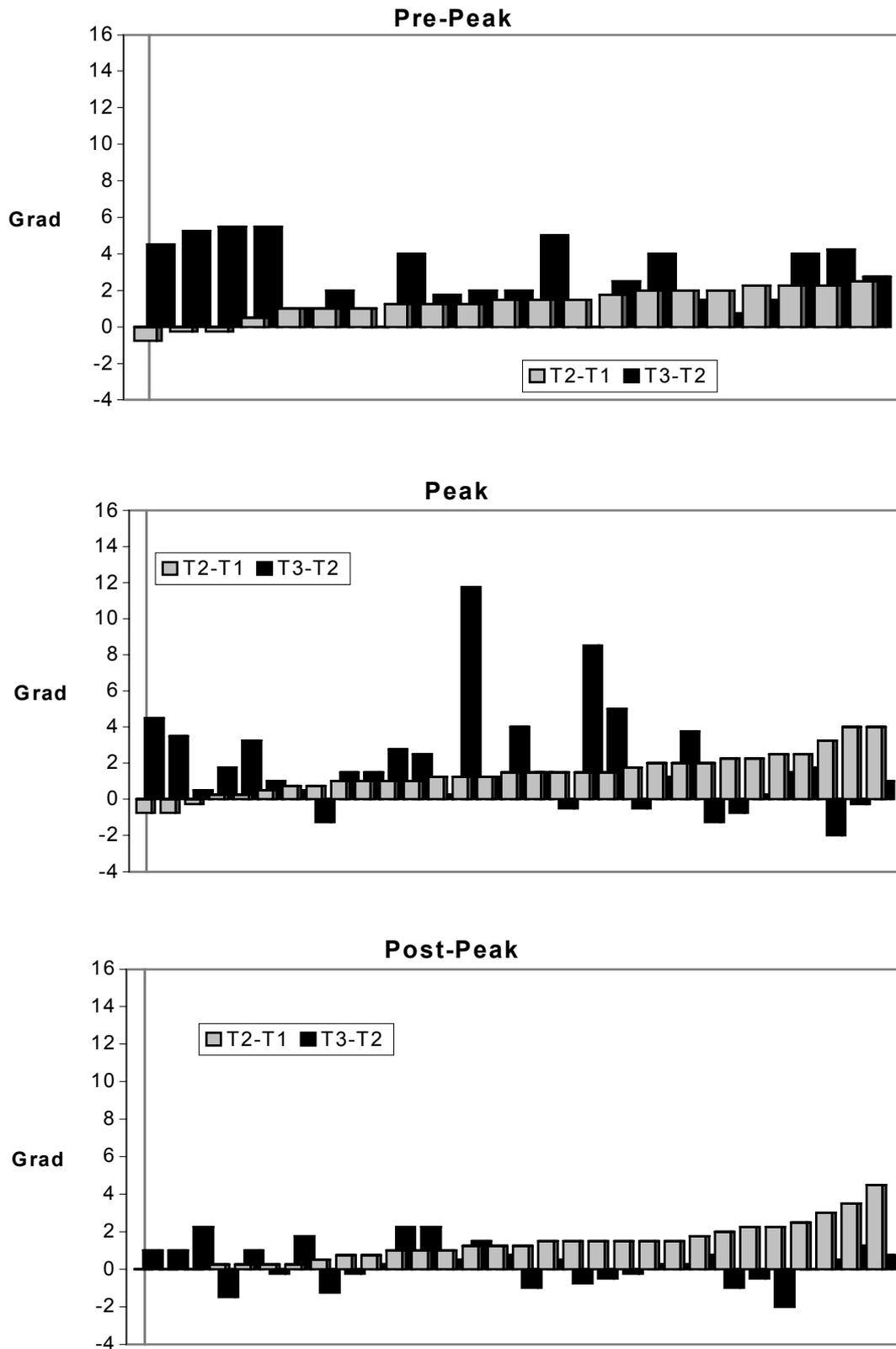
### **Post-Peak (Tab. 7; Abb. 15a, 15b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des SNB-Winkels von  $1,4^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,48^\circ$  war bei keinem der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 77 % (23/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) blieb der Winkel im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,47^\circ$  war bei 27 % (8/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 47 % (14/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

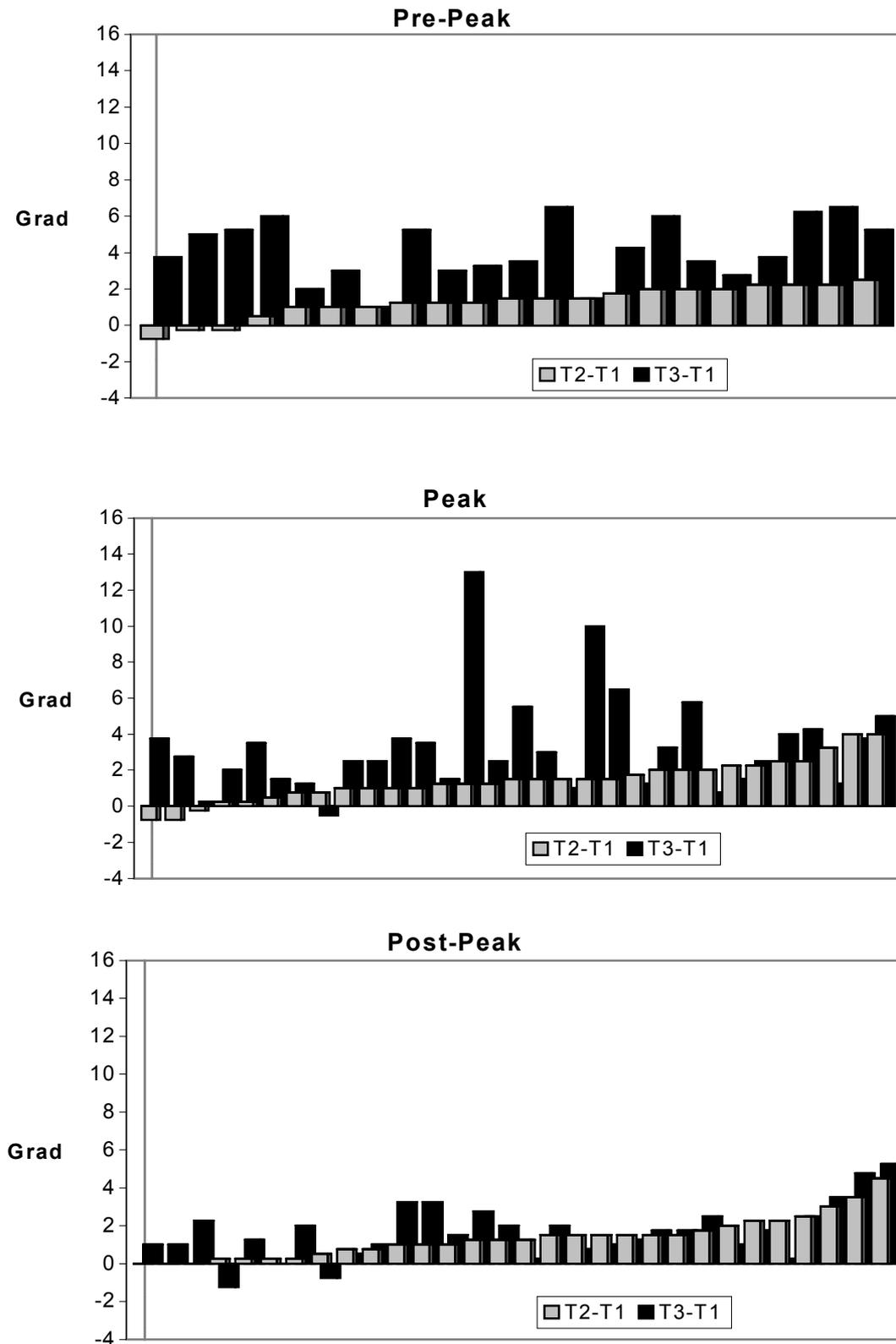
Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $1,7^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,55^\circ$  war bei 7 % (2/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 80 % (24/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 15a: Individuelle Veränderungen des SNB-Winkels** bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). **Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und posttherapeutischen (T3-T2) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Winkels).

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 15b: Individuelle Veränderungen des SNB-Winkels** bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). **Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und totalen (T3-T1) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Winkels).

### SNB

#### Vergleich der Wachstumsgruppen

##### **Pre-Peak/ Peak (Tab. 8)**

Für keinen der drei Untersuchungszeiträume war ein statistischer Gruppenunterschied zu finden.

##### **Pre-Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) lag kein Gruppenunterschied vor. Im posttherapeutischen (T3-T2) und totalen Zeitraum (T3-T1) vergrößerte sich der SNB-Winkel in der Pre-Peak Gruppe mehr als in der Post-Peak Gruppe (2,6°;  $p < 0,001$ , bzw. 2,5°;  $p < 0,001$ ).

##### **Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) war kein Gruppenunterschied zu finden. Im posttherapeutischen Zeitraum (T3-T2) und totalen Zeitraum (T3-T1) vergrößerte sich der SNB-Winkel in der Peak Gruppe im Durchschnitt mehr als in der Post-Peak Gruppe (1,5°;  $p < 0,01$ , bzw. 1,6°;  $p < 0,01$ ).

### SNPg

#### Veränderungen innerhalb der Wachstumsgruppen

##### **Pre-Peak (Tab. 7; Abb. 16a, 16b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des SNPg-Winkels um  $1,1^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,56^\circ$  war bei 5 % (1/21) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 81 % (17/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $3,1^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,56^\circ$  war bei keinem der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 91 % (19/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $4,2^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,94^\circ$  war bei keinem der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 95 % (20/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

##### **Peak (Tab. 7; Abb. 16a, 16b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des SNPg-Winkels um  $1,2^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,50^\circ$  war bei 3 % (1/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 74 % (23/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $2,1^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,70^\circ$  war bei 13 % (4/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 68 % (21/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $3,3^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,40^\circ$  war bei 3 % (1/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 94 % (29/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

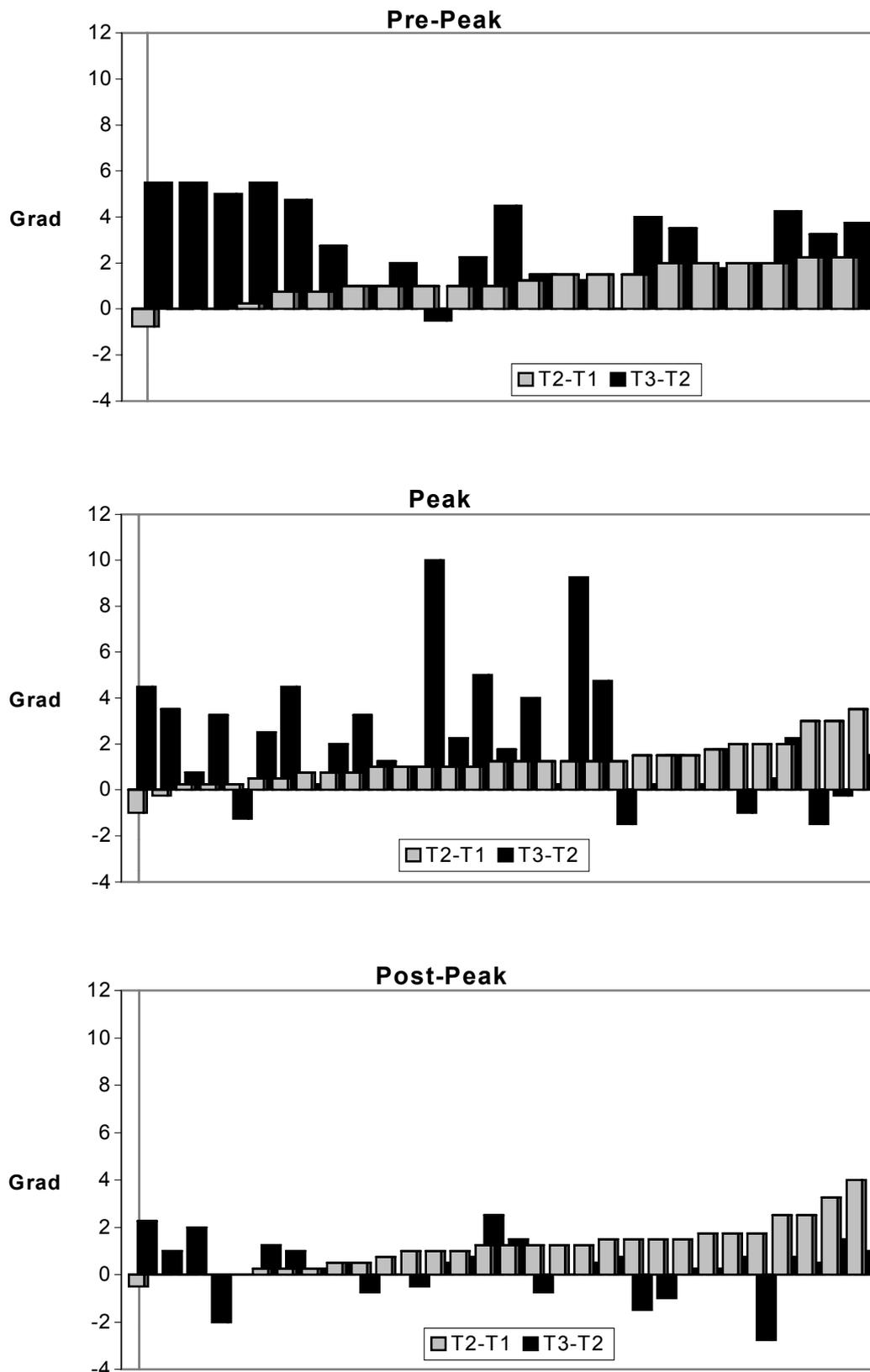
### **Post-Peak (Tab. 7; Abb. 16a, 16b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des SNPg-Winkels um  $1,1^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,55^\circ$  war bei keinem der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 67 % (20/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) blieb der Winkel im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,50^\circ$  war bei 20 % (6/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 43 % (13/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

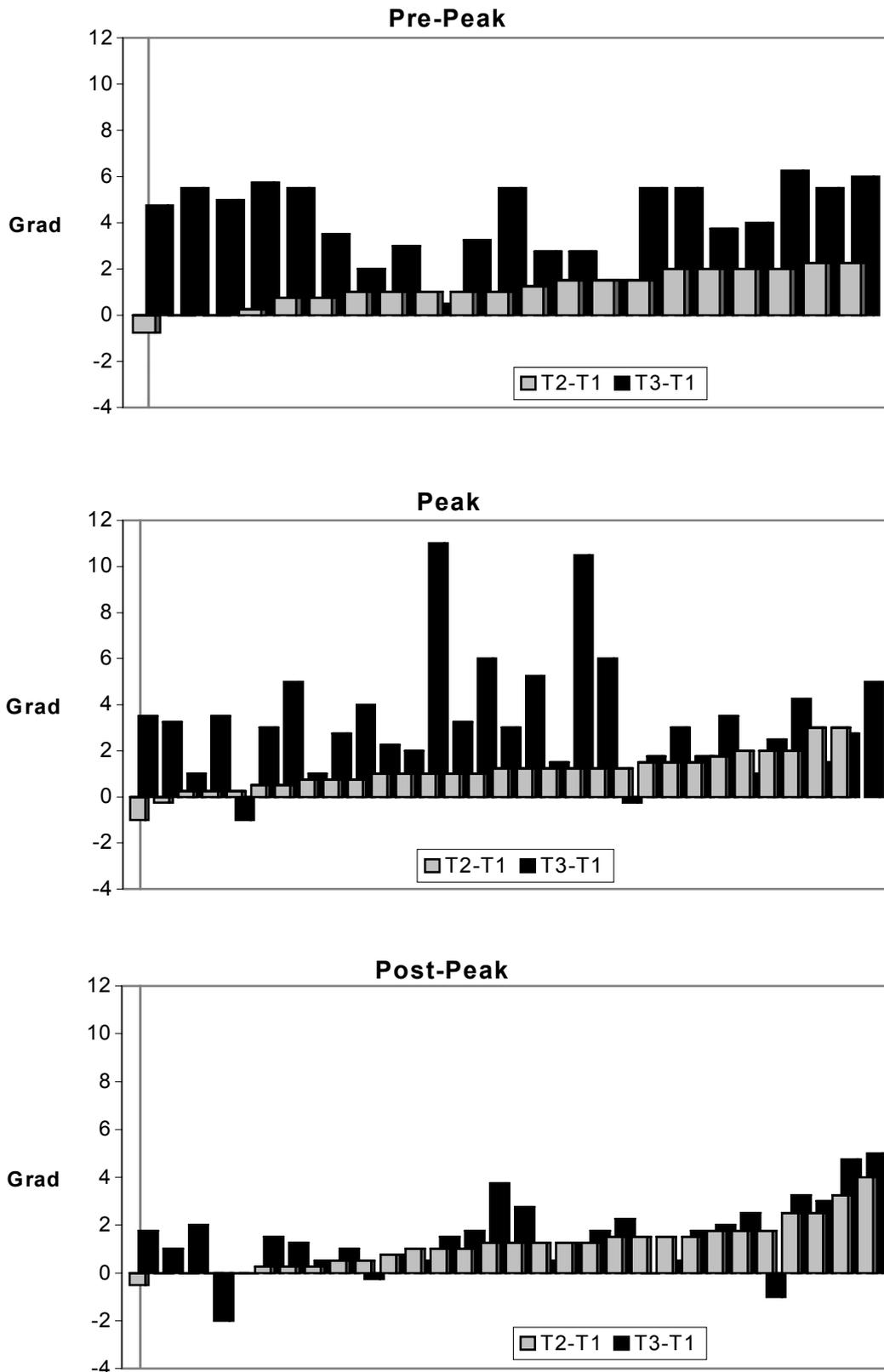
Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $1,5^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,55^\circ$  war bei 7 % (2/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 70 % (21/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 16a: Individuelle Veränderungen des SNPg-Winkels** bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). **Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und posttherapeutischen (T3-T2) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Winkels).

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 16b:** Individuelle Veränderungen des SNPg-Winkels bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). **Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und totalen (T3-T1) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Winkels).

### SNPg

#### Vergleich der Wachstumsgruppen

##### **Pre-Peak/ Peak (Tab. 8)**

Für keinen der drei Untersuchungszeiträume war ein statistischer Gruppenunterschied zu finden.

##### **Pre-Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) lag kein Gruppenunterschied vor. Im posttherapeutischen (T3-T2) und totalen Zeitraum (T3-T1) vergrößerte sich der SNPg-Winkel in der Pre-Peak Gruppe mehr als in der Post-Peak Gruppe ( $2,7^\circ$ ;  $p < 0,001$ , bzw.  $2,7^\circ$ ;  $p < 0,001$ ).

##### **Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) war kein Gruppenunterschied zu finden. Im posttherapeutischen Zeitraum (T3-T2) und totalen Zeitraum (T3-T1) vergrößerte sich der SNPg-Winkel in der Peak Gruppe im Durchschnitt mehr als in der Post-Peak Gruppe ( $1,7^\circ$ ;  $p < 0,01$ , bzw.  $1,8^\circ$ ;  $p < 0,01$ ).

### **ANB**

#### **Veränderungen innerhalb der Wachstumsgruppen**

##### **Pre-Peak (Tab. 7; Abb. 17a, 17b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des ANB-Winkels um  $1,7^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,37^\circ$  war bei allen Probanden eine Verkleinerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $1,2^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,62^\circ$  war bei 5 % (1/21) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 62 % (13/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $0,5^\circ$  (n.s.). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,51^\circ$  war bei 43 % (9/21) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 14 % (3/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

##### **Peak (Tab. 7; Abb. 17a, 17b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des ANB-Winkels um  $2,1^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,47^\circ$  war bei 97 % (30/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei keinem eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $0,9^\circ$  ( $p < 0,01$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,50^\circ$  war bei 16 % (5/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 58 % (18/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $1,2^\circ$  ( $p < 0,01$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,38^\circ$  war bei 74 % (23/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 13 % (4/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

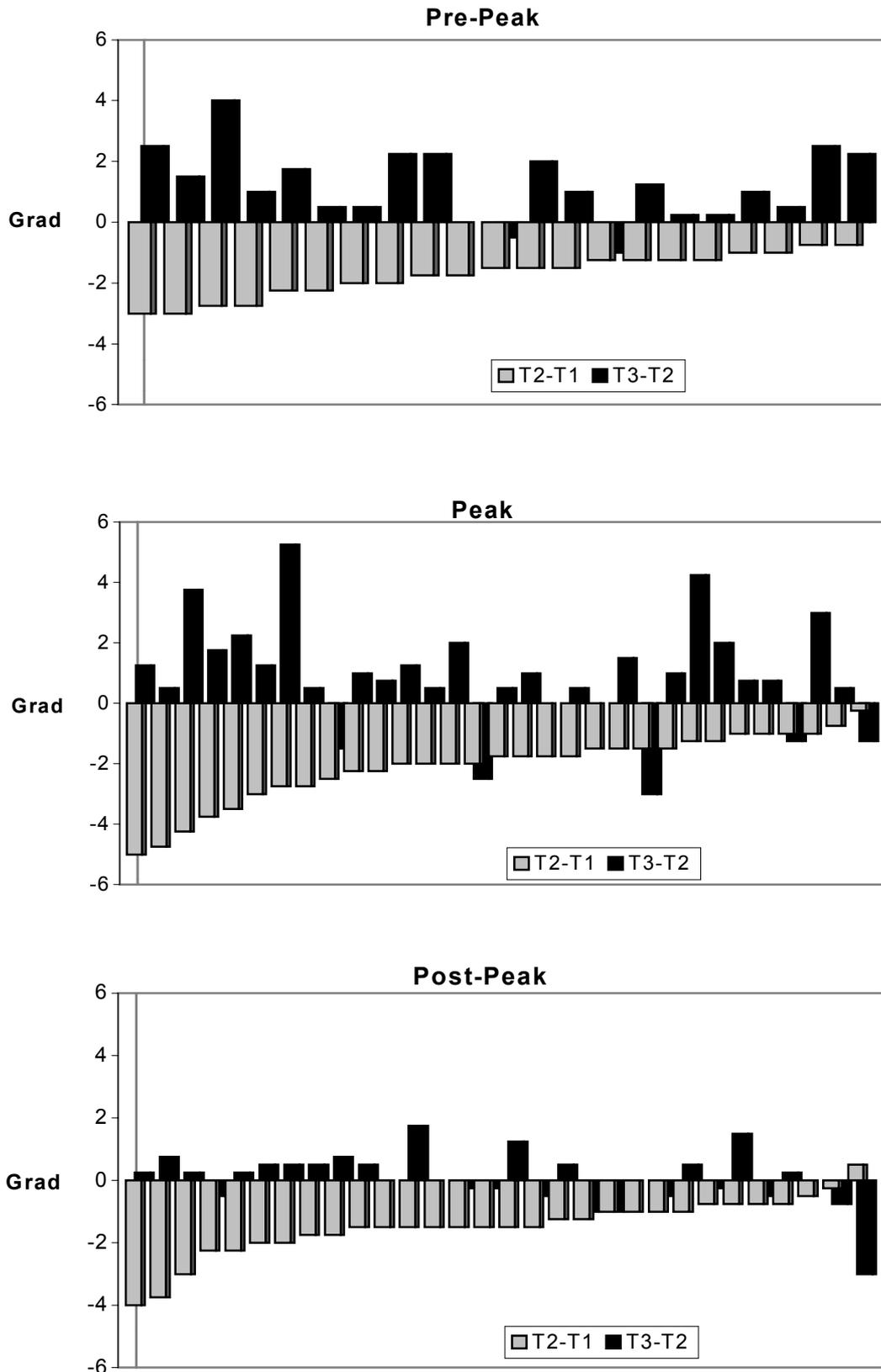
### **Post-Peak (Tab. 7; Abb. 17a, 17b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des ANB-Winkels um  $1,5^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,47^\circ$  war bei 93 % (28/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 3 % (1/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) blieb der Winkel im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,35^\circ$  war bei 27 % (8/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 33 % (9/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

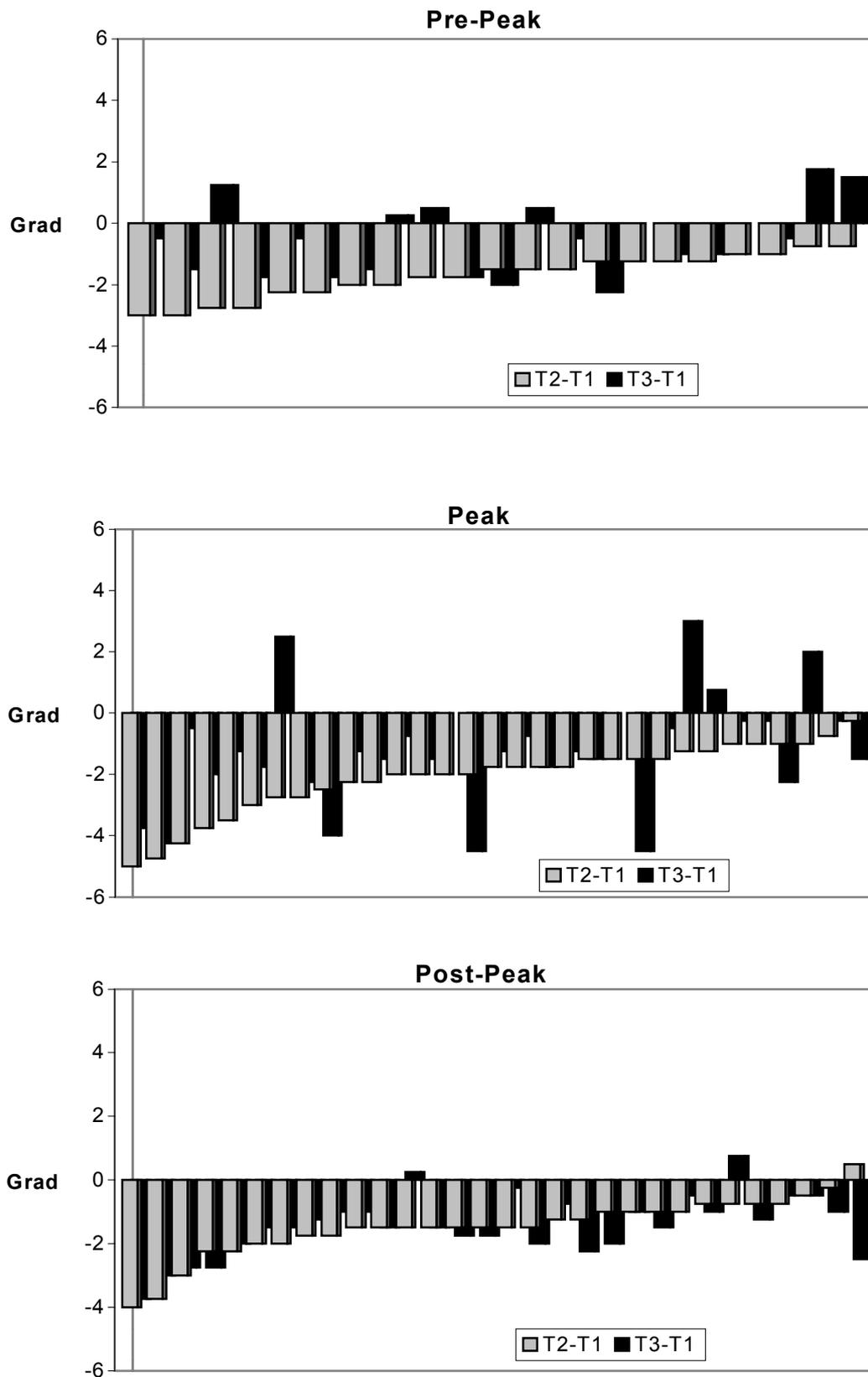
Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $1,4^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,54^\circ$  war bei 80 % (24/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei keinem eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 17a: Individuelle Veränderungen des ANB-Winkels** bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). **Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und posttherapeutischen (T3-T2) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Winkels).

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 17b: Individuelle Veränderungen des ANB-Winkels** bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). **Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und totalen (T3-T1) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Winkels).

### **ANB**

#### **Vergleich der Wachstumsgruppen**

##### **Pre-Peak/ Peak (Tab. 8)**

Für keinen der drei Untersuchungszeiträume war ein statistischer Gruppenunterschied zu finden.

##### **Pre-Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) lag kein Gruppenunterschied vor. Im posttherapeutischen (T3-T2) und totalen Zeitraum (T3-T1) vergrößerte sich der ANB-Winkel in der Pre-Peak Gruppe mehr als in der Post-Peak Gruppe ( $1,1^\circ$ ;  $p < 0,001$ , bzw.  $0,9^\circ$ ;  $p < 0,01$ ).

##### **Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) und totalen Zeitraum (T3-T1) war kein Gruppenunterschied zu finden. Im posttherapeutischen Zeitraum (T3-T2) vergrößerte sich der ANB-Winkel in der Peak Gruppe im Durchschnitt mehr als in der Post-Peak Gruppe ( $0,8^\circ$ ;  $p < 0,05$ ).

### **ANPg**

#### **Veränderungen innerhalb der Wachstumsgruppen**

##### **Pre-Peak (Tab. 7; Abb. 18a, 18b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des ANPg-Winkels um  $1,6^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,53^\circ$  war bei 86 % (18/21) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei keinem eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $1,1^\circ$  ( $p < 0,01$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,74^\circ$  war bei 19 % (4/21) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 67 % (14/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $0,5^\circ$  (n.s.). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,60^\circ$  war bei 48 % (10/21) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 19 % (4/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

##### **Peak (Tab. 7; Abb. 18a, 18b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des ANPg-Winkels um  $1,8^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,47^\circ$  war bei allen Probanden eine Verkleinerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $0,6^\circ$  (n.s.). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,56^\circ$  war bei 19 % (6/31) der Probanden eine

Verkleinerung des Winkels und bei 48 % (15/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $1,2^\circ$  ( $p < 0,01$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,42^\circ$  war bei 74 % (23/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 13 % (4/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

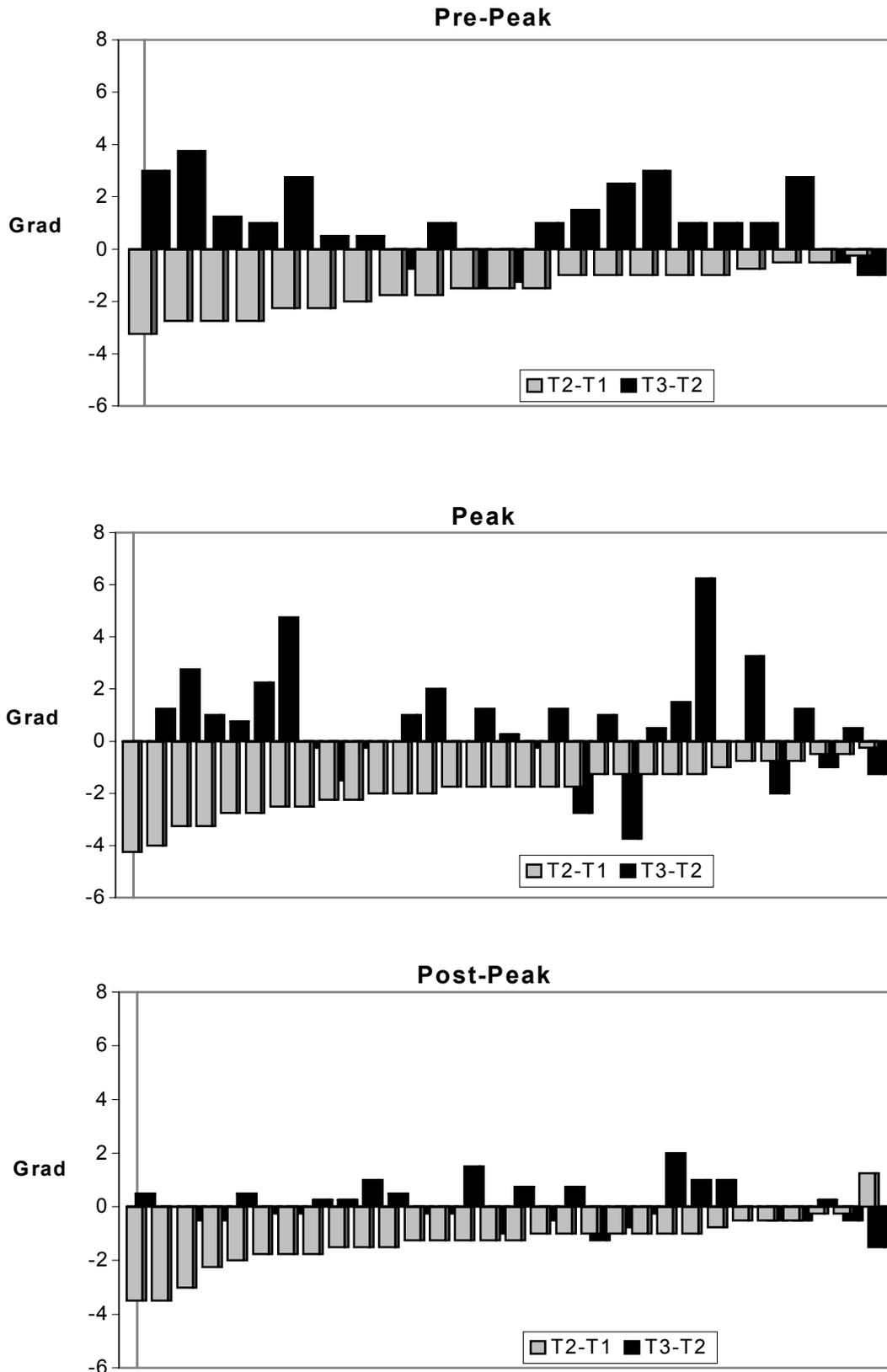
### **Post-Peak (Tab. 7; Abb. 18a, 18b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des ANPg-Winkels um  $1,3^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,60^\circ$  war bei 80 % (24/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 3 % (1/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) blieb der Winkel im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,34^\circ$  war bei 33 % (10/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 37 % (11/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

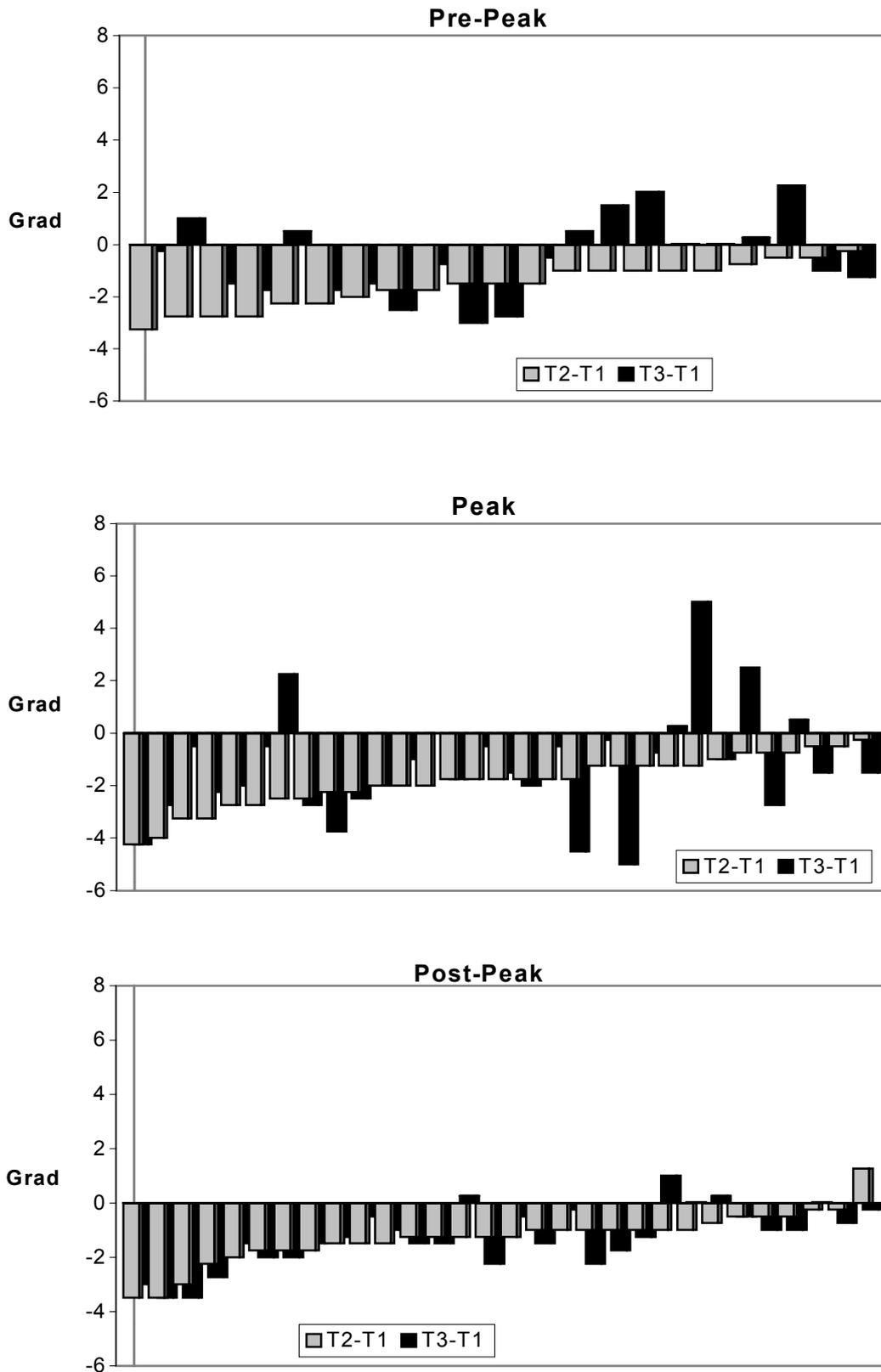
Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $1,2^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,64^\circ$  war bei 67 % (20/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 3 % (1/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 18a: Individuelle Veränderungen des ANPg-Winkels** bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). **Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und posttherapeutischen (T3-T2) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Winkels).

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 18b: Individuelle Veränderungen des ANPg-Winkels** bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). **Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und totalen (T3-T1) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Winkels).

### **ANPg**

#### **Vergleich der Wachstumsgruppen**

##### **Pre-Peak/ Peak (Tab. 8)**

Für keinen der drei Untersuchungszeiträume war ein statistischer Gruppenunterschied zu finden.

##### **Pre-Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) lag kein Gruppenunterschied vor. Im posttherapeutischen (T3-T2) und totalen Zeitraum (T3-T1) vergrößerte sich der ANPg-Winkel in der Pre-Peak Gruppe mehr als in der Post-Peak Gruppe ( $1,0^\circ$ ;  $p < 0,01$ , bzw.  $0,7^\circ$ ;  $p < 0,05$ ).

##### **Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) und totalen Zeitraum (T3-T1) war kein Gruppenunterschied zu finden. Im posttherapeutischen Zeitraum (T3-T2) vergrößerte sich der ANPg-Winkel in der Peak Gruppe im Durchschnitt mehr als in der Post-Peak Gruppe ( $0,5^\circ$ ;  $p < 0,05$ ).

### **Wits**

#### **Veränderungen innerhalb der Wachstumsgruppen**

##### **Pre-Peak (Tab. 7; Abb. 19a, 19b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Wits-Wertes um 3,3mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,65mm war bei 95 % (20/21) der Probanden eine Verkleinerung des Wertes und bei keinem eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Wertes um 1,5mm ( $p < 0,01$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,77mm war bei 10 % (2/21) der Probanden eine Verkleinerung des Wertes und bei 57 % (12/21) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Wits-Wertes um 1,8mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,47mm war bei 76 % (16/21) der Probanden eine Verkleinerung des Wertes und bei 10 % (2/21) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

##### **Peak (Tab. 7; Abb. 19a, 19b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Wits-Wertes um 4,4mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,61mm war bei 94 % (29/31) der Probanden eine Verkleinerung des Wertes und bei 3 % (1/31) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Wits-Wertes um 1,6mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,63mm war bei 10 % (3/31) der Probanden eine Verkleinerung des Wertes und bei 74 % (23/31) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Wertes um 2,8mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,65mm war bei 90 % (28/31) der Probanden eine Verkleinerung und bei 3 % (1/31) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

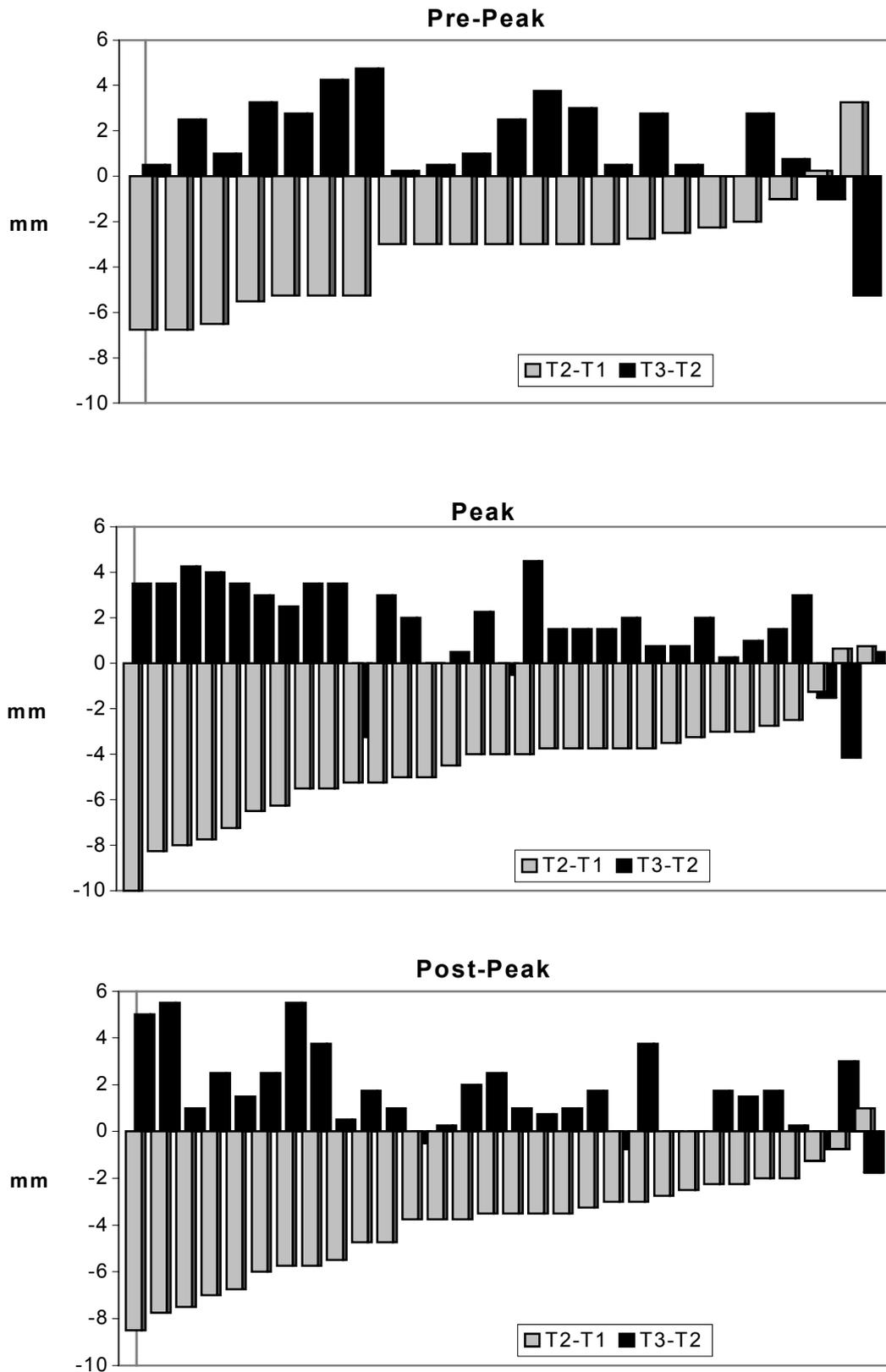
### **Post-Peak (Tab. 7; Abb. 19a, 19b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Wits-Wertes um 4,0mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,66mm war bei 97 % (29/30) der Probanden eine Verkleinerung des Wertes und bei 3 % (1/30) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Wits-Wertes um 1,6mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,66mm war bei 10 % (3/30) der Probanden eine Verkleinerung und bei 73 % (22/30) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

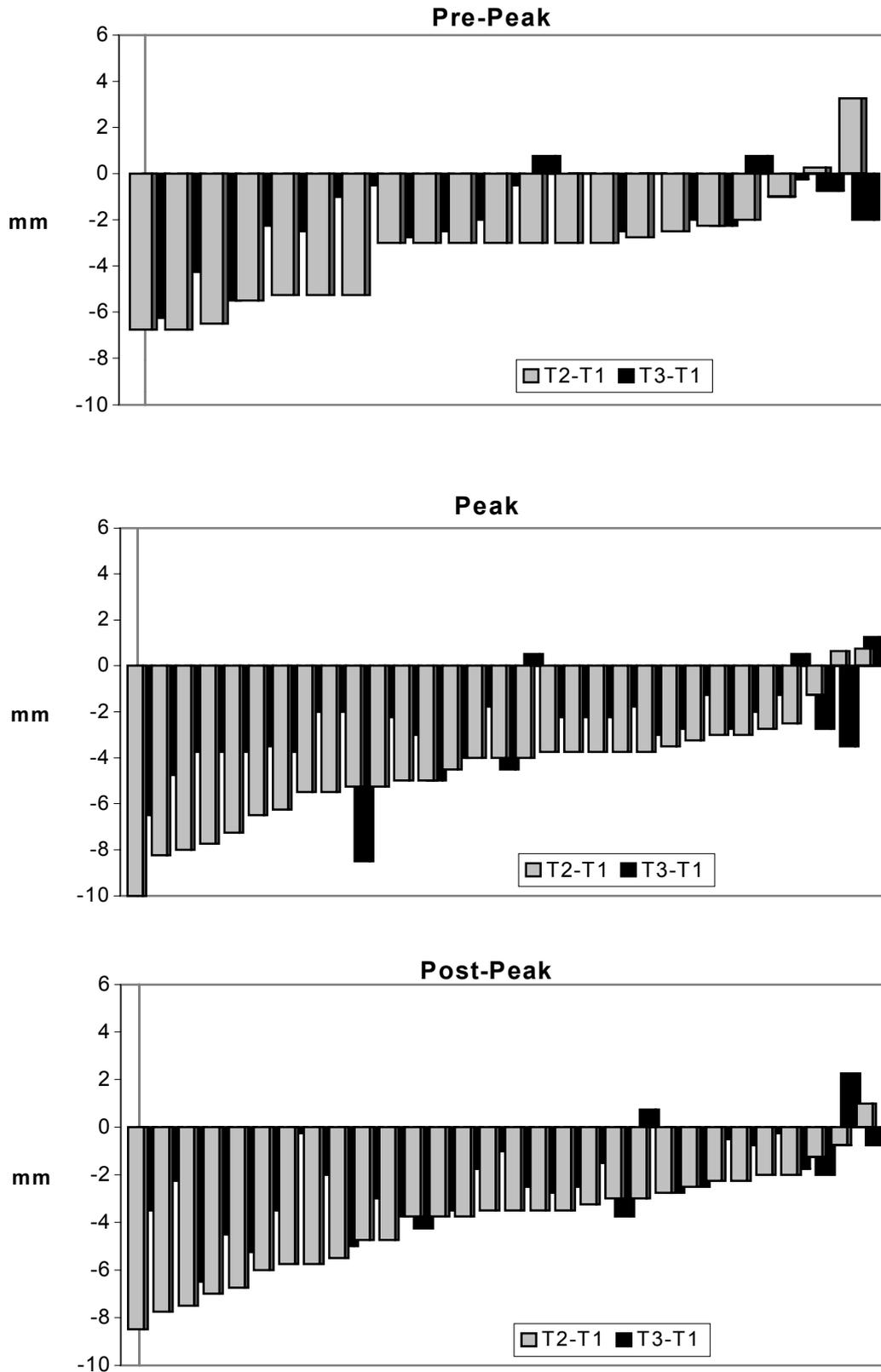
Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Wertes um 2,4mm ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,74mm war bei 83 % (25/30) der Probanden eine Verkleinerung und bei 7 % (2/30) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 19a:** Individuelle Veränderungen des Wits-Wertes bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). **Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und posttherapeutischen (T3-T2) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine anteriorere Position des Unterkiefers).

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 19b: Individuelle Veränderungen des Wits-Wertes** bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). **Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und totalen (T3-T1) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine anteriorere Position des Unterkiefers).

### **Wits**

#### **Vergleich der Wachstumsgruppen**

##### **Pre-Peak/ Peak (Tab. 8)**

Für keinen der drei Untersuchungszeiträume war ein statistischer Gruppenunterschied zu finden.

##### **Pre-Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für keinen der drei Untersuchungszeiträume war ein statistischer Gruppenunterschied zu finden.

##### **Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für keinen der drei Untersuchungszeiträume war ein statistischer Gruppenunterschied zu finden.

### 5.3 Gesichtsprofil

#### NAPg

##### Veränderungen innerhalb der Wachstumsgruppen

###### **Pre-Peak (Tab. 7; Abb. 20a, 20b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des NAPg-Winkels um  $3,6^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,92^\circ$  war bei allen Probanden eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $0,7^\circ$  (n.s.). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $1,06^\circ$  war bei 29 % (6/21) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 38 % (8/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $4,3^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $1,11^\circ$  war bei 5 % (1/21) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 86 % (18/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

###### **Peak (Tab. 7; Abb. 20a, 20b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des NAPg-Winkels um  $4,0^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,78^\circ$  war bei keinem der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 97 % (30/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $0,7^\circ$  (n.s.). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,90^\circ$  war bei 29 % (9/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 42 % (13/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $4,7^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,87^\circ$  war bei 74 % (23/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 13 % (4/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

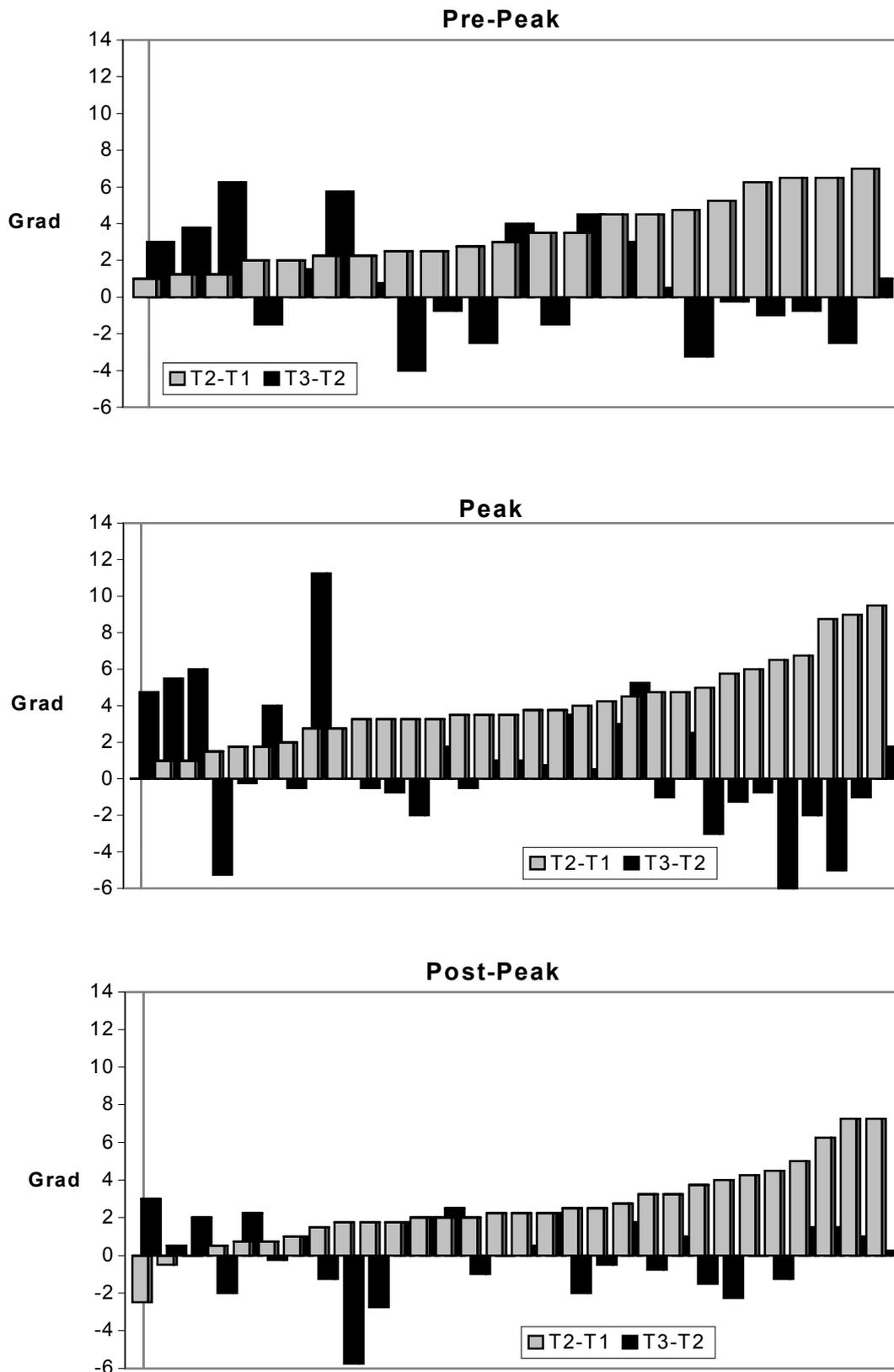
### **Post-Peak (Tab. 7; Abb. 20a, 20b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des NAPg-Winkels um  $2,5^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,74^\circ$  war bei 3 % (1/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 87 % (26/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) blieb der Winkel im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,63^\circ$  war bei 33 % (10/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 43 % (13/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

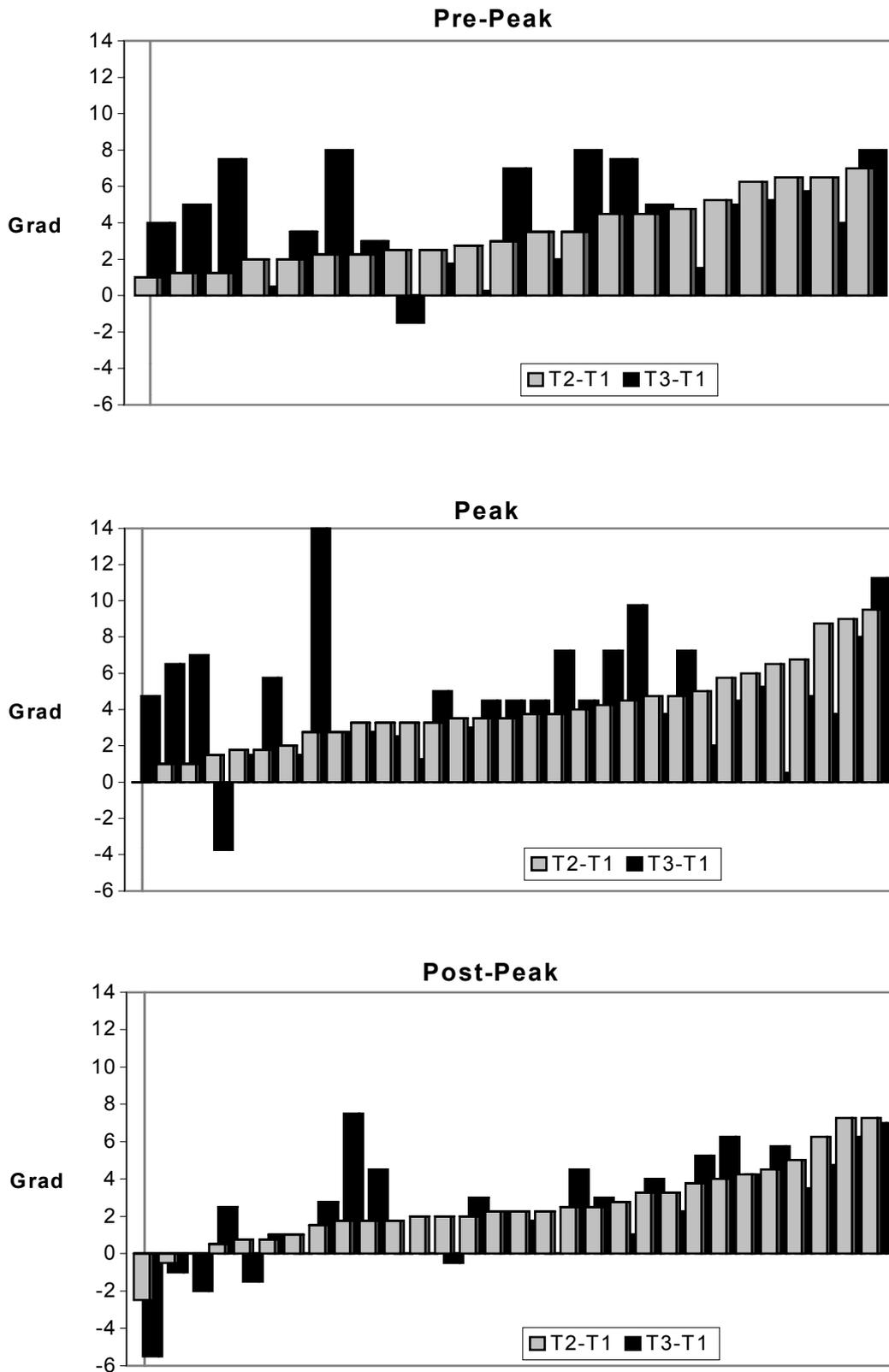
Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $2,6^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,94^\circ$  war bei 10 % (3/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 73 % (22/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 20a: Individuelle Veränderungen des NAPg-Winkels** bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). **Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und posttherapeutischen (T3-T2) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Winkels).

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 20b: Individuelle Veränderungen des NAPg-Winkels** bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). **Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und totalen (T3-T1) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Winkels).

### **NAPg**

#### **Vergleich der Wachstumsgruppen**

##### **Pre-Peak/ Peak (Tab. 8)**

Für keinen der drei Untersuchungszeiträume war ein statistischer Gruppenunterschied zu finden.

##### **Pre-Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) und posttherapeutischen Zeitraum (T3-T2) lag kein Gruppenunterschied vor. Im totalen Zeitraum (T3-T1) vergrößerte sich der NAPg-Winkel in der Pre-Peak Gruppe mehr als in der Post-Peak Gruppe (1,7°;  $p < 0,05$ ).

##### **Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für den posttherapeutischen Zeitraum (T3-T2) war kein Gruppenunterschied zu finden. Im therapeutischen Zeitraum (T2-T1) und totalen Zeitraum (T3-T1) vergrößerte sich der NAPg-Winkel in der Peak Gruppe im Durchschnitt mehr als in der Post-Peak Gruppe (1,5°;  $p < 0,05$ , bzw. 2,1°;  $p < 0,01$ ).

### **NsSnPgs**

#### **Veränderungen innerhalb der Wachstumsgruppen**

##### **Pre-Peak (Tab. 7; Abb. 21a, 21b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des NsSnPgs-Winkels um  $2,8^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $1,04^\circ$  war bei keinem der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 91 % (19/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) blieb der Winkel im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $1,25^\circ$  war bei 43 % (9/21) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 33 % (7/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $1,9^\circ$  ( $p < 0,05$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $1,03^\circ$  war bei 10 % (2/21) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 57 % (12/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

##### **Peak (Tab. 7; Abb. 21a, 21b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des NsSnPgs-Winkels um  $3,4^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,86^\circ$  war bei keinem der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 90 % (28/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $1,2^\circ$  ( $p < 0,05$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,89^\circ$  war bei 23 % (7/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 55 % (17/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $4,6^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $1,03^\circ$  war bei keinem der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 97 % (30/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

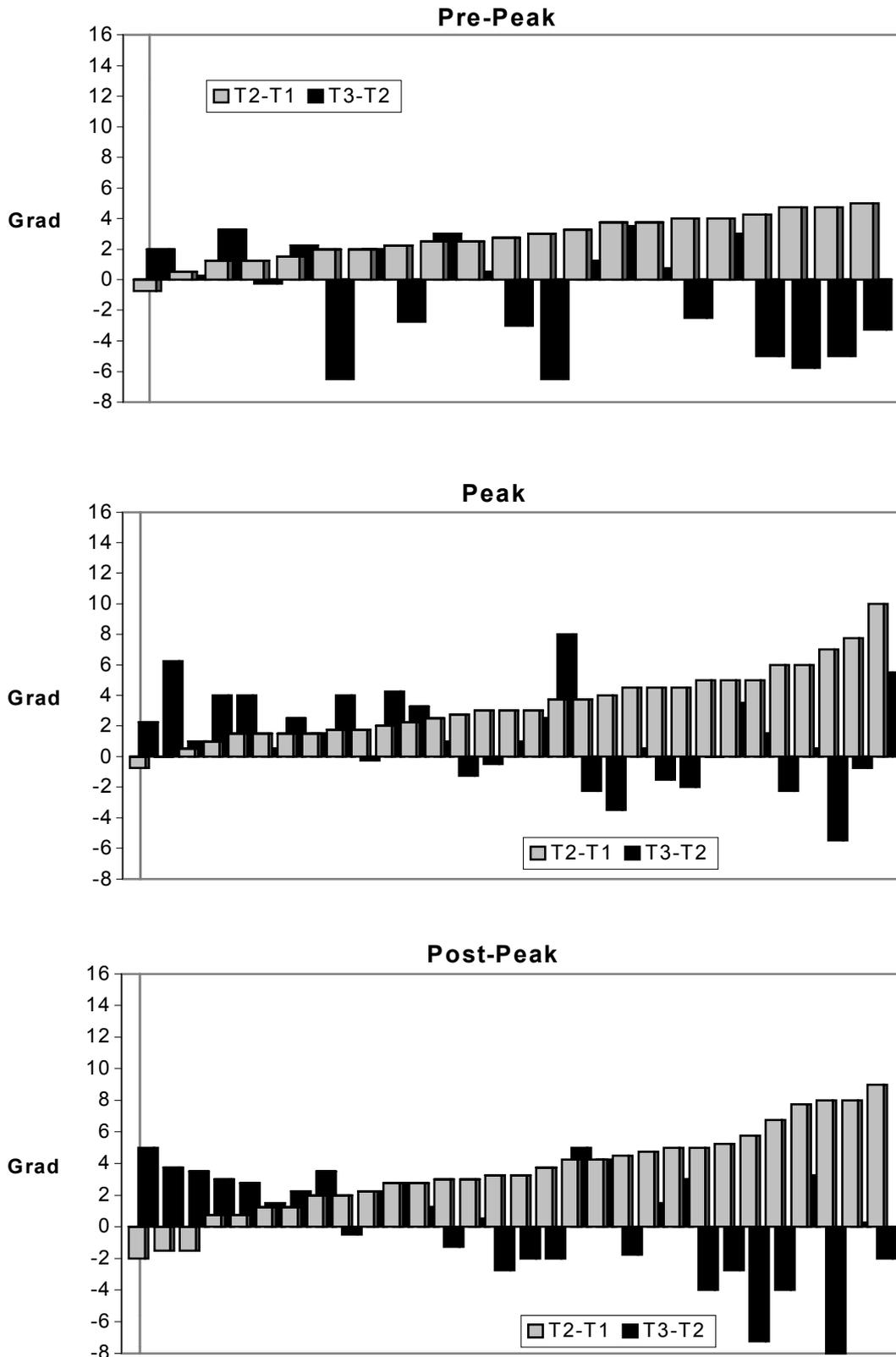
### **Post-Peak (Tab. 7; Abb. 21a, 21b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des NsSnPgs-Winkels um  $3,5^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,82^\circ$  war bei 10 % (3/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 83 % (25/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) blieb der Winkel im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,80^\circ$  war bei 37 % (11/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 53 % (16/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

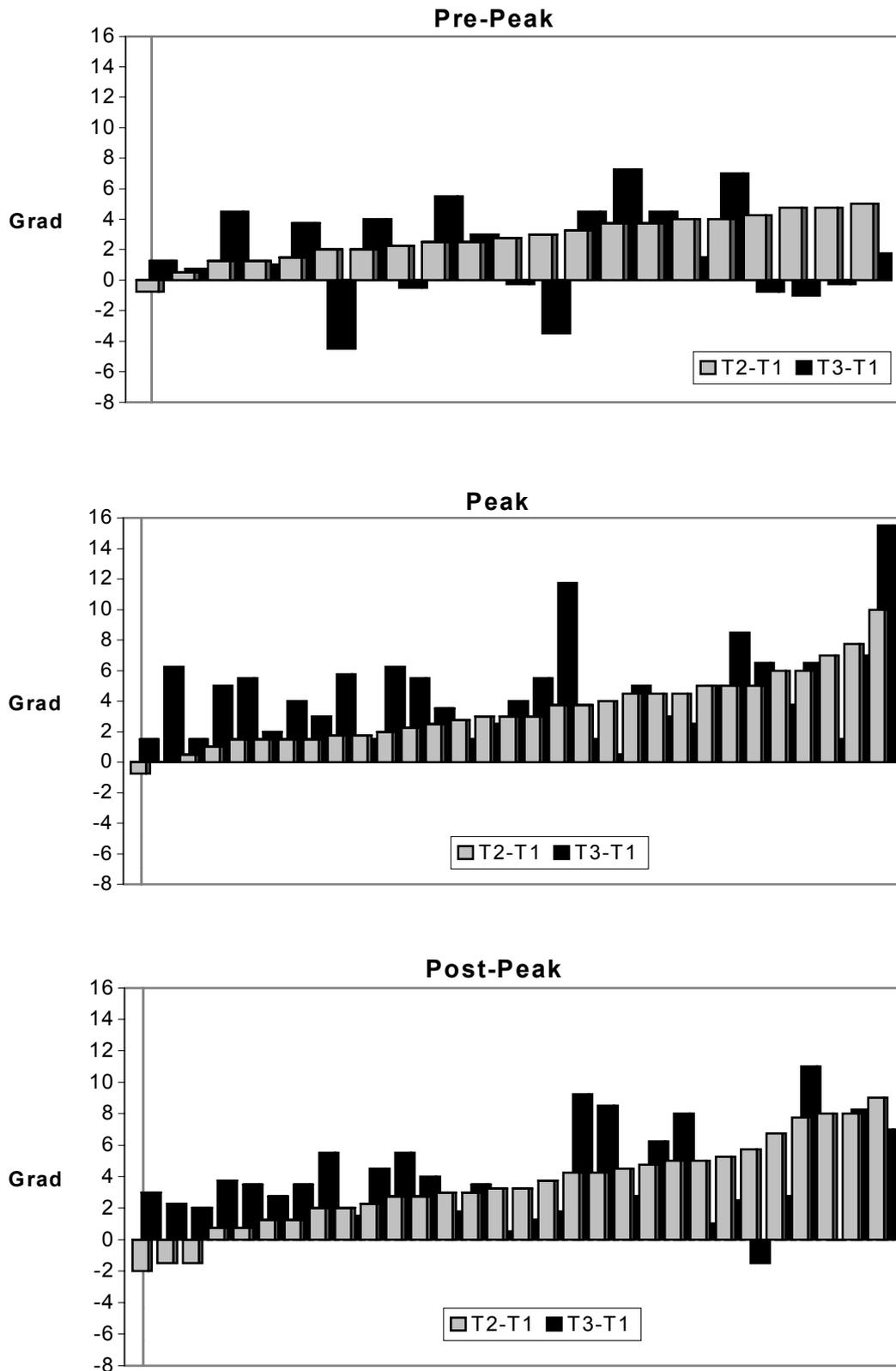
Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $3,9^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,75^\circ$  war bei 3 % (1/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 90 % (27/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 21a:** Individuelle Veränderungen des NsSnPgs-Winkels bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und posttherapeutischen (T3-T2) Zeitraumes. Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Winkels).

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 21b: Individuelle Veränderungen des NsSnPgs-Winkels** bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). **Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und totalen (T3-T1) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Winkels).

### **NsSnPgs**

#### **Vergleich der Wachstumsgruppen**

##### **Pre-Peak/ Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) war kein Gruppenunterschied zu finden. Im posttherapeutischen Zeitraum (T3-T2) und totalen Zeitraum (T3-T1) verkleinerte sich der NsSnPgs-Winkel in der Pre-Peak Gruppe im Durchschnitt mehr als in der Peak Gruppe ( $2,1^\circ$ ;  $p < 0,05$ , bzw.  $2,7^\circ$ ;  $p < 0,01$ ).

##### **Pre-Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) und totalen Zeitraum (T3-T1) lag kein Gruppenunterschied vor. Im posttherapeutischen Zeitraum (T3-T2) verkleinerte sich der NsSnPgs-Winkel in der Pre-Peak Gruppe mehr als in der Post-Peak Gruppe ( $2,0^\circ$ ;  $p < 0,05$ ).

##### **Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für keinen der drei Untersuchungszeiträume war ein statistischer Gruppenunterschied zu finden.

### **NsNoPgs**

#### **Veränderungen innerhalb der Wachstumsgruppen**

##### **Pre-Peak (Tab. 7; Abb. 22a, 22b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) blieb der NsNoPgs-Winkel im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $1,20^\circ$  war bei 14 % (3/21) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 67 % (14/21) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des NsNoPgs-Winkels von  $3,7^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $1,23^\circ$  war bei 91 % (19/21) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei keinem eine Vergrößerung zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $3,0^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $1,20^\circ$  war bei 76 % (16/21) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei keinem eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

##### **Peak (Tab. 7; Abb. 22a, 22b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des NsNoPgs-Winkels um  $1,7^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,89^\circ$  war bei 7 % (2/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 71 % (21/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $1,6^\circ$  ( $p < 0,01$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,88^\circ$  war bei 55 % (17/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 13 % (4/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) blieb der Winkel im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,84^\circ$  war bei 36 % (11/31) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 42 % (13/31) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

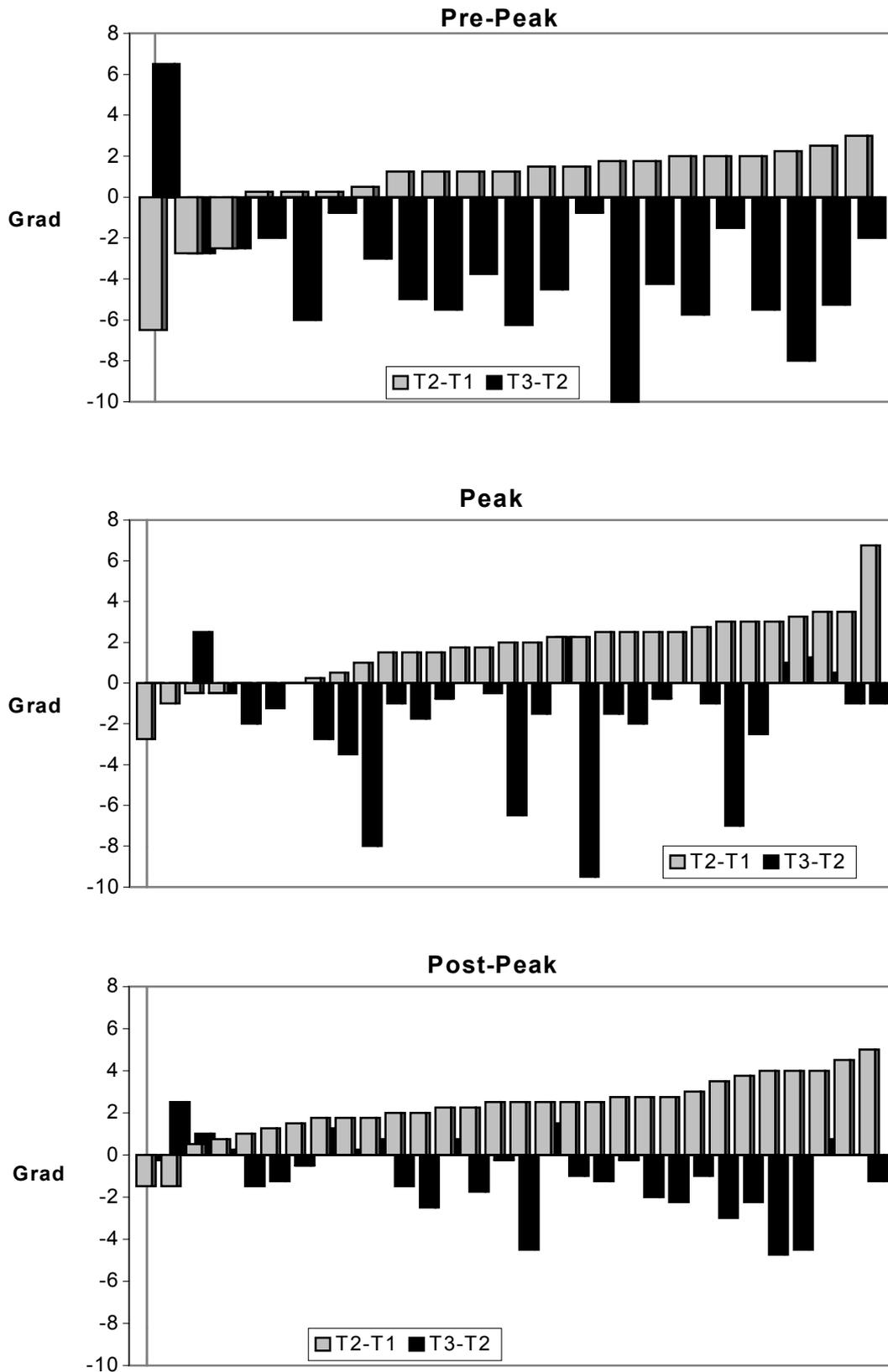
### **Post-Peak (Tab. 7; Abb. 22a, 22b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des NsNoPgs-Winkels um  $2,3^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,84^\circ$  war bei 7 % (2/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 87 % (26/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Winkels um  $1,0^\circ$  ( $p < 0,01$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,82^\circ$  war bei 53 % (16/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 13 % (4/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

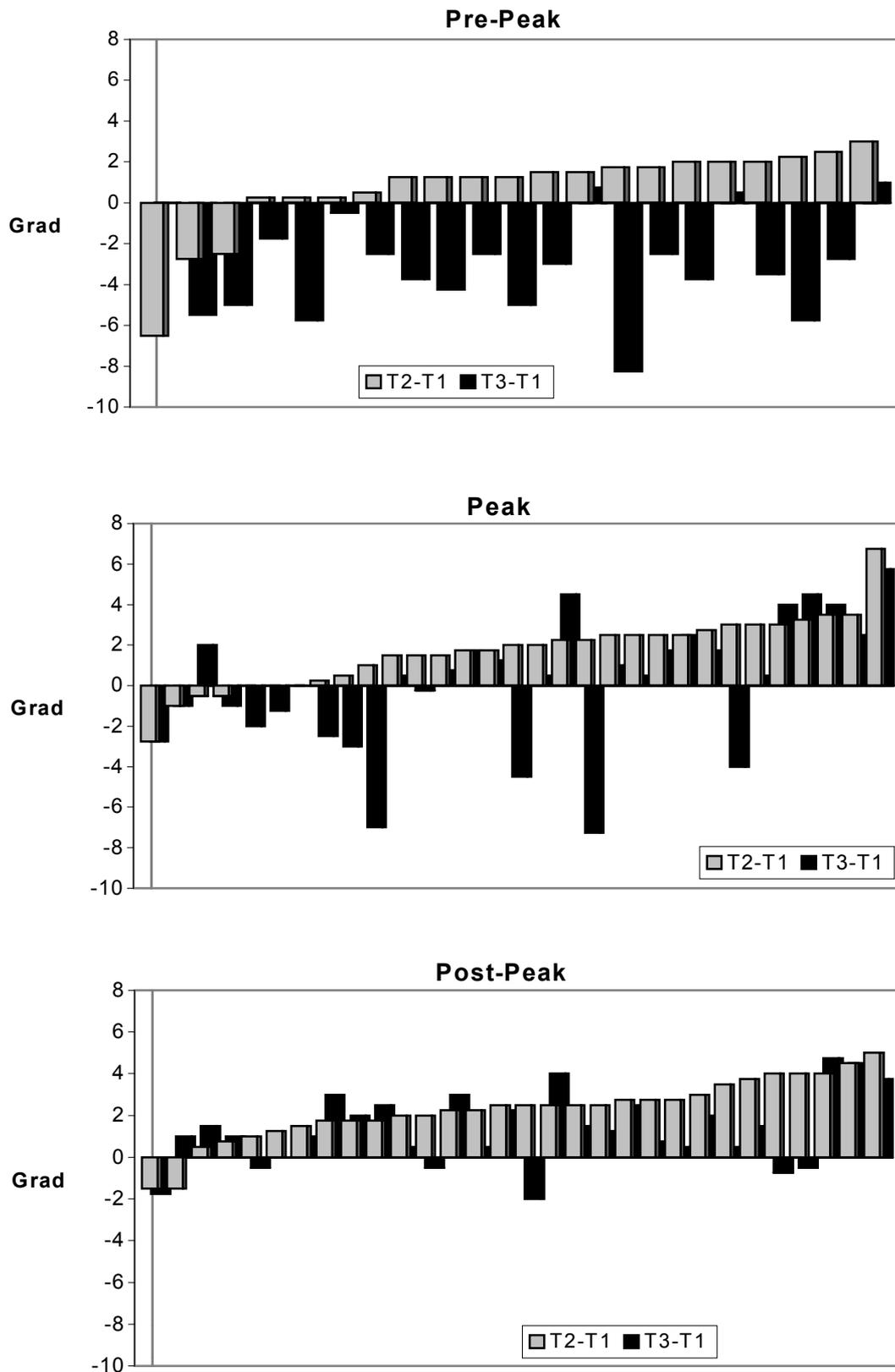
Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Winkels um  $1,3^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von  $0,69^\circ$  war bei 10 % (3/30) der Probanden eine Verkleinerung des Winkels und bei 63 % (19/30) eine Vergrößerung des Winkels zu finden.

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 22a: Individuelle Veränderungen des NsNoPgs-Winkels** bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). **Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und posttherapeutischen (T3-T2) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Winkels).

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 22b:** Individuelle Veränderungen des NsNoPgs-Winkels bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). **Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und totalen (T3-T1) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Winkels).

### **NsNoPgs**

#### **Vergleich der Wachstumsgruppen**

##### **Pre-Peak/ Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) war kein Gruppenunterschied zu finden. Im posttherapeutischen Zeitraum (T3-T2) und totalen Zeitraum (T3-T1) verkleinerte sich der NsNoPgs-Winkel in der Pre-Peak Gruppe im Durchschnitt mehr als in der Peak Gruppe (2,1°;  $p < 0,01$ , bzw. 3,1°;  $p < 0,01$ ).

##### **Pre-Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Im therapeutischen Zeitraum (T2-T1), posttherapeutischen Zeitraum (T3-T2) und totalen Zeitraum (T3-T1) verkleinerte sich der NsNoPgs-Winkel in der Pre-Peak Gruppe mehr als in der Post-Peak Gruppe (1,6°;  $p < 0,05$ , 2,7°;  $p < 0,001$ , 4,3°;  $p < 0,001$ ).

##### **Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für keinen der drei Untersuchungszeiträume war ein statistischer Gruppenunterschied zu finden.

### 5.4 Lippenposition

#### OL-E-Linie

#### Veränderungen innerhalb der Wachstumsgruppen

##### **Pre-Peak (Tab. 7; Abb. 23a, 23b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) nahm die Oberlippe im Durchschnitt eine um 2,1mm ( $p < 0,001$ ) weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,55mm war bei 91 % (19/21) der Probanden eine nach posterior verschobene Position und bei keinem eine nach anterior verschobene Position zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) nahm die Oberlippe im Durchschnitt eine um 2,8mm ( $p < 0,001$ ) weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,58mm war bei 95 % (20/21) der Probanden eine nach posterior verschobene Position und bei keinem eine nach anterior verschobene Position zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) nahm die Oberlippe im Durchschnitt eine um 4,9mm ( $p < 0,001$ ) weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,55mm war bei allen Probanden eine nach posterior verschobene Position zu finden.

##### **Peak (Tab. 7; Abb. 23a, 23b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) nahm die Oberlippe im Durchschnitt eine um 1,7mm ( $p < 0,001$ ) weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,43mm war bei 84 % (26/31) der Probanden eine nach posterior verschobene Position und bei 3 % (1/31) eine nach anterior verschobene Position zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) nahm die Oberlippe im Durchschnitt eine um 2,3mm ( $p < 0,001$ ) weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,46mm war bei 87 % (27/31) der Probanden eine nach posterior verschobene Position und bei 3 % (1/31) eine nach anterior verschobene Position zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) nahm die Oberlippe im Durchschnitt eine um 4,0mm ( $p < 0,001$ ) weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,32mm war bei 97 % (30/31) der Probanden eine nach posterior verschobene Position und bei 3 % (1/31) eine nach anterior verschobene Position zu finden.

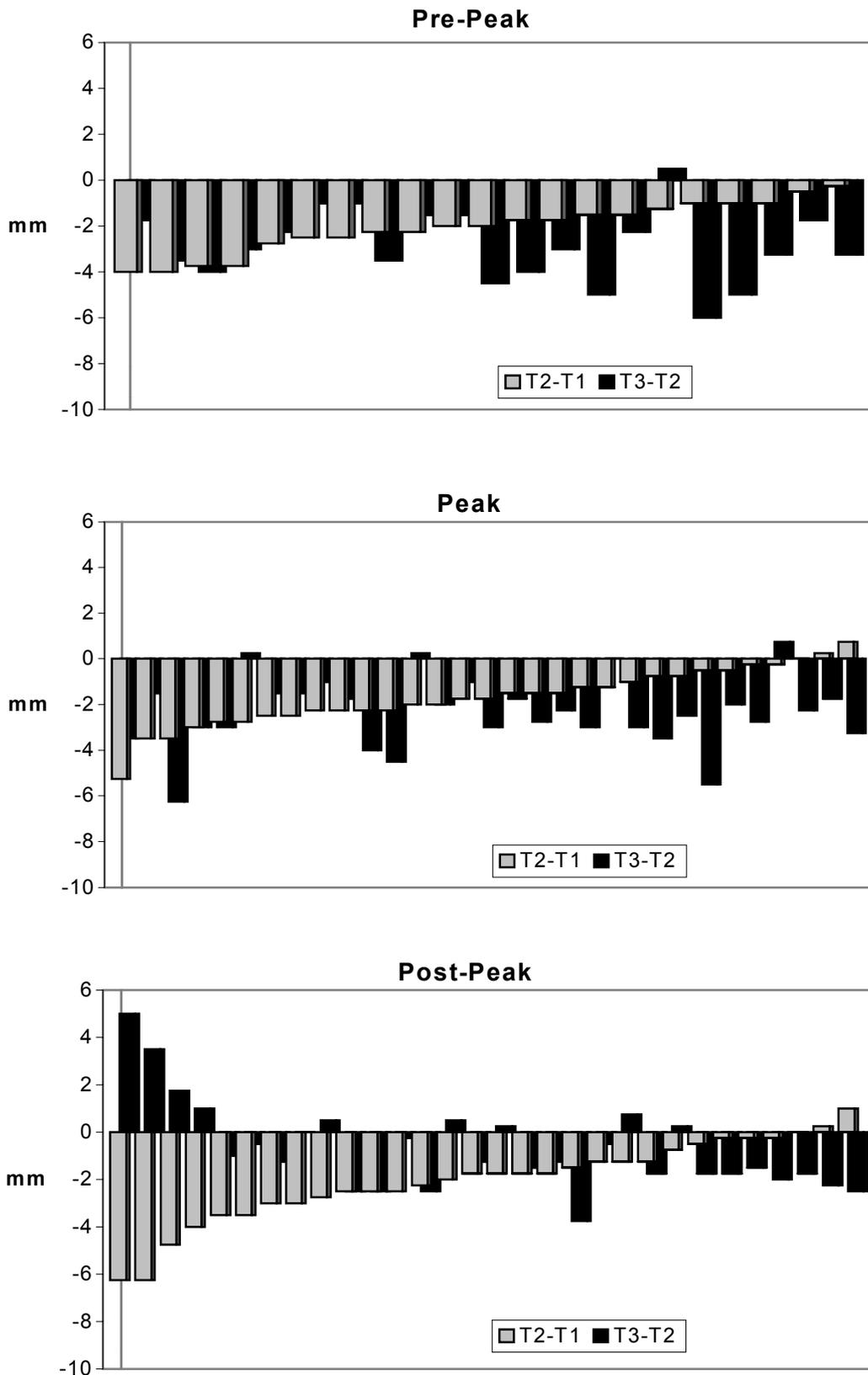
### **Post-Peak (Tab. 7; Abb. 23a, 23b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) nahm die Oberlippe im Durchschnitt um 2,1mm ( $p < 0,001$ ) weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,54mm war bei 77 % (23/30) der Probanden eine nach posterior verschobene Position und bei 3 % (1/30) eine nach anterior verschobene Position zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) nahm die Oberlippe im Durchschnitt eine um 0,6mm (n.s.) weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,49mm war bei 63 % (19/30) der Probanden eine nach posterior verschobene Position und bei 23 % (7/30) eine nach anteriore verschobene Position zu finden.

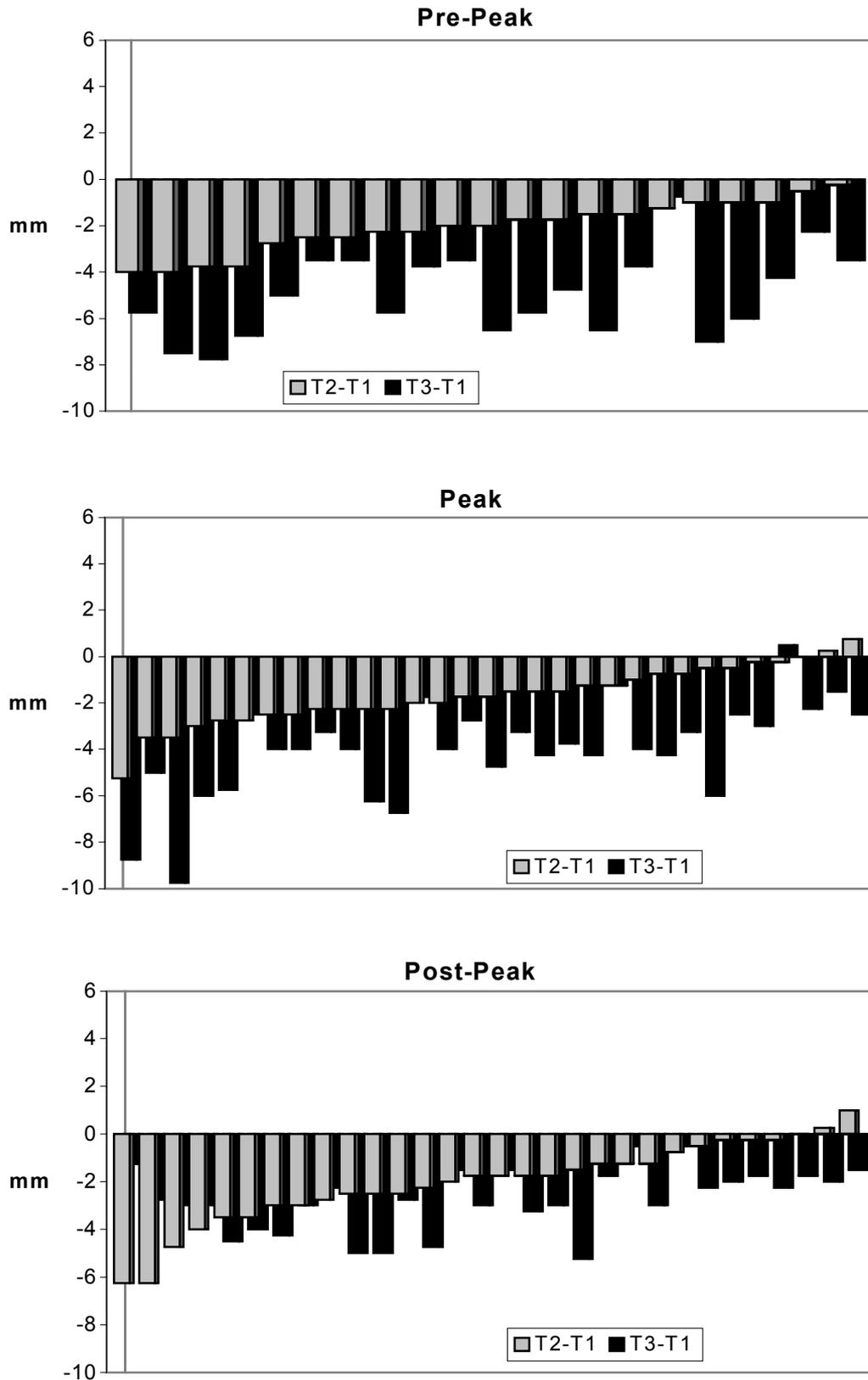
Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) nahm die Oberlippe im Durchschnitt eine 2,7mm ( $p < 0,001$ ) weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,52mm war bei 93 % (28/30) der Probanden eine nach posteriore verschobene Position und bei keinem eine nach anterior verschobene Position zu finden.

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 23a: Individuelle Veränderungen des OI-E-Linie Wertes** bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). **Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und posttherapeutischen (T3-T2) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine weiter posterior gelegene Position der Oberlippe zur E-Linie).

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 23b: Individuelle Veränderungen des OL-E-Linie Wertes bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und totalen (T3-T1) Zeitraumes. Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine weiter posterior gelegene Position der Oberlippe zur E-Linie).**

### **OL-E-Linie**

#### **Vergleich der Wachstumsgruppen**

##### **Pre-Peak/ Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) und totalen Zeitraum (T3-T1) war kein Gruppenunterschied zu finden. Im posttherapeutischen Zeitraum (T3-T2) nahm die Oberlippe im Durchschnitt in der Pre-Peak Gruppe eine weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein als in der Peak Gruppe (0,5mm;  $p < 0,05$ ).

##### **Pre-Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) war kein Gruppenunterschied zu finden. Im posttherapeutischen Zeitraum (T3-T2) und totalen Zeitraum (T3-T1) nahm die Oberlippe im Durchschnitt in der Pre-Peak Gruppe eine weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein als in der Post-Peak Gruppe (2,2mm;  $p < 0,001$ , bzw. 2,2mm;  $p < 0,001$ ).

##### **Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) war kein Gruppenunterschied zu finden. Im posttherapeutischen Zeitraum (T3-T2) und totalen Zeitraum (T3-T1) nahm die Oberlippe im Durchschnitt in der Peak Gruppe eine weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein als in der Post-Peak Gruppe (1,7mm;  $p < 0,001$ , bzw. 1,3mm;  $p < 0,01$ ).

### UL-E-Linie

#### Veränderungen innerhalb der Wachstumsgruppen

##### **Pre-Peak (Tab. 7; Abb. 24a, 24b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) blieb die Unterlippe in Relation zur E-Linie im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,53mm war bei 52 % (11/21) der Probanden eine nach posterior verschobene Position und bei 19 % (4/21) eine nach anterior verschobene Position zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) nahm die Unterlippe im Durchschnitt eine um 3,3mm ( $p < 0,001$ ) weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,48mm war bei allen Probanden eine nach posterior verschobene Position zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) nahm die Unterlippe im Durchschnitt eine um 3,8mm ( $p < 0,001$ ) weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,44mm war bei allen Probanden eine nach posterior verschobene Position zu finden.

##### **Peak (Tab. 7; Abb. 24a, 24b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) nahm die Unterlippe im Durchschnitt eine um 0,5mm (n.s.) weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,48mm war bei 52 % (16/31) der Probanden eine nach posterior verschobene Position und bei 29 % (9/31) eine nach anterior verschobene Position zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) nahm die Unterlippe im Durchschnitt eine um 2,7mm ( $p < 0,001$ ) weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,42mm war bei

90 % (28/31) der Probanden eine nach posterior verschobene Position und bei 10 % (3/31) eine nach anterior verschobene Position zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) nahm die Unterlippe im Durchschnitt eine um 3,2mm ( $p < 0,001$ ) weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,44mm war bei 97 % (30/31) der Probanden eine nach posterior verschobene Position und bei keinem eine nach anterior verschobene Position zu finden.

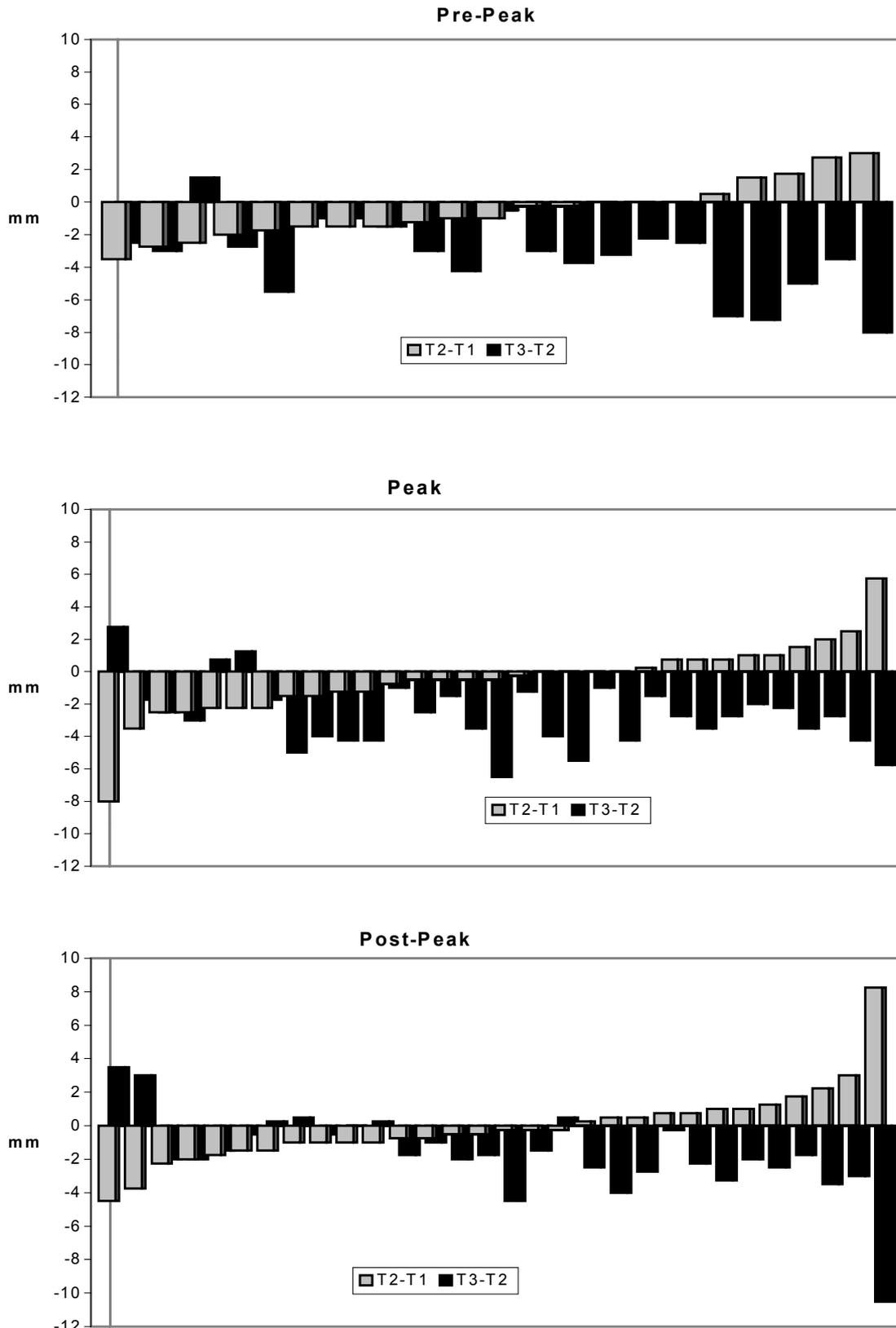
### **Post-Peak (Tab. 7; Abb. 24a, 24b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) ) blieb die Unterlippe in Relation zur E-Linie im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,51mm war bei 43 % (13/30) der Probanden eine nach posterior verschobene Position und bei 30 % (9/30) eine nach anterior verschobene Position zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) nahm die Unterlippe im Durchschnitt eine um 1,6mm ( $p < 0,01$ ) weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,32mm war bei 73 % (22/30) der Probanden eine nach posterior verschobene Position und bei 10 % (3/30) eine nach anterior verschobene Position zu finden.

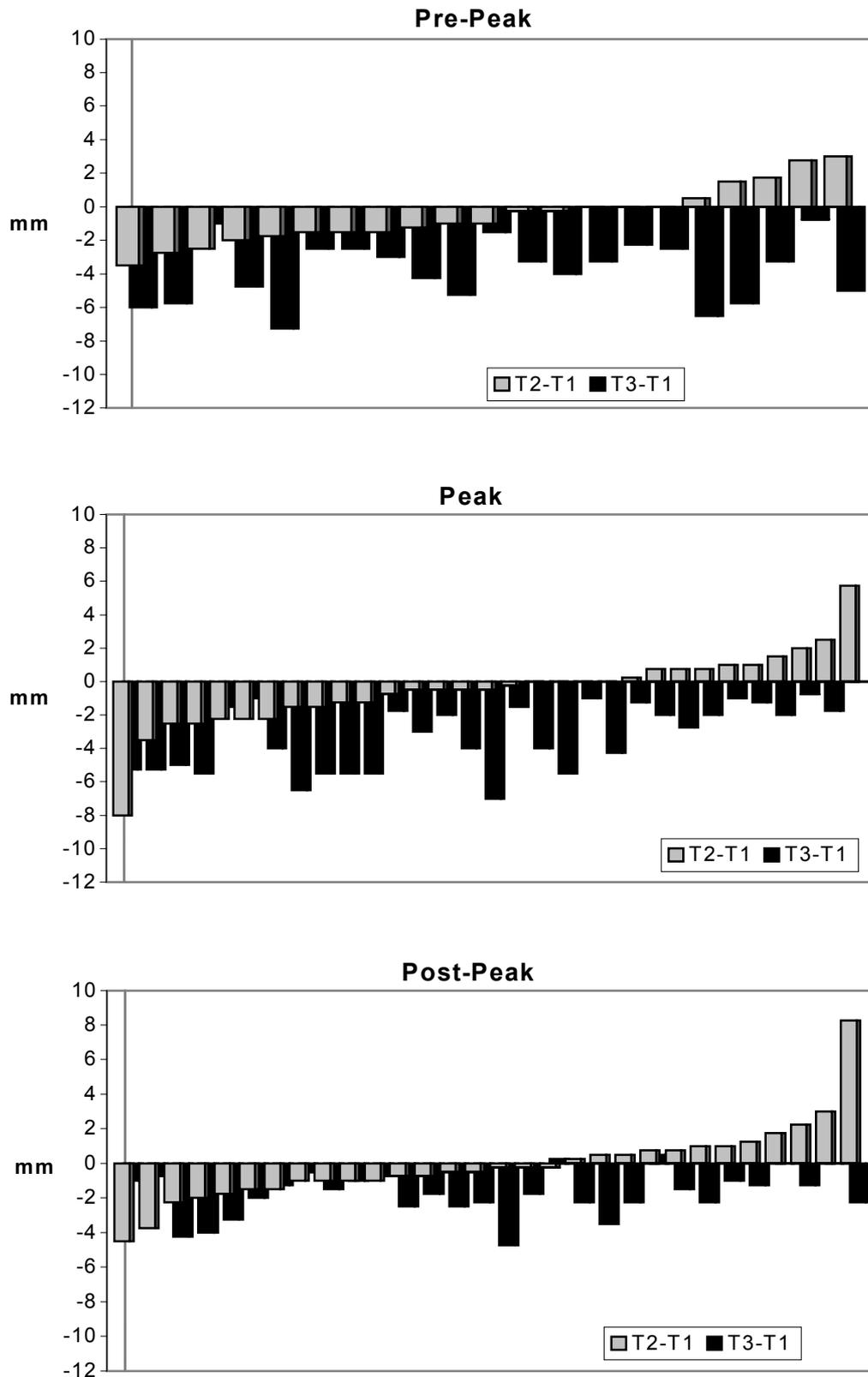
Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) nahm die Unterlippe im Durchschnitt eine um 1,7mm ( $p < 0,001$ ) weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,53mm war bei 87 % (26/30) der Probanden eine nach posterior verschobene Position und bei keinem eine nach anterior verschobene Position zu finden.

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 24a: Individuelle Veränderungen des UL-E-Linie Wertes bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und posttherapeutischen (T3-T2) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine weiter posterior gelegene Position der Unterlippe zur E-Linie)

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 24b: Individuelle Veränderungen des UL-E-Linie Wertes** bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). **Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und totalen (T3-T1) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therap. Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine weiter posterior gelegene Position der Unterlippe zur E-Linie).

### **UL-E-Linie**

#### **Vergleich der Wachstumsgruppen**

##### **Pre-Peak/ Peak (Tab. 8)**

Für keinen der drei Untersuchungszeiträume war ein statistischer Gruppenunterschied zu finden.

##### **Pre-Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) war kein Gruppenunterschied zu finden. Im posttherapeutischen Zeitraum (T3-T2) und totalen Zeitraum (T3-T1) nahm die Unterlippe in der Pre-Peak Gruppe im Durchschnitt eine weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein als in der Post-Peak Gruppe (1,7mm;  $p < 0,05$ , bzw. 2,1mm;  $p < 0,001$ ).

##### **Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) und posttherapeutischen Zeitraum (T3-T2) war kein Gruppenunterschied zu finden. Im totalen Zeitraum (T3-T1) nahm die Unterlippe in der Peak Gruppe im Durchschnitt eine weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein als in der Post-Peak Gruppe (1,5mm;  $p < 0,01$ ).

### 5.5 Gesichtshöhe

#### G-Index anterior

Eine Vergrößerung des Index-Wertes bedeutet eine Vergrößerung der unteren Gesichtshöhe im Verhältnis zur gesamten Gesichtshöhe.

#### Veränderungen innerhalb der Wachstumsgruppen

##### Pre-Peak (Tab. 7; Abb. 25a, 25b)

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Wertes um 0,6 ( $p < 0,05$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,92 war bei 5 % (1/21) der Probanden eine Verkleinerung und bei 24 % (5/21) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Wertes um 0,9 ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,67 war bei 5 % (1/21) der Probanden eine Verkleinerung und bei 62 % (13/21) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Wertes um 1,5 ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,95 war bei 5 % (1/21) der Probanden eine Verkleinerung und bei 67 % (14/21) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

##### Peak (Tab. 7; Abb. 25a, 25b)

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Wertes um 0,9 ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,41 war bei 5 % (1/31) der Probanden eine Verkleinerung und bei 67 % (21/31) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) blieb der Wert fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,40 war bei 23 % (7/31) der Probanden eine Verkleinerung und bei 36 % (11/31) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Wertes um 1,2 ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,47 war bei 7 % (2/31) der Probanden eine Verkleinerung und bei 74 % (23/31) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

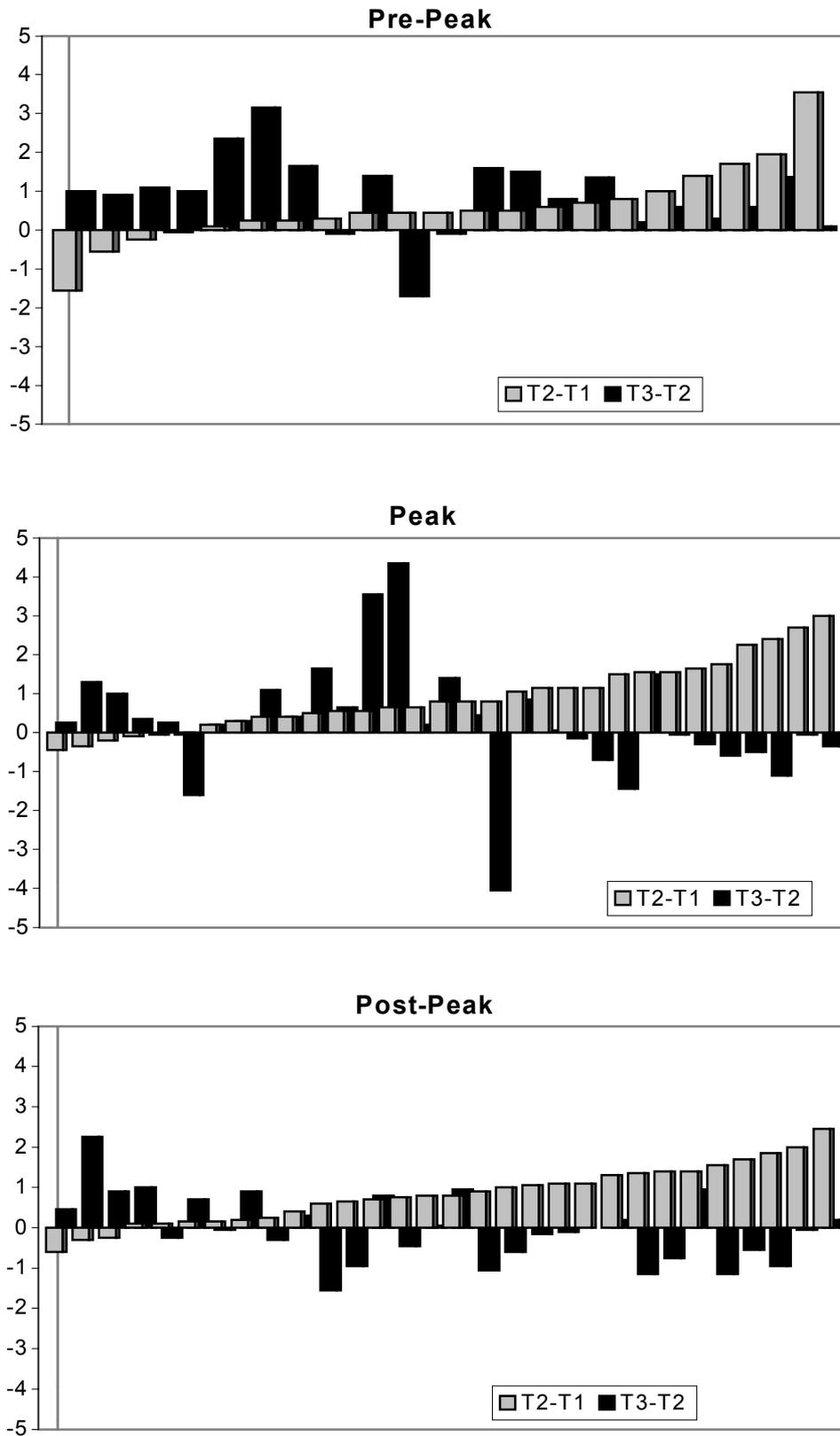
### **Post-Peak (Tab. 7; Abb. 25a, 25b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Wertes um 0,8 ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,49 war bei 3 % (1/30) der Probanden eine Verkleinerung und bei 67 % (20/30) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) blieb der Wert im Durchschnitt fast unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,44 war bei 33 % (10/30) der Probanden eine Verkleinerung und bei 30 % (9/30) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

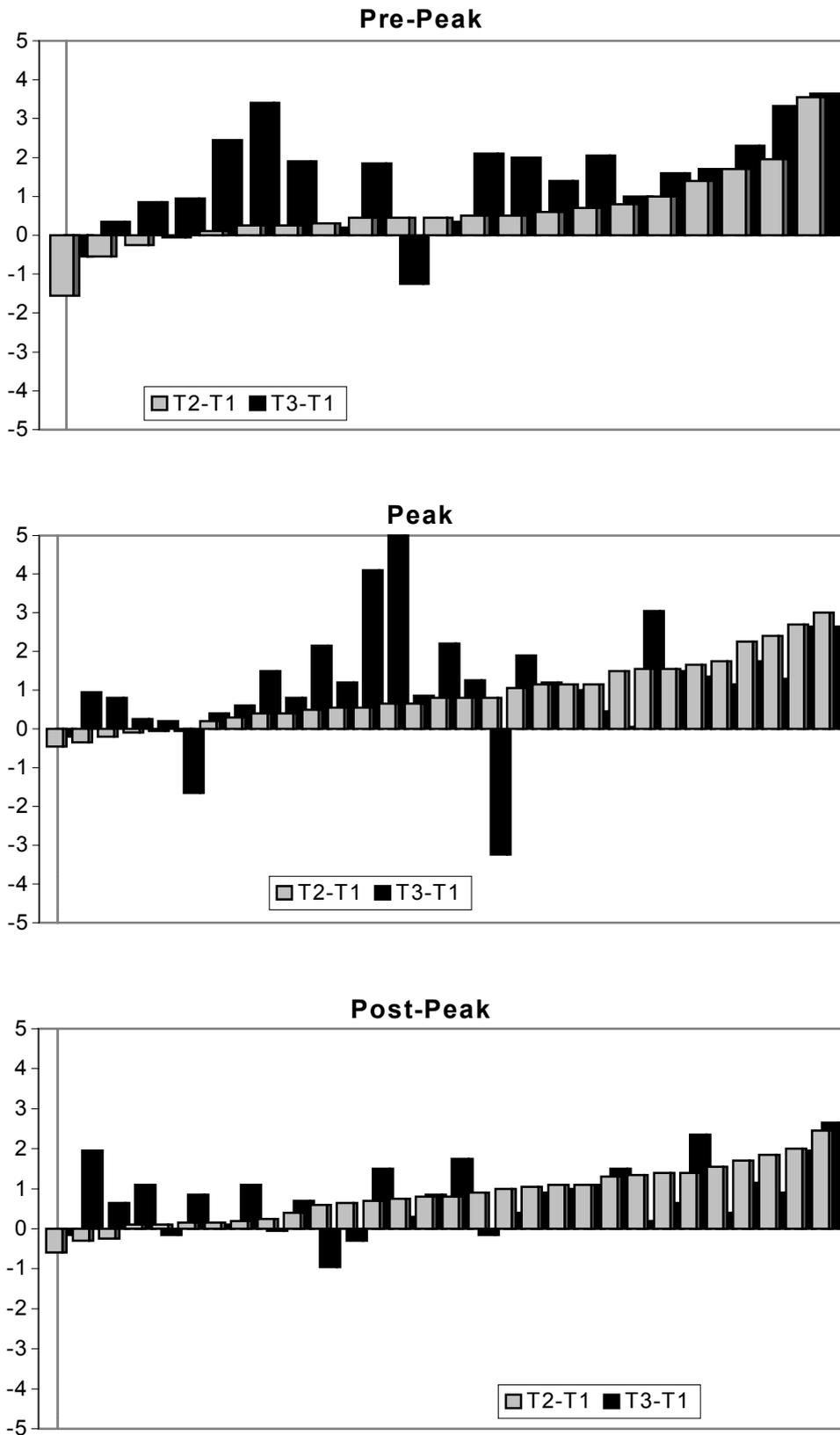
Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Wertes um 0,8 ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,48 war bei 3 % (1/30) der Probanden eine Verkleinerung und bei 63,3 % (19/30) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 25a:** Individuelle Veränderungen des G-Index anterior bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). **Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und posttherapeutischen (T3-T2) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Index-Wertes).

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 25b:** Individuelle Veränderungen des G-Index anterior bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und totalen (T3-T1) Zeitraumes. Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Index-Wertes).

### **G-Index anterior**

#### **Vergleich der Wachstumsgruppen**

##### **Pre-Peak/ Peak (Tab. 8)**

Für keinen der drei Untersuchungszeiträume war ein statistischer Gruppenunterschied zu finden.

##### **Pre-Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) war kein Gruppenunterschied zu finden. Im posttherapeutischen Zeitraum (T3-T2) und totalen Zeitraum (T3-T1) vergrößerte sich der Index in der Pre-Peak Gruppe im Durchschnitt mehr als in der Post-Peak Gruppe (0,9;  $p < 0,05$ , bzw. 0,7;  $p < 0,05$ ).

##### **Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für keinen der drei Untersuchungszeiträume war ein statistischer Gruppenunterschied zu finden.

### **G-Index posterior**

Eine Vergrößerung des Index-Wertes bedeutet eine Vergrößerung der unteren Gesichtshöhe im Verhältnis zur gesamten Gesichtshöhe.

### **Veränderungen innerhalb der Wachstumsgruppen**

#### **Pre-Peak (Tab. 7; Abb. 26a, 26b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Wertes um 1,6 ( $p < 0,01$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 1,15 war bei keinem der Probanden eine Verkleinerung und bei 57 % (12/21) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Wertes um 4,0 ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 1,18 war bei 5 % (1/21) der Probanden eine Verkleinerung und bei 95 % (20/21) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Wertes um 5,6 ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 1,18 war bei allen Probanden eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

#### **Peak (Tab. 7; Abb. 26a, 26b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Wertes um 1,3 ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,67 war bei 7 % (2/31) der Probanden eine Verkleinerung und bei 71 % (22/31) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Wertes um 2,1 ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,77 war bei 3 % (1/31) der Probanden eine Verkleinerung und bei 84 % (26/31) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Wertes um 3,4 ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,71 war bei keinem der Probanden eine Verkleinerung und bei 94 % (29/31) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

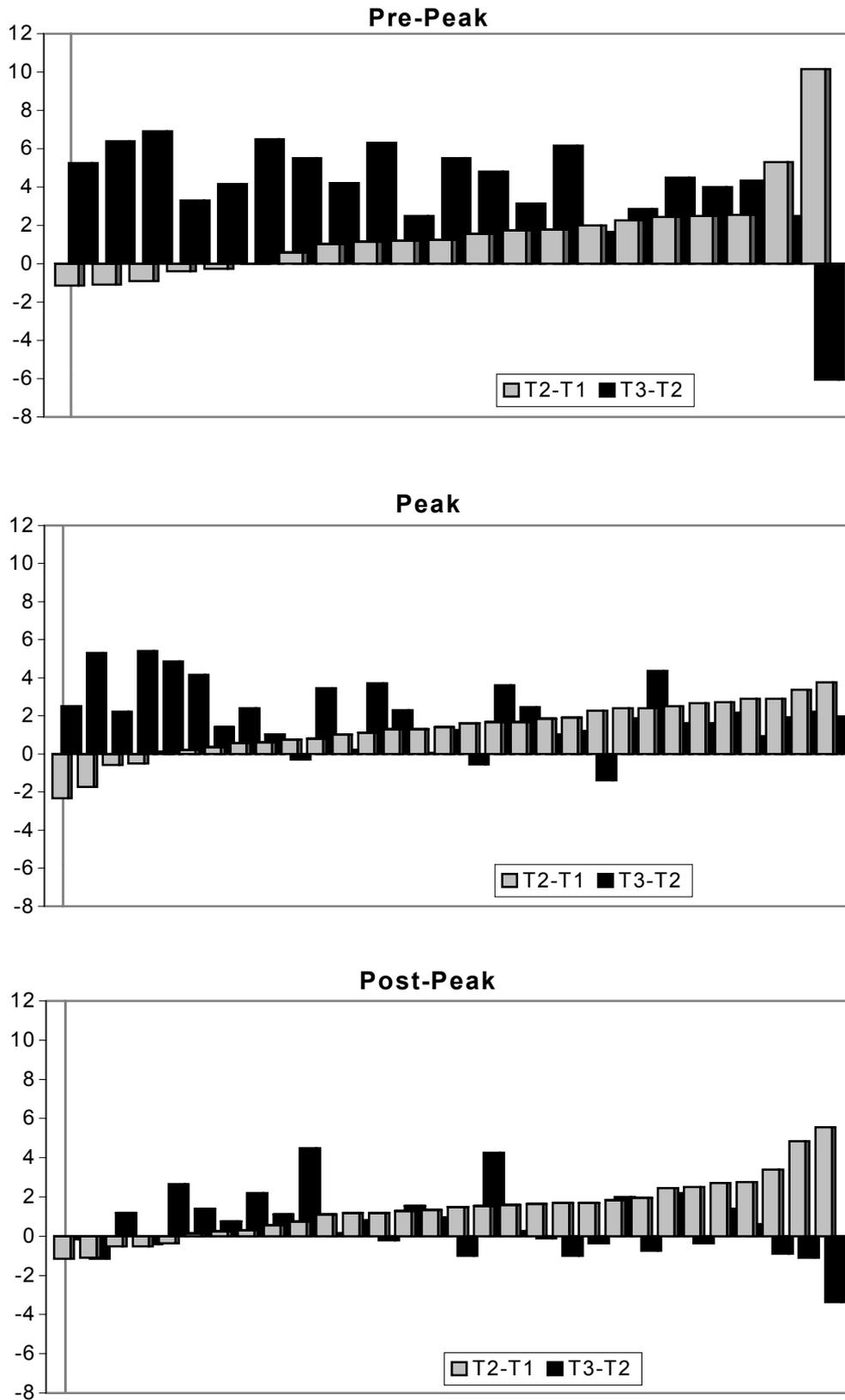
### **Post-Peak (Tab. 7; Abb. 26a, 26b)**

Während des therapeutischen Zeitraumes (T2-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Wertes um 1,4 ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,68 war bei 7 % (2/30) der Probanden eine Verkleinerung und bei 87 % (26/30) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

Während des posttherapeutischen Zeitraumes (T3-T2) blieb der Wert im Durchschnitt unverändert. Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,58 war bei 23 % (7/30) der Probanden eine Verkleinerung und bei 47 % (14/30) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

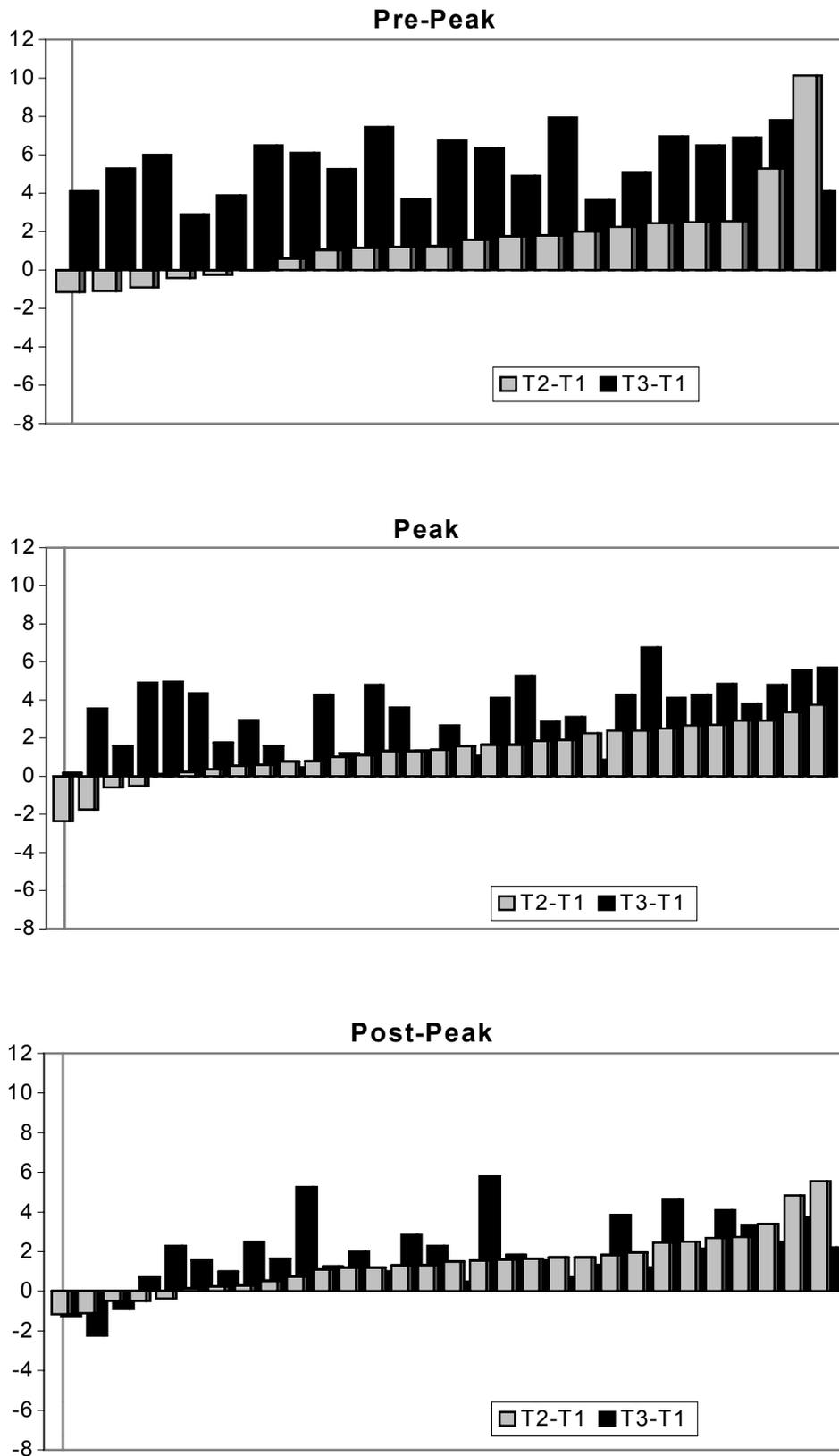
Während des totalen Zeitraumes (T3-T1) kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Wertes um 2,0 ( $p < 0,001$ ). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,75 war bei 10 % (3/30) der Probanden eine Verkleinerung und bei 80 % (24/30) eine Vergrößerung des Wertes zu finden.

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 26a: Individuelle Veränderungen des G-Index posterior bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und posttherapeutischen (T3-T2) Zeitraumes.** Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Index-Wertes).

## 5. ERGEBNISSE



**Abb. 26b:** Individuelle Veränderungen des G-Index posterior bei 82 Herbst-Probanden in den einzelnen Wachstumsgruppen: Pre-Peak (n=21), Peak (n=31), Post-Peak (n=30). Vergleich des therapeutischen (T2-T1) und totalen (T3-T1) Zeitraumes. Aufsteigende Reihung der Probanden nach den gemessenen Werten des therapeutischen Zeitraumes (negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Index-Wertes).

### **G-Index posterior**

#### **Vergleich der Wachstumsgruppen**

##### **Pre-Peak/ Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) war kein Gruppenunterschied zu finden. Im posttherapeutischen Zeitraum (T3-T2) und totalen Zeitraum (T3-T1) vergrößerte sich der Index in der Pre-Peak Gruppe im Durchschnitt mehr als in der Peak Gruppe (1,9;  $p < 0,01$ , bzw. 2,2;  $p < 0,001$ ).

##### **Pre-Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) war kein Gruppenunterschied zu finden. Im posttherapeutischen Zeitraum (T3-T2) und totalen Zeitraum (T3-T1) vergrößerte sich der Index in der Pre-Peak Gruppe im Durchschnitt mehr als in der Post-Peak Gruppe (3,4;  $p < 0,001$ , bzw. 3,6;  $p < 0,001$ ).

##### **Peak/ Post-Peak (Tab. 8)**

Für den therapeutischen Zeitraum (T2-T1) war kein Gruppenunterschied zu finden. Im posttherapeutischen Zeitraum (T3-T2) und totalen Zeitraum (T3-T1) vergrößerte sich der Index in der Peak Gruppe im Durchschnitt mehr als in der Post-Peak Gruppe (1,5;  $p < 0,001$ , bzw. 1,4;  $p < 0,01$ ).

### 6. DISKUSSION

#### 6.1 Probanden

Dieser Untersuchung stand ein einheitliches Patientengut zur Verfügung. Es wurden ausschließlich Probanden der gleichen Dysgnathie (Angle Klasse II/1) gewählt, die mit der selben Apparatur (Herbst-Apparatur) behandelt wurden. Weiterhin war die Gesamtzahl der untersuchten Patienten groß genug, um statistisch verwertbare Aussagen machen zu können. Dabei lag eine fast gleichmäßige Verteilung der Probanden in die einzelnen Wachstumsgruppen vor, und die Behandlungsdauer war in allen Gruppen ähnlich lang. Da die Herbst-Apparatur nicht von der Mitarbeit der Patienten abhängig ist, konnte man außerdem von einer zuverlässigen und für alle Probanden gleichmäßigen Gerätewirkung ausgehen.

#### 6.2 Methode

Mehrere Autoren sind sich heute einig, dass die Nasion-Sella-Linie (NSL) bei der Auswertung von Fernröntgenseitenbildern (FRS) über einen längeren Untersuchungszeitraum nicht als stabile Referenzlinie angesehen werden kann. Sie unterliegt wachstumsbedingten Veränderungen, die meist eine Veränderung des Punktes N nach anterior sowie nach kranial und kaudal beinhaltet (PANCHERZ & SACK, 1990; PANCHERZ & HANSEN, 1984). Deshalb wurde die Linie NSL nur in den FRS-Bildern T1 und T2 nach anatomischen Gesichtspunkten bestimmt. Nach Untersuchungen von PANCHERZ und HANSEN (1984) ist der Registrierungsfehler bei der Superponierung von FRS-Bildern über die Schädelbasisstrukturen bei kurzen Zeitabschnitten größer als wenn die Linie NSL nach anatomischen Gesichtspunkten bestimmt wird. Im FRS-Bild T3 wurde die Linie von dem Bild T2 nach Superponierung der FRS-Bilder über die stabilen Schädelbasisstrukturen übernommen (BJÖRK & SKIELLER, 1983).

### 6.3 Ergebnisse

#### 6.3.1 Vertikale Kieferrelation (ML/NSL, NL/NSL, NL/ML)

##### *Therapeutischer Zeitraum*

Die Winkel zur Bestimmung der vertikalen Kieferrelation wurden durch die Herbst-Behandlung kaum beeinflusst. Dies ist in Übereinstimmung mit anderen Herbst-Studien (PANCHERZ, 1979, 1982a, 1982b; HANSEN & PANCHERZ, 1992). Weiterhin lagen zwischen den verschiedenen Wachstumsgruppen keine Unterschiede vor. In einer ähnlichen Studie von HANSEN et al. (1991) waren die Winkelveränderungen der Post-Peak Gruppe jedoch anders als die der anderen beiden Wachstumsgruppen. Dies lag vermutlich an der geringen Probandenzahl (n=6) in der Post-Peak Gruppe.

##### *Posttherapeutischer Zeitraum*

Während des posttherapeutischen Zeitraumes veränderte sich der NL/NSL-Winkel in den drei Wachstumsgruppen nicht signifikant, wohingegen sich der ML/NSL- und ML/NL-Winkel in allen drei Wachstumsgruppen verkleinerte. Dies stimmt in etwa mit einem normalen Wachstumsmuster von unbehandelten Klasse I Probanden überein (RIOLO et. al., 1974; BATHIA & LEIGHTON, 1993). Da das Wachstumspotential in der Pre-Peak Gruppe am größten und in der Post-Peak Gruppe am geringsten war, verkleinerten sich die beiden Winkel in der Pre-Peak Gruppe am meisten (ML/NSL:  $-4^{\circ}$ , NL/ML:  $-3,7^{\circ}$ ) und in der Post-Peak Gruppe am wenigsten (ML/NSL:  $-1,4^{\circ}$ , NL/ML:  $-1,1^{\circ}$ ). HANSEN et. al. (1991) kamen in ihrer Studie zu ähnlichen Ergebnissen.

### *Totaler Untersuchungszeitraum*

Innerhalb der Wachstumsgruppen ähnelten die Ergebnisse des totalen Untersuchungszeitraumes denen des posttherapeutischen Zeitraumes. Dies ist sicherlich mit der schon genannten geringen Einflussnahme der Herbst-Apparatur auf die oben genannten Variablen zu erklären. Zu gleichen Ergebnissen kamen HANSEN et. al. (1991) und HANSEN und PANCHERZ (1992).

### **6.3.2 Sagittale Kieferrelation (SNA,SNB, SNPg, ANB, ANPg, Wits)**

#### *Therapeutischer Zeitraum*

Die Behandlung mit der Herbst-Apparatur hat einen großen Einfluss auf die Winkel zur Beurteilung der sagittalen Kieferrelation. Durch die Unterkiefervorverlagerung kam es während der Behandlung zu einer Vergrößerung der Winkel SNB und SNPg. Als weitere Folge der Vorverlagerung der Mandibula verkleinerten sich die Winkel ANB und ANPg (PANCHERZ, 1979, 1981, 1982a, 1982b). Durch die zuverlässige gleichmäßige Gerätewirkung der Herbst-Apparatur zeigten sich keine großen Unterschiede zwischen den Wachstumsgruppen.

Einen hemmenden Einfluss der Herbst-Apparatur auf die sagittale Entwicklung der Maxilla (SNA) war nur bei Pre-Peak und Peak Probanden zu sehen. Dies kann damit erklärt werden, dass das Wachstumspotential in diesen beiden Gruppen im Gegensatz zur Post-Peak Gruppe am größten und sicherlich am leichtesten zu beeinflussen ist. Andere Studien kamen aber zu dem Ergebnis, dass die Herbst-Apparatur auch bei jüngeren Patienten keinen Einfluss auf die Maxilla hat (PANCHERZ, 1979, 1981, 1982a, 1982b; ÖMBLUS et. al., 1997). Es darf bei der Verwendung des SNA-Winkels jedoch nicht vergessen werden, dass ein anteriores Wachstum im Nasion Bereich (N-Punkt) den SNA stark

beeinflusst (BJÖRK & SKIELLER, 1983; PANCHERZ & SACK, 1990) und somit eine Hemmung des maxillären Wachstums vortäuschen kann.

### *Posttherapeutischer Zeitraum*

Während des posttherapeutischen Zeitraumes zeigten die Winkel SNA, ANB ANPG und Wits ungünstige Veränderungen, die Winkel SNB und SNPg zeigten günstige Veränderungen für eine Klasse II/1. Da das verbleibende Wachstum in der Pre-Peak-Gruppe am größten ist waren die Veränderungen aller Variablen in dieser Gruppe auch folglich am größten. Umgekehrt bedeutet das, dass durch die geringere Wachstumserwartung in der Post-Peak-Gruppe die Veränderungen hier auch am kleinsten waren. Eine Ausnahme bildete der Wits-Wert, der in allen drei Wachstumsgruppen gleichmäßig rezidierte. Es soll aber betont werden, dass der Wits-Wert von der Okklusionsebene abhängig ist und sich die Ebene nach der Behandlung "setzt" wodurch sich der Messwert vergrößert. In der Studie von HANSEN et al. (1991) sind die Ergebnisse nicht so eindeutig wie in dieser Studie. Jedoch untersuchten sie auch eine geringere Anzahl von Probanden.

### *Totaler Untersuchungszeitraum*

Im Bezug zum totalen Untersuchungszeitraum zeigte sich bei den Variablen, die im posttherapeutischen Bereich ein Rezidiv zeigten (SNA, ANB, ANPg und Wits), eine größere Stabilität in der Post-Peak-Gruppe als in der Pre-Peak- und Peak-Gruppe. Dies ist durch die unterschiedlichen Wachstums-erwartungen zwischen den Wachstumsgruppen zu erklären. Zwischen den Wachstumsgruppen Pre-Peak und Peak gab es keine Unterschiede, was bedeutet, dass es auf lange Sicht gesehen keine Rolle spielt, in welcher der beiden jüngeren Wachstumsgruppen die Behandlung erfolgte.

### 6.3.3 Gesichtsprofil (NAPg, NsSnPgs, NsNoPgs)

#### *Therapeutischer Zeitraum*

In allen drei Wachstumsgruppen vergrößerten sich die drei Gesichtsprofilwinkel. Durch die Vorverlagerung des Unterkiefers während der Herbst-Behandlung kommt es zu einem geraderen Gesichtsprofil. Bei dem knöchernen Gesichtsprofil, dargestellt durch den Winkel NAPg, sowie bei der Weichteilprofilanalyse ohne Berücksichtigung der Nase, dargestellt durch den Winkel NsSnPgs, vergrößerte sich der Winkel in allen drei Wachstumsgruppen. Durch die gleichmäßige Wirkung der Herbst-Apparatur waren die Winkelveränderungen in den drei Wachstumsgruppen vergleichbar. Bei der Untersuchung der Weichteilprofile unter Berücksichtigung der Nase, dargestellt durch den Winkel NsNoPgs veränderte sich der Winkel nur in der Peak- und Post-Peak-Gruppe signifikant, während er sich in der Pre-Peak-Gruppe nur geringfügig vergrößerte, was durch ein starkes Wachstum der Nase in diesem Zeitraum bei der Pre-Peak-Gruppe zu erklären sein könnte.

#### *Posttherapeutischer Zeitraum*

Im posttherapeutischen Zeitraum zeigte nur der Gesichtsprofilwinkel mit Berücksichtigung der Nase (Winkel NsNoPgs) ungünstige Veränderungen, während sich die anderen beiden Winkel nicht veränderten. Die Erklärung liegt darin, dass durch das fortlaufende Nasenwachstum es zu einer Vorverlagerung des No-Punktes und somit zu einer Verkleinerung des Winkels im posttherapeutischen Zeitraum kam. Er bildete in der Pre-Peak-Gruppe das größte Rezidiv und in der Post-Peak-Gruppe das kleinste, weil bei den Pre-Peak-Probanden die Wachstumsdauer nach der Behandlung am längsten und bei den Post-Peak-Probanden am kürzesten war. Folglich waren beim Vergleich der Wachstumsgruppen untereinander die Veränderungen zwischen Pre-Peak/Post-Peak am größten und zwischen Peak/Post-Peak am kleinsten.

### *Totaler Untersuchungszeitraum*

Während das Gesichtsprofil ohne Berücksichtigung der Nase durch die Herbst-Apparatur im totalen Untersuchungszeitraum gerader wurde, verlief die Gesichtsprofilveränderung mit Berücksichtigung der Nase durch das andauernde Nasenwachstum in entgegengesetzte Richtung.

### **6.3.4 Lippenposition (OL-E-Linie, UL-E-Linie)**

#### *Therapeutischer Zeitraum*

Die Oberlippe nahm im therapeutischen Zeitraum in allen drei Wachstumsgruppen eine weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein als am Anfang der Therapie. Im Gegensatz dazu kam es zu keiner signifikanten Veränderung der Unterlippe zur E-Linie. Dies ist durch die Vorverlagerung des Unterkiefers und der gleichzeitigen Anteriorbewegung der Unterlippe zu erklären. Beim Vergleich der Wachstumsgruppen zeigte sich, dass es keine signifikanten Gruppenunterschiede gab.

#### *Posttherapeutischer Zeitraum*

Die Lippen nahmen im posttherapeutischen Zeitraum in allen drei Wachstumsgruppen eine weiter posterior gelegene Position zur E-Linie als am Ende der Herbst-Behandlung ein. Diese ungünstigen Veränderungen der Lippenpositionen waren in der Pre-Peak-Gruppe am größten und in der Post-Peak-Gruppe am geringsten. Dabei waren die Veränderungen bei der Unterlippe stärker als bei der Oberlippe. Die Erklärung liegt darin, dass es während der Behandlung zu einer Vorverlagerung des Unterkiefers und einer Proklination der Unterkieferfrontzähne kommt. Durch das Setzen der Okklusion (PANCHERZ & HANSEN, 1986) im posttherapeutischen Zeitraum kommt es zu

einer Retroklination der Unterkieferfrontzähne. Die Unterlippe folgt dieser Bewegung, so dass diese Veränderungen größer waren als die der Oberlippe.

### *Totaler Untersuchungszeitraum*

Die Lippen nahmen im totalen Untersuchungszeitraum in allen drei Wachstumsgruppen eine weiter posterior gelegene Position zur E-Linie ein als am Anfang der Therapie. Auf Grund des unterschiedlichen verbleibenden Restwachstums im posttherapeutischen Zeitraum, vor allem von der Nase, waren die ungünstigen Veränderungen in der Pre-Peak-Gruppe am größten und in der Post-Peak-Gruppe am geringsten.

### **6.3.5 Gesichtshöhenindex (G-Index ant., -post.)**

#### *Therapeutischer Zeitraum*

Im therapeutischen Zeitraum vergrößerte sich in allen drei Wachstumsgruppen die untere Gesichtshöhe im Verhältnis zur gesamten Gesichtshöhe sowohl anterior als auch posterior (dargestellt durch die beiden Gesichtshöhenindizes). Dies ist die Folge der Vorverlagerung des Unterkiefers während der Herbst-Behandlung mit der Kopfbissstellung der Frontzähne und der Wachstumsveränderung im Bereich der Kondylen (PANCHERZ, 1979, 1982a, 1982b; PANCHERZ & LITTMANN, 1988; DECRUE & WIESLANDER, 1990; PANCHERZ & ANEHUS-PANCHERZ, 1993; WIESLANDER, 1993; KOHLHAS, 1997; RUF & PANCHERZ, 1998, 1999). Weiterhin vergrößerte sich der posteriore Gesichtshöhenindex mehr als der anteriore. Dies ist dadurch zu erklären, dass die totale Gesichtshöhe regelmäßig anterior größer ist als posterior. Demzufolge vergrößerte sich der posteriore Gesichtshöhenindex bei einer identischen Vergrößerung der anterioren und posterioren unteren Gesichtshöhe stärker als der anteriore Gesichtshöhenindex, da es sich bei dem Gesichtshöhenindex um das Verhältnis der unteren Gesichtshöhe zur

gesamten Gesichtshöhe handelt. Es gab keine Unterschiede zwischen den Wachstumsgruppen.

### *Posttherapeutischer Zeitraum*

Im posttherapeutischen Zeitraum blieb der anteriore Gesichtshöhenindex nahezu unverändert während sich der posteriore vergrößerte. Durch das normale Kieferwachstum vergrößerte sich der Index entsprechend der Wachstumserwartungen in der Post-Peak-Gruppe am wenigsten und in der Pre-Peak-Gruppe am stärksten. Durch das stärker ausgeprägte Kiefergelenkswachstum in vertikaler Richtung (KOHLHAS, 1997) und das Setzen der Okklusion nach der Behandlung (PANCHERZ & HANSEN, 1986) kam es zur Wachstumsveränderung in Form einer anterioren Unterkieferrotation (BJÖRK, 1969; KRUSE, 1999), welche zu einer Vergrößerung der posterioren unteren Gesichtshöhe und dem entsprechenden Index führte.

### *Totaler Untersuchungszeitraum*

Im totalen Untersuchungszeitraum vergrößerten sich die beiden Gesichtshöhenindizes signifikant. Da die untere Gesichtshöhe im Verhältnis zur gesamten Gesichtshöhe bei Klasse II/1-Patienten meistens zu klein ist (BATHIA & LEIGHTON, 1993; PANCHERZ et. al, 1997), kann man die durch die Herbstbehandlung bedingte Vergrößerung der Gesichtshöhenindizes als positiven Einfluss werten. Man konnte jedoch feststellen, dass sich der posteriore Gesichtshöhenindex viel stärker vergrößerte als der anteriore Gesichtshöhenindex. Dies ist durch die genannte anteriore Unterkieferrotation (BJÖRK, 1969; Kruse, 1999) nach der Behandlung zu erklären.

### 7. SCHLUSSFOLGERUNG

- Das Ausmaß skelettofazialer Veränderungen in der therapeutischen Periode war unabhängig vom Wachstumsstadium der Probanden zum Zeitpunkt der Herbst-Behandlung. Somit spielt für den primären Behandlungserfolg die Wachstumsperiode keine Rolle.
- Das Ausmaß skelettofazialer Veränderungen in der posttherapeutischen Periode war in der Post-Peak-Gruppe kleiner als in der Pre-Peak- oder Peak-Gruppe. Somit war das Behandlungsergebnis in der Post-Peak-Gruppe in Bezug zum therapeutischen Zeitraum stabiler.
- Das Ausmaß skelettofazialer Veränderungen im totalen Untersuchungszeitraum war beim Vergleich der Wachstumsgruppen Pre-Peak/ Peak gering. Daher spielt es für den Behandlungserfolg langfristig gesehen keine Rolle in welcher der beiden Wachstumsperioden die Behandlung stattfindet. Die größten Unterschiede traten, aufgrund der unterschiedlichen Wachstums-erwartungen, beim Vergleich der Wachstumsgruppen Pre-Peak/Post-Peak auf.
- Langfristig gesehen ist eine späte (Post-Peak) Herbst-Behandlung für die Variablen, die im posttherapeutischen Zeitraum ungünstige Veränderungen aufwiesen (SNA, ANB, ANPg, Wits, NsNoPgs, OL-E-Linie, UI-E-Linie), besser als eine frühe (Pre-Peak oder Peak) Behandlung.

### 8. ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung war die Ermittlung der skelettofazialen Veränderungen bei der Distalbissbehandlung (Klasse II/1) von Jugendlichen mit der Herbst-Apparatur unter Berücksichtigung der Wachstumsperiode zum Zeitpunkt der Behandlung.

Das Patientengut umfasste 82 Probanden der Angle-Klasse II/1, die mit der Herbst-Apparatur behandelt wurden. Die Patienten wurden an hand der skelettalen Reife (Handröntgenanalyse) in drei Wachstumsgruppen in Bezug zum pubertären Wachstumsgipfel (Peak) eingeteilt:

- Pre-Peak (n=21)
- Peak (n=31)
- Post-Peak (n=30)

Fernröntgenseitenbilder (FRS) des Kopfes der Probanden wurden zu drei Zeitpunkten analysiert: (1) vor Herbst-Behandlung, (2) nach Herbst-Behandlung und (3) nach Wachstumsabschluss. Die vertikale und sagittale Kieferrelation sowie die Profilkonvexität, Lippenposition und Gesichtshöhe wurden ermittelt. Die röntgenkephalometrischen Veränderungen während drei Untersuchungszeiträumen wurden festgehalten: (1) therapeutischer Zeitraum, (2) posttherapeutischer Zeitraum und (3) totaler Untersuchungs-zeitraum.

Die Untersuchung lieferte folgende Ergebnisse:

- Im therapeutischen Zeitraum kam es beim Vergleich der drei Wachstumsgruppen mit Ausnahme von zwei Variablen zu keinen Unterschieden. Der **SNA**-Winkel (sagittale Entwicklung der Maxilla) verkleinerte sich in der Peak-Gruppe mehr als in der Post-Peak-Gruppe. Der **NsNoPgs**-Winkel (Weichteilgesichtsprofil-Entwicklung mit

Berücksichtigung der Nase) vergrößerte sich in der Post-Peak-Gruppe mehr als in der Pre-Peak-Gruppe.

- Im posttherapeutischen Zeitraum unterscheiden sich zwei Typen von Variablen: die, die ungünstige Veränderungen zeigten und die, die günstige Veränderungen zeigten :

Ungünstige posttherapeutische Veränderungen zeigten die Variablen **SNA, ANB, ANPg, Wits, NsNoPgs, OL-E-Linie, UL-E-Linie**. Bei diesen Variablen waren die Veränderungen in der Pre-Peak-Gruppe am größten und in der Post-Peak-Gruppe am geringsten. Eine Ausnahme bildete der Wits-Wert, hier waren die Veränderungen in allen drei Wachstumsstadien gleich groß.

Günstige posttherapeutische Veränderungen zeigten die Variablen **ML/NSL, NL/ML, SNB, SNPg, G-Index ant., G-Index post.**. Auch bei diesen Variablen waren die Veränderungen in der Pre-Peak-Gruppe am größten und in der Post-Peak-Gruppe am geringsten.

Schlussfolgernd konnte festgestellt werden, dass auf lange Sicht in Bezug auf ungünstige Variablenveränderungen nach der aktiven Behandlung eine späte (Post-Peak) Herbst-Behandlung besser und stabiler war als eine frühe (Pre-Peak und Peak) Behandlung.

### 9. SUMMARY

The aim of this study was to assess the skeleto-facial changes during Class II/1 treatment of growing patients treated with the Herbst-appliance considering the growth period during treatment.

The subject material consisted of 82 patients with a Class II/1 malocclusion treated with the Herbst-appliance. With respect to skeletal maturity (radiographic hand wrist analysis) the patients were divided into three groups in relation to the pubertal peak of growth:

- Pre-Peak (n=21)
- Peak (n=31)
- Post-Peak (n=30)

Lateral head films in centric occlusion from (1) before treatment, (2) after treatment and (3) at the end of growth were analysed. Vertical and sagittal jaw relations as well as profile convexity, lip position and facial height were evaluated. The cephalometric changes during three examination periods were recorded: (1) treatment period, (2) posttreatment period and (3) total observation period.

The following results were obtained:

- During the **treatment period** (T2-T1), with the exception of two variables, no differences were found when comparing the three skeletal maturity groups. The angle **SNA** (sagittal development of the maxilla) decreased more in the Peak-group than in the Post-Peak-group. The angle **NsNoPgs** (Facial profile with consideration of nose) increased more in the Post-Peak-group than in the Pre-Peak-group.

- During the **posttreatment period** (T3-T2) two types of variables could be identified: those demonstrating unfavorable changes and those showing favorable changes:

Unfavorable changes were seen for the variables **SNA, ANB, ANPg, Wits, NsNoPgs, OL-E-Linie, UL-E-Linie**. The changes were greatest in the Pre-Peak-group and smallest in the Post-Peak-group, with exception of the Wits. The change of this variable was about the same in all groups.

Favorable changes were noted for the variables **ML/NSL, NL/ML, SNB, SNPg, G-Index ant., G-Index post.**. For these variables the changes were also greatest in the Pre-Peak-group and smallest in the Post-Peak-group.

Based on the results of this investigation it can be concluded, that, in a long-term perspective, considering unfavorable posttreatment changes, late (Post-Peak) Herbst-treatment exhibited more stable results than early (Pre-Peak, Peak) treatment.

## 10. LITERATURVERZEICHNIS

ANDRESEN, V.; HÄUPL, K.

Funktions-Kieferorthopädie.

Verlag Hermann Meuser, Berlin, 1936

ANGLE, E. H.

Okklusionsanomalie der Zähne.

Verlag Hermann Meuser, Berlin, 1913

BALTERS, W.

Die Technik und Übung der allgemeinen und speziellen Bionatortherapie.

Quintessenz Referat, 2378: 1-9; 1964

BATHIA, S. N.; LEIGHTON, B. C.

A manual of facial growth: A computer analysis of longitudinal cephalometric growth data.

Oxford University Press, Oxford, 1993

BIRKEBAEK, L.; MELSEN, B.; TERP, S.

A laminagraphic study of the alterations in the temporomandibularjoint following activator treatment.

Europ. J. Orthod., 6: 257-266, 1984

BJÖRK, A.

The principles of the Andresen method of orthodontic treatment: A discussion based on cephalometric x-ray analysis of treated cases.

Am. J. Orthod., 37: 437-458, 1951

BJÖRK, A.

Prediction of mandibular growth rotation.

Am. J. Orthod., 55: 585-599, 1969

BJÖRK, A.; HELM, S.

Prediction of the Age of Maximum Puberal Growth in Body Height.

Angle Orthod., 37: 134-143, 1967

BJÖRK, A.; SKIELLER, V.

Normal and abnormal growth of the mandible. A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years.

Europ. J. Orthod., 5: 1-46, 1983

BREITNER, C.

Bone changes resulting from experimental orthodontic treatment.

Am. J. Orthod. Oral Surg., 26: 521-541, 1940

DAHLBERG, G.

Statistical methods for medical and biological students.

Interscience Publications, New York, 1940

DECRUE, A.; WIESLANDER, L.

Veränderungen der Fossa articularis nach Vorverlagerung der Mandibula mittels Herbst-Apparatur.

Zahnärztl. Praxis, 41: 360-365, 1990

EHMER, U.

Zu Formveränderungen der Mandibula unter Therapie und Wachstum bei skelettaler Unterkieferrücklage und dentoalveolärer Klasse II/1.

Fortschr. Kieferorthop., 46: 249-260, 1985

ELGOYHEN, J. C.; MOYERS, R. E.; MCNAMARA J. A. JR; RIOLO, M. L.  
Craniofacial adaption to protrusive function in young rhesus monkeys.  
Am. J. Orthod., 62: 469-480, 1972

FRÄNKEL, R.

Funktionkieferorthopädie und der Mundvorhof als apparative Basis.  
Quintessenz Referat, 2355: 1-7, 1964

HÄGG, U; TARANGER, J.

Skeletal stages of the hand wrist as indicators of the pubertal growth spurt.  
Acta Odontol. Scand., 38: 187-200, 1980

HANSEN, K.; PANCHERZ, H.; HÄGG, U.

Long-term effects of the Herbst appliance in relation to the treatment growth period: a cephalometric study.  
Europ. J. Orthod., 13: 471-481, 1991

HANSEN, K.; PANCHERZ, H.

Long-term effects of Herbst treatment in relation to normal growth development: a cephalometric study.  
Europ. J. Orthod., 14: 285-295, 1992

HERBST, E.

Atlas und Grundriss der Zahnärztlichen Orthopädie.  
J. F. Lehmann's Verlag, München, 1910

HERBST, E.

Atlas und Grundriss für die Mechanik der Kiefer- Orthopädie.  
J. F. Lehmann's Verlag, München, 1910

HERBST, E.

Dreißigjährige Erfahrung mit dem Retentions-Scharnier.

Zahnärztliche Rundschau, 43: 1515-1524, 1563-1568, 1611-1616, 1934

HOYER, B.-U.

Die dentoskelettale Morphologie bei Dysgnathien der Angle-Klasse II/1: Eine röntgenkephalometrische Studie.

Diss. med. dent., Justus-Liebig-Universität Gießen, 1995

JAKOBSSON, S. O.

Cephalometric evaluation of treatment effect on Class II Division 1 malocclusions.

Am. J. Orthod., 53: 446-457, 1967

KINGSLEY, N. W.

A treatise on oral deformities as a branch of mechanical surgery.

Appleton & Company, New York, 1880

KOHLHAS, P.

Effektive Kiefergelenks- und Kinnveränderungen bei der Herbst-Behandlung.

Diss. med. dent., Justus-Liebig-Universität Gießen, 1997

KRUSE, J. H.

Rotationsformen des Unterkiefers bei der Herbst-Behandlung. Eine röntgenkephalometrische Untersuchung der Langzeitveränderungen der Total-, Matrix-, und Intramatrix-Rotation.

Diss. med. dent., Justus-Liebig-Universität Gießen, 1999

MCNAMARA, J. A. JR

Neuromuscular and skeletal adaption to altered function in the orofacial region.

Am. J. Orthod., 64: 588-606, 1973

ÖMBLUS, J.; MALMGREN, O.; PANCHERZ, H.; HÄGG, U.; HANSEN, K.  
Long-term effects of class II correction in Herbst and Bass therapy.  
Europ. J. Orthod., 19: 47-56, 1997

PANCHERZ, H.  
Long-term effects of activator (Andresen appliance) treatment. A clinical, biometric, cephalometric roentgenographic and functional analysis.  
Odont. Revy, 27: 1-68, 1976

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

PANCHERZ H.  
The effect of continuous bite jumping on the dentofacial complex. A follow-up study after Herbst appliance treatment of class II malocclusions.  
Europ. J. Orthod., 3: 49-60, 1981

PANCHERZ, H.  
The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment. A cephalometric investigation.  
Am. J. Orthod., 82: 104-113, 1982a

PANCHERZ, H.  
Vertical dentofacial changes during Herbst appliance treatment: a cephalometric investigation.  
Swed.Dent. J. Suppl., 15: 189-196, 1982b

PANCHERZ, H.; HANSEN, K.  
The Nasion-Sella reference line in cephalometry. A methodological study.  
Am. J. Orthod., 86: 427-434, 1984

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., 88: 273-287, 1985

PANCHERZ, H.; HANSEN, K.

Occlusal changes during and after Herbst treatment: A cephalometric investigation.

Europ. J. Orthod., 8: 215-228, 1986

PANCHERZ, H.; LITTMANN, C.

Somatische Reife und morphologische Veränderungen des Unterkiefers bei der Herbst-Behandlung.

Inform. Orthod. u. Kieferorthop., 20: 455-470, 1988

PANCHERZ, H., LITTMANN, C.

Morphologie und Lage des Unterkiefers bei der Herbst-Behandlung. Eine kephalometrische Analyse der Veränderungen bis zum Wachstumsabschluss.

Inform. Orthod. u. Kieferorthop., 21: 493-513, 1989

PANCHERZ, H.; SACK, B.

Kritische Analyse der Winkel SNA, SNB und ANB bei der Auswertung von kieferorthopädischen Behandlungen.

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

PANCHERZ, H.; ANEHUS-PANCHERZ, M.

The head-gear effect of the Herbst appliance. A cephalometric long-term study.

Am. J. Orthod., 103: 510-520, 1993

PANCHERZ, H.; ZIEBER, K.; HOYER, B.

Cephalometric characteristics of Class II division 1 and Class II division 2 malocclusions: A comparative study in children.

Angle Orthod., 67: 111-120, 1997

PAULSEN, H. U.

Morphological changes of the TMJ condyles in 100 patients treated with the Herbst appliance in the period of puberty to adulthood.

Eur. J. Orthod., 19: 657-668, 1997

RASSL, R. E.

Sippenuntersuchungen als Beitrag zur Ätiologieforschung der Angle-Klasse II/1.

Diss. med. dent., Justus-Liebig-Universität Gießen, 1978

RIOLO, M. L.; MOYERS, R. E.; MCNAMARA, J. A.; HUNTER, W. S.

An atlas of craniofacial growth: Cephalometric standards from the university school growth study.

The University of Michigan. Monograph no. 2 Craniofacial Growth Series. Center of 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. Dentofac. Orthop., 110: 225-230, 1996

RUF, S.; PANCHERZ, H.

Long-term effects of Herbst treatment: A clinical and MRI study.

Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., 114: 475-483, 1998

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. Dentofac. Orthop., 115: 607-618, 1999

STÖCKLI, P. W.; WILLERT, H. G.

Tissue reactions in the temporomandibular joint resulting from anterior displacement of the mandible in the monkeys.

Am. J. Orthod., 60: 142-155, 1971

TAMMOSCHEIT, U.-G.

Zur Ätiologie und Pathogenese der sogenannten Angle-Klasse II/1.

Med. Habilschr., Berlin, 1971

WIESLANDER, L.

Intensive treatment of severe Class II malocclusions with a headgear-Herbst appliance in the early mixed dentition.

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

WIESLANDER, L.

Long-term effect of treatment with the headgear-Herbst appliance in the early mixed dentition. Stability or relapse?

Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., 104: 319-329, 1993

## **11. ANHANG**

In den Tabellen A1- A16 sind die individuellen Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den drei Wachstumsgruppen zu den drei Untersuchungszeitpunkten dargestellt.

**Tabelle A1: ML/NSL (Grad), Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den drei Wachstumsgruppen (Pre-Peak, n=21; Peak, n=31; Post-Peak, n=30) zu den drei Untersuchungszeitpunkten (T1= vor Herbst-Behandlung, T2= direkt nach Herbst-Behandlung, T3= nach Wachstumsabschluss)**

Pre-Peak				Peak				Post-Peak			
Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3
1	31,50	30,50	26,50	1	33,50	11,00	29,00	1	32,75	31,00	29,50
2	25,75	24,00	19,25	2	27,00	5,50	20,50	2	37,50	37,50	35,00
3	32,50	32,00	27,00	3	42,00	9,00	42,00	3	28,00	26,50	25,25
4	31,00	29,75	28,00	4	29,75	9,50	29,50	4	34,50	34,00	31,25
5	24,75	24,25	18,00	5	34,50	10,75	32,50	5	19,25	19,50	17,00
6	38,75	39,75	37,50	6	29,00	3,25	34,50	6	28,50	26,75	24,25
7	28,25	29,50	29,00	7	22,00	7,00	16,00	7	24,50	23,50	21,25
8	41,75	42,25	34,25	8	31,50	8,50	25,50	8	31,75	31,00	30,50
9	38,75	41,00	33,00	9	24,75	9,50	21,50	9	38,00	38,50	36,00
10	31,50	31,00	22,00	10	21,00	3,50	17,50	10	25,00	25,25	24,50
11	28,75	28,50	21,00	11	18,00	7,00	14,25	11	26,50	28,00	27,00
12	35,50	35,75	35,50	12	32,50	3,50	30,25	12	27,50	27,25	29,00
13	26,25	26,50	21,75	13	28,00	6,75	25,25	13	32,50	32,50	32,00
14	33,00	34,00	28,75	14	31,75	7,75	26,50	14	29,00	30,50	25,50
15	28,50	28,50	24,00	15	37,00	13,25	29,25	15	37,25	37,00	36,75
16	38,00	37,75	35,75	16	32,50	4,00	31,00	16	27,25	27,25	26,50
17	42,50	42,75	40,00	17	34,50	10,00	25,00	17	31,25	31,50	29,50
18	38,75	39,00	33,00	18	26,50	5,50	20,75	18	31,00	30,75	29,75
19	36,00	37,50	34,50	19	23,00	7,00	21,25	19	31,50	31,00	29,50
20	40,00	40,50	40,50	20	38,00	6,50	35,00	20	33,00	33,25	33,00
21	40,00	40,00	41,00	21	33,00	11,75	32,00	21	36,25	36,50	33,25
				22	29,50	9,50	31,00	22	31,25	32,50	28,50
				23	33,25	6,25	31,00	23	26,75	27,75	26,75
				24	29,00	1,00	28,25	24	38,75	37,75	34,00
				25	35,25	14,25	37,75	25	31,00	31,50	29,00
				26	31,00	11,50	23,25	26	26,00	28,00	26,75
				27	29,00	11,25	26,50	27	34,50	35,00	36,00
				28	23,50	1,50	21,50	28	31,25	31,75	33,00
				29	26,00	8,25	26,00	29	31,25	30,75	31,00
				30	37,75	7,00	37,50	30	26,25	27,5	26,75
				31	47,25	12,00	45,50				

**Tabelle A2: NL/NSL** (Grad), Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den drei Wachstumsgruppen (Pre-Peak, n=21; Peak, n=31; Post-Peak, n=30) zu den drei Untersuchungszeitpunkten (T1= vor Herbst-Behandlung, T2= direkt nach Herbst-Behandlung, T3= nach Wachstumsabschluss).

Pre-Peak				Peak				Post-Peak			
Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3
1	7,50	6,75	5,75	1	11,25	11,00	9,50	1	8,50	8,50	7,50
2	7,75	7,75	8,00	2	4,50	5,50	4,00	2	9,50	9,00	8,50
3	8,75	8,25	7,50	3	9,50	9,00	10,50	3	5,50	6,00	4,25
4	8,75	7,50	5,75	4	9,50	9,50	9,50	4	3,75	5,50	3,25
5	9,75	10,00	10,25	5	9,50	10,75	9,25	5	5,50	5,00	4,00
6	10,00	10,75	10,75	6	3,25	3,25	5,00	6	10,50	10,50	9,50
7	7,25	8,00	7,25	7	6,00	7,00	4,00	7	9,50	7,50	6,25
8	11,50	12,75	12,75	8	8,00	8,50	7,00	8	9,25	7,25	7,25
9	9,75	12,00	10,25	9	11,00	9,50	6,75	9	13,25	13,75	14,50
10	7,25	7,00	6,00	10	2,25	3,50	2,75	10	4,25	3,00	4,75
11	5,75	6,75	6,00	11	6,00	7,00	5,75	11	8,50	9,00	9,50
12	12,00	11,25	12,50	12	6,00	3,50	5,00	12	5,75	5,50	6,00
13	8,75	8,00	6,75	13	5,75	6,75	6,50	13	5,25	6,00	4,25
14	10,25	11,75	9,25	14	5,25	7,75	5,00	14	10,50	11,50	11,50
15	1,50	2,25	2,75	15	13,50	13,25	1,75	15	8,50	9,75	8,50
16	12,25	13,00	14,50	16	4,50	4,00	3,25	16	8,25	8,25	9,50
17	9,50	9,00	9,50	17	12,50	10,00	7,50	17	11,25	9,50	10,75
18	7,75	8,50	6,50	18	4,50	5,50	4,75	18	2,00	1,75	2,75
19	6,75	8,50	9,00	19	6,00	7,00	5,75	19	7,75	8,25	8,50
20	11,00	11,00	11,75	20	8,50	6,50	9,00	20	7,00	7,00	6,50
21	11,00	11,00	12,00	21	10,75	11,75	11,50	21	10,00	11,25	11,00
				22	9,75	9,50	10,50	22	6,00	6,50	6,50
				23	7,25	6,25	6,75	23	5,00	5,00	5,25
				24	1,50	1,00	1,25	24	14,25	14,00	12,00
				25	12,75	14,25	16,75	25	7,00	8,00	6,00
				26	11,00	11,50	3,75	26	9,00	9,25	10,00
				27	10,25	11,25	10,25	27	11,50	11,50	11,50
				28	2,50	1,50	3,00	28	5,75	7,75	7,50
				29	8,00	8,25	8,00	29	6,50	6,00	6,00
				30	7,00	7,00	6,50	30	12,75	13,25	12,50
				31	11,25	12,00	11,50				

**Tabelle A3: NL/ML (Grad), Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den drei Wachstumsgruppen (Pre-Peak, n=21; Peak, n=31; Post-Peak, n=30) zu den drei Untersuchungszeitpunkten (T1= vor Herbst-Behandlung, T2= direkt nach Herbst-Behandlung, T3= nach Wachstumsabschluss).**

Pre-Peak				Peak				Post-Peak			
Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3
1	24,00	23,75	20,75	1	22,25	22,00	19,50	1	24,25	22,50	22,00
2	18,00	16,25	11,25	2	22,50	22,00	16,50	2	28,00	28,50	26,50
3	23,75	23,25	19,50	3	32,50	33,50	31,50	3	22,50	20,50	21,00
4	22,25	22,25	22,25	4	20,25	21,00	20,00	4	30,75	28,50	28,00
5	15,00	14,25	7,75	5	25,00	25,25	23,25	5	13,75	14,50	13,00
6	28,75	29,00	26,75	6	25,75	26,00	29,50	6	18,00	16,25	14,75
7	21,00	21,50	21,75	7	16,00	15,00	12,00	7	15,00	16,00	15,00
8	30,25	29,50	21,50	8	23,50	22,00	18,50	8	22,50	23,75	23,00
9	29,00	29,00	22,75	9	13,75	14,50	14,75	9	24,75	24,75	21,50
10	24,25	24,00	16,00	10	18,75	17,50	14,75	10	20,75	22,25	19,75
11	23,00	21,75	15,00	11	12,00	11,00	8,50	11	18,00	19,00	17,50
12	23,50	24,50	23,00	12	26,50	29,50	25,25	12	21,75	21,75	23,00
13	17,50	18,50	14,50	13	22,25	21,00	18,75	13	27,25	26,50	27,75
14	22,75	22,25	19,50	14	26,50	25,75	21,50	14	18,50	19,00	14,00
15	27,00	26,25	21,25	15	23,50	24,25	27,50	15	28,75	27,25	28,25
16	25,75	24,75	21,25	16	28,00	28,00	27,75	16	19,00	19,00	17,00
17	33,00	33,75	30,50	17	22,00	25,00	17,50	17	20,00	22,00	18,75
18	31,00	30,50	26,50	18	22,00	19,00	16,00	18	19,00	29,00	27,00
19	29,25	29,00	25,50	19	17,00	17,50	15,50	19	23,75	22,25	21,00
20	29,00	29,50	28,75	20	29,50	30,00	26,00	20	26,00	26,25	26,50
21	29,00	29,00	29,00	21	22,25	22,25	20,50	21	26,25	25,25	22,25
				22	19,75	20,00	20,50	22	25,25	26,00	22,00
				23	26,00	26,75	24,25	23	21,75	22,75	21,50
				24	27,50	28,50	27,00	24	24,50	23,75	22,00
				25	22,50	22,50	21,00	25	24,00	23,50	23,00
				26	20,00	19,75	19,50	26	17,00	18,75	16,75
				27	18,75	17,75	16,25	27	23,00	23,50	24,50
				28	22,00	22,00	18,50	28	25,50	24,00	25,50
				29	18,00	18,25	18,00	29	24,75	24,75	25,00
				30	30,75	31,50	31,00	30	13,50	14,25	14,25
				31	36,00	33,25	34,00				

**Tabelle A4: SNA** (Grad), Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den drei Wachstumsgruppen (Pre-Peak, n=21; Peak, n=31; Post-Peak, n=30) zu den drei Untersuchungszeitpunkten (T1= vor Herbst-Behandlung, T2= direkt nach Herbst-Behandlung, T3= nach Wachstumsabschluss).

Pre-Peak				Peak				Post-Peak			
Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3
1	79,50	80,75	83,75	1	72,75	70,50	75,50	1	80,00	79,75	81,75
2	83,50	85,00	92,00	2	83,50	83,50	85,50	2	80,50	81,00	81,50
3	85,75	84,75	91,25	3	77,25	76,50	78,50	3	84,50	85,00	86,00
4	81,25	80,50	86,00	4	82,00	81,00	82,00	4	83,00	82,50	83,50
5	81,50	81,25	84,00	5	81,75	81,25	84,25	5	81,75	81,75	82,00
6	75,50	75,25	79,50	6	82,00	81,00	86,00	6	76,00	77,50	77,50
7	78,75	79,50	80,50	7	89,50	89,00	94,25	7	79,50	79,50	80,75
8	78,00	78,00	85,00	8	81,50	81,50	85,00	8	85,00	84,75	85,00
9	77,25	75,00	79,00	9	82,50	83,00	91,00	9	78,00	77,75	79,25
10	82,50	82,00	87,00	10	81,00	81,00	82,25	10	85,00	84,75	85,00
11	84,50	83,50	89,25	11	89,00	87,50	89,75	11	81,25	81,00	80,75
12	78,75	78,00	82,00	12	80,00	79,25	80,75	12	80,75	81,00	81,00
13	87,75	87,00	90,00	13	84,50	83,50	83,50	13	87,00	87,00	88,50
14	79,50	78,50	86,50	14	83,75	80,50	83,50	14	77,25	78,00	78,75
15	85,00	83,75	85,25	15	81,25	81,00	85,75	15	79,00	77,50	79,00
16	81,50	81,50	84,75	16	85,75	85,75	85,75	16	85,00	83,50	84,50
17	79,50	78,00	82,25	17	78,00	78,00	83,50	17	83,50	83,50	83,50
18	80,00	79,50	86,00	18	85,00	83,75	87,00	18	85,75	85,50	86,00
19	81,50	80,50	83,00	19	88,50	87,00	91,00	19	82,00	81,75	81,25
20	78,00	78,00	79,00	20	83,75	84,00	83,25	20	81,00	81,50	80,75
21	78,50	78,50	79,00	21	78,50	77,50	81,50	21	84,00	83,00	84,00
				22	82,50	83,00	82,75	22	82,50	81,75	81,75
				23	82,25	82,25	85,50	23	87,25	86,75	86,25
				24	87,50	87,00	87,00	24	81,50	81,75	83,50
				25	77,00	76,25	75,00	25	79,25	78,75	79,00
				26	79,00	79,00	95,00	26	86,50	86,25	86,00
				27	80,50	80,00	83,50	27	78,00	78,75	78,00
				28	88,75	87,50	88,50	28	81,00	80,00	79,00
				29	84,25	83,25	84,75	29	78,00	78,50	78,25
				30	78,25	78,00	79,25	30	77,00	76,75	77,00
				31	77,00	77,25	75,00				

**Tabelle A5: SNB** (Grad), Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den drei Wachstumsgruppen (Pre-Peak, n=21; Peak, n=31; Post-Peak, n=30) zu den drei Untersuchungszeitpunkten (T1= vor Herbst-Behandlung, T2= direkt nach Herbst-Behandlung, T3= nach Wachstumsabschluss).

Pre-Peak				Peak				Post-Peak			
Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3
1	74,75	77,25	80,00	1	68,75	70,75	72,00	1	74,75	78,25	79,50
2	76,75	79,00	83,25	2	80,00	80,25	83,50	2	75,00	76,00	76,50
3	77,00	79,00	83,00	3	71,50	72,50	74,00	3	75,00	79,50	80,25
4	77,75	79,75	81,25	4	77,25	81,25	81,00	4	73,00	74,50	75,00
5	74,75	76,50	79,00	5	76,75	77,75	79,25	5	78,50	80,00	80,25
6	71,75	73,25	75,25	6	78,50	79,75	80,00	6	72,00	75,00	75,50
7	74,00	76,00	76,75	7	81,50	83,00	87,00	7	76,50	77,50	79,75
8	69,50	71,00	76,00	8	76,00	77,00	79,75	8	78,25	79,75	79,25
9	70,50	69,75	74,25	9	77,50	79,00	84,00	9	70,00	70,00	72,25
10	71,75	74,00	78,00	10	76,50	77,50	80,00	10	81,00	81,50	80,25
11	80,00	81,25	85,25	11	84,00	84,25	86,00	11	76,50	78,00	77,25
12	73,00	74,25	76,00	12	73,75	77,75	78,75	12	76,00	78,25	77,75
13	79,75	82,00	83,50	13	78,00	79,75	79,25	13	81,00	82,50	82,25
14	74,25	74,00	79,50	14	77,25	76,50	81,00	14	73,25	73,50	75,25
15	75,00	76,00	77,00	15	73,50	75,50	79,25	15	72,00	72,00	73,00
16	75,75	77,00	79,00	16	76,75	79,00	78,25	16	78,00	78,00	79,00
17	71,75	71,50	76,75	17	71,50	73,00	81,50	17	76,50	78,00	78,25
18	74,00	74,50	80,00	18	80,00	82,50	84,00	18	81,75	83,00	83,75
19	74,50	75,50	77,50	19	83,00	82,25	85,75	19	75,00	77,00	76,00
20	71,00	72,50	72,50	20	76,75	80,00	78,00	20	73,75	75,00	74,00
21	71,50	72,50	72,50	21	72,75	75,25	77,00	21	73,75	75,00	76,50
				22	76,00	78,00	76,75	22	76,75	77,00	78,00
				23	78,00	79,25	80,50	23	82,75	83,00	82,75
				24	81,00	82,50	82,00	24	76,00	77,00	79,25
				25	72,00	72,75	71,50	25	74,50	77,00	77,00
				26	73,00	74,25	86,00	26	80,75	81,50	81,75
				27	75,50	77,00	78,50	27	73,75	76,00	74,00
				28	83,50	84,00	85,00	28	76,75	77,00	75,50
				29	78,75	79,50	80,00	29	73,50	75,25	76,00
				30	72,75	72,50	73,00	30	71,50	72,25	72,00
				31	67,00	69,25	69,50				

**Tabelle A6: SNPg** (Grad), Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den drei Wachstumsgruppen (Pre-Peak, n=21; Peak, n=31; Post-Peak, n=30) zu den drei Untersuchungszeitpunkten (T1= vor Herbst-Behandlung, T2= direkt nach Herbst-Behandlung, T3= nach Wachstumsabschluss).

Pre-Peak				Peak				Post-Peak			
Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3
1	77,50	79,00	83,00	1	72,25	73,25	75,50	1	77,25	80,50	82,00
2	78,25	80,25	84,50	2	81,00	81,25	84,50	2	77,00	78,00	78,50
3	78,50	80,50	84,00	3	73,00	74,00	75,00	3	78,00	82,00	83,00
4	78,50	80,50	82,25	4	80,00	83,00	82,75	4	75,00	76,00	76,75
5	75,00	77,25	80,50	5	77,50	78,25	80,25	5	81,75	83,00	83,50
6	73,00	73,75	76,50	6	80,50	82,00	82,25	6	76,00	78,50	79,00
7	75,75	77,00	78,50	7	81,25	82,50	86,50	7	80,75	81,00	82,00
8	70,50	71,50	76,00	8	77,50	78,00	82,50	8	80,00	81,25	80,50
9	71,00	70,25	75,75	9	78,00	79,25	84,00	9	71,00	71,00	73,00
10	72,75	75,00	78,75	10	78,75	79,50	82,75	10	84,50	85,00	84,25
11	80,50	81,25	86,00	11	85,75	86,25	88,75	11	80,25	80,50	80,75
12	74,00	75,50	76,75	12	75,50	79,00	80,50	12	78,00	79,50	79,75
13	80,50	82,50	84,50	13	80,50	82,00	82,25	13	81,75	83,00	83,00
14	75,00	75,00	80,00	14	79,00	78,00	82,50	14	75,50	75,00	77,25
15	75,50	76,50	77,50	15	74,25	75,25	80,25	15	73,00	73,00	74,00
16	75,50	76,50	78,75	16	77,25	79,25	78,25	16	79,00	79,50	80,00
17	71,25	71,25	76,75	17	74,75	76,00	85,25	17	75,75	77,50	77,75
18	74,25	74,50	80,00	18	83,75	85,75	88,00	18	82,50	84,00	84,75
19	75,00	76,00	78,00	19	85,50	85,25	88,75	19	76,00	77,50	76,50
20	71,00	72,50	72,50	20	75,75	78,75	77,25	20	74,50	76,00	74,50
21	71,50	72,50	72,00	21	74,50	76,25	78,00	21	74,50	75,75	77,25
				22	79,75	81,00	79,50	22	77,25	77,50	78,75
				23	78,50	79,75	81,50	23	86,00	86,00	86,00
				24	82,00	83,25	83,50	24	75,25	76,50	79,00
				25	72,50	72,75	71,50	25	75,50	78,00	78,75
				26	76,50	77,50	87,50	26	82,50	83,25	83,25
				27	76,25	77,75	79,25	27	76,50	78,25	75,50
				28	85,00	86,00	87,25	28	78,50	78,50	76,50
				29	80,00	80,75	81,00	29	75,50	77,25	78,00
				30	73,25	73,50	74,25	30	74,00	75,00	74,50
				31	67,75	69,75	70,25				

**Tabelle A7: ANB** (Grad), Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den drei Wachstumsgruppen (Pre-Peak, n=21; Peak, n=31; Post-Peak, n=30) zu den drei Untersuchungszeitpunkten (T1= vor Herbst-Behandlung, T2= direkt nach Herbst-Behandlung, T3= nach Wachstumsabschluss).

Pre-Peak				Peak				Post-Peak			
Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3
1	4,75	3,50	3,75	1	4,00	-0,25	3,50	1	5,25	1,50	2,25
2	6,75	6,00	8,25	2	3,50	3,25	2,00	2	5,50	5,00	5,00
3	8,75	5,75	8,25	3	5,75	4,00	4,50	3	9,50	5,50	5,75
4	3,50	0,75	4,75	4	4,75	-0,25	1,00	4	10,00	8,00	8,50
5	6,75	5,00	5,00	5	5,00	3,50	5,00	5	3,25	1,75	1,75
6	3,75	2,00	4,25	6	3,50	0,75	6,00	6	4,00	2,50	2,00
7	4,75	3,50	3,75	7	8,00	6,00	7,25	7	3,00	2,00	2,00
8	8,50	7,00	9,00	8	5,50	4,50	5,25	8	6,75	5,00	5,75
9	6,75	5,25	4,75	9	5,00	4,00	7,00	9	8,00	7,75	7,00
10	10,75	8,00	9,00	10	4,50	3,50	2,25	10	4,00	3,25	4,75
11	4,50	2,25	4,00	11	5,00	3,25	3,75	11	4,75	3,00	3,50
12	5,75	3,75	6,00	12	6,25	1,50	2,00	12	4,75	2,75	3,25
13	8,00	5,00	6,50	13	6,50	3,75	4,25	13	6,00	4,50	6,25
14	5,25	4,50	7,00	14	6,50	4,00	2,50	14	4,00	4,50	3,50
15	10,00	7,75	8,25	15	7,75	5,50	6,50	15	7,00	5,50	6,00
16	5,75	4,50	5,75	16	9,00	6,75	7,50	16	7,00	5,50	5,50
17	7,75	6,50	5,50	17	6,50	5,00	2,00	17	7,00	5,50	5,25
18	6,00	5,00	6,00	18	5,00	1,25	3,00	18	4,00	2,50	2,25
19	7,00	5,00	5,50	19	5,50	4,75	5,25	19	7,00	4,75	5,00
20	7,00	5,50	6,50	20	7,00	4,00	5,25	20	7,25	6,50	6,75
21	7,00	6,00	6,50	21	5,75	2,25	4,50	21	10,25	8,00	7,50
				22	6,50	5,00	6,00	22	5,75	4,75	3,75
				23	4,25	3,00	5,00	23	4,50	3,75	3,50
				24	6,50	4,50	5,00	24	5,50	4,75	4,25
				25	5,00	3,50	3,50	25	4,75	1,75	2,00
				26	6,00	4,75	9,00	26	5,75	4,75	4,25
				27	5,00	3,00	5,00	27	4,25	2,75	4,00
				28	5,25	3,50	3,50	28	4,25	3,00	3,50
				29	5,50	3,75	4,75	29	4,50	3,25	2,25
				30	6,50	5,50	6,25	30	5,50	4,50	5,00
				31	10,00	8,00	5,50				

**Tabelle A8: ANPg** (Grad), Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den drei Wachstumsgruppen (Pre-Peak, n=21; Peak, n=31; Post-Peak, n=30) zu den drei Untersuchungszeitpunkten (T1= vor Herbst-Behandlung, T2= direkt nach Herbst-Behandlung, T3= nach Wachstumsabschluss).

Pre-Peak				Peak				Post-Peak			
Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3
1	2,00	1,75	0,75	1	0,50	-2,75	0,00	1	2,75	-0,75	-0,25
2	5,25	4,75	7,50	2	2,50	2,25	1,00	2	3,50	3,00	3,00
3	7,50	4,25	7,25	3	4,25	2,50	2,50	3	6,50	3,00	3,00
4	2,75	0,00	3,75	4	2,00	-2,00	-0,75	4	8,00	6,50	6,75
5	6,00	4,25	3,50	5	4,25	3,00	4,00	5	0,00	-1,25	-1,50
6	2,50	1,50	3,00	6	1,50	-1,00	3,75	6	0,00	-1,00	-1,50
7	3,00	2,50	2,00	7	8,25	6,50	7,75	7	-1,25	-1,50	-1,25
8	7,50	6,50	9,00	8	4,00	3,50	2,50	8	5,00	3,50	4,50
9	6,25	4,75	3,25	9	4,50	3,75	7,00	9	7,00	6,75	6,25
10	9,75	7,00	8,25	10	2,25	1,50	-0,50	10	0,50	-0,25	0,75
11	4,00	2,25	3,25	11	3,25	1,25	1,25	11	1,00	0,50	0,00
12	4,75	2,50	5,25	12	4,50	0,25	0,25	12	2,75	1,50	1,25
13	7,25	4,50	5,50	13	4,00	1,50	1,25	13	5,25	4,00	5,50
14	4,50	3,50	6,50	14	4,75	2,50	1,00	14	1,75	3,00	1,50
15	9,50	7,25	7,75	15	7,00	5,25	5,50	15	6,00	4,50	5,00
16	6,00	5,00	6,00	16	8,50	6,50	7,50	16	6,00	4,00	4,50
17	8,25	6,75	5,50	17	3,25	2,00	-1,75	17	7,75	6,00	5,75
18	5,75	5,00	6,00	18	1,25	-2,00	-1,00	18	3,25	1,50	1,25
19	6,50	4,50	5,00	19	3,00	1,75	2,25	19	6,00	4,25	4,50
20	7,00	5,50	6,50	20	8,00	5,25	6,00	20	6,50	5,50	6,25
21	7,00	6,00	7,00	21	4,00	1,25	3,50	21	9,50	7,25	6,75
				22	2,75	2,00	3,25	22	5,25	4,25	3,00
				23	3,75	2,50	4,00	23	1,25	0,75	0,25
				24	5,50	3,75	3,50	24	6,25	5,25	4,50
				25	4,50	3,50	3,50	25	3,75	0,75	0,25
				26	2,50	1,25	7,50	26	4,00	3,00	2,75
				27	4,25	2,25	4,25	27	1,50	0,50	2,50
				28	3,75	1,50	1,25	28	2,50	1,50	2,50
				29	4,25	2,50	3,75	29	2,50	1,25	0,25
				30	5,00	4,50	5,00	30	3,00	1,75	2,50
				31	9,25	7,50	4,75				

**Tabelle A9: Wits** (mm) Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den drei Wachstumsgruppen (Pre-Peak, n=21; Peak, n=31; Post-Peak, n=30) zu den drei Untersuchungszeitpunkten (T1= vor Herbst-Behandlung, T2= direkt nach Herbst-Behandlung, T3= nach Wachstumsabschluss).

Pre-Peak				Peak				Post-Peak			
Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3
1	1,00	0,00	0,75	1	4,75	-2,50	1,00	1	3,50	-4,00	-3,00
2	2,50	-0,25	2,50	2	-1,00	-0,35	-4,50	2	4,75	0,00	1,00
3	4,50	-0,75	2,00	3	2,50	-2,75	0,25	3	13,50	6,50	9,00
4	1,00	-4,25	0,00	4	1,50	-8,50	-5,00	4	8,00	2,00	4,50
5	3,00	0,00	0,25	5	1,00	-4,50	-1,00	5	4,50	0,75	1,00
6	2,75	-2,50	2,25	6	3,25	-4,75	-0,50	6	4,25	-1,25	-0,75
7	2,00	-1,00	-0,50	7	3,75	0,00	1,50	7	2,75	0,00	0,00
8	5,50	2,50	5,00	8	3,25	0,75	3,75	8	2,75	0,75	2,50
9	3,00	0,00	0,50	9	1,25	2,00	2,50	9	5,75	2,25	3,25
10	9,25	2,75	3,75	10	3,75	2,50	1,00	10	0,75	0,00	3,00
11	1,00	4,25	-1,00	11	4,00	0,50	1,25	11	1,00	-2,00	1,75
12	2,75	3,00	2,00	12	5,50	-2,75	0,75	12	2,25	-1,25	-0,50
13	5,25	-1,50	-1,00	13	6,00	1,00	3,00	13	2,25	-3,50	2,00
14	1,00	-2,00	1,75	14	3,00	-1,50	-1,00	14	1,50	2,50	0,75
15	4,75	-0,75	2,50	15	3,00	-1,00	-1,50	15	5,50	3,25	4,75
16	0,50	-1,50	1,25	16	7,00	3,00	5,25	16	1,25	-1,00	0,75
17	3,50	1,25	1,25	17	5,00	0,00	0,00	17	-1,00	-2,25	-3,00
18	2,50	-0,50	2,50	18	1,50	-5,00	-2,00	18	0,75	-2,75	-1,75
19	5,50	-1,25	1,25	19	2,75	0,00	1,50	19	4,00	0,50	3,00
20	2,00	-1,00	0,00	20	2,25	-4,00	-1,50	20	7,00	2,25	4,00
21	2,00	-0,50	0,00	21	3,50	-4,25	-0,25	21	6,25	2,50	2,00
				22	5,00	1,25	2,00	22	3,25	1,25	1,50
				23	0,25	-3,75	0,75	23	0,50	-2,75	-1,00
				24	2,50	-1,25	0,25	24	-0,75	-3,25	-3,25
				25	2,00	-1,00	0,00	25	1,50	-7,00	-2,00
				26	2,00	-1,75	0,25	26	3,00	0,00	-0,75
				27	3,50	-2,00	1,50	27	2,25	-5,50	0,00
				28	1,75	-1,25	-1,00	28	5,00	-0,75	3,00
				29	4,25	0,50	2,00	29	5,75	-1,00	0,50
				30	5,75	2,50	4,50	30	4,75	1,00	3,00
				31	8,50	3,25	0,00				

**Tabelle A10: NAPg** (Grad), Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den drei Wachstumsgruppen (Pre-Peak, n=21; Peak, n=31; Post-Peak, n=30) zu den drei Untersuchungszeitpunkten (T1= vor Herbst-Behandlung, T2= direkt nach Herbst-Behandlung, T3= nach Wachstumsabschluss).

Pre-Peak				Peak				Post-Peak			
Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3
1	175,25	176,50	182,75	1	178,25	187,00	182,00	1	174,75	182,00	183,00
2	168,00	170,25	171,00	2	175,00	175,00	179,75	2	171,50	173,25	175,00
3	165,00	171,50	170,75	3	171,75	175,50	176,25	3	167,00	174,25	174,50
4	173,50	180,00	177,50	4	176,00	185,00	184,00	4	163,00	167,50	166,25
5	167,50	169,75	175,50	5	170,25	173,75	173,25	5	180,00	182,50	182,00
6	173,75	177,25	175,75	6	176,00	182,50	176,50	6	180,00	180,75	183,00
7	173,25	174,50	178,25	7	162,75	166,75	167,25	7	182,50	182,00	182,50
8	163,25	166,00	163,50	8	171,75	173,50	177,50	8	168,00	171,75	170,25
9	167,00	170,00	174,00	9	169,75	172,50	172,50	9	165,50	165,50	167,50
10	160,50	165,75	165,50	10	175,50	176,50	182,50	10	178,00	180,00	179,00
11	171,50	176,00	176,50	11	173,00	176,75	180,25	11	177,25	179,50	180,00
12	170,25	175,00	171,75	12	170,50	180,00	181,75	12	173,25	176,50	177,50
13	164,50	171,50	172,50	13	172,00	177,75	176,50	13	169,75	171,50	168,75
14	171,00	173,50	169,50	14	170,75	175,00	178,00	14	176,50	174,00	177,00
15	161,50	166,00	169,00	15	164,25	169,00	171,50	15	170,50	171,00	169,00
16	167,75	170,25	169,50	16	162,75	166,00	165,50	16	168,75	170,25	169,00
17	164,00	167,50	172,00	17	173,00	175,75	187,00	17	163,50	165,75	168,00
18	168,50	170,50	172,00	18	178,00	184,00	183,25	18	172,75	177,00	177,00
19	163,75	170,00	169,00	19	173,00	174,00	179,50	19	167,50	170,75	170,00
20	165,50	167,50	166,00	20	163,25	170,00	168,00	20	166,75	167,50	167,25
21	166,00	167,00	170,00	21	171,25	176,00	175,00	21	159,00	164,00	165,50
				22	173,25	175,00	174,75	22	169,00	171,00	173,50
				23	172,50	175,75	175,00	23	177,50	178,50	179,50
				24	169,00	172,50	173,50	24	167,00	169,00	171,00
				25	169,00	172,25	174,00	25	172,00	178,25	179,75
				26	175,25	176,75	171,50	26	171,25	173,50	173,50
				27	170,50	175,50	172,50	27	177,50	179,25	173,50
				28	173,00	176,50	177,50	28	174,50	177,00	175,00
				29	171,25	174,50	172,50	29	174,50	177,25	179,00
				30	169,00	171,00	170,50	30	171,50	175,50	173,25
				31	161,50	166,00	171,25				

**Tabelle A11: NsSnPgs** (Grad), Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den drei Wachstumsgruppen (Pre-Peak, n=21; Peak, n=31; Post-Peak, n=30) zu den drei Untersuchungszeitpunkten (T1= vor Herbst-Behandlung, T2= direkt nach Herbst-Behandlung, T3= nach Wachstumsabschluss).

Pre-Peak				Peak				Post-Peak			
Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3
1	157,25	158,75	161,00	1	158,00	162,50	128,50	1	160,50	165,25	166,75
2	159,75	161,75	155,25	2	153,75	155,50	123,50	2	146,25	150,50	155,50
3	152,75	154,75	156,75	3	152,00	153,50	125,00	3	153,50	162,50	160,50
4	158,25	162,50	157,50	4	156,50	164,25	132,50	4	151,25	153,50	155,75
5	152,00	156,00	159,00	5	156,50	159,00	126,25	5	164,50	165,75	168,00
6	157,00	159,25	156,50	6	161,00	168,00	128,50	6	154,00	156,75	159,50
7	156,50	157,00	157,25	7	151,00	152,75	121,75	7	151,50	159,50	151,50
8	152,25	155,25	148,75	8	161,00	165,00	128,00	8	150,25	153,50	151,50
9	154,50	155,75	159,00	9	155,50	158,50	120,50	9	147,50	149,50	153,00
10	144,25	146,75	147,25	10	156,25	160,00	132,75	10	161,50	162,25	165,00
11	164,25	165,50	165,25	11	157,00	162,00	125,75	11	157,00	161,25	165,50
12	156,25	161,00	156,00	12	154,00	164,00	129,50	12	160,50	163,50	164,00
13	153,00	156,75	157,50	13	161,50	166,00	126,50	13	153,50	155,50	155,00
14	158,00	160,75	157,75	14	157,50	157,50	129,00	14	160,00	158,50	162,25
15	156,50	161,25	155,50	15	152,50	155,50	123,50	15	157,00	160,00	158,75
16	153,00	152,25	154,25	16	145,50	148,50	120,00	16	159,50	158,00	161,50
17	150,00	152,50	155,50	17	159,00	164,00	135,75	17	155,50	153,50	158,50
18	153,25	156,50	157,75	18	169,00	175,00	137,00	18	156,25	159,00	160,25
19	155,75	159,50	163,00	19	159,00	160,50	130,50	19	153,25	160,00	156,00
20	154,00	159,00	155,75	20	148,50	149,00	125,50	20	150,25	154,00	152,00
21	155,00	159,00	156,50	21	156,00	161,00	132,50	21	146,50	151,00	149,25
				22	159,75	162,50	130,50	22	156,25	157,00	160,00
				23	158,50	160,00	131,50	23	160,75	162,00	163,50
				24	158,00	157,25	126,00	24	148,50	156,25	159,50
				25	155,50	157,00	127,00	25	154,00	162,00	162,25
				26	159,50	163,25	129,50	26	162,50	167,75	165,00
				27	156,50	162,50	130,25	27	159,00	164,75	157,50
				28	161,75	166,25	130,00	28	160,00	163,25	160,50
				29	153,00	155,00	128,00	29	155,50	160,50	163,50
				30	154,50	155,50	130,00	30	152,50	157,50	153,50
				31	151,25	153,50	124,00				

**Tabelle A12: NsNoPgs** (Grad), Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den drei Wachstumsgruppen (Pre-Peak, n=21; Peak, n=31; Post-Peak, n=30) zu den drei Untersuchungszeitpunkten (T1= vor Herbst-Behandlung, T2= direkt nach Herbst-Behandlung, T3= nach Wachstumsabschluss).

Pre-Peak				Peak				Post-Peak			
Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3
1	127,50	127,75	127,00	1	131,50	132,00	128,50	1	128,50	130,25	131,00
2	131,25	133,00	123,00	2	123,00	125,50	123,50	2	123,00	123,75	124,00
3	129,50	130,00	127,00	3	123,00	122,50	125,00	3	122,50	126,50	127,25
4	129,50	130,75	125,25	4	126,75	133,50	132,50	4	120,00	122,00	120,50
5	125,25	126,50	121,50	5	126,50	128,00	126,25	5	134,00	132,50	135,00
6	130,00	131,50	127,00	6	135,75	138,00	128,50	6	121,00	122,00	120,50
7	126,25	126,50	124,50	7	124,25	124,50	121,75	7	119,50	120,75	119,50
8	128,50	131,00	125,75	8	132,00	135,00	128,00	8	122,50	126,00	123,00
9	127,00	120,50	127,00	9	127,50	128,50	120,50	9	120,00	122,75	122,50
10	123,00	124,75	120,50	10	128,25	130,50	132,75	10	130,50	132,00	131,50
11	135,00	135,25	129,25	11	123,25	125,75	125,75	11	125,50	128,00	129,50
12	132,50	134,50	129,00	12	125,50	128,50	129,50	12	127,50	130,50	129,50
13	126,00	128,00	126,50	13	129,25	126,50	126,50	13	124,75	127,50	125,50
14	133,50	135,50	129,75	14	131,00	131,00	129,00	14	125,00	126,75	127,00
15	126,75	128,00	124,25	15	124,50	124,00	123,50	15	124,50	127,00	126,75
16	128,50	125,75	123,00	16	119,50	121,50	120,00	16	127,50	129,75	130,50
17	125,50	128,50	126,50	17	134,00	136,50	135,75	17	126,00	127,75	129,00
18	128,50	126,00	123,50	18	136,50	139,50	137,00	18	122,00	126,50	126,50
19	127,75	129,25	128,50	19	130,00	131,50	130,50	19	128,50	132,50	128,00
20	127,25	128,50	122,25	20	126,75	126,75	125,50	20	119,00	121,50	117,00
21	127,25	129,50	121,50	21	130,00	133,50	132,50	21	112,25	117,25	116,00
				22	126,50	130,00	130,50	22	129,50	130,00	131,00
				23	129,75	131,50	131,50	23	130,50	129,00	128,75
				24	130,50	132,50	126,00	24	126,00	128,50	127,25
				25	126,00	128,50	127,00	25	126,50	128,75	127,00
				26	127,75	130,50	129,50	26	126,50	129,25	127,00
				27	129,50	131,00	130,25	27	126,75	130,75	126,00
				28	128,75	130,50	130,00	28	124,50	128,25	126,00
				29	123,50	126,75	128,00	29	125,50	128,00	127,00
				30	131,00	130,00	130,00	30	124,00	126,00	123,50
				31	124,00	124,00	124,00				

**Tabelle A13: OL-E-Linie** (mm), Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den drei Wachstumsgruppen (Pre-Peak, n=21; Peak, n=31; Post-Peak, n=30) zu den drei Untersuchungszeitpunkten (T1= vor Herbst-Behandlung, T2= direkt nach Herbst-Behandlung, T3= nach Wachstumsabschluss).

Pre-Peak				Peak				Post-Peak			
Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3
1	0,75	-0,25	-3,50	1	-2,75	-5,00	-9,00	1	-1,50	-4,00	-6,50
2	0,00	-0,25	-3,50	2	-1,25	-2,00	-5,50	2	3,25	1,75	-2,00
3	5,00	2,25	0,00	3	-3,25	-5,00	-6,00	3	0,00	-4,00	-3,00
4	2,00	0,00	-1,50	4	-1,50	-0,75	-4,00	4	5,00	1,50	0,50
5	2,50	0,75	-2,25	5	1,00	-1,00	-0,75	5	0,50	0,50	-1,25
6	-0,50	-1,00	-2,75	6	0,00	-3,00	-6,00	6	-5,50	-6,00	-7,75
7	-1,00	-2,50	-7,50	7	0,00	-1,00	-4,00	7	-6,75	-13,00	-8,00
8	3,50	2,25	2,75	8	1,25	-0,50	-3,50	8	-0,25	-2,50	-5,00
9	0,50	-0,50	-6,50	9	0,25	-1,00	-1,00	9	-2,00	-4,50	-4,75
10	5,25	3,25	-1,25	10	-0,75	-3,00	-7,50	10	-4,00	-4,25	-6,00
11	2,75	1,00	-3,00	11	-3,00	-5,50	-7,00	11	-5,00	-5,25	-7,25
12	-0,25	-2,50	-6,00	12	1,25	-4,00	-7,50	12	-2,25	-4,00	-5,50
13	3,50	-0,50	-4,00	13	-3,75	-6,00	-7,00	13	-1,25	-3,00	-2,75
14	2,00	0,50	-1,75	14	1,00	-1,25	-3,00	14	-1,50	-1,75	-3,25
15	4,75	0,75	-1,00	15	-1,00	-3,75	-6,75	15	-1,50	-2,25	-2,00
16	3,00	2,00	-3,00	16	2,50	2,00	0,00	16	0,25	0,50	-1,75
17	2,25	0,00	-1,50	17	5,50	2,00	-4,25	17	0,00	1,00	-1,50
18	2,50	-1,25	-5,25	18	-1,00	-2,50	-5,25	18	-2,50	-3,75	-5,50
19	-1,75	-5,50	-8,50	19	-1,00	-4,50	-6,00	19	2,50	-0,25	0,25
20	0,50	-2,00	-3,00	20	4,00	1,50	0,00	20	-1,00	-3,00	-2,50
21	0,50	-2,00	-3,00	21	2,00	0,00	-2,00	21	0,75	-1,00	-2,25
				22	-1,00	-2,50	-4,75	22	-1,00	-2,75	-4,00
				23	-1,00	-0,75	-2,50	23	-4,25	-5,50	-6,00
				24	-2,50	-2,75	-5,50	24	0,50	-2,00	-4,50
				25	-0,50	-0,50	-2,75	25	1,00	-2,50	-3,00
				26	-3,00	-3,25	-2,50	26	-3,25	-9,50	-6,00
				27	0,00	-1,50	-3,25	27	-3,00	-6,00	-6,00
				28	0,50	-2,25	-2,00	28	-3,50	-4,75	-4,00
				29	-1,75	-2,50	-5,00	29	-2,00	-5,00	-6,25
				30	0,75	-0,50	-3,50	30	-3,50	-8,25	-6,50
				31	0,25	-0,25	-5,75				

**Tabelle A14: UL-E-Linie** (mm), Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den drei Wachstumsgruppen (Pre-Peak, n=21; Peak, n=31; Post-Peak, n=30) zu den drei Untersuchungszeitpunkten (T1= vor Herbst-Behandlung, T2= direkt nach Herbst-Behandlung, T3= nach Wachstumsabschluss).

Pre-Peak				Peak				Post-Peak			
Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3
1	0,00	-0,25	-4,00	1	-3,50	-3,50	-9,00	1	-3,00	-3,25	-7,75
2	1,00	2,75	-2,25	2	2,25	2,25	-2,00	2	1,50	2,00	-2,00
3	5,25	4,25	0,00	3	-2,00	-2,00	-3,00	3	-4,50	-3,75	-4,00
4	3,50	1,50	-1,25	4	-4,50	1,25	-4,50	4	6,00	5,00	5,50
5	2,50	3,00	-4,00	5	2,00	-0,25	1,00	5	-1,50	-1,00	-3,75
6	-0,75	2,00	-1,50	6	0,00	0,00	-4,00	6	-6,75	-4,50	-8,00
7	0,75	-1,00	-6,50	7	-0,25	0,50	-3,00	7	-5,50	-10,0	-6,50
8	6,00	5,00	4,50	8	2,75	1,50	-2,75	8	1,00	2,00	-1,25
9	1,50	4,50	-3,50	9	4,75	-3,25	-0,50	9	-1,75	-2,25	-4,25
10	5,25	6,75	-0,50	10	-2,00	-3,25	-7,50	10	-4,75	3,50	-7,00
11	1,00	0,75	-2,25	11	-4,50	-3,50	-5,50	11	-4,00	-3,75	-6,25
12	-0,50	-0,50	-2,75	12	1,00	-1,50	-4,00	12	0,25	0,00	-1,50
13	4,00	4,00	0,75	13	-6,00	-6,50	-8,00	13	-1,25	-2,25	-2,00
14	3,00	1,50	0,00	14	3,00	2,25	1,25	14	1,50	1,00	-0,75
15	5,25	4,00	1,00	15	0,50	-2,00	-5,00	15	0,75	0,50	1,00
16	4,75	4,75	2,25	16	5,00	5,75	3,00	16	0,75	2,00	-0,50
17	4,00	1,50	3,00	17	5,50	4,00	-1,00	17	1,75	2,50	0,25
18	6,00	2,50	0,00	18	-2,00	-3,50	-7,50	18	0,75	-1,50	-3,50
19	-1,25	-4,00	-7,00	19	-2,50	-6,00	-7,75	19	2,50	1,00	1,25
20	3,25	1,75	0,75	20	5,00	4,50	2,00	20	1,00	0,00	0,00
21	3,00	1,50	0,50	21	0,50	0,00	-3,50	21	2,50	1,75	0,75
				22	-3,25	-2,50	-5,25	22	0,00	1,00	-1,00
				23	2,00	3,00	0,75	23	-2,75	-4,50	-6,00
				24	-3,00	-1,50	-5,00	24	3,25	2,25	1,75
				25	-1,00	1,00	-1,75	25	2,00	0,00	-2,00
				26	-1,50	-1,75	-3,00	26	-5,25	-9,00	-6,00
				27	-4,00	-1,50	-5,75	27	-6,00	-3,00	-6,00
				28	-0,50	-2,75	-2,00	28	-1,50	0,25	-1,50
				29	-2,25	-2,00	-3,50	29	-2,50	-3,25	-5,00
				30	3,50	1,25	-0,50	30	-3,00	-4,50	-5,00
				31	3,00	2,50	-4,00				

**Tabelle A15: G-Index ant.,** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den drei Wachstumsgruppen (Pre-Peak, n=21; Peak, n=31; Post-Peak, n=30) zu den drei Untersuchungszeitpunkten (T1= vor Herbst-Behandlung, T2= direkt nach Herbst-Behandlung, T3= nach Wachstumsabschluss).

Pre-Peak				Peak				Post-Peak			
Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3
1	53,65	55,60	56,97	1	51,45	53,00	52,95	1	54,50	55,20	56,00
2	53,85	54,10	55,75	2	56,30	56,95	57,15	2	51,95	53,50	52,35
3	55,35	55,85	57,35	3	55,80	56,20	56,60	3	55,80	57,20	58,15
4	55,45	55,95	57,55	4	55,25	57,95	57,90	4	54,50	56,20	55,65
5	51,95	52,25	52,15	5	53,60	55,25	54,95	5	56,90	56,30	56,75
6	54,40	55,20	55,40	6	58,50	60,00	58,55	6	53,90	54,55	53,60
7	52,80	53,05	56,20	7	53,20	53,15	53,40	7	54,15	55,05	54,00
8	52,50	52,25	53,35	8	54,40	55,20	51,15	8	52,50	54,95	55,15
9	52,95	51,40	52,40	9	55,05	55,60	59,15	9	52,55	53,35	53,40
10	54,25	57,80	57,90	10	57,10	57,65	58,30	10	55,60	56,20	54,65
11	56,35	56,80	56,70	11	53,65	53,45	54,45	11	53,20	55,05	54,10
12	53,95	53,40	54,30	12	54,50	57,50	57,15	12	52,90	53,10	54,00
13	52,70	54,40	55,00	13	53,90	54,20	54,50	13	56,15	55,85	58,10
14	53,40	54,10	55,45	14	55,85	55,50	56,80	14	53,25	54,25	53,65
15	58,45	58,90	57,20	15	52,35	54,60	54,10	15	55,60	55,35	56,25
16	53,80	53,75	54,75	16	56,45	56,00	56,25	16	54,40	54,55	54,50
17	56,20	56,65	58,05	17	53,25	54,80	56,30	17	54,35	55,75	55,00
18	57,40	57,50	59,85	18	58,55	58,45	58,80	18	56,45	57,50	57,35
19	53,30	54,70	55,00	19	55,65	56,80	56,85	19	53,80	55,10	55,30
20	52,90	53,90	54,50	20	55,35	57,10	56,50	20	54,85	55,00	55,70
21	53,00	53,60	54,40	21	51,90	52,95	53,80	21	53,90	55,00	55,00
				22	51,50	52,65	52,50	22	54,55	55,35	56,30
				23	56,10	56,90	57,35	23	55,60	56,95	55,80
				24	56,20	58,60	57,50	24	54,55	54,65	55,65
				25	51,95	53,10	52,40	25	53,95	55,95	55,90
				26	51,95	52,60	56,95	26	53,95	55,05	54,95
				27	50,00	50,50	52,15	27	52,60	53,00	53,30
				28	56,40	56,35	54,75	28	56,55	56,65	56,40
				29	54,20	55,00	56,40	29	54,10	54,35	54,05
				30	54,20	54,60	55,70	30	51,70	52,45	52,00
				31	56,00	56,20	56,40				

**Tabelle A16: G-Index post.**, Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den drei Wachstumsgruppen (Pre-Peak, n=21; Peak, n=31; Post-Peak, n=30) zu den drei Untersuchungszeitpunkten (T1= vor Herbst-Behandlung, T2= direkt nach Herbst-Behandlung, T3= nach Wachstumsabschluss).

Pre-Peak				Peak				Post-Peak			
Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3	Prob.-Nr.	T1	T2	T3
1	42,65	44,20	49,00	1	44,50	45,90	47,15	1	45,90	47,55	47,45
2	47,90	49,70	55,85	2	45,40	48,05	49,65	2	39,75	40,95	40,75
3	45,35	44,45	51,35	3	42,15	42,95	46,40	3	45,00	48,40	47,50
4	46,25	45,85	49,15	4	51,15	52,75	52,20	4	36,75	41,60	40,50
5	49,10	50,15	54,35	5	43,10	45,60	47,20	5	52,30	51,15	51,00
6	41,70	43,45	46,60	6	44,35	46,60	45,20	6	49,75	51,35	51,60
7	44,00	54,15	48,10	7	46,55	48,40	49,40	7	50,80	49,70	48,55
8	42,00	43,15	49,45	8	43,80	47,55	49,50	8	42,85	43,95	44,10
9	39,25	40,50	46,00	9	54,05	53,45	55,65	9	45,00	46,55	50,80
10	48,20	48,20	54,70	10	48,10	50,50	52,35	10	45,30	44,80	46,00
11	46,15	48,65	52,65	11	49,40	51,30	52,50	11	47,55	50,30	50,90
12	45,25	44,10	49,35	12	40,20	39,70	45,10	12	40,80	41,05	41,80
13	45,95	45,70	49,85	13	43,00	44,30	46,60	13	41,00	42,20	43,00
14	45,70	47,95	50,80	14	42,00	43,65	47,25	14	48,35	50,80	53,00
15	40,65	43,10	47,60	15	46,90	47,10	51,25	15	41,10	43,05	42,30
16	46,25	46,85	52,35	16	40,90	41,65	41,35	16	48,10	49,40	50,95
17	41,50	40,40	46,80	17	47,85	46,10	51,40	17	49,15	48,80	51,45
18	43,35	45,90	50,25	18	47,60	50,30	52,45	18	36,50	36,80	39,00
19	36,40	41,70	44,20	19	48,20	51,10	52,00	19	44,50	46,35	48,35
20	40,05	42,05	43,70	20	42,30	42,40	47,25	20	41,70	42,25	43,35
21	40,30	41,50	44,00	21	44,05	46,95	48,85	21	44,30	47,00	48,40
				22	44,30	45,30	45,50	22	41,80	42,55	47,05
				23	44,20	44,80	45,80	23	44,05	45,55	44,55
				24	39,10	40,20	43,90	24	48,30	49,65	50,60
				25	45,50	47,90	52,25	25	41,50	47,05	43,70
				26	46,05	47,35	47,40	26	49,85	50,00	51,40
				27	44,15	47,50	49,70	27	44,20	45,90	45,55
				28	43,75	41,40	43,90	28	45,15	47,65	47,30
				29	48,55	48,90	50,30	29	39,60	41,30	40,30
				30	38,90	39,45	41,85	30	53,00	52,50	52,10
				31	39,50	41,15	43,60				

## **DANKSAGUNG**

In erster Linie danke ich Prof. Pancherz für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit.

Herrn H. Bethge danke ich für die computergestützte Bearbeitung von Zeichnungen.

Weiterhin möchte ich mich bei meinem Bruder Ralph Schäfer für seine Hilfsbereitschaft bei aufgetreten EDV-Problemen bedanken. Mein ganz besonderer Dank gilt Dr. Julia von Bremen, die mir im Verlauf der Arbeit jeder Zeit mit Rat und Tat zur Seite gestanden hat.



## LEBENS LAUF

---

### LEBENS LAUF

22. April 1975 geboren als zweites Kind der Eheleute  
Bernd Schäfer und Doris Schäfer, geb. Laux  
in Limburg a. d. Lahn
- 1981-1983 Besuch der Grundschule Niedertiefenbach
- 1983-1985 Besuch der Grundschule Beselich
- 1985-1994 Besuch der Tilemannschule, Limburg a. d. Lahn
- Juni 1994 Abitur
- 1994-1995 Zivildienst bei der Stadtjugendpflege Limburg
- 1995-2000 Studium der Zahnmedizin an der Justus-Liebig-  
Universität, Gießen
- Dezember 2000 Staatsexamen, Erteilung der Approbation als  
Zahnarzt