

**Die Herbst-Behandlung von Klasse II:1  
Dysgnathien des retrognathen und  
prognathen Gesichtstyps**

**Eine röntgenkephalometrische Langzeituntersuchung**

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

vorgelegt von Niko Christian Bock  
aus Gießen

Gießen 2004

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

Direktor : Prof. Dr. Pancherz

des Universitätsklinikums Gießen

Gutachter : Prof. Dr. Pancherz

Gutachter : Prof. Dr. Miethke

Tag der Disputation : 03.11.2004

Meinen Eltern und  
meinen Freunden  
gewidmet

„Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbstständig, ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.“

## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>1</b>
1.1	Angle-Klasse II:1	1
1.2	Gesichtstyp und kieferorthopädische Behandlung	1
<b>2</b>	<b>HERBST-APPARATUR</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>ZIEL</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>PROBANDEN UND MATERIAL</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>METHODE</b>	<b>11</b>
5.1	Auswertung der Fernröntgenseitenbilder (FRS)	11
5.2	Referenzpunkte	12
5.3	Referenzlinien	14
5.4	Referenzkreuz	16
5.5	SO-Analyse	17
5.6	Analyse der dentofazialen Morphologie	19
5.7	Untersuchungszeiträume	20
<b>6</b>	<b>STATISTISCHE METHODE</b>	<b>22</b>
<b>7</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>23</b>
7.1	Sagittale Beurteilung	28
7.1.1	Veränderungen im Zeitraum T2-T1	28
7.1.2	Veränderungen im Zeitraum T3-T2	33
7.1.3	Veränderungen im Zeitraum T3-T1	39
7.1.4	Veränderungen im Zeitraum T4-T2	45
7.1.5	Veränderungen im Zeitraum T4-T1	51
7.2	Vertikale Beurteilung	56
7.2.1	Veränderungen im Zeitraum T2-T1	56
7.2.2	Veränderungen im Zeitraum T3-T2	61
7.2.3	Veränderungen im Zeitraum T3-T1	67
7.2.4	Veränderungen im Zeitraum T4-T2	72
7.2.5	Veränderungen im Zeitraum T4-T1	79
<b>8</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>85</b>

## Inhaltsverzeichnis

---

<b>9</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN</b>	89
<b>10</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	90
<b>11</b>	<b>SUMMARY</b> (Zusammenfassung in englischer Sprache)	93
<b>12</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	95
<b>13</b>	<b>ANHANG</b>	103

# **1 EINLEITUNG**

## **1.1 Angle-Klasse II:1**

ANGLE<sup>2</sup> klassifizierte 1913 erstmals die Gebissanomalien in Bezug auf die sagittale Relation des oberen und unteren Zahnbogens zueinander. Dabei beschrieb er den Distalbiss vom Typ Klasse II:1 als eine Rücklage der unteren Zahnreihe zur oberen in Kombination mit einem vergrößerten sagittalen Überbiss (Overjet).

Schon 1877 wurde von KINGSLEY (WEINBERGER<sup>46</sup>, 1926) eine Behandlung des Distalbisses durch eine Vorverlagerung des Unterkiefers („jumping the bite“) vorgeschlagen, mit dem Ziel, das mandibuläre Wachstum zu stimulieren. Die Stimulierbarkeit des kondylären Wachstums der Mandibula durch eine zwangsweise Vorverlagerung wurde später auch in verschiedenen Tierversuchen nachgewiesen.<sup>4,7,11,20,38,44,49,50</sup>

Das Prinzip des „jumping the bite“ kommt auch heute bei der Behandlung des Distalbisses mit Hilfe von funktionskieferorthopädischen Geräten (FKO) zur Anwendung. Dies ist der Fall sowohl bei herausnehmbaren Apparaturen wie Aktivator (ANDRESEN und HÄUPL<sup>1</sup>, 1936), Bionator (BALTERS<sup>3</sup>, 1964), Funktionsregler (FRÄNKEL<sup>12</sup>, 1964) oder Twin-block-Apparatur (CLARK<sup>9</sup>, 1988), als auch bei der festsitzenden Herbst-Apparatur (HERBST<sup>17</sup>, 1910).

## **1.2 Gesichtstyp und kieferorthopädische Behandlung**

Die Berücksichtigung des Gesichtstyps bei der kieferorthopädischen Distalbiss-Behandlungsplanung wird als notwendig erachtet, da verschiedene Autoren beschreiben, dass Kieferanomalien je nach Gesichtstyp des Patienten unterschiedlich große Behandlungsschwierigkeiten aufwerfen.

Nach HASUND<sup>16</sup> bzw. SEGNER und HASUND<sup>43</sup> gilt dies vor allem für Anomalien in sagittaler Richtung. Sie berichten, dass es häufig schwieriger ist, Dysgnathien bei Patienten des retrognathen Gesichtstyps zu behandeln als bei Patienten des orthognathen oder prognathen Gesichtstyps. Auch ZAHER et al.<sup>51</sup> erachten den Gesichtstyp als einen Faktor, welcher die Veränderungen nach Therapie beeinflussen kann. JANSON<sup>18</sup> gibt an, dass eine prognostische Beurteilung des zu erwartenden Wachstums stets in Relation zum Gesichtstyp stehen muss. Auch nach BISHARA und JAKOBSEN<sup>5</sup> ist die Berücksichtigung des Gesichtstyps bei der kephalometrischen Diagnostik notwendig.

Manche Autoren beschreiben die vertikale Relation als besonders problematisch. Hierbei gelten vor allem Dysgnathien bei Patienten des „High-Angle“-Typs als besonders herausfordernd.

Nach NANDA und GHOSH<sup>23</sup> muss der Gesichtstyp beachtet werden, weil sich Patienten des „Long-face“-Typs und des „Short-face“-Typs unterschiedlich verhalten. Nach PIKE<sup>39</sup> repräsentieren Fälle mit steilem Mandibularbasiswinkel eine der größten Behandlungsschwierigkeiten. Auch GROBÉTY<sup>13</sup> bezeichnet diese Arten von Anomalien als die am schwierigsten zu therapierenden. Nach VAN DER LINDEN<sup>45</sup> ist die Möglichkeit der konservativen Behandlung von Patienten des „High-Angle“-Typs sehr begrenzt. Weiterhin beschreibt er die Stabilität nach der Behandlung bei Patienten des „High-Angle“-Typs als problematischer als bei Patienten des „Low-Angle“-Typs. Auch CHAMPAGNE<sup>8</sup> beschreibt, dass bei Patienten des „High-Angle“-Typs ein größeres Rezidiv erwartet werden kann als bei Patienten des „Low-Angle“-Typs. Schließlich berichten MOBARAK et al.<sup>21,22</sup> über unterschiedliche postoperative Veränderungen bei chirurgisch therapierten Patienten des „High-Angle“- und des „Low-Angle“-Typs. Die Patienten des High-Angle“-Typs zeigten das größere skelettale Rezidiv.

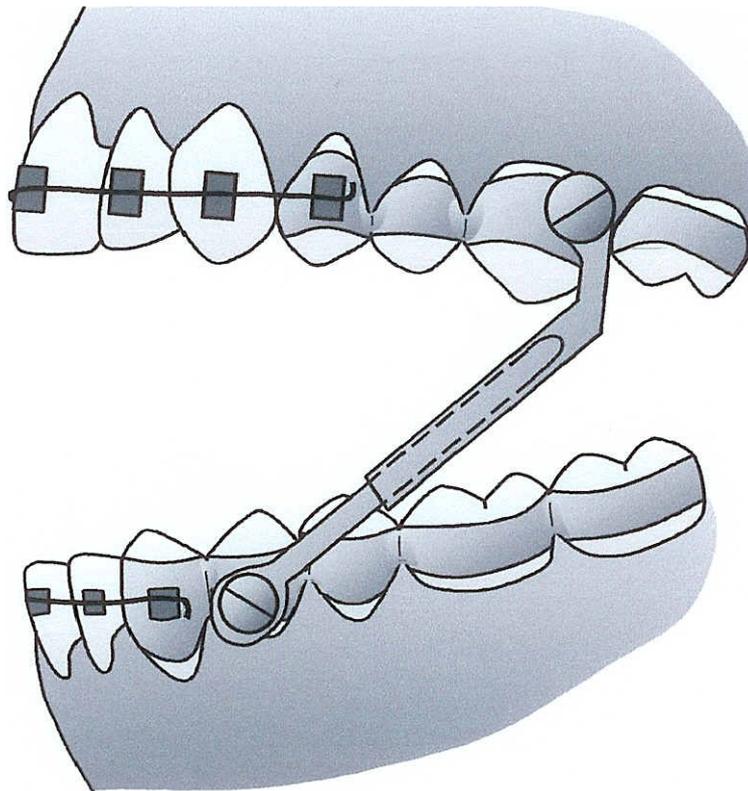
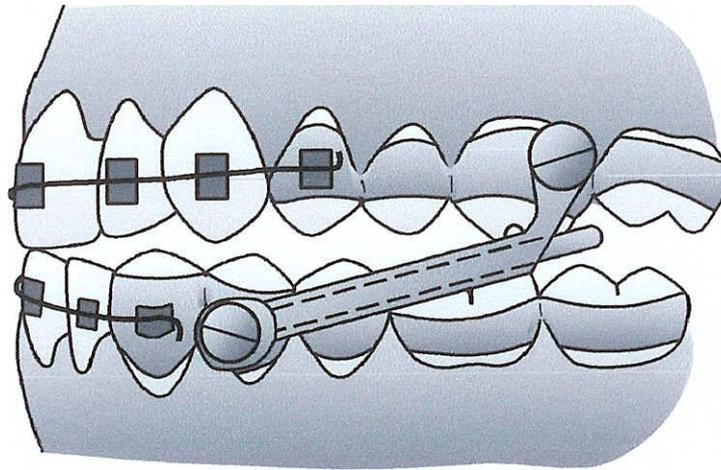
Viele der obigen Aussagen beruhen jedoch überwiegend auf klinischer Erfahrung und sind meist nicht durch entsprechende wissenschaftliche Untersuchungen belegt.

Auch waren bei der Durchsicht der Literatur keine vergleichenden Arbeiten zwischen Probandengruppen unterschiedlichen Gesichtstyps, die über einen längeren Zeitraum untersucht wurden, zu finden. Die Literatur weist lediglich einige Fallbeschreibungen auf, die über die Behandlung von Patienten berichten, die eine starke Anomalie in sagittaler oder vertikaler Richtung aufweisen.

## 2 HERBST-APPARATUR

Bei der Herbst-Apparatur (HERBST<sup>17</sup>, 1910) handelt es sich um ein feststehendes „bite-jumping“-Gerät, bestehend aus bilateralen Teleskopen, welche den Unterkiefer mechanisch in einer dauerhaft protrudierten Position hält. Die Apparatur (Abbildung 1, Seite 5) erlaubt Öffnungs- und Schließbewegungen sowie geringe Seitwärtsbewegungen. Die Vorteile der Herbst-Apparatur gegenüber abnehmbaren FKO-Geräten sind eine von der Patientenmitarbeit unabhängige Tragezeit von 24 Stunden täglich und eine entsprechend kurze Behandlungsdauer von 6-8 Monaten.

Die Behandlung führt in der Regel zu einer Normalisierung der Okklusion und zu einer Reduzierung der Konvexität des Gesichtsprofils.<sup>29,42</sup> Die Okklusionsveränderungen sind durch eine Distalisierung der Oberkieferseitenzähne, Mesialisierung der Unterkieferseitenzähne, geringfügige Hemmung des sagittalen Oberkieferwachstums und Stimulierung des sagittalen Unterkieferwachstums zu erklären.<sup>14,24,26,28,32,33,34,35,40,48</sup> Die Herbst-Apparatur wirkt daher dentoalveolär und skelettal.<sup>24,26,27,30,33,36,40,41,42,47,48</sup>



**Abbildung 1**      **Darstellung der Herbst-Apparatur**

### **3            ZIEL**

Ziel der vorliegenden Arbeit war der Vergleich der röntgenkephalometrischen Kurz- und Langzeitergebnisse einer Herbst-Behandlung von Klasse II:1 Dysgnathien retrognathen und prognathen Gesichtstyps.

Im Einzelnen sollten folgende Fragen geklärt werden :

Sind die unmittelbaren Behandlungseffekte in den beiden Gesichtstypgruppen vergleichbar?

Wie verhalten sich die Langzeitergebnisse in den beiden Gesichtstypgruppen?

## 4                    **PROBANDEN UND MATERIAL**

Das ursprüngliche Probandengut bestand aus 360 Patienten mit einer Klasse II:1 Dysgnathie, welche mit einer Herbst-Apparatur behandelt wurden. 130 der Patienten wurden in der kieferorthopädischen Abteilung der Odontologischen Fakultät Malmö/Schweden behandelt, 230 in der kieferorthopädischen Abteilung des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität Gießen/Deutschland. In Bezug auf den röntgenkephalometrisch ermittelten Gesichtstyp (retrognath/prognath) wurden von den 360 Probanden 57 ausgewählt, welche sich den folgenden Untersuchungsgruppen zuordnen ließen :

- **retrognather Gesichtstyp**

**$SN_{ss} \leq 76^\circ$  und  $SN_{sm} \leq 74^\circ$  (sagittale Beurteilung)**

16 Probanden (7 Jungen und 9 Mädchen)

$SN_{ss}$  durchschnittlich  $73,9^\circ$  ( $71,5^\circ$  bis  $76,0^\circ$ )

$SN_{sm}$  durchschnittlich  $70,7^\circ$  ( $68,3^\circ$  bis  $73,5^\circ$ )

**und / oder**

**$NL/NSL \geq 11,5^\circ$  und  $ML/NSL \geq 38^\circ$  (vertikale Beurteilung)**

13 Probanden (7 Jungen und 6 Mädchen)

$NL/NSL$  durchschnittlich  $13,5^\circ$  ( $11,5^\circ$  bis  $17,3^\circ$ )

$ML/NSL$  durchschnittlich  $42,8^\circ$  ( $38,8^\circ$  bis  $47,5^\circ$ )

• **prognather Gesichtstyp**

**SN<sub>ss</sub> ≥ 82° und SN<sub>sm</sub> ≥ 80° (sagittale Beurteilung)**

23 Probanden (11 Jungen und 12 Mädchen)

SN<sub>ss</sub> durchschnittlich 86,9° (83,3° bis 89,8°)

SN<sub>sm</sub> durchschnittlich 81,8° (80,0° bis 84,5°)

**und / oder**

**NL/NSL ≤ 5,5° und ML/NSL ≤ 26° (vertikale Beurteilung)**

24 Probanden (14 Jungen und 10 Mädchen)

NL/NSL durchschnittlich 3,7° (-0,5° bis 5,5°)

ML/NSL durchschnittlich 20,3° (16,0° bis 25,8°)

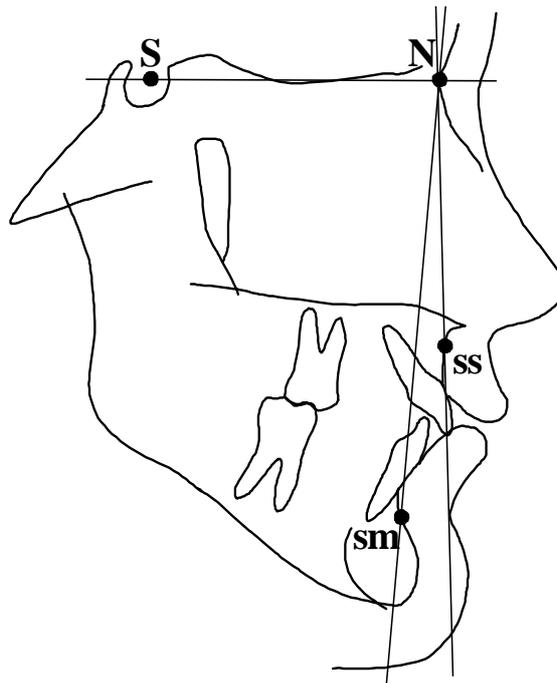
Von den insgesamt 29 Probanden des retrognathen Gesichtstyps (sagittale oder vertikale Beurteilung) konnten 8 Probanden diesem Gesichtstyp sowohl nach sagittaler als auch nach vertikaler Beurteilung zugeordnet werden. Entsprechend wurden diese Probanden zweifach gezählt.

Von den insgesamt 47 Probanden des prognathen Gesichtstyps (sagittale oder vertikale Beurteilung) konnten 11 Probanden diesem Gesichtstyp sowohl nach sagittaler als auch nach vertikaler Beurteilung zugeordnet werden. Entsprechend wurden diese Probanden zweifach gezählt.

Aufgrund der geringen Probandenzahl in den einzelnen Gruppen und der annähernd gleichen Verteilung von Jungen und Mädchen erfolgte keine Untersuchung der Unterschiede in Bezug auf das Geschlecht.

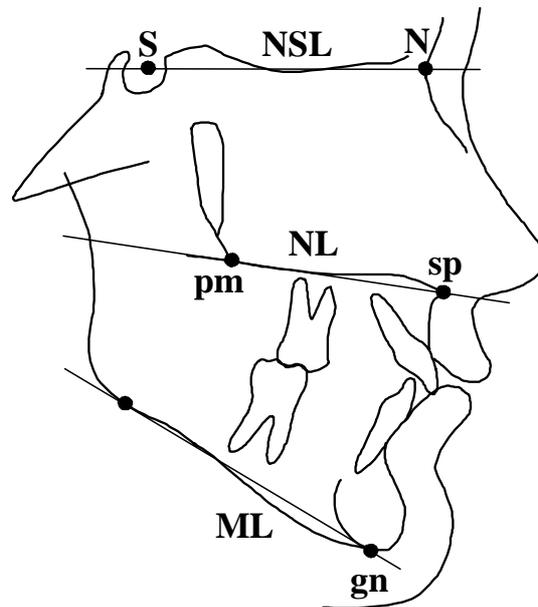
Das Alter der Probanden zu Behandlungsbeginn lag zwischen 10 und 41 Jahren, durchschnittlich bei 14 Jahren und 9 Monaten. Die Probanden wurden durchschnittlich 7 Monate (4 bis 13 Monate) mit einer Herbst-Apparatur behandelt. Während 45 der 57 Probanden anschließend eine durchschnittlich 1-jährige (5 bis 47 Monate) Behandlung mit einer Multibracket-Apparatur erhielten, erfolgte bei den übrigen 12 Probanden im Anschluss an die Herbst-Behandlung keine weitere aktive Therapie.

Die Festlegung der Variablen Grenzen für die Einteilung der Probanden in die Gruppe retrognathen Gesichtstyps und die Gruppe prognathen Gesichtstyps erfolgte in Anlehnung an die Gesichtstyp-Einteilung (Abbildung 2, Seite 9 und Abbildung 3, Seite 10) nach HASUND<sup>16</sup> (1973), auch wenn in dieser Untersuchung andere Grenzen für die Gruppeneinteilung festgelegt wurden.



**Abbildung 2**

**Darstellung der Variablen zur Gesichtstyp-Einteilung (sagittale Beurteilung).** Der Winkel SNss beschreibt die sagittale Lagebeziehung der Maxilla zur vorderen Schädelbasis (Normwert : 82°). Der Winkel SNsm beschreibt die sagittale Lagebeziehung der Mandibula zur vorderen Schädelbasis (Normwert : 80°). Erläuterung der Referenzpunkte und -linien in den Kapiteln 5.2 und 5.3, Seiten 12 bis 15.



**Abbildung 3**

**Darstellung der Variablen zur Gesichtstyp-Einteilung (vertikale Beurteilung).** Der Winkel NL/NSL beschreibt die Neigung der Maxilla zur vorderen Schädelbasis (Normwert : 8,5°). Der Winkel ML/NSL beschreibt die Neigung der Mandibula zur vorderen Schädelbasis (Normwert : 32°). Erläuterung der Referenzpunkte und -linien in den Kapiteln 5.2 und 5.3, Seiten 12 bis 15.

## 5 METHODE

### 5.1 Auswertung der Fernröntgenseitenbilder (FRS)

Von jedem Probanden standen Fernröntgenseitenbilder (FRS) der Zeitpunkte T1, T2 und T3 zur Verfügung, von 38 der Probanden außerdem noch eines des Zeitpunktes T4 :

- **T1** vor Behandlung mit der Herbst-Apparatur
- **T2** nach durchschnittlich 7-monatiger Behandlung mit der Herbst-Apparatur in Malmö (6 bis 10 Monate) und in Gießen (4 bis 13 Monate)
- **T3** durchschnittlich 1 Jahr (11 bis 13 Monate) nach Behandlung mit der Herbst-Apparatur in Malmö bzw. nach durchschnittlich 1-jähriger (5 bis 47 Monate) Multibracket-Behandlung im Anschluss an die Herbst-Behandlung in Gießen
- **T4** durchschnittlich 3 Jahre (36 bis 44 Monate) nach Behandlung mit der Herbst-Apparatur in Malmö bzw. zu Behandlungsabschluss bei den in Gießen mit der Herbst-Multibracket-Apparatur behandelten Probanden durchschnittlich 3 Jahre (19 bis 62 Monate) nach der Herbst-Behandlung

Die Fernröntgenseitenbilder wurden unter Anwendung von Acetat-Tracing-Folien und einem 3H-Bleistift auf einem Lichtkasten in einem verdunkelten Raum durchgezeichnet. Zum Vermessen diente ein Geodreieck mit Millimeter- und Gradeinteilung, die Messgenauigkeit betrug 0,5 mm bzw. 0,5°.

Alle Röntgenbilder eines Probanden wurden in einer Sitzung superponiert, durchgezeichnet und vermessen. Um den Methodenfehler zu minimieren, wurden die

Durchzeichnungen und Vermessungen zweimal, mit einem zeitlichen Abstand von etwa zwei Wochen, durchgeführt und der Mittelwert der beiden Vermessungen als definitiver Messwert verwendet.

### 5.2 Referenzpunkte (Abbildung 4, Seite 15)

- **Nasion N**  
am weitesten anterior gelegener Punkt der Sutura naso-frontalis
- **Sella-Punkt S**  
Zentrum der knöchernen Krypte der Sella turcica
- **Spina nasalis anterior sp**  
am weitesten anterior gelegener Punkt der knöchernen Spina nasalis anterior
- **Subspinale ss**  
tiefster Punkt der anterioren Kontur des Alveolarfortsatzes der Maxilla
- **Pterygomaxillare pm**  
Schnittpunkt der hinteren Kontur des Corpus maxillae mit der Kontur des harten und weichen Gaumens
- **Incision superius is**  
Mittelpunkt der Schneidekante des am weitesten anterior stehenden zentralen oberen Incisivus
- **Submentale sm**  
tiefster Punkt der anterioren Kontur des Alveolarfortsatzes der Mandibula

- Pogonion **pg**  
am weitesten anterior gelegener Punkt des knöchernen Kinns
- Gnathion **gn**  
am weitesten kaudal gelegener Punkt der Symphyse der Mandibula
- Incision inferius **is**  
Mittelpunkt der Schneidekante des am weitesten nach anterior stehenden zentralen unteren Incisivus
- Molar superius **ms**  
mesialer Kontaktpunkt des ersten oberen (bleibenden) Molaren
- Molar inferius **mi**  
mesialer Kontaktpunkt des ersten unteren (bleibenden) Molaren
- Weichteil-Pogonion **Pg**  
am weitesten anterior gelegener Punkt des Weichteil-Kinnprofils
- Weichteil-Nasion **Nw**  
Schnittpunkt der Verlängerung der Nasion-Sella-Linie mit der Kontur des Weichteilprofils
- Nasenspitze **No**  
am weitesten anterior gelegener Punkt der Weichteil-Nase
- Subnasalpunkt **Sn**  
tiefste Einziehung des Weichteilprofils im Bereich der Nasenbasis

### 5.3 Referenzlinien (Abbildung 4, Seite 15)

- Nasion-Sella-Linie **NSL**  
Verbindungsline zwischen den Punkten Nasion **N** und Sella **S**
- Nasallinie **NL**  
Verbindungsline zwischen den Punkten Pterygomaxillare **pm** und Spina nasalis anterior **sp**
- Mandibularlinie **ML**  
Tangente vom Gnathion **gn** zum Unterrand der Mandibula in der Gegend des Kieferwinkels
- Okklusionsebene **OL**  
Linie zwischen dem Punkt Incision inferius **is** und der disto-buccalen Höckerspitze des ersten oberen (bleibenden) Molaren
- Senkrechte zur Okklusionsebene **OL<sub>p</sub>**  
Linie senkrecht zur Okklusionsebene **OL** durch den Sella-Punkt **S**

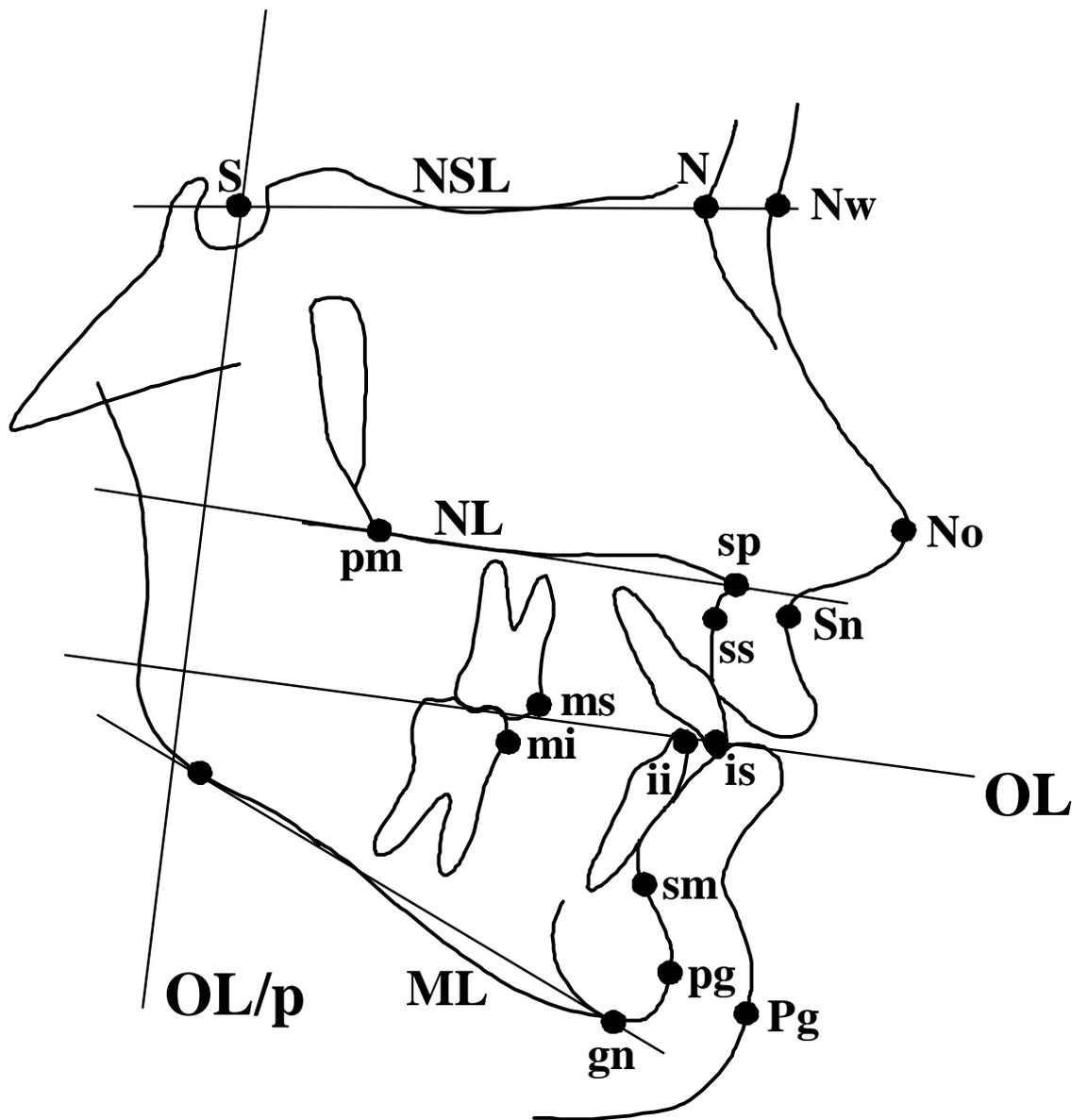


Abbildung 4 Referenzpunkte und Referenzlinien

#### **5.4 Referenzkreuz**

Auf dem Bild T1 wurde durch Festlegung der Okklusionslinie (**OL**) und einer Senkrechten dazu durch den Sella-Punkt (**OL<sub>p</sub>**) ein Referenzkreuz erstellt. Nach Überlagerung der FRS über die stabilen knöchernen Strukturen der vorderen Schädelbasis wurde dieses Kreuz von Bild T1 auf die Bilder T2 bis T4 übertragen. Die auf Bild T1 konstruierte Nasion-Sella-Linie **NSL** wurde dabei ebenfalls auf alle Bilder übertragen.

Für die Überlagerung der Bilder über die vordere Schädelbasis wurden folgende stabile knöcherne Strukturen verwendet (BJÖRK und SKIELLER<sup>6</sup>, 1983) :

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

Das Referenzkreuz diente den Messungen bei der Sagittalen-Okklusions-Analyse (**SO-Analyse**) nach PANCHERZ<sup>26</sup>.

## 5.5 SO-Analyse

### Messvariablen

Die Abstände der Referenzpunkte zur Linie  $OL_p$  wurden gemessen.

#### • Okklusionsvariablen

1.  $is/OL_p$  minus  $ii/OL_p$  Overjet
2.  $ms/OL_p$  minus  $mi/OL_p$  Molarenrelation (ein positiver Wert bezeichnet eine Distalokklusion, ein negativer Wert eine Neutralokklusion)

#### • Skelettale Variablen

3.  $ss/OL_p$  Position der maxillären Basis
4.  $pg/OL_p$  Position der mandibulären Basis

#### • Dentale Variablen

5.  $is/OL_p$  Position des zentralen Incisivus der Maxilla
6.  $ii/OL_p$  Position des zentralen Incisivus der Mandibula
7.  $ms/OL_p$  Position des ersten bleibenden Molaren der Maxilla

8. **mi/OL<sub>p</sub>**

Position des ersten bleibenden Molaren  
der Mandibula

### **Veränderungen der Messvariablen**

Die Veränderungen der Messvariablen während der verschiedenen Untersuchungszeiträume (siehe 5.7) wurden als Differenzen (D) ermittelt.

#### **• Veränderungen der Okklusionsvariablen**

1. **is/OL<sub>p</sub> (D) minus ii/OL<sub>p</sub> (D)**

2. **ms/OL<sub>p</sub> (D) minus mi/OL<sub>p</sub> (D)**

#### **• Veränderungen der skelettalen Variablen**

3. **ss/OL<sub>p</sub> (D)**

4. **pg/OL<sub>p</sub> (D)**

#### **• Veränderungen der dentalen Variablen**

5. **is/OL<sub>p</sub> (D)**

6. **ii/OL<sub>p</sub> (D)**

7. **ms/OL<sub>p</sub> (D)**

8. **mi/OL<sub>p</sub> (D)**

Die rein dentalen Veränderungen innerhalb eines Kiefers wurden folgendermaßen rechnerisch ermittelt.

**9. is/OL<sub>p</sub> (D) minus ss/OL<sub>p</sub> (D)**

Positionsveränderung des zentralen Incisivus innerhalb der Maxilla

**10. ii/OL<sub>p</sub> (D) minus pg/OL<sub>p</sub> (D)**

Positionsveränderung des zentralen Incisivus innerhalb der Mandibula

**11. ms/OL<sub>p</sub> (D) minus ss/OL<sub>p</sub> (D)**

Positionsveränderung des ersten bleibenden Molaren innerhalb der Maxilla

**12. mi/OL<sub>p</sub> (D) minus pg/OL<sub>p</sub> (D)**

Positionsveränderung des ersten bleibenden Molaren innerhalb der Mandibula

## **5.6 Analyse der dentofazialen Morphologie**

### **Messvariablen**

- |                     |  |
|---------------------|--|
| <b>13. Overbite</b> | vertikaler Überbiss                                  |
| <b>14. ss-N-sm</b>  | Winkel zur Beurteilung der Ober-Unterkiefer-Relation |
| <b>15. N-ss-pg</b>  | knöcherner Profilwinkel                              |
| <b>16. Nw-Sn-Pg</b> | Weichteil-Profilwinkel ohne Nase                     |

17. **Nw-No-Pg**

Weichteil-Profilwinkel mit Nase

Die Veränderungen der Messvariablen während der verschiedenen Untersuchungszeiträume (siehe 5.7) wurden als Differenzen (D) ermittelt.

13. **Overbite (D)**

14. **ss-N-sm (D)**

15. **N-ss-pg (D)**

16. **Nw-Sn-Pg (D)**

17. **Nw-No-Pg (D)**

**5.7 Untersuchungszeiträume**

Die Veränderungen der Messvariablen wurden für folgende Zeiträume ermittelt :

- **T2-T1** : Behandlungszeitraum mit der Herbst-Apparatur
- **T3-T2** : Zeitraum von Behandlungsende mit der Herbst-Apparatur bis durchschnittlich 1 Jahr danach (1 Jahr nach der Herbst-Behandlung bei den in Malmö behandelten Probanden bzw. Ende der Multibracket-Behandlung bei den in Gießen behandelten Probanden)
- **T3-T1** : Zeitraum von Behandlungsbeginn mit der Herbst-Apparatur bis durchschnittlich 1 Jahr nach Behandlungsende mit dieser (1 Jahr nach der Herbst-Behandlung bei den in Malmö

behandelten Probanden bzw. Ende der Multibracket-Behandlung bei den in Gießen behandelten Probanden)

- **T4-T2** : Zeitraum von Behandlungsende mit der Herbst-Apparatur bis durchschnittlich 3 Jahre danach (3 Jahre nach der Herbst-Behandlung bei den in Malmö behandelten Probanden bzw. zu Behandlungsabschluss bei den in Gießen behandelten Probanden)
- **T4-T1** : Zeitraum von Behandlungsbeginn mit der Herbst-Apparatur bis durchschnittlich 3 Jahre nach Behandlungsende mit dieser (3 Jahre nach der Herbst-Behandlung bei den in Malmö behandelten Probanden bzw. zu Behandlungsabschluss bei den in Gießen behandelten Probanden)

## 6 STATISTISCHE METHODE

Für alle Messvariablen wurden zu allen Untersuchungszeitpunkten der Mittelwert (MW) und die Standardabweichung (SD) berechnet.

Die Veränderungen der Messvariablen während der verschiedenen Untersuchungszeiträume wurden mit Hilfe des Student-t-Testes für abhängige Stichproben ermittelt. Die Auswertung der Unterschiede zwischen den Gruppen erfolgte anhand des Student-t-Testes für unabhängige Stichproben.

Die folgenden Signifikanzniveaus wurden angewendet :

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

Alle statistischen Berechnungen erfolgten unter Anwendung des Computerprogrammes Microsoft Excel 2000.

## **7                    ERGEBNISSE**

Die Tabellen 1 bis 4 (Seite 24 bis 27) enthalten die Messwerte der 57 Probanden in den vier Gruppen retrognath sagittal, prognath sagittal, retrognath vertikal und prognath vertikal.

Die Tabellen 5 bis 9 stellen die Veränderungen innerhalb der Gruppen retrognath sagittal und prognath sagittal während der verschiedenen Untersuchungszeiträume dar, ebenso den Vergleich zwischen diesen Gruppen. Die Tabellen 10 bis 14 enthalten die entsprechenden Werte der Gruppen retrognath vertikal und prognath vertikal.

Die Abbildungen 5 bis 24 dienen der graphischen Darstellung der SO-Analyse.

Die Erläuterung der Ergebnisse im Text beschränkt sich auf solche, welche einen statistisch signifikanten Unterschied aufweisen. Außerdem werden nur deutliche prozentuale Gruppenunterschiede ( $\geq 25\%$ ) beschrieben, welche sich aus der graphischen Darstellung der Messwerte der SO-Analyse ergeben (Abbildungen 5 bis 24).

Die individuellen Messwerte aller Probanden sind im Anhang in den Tabellen A1 bis A11 (Seite 104 bis 114) aufgelistet.

**Tabelle 1 Messwerte (MW, SD) der Probandengruppe retrognathen Gesichtstyps (sagittale Beurteilung). T1 = unmittelbar vor Herbst-Behandlung, T2 = unmittelbar nach Herbst-Behandlung, T3 = durchschnittlich 1 Jahr nach Herbst-Behandlung, T4 = durchschnittlich 3 Jahre nach Herbst-Behandlung.**

Messvariable	T1 n=16		T2 n=16		T3 n=16		T4 n=9	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
ss	76,4	4,47	76,1	4,42	75,7	4,08	77,2	6,10
pg	79,0	4,14	80,8	4,20	79,3	4,73	81,5	5,27
is	85,8	5,31	82,8	5,17	83,1	4,27	84,7	5,28
ii	78,0	4,34	83,8	4,91	80,9	4,41	81,6	5,33
ms	55,0	4,41	53,8	5,17	54,1	4,89	57,0	5,48
mi	53,9	5,93	58,3	5,71	56,3	5,75	58,6	6,29
Overbite	4,0	1,54	-0,5	0,96	1,3	0,88	2,0	1,79
ss-N-sm	3,3	1,38	1,7	1,97	1,9	1,87	1,8	1,84
N-ss-pg	176,0	3,70	179,3	4,58	179,1	4,29	180,0	4,40
Nw-Sn-Pg	158,8	4,36	162,3	3,94	161,4	4,82	161,3	4,29
Nw-No-Pg	131,3	4,44	133,8	4,52	132,9	4,58	132,9	4,34

**Tabelle 2 Messwerte (MW, SD) der Probandengruppe prognathen Gesichtstyps (sagittale Beurteilung). T1 = unmittelbar vor Herbst-Behandlung, T2 = unmittelbar nach Herbst-Behandlung, T3 = durchschnittlich 1 Jahr nach Herbst-Behandlung, T4 = durchschnittlich 3 Jahre nach Herbst-Behandlung.**

Messvariable	T1 n=23		T2 n=23		T3 n=23		T4 n=17	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
ss	80,5	5,08	80,2	5,48	80,8	5,55	82,7	5,37
pg	82,9	6,04	85,1	6,27	85,1	6,34	86,6	6,54
is	89,3	5,60	86,7	6,05	87,6	6,35	89,7	6,19
ii	81,5	5,72	87,1	6,18	84,8	6,50	86,4	6,08
ms	56,5	4,82	54,5	5,62	56,1	5,56	58,1	5,15
mi	55,2	5,01	59,4	5,37	58,8	5,55	60,3	5,32
Overbite	4,6	1,41	-0,2	1,40	2,0	1,04	2,7	1,21
ss-N-sm	5,1	2,00	3,3	2,03	3,5	2,16	3,9	1,83
N-ss-pg	172,9	5,52	176,4	5,04	176,1	5,31	175,1	4,35
Nw-Sn-Pg	158,6	4,85	161,8	5,14	160,8	5,90	160,2	6,56
Nw-No-Pg	128,9	4,10	130,9	4,73	130,1	5,23	128,8	5,25

**Tabelle 3 Messwerte (MW, SD) der Probandengruppe retrognathen Gesichtstyps (vertikale Beurteilung). T1 = unmittelbar vor Herbst-Behandlung, T2 = unmittelbar nach Herbst-Behandlung, T3 = durchschnittlich 1 Jahr nach Herbst-Behandlung, T4 = durchschnittlich 3 Jahre nach Herbst-Behandlung.**

Messvariable	T1 n=13		T2 n=13		T3 n=13		T4 n=8	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
ss	79,0	4,40	78,8	4,03	78,8	4,86	81,2	4,62
pg	79,5	5,71	81,5	4,67	80,3	5,85	82,3	5,27
is	88,8	4,76	85,0	4,18	86,2	5,15	88,6	5,09
ii	80,2	3,86	86,2	4,59	84,0	5,15	85,3	5,22
ms	56,9	3,85	55,2	4,61	56,1	5,30	59,1	4,64
mi	55,9	5,70	60,4	5,38	58,3	6,26	61,0	4,73
Overbite	2,9	1,72	-0,8	1,00	1,0	0,73	1,8	1,24
ss-N-sm	5,3	2,59	3,8	2,20	4,1	2,71	5,0	2,22
N-ss-pg	170,8	6,41	173,9	6,06	173,4	6,95	171,2	6,97
Nw-Sn-Pg	155,0	4,01	158,5	3,48	156,6	4,08	155,9	3,67
Nw-No-Pg	129,3	4,28	131,3	4,08	129,9	4,00	129,3	3,47

**Tabelle 4 Messwerte (MW, SD) der Probandengruppe prognathen Gesichtstyps (vertikale Beurteilung). T1 = unmittelbar vor Herbst-Behandlung, T2 = unmittelbar nach Herbst-Behandlung, T3 = durchschnittlich 1 Jahr nach Herbst-Behandlung, T4 = durchschnittlich 3 Jahre nach Herbst-Behandlung.**

Messvariable	T1 n=24		T2 n=24		T3 n=24		T4 n=15	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
ss	80,6	3,41	80,1	3,73	81,0	4,09	83,1	4,84
pg	83,4	3,10	85,3	4,08	85,6	4,43	88,4	5,42
is	88,8	3,92	85,8	4,31	87,4	4,53	89,1	5,62
ii	81,1	3,69	86,4	4,17	84,3	4,53	85,7	5,43
ms	56,7	3,24	54,2	4,08	56,4	4,17	58,1	4,32
mi	55,2	2,65	59,5	4,31	59,0	4,08	60,3	4,64
Overbite	5,0	1,76	-0,3	1,54	2,2	0,87	3,2	0,85
ss-N-sm	4,4	2,13	2,4	1,89	2,9	2,08	2,8	1,77
N-ss-pg	175,2	5,85	178,9	5,35	177,9	5,67	178,9	4,71
Nw-Sn-Pg	159,3	5,64	162,8	5,35	160,9	6,26	161,9	6,87
Nw-No-Pg	129,6	4,47	131,9	4,30	130,0	4,94	129,5	6,11

## **7.1 Sagittale Beurteilung**

### **7.1.1 Veränderungen im Zeitraum T2-T1 (Behandlungszeitraum mit der Herbst-Apparatur) – Tabelle 5, Abbildungen 5 und 6**

#### **SO-Analyse**

##### **Retrognathe und prognathe Gruppe**

In der retrognathen sowie der prognathen Gruppe kam es zu folgenden günstigen Veränderungen im Sinne einer Overjet-Verkleinerung und einer Molarenrelation-Veränderung in Richtung Klasse I :

Die mandibuläre Basis wurde nach vorne verlagert, die oberen Incisivi wurden retrudiert, die unteren Incisivi protrudiert, die oberen Molaren distalisiert (retrognathe Gruppe n.s.) und die unteren Molaren mesialisiert.

##### **Vergleich der Probandengruppen retrognath - prognath**

Bei Overjet und Molarenrelation sowie bei den skelettalen und dentalen Messvariablen konnte kein Unterschied zwischen der retrognathen und der prognathen Gruppe festgestellt werden.

Die graphische Darstellung lässt ebenfalls nur sehr geringfügige prozentuale Unterschiede zwischen den beiden Gruppen erkennen.

## **Analyse der dentofazialen Morphologie**

### **Retrognathe und prognathe Gruppe**

In der retrognathen sowie der prognathen Gruppe kam es zu folgenden günstigen Veränderungen :

Der Overbite und der ss-N-sm-Winkel wurden verkleinert; der knöcherne Profilwinkel sowie die beiden Weichteil-Profilwinkel wurden vergrößert (das Profil wurde begradigt).

### **Vergleich der Probandengruppen retrognath - prognath**

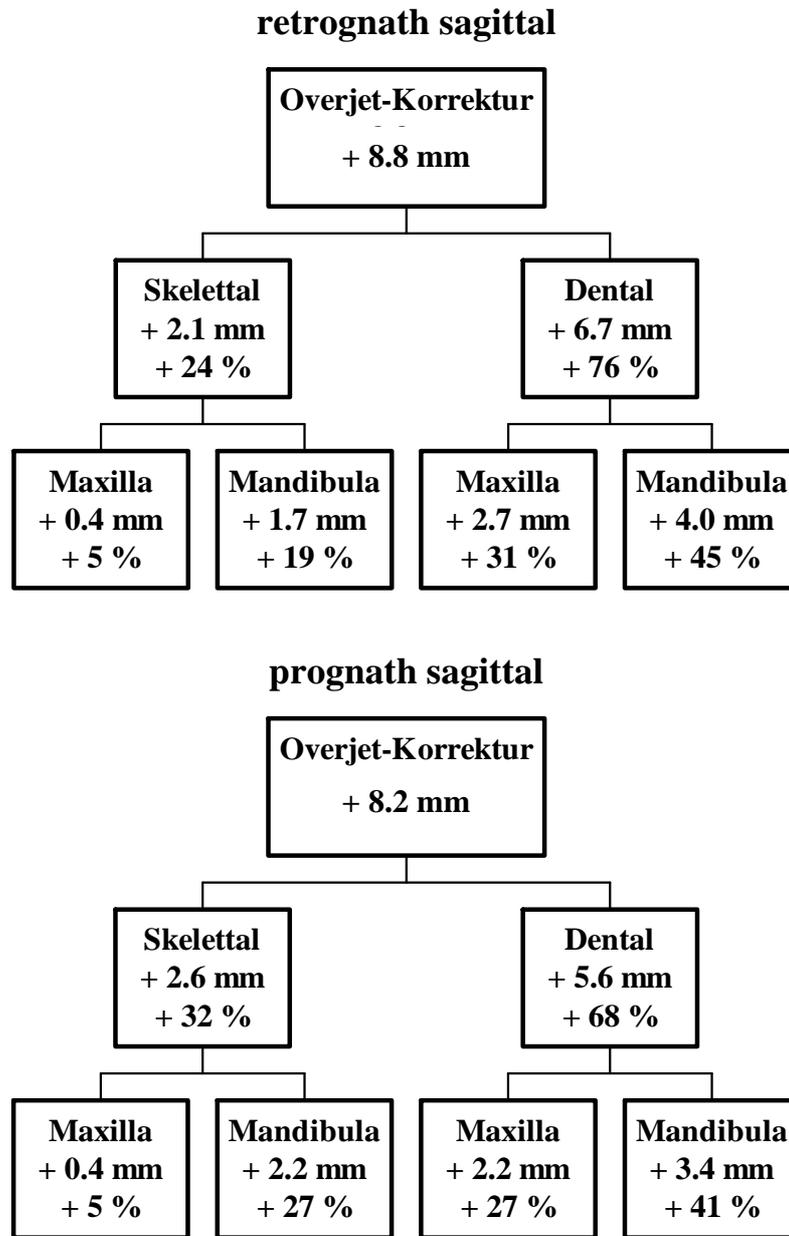
Bei keiner der Messvariablen konnte ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden.

**Tabelle 5 Messvariablen-Veränderungen (D) während des Zeitraumes T2-T1 (unmittelbar vor Herbst-Behandlung bis unmittelbar danach) und Vergleich der Probandengruppe retrognathen Gesichtstyps (sagittale Beurteilung) mit der Probandengruppe prognathen Gesichtstyps (sagittale Beurteilung).**

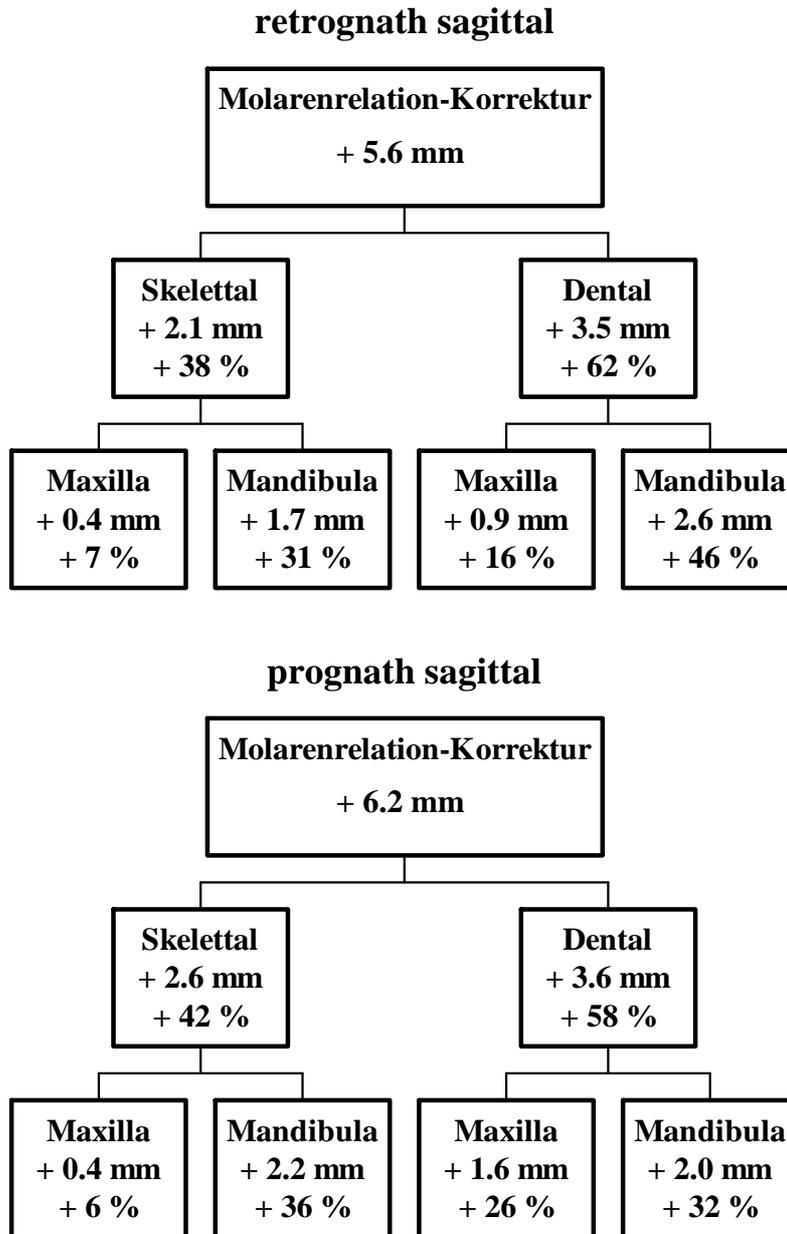
Messvariable	retrognath sagittal n=16				prognath sagittal n=23				retrognath - prognath			
	MW (D)	SD	t	p	MW (D)	SD	t	p	MW (D)	t	p	
	1. is/OL <sub>p</sub> (D) minus ii/OL <sub>p</sub> (D) Overjet	mm	-8,8	2,48	-14,23	***	-8,2	3,12	-12,58	***	-0,6	-0,64
2. ms/OL <sub>p</sub> (D) minus mi/OL <sub>p</sub> (D) Molarenrelation	mm	-5,6	2,05	-10,93	***	-6,2	2,17	-13,76	***	+0,6	+0,87	n.s.
3. ss/OL <sub>p</sub> (D)	mm	-0,4	1,10	-1,30	n.s.	-0,4	1,27	-1,35	n.s.	0,0	0,00	n.s.
4. pg/OL <sub>p</sub> (D)	mm	+1,7	1,60	+4,25	***	+2,2	2,89	+3,62	**	-0,5	-0,63	n.s.
9. is/OL <sub>p</sub> (D) minus ss/OL <sub>p</sub> (D) oberer Incisivus	mm	-2,7	2,27	-4,78	***	-2,2	1,85	-5,74	***	-0,5	-0,76	n.s.
10. ii/OL <sub>p</sub> (D) minus pg/OL <sub>p</sub> (D) unterer Incisivus	mm	+4,0	1,14	+14,05	***	+3,4	1,64	+10,02	***	+0,6	+1,26	n.s.
11. ms/OL <sub>p</sub> (D) minus ss/OL <sub>p</sub> (D) oberer Molar	mm	-0,9	1,99	-1,82	n.s.	-1,6	1,10	-7,19	***	+0,7	+1,41	n.s.
12. mi/OL <sub>p</sub> (D) minus pg/OL <sub>p</sub> (D) unterer Molar	mm	+2,6	1,49	+6,97	***	+2,0	1,30	+7,54	***	+0,6	+1,40	n.s.
13. Overbite (D)	mm	-4,5	1,92	-9,46	***	-4,8	2,03	-11,45	***	+0,3	+0,46	n.s.
14. ss-N-sm (D)	Grad	-1,6	1,03	-6,27	***	-1,7	1,35	-6,18	***	+0,1	+0,25	n.s.
15. N-ss-pg (D)	Grad	+3,3	2,33	+5,69	***	+3,5	2,56	+6,59	***	-0,2	-0,25	n.s.
16. Nw-Sn-Pg (D)	Grad	+3,5	1,95	+7,24	***	+3,2	2,34	+6,46	***	+0,4	+0,53	n.s.
17. Nw-No-Pg (D)	Grad	+2,5	1,75	+5,59	***	+2,0	1,89	+4,99	***	+0,5	+0,80	n.s.

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

Eventuelle Dezimalabweichungen sind durch Rundungen bedingt.



**Abbildung 5** Mechanismus der Overjet-Veränderung bei der Herbst-Behandlung. Untersuchung der Gruppen retrognath sagittal (n=16) und prognath sagittal (n=23). Maxilläre und mandibuläre skelettale und dentale durchschnittliche Veränderungen während des Zeitraumes T2-T1. Plus (+) bedeutet günstige Veränderung im Sinne einer Overjet-Korrektur.



**Abbildung 6 Mechanismus der Veränderung der Molarenrelation bei der Herbst-Behandlung.** Untersuchung der Gruppen retrognath sagittal (n=16) und prognath sagittal (n=23). Maxilläre und mandibuläre skelettale und dentale durchschnittliche Veränderungen während des Zeitraumes **T2-T1**. Plus (+) bedeutet günstige Veränderung im Sinne einer Molarenrelation-Korrektur.

**7.1.2 Veränderungen im Zeitraum T3-T2 (Zeitraum von Behandlungsende mit der Herbst-Apparatur bis durchschnittlich 1 Jahr danach) – Tabelle 6, Abbildungen 7 und 8**

**SO-Analyse**

**Retrognathe und prognathe Gruppe**

In der retrognathen sowie der prognathen Gruppe kam es zu folgenden ungünstigen Veränderungen (Rezidiv) im Sinne einer Overjet-Vergrößerung und einer Molarenrelation-Veränderung in Richtung Klasse II:1 :

Die maxilläre Basis wurde bei der prognathen Gruppe nach vorne verlagert, während die mandibuläre Basis bei der retrognathen Gruppe nach hinten verlagert wurde, die unteren Incisivi wurden retrudiert, die oberen Molaren mesialisiert und die unteren Molaren distalisiert (retrognathe Gruppe n.s.).

**Vergleich der Probandengruppen retrognath - prognath**

Ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen konnte nur bei der Messvariablen maxilläre Basis ( $p < 0,05$ ) festgestellt werden.

Während es bei den Probanden der retrognathen Gruppe zu einer statistisch nicht signifikanten (n.s.) Rückverlagerung der maxillären Basis um durchschnittlich 0,4 mm kam, wurde bei den Probanden der prognathen Gruppe eine statistisch signifikante ( $p < 0,05$ ) Vorverlagerung um durchschnittlich 0,6 mm ermittelt.

Die graphische Darstellung der Messwerte der SO-Analyse lässt folgende prozentuale Unterschiede zwischen den Gruppen erkennen.

### **Overjet-Beurteilung**

Die Veränderung der maxillären Basis wirkte bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 12 % einem Overjet-Rezidiv entgegen, während sie bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 19 % zu einem Overjet-Rezidiv beitrug.

Die Veränderung der mandibulären Basis trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 45 % zu einem Overjet-Rezidiv bei, während die mandibuläre Basis bei den Probanden der prognathen Gruppe unverändert blieb.

Die Retrusion der unteren Incisivi trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 43 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 71 % zu einem Overjet-Rezidiv bei.

### **Molarenrelation-Beurteilung**

Die Veränderung der maxillären Basis wirkte bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 17 % einem Molarenrelation-Rezidiv entgegen, während sie bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 26 % zu einem Molarenrelation-Rezidiv beitrug.

Die Veränderung der mandibulären Basis trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 65 % zu einem Molarenrelation-Rezidiv bei, während die mandibuläre Basis bei den Probanden der prognathen Gruppe unverändert blieb.

## **Analyse der dentofazialen Morphologie**

### **Retrognathe und prognathe Gruppe**

In der retrognathen sowie der prognathen Gruppe kam es zu einer Vergrößerung (Rezidiv) des Overbite.

### **Vergleich der Probandengruppen retrognath - prognath**

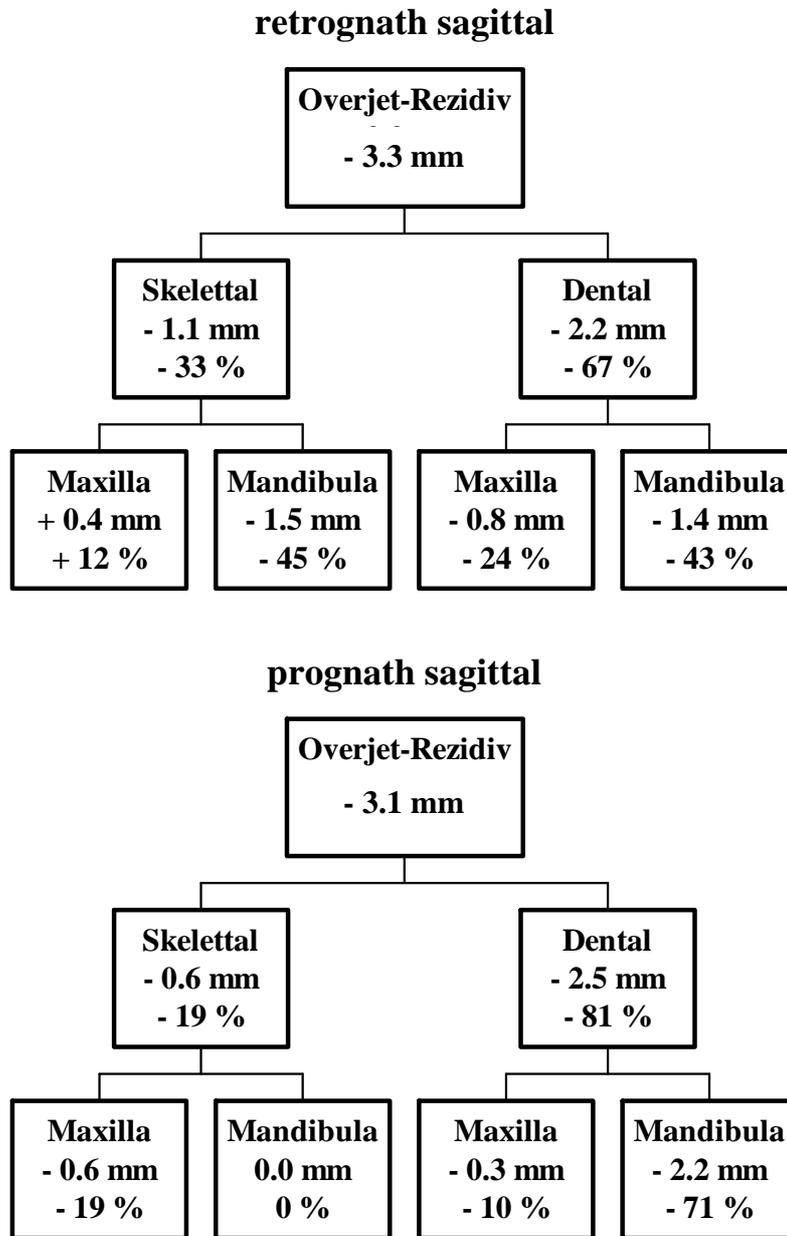
Bei keiner der Messvariablen konnte ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden.

**Tabelle 6 Messvariablenveränderungen (D) während des Zeitraumes T3-T2 (unmittelbar nach Herbst-Behandlung bis durchschnittlich 1 Jahr danach) und Vergleich der Probandengruppe retrognathen Gesichtstyps (sagittale Beurteilung) mit der Probandengruppe prognathen Gesichtstyps (sagittale Beurteilung).**

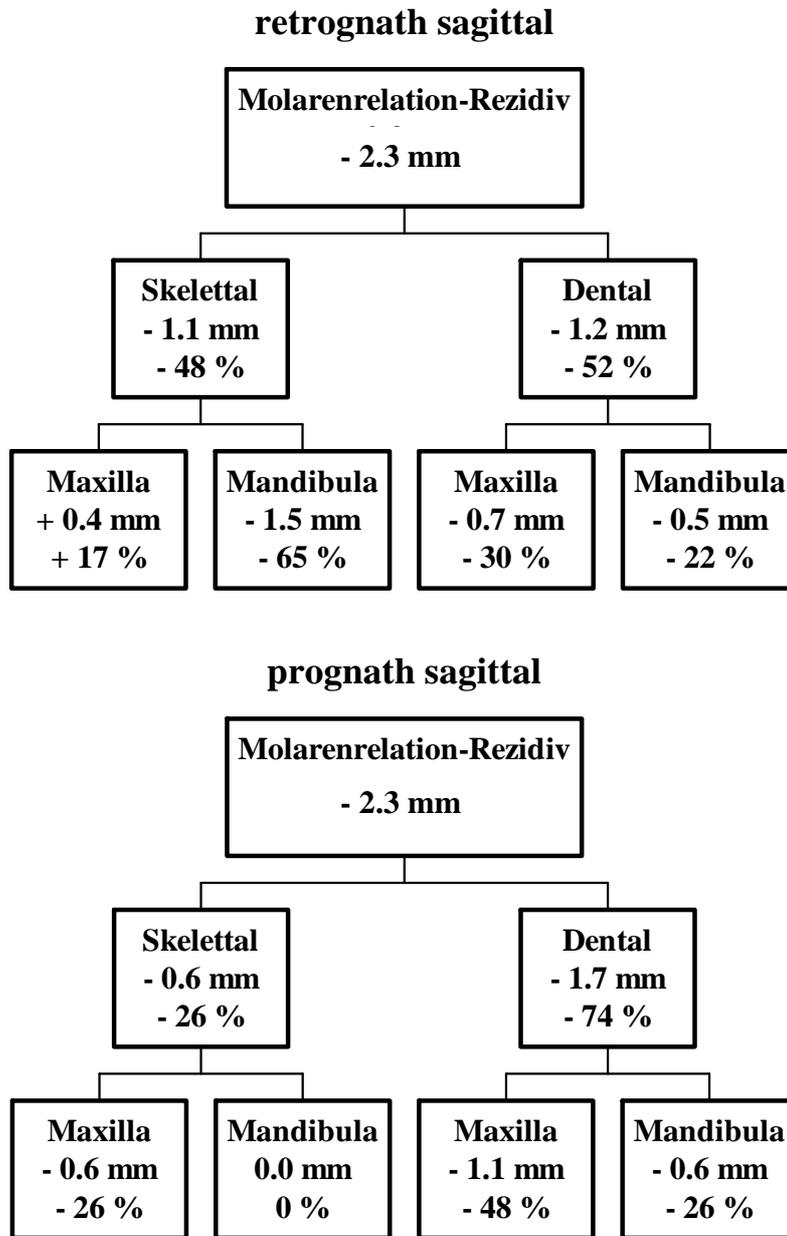
Messvariable	retrognath sagittal n=16				prognath sagittal n=23				retrognath - prognath			
	MW (D)	SD	t	p	MW (D)	SD	t	p	MW (D)	t	p	
	1. is/OL <sub>p</sub> (D) minus ii/OL <sub>p</sub> (D) Overjet	+3,3	1,88	+7,00	***	+3,1	1,92	+7,73	***	+0,2	+0,32	n.s.
2. ms/OL <sub>p</sub> (D) minus mi/OL <sub>p</sub> (D) Molarenrelation	+2,3	1,38	+6,55	***	+2,3	2,32	+4,80	***	0,0	0,00	n.s.	
3. ss/OL <sub>p</sub> (D) maxilläre Basis	-0,4	1,16	-1,35	n.s.	+0,6	1,18	+2,44	*	-1,0	-2,62	*	
4. pg/OL <sub>p</sub> (D) mandibuläre Basis	-1,5	2,64	-2,21	*	0,0	2,42	-0,02	n.s.	-1,5	-1,77	n.s.	
9. is/OL <sub>p</sub> (D) minus ss/OL <sub>p</sub> (D) oberer Incisivus	+0,8	1,82	+1,72	n.s.	+0,3	1,44	+0,91	n.s.	+0,5	+0,96	n.s.	
10. ii/OL <sub>p</sub> (D) minus pg/OL <sub>p</sub> (D) unterer Incisivus	-1,4	1,76	-3,19	**	-2,2	1,48	-7,17	***	+0,8	+1,54	n.s.	
11. ms/OL <sub>p</sub> (D) minus ss/OL <sub>p</sub> (D) oberer Molar	+0,7	0,91	+3,16	**	+1,1	1,28	+4,00	***	-0,4	-1,07	n.s.	
12. mi/OL <sub>p</sub> (D) minus pg/OL <sub>p</sub> (D) unterer Molar	-0,5	1,21	-1,55	n.s.	-0,6	1,39	-2,07	*	+0,1	+0,30	n.s.	
13. Overbite (D) Frontzahnüberbiss	+1,8	1,19	+5,99	***	+2,3	1,31	+8,35	***	-0,5	-1,22	n.s.	
14. ss-N-sm (D) Kieferrelation	+0,2	0,75	+0,83	n.s.	+0,2	0,71	+1,17	n.s.	0,0	0,00	n.s.	
15. N-ss-pg (D) Profilkonvexität	-0,2	1,83	-0,34	n.s.	-0,3	1,25	-1,21	n.s.	+0,2	+0,33	n.s.	
16. Niw-Sn-Pg (D)	-0,9	2,52	-1,41	n.s.	-1,0	2,75	-1,74	n.s.	+0,1	+0,13	n.s.	
17. Niw-No-Pg (D)	-0,9	2,72	-1,35	n.s.	-0,8	2,82	-1,29	n.s.	-0,2	-0,18	n.s.	

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

Eventuelle Dezimalabweichungen sind durch Rundungen bedingt.



**Abbildung 7 Mechanismus der Overjet-Veränderung zwischen Behandlungsende mit der Herbst-Apparatur und einem Zeitpunkt durchschnittlich 1 Jahr später.** Untersuchung der Gruppen retrognath sagittal (n=16) und prognath sagittal (n=23). Maxilläre und mandibuläre skelettale und dentale durchschnittliche Veränderungen während des Zeitraumes T3-T2. Plus (+) bedeutet günstige Veränderung im Sinne einer Overjet-Korrektur, Minus (-) bedeutet ungünstige Veränderung im Sinne einer Overjet-Korrektur.



**Abbildung 8 Mechanismus der Veränderung der Molarenrelation zwischen Behandlungsende mit der Herbst-Apparatur und einem Zeitpunkt durchschnittlich 1 Jahr später.** Untersuchung der Gruppen retrognath sagittal (n=16) und prognath sagittal (n=23). Maxilläre und mandibuläre skelettale und dentale durchschnittliche Veränderungen während des Zeitraumes T3-T2. Plus (+) bedeutet günstige Veränderung im Sinne einer Molarenrelation-Korrektur, Minus (-) bedeutet ungünstige Veränderung im Sinne einer Molarenrelation-Korrektur.

**7.1.3 Veränderungen im Zeitraum T3-T1 (Zeitraum von Behandlungsbeginn mit der Herbst-Apparatur bis durchschnittlich 1 Jahr nach Behandlungsende) – Tabelle 7, Abbildungen 9 und 10**

**SO-Analyse**

**Retrognathe und prognathe Gruppe**

In der retrognathen sowie der prognathen Gruppe kam es zu folgenden günstigen Veränderungen im Sinne einer Overjet-Verkleinerung und einer Molarenrelation-Veränderung in Richtung Klasse I :

Die mandibuläre Basis wurde nach vorne verlagert (retrognathe Gruppe n.s.), die oberen Incisivi wurden retrudiert, die unteren Incisivi protrudiert, die oberen Molaren distalisiert (retrognathe Gruppe n.s.) und die unteren Molaren mesialisiert.

**Vergleich der Probandengruppen retrognath - prognath**

Ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen konnte nur bei den Messvariablen mandibuläre Basis ( $p < 0,05$ ) und unterer Incisivus ( $p < 0,01$ ) festgestellt werden.

Während es bei den Probanden der retrognathen Gruppe zu einer statistisch nicht signifikanten (n.s.) Vorverlagerung der mandibulären Basis um durchschnittlich 0,3 mm kam, wurde bei den Probanden der prognathen Gruppe eine statistisch signifikante ( $p < 0,01$ ) Vorverlagerung um durchschnittlich 2,2 mm ermittelt.

Des Weiteren kam es bei den Probanden der retrognathen Gruppe zu einer statistisch signifikanten ( $p < 0,001$ ) Mesialisierung des unteren Incisivus um durchschnittlich 2,5 mm, während bei den Probanden der prognathen Gruppe

eine statistisch signifikante ( $p < 0,01$ ) Mesialisierung um durchschnittlich 1,2 mm ermittelt wurde.

Die graphische Darstellung der Messwerte der SO-Analyse lässt folgende prozentuale Unterschiede zwischen den Gruppen erkennen.

### **Overjet-Beurteilung**

Die Veränderung der mandibulären Basis trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 5 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 43 % zu einer Overjet-Korrektur bei.

### **Molarenrelation-Beurteilung**

Die Veränderung der maxillären Basis trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 23 % zu einer Molarenrelation-Korrektur bei, während sie bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 5 % einer Molarenrelation-Korrektur entgegen wirkte.

Die Veränderung der mandibulären Basis trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 9 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 56 % zu einer Molarenrelation-Korrektur bei.

Die Mesialisierung der unteren Molaren trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 62 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 36 % zu einer Molarenrelation-Korrektur bei.

## **Analyse der dentofazialen Morphologie**

### **Retrognathe und prognathe Gruppe**

In der retrognathen sowie der prognathen Gruppe kam es zu folgenden günstigen Veränderungen :

Der Overbite und der ss-N-sm-Winkel wurden verkleinert; der knöcherne Profilwinkel sowie die beiden Weichteil-Profilwinkel wurden vergrößert (das Profil wurde begradigt).

### **Vergleich der Probandengruppen retrognath - prognath**

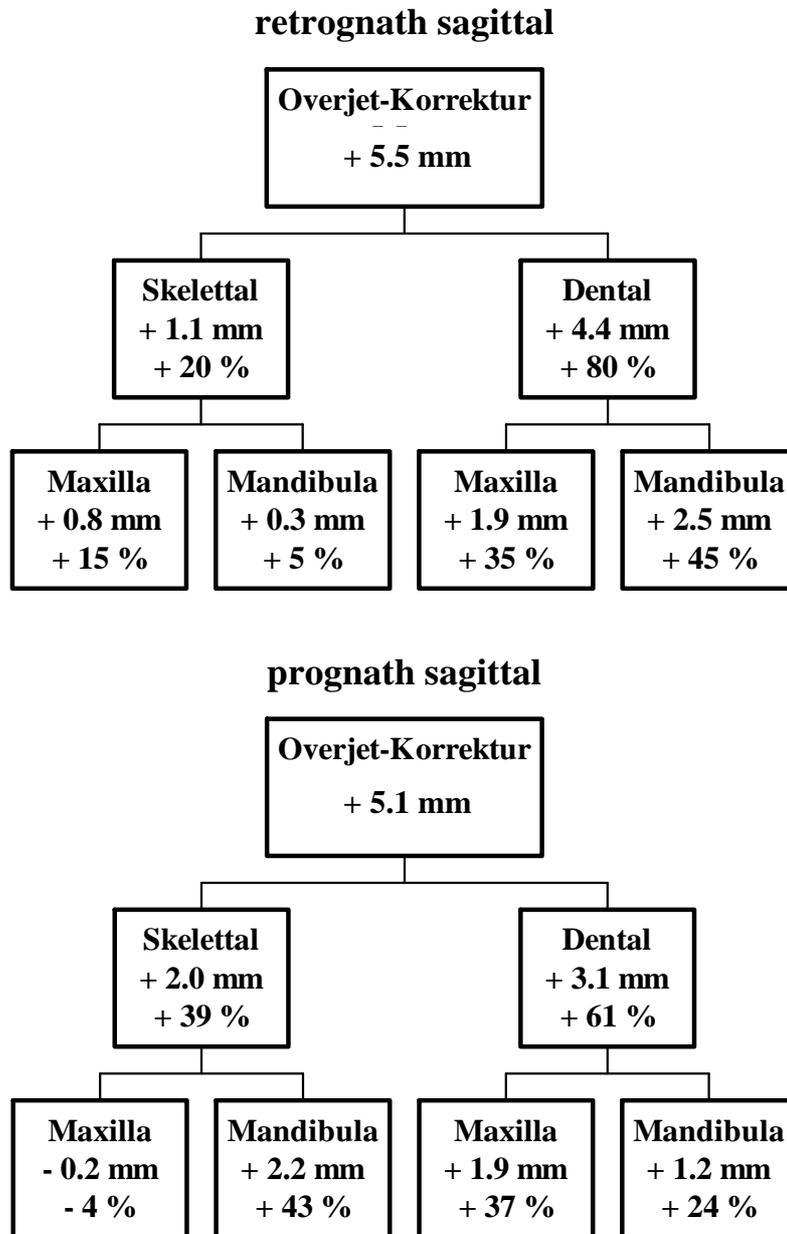
Bei keiner der Messvariablen konnte ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden.

**Tabelle 7 Messvariablenveränderungen (D) während des Zeitraumes T3-T1 (unmittelbar vor Herbst-Behandlung bis durchschnittlich 1 Jahr danach) und Vergleich der Probandengruppe retrognathen Gesichtstyps (sagittale Beurteilung) mit der Probandengruppe prognathen Gesichtstyps (sagittale Beurteilung).**

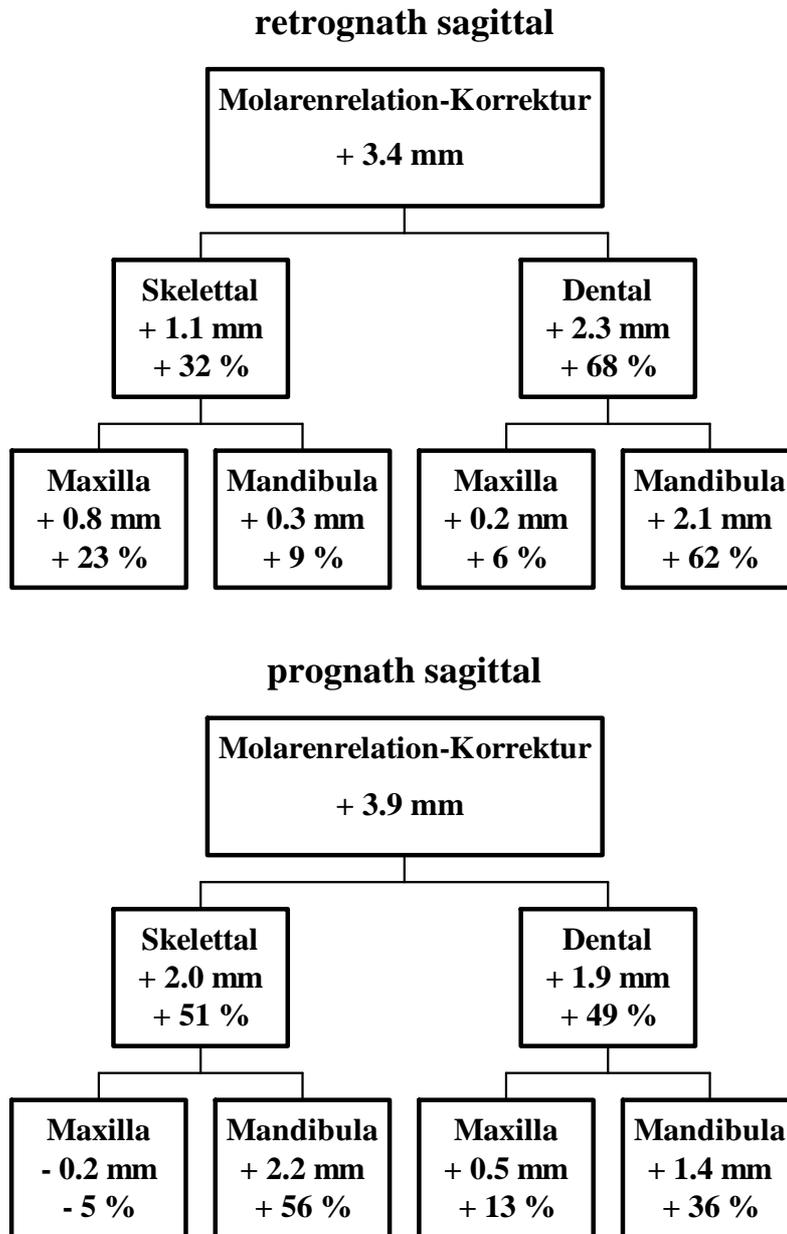
Messvariable	retrognath sagittal n=16				prognath sagittal n=23				retrognath - prognath			
	MW (D)	SD	t	p	MW (D)	SD	t	p	MW (D)	t	p	
	1. is/OL <sub>p</sub> (D) minus ii/OL <sub>p</sub> (D) Overjet	mm	-5,5	2,38	-9,30	***	-5,1	2,82	-8,65	***	-0,4	-0,46
2. ms/OL <sub>p</sub> (D) minus mi/OL <sub>p</sub> (D) Molarenrelation	mm	-3,4	2,24	-6,00	***	-3,9	2,07	-9,06	***	+0,5	+0,72	n.s.
3. ss/OL <sub>p</sub> (D) maxilläre Basis	mm	-0,8	1,81	-1,65	n.s.	+0,2	1,56	+0,73	n.s.	-1,0	-1,84	n.s.
4. pg/OL <sub>p</sub> (D) mandibuläre Basis	mm	+0,3	2,02	+0,59	n.s.	+2,2	2,85	+3,66	**	-1,9	-2,29	*
9. is/OL <sub>p</sub> (D) minus ss/OL <sub>p</sub> (D) oberer Incisivus	mm	-1,9	2,52	-3,07	**	-1,9	2,28	-4,09	***	0,0	0,00	n.s.
10. ii/OL <sub>p</sub> (D) minus pg/OL <sub>p</sub> (D) unterer Incisivus	mm	+2,5	1,26	+8,11	***	+1,2	1,55	+3,73	**	+1,3	+2,77	**
11. ms/OL <sub>p</sub> (D) minus ss/OL <sub>p</sub> (D) oberer Molar	mm	-0,2	2,29	-0,33	n.s.	-0,5	1,12	-2,14	*	+0,3	+0,54	n.s.
12. mi/OL <sub>p</sub> (D) minus pg/OL <sub>p</sub> (D) unterer Molar	mm	+2,1	1,39	+6,09	***	+1,4	1,74	+3,84	***	+0,7	+1,40	n.s.
13. Overbite (D) Frontzahnüberbiss	mm	-2,8	1,53	-7,22	***	-2,6	1,72	-7,15	***	-0,2	-0,37	n.s.
14. ss-N-sm (D) Kieferrelation	Grad	-1,5	1,00	-5,79	***	-1,6	1,28	-5,88	***	+0,1	+0,26	n.s.
15. N-ss-pg (D) Profilkonvexität	Grad	+3,2	2,48	+5,09	***	+3,2	2,60	+5,90	***	0,0	-0,05	n.s.
16. Nw-Sn-Pg (D)	Grad	+2,6	2,74	+3,86	**	+2,2	2,25	+4,60	***	+0,5	+0,60	n.s.
17. Nw-No-Pg (D)	Grad	+1,5	2,66	+2,30	*	+1,2	2,30	+2,51	*	+0,3	+0,36	n.s.

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

Eventuelle Dezimalabweichungen sind durch Rundungen bedingt.



**Abbildung 9 Mechanismus der Overjet-Veränderung zwischen Behandlungsbeginn mit der Herbst-Apparatur und einem Zeitpunkt durchschnittlich 1 Jahr nach Behandlungsende mit dieser.** Untersuchung der Gruppen retrognath sagittal (n=16) und prognath sagittal (n=23). Maxilläre und mandibuläre skelettale und dentale durchschnittliche Veränderungen während des Zeitraumes T3-T1. Plus (+) bedeutet günstige Veränderung im Sinne einer Overjet-Korrektur, Minus (-) bedeutet ungünstige Veränderung im Sinne einer Overjet-Korrektur.



**Abbildung 10** Mechanismus der Veränderung der Molarenrelation zwischen Behandlungsbeginn mit der Herbst-Apparatur und einem Zeitpunkt durchschnittlich 1 Jahr nach Behandlungsende mit dieser. Untersuchung der Gruppen retrognath sagittal (n=16) und prognath sagittal (n=23). Maxilläre und mandibuläre skelettale und dentale durchschnittliche Veränderungen während des Zeitraumes T3-T1. Plus (+) bedeutet günstige Veränderung im Sinne einer Molarenrelation-Korrektur, Minus (-) bedeutet ungünstige Veränderung im Sinne einer Molarenrelation-Korrektur.

**7.1.4 Veränderungen im Zeitraum T4-T2 (Zeitraum zwischen Behandlungsende mit der Herbst-Apparatur und einem Zeitpunkt durchschnittlich 3 Jahre später) – Tabelle 8, Abbildungen 11 und 12**

**SO-Analyse**

**Retrognathe und prognathe Gruppe**

In der retrognathen sowie der prognathen Gruppe kam es zu folgenden ungünstigen Veränderungen (Rezidiv) im Sinne einer Overjet-Vergrößerung und einer Molarenrelation-Veränderung in Richtung Klasse II:1 :

Die maxilläre Basis wurde nach vorne verlagert (retrognathe Gruppe n.s.), die unteren Incisivi wurden retrudiert und die oberen Molaren mesialisiert.

**Vergleich der Probandengruppen retrognath - prognath**

Bei Overjet und Molarenrelation sowie bei den skelettalen und dentalen Messvariablen konnte kein Unterschied zwischen der retrognathen und der prognathen Gruppe festgestellt werden.

Die graphische Darstellung der Messwerte der SO-Analyse lässt folgende Unterschiede zwischen den Gruppen erkennen.

**Overjet-Beurteilung**

Die Veränderung der mandibulären Basis trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 8 % zu einem Overjet-Rezidiv bei, während sie bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 29 % einem Overjet-Rezidiv entgegen wirkte.

Die Retrusion des unteren Incisivus trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 58 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 85 % zu einem Overjet-Rezidiv bei.

### **Molarenrelation-Beurteilung**

Die Veränderung der maxillären Basis trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 31 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 56 % zu einem Molarenrelation-Rezidiv bei.

Die Veränderung der mandibulären Basis trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 10 % zu einem Molarenrelation-Rezidiv bei, während sie bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 43 % einem Molarenrelation-Rezidiv entgegen wirkte.

Die gesamten skelettalen Veränderungen (Maxilla und Mandibula) trugen bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 41 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 13 % zu einem Molarenrelation-Rezidiv bei.

Die gesamten dentalen Veränderungen (Maxilla und Mandibula) trugen bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 59 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 87 % zu einem Molarenrelation-Rezidiv bei.

### **Analyse der dentofazialen Morphologie**

#### **Retrognathe und prognathe Gruppe**

In der retrognathen sowie der prognathen Gruppe kam es zu einer Vergrößerung (Rezidiv) des Overbite.

**Vergleich der Probandengruppen retrognath - prognath**

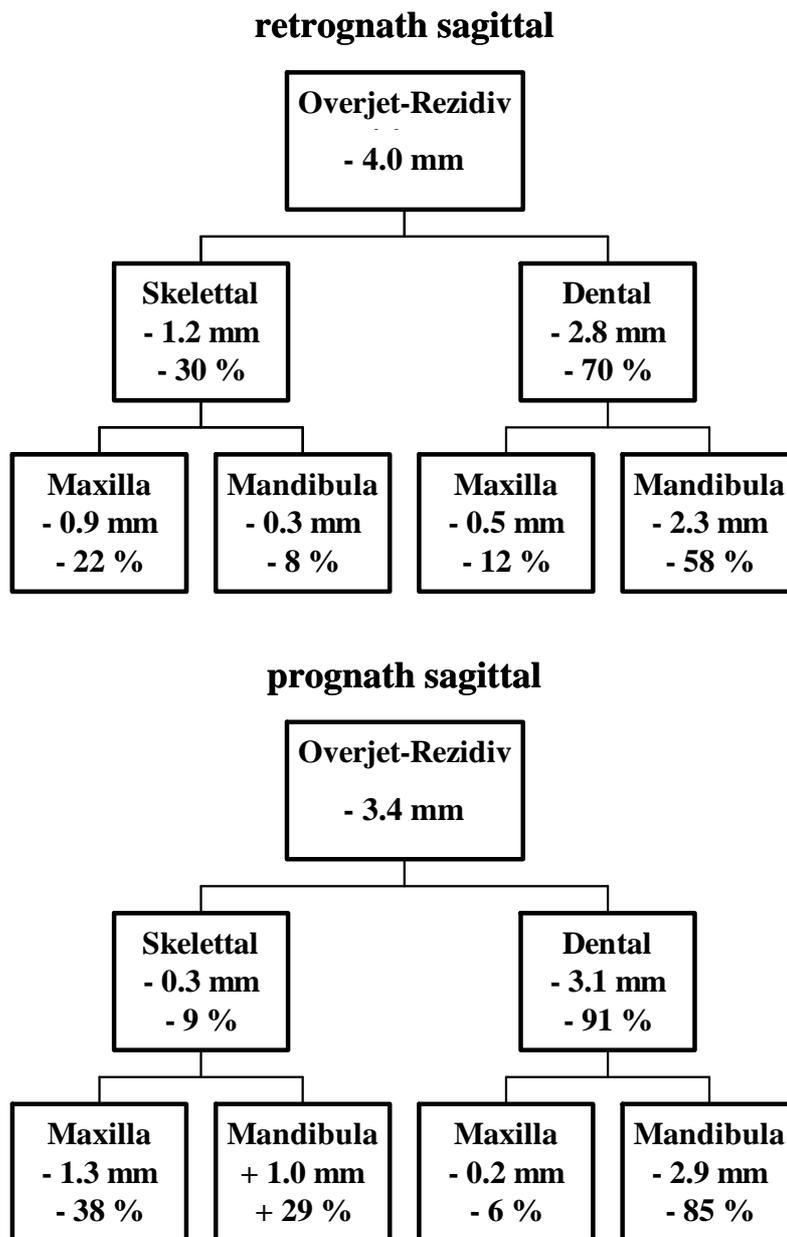
Bei keiner der Messvariablen konnte ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden.

**Tabelle 8 Messvariablenveränderungen (D) während des Zeitraumes T4-T2 (unmittelbar nach Herbst-Behandlung bis durchschnittlich 3 Jahre danach) und Vergleich der Probandengruppe retrognathen Gesichtstyps (sagittale Beurteilung) mit der Probandengruppe prognathen Gesichtstyps (sagittale Beurteilung).**

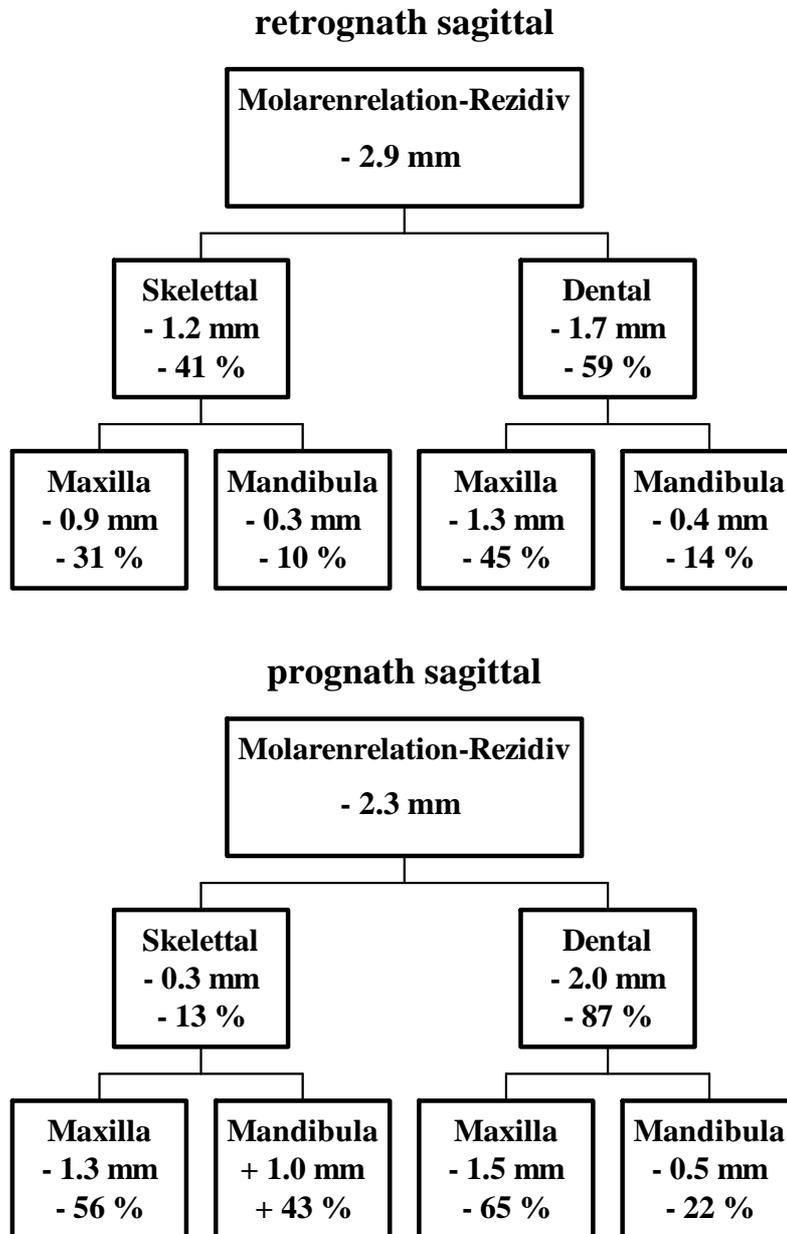
Messvariable	retrognath sagittal n=9				prognath sagittal n=17				retrognath - prognath			
	MW (D)	SD	t	p	MW (D)	SD	t	p	MW (D)	t	p	
	1. is/OL <sub>p</sub> (D) minus ii/OL <sub>p</sub> (D) Overjet	mm	+4,0	2,38	+5,00	**	+3,4	1,72	+8,16	***	+0,6	+0,74
2. ms/OL <sub>p</sub> (D) minus mi/OL <sub>p</sub> (D) Molarenrelation	mm	+2,9	1,92	+4,56	**	+2,3	2,44	+3,80	**	+0,6	+0,64	n.s.
3. ss/OL <sub>p</sub> (D) maxilläre Basis	mm	+0,9	2,22	+1,16	n.s.	+1,3	2,57	+2,15	*	-0,4	-0,39	n.s.
4. pg/OL <sub>p</sub> (D) mandibuläre Basis	mm	-0,3	3,26	-0,31	n.s.	+1,0	4,70	+0,90	n.s.	-1,3	-0,75	n.s.
9. is/OL <sub>p</sub> (D) minus ss/OL <sub>p</sub> (D) oberer Incisivus	mm	+0,5	2,50	+0,57	n.s.	+0,2	1,72	+0,42	n.s.	+0,3	+0,36	n.s.
10. ii/OL <sub>p</sub> (D) minus pg/OL <sub>p</sub> (D) unterer Incisivus	mm	-2,3	2,00	-3,46	**	-2,9	1,31	-9,22	***	+0,6	+0,97	n.s.
11. ms/OL <sub>p</sub> (D) minus ss/OL <sub>p</sub> (D) oberer Molar	mm	+1,3	0,97	+3,93	**	+1,5	1,07	+5,66	***	-0,2	-0,47	n.s.
12. mi/OL <sub>p</sub> (D) minus pg/OL <sub>p</sub> (D) unterer Molar	mm	-0,4	1,04	-1,28	n.s.	-0,5	2,10	-0,92	n.s.	+0,1	+0,09	n.s.
13. Overbite (D) Frontzahnüberbiss	mm	+2,6	2,17	+3,60	**	+2,9	1,37	+8,77	***	-0,3	-0,43	n.s.
14. ss-N-sm (D) Kieferrelation	Grad	+0,3	0,80	+1,15	n.s.	0,0	0,89	+0,14	n.s.	+0,3	+0,76	n.s.
15. N-ss-pg (D) Profilkonvexität	Grad	+0,2	1,71	+0,29	n.s.	0,0	1,80	+0,07	n.s.	+0,2	+0,23	n.s.
16. Niw-Sn-Pg (D)	Grad	-0,5	3,25	-0,49	n.s.	-0,8	3,45	-0,95	n.s.	+0,3	+0,19	n.s.
17. Niw-No-Pg (D)	Grad	-1,5	3,52	-1,28	n.s.	-1,5	3,90	-1,60	n.s.	0,0	+0,01	n.s.

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

Eventuelle Dezimalabweichungen sind durch Rundungen bedingt.



**Abbildung 11 Mechanismus der Overjet-Veränderung zwischen Behandlungsende mit der Herbst-Apparatur und einem Zeitpunkt durchschnittlich 3 Jahre später.** Untersuchung der Gruppen retrognath sagittal (n=9) und prognath sagittal (n=17). Maxilläre und mandibuläre skelettale und dentale durchschnittliche Veränderungen während des Zeitraumes T4-T2. Plus (+) bedeutet günstige Veränderung im Sinne einer Overjet-Korrektur, Minus (-) bedeutet ungünstige Veränderung im Sinne einer Overjet-Korrektur.



**Abbildung 12 Mechanismus der Veränderung der Molarenrelation zwischen Behandlungsende mit der Herbst-Apparatur und einem Zeitpunkt durchschnittlich 3 Jahre später.** Untersuchung der Gruppen retrognath sagittal (n=9) und prognath sagittal (n=17). Maxilläre und mandibuläre skelettale und dentale durchschnittliche Veränderungen während des Zeitraumes T4-T2. Plus (+) bedeutet günstige Veränderung im Sinne einer Molarenrelation-Korrektur, Minus (-) bedeutet ungünstige Veränderung im Sinne einer Molarenrelation-Korrektur.

**7.1.5 Veränderungen im Zeitraum T4-T1 (Zeitraum von Behandlungsbeginn mit der Herbst-Apparatur bis durchschnittlich 3 Jahre nach Behandlungsende mit dieser) – Tabelle 9, Abbildungen 13 und 14**

**SO-Analyse**

**Retrognathe und prognathe Gruppe**

In der retrognathen sowie der prognathen Gruppe kam es zu folgenden günstigen Veränderungen im Sinne einer Overjet-Verkleinerung und einer Molarenrelation-Veränderung in Richtung Klasse I :

Die mandibuläre Basis wurde nach vorne verlagert (retrognathe Gruppe n.s.), die oberen Incisivi wurden retrudiert (retrognathe Gruppe n.s.), die unteren Incisivi protrudiert (prognathe Gruppe n.s.) und die unteren Molaren mesialisiert.

**Vergleich der Probandengruppen retrognath - prognath**

Ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen konnte nur bei der Messvariablen oberer Molar ( $p < 0,01$ ) festgestellt werden.

Während es bei den Probanden der retrognathen Gruppe zu einer statistisch nicht signifikanten (n.s.) Mesialisierung des oberen Molaren um durchschnittlich 1,0 mm kam, wurde bei den Probanden der prognathen Gruppe eine statistisch nicht signifikante (n.s.) Distalisierung um durchschnittlich 0,2 mm ermittelt.

Die graphische Darstellung der Messwerte der SO-Analyse lässt folgende Unterschiede zwischen den Gruppen erkennen.

### **Overjet-Beurteilung**

Die Veränderung der mandibulären Basis trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 39 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 67 % zu einer Overjet-Korrektur bei.

### **Molarenrelation-Beurteilung**

Die Veränderung des oberen Molaren wirkte bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 37 % einer Molarenrelation-Korrektur entgegen, während sie bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 6 % zu einer Molarenrelation-Korrektur beitrug.

Die Mesialisierung der unteren Molaren trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 85 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 44 % zu einer Molarenrelation-Korrektur bei.

## **Analyse der dentofazialen Morphologie**

### **Retrognathe und prognathe Gruppe**

In der retrognathen sowie der prognathen Gruppe kam es zu folgenden günstigen Veränderungen :

Der Overbite und der ss-N-sm-Winkel wurden verkleinert; der knöcherne Profilwinkel sowie der Weichteil-Profilwinkel ohne Nase wurden vergrößert (das Profil wurde begradigt).

### **Vergleich der Probandengruppen retrognath - prognath**

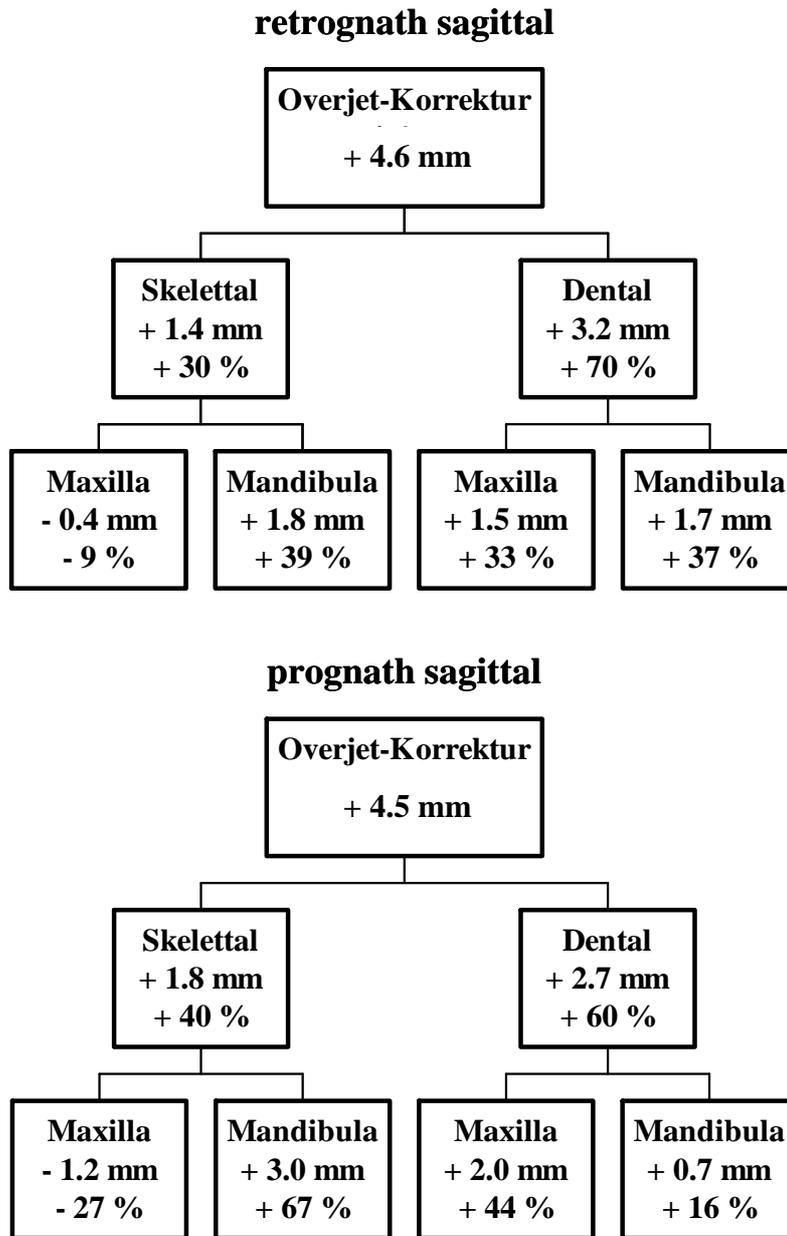
Bei keiner der Messvariablen konnte ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden.

**Tabelle 9 Messvariablenveränderungen (D) während des Zeitraumes T4-T1** (unmittelbar vor Herbst-Behandlung bis durchschnittlich 3 Jahre danach) und Vergleich der Probandengruppe retrognathen Gesichtstyps (sagittale Beurteilung) mit der Probandengruppe prognathen Gesichtstyps (sagittale Beurteilung).

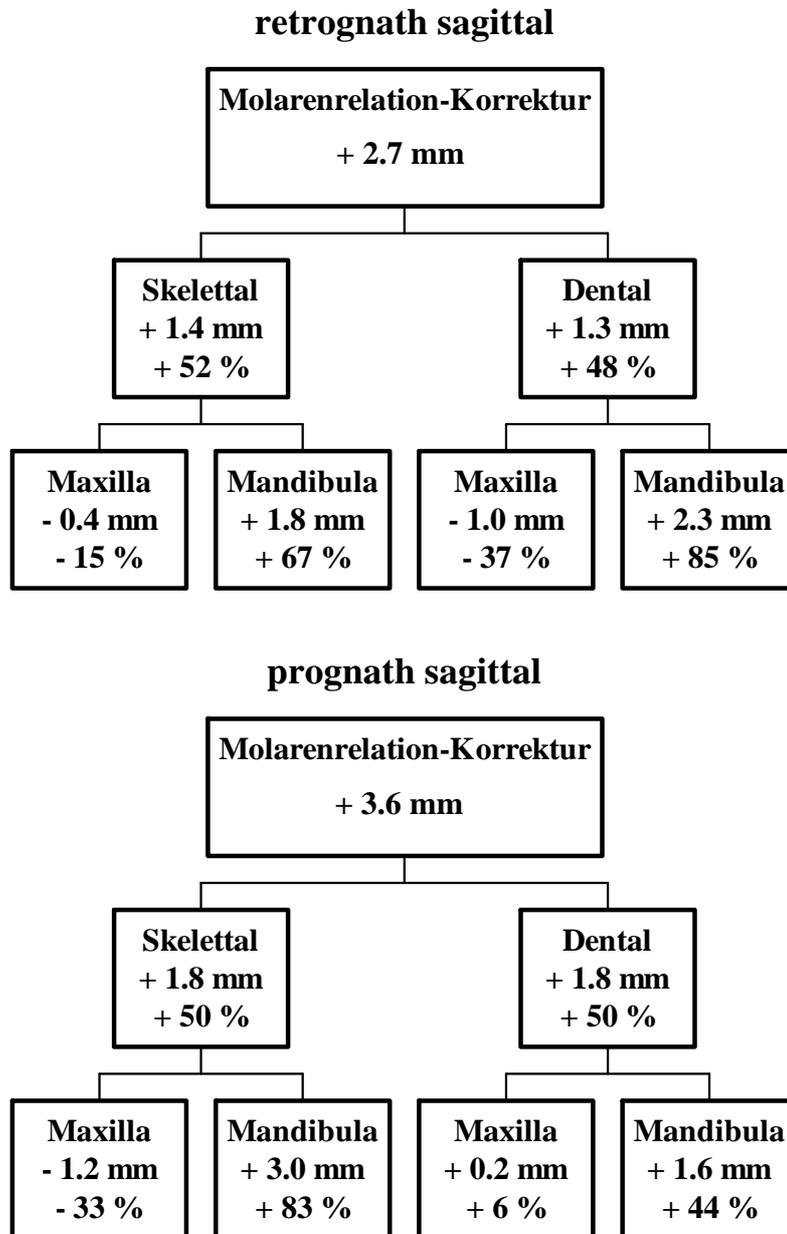
Messvariable	retrognath sagittal n=9				prognath sagittal n=17				retrognath - prognath			
	MW (D)	SD	t	p	MW (D)	SD	t	p	MW (D)	t	p	
	1. is/OL <sub>p</sub> (D) minus ii/OL <sub>p</sub> (D) Overjet	mm	-4,6	2,10	-6,52	***	-4,5	2,62	-7,03	***	-0,1	-0,10
2. ms/OL <sub>p</sub> (D) minus mi/OL <sub>p</sub> (D) Molarenrelation	mm	-2,7	1,46	-5,55	***	-3,6	2,43	-6,09	***	+0,9	+1,01	n.s.
3. ss/OL <sub>p</sub> (D) maxilläre Basis	mm	+0,4	2,90	+0,43	n.s.	+1,2	2,36	+2,11	n.s.	-0,8	-0,76	n.s.
4. pg/OL <sub>p</sub> (D) mandibuläre Basis	mm	+1,8	3,08	+1,76	n.s.	+3,0	4,67	+2,61	*	-1,2	-0,66	n.s.
9. is/OL <sub>p</sub> (D) minus ss/OL <sub>p</sub> (D) oberer Incisivus	mm	-1,5	2,85	-1,61	n.s.	-2,0	2,14	-3,86	**	+0,5	+0,51	n.s.
10. ii/OL <sub>p</sub> (D) minus pg/OL <sub>p</sub> (D) unterer Incisivus	mm	+1,7	1,42	+3,58	**	+0,7	1,86	+1,60	n.s.	+1,0	+1,38	n.s.
11. ms/OL <sub>p</sub> (D) minus ss/OL <sub>p</sub> (D) oberer Molar	mm	+1,0	1,34	+2,24	n.s.	-0,2	0,88	-0,94	n.s.	+1,2	+2,76	**
12. mi/OL <sub>p</sub> (D) minus pg/OL <sub>p</sub> (D) unterer Molar	mm	+2,3	0,86	+8,00	***	+1,6	1,91	+3,39	**	+0,7	+1,10	n.s.
13. Overbite (D) Frontzahnüberbiss	mm	-2,5	1,23	-6,02	***	-2,0	1,63	-5,13	***	-0,5	-0,80	n.s.
14. ss-N-sm (D) Kieferrelation	Grad	-1,6	0,89	-5,34	***	-1,6	1,33	-4,88	***	0,0	0,00	n.s.
15. N-ss-pg (D) Profilkonvexität	Grad	+4,3	1,72	+7,54	***	+3,4	3,05	+4,61	***	+0,9	+0,81	n.s.
16. Nw-Sn-Pg (D)	Grad	+3,1	3,42	+2,68	*	+2,1	3,10	+2,86	*	+1,0	+0,73	n.s.
17. Nw-No-Pg (D)	Grad	+1,2	3,12	+1,15	n.s.	+0,5	3,41	+0,57	n.s.	+0,7	+0,53	n.s.

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

Eventuelle Dezimalabweichungen sind durch Rundungen bedingt.



**Abbildung 13 Mechanismus der Overjet-Veränderung zwischen Behandlungsbeginn mit der Herbst-Apparatur und einem Zeitpunkt durchschnittlich 4 Jahre später.** Untersuchung der Gruppen retrognath sagittal (n=9) und prognath sagittal (n=17). Maxilläre und mandibuläre skelettale und dentale durchschnittliche Veränderungen während des Zeitraumes **T4-T1**. Plus (+) bedeutet günstige Veränderung im Sinne einer Overjet-Korrektur, Minus (-) bedeutet ungünstige Veränderung im Sinne einer Overjet-Korrektur.



**Abbildung 14 Mechanismus der Veränderung der Molarenrelation zwischen Behandlungsbeginn mit der Herbst-Apparatur und einem Zeitpunkt durchschnittlich 4 Jahre später.** Untersuchung der Gruppen retrognath sagittal (n=9) und prognath sagittal (n=17). Maxilläre und mandibuläre skelettale und dentale durchschnittliche Veränderungen während des Zeitraumes T4-T1. Plus (+) bedeutet günstige Veränderung im Sinne einer Molarenrelation-Korrektur, Minus (-) bedeutet ungünstige Veränderung im Sinne einer Molarenrelation-Korrektur.

## **7.2 Vertikale Beurteilung**

### **7.2.1 Veränderungen im Zeitraum T2-T1 (Behandlungszeitraum mit der Herbst-Apparatur) – Tabelle 10, Abbildungen 15 und 16**

#### **SO-Analyse**

##### **Retrognathe und prognathe Gruppe**

In der retrognathen sowie der prognathen Gruppe kam es zu folgenden günstigen Veränderungen im Sinne einer Overjet-Verkleinerung und einer Molarenrelation-Veränderung in Richtung Klasse I :

Die maxilläre Basis wurde nach hinten verlagert (retrognathe Gruppe n.s.), während die mandibuläre Basis nach vorne verlagert wurde, die oberen Incisivi wurden retrudiert, die unteren Incisivi protrudiert, die oberen Molaren distalisiert und die unteren Molaren mesialisiert.

##### **Vergleich der Probandengruppen retrognath - prognath**

Bei Overjet und Molarenrelation sowie bei den skelettalen und dentalen Messvariablen konnte kein Unterschied zwischen der retrognathen und der prognathen Gruppe festgestellt werden.

Die graphische Darstellung lässt ebenfalls nur sehr geringfügige Unterschiede zwischen den beiden Gruppen erkennen.

## **Analyse der dentofazialen Morphologie**

### **Retrognathe und prognathe Gruppe**

In der retrognathen sowie der prognathen Gruppe kam es zu folgenden günstigen Veränderungen :

Der Overbite und der ss-N-sm-Winkel wurden verkleinert; der knöcherne Profilwinkel sowie die beiden Weichteil-Profilwinkel wurden vergrößert (das Profil wurde begradigt).

### **Vergleich der Probandengruppen retrognath - prognath**

Ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen konnte nur bei der Messvariablen Overbite ( $p < 0,05$ ) festgestellt werden.

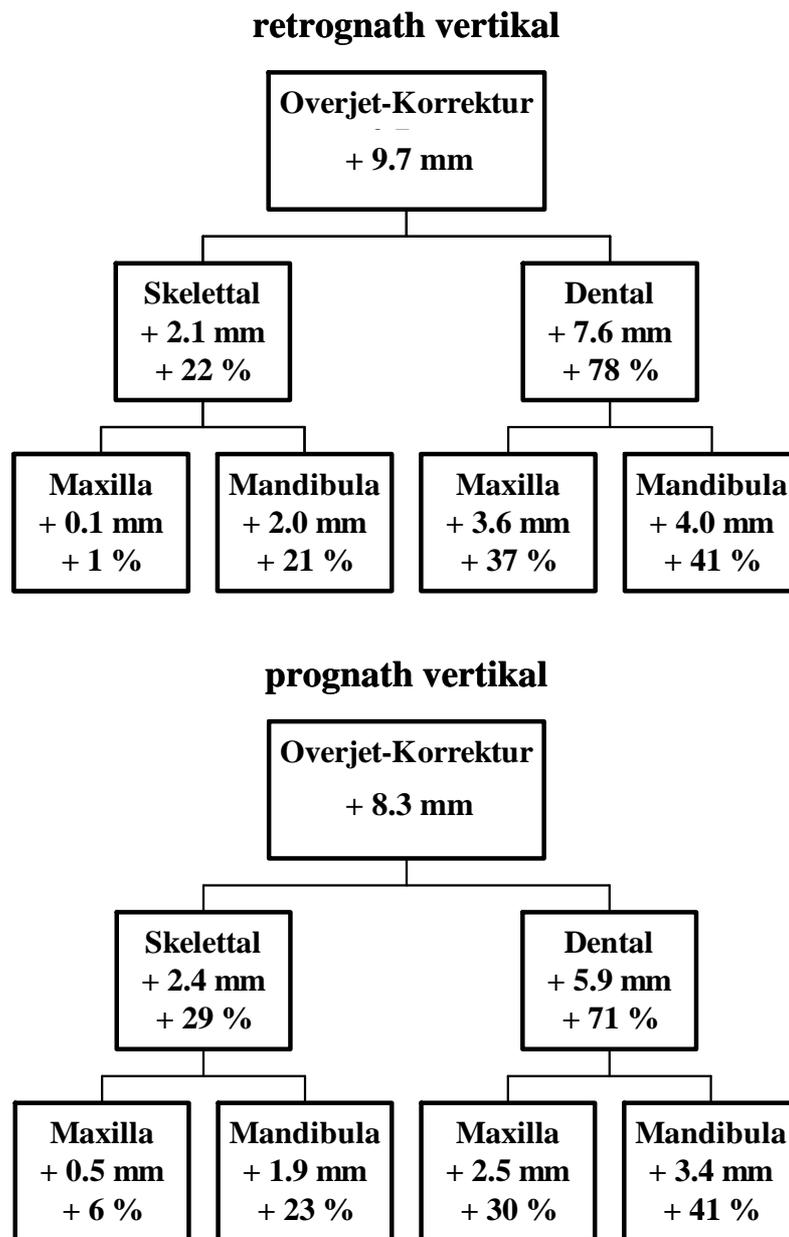
Während es bei den Probanden der retrognathen Gruppe zu einer statistisch signifikanten ( $p < 0,001$ ) Verkleinerung des Overbite um durchschnittlich 3,7 mm kam, wurde bei den Probanden der prognathen Gruppe eine statistisch signifikante ( $p < 0,001$ ) Verkleinerung um durchschnittlich 5,3 mm ermittelt.

**Tabelle 10 Messvariablenveränderungen (D) während des Zeitraumes T2-T1** (unmittelbar vor Herbst-Behandlung bis unmittelbar danach) und Vergleich der Probandengruppe retrognathen Gesichtstyps (vertikale Beurteilung) mit der Probandengruppe prognathen Gesichtstyps (vertikale Beurteilung).

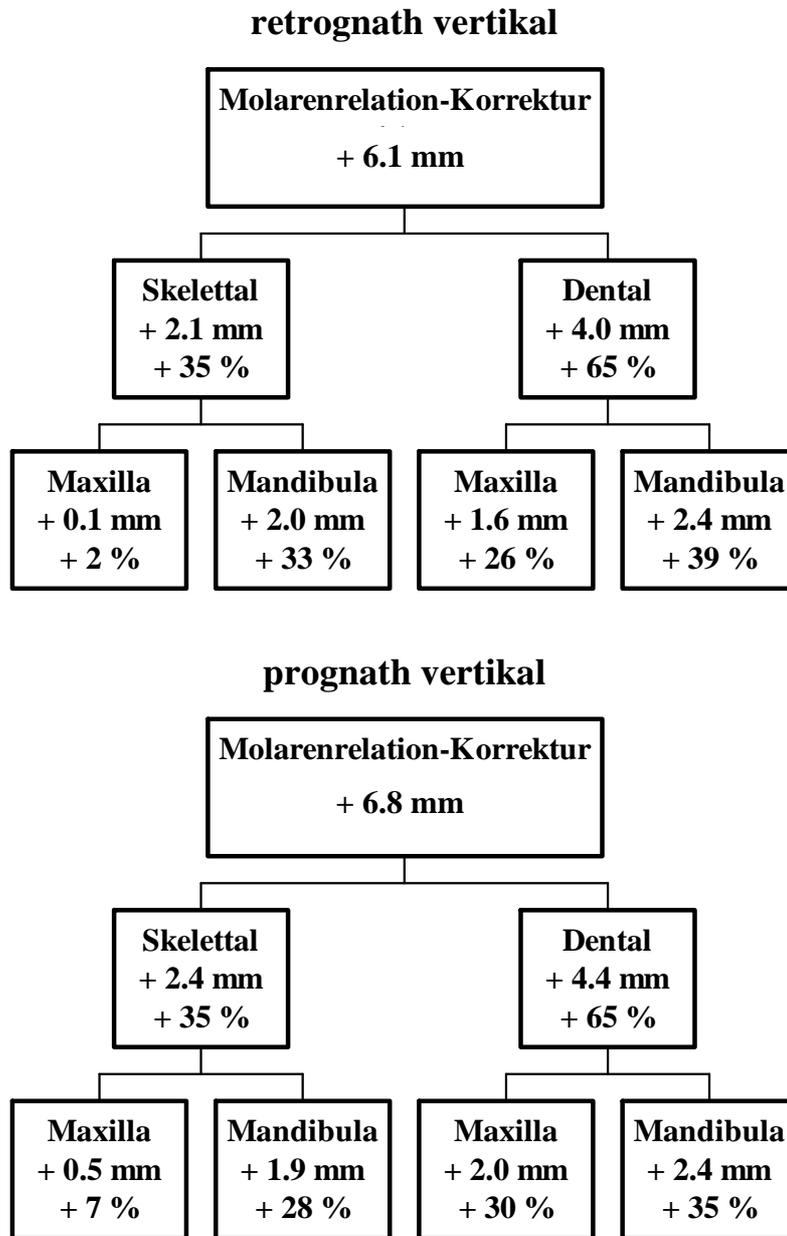
Messvariable	retrognath vertikal n=13				prognath vertikal n=24				retrognath - prognath			
	MW (D)	SD	t	p	MW (D)	SD	t	p	MW (D)	t	p	
	1. is/OL <sub>p</sub> (D) minus ii/OL <sub>p</sub> (D) Overjet	mm	-9,7	3,33	-10,55	***	-8,3	2,76	-14,79	***	-1,4	-1,37
2. ms/OL <sub>p</sub> (D) minus mi/OL <sub>p</sub> (D) Molarenrelation	mm	-6,1	2,51	-8,77	***	-6,8	2,60	-12,79	***	+0,7	+0,79	n.s.
3. ss/OL <sub>p</sub> (D) maxilläre Basis	mm	-0,1	1,01	-0,48	n.s.	-0,5	1,07	-2,34	*	+0,4	+1,11	n.s.
4. pg/OL <sub>p</sub> (D) mandibuläre Basis	mm	+2,0	2,03	+3,62	**	+1,9	2,54	+3,74	**	+0,1	+0,17	n.s.
9. is/OL <sub>p</sub> (D) minus ss/OL <sub>p</sub> (D) oberer Incisivus	mm	-3,6	2,33	-5,59	***	-2,5	1,68	-7,30	***	-1,1	-1,66	n.s.
10. ii/OL <sub>p</sub> (D) minus pg/OL <sub>p</sub> (D) unterer Incisivus	mm	+4,0	1,43	+10,07	***	+3,4	1,36	+12,11	***	+0,6	+1,26	n.s.
11. ms/OL <sub>p</sub> (D) minus ss/OL <sub>p</sub> (D) oberer Molar	mm	-1,6	1,82	-3,16	**	-2,0	1,30	-7,53	***	+0,4	+0,78	n.s.
12. mi/OL <sub>p</sub> (D) minus pg/OL <sub>p</sub> (D) unterer Molar	mm	+2,4	1,55	+5,58	***	+2,4	0,88	+13,41	***	0,0	0,00	n.s.
13. Overbite (D) Frontzahnüberbiss	mm	-3,7	1,87	-7,17	***	-5,3	2,29	-11,42	***	+1,6	+2,16	*
14. ss-N-sm (D) Kieferrelation	Grad	-1,6	1,11	-5,14	***	-2,0	1,20	-7,99	***	+0,4	+0,99	n.s.
15. N-ss-pg (D) Profilkonvexität	Grad	+3,1	2,50	+4,53	***	+3,7	2,21	+8,21	***	-0,6	-0,73	n.s.
16. Nw-Sn-Pg (D) Profilkonvexität	Grad	+3,5	2,97	+4,29	**	+3,5	2,72	+6,27	***	+0,1	+0,06	n.s.
17. Nw-No-Pg (D) Profilkonvexität	Grad	+2,0	2,20	+3,25	**	+2,3	2,11	+5,34	***	-0,3	-0,43	n.s.

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

Eventuelle Dezimalabweichungen sind durch Rundungen bedingt.



**Abbildung 15** Mechanismus der Overjet-Veränderung bei der Herbst-Behandlung. Untersuchung der Gruppen retrognath vertikal (n=13) und prognath vertikal (n=24). Maxilläre und mandibuläre skelettale und dentale durchschnittliche Veränderungen während des Zeitraumes T2-T1. Plus (+) bedeutet günstige Veränderung im Sinne einer Overjet-Korrektur.



**Abbildung 16 Mechanismus der Veränderung der Molarenrelation bei der Herbst-Behandlung.** Untersuchung der Gruppen retrognath vertikal (n=13) und prognath vertikal (n=24). Maxilläre und mandibuläre skelettale und dentale durchschnittliche Veränderungen während des Zeitraumes **T2-T1**. Plus (+) bedeutet günstige Veränderung im Sinne einer Molarenrelation-Korrektur.

**7.2.2 Veränderungen im Zeitraum T3-T2 (Zeitraum von Behandlungsende mit der Herbst-Apparatur bis durchschnittlich 1 Jahr danach) – Tabelle 11, Abbildungen 17 und 18**

**SO-Analyse**

**Retrognathe und prognathe Gruppe**

In der retrognathen sowie der prognathen Gruppe kam es zu folgenden ungünstigen Veränderungen im Sinne einer Overjet-Vergrößerung und einer Molarenrelation-Veränderung in Richtung Klasse II:1 :

Die maxilläre Basis wurde bei der prognathen Gruppe nach vorne verlagert, die oberen Incisivi wurden protrudiert (prognathe Gruppe n.s.), die unteren Incisivi retrudiert (retrognathe Gruppe n.s.), die oberen Molaren mesialisiert und die unteren Molaren distalisiert.

**Vergleich der Probandengruppen retrognath - prognath**

Ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen konnte nur bei den Messvariablen maxilläre Basis ( $p < 0,05$ ) und unterer Incisivus ( $p < 0,05$ ) festgestellt werden.

Während es bei den Probanden der retrognathen Gruppe zu einer statistisch nicht signifikanten (n.s.) Rückverlagerung der maxillären Basis um durchschnittlich 0,1 mm kam, wurde bei den Probanden der prognathen Gruppe eine statistisch signifikante ( $p < 0,001$ ) Vorverlagerung um durchschnittlich 1,0 mm ermittelt.

Des Weiteren kam es bei den Probanden der retrognathen Gruppe zu einer statistisch nicht signifikanten (n.s.) Distalisierung der unteren Incisivi um durchschnittlich 1,0 mm, während bei den Probanden der prognathen Gruppe

eine statistisch signifikante ( $p < 0,001$ ) Distalisierung um durchschnittlich 2,3 mm ermittelt wurde.

Die graphische Darstellung der Messwerte der SO-Analyse lässt folgende prozentuale Unterschiede zwischen den Gruppen erkennen.

### **Overjet-Beurteilung**

Die Veränderung der maxillären Basis wirkte bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 3 % einem Overjet-Rezidiv entgegen, während sie bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 27 % zu einem Overjet-Rezidiv beitrug.

Die Veränderung der mandibulären Basis trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 36 % zu einem Overjet-Rezidiv bei, während sie bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 8 % einem Overjet-Rezidiv entgegen wirkte.

Die Veränderung der unteren Incisivi trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 31 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 62 % zu einem Overjet-Rezidiv bei.

### **Molarenrelation-Beurteilung**

Die Veränderung der maxillären Basis wirkte bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 3 % einem Molarenrelation-Rezidiv entgegen, während sie bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 36 % zu einem Molarenrelation-Rezidiv beitrug.

Die Veränderung der mandibulären Basis trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 41 % zu einem Molarenrelation-Rezidiv bei,

während sie bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 11 % einem Molarenrelation-Rezidiv entgegen wirkte.

### **Analyse der dentofazialen Morphologie**

#### **Retrognathe und prognathe Gruppe**

In der retrognathen sowie der prognathen Gruppe kam es zu folgenden ungünstigen Veränderungen :

Der Overbite und der ss-N-sm-Winkel (retrognathe Gruppe n.s.) wurden vergrößert; der knöcherne Profilwinkel (retrognathe Gruppe n.s.) sowie die Weichteil-Profilwinkel ohne Nase und mit Nase (retrognathe Gruppe n.s.) wurden verkleinert.

#### **Vergleich der Probandengruppen retrognath - prognath**

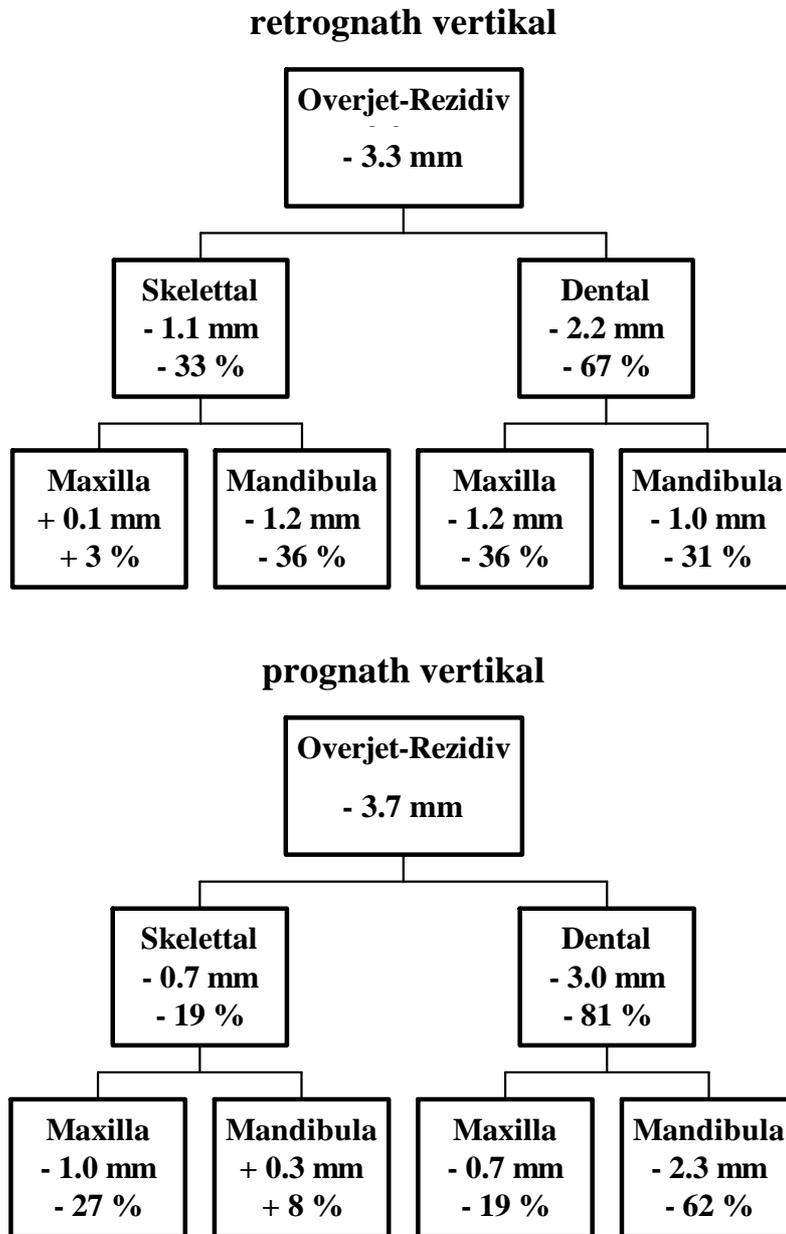
Bei keiner der Messvariablen konnte ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden.

**Tabelle 11 Messvariablenveränderungen (D) während des Zeitraumes T3-T2** (unmittelbar nach Herbst-Behandlung bis durchschnittlich 1 Jahr danach) und Vergleich der Probandengruppe retrognathen Gesichtstyps (vertikale Beurteilung) mit der Probandengruppe prognathen Gesichtstyps (vertikale Beurteilung).

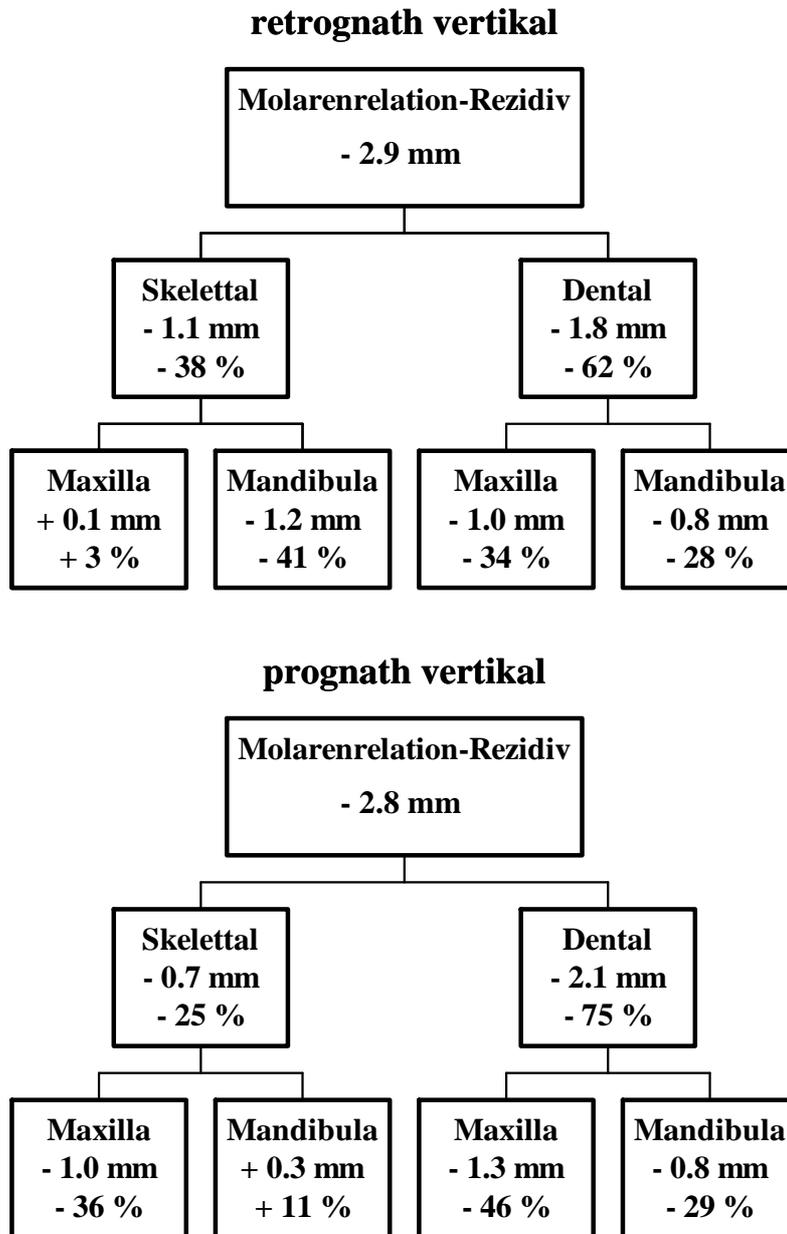
Messvariable	retrognath vertikal n=13				prognath vertikal n=24				retrognath - prognath			
	MW (D)	SD	t	p	MW (D)	SD	t	p	MW (D)	t	p	
	1. is/OL <sub>p</sub> (D) minus ii/OL <sub>p</sub> (D) Overjet	+3,3	1,99	+6,04	***	+3,7	2,29	+7,97	***	-0,4	-0,53	n.s.
2. ms/OL <sub>p</sub> (D) minus mi/OL <sub>p</sub> (D) Molarenrelation	+2,9	2,00	+5,28	***	+2,8	2,17	+6,31	***	+0,1	+0,14	n.s.	
3. ss/OL <sub>p</sub> (D) maxilläre Basis	-0,1	1,76	-0,16	n.s.	+1,0	1,11	+4,25	***	-1,1	-2,33	*	
4. pg/OL <sub>p</sub> (D) mandibuläre Basis	-1,2	2,88	-1,49	n.s.	+0,3	2,56	+0,48	n.s.	-1,5	-1,62	n.s.	
9. is/OL <sub>p</sub> (D) minus ss/OL <sub>p</sub> (D) oberer Incisivus	+1,2	2,07	+2,09	*	+0,7	1,87	+1,83	n.s.	+0,5	+0,75	n.s.	
10. ii/OL <sub>p</sub> (D) minus pg/OL <sub>p</sub> (D) unterer Incisivus	-1,0	1,76	-1,97	n.s.	-2,3	1,47	-7,70	***	+1,3	+2,45	*	
11. ms/OL <sub>p</sub> (D) minus ss/OL <sub>p</sub> (D) oberer Molar	+1,0	1,29	+2,70	*	+1,3	1,16	+5,55	***	-0,3	-0,72	n.s.	
12. mi/OL <sub>p</sub> (D) minus pg/OL <sub>p</sub> (D) unterer Molar	-0,8	1,37	-2,23	*	-0,8	1,19	-3,21	**	0,0	-0,09	n.s.	
13. Overbite (D) Frontzahnüberbiss	+1,8	1,52	+4,20	**	+2,5	1,37	+9,08	***	-0,7	-1,43	n.s.	
14. ss-N-sm (D) Kieferrelation	+0,3	1,15	+1,02	n.s.	+0,5	1,12	+2,23	*	-0,2	-0,51	n.s.	
15. N-ss-pg (D) Profilkonvexität	-0,6	2,54	-0,79	n.s.	-1,0	2,01	-2,49	*	+0,5	+0,61	n.s.	
16. Niw-Sn-Pg (D)	-2,0	2,44	-2,90	*	-1,9	3,02	-3,06	**	-0,1	-0,06	n.s.	
17. Niw-No-Pg (D)	-1,4	2,70	-1,82	n.s.	-1,9	2,94	-3,18	**	+0,5	+0,55	n.s.	

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

Eventuelle Dezimalabweichungen sind durch Rundungen bedingt.



**Abbildung 17 Mechanismus der Overjet-Veränderung zwischen Behandlungsende mit der Herbst-Apparatur und einem Zeitpunkt durchschnittlich 1 Jahr später.** Untersuchung der Gruppen retrognath vertikal (n=13) und prognath vertikal (n=24). Maxilläre und mandibuläre skelettale und dentale durchschnittliche Veränderungen während des Zeitraumes T3-T2. Plus (+) bedeutet günstige Veränderung im Sinne einer Overjet-Korrektur, Minus (-) bedeutet ungünstige Veränderung im Sinne einer Overjet-Korrektur.



**Abbildung 18 Mechanismus der Veränderung der Molarenrelation zwischen Behandlungsende mit der Herbst-Apparatur und einem Zeitpunkt durchschnittlich 1 Jahr später.** Untersuchung der Gruppen retrognath vertikal (n=13) und prognath vertikal (n=24). Maxilläre und mandibuläre skelettale und dentale durchschnittliche Veränderungen während des Zeitraumes T3-T2. Plus (+) bedeutet günstige Veränderung im Sinne einer Molarenrelation-Korrektur, Minus (-) bedeutet ungünstige Veränderung im Sinne einer Molarenrelation-Korrektur.

**7.2.3 Veränderungen im Zeitraum T3-T1 (Zeitraum von Behandlungsbeginn mit der Herbst-Apparatur bis durchschnittlich 1 Jahr nach Behandlungsende) – Tabelle 12, Abbildungen 19 und 20**

**SO-Analyse**

**Retrognathe und prognathe Gruppe**

In der retrognathen sowie der prognathen Gruppe kam es zu folgenden günstigen Veränderungen im Sinne einer Overjet-Verkleinerung und einer Molarenrelation-Veränderung in Richtung Klasse I :

Die mandibuläre Basis wurde nach vorne verlagert (retrognathe Gruppe n.s.), die oberen Incisivi wurden retrudiert, die unteren Incisivi protrudiert, die oberen Molaren distalisiert (retrognathe Gruppe n.s.) und die unteren Molaren mesialisiert.

**Vergleich der Probandengruppen retrognath - prognath**

Ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen konnte nur bei der Messvariablen unterer Incisivus ( $p < 0,01$ ) festgestellt werden.

Während es bei den Probanden der retrognathen Gruppe zu einer statistisch signifikanten ( $p < 0,001$ ) Mesialisierung der unteren Incisivi um durchschnittlich 3,0 mm kam, wurde bei den Probanden der prognathen Gruppe eine statistisch signifikante ( $p < 0,05$ ) Mesialisierung um durchschnittlich 1,1 mm ermittelt.

Die graphische Darstellung der Messwerte der SO-Analyse lässt folgende prozentuale Unterschiede zwischen den Gruppen erkennen.

### **Overjet-Beurteilung**

Die Veränderung der mandibulären Basis trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 13 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 48 % zu einer Overjet-Korrektur bei.

### **Molarenrelation-Beurteilung**

Die Veränderung der mandibulären Basis trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 25 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 55 % zu einer Molarenrelation-Korrektur bei.

## **Analyse der dentofazialen Morphologie**

### **Retrognathe und prognathe Gruppe**

In der retrognathen sowie der prognathen Gruppe kam es zu folgenden günstigen Veränderungen :

Der Overbite und der ss-N-sm-Winkel wurden verkleinert; der knöcherne Profilwinkel und der Weichteil-Profilwinkel ohne Nase (retrognathe Gruppe n.s.) wurden vergrößert.

### **Vergleich der Probandengruppen retrognath - prognath**

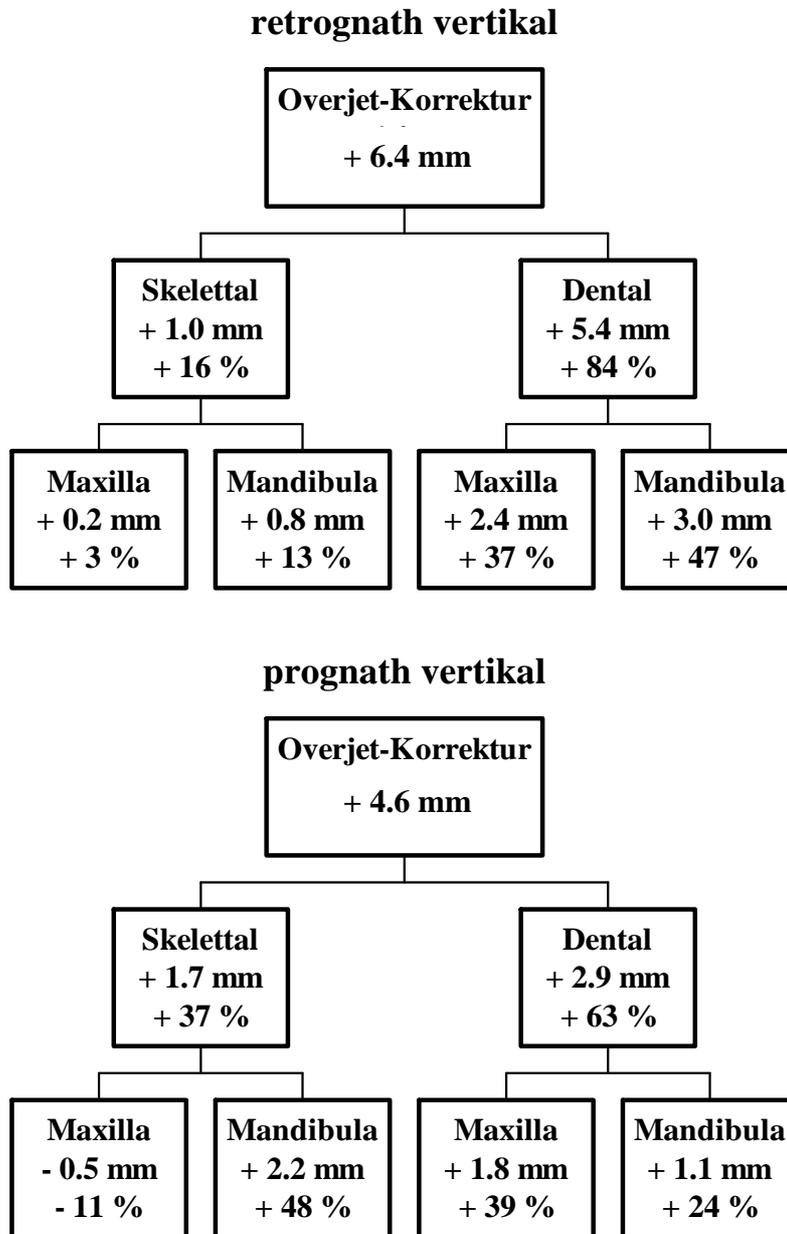
Bei keiner der Messvariablen konnte ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden.

**Tabelle 12 Messvariablenveränderungen (D) während des Zeitraumes T3-T1** (unmittelbar vor Herbst-Behandlung bis durchschnittlich 1 Jahr danach und Vergleich der Probandengruppe retrognathen Gesichtstyps (vertikale Beurteilung) mit der Probandengruppe prognathen Gesichtstyps (vertikale Beurteilung)).

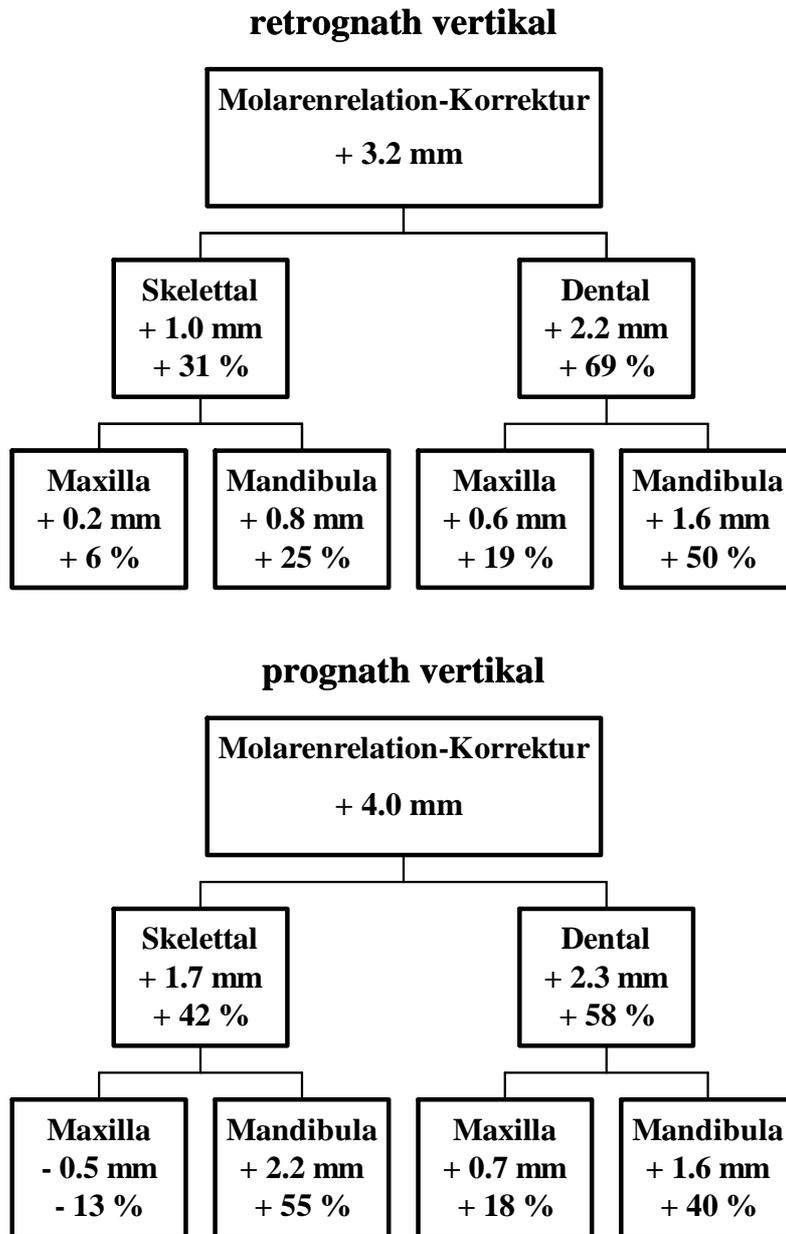
Messvariable	retrognath vertikal n=13				prognath vertikal n=24				retrognath - prognath			
	MW (D)	SD	t	p	MW (D)	SD	t	p	MW (D)	t	p	
	1. is/OL <sub>p</sub> (D) minus ii/OL <sub>p</sub> (D) Overjet	mm	-6,4	2,49	-9,28	***	-4,6	2,77	-8,14	***	-1,8	-1,95
2. ms/OL <sub>p</sub> (D) minus mi/OL <sub>p</sub> (D) Molarenrelation	mm	-3,2	2,12	-5,43	***	-4,0	1,49	-13,04	***	+0,8	+1,34	n.s.
3. ss/OL <sub>p</sub> (D) maxilläre Basis	mm	-0,2	2,57	-0,30	n.s.	+0,5	1,47	+1,66	n.s.	-0,7	-1,06	n.s.
4. pg/OL <sub>p</sub> (D) mandibuläre Basis	mm	+0,8	2,97	+1,03	n.s.	+2,2	2,61	+4,11	***	-1,4	-1,48	n.s.
9. is/OL <sub>p</sub> (D) minus ss/OL <sub>p</sub> (D) oberer Incisivus	mm	-2,4	2,85	-2,99	*	-1,8	2,26	-3,93	***	-0,6	-0,70	n.s.
10. ii/OL <sub>p</sub> (D) minus pg/OL <sub>p</sub> (D) unterer Incisivus	mm	+3,0	1,80	+5,98	***	+1,1	2,02	+2,56	*	+1,9	+2,80	**
11. ms/OL <sub>p</sub> (D) minus ss/OL <sub>p</sub> (D) oberer Molar	mm	-0,6	2,40	-0,87	n.s.	-0,7	1,15	-2,93	**	+0,1	+0,17	n.s.
12. mi/OL <sub>p</sub> (D) minus pg/OL <sub>p</sub> (D) unterer Molar	mm	+1,6	1,61	+3,49	**	+1,6	1,01	+7,53	***	0,0	-0,09	n.s.
13. Overbite (D) Frontzahnüberbiss	mm	-1,9	1,72	-4,08	**	-2,8	1,98	-6,96	***	+0,9	+1,38	n.s.
14. ss-N-sm (D) Kieferrelation	Grad	-1,3	1,13	-3,99	**	-1,4	1,20	-5,90	***	+0,1	+0,25	n.s.
15. N-ss-pg (D) Profilkonvexität	Grad	+2,6	2,70	+3,45	**	+2,7	1,89	+6,97	***	-0,1	-0,15	n.s.
16. Nw-Sn-Pg (D)	Grad	+1,6	2,84	+2,00	n.s.	+1,6	2,71	+2,88	**	0,0	-0,01	n.s.
17. Nw-No-Pg (D)	Grad	+0,6	2,87	+0,77	n.s.	+0,4	3,07	+0,63	n.s.	+0,2	+0,19	n.s.

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

Eventuelle Dezimalabweichungen sind durch Rundungen bedingt.



**Abbildung 19 Mechanismus der Overjet-Veränderung zwischen Behandlungsbeginn mit der Herbst-Apparatur und einem Zeitpunkt durchschnittlich 1 Jahr nach Behandlungsende mit dieser.** Untersuchung der Gruppen retrognath vertikal (n=13) und prognath vertikal (n=24). Maxilläre und mandibuläre skelettale und dentale durchschnittliche Veränderungen während des Zeitraumes **T3-T1**. Plus (+) bedeutet günstige Veränderung im Sinne einer Overjet-Korrektur, Minus (-) bedeutet ungünstige Veränderung im Sinne einer Overjet-Korrektur.



**Abbildung 20 Mechanismus der Veränderung der Molarenrelation zwischen Behandlungsbeginn mit der Herbst-Apparatur und einem Zeitpunkt durchschnittlich 1 Jahr nach Behandlungsende mit dieser.** Untersuchung der Gruppen retrognath vertikal (n=13) und prognath vertikal (n=24). Maxilläre und mandibuläre skelettale und dentale durchschnittliche Veränderungen während des Zeitraumes T3-T1. Plus (+) bedeutet günstige Veränderung im Sinne einer Molarenrelation-Korrektur, Minus (-) bedeutet ungünstige Veränderung im Sinne einer Molarenrelation-Korrektur.

**7.2.4 Veränderungen im Zeitraum T4-T2 (Zeitraum zwischen Behandlungsende mit der Herbst-Apparatur und einem Zeitpunkt durchschnittlich 3 Jahre später) – Tabelle 13, Abbildungen 21 und 22**

**SO-Analyse**

**Retrognathe und prognathe Gruppe**

In der retrognathen sowie der prognathen Gruppe kam es zu folgenden ungünstigen Veränderungen im Sinne einer Overjet-Vergrößerung und einer Molarenrelation-Veränderung in Richtung Klasse II:1 :

Die maxilläre Basis wurde nach vorne verlagert (retrognathe Gruppe n.s.), die unteren Incisivi wurden retrudiert, die oberen Molaren mesialisiert und die unteren Molaren distalisiert (retrognathe Gruppe n.s.).

Die mandibuläre Basis wurde nach vorne verlagert (retrognathe Gruppe n.s.) und wirkte damit einem Molarenrelation-Rezidiv entgegen.

**Vergleich der Probandengruppen retrognath - prognath**

Ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen konnte nur bei der Messvariablen mandibuläre Basis ( $p < 0,05$ ) festgestellt werden.

Während es bei den Probanden der retrognathen Gruppe zu einer statistisch nicht signifikanten (n.s.) Rückverlagerung der mandibulären Basis um durchschnittlich 0,1 mm kam, wurde bei den Probanden der prognathen Gruppe eine statistisch signifikante ( $p < 0,01$ ) Vorverlagerung um durchschnittlich 2,9 mm ermittelt.

Die graphische Darstellung der Messwerte der SO-Analyse lässt folgende prozentuale Unterschiede zwischen den Gruppen erkennen.

### **Overjet-Beurteilung**

Die Veränderung der maxillären Basis trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 18 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 67 % zu einem Overjet-Rezidiv bei.

Die Veränderung der mandibulären Basis trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 2 % zu einem Overjet-Rezidiv bei, während sie bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 88 % einem Overjet-Rezidiv entgegen wirkte.

Die gesamten skelettalen Veränderungen (Maxilla und Mandibula) trugen bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 20 % zu einem Overjet-Rezidiv bei, während sie bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 21 % einem Overjet-Rezidiv entgegen wirkten.

Die Retrusion der unteren Incisivi trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 49 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 103 % zu einem Overjet-Rezidiv bei.

Die gesamten dentalen Veränderungen (Maxilla und Mandibula) trugen bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 80 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 121 % zu einem Overjet-Rezidiv bei.

### **Molarenrelation-Beurteilung**

Die Veränderung der maxillären Basis trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 21 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 85 % zu einem Molarenrelation-Rezidiv bei.

Die Veränderung der mandibulären Basis trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 3 % zu einem Molarenrelation-Rezidiv bei, während sie bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 112 % einem Molarenrelation-Rezidiv entgegen wirkte.

Die gesamten skelettalen Veränderungen (Maxilla und Mandibula) trugen bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 24 % zu einem Molarenrelation-Rezidiv bei, während sie bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 27 % einem Molarenrelation-Rezidiv entgegen wirkten.

Die Veränderung der unteren Molaren trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 21 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 62 % zu einem Molarenrelation-Rezidiv bei.

Die gesamten dentalen Veränderungen (Maxilla und Mandibula) trugen bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 76 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 127 % zu einem Molarenrelation-Rezidiv bei.

### **Analyse der dentofazialen Morphologie**

#### **Retrognathe und prognathe Gruppe**

In der retrognathen sowie der prognathen Gruppe kam es zu einer Vergrößerung (Rezidiv) des Overbite.

**Vergleich der Probandengruppen retrognath - prognath**

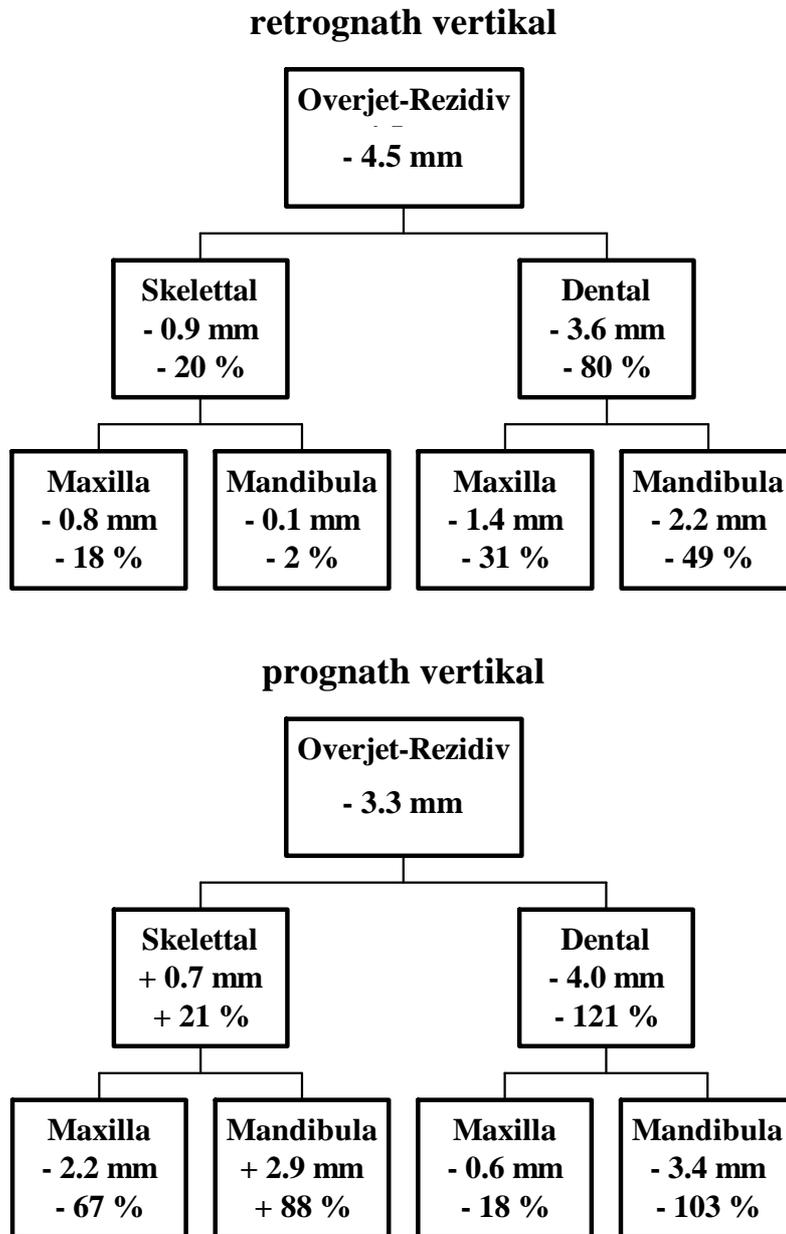
Bei keiner der Messvariablen konnte ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden.

**Tabelle 13 Messvariablenveränderungen (D) während des Zeitraumes T4-T2** (unmittelbar nach Herbst-Behandlung bis durchschnittlich 3 Jahre danach) und Vergleich der Probandengruppe retrognathen Gesichtstyps (vertikale Beurteilung) mit der Probandengruppe prognathen Gesichtstyps (vertikale Beurteilung).

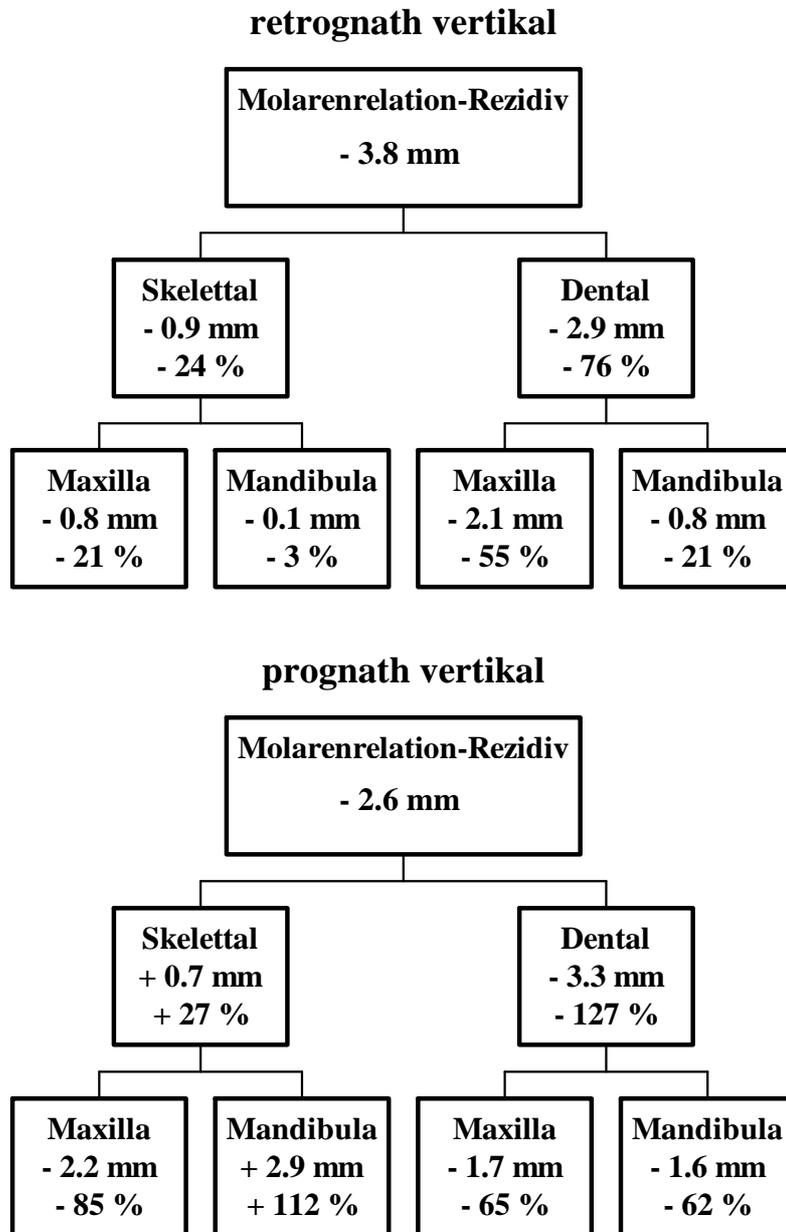
Messvariable	retrognath vertikal n=8				prognath vertikal n=15				retrognath - prognath			
	MW (D)	SD	t	p	MW (D)	SD	t	p	MW (D)	t	p	
	1. is/OL <sub>p</sub> (D) minus ii/OL <sub>p</sub> (D) Overjet	mm	+4,5	2,32	+5,50	***	+3,3	2,19	+5,89	***	+1,2	+1,23
2. ms/OL <sub>p</sub> (D) minus mi/OL <sub>p</sub> (D) Molarenrelation	mm	+3,8	2,36	+4,57	**	+2,6	2,51	+3,96	**	+1,2	+1,11	n.s.
3. ss/OL <sub>p</sub> (D) maxilläre Basis	mm	+0,8	1,88	+1,17	n.s.	+2,2	1,96	+4,29	***	-1,4	-1,65	n.s.
4. pg/OL <sub>p</sub> (D) mandibuläre Basis	mm	-0,1	2,55	-0,07	n.s.	+2,9	3,31	+3,41	**	-3,0	-2,24	*
9. is/OL <sub>p</sub> (D) minus ss/OL <sub>p</sub> (D) oberer Incisivus	mm	+1,4	2,69	+1,48	n.s.	+0,6	2,11	+1,17	n.s.	+0,8	+0,79	n.s.
10. ii/OL <sub>p</sub> (D) minus pg/OL <sub>p</sub> (D) unterer Incisivus	mm	-2,2	2,56	-2,43	*	-3,4	1,40	-9,43	***	+1,2	+1,47	n.s.
11. ms/OL <sub>p</sub> (D) minus ss/OL <sub>p</sub> (D) oberer Molar	mm	+2,1	1,68	+3,53	**	+1,7	1,16	+5,70	***	+0,4	+0,67	n.s.
12. mi/OL <sub>p</sub> (D) minus pg/OL <sub>p</sub> (D) unterer Molar	mm	-0,8	2,11	-1,07	n.s.	-1,6	1,52	-4,11	**	+0,8	+1,08	n.s.
13. Overbite (D)	mm	+2,8	1,87	+4,31	**	+3,1	1,63	+7,43	***	-0,3	-0,40	n.s.
14. ss-N-sm (D) Kieferrelation	Grad	+0,3	1,01	+0,97	n.s.	-0,1	1,04	-0,25	n.s.	+0,4	+0,89	n.s.
15. N-ss-pg (D) Profilkonvexität	Grad	-0,4	2,03	-0,57	n.s.	+0,9	2,29	+1,49	n.s.	-1,3	-1,32	n.s.
16. Nw-Sn-Pg (D)	Grad	-1,4	2,93	-1,33	n.s.	+0,3	3,25	+0,36	n.s.	-1,7	-1,23	n.s.
17. Nw-No-Pg (D)	Grad	-1,7	3,22	-1,51	n.s.	-1,2	3,51	-1,34	n.s.	-0,5	-0,32	n.s.

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

Eventuelle Dezimalabweichungen sind durch Rundungen bedingt.



**Abbildung 21 Mechanismus der Overjet-Veränderung zwischen Behandlungsende mit der Herbst-Apparatur und einem Zeitpunkt durchschnittlich 3 Jahre später.** Untersuchung der Gruppen retrognath vertikal (n=8) und prognath vertikal (n=15). Maxilläre und mandibuläre skelettale und dentale durchschnittliche Veränderungen während des Zeitraumes **T4-T2**. Plus (+) bedeutet günstige Veränderung im Sinne einer Overjet-Korrektur, Minus (-) bedeutet ungünstige Veränderung im Sinne einer Overjet-Korrektur.



**Abbildung 22 Mechanismus der Veränderung der Molarenrelation zwischen Behandlungsende mit der Herbst-Apparatur und einem Zeitpunkt durchschnittlich 3 Jahre später.** Untersuchung der Gruppen retrognath vertikal (n=8) und prognath vertikal (n=15). Maxilläre und mandibuläre skelettale und dentale durchschnittliche Veränderungen während des Zeitraumes **T4-T2**. Plus (+) bedeutet günstige Veränderung im Sinne einer Molarenrelation-Korrektur, Minus (-) bedeutet ungünstige Veränderung im Sinne einer Molarenrelation-Korrektur.

**7.2.5 Veränderungen im Zeitraum T4-T1 (Zeitraum von Behandlungsbeginn mit der Herbst-Apparatur bis durchschnittlich 3 Jahre nach Behandlungsende mit dieser) – Tabelle 14, Abbildungen 23 und 24**

**SO-Analyse**

**Retrognathe und prognathe Gruppe**

In der retrognathen sowie der prognathen Gruppe kam es zu folgenden günstigen Veränderungen im Sinne einer Overjet-Verkleinerung und einer Molarenrelation-Veränderung in Richtung Klasse I :

Die mandibuläre Basis wurde nach vorne verlagert (retrognathe Gruppe n.s.), die oberen Incisivi wurden retrudiert und die unteren Molaren mesialisiert (prognathe Gruppe n.s.).

Die maxilläre Basis wurde nach vorne verlagert (retrognathe Gruppe n.s.) und wirkte damit einer Molarenrelation-Korrektur entgegen.

**Vergleich der Probandengruppen retrognath - prognath**

Ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen konnte nur bei der Messvariablen unterer Molar ( $p < 0,05$ ) festgestellt werden.

Während es bei den Probanden der retrognathen Gruppe zu einer statistisch signifikanten ( $p < 0,01$ ) Mesialisierung des unteren Molaren um durchschnittlich 1,9 mm kam, wurde bei den Probanden der prognathen Gruppe eine statistisch nicht signifikante (n.s.) Mesialisierung um durchschnittlich 0,6 mm ermittelt.

Die graphische Darstellung der Messwerte der SO-Analyse lässt folgende prozentuale Unterschiede zwischen den Gruppen erkennen.

### **Overjet-Beurteilung**

Die Veränderung der maxillären Basis wirkte bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 9 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 46 % einer Overjet-Korrektur entgegen.

Die Veränderung der mandibulären Basis trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 38 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 102 % zu einer Overjet-Korrektur bei.

Die gesamten skelettalen Veränderungen (Maxilla und Mandibula) trugen bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 29 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 56 % zu einer Overjet-Korrektur bei.

Die Veränderung der unteren Incisivi trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 33 % zu einer Overjet-Korrektur bei, während sie bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 5 % einer Overjet-Korrektur entgegen wirkte.

Die gesamten dentalen Veränderungen (Maxilla und Mandibula) trugen bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 71 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 44 % zu einer Overjet-Korrektur bei.

### **Molarenrelation-Beurteilung**

Die Veränderung der maxillären Basis wirkte bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 17 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 56 % einer Molarenrelation-Korrektur entgegen.

Die Veränderung der mandibulären Basis trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 72 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 122 % zu einer Molarenrelation-Korrektur bei.

Die Veränderung der oberen Molaren wirkte bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 21 % einer Molarenrelation-Korrektur entgegen, während sie bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 17 % zu einer Molarenrelation-Korrektur beitrug.

Die Veränderung der unteren Molaren trug bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 66 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 17 % zu einer Molarenrelation-Korrektur bei.

Die gesamten dentalen Veränderungen (Maxilla und Mandibula) trugen bei den Probanden der retrognathen Gruppe mit 45 % und bei den Probanden der prognathen Gruppe mit 34 % zu einer Molarenrelation-Korrektur bei.

### **Analyse der dentofazialen Morphologie**

#### **Retrognathe und prognathe Gruppe**

In der retrognathen sowie der prognathen Gruppe kam es zu folgenden günstigen Veränderungen :

Der Overbite und der ss-N-sm-Winkel wurden verkleinert; der knöchernen Profilwinkel und der Weichteil-Profilwinkel ohne Nase (retrognathe Gruppe n.s.) wurden vergrößert.

#### **Vergleich der Probandengruppen retrognath - prognath**

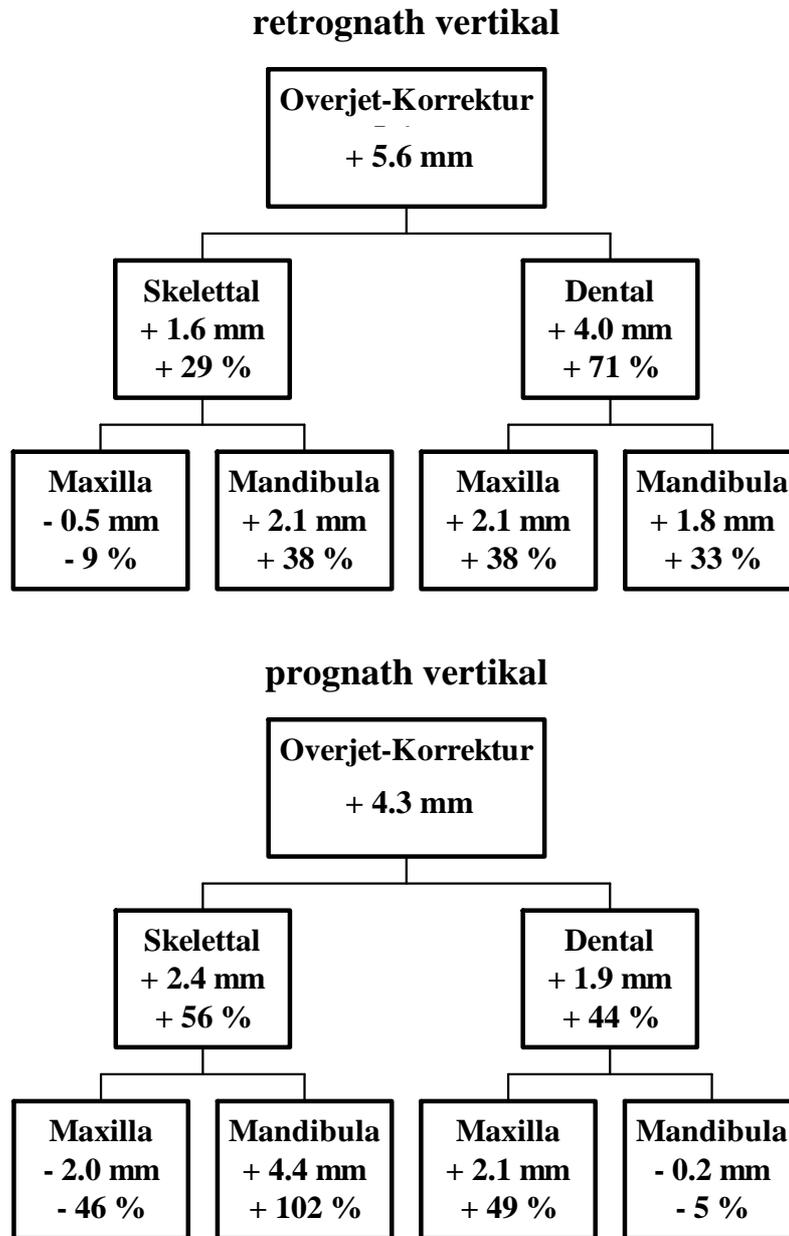
Bei keiner der Messvariablen konnte ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden.

**Tabelle 14 Messvariablenveränderungen (D) während des Zeitraumes T4-T1** (unmittelbar vor Herbst-Behandlung bis durchschnittlich 3 Jahre danach) und Vergleich der Probandengruppe retrognathen Gesichtstyps (vertikale Beurteilung) mit der Probandengruppe prognathen Gesichtstyps (vertikale Beurteilung).

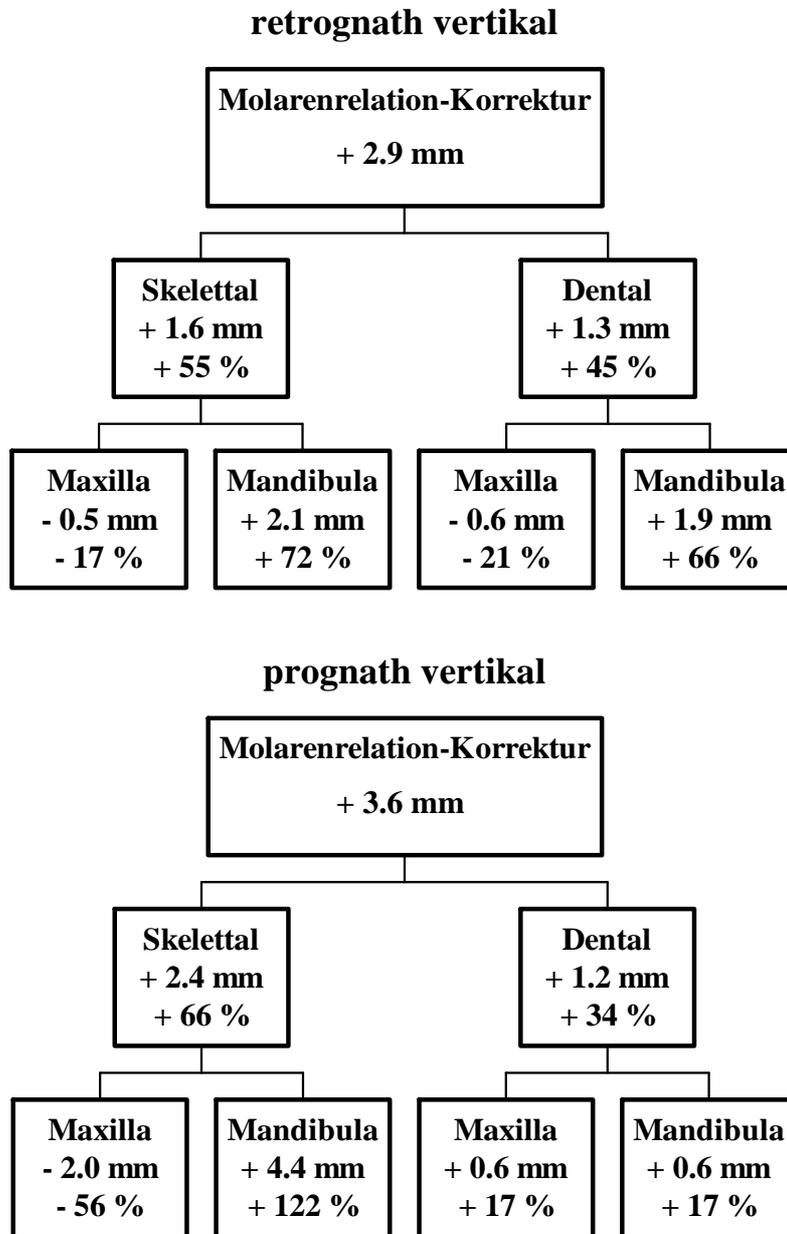
Messvariable	retrognath vertikal n=8				prognath vertikal n=15				retrognath - prognath			
	MW (D)	SD	t	p	MW (D)	SD	t	p	MW (D)	t	p	
	1. is/OL <sub>p</sub> (D) minus ii/OL <sub>p</sub> (D) Overjet	mm	-5,6	2,01	-7,88	***	-4,3	2,17	-7,74	***	-1,3	-1,40
2. ms/OL <sub>p</sub> (D) minus mi/OL <sub>p</sub> (D) Molarenrelation	mm	-2,9	1,25	-6,66	***	-3,6	1,48	-9,34	***	+0,7	+1,14	n.s.
3. ss/OL <sub>p</sub> (D) maxilläre Basis	mm	+0,5	2,65	+0,50	n.s.	+2,0	2,38	+3,20	**	-1,5	-1,39	n.s.
4. pg/OL <sub>p</sub> (D) mandibuläre Basis	mm	+2,1	2,96	+2,00	n.s.	+4,4	3,85	+4,45	***	-2,3	-1,49	n.s.
9. is/OL <sub>p</sub> (D) minus ss/OL <sub>p</sub> (D) oberer Incisivus	mm	-2,1	2,18	-2,76	*	-2,1	2,29	-3,47	**	0,0	0,00	n.s.
10. ii/OL <sub>p</sub> (D) minus pg/OL <sub>p</sub> (D) unterer Incisivus	mm	+1,8	2,88	+1,81	n.s.	-0,2	1,89	-0,34	n.s.	+2,0	+2,02	n.s.
11. ms/OL <sub>p</sub> (D) minus ss/OL <sub>p</sub> (D) oberer Molar	mm	+0,6	1,74	+1,02	n.s.	-0,6	1,29	-1,81	n.s.	+1,2	+1,88	n.s.
12. mi/OL <sub>p</sub> (D) minus pg/OL <sub>p</sub> (D) unterer Molar	mm	+1,9	1,45	+3,78	**	+0,6	1,37	+1,70	n.s.	+1,3	+2,19	*
13. Overbite (D) Frontzahnüberbiss	mm	-1,3	1,26	-2,81	*	-1,9	1,35	-5,32	***	+0,6	+1,04	n.s.
14. ss-N-sm (D) Kieferrelation	Grad	-1,5	1,20	-3,62	**	-1,7	0,99	-6,66	***	+0,2	+0,43	n.s.
15. N-ss-pg (D) Profilkonvexität	Grad	+3,5	2,16	+4,59	**	+3,8	2,56	+5,76	***	-0,3	-0,30	n.s.
16. Nw-Sn-Pg (D) Profilkonvexität	Grad	+1,9	2,83	+1,91	n.s.	+3,5	3,08	+4,43	***	-1,6	-1,23	n.s.
17. Nw-No-Pg (D) Profilkonvexität	Grad	+0,2	3,05	+0,14	n.s.	+1,0	3,55	+1,06	n.s.	-0,8	-0,52	n.s.

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

Eventuelle Dezimalabweichungen sind durch Rundungen bedingt.



**Abbildung 23 Mechanismus der Overjet-Veränderung zwischen Behandlungsbeginn mit der Herbst-Apparatur und einem Zeitpunkt durchschnittlich 4 Jahre später.** Untersuchung der Gruppen retrognath vertikal (n=8) und prognath vertikal (n=15). Maxilläre und mandibuläre skelettale und dentale durchschnittliche Veränderungen während des Zeitraumes **T4-T1**. Plus (+) bedeutet günstige Veränderung im Sinne einer Overjet-Korrektur, Minus (-) bedeutet ungünstige Veränderung im Sinne einer Overjet-Korrektur.



**Abbildung 24 Mechanismus der Veränderung der Molarenrelation zwischen Behandlungsbeginn mit der Herbst-Apparatur und einem Zeitpunkt durchschnittlich 4 Jahre später.** Untersuchung der Gruppen retrognath vertikal (n=8) und prognath vertikal (n=15). Maxilläre und mandibuläre skelettale und dentale durchschnittliche Veränderungen während des Zeitraumes T4-T1. Plus (+) bedeutet günstige Veränderung im Sinne einer Molarenrelation-Korrektur, Minus (-) bedeutet ungünstige Veränderung im Sinne einer Molarenrelation-Korrektur.

## 8 DISKUSSION

Das für diese Untersuchung genutzte Probandengut war sehr homogen und bestand ausnahmslos aus Probanden mit einer Klasse II:1 Dysgnathie, welche mit einer Herbst-Apparatur behandelt wurden. Es standen zwar weniger Probanden zur Verfügung, welche sich dem retrognathen Gesichtstyp zuordnen ließen, als Probanden, die sich dem prognathen Gesichtstyp zuordnen ließen, doch ausreichend viele, um Unterschiede zwischen den Gruppen feststellen zu können.

Während des Behandlungszeitraumes (T2-T1) wiesen die zwei Gesichtstypgruppen vergleichbare Veränderungen der einzelnen Variablen auf. Die ermittelten Ergebnisse ähneln denen anderer Untersuchungen<sup>24,25,33</sup> zur Behandlung mit der Herbst-Apparatur. Meist erfolgten diese Untersuchungen jedoch unabhängig vom Gesichtstyp. RUF und PANCHERZ<sup>40</sup> konnten in ihrer Untersuchung in Bezug auf den Einfluss einer hyperdivergenten Kieferbasisrelation ebenfalls keine negativen Auswirkungen auf die Herbst-Behandlung feststellen. Daraus lässt sich ableiten, dass die Wirkungsweise der Herbst-Apparatur vom Gesichtstyp unabhängig ist.

Während des Nachuntersuchungszeitraumes von 1 Jahr (T3-T2) kam es zu überwiegend rezidivartigen Veränderungen. Ein auffälliges Ergebnis war die bei den Probanden des prognathen Gesichtstyps ermittelte, ungünstige Vorentwicklung der maxillären Basis, während bei den Probanden des retrognathen Gesichtstyps keine Veränderung der maxillären Basis ermittelt wurde. Gleichzeitig trat bei den Probanden des retrognathen Gesichtstyps jedoch eine ungünstige Entwicklung der mandibulären Basis auf, während dies bei den Probanden des prognathen Gesichtstyps nicht der Fall war. Das unterschiedliche Verhalten der Gruppen scheint eine Bestätigung dafür zu sein, dass die Behandlung mit der Herbst-Apparatur lediglich eine kurzzeitige Veränderung des bestehenden Wachstumsmusters bewirkt, wie auch PANCHERZ und FACKEL<sup>31</sup> ermittelt haben.

Auch wenn die Veränderungen der Okklusionsvariablen fast keinen Unterschied zwischen der retrognathen und der prognathen Gruppe erkennen ließen, war der Anteil der skelettalen Ursache, d.h. eine ungünstige Entwicklung der mandibulären Basis, für Overjet- und Molarenrelation-Rezidiv bei den Probanden des retrognathen Gesichtstyps größer als bei den Probanden des prognathen Gesichtstyps. Hier lag die Ursache eher im Bereich der dentalen Veränderung, d.h. Retrusion der unteren Incisivi bzw. Distalisierung der unteren Molaren. Dennoch hatte bei den Probanden des prognathen Gesichtstyps auch die ungünstige Entwicklung der maxillären Basis in nicht unerheblichem Maße einen negativen Einfluß auf die Variablen Overjet und Molarenrelation.

Bei den während des Zeitraumes T3-T2 auftretenden, überwiegend rezidivartigen Veränderungen von Overbite, ss-N-sm und Konvexität des Gesichtsprofils ließ sich kein Unterschied in der Quantität der Veränderungen zwischen den Probanden des retrognathen und denen des prognathen Gesichtstyps feststellen. Die Vermutung, dass die Ursachen unterschiedlicher Art sind, liegt jedoch nahe. So wird wiederum bei den Probanden des retrognathen Gesichtstyps vor allem die ungünstige Entwicklung der mandibulären Basis zu einer entsprechend ungünstigen Veränderung beigetragen haben, während bei den Probanden des prognathen Gesichtstyps vor allem die größere Vorentwicklung der maxillären Basis für die entsprechende Veränderung verantwortlich gewesen sein dürfte.

Während des Nachuntersuchungszeitraumes von 3 Jahren (T4-T2) war die bei den Probanden des retrognathen Gesichtstyps ermittelte, schwächere Vorentwicklung von maxillärer und mandibulärer Basis gegenüber den bei den Probanden des prognathen Gesichtstyps ermittelten Veränderungen, ein auffälliges Ergebnis. Eine Erklärung für diese Veränderungen könnte wiederum eine entsprechende Rückkehr zum ursprünglichen Wachstumsmuster sein, wie sie auch von PANCHERZ und FACKEL<sup>31</sup> beschrieben wurde. Dagegen fanden DRAGE und HUNT<sup>10</sup> in einer Langzeituntersuchung von mit dem Bionator oder Aktivator behandelten Patienten

keinen Hinweis darauf, dass ein vertikales Wachstumsmuster Einfluß auf die Entstehung eines Rezidivs hat.

Die Veränderungen der Okklusionsvariablen ließen nur geringe Unterschiede zwischen den Probanden des retrognathen und denen des prognathen Gesichtstyps erkennen. So lagen die Ursachen für Overjet- und Molarenrelation-Rezidiv bei den Probanden des retrognathen Gesichtstyps stärker im Bereich der skelettalen Veränderungen als bei den Probanden des prognathen Gesichtstyps, wenngleich der skelettale Anteil in beiden Gruppen wesentlich geringer war als der dentale Anteil. So erfolgten in beiden Gruppen vor allem eine Retrusion der unteren Incisivi und eine Mesialisierung der oberen Molaren.

Bei den während des Zeitraumes T4-T2 auftretenden, überwiegend rezidivartigen Veränderungen von Overbite, ss-N-sm und Konvexität des Gesichtsprofils ließ sich kein Unterschied zwischen den Probanden des retrognathen und denen des prognathen Gesichtstyps feststellen.

Während des totalen Untersuchungszeitraumes (T4-T1) kam es zu überwiegend günstigen Veränderungen. Ein deutliches Ergebnis war die bei den Probanden des prognathen Gesichtstyps ermittelte Vorentwicklung von maxillärer und mandibulärer Basis, welche bei den Probanden des retrognathen Gesichtstyps wesentlich schwächer ausfiel. Dies ist in Übereinstimmung mit JANSON<sup>18</sup>, welche bei einer Langzeitkontrolle von Bionator-Patienten des retrognathen und prognathen Gesichtstyps ein weniger ausgeprägtes sagittales Wachstum der mandibulären Basis bei den Probanden des retrognathen Gesichtstyps fand.

Die Veränderungen der Okklusionsvariablen ließen keine deutlichen Unterschiede zwischen den Probanden des retrognathen und denen des prognathen Gesichtstyps erkennen. Auffallend war jedoch, dass die Veränderungen der einzelnen dentalen Variablen der SO-Analyse bei den Probanden des retrognathen Gesichtstyps generell etwas stärker ausfielen als bei den Probanden des prognathen Gesichtstyps.

Bei den während des Zeitraumes T4-T1 auftretenden, überwiegend günstigen Veränderungen von Overbite, ss-N-sm und Konvexität des Gesichtsprofils ließen sich nur sehr geringe Unterschiede zwischen den Probanden des retrognathen und denen des prognathen Gesichtstyps feststellen.

Bei einer Untersuchung der Gesichtsprofilveränderungen während der Herbst-Behandlung von Probanden mit stabilem Langzeitergebnis und Probanden, welche ein Rezidiv der Okklusion entwickelten, stellten PANCHERZ und ANEHUS-PANCHERZ<sup>29</sup> kaum Unterschiede zwischen den beiden Gruppen fest, wobei aber die Untersuchung ohne Berücksichtigung des Gesichtstyps erfolgte. Auffallend war allerdings, dass bei den Probanden mit stabilem Langzeitergebnis eine fortschreitende Reduzierung der Konvexität des Weichteilprofils ohne Nase ermittelt wurde, während die Profilkonvexität bei den Probanden mit Rezidiv unverändert blieb. Diesbezüglich sollte erwähnt werden, dass Untersuchungen von HAMBLETON<sup>15</sup>, LUNDSTRÖM et al.<sup>19</sup> und PECK und PECK<sup>37</sup> ergeben haben, dass ein gerades Profil meist als ästhetisch ansprechender empfunden wird.

## **9 SCHLUSSFOLGERUNGEN**

Die unmittelbaren Behandlungseffekte der Herbst-Apparatur waren in der retrognathen und der prognathen Gesichtstypgruppe vergleichbar. Die Wirkungsweise der Herbst-Apparatur scheint somit vom Gesichtstyp unabhängig zu sein.

Die Langzeitergebnisse zeigten bei den Probanden des retrognathen Gesichtstyps eine stärkere Rezidivtendenz als bei den Probanden des prognathen Gesichtstyps. Somit scheint das erblich bedingte Wachstumsmuster nicht langfristig beeinflussbar zu sein.

## 10 ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war der Vergleich der röntgenkephalometrischen Kurz- und Langzeitergebnisse einer Herbst-Behandlung von Klasse II:1 Dysgnathien retrognathen und prognathen Gesichtstyps. Hierzu wurden 57 Probanden ausgewählt, welche anhand der Variablen SNss und SNsm (sagittale Beurteilung) bzw. NL/NSL und ML/NSL (vertikale Beurteilung) den beiden Gesichtstypen zugeordnet werden konnten :

- **retrognather Gesichtstyp**

SNss  $\leq 76^\circ$  und SNsm  $\leq 74^\circ$  (sagittale Beurteilung), 16 Probanden

**und / oder**

NL/NSL  $\geq 11,5^\circ$  und ML/NSL  $\geq 38^\circ$  (vertikale Beurteilung), 13 Probanden

- **prognather Gesichtstyp**

SNss  $\geq 82^\circ$  und SNsm  $\geq 80^\circ$  (sagittale Beurteilung), 23 Probanden

**und / oder**

NL/NSL  $\leq 5,5^\circ$  und ML/NSL  $\leq 26^\circ$  (vertikale Beurteilung), 24 Probanden

Von den Probanden wurden Fernröntgenseitenbilder von vor (T1) und nach (T2) der Herbst-Behandlung, durchschnittlich 1 Jahr (T3) und durchschnittlich 3 Jahre (T4) nach Ende der Behandlung anhand der SO-Analyse nach PANCHERZ<sup>26</sup> ausgewertet. Des Weiteren wurden Overbite, ss-N-sm und einige Variablen zur Bestimmung der Profilkonvexität ermittelt. Für alle Messvariablen wurden die Veränderungen während der Untersuchungszeiträume T2-T1, T3-T2, T3-T1, T4-T2 und T4-T1 ermittelt.

Die Untersuchung führte zu folgenden Ergebnissen :

- Während des Behandlungszeitraumes (T2-T1) wiesen die Probanden beider Gesichtstypen vergleichbar günstige Veränderungen der Variablen im Sinne einer Klasse II - Korrektur auf.
- Während des Nachuntersuchungszeitraumes von 1 Jahr (T3-T2) lagen überwiegend rezidivartige Veränderungen vor. Bei den Probanden des prognathen Gesichtstyps kam es zu einer ungünstigen Vorentwicklung der maxillären Basis, während bei den Probanden des retrognathen Gesichtstyps eine ungünstige Entwicklung der mandibulären Basis ermittelt wurde.
- Während des Nachuntersuchungszeitraumes von 3 Jahren (T4-T2) kam es bei den Probanden des retrognathen Gesichtstyps zu einer schwächeren Vorentwicklung von maxillärer und mandibulärer Basis als bei den Probanden des prognathen Gesichtstyps.
- Während des totalen Untersuchungszeitraumes (T4-T1) kam es zu überwiegend günstigen Veränderungen. Dennoch fiel die ermittelte Vorentwicklung von maxillärer und mandibulärer Basis bei den Probanden des retrognathen Gesichtstyps wesentlich schwächer aus als bei den Probanden des prognathen Gesichtstyps.
- Während aller Zeiträume traten für die Veränderungen von Overbite, ss-N-sm und Konvexität des Gesichtspröfils lediglich geringe Unterschiede zwischen den Probanden des retrognathen und denen des prognathen Gesichtstyps auf.

Schlussfolgernd lässt sich feststellen, dass die unmittelbaren Behandlungseffekte der Herbst-Apparatur bei den Probanden beider Gesichtstypen vergleichbar waren. Die Wirkungsweise der Herbst-Apparatur scheint somit vom Gesichtstyp unabhängig zu

sein. Die Langzeitergebnisse zeigten bei den Probanden des retrognathen Gesichtstyps eine stärkere Tendenz zur Rezidiventwicklung als bei den Probanden des prognathen Gesichtstyps. Somit scheint das erblich bedingte Wachstumsmuster nicht langfristig beeinflusst zu werden.

## 11 SUMMARY

The aim of this study was to compare the short- and long-term results of Class II:1 treatment with the Herbst appliance in subjects of the retrognathic and prognathic facial type. The subject material comprised of 57 cases which could be assigned to the two facial type groups according to the SNss and SNsm angles (sagittal assessment) and the NL/NSL and ML/NSL angles (vertical assessment), respectively :

- **retrognathic facial type**

SNss  $\leq 76^\circ$  and SNsm  $\leq 74^\circ$  (sagittal assessment), 16 subjects

**and / or**

NL/NSL  $\geq 11,5^\circ$  and ML/NSL  $\geq 38^\circ$  (vertical assessment), 13 subjects

- **prognathic facial type**

SNss  $\geq 82^\circ$  and SNsm  $\geq 80^\circ$  (sagittal assessment), 23 subjects

**and / or**

NL/NSL  $\leq 5,5^\circ$  and ML/NSL  $\leq 26^\circ$  (vertical assessment), 24 subjects

Lateral head films of the subjects from before (T1) and after (T2) Herbst treatment, approximately 1 year (T3) and 3 years (T4) after treatment were analysed according to the SO-Analysis of PANCHERZ<sup>26</sup>. Furthermore, overbite, ss-N-sm angle and variables for the assessment of profile convexity were evaluated. For all variables, the changes during the periods T2-T1, T3-T2, T3-T1, T4-T2 and T4-T1 were assessed.

The investigation led to following results :

- During the treatment period (T2-T1) the two facial type groups showed similar changes for all variables.

- During the posttreatment period of 1 year (T3-T2) relapsing changes occurred. In the subjects of the prognathic facial type, there was an unfavourable anterior growth development of the maxillary basis, whereas in the subjects of the retrognathic facial type an unfavourable growth development of the mandibular basis was seen.
- During the posttreatment period of 3 years (T4-T2) there was a smaller anterior growth development of the maxillary and mandibular basis in the subjects of the retrognathic facial type, compared to that in the subjects of the prognathic facial type.
- During the total observation period (T4-T1) predominantly favourable changes occurred. However, the anterior growth development of the maxillary and mandibular basis was much smaller in the subjects of the retrognathic facial type than in the subjects of the prognathic facial type.
- During all periods of examination only slight differences existed between the retrognathic and the prognathic facial type group for the changes of overbite, ss-N-sm angle and facial profile convexity.

In conclusion, it can be said, that the immediate treatment effects of the Herbst appliance were similar in the retrognathic and the prognathic facial type group. Thus, the mode of action of the Herbst appliance seems to be independent of the facial type. The long-term results showed a larger relapse tendency in the retrognathic facial type subjects than in the prognathic facial type subjects. Thus, the existing skeletofacial growth pattern seems not to be affected on a long-term basis.

**12                    LITERATURVERZEICHNIS**

- 1    ANDRESEN, V., HÄUPL, K.  
Funktions-Kieferorthopädie.  
Verlag Hermann Meuser, Berlin, 1936
  
- 2    ANGLE, E. H.  
Okklusionsanomalien der Zähne.  
Verlag Hermann Meuser, Berlin, pp. 43-49, 1913
  
- 3    BALTERS, W.  
Die Technik und Übung der allgemeinen und speziellen Bionatortherapie.  
Quintessenz Referat, 2378: 1-9, 1964
  
- 4    BAUME, L. J., DERICHSWEILER, H.  
Is the condylar growth center responsive to orthodontic therapy? An  
experimental study in *Macaca mulatta*.  
Oral Surg., 14: 347-362, 1961
  
- 5    BISHARA, S. E., JAKOBSEN, J. R.  
Longitudinal changes in three normal facial types.  
Am. J. Orthod., 88: 466-502, 1985
  
- 6    BJÖRK, A., SKIELLER, V.  
Normal and abnormal growth of the mandible. A synthesis of longitudinal  
cephalometric implant studies over a period of 25 years.  
Eur. J. Orthod., 5: 1-46, 1983
  
- 7    BREITNER, C.  
Bone changes resulting from experimental orthodontic treatment.  
Am. J. Orthod. Oral Surg., 26: 521-541, 1940

- 8 CHAMPAGNE, M.  
Herbst appliance therapy related to the mandibular plane angle.  
Funct. Orthod., 6: 17-21, 1989
- 9 CLARK, W. J.  
The twin block technique. A functional orthopedic appliance system.  
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., 93: 1-18, 1988
- 10 DRAGE, K. J., HUNT, N. P.  
Overjet relapse following functional appliance therapy.  
Brit. J. Orthod., 17: 205-213, 1990
- 11 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
- 12 FRÄNKEL, R.  
Die kieferorthopädische Behandlung mit Funktionsreglern.  
Quintessenz Referat, 2355: 1-7, 1964
- 13 GROBÉTY, D.  
No management of facial height without mastering the mandibular growth.  
Orthodontic management of facial height : long face and short face.  
Verlag Neuer Merkur GmbH, München, pp. 21-30, 1999
- 14 HÄGG, U., PANCHERZ, H.  
Dentofacial orthopaedics in relation to chronological age, growth period and skeletal development. An analysis of 72 male patients with class II division 1 malocclusion treated with the Herbst appliance.  
Eur. J. Orthod., 10: 169-176, 1988

- 15 HAMBLETON, R. S.  
The soft tissue covering of the skeletal face as related to orthodontic problems.  
Am. J. Orthod., 50: 405-420, 1964
- 16 HASUND, A.  
Klinische Kephalemtrie für die Bergen-Technik  
Kieferorthopädische Abteilung des zahnärztlichen Instituts der Universität  
Bergen, Norwegen, pp. 51-58 und 63-67, 1973
- 17 HERBST, E.  
Atlas und Grundriss der Zahnärztlichen Orthopädie.  
J. F. Lehmann's Verlag, München, pp. 311-315, 1910
- 18 JANSON, I.  
Bionator-Modifikationen in der kieferorthopädischen Therapie  
Hanser Verlag, München, pp. 23-56, 1987
- 19 LUNDSTRÖM, A., WOODSIDE, D. G., POPOVICH, F.  
Panel assessments of facial profile related to mandibular growth direction.  
Eur. J. Orthod., 9: 271-278, 1987
- 20 MCNAMARA, J. A. JR.  
Neuromuscular and skeletal adaptations to altered function in the orofacial  
region.  
Am. J. Orthod., 64: 578-606, 1973
- 21 MOBARAK, K. A., ESPELAND, L., KROGSTAD, O., LYBERG, T.  
Soft tissue profile changes following mandibular advancement surgery :  
Predictability and long-term outcome.  
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., 119: 353-367, 2001

- 22 MOBARAK, K. A., ESPELAND, L., KROGSTAD, O., LYBERG, T.  
Mandibular advancement surgery in high-angle and low-angle Class II patients:  
Different long-term skeletal responses.  
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., 119: 368-381, 2001
- 23 NANDA, R. S., GHOSH, J.  
Facial Soft Tissue Harmony and Growth in Orthodontic Treatment.  
Sem. in Orthod., 1: 67-81, 1995
- 24 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
- 25 PANCHERZ, H.  
The effect of continuous bite jumping on the dentofacial complex : a follow-up  
study after Herbst appliance treatment of Class II malocclusions.  
Eur. J. Orthod., 3: 49-60, 1981
- 26 PANCHERZ, H.  
The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment. A  
cephalometric investigation.  
Am. J. Orthod., 82: 104-113, 1982
- 27 PANCHERZ, H.  
Vertical dentofacial changes during Herbst appliance treatment : A  
cephalometric investigation.  
Swed. Dent. J. Suppl., 15: 189-196, 1982

- 28 PANCHERZ, H.  
The Herbst appliance – Its biologic effects and clinical use.  
Am. J. Orthod., 87: 1-20, 1985
- 29 PANCHERZ, H., ANEHUS-PANCHERZ, M.  
Facial profile changes during and after Herbst appliance treatment.  
Eur. J. Orthod., 16: 275-286, 1994
- 30 PANCHERZ, H., ANEHUS-PANCHERZ, M.  
The headgear effect of the Herbst appliance : A cephalometric long-term study.  
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., 103: 510-520, 1993
- 31 PANCHERZ, H., FACKEL, U.  
The skeletofacial growth pattern pre- and post- dentofacial orthopaedics. A  
long-term study of Class II malocclusions treated with the Herbst appliance.  
Eur. J. Orthod., 12: 209-218, 1990
- 32 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
- 33 PANCHERZ, H., HANSEN, K.  
Occlusal changes during and after Herbst treatment : a cephalometric  
investigation.  
Eur. J. Orthod., 8: 215-228, 1986
- 34 PANCHERZ, H., LITTMANN, C.  
Somatische Reife und morphologische Veränderungen des Unterkiefers bei der  
Herbst-Behandlung.  
Inf. Orthod. Kieferorthop., 20: 455-470, 1988

- 35 PANCHERZ, H., LITTMANN, C.  
Morphologie und Lage des Unterkiefers bei der Herbst-Behandlung. Eine kephalometrische Analyse der Veränderungen bis zum Wachstumsabschluß.  
Inf. Orthod. Kieferorthop., 21: 493-513, 1989
- 36 PAULSEN, H. U.  
Morphological changes of the TMJ condyles of 100 patients treated with the Herbst appliance in the period of puberty to adulthood : A long-term radiographic study.  
Eur. J. Orthod., 19: 657-668, 1997
- 37 PECK, H., PECK, S.  
A concept of facial esthetics.  
Angle Orthod., 40: 284-317, 1970
- 38 PETROVIC, A., STUTZMANN, J.  
Experimentelle Untersuchung der kieferorthopädischen Beeinflußbarkeit des Gesichtswachstums.  
Fortschr. Kieferorthop., 41: 212-222, 1980
- 39 PIKE, J. B.  
A Cephalometric Investigation of Facial Profile Changes in High Angle Nongrowing Cases.  
Angle Orthod., 45: 115-124, 1975
- 40 RUF, S., PANCHERZ, H.  
The mechanism of Class II correction during Herbst therapy in relation to the vertical jaw base relationship : A cephalometric roentgenographic study.  
Angle Orthod., 67: 271-276, 1997

- 41 RUF, S., PANCHERZ, H.  
Temporomandibular joint remodeling in adolescents and young adults during Herbst treatment : A prospective longitudinal magnetic resonance imaging and cephalometric radiographic investigation.  
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., 115: 607-618, 1999
- 42 RUF, S., PANCHERZ, H.  
Dentoskeletal effects and facial profile changes in young adults treated with the Herbst appliance.  
Angle Orthod., 69: 239-246, 1999
- 43 SEGNER, D., HASUND, A.  
Individualisierte Kephalemetrie  
Kieferorthopädische Abteilung der Zahn-, Mund- und Kieferklinik,  
Universitätskrankenhaus Eppendorf, Hamburg, pp. 67-95, 1991
- 44 STÖCKLI, P. W., WILLERT, H. G.  
Tissue reactions in the temporomandibular joint resulting from anterior displacement of the mandible in the monkey.  
Am. J. Orthod., 60: 142-155, 1971
- 45 VAN DER LINDEN, F.  
The development of long and short faces, and their limitations in treatment.  
Orthodontic management of facial height : long face and short face.  
Verlag Neuer Merkur GmbH, München, pp. 37-43, 1999
- 46 WEINBERGER, W. W.  
Orthodontics. A historical review of its origin and evolution. Vol.II.  
The Mosby Company, 1926

- 47 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
- 48 WINDMILLER, E. C.  
The acrylic-splint Herbst appliance : A cephalometric evaluation.  
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., 104: 73-84, 1993
- 49 WOODSIDE, D. G., ALTUNA, G., HARVOLD, E., HERBERT, M.,  
METAXAS, A.  
Primate experiments in malocclusion and bone induction.  
Am. J. Orthod., 83: 460-468, 1983
- 50 WOODSIDE, D. G., METAXAS, A., ALTUNA, G.  
The influence of functional appliance therapy on glenoid fossa remodeling.  
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., 92: 181-198, 1987
- 51 ZAHER, A. R., BISHARA, S. E., JAKOBSEN, J. R.  
Posttreatment changes in different facial types.  
Angle Orthod., 64: 425-436, 1994

## **13 ANHANG**

Die Tabellen A1-A11 enthalten die individuellen Messwerte aller Probanden zu den Zeitpunkten T1, T2, T3, T4.

**Tabelle A1 Variable ss.** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den vier Untersuchungsgruppen retrognath sagittal, prognath sagittal, retrognath vertikal und prognath vertikal zu den vier Untersuchungszeitpunkten T1, T2, T3 und T4.

Prob.	retrognath sagittal				Prob.	prognath sagittal				Prob.	retrognath vertikal				Prob.	prognath vertikal			
	T1 (n=16)	T2 (n=16)	T3 (n=16)	T4 (n=9)		T1 (n=23)	T2 (n=23)	T3 (n=23)	T4 (n=17)		T1 (n=13)	T2 (n=13)	T3 (n=13)	T4 (n=8)		T1 (n=24)	T2 (n=24)	T3 (n=24)	T4 (n=15)
1	71,50	69,75	71,25	72,50	1	86,75	86,50	87,00	90,25	1	77,75	77,25	75,75	77,50	1	79,75	80,50	81,25	83,00
2	77,75	77,25	75,75	77,50	2	84,75	83,50	83,75	84,00	2	81,50	81,00	80,50	80,50	2	82,50	82,00	81,75	81,50
3	82,75	82,25	82,00		3	79,75	80,50	81,25	83,00	3	82,75	82,25	82,00		3	76,75	76,00	78,00	77,75
4	87,50	85,50	83,50	85,75	4	73,75	74,75	73,50		4	87,50	85,50	83,50	85,75	4	78,75	78,00	78,00	
5	77,00	76,50	75,50		5	76,75	76,00	78,00	77,75	5	77,00	76,50	75,50		5	83,50	82,25	82,75	82,75
6	74,75	72,75	73,00		6	79,00	78,50	78,75	78,75	6	76,50	77,75	79,25	78,75	6	79,00	78,50	78,75	78,75
7	71,00	71,50	71,25	71,25	7	77,50	76,25	75,75	77,75	7	71,25	71,25	71,50		7	77,25	77,00	77,50	78,00
8	71,25	71,25	71,50		8	93,00	95,75	94,50	88,75	8	75,00	77,00	78,50		8	77,50	76,25	75,75	77,75
9	81,75	83,50	83,00	89,50	9	81,00	79,75	80,25	80,50	9	76,25	76,75	76,25	79,25	9	75,00	73,25	74,50	
10	75,00	77,00	78,50		10	83,75	83,00	85,75	85,50	10	85,75	86,50	91,00	91,00	10	83,75	83,00	85,75	85,50
11	73,25	72,75	71,00	73,25	11	90,00	89,25	89,50	89,75	11	81,00	80,25	81,00	80,75	11	79,00	78,50	79,75	80,50
12	76,00	75,50	75,25		12	80,50	81,00	81,50		12	79,25	78,00	75,75	75,75	12	86,25	86,50	88,25	91,00
13	71,75	72,00	72,50	71,25	13	79,00	78,50	79,75	80,50	13	75,25	75,00	73,50		13	81,25	82,00	82,75	83,00
14	77,00	76,50	77,50	77,75	14	86,25	86,50	88,25	91,00						14	84,25	84,25	84,50	90,00
15	79,25	78,00	75,75	75,75	15	75,75	76,00	76,75							15	75,75	76,00	76,75	
16	75,25	75,00	73,50		16	76,25	76,00	77,00	78,00						16	78,00	77,75	77,00	77,50
					17	83,00	80,50	80,00							17	83,00	80,50	80,00	
					18	76,00	75,50	77,25	77,25						18	77,50	77,50	77,50	
					19	80,75	82,00	84,00	87,25						19	87,00	87,00	87,50	91,75
					20	82,75	83,00	83,75	84,00						20	86,50	86,00	89,25	
					21	72,00	72,50	72,00	71,75						21	82,75	81,25	84,00	
					22	76,25	74,50	72,75							22	80,75	82,00	84,00	87,25
					23	77,50	74,00	76,50							23	81,00	82,00	83,25	
															24	77,50	74,00	76,50	

**Tabelle A2 Variable pg.** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den vier Untersuchungsgruppen retrognath sagittal, prognath sagittal, retrognath vertikal und prognath vertikal zu den vier Untersuchungszeitpunkten T1, T2, T3 und T4.

Prob.	retrognath sagittal				Prob.	prognath sagittal				Prob.	retrognath vertikal				Prob.	prognath vertikal			
	T1 (n=16)	T2 (n=16)	T3 (n=16)	T4 (n=9)		T1 (n=23)	T2 (n=23)	T3 (n=23)	T4 (n=17)		T1 (n=13)	T2 (n=13)	T3 (n=13)	T4 (n=8)		T1 (n=24)	T2 (n=24)	T3 (n=24)	T4 (n=15)
<b>1</b>	72,25	72,75	73,75	72,75	<b>1</b>	84,00	88,75	87,25	91,25	<b>1</b>	78,00	80,75	76,50	80,00	<b>1</b>	82,50	84,75	85,00	87,00
<b>2</b>	78,00	80,75	76,50	80,00	<b>2</b>	90,75	89,50	90,75	89,50	<b>2</b>	89,25	87,00	90,25	89,50	<b>2</b>	84,50	85,50	85,25	85,00
<b>3</b>	86,25	87,25	88,50	88,25	<b>3</b>	82,50	84,75	85,00	87,00	<b>3</b>	86,25	87,25	88,50	88,50	<b>3</b>	81,75	78,50	84,00	84,50
<b>4</b>	88,00	86,75	87,50	88,25	<b>4</b>	71,00	79,50	76,50	84,50	<b>4</b>	88,00	86,75	87,50	88,25	<b>4</b>	78,75	81,75	81,25	85,50
<b>5</b>	77,00	79,75	77,50	79,50	<b>5</b>	81,75	78,50	84,00	84,50	<b>5</b>	77,00	79,75	77,50	75,75	<b>5</b>	83,75	84,25	83,50	85,50
<b>6</b>	78,25	79,25	78,00	79,50	<b>6</b>	82,00	79,75	80,00	80,25	<b>6</b>	70,00	75,25	77,00	75,75	<b>6</b>	82,00	79,75	80,00	80,25
<b>7</b>	75,75	78,25	77,25	79,50	<b>7</b>	81,50	82,50	79,50	81,50	<b>7</b>	73,25	73,50	71,25	71,25	<b>7</b>	80,25	82,00	83,00	85,00
<b>8</b>	73,25	73,50	71,25	90,50	<b>8</b>	97,00	103,25	99,50	90,50	<b>8</b>	78,00	80,25	81,00	81,00	<b>8</b>	81,50	82,50	79,50	81,50
<b>9</b>	81,50	84,75	83,75	90,50	<b>9</b>	83,00	82,25	82,75	84,75	<b>9</b>	72,75	75,25	73,75	76,25	<b>9</b>	84,00	80,75	82,25	82,25
<b>10</b>	78,00	80,25	81,00	77,25	<b>10</b>	89,00	89,75	91,50	92,00	<b>10</b>	81,00	85,50	87,00	88,25	<b>10</b>	89,00	89,75	91,50	92,00
<b>11</b>	76,75	81,00	74,50	77,25	<b>11</b>	91,25	94,25	92,50	92,75	<b>11</b>	79,00	81,50	78,00	78,50	<b>11</b>	86,50	87,50	88,00	88,25
<b>12</b>	78,00	76,50	77,50	78,25	<b>12</b>	87,00	88,25	89,00	88,25	<b>12</b>	83,50	86,75	79,75	81,75	<b>12</b>	83,00	86,25	88,00	92,25
<b>13</b>	79,50	82,25	82,75	78,25	<b>13</b>	86,50	87,50	88,00	88,25	<b>13</b>	77,00	80,00	76,00	76,00	<b>13</b>	83,75	85,75	88,25	92,00
<b>14</b>	81,75	83,00	84,00	85,00	<b>14</b>	83,00	86,25	88,00	92,25						<b>14</b>	87,75	91,75	89,00	94,75
<b>15</b>	83,50	86,75	79,75	81,75	<b>15</b>	83,75	90,50	90,50	84,50					<b>15</b>	83,75	90,50	90,50	83,25	
<b>16</b>	77,00	80,00	76,00		<b>16</b>	74,50	80,50	81,25	84,50					<b>16</b>	80,25	86,00	80,00	83,25	
					<b>17</b>	84,25	85,75	83,50	79,50					<b>17</b>	84,25	85,75	83,50		
					<b>18</b>	76,50	80,00	80,50	79,50					<b>18</b>	81,00	85,25	82,50		
					<b>19</b>	85,25	88,00	92,25	97,25					<b>19</b>	88,50	90,50	94,00	98,00	
					<b>20</b>	82,50	85,75	86,75	88,00					<b>20</b>	88,00	92,50	93,75		
					<b>21</b>	70,75	73,25	70,00	68,25					<b>21</b>	85,50	88,75	86,50		
					<b>22</b>	82,25	82,75	79,00						<b>22</b>	85,25	88,00	92,25	97,25	
					<b>23</b>	77,75	76,75	79,75						<b>23</b>	78,50	83,50	83,00		
														<b>24</b>	77,75	76,75	79,75		

**Tabelle A3 Variable is.** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den vier Untersuchungsgruppen retrognath sagittal, prognath sagittal, retrognath vertikal und prognath vertikal zu den vier Untersuchungszeitpunkten T1, T2, T3 und T4.

Prob.	retrognath sagittal				Prob.	prognath sagittal				Prob.	retrognath vertikal				Prob.	prognath vertikal			
	T1 (n=16)	T2 (n=16)	T3 (n=16)	T4 (n=9)		T1 (n=23)	T2 (n=23)	T3 (n=23)	T4 (n=17)		T1 (n=13)	T2 (n=13)	T3 (n=13)	T4 (n=8)		T1 (n=24)	T2 (n=24)	T3 (n=24)	T4 (n=15)
<b>1</b>	80,00	77,25	79,25	79,50	<b>1</b>	100,25	94,75	94,00	97,50	<b>1</b>	86,00	84,25	84,25	86,00	<b>1</b>	88,25	86,00	88,25	89,75
<b>2</b>	86,00	84,25	84,25	86,00	<b>2</b>	93,25	89,75	91,25	91,00	<b>2</b>	91,50	86,50	91,00	90,50	<b>2</b>	89,00	87,00	86,25	85,75
<b>3</b>	92,25	86,75	87,50		<b>3</b>	88,25	86,00	88,25	89,75	<b>3</b>	92,25	86,75	87,50		<b>3</b>	87,75	84,50	87,50	88,25
<b>4</b>	93,25	87,75	88,50	90,00	<b>4</b>	83,25	77,25	77,25		<b>4</b>	93,25	87,75	88,50	90,00	<b>4</b>	87,50	86,00	86,50	
<b>5</b>	83,25	80,50	83,50		<b>5</b>	87,75	84,50	87,50	88,25	<b>5</b>	83,25	80,50	83,50		<b>5</b>	89,00	80,75	83,50	85,50
<b>6</b>	83,00	77,25	79,00		<b>6</b>	82,50	82,25	82,50	82,00	<b>6</b>	83,50	84,50	86,00	82,50	<b>6</b>	82,50	82,25	82,50	82,00
<b>7</b>	77,00	77,25	79,00	80,00	<b>7</b>	86,75	83,00	79,00	81,00	<b>7</b>	80,75	73,25	74,75		<b>7</b>	84,25	81,75	85,50	86,00
<b>8</b>	80,75	73,25	74,75		<b>8</b>	103,00	105,00	104,25	96,75	<b>8</b>	87,00	86,00	89,75		<b>8</b>	86,75	83,00	79,00	81,00
<b>9</b>	93,50	92,25	89,25	93,50	<b>9</b>	88,50	85,50	85,75	87,25	<b>9</b>	84,75	84,50	84,00	87,00	<b>9</b>	82,50	77,50	83,25	
<b>10</b>	87,00	86,00	89,75		<b>10</b>	90,50	86,75	89,00	88,75	<b>10</b>	97,00	91,50	98,25		<b>10</b>	90,50	86,75	89,00	88,75
<b>11</b>	85,50	83,75	80,00	82,50	<b>11</b>	97,50	92,75	94,50	94,75	<b>11</b>	91,50	85,75	83,75	100,25	<b>11</b>	87,25	86,50	86,75	87,25
<b>12</b>	85,75	82,25	81,75		<b>12</b>	88,75	85,50	86,75		<b>12</b>	94,25	86,25	85,00	84,25	<b>12</b>	94,75	93,50	94,25	98,25
<b>13</b>	78,25	75,75	78,75	76,00	<b>13</b>	87,25	86,50	86,75	87,25	<b>13</b>	89,25	88,00	84,50	88,00	<b>13</b>	88,00	86,50	88,75	89,50
<b>14</b>	84,25	85,50	85,50	86,50	<b>14</b>	94,75	93,50	94,25	98,25						<b>14</b>	95,50	92,00	89,50	95,00
<b>15</b>	94,25	86,25	85,00	88,00	<b>15</b>	87,25	85,75	89,75							<b>15</b>	87,25	85,75	89,75	
<b>16</b>	89,25	88,00	84,50		<b>16</b>	88,50	85,50	87,50	91,50						<b>16</b>	86,00	82,00	80,75	83,00
					<b>17</b>	89,25	85,25	86,75							<b>17</b>	89,25	85,25	86,75	
					<b>18</b>	90,00	86,50	86,25	87,00						<b>18</b>	86,00	82,00	84,50	
					<b>19</b>	89,50	90,25	94,00	98,00						<b>19</b>	98,00	91,50	94,00	98,25
					<b>20</b>	92,00	90,50	91,50	91,25						<b>20</b>	95,50	93,50	98,00	
					<b>21</b>	78,75	76,75	75,75	75,25						<b>21</b>	90,75	86,75	89,00	
					<b>22</b>	82,25	83,00	80,75							<b>22</b>	89,50	90,25	94,00	98,00
					<b>23</b>	84,00	78,00	81,25							<b>23</b>	90,25	89,00	89,25	
															<b>24</b>	84,00	78,00	81,25	

**Tabelle A4 Variable ii.** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den vier Untersuchungsgruppen retrognath sagittal, prognath sagittal, retrognath vertikal und prognath vertikal zu den vier Untersuchungszeitpunkten T1, T2, T3 und T4.

Prob.	retrognath sagittal				Prob.	prognath sagittal				Prob.	retrognath vertikal				Prob.	prognath vertikal			
	T1 (n=16)	T2 (n=16)	T3 (n=16)	T4 (n=9)		T1 (n=23)	T2 (n=23)	T3 (n=23)	T4 (n=17)		T1 (n=13)	T2 (n=13)	T3 (n=13)	T4 (n=8)		T1 (n=24)	T2 (n=24)	T3 (n=24)	T4 (n=15)
<b>1</b>	71,25	74,75	75,50	75,50	<b>1</b>	86,25	93,75	92,00	93,75	<b>1</b>	79,00	84,25	82,00	84,25	<b>1</b>	81,50	88,00	84,75	86,25
<b>2</b>	79,00	84,25	82,00	84,25	<b>2</b>	86,75	90,00	88,25	86,25	<b>2</b>	81,75	86,50	88,50	87,00	<b>2</b>	82,25	85,25	83,00	82,25
<b>3</b>	82,00	87,00	86,75		<b>3</b>	81,50	88,00	84,75	86,25	<b>3</b>	82,00	87,00	86,75		<b>3</b>	81,75	84,50	85,00	85,25
<b>4</b>	85,00	88,50	85,50	86,25	<b>4</b>	70,25	79,75	74,25		<b>4</b>	85,00	88,50	85,50	86,25	<b>4</b>	80,00	86,25	83,75	
<b>5</b>	78,25	83,75	81,25		<b>5</b>	81,75	84,50	85,00	85,25	<b>5</b>	78,25	83,75	81,25		<b>5</b>	79,25	85,25	81,25	81,75
<b>6</b>	75,75	79,75	76,75		<b>6</b>	78,75	81,50	80,50	79,25	<b>6</b>	77,00	84,00	83,25	78,25	<b>6</b>	78,75	81,50	80,50	79,25
<b>7</b>	72,50	79,25	76,25	77,50	<b>7</b>	74,00	78,50	75,50	77,25	<b>7</b>	69,75	74,25	72,50		<b>7</b>	79,00	83,75	82,00	82,75
<b>8</b>	69,75	74,25	72,50		<b>8</b>	96,50	105,75	101,75	92,25	<b>8</b>	81,75	87,25	87,50		<b>8</b>	74,00	78,50	75,50	77,25
<b>9</b>	81,75	90,25	85,75	90,00	<b>9</b>	81,00	85,00	83,50	83,75	<b>9</b>	78,50	83,00	81,50	84,25	<b>9</b>	80,00	81,00	80,25	
<b>10</b>	81,75	87,25	87,50		<b>10</b>	84,00	86,75	85,25	85,50	<b>10</b>	85,25	94,25	96,00	97,25	<b>10</b>	84,00	86,75	85,25	85,50
<b>11</b>	79,25	86,25	78,25	80,00	<b>11</b>	90,25	95,75	92,75	92,25	<b>11</b>	81,50	89,75	81,50	81,00	<b>11</b>	79,75	85,50	83,00	83,25
<b>12</b>	78,00	83,50	79,25		<b>12</b>	79,50	87,00	83,75		<b>12</b>	83,00	90,75	82,75	84,25	<b>12</b>	85,75	91,00	90,75	93,50
<b>13</b>	72,75	79,00	76,50	72,25	<b>13</b>	79,75	85,50	83,00	83,25	<b>13</b>	80,00	87,25	83,50		<b>13</b>	82,00	85,00	84,00	87,25
<b>14</b>	78,50	84,75	84,00	84,00	<b>14</b>	85,75	91,00	90,75	93,50						<b>14</b>	84,00	89,75	86,50	91,00
<b>15</b>	83,00	90,75	82,75	84,25	<b>15</b>	81,00	90,00	87,00							<b>15</b>	81,00	90,00	87,00	
<b>16</b>	80,00	87,25	83,50		<b>16</b>	82,25	89,00	87,50	89,50						<b>16</b>	76,25	85,00	79,00	80,25
					<b>17</b>	82,00	86,25	83,00							<b>17</b>	82,00	86,25	83,00	
					<b>18</b>	77,25	86,00	84,00	84,00						<b>18</b>	75,50	84,50	81,00	
					<b>19</b>	84,25	91,25	91,25	95,50						<b>19</b>	88,75	92,00	91,00	94,00
					<b>20</b>	84,25	88,75	88,25	88,25						<b>20</b>	86,75	95,75	95,50	
					<b>21</b>	71,25	79,25	72,75	72,25						<b>21</b>	85,50	90,75	85,00	
					<b>22</b>	79,75	81,25	78,75							<b>22</b>	84,25	91,25	91,25	95,50
					<b>23</b>	75,50	78,00	77,75							<b>23</b>	77,75	87,00	87,00	
															<b>24</b>	75,50	78,00	77,75	

**Tabelle A5 Variable ms.** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den vier Untersuchungsgruppen retrognath sagittal, prognath sagittal, retrognath vertikal und prognath vertikal zu den vier Untersuchungszeitpunkten T1, T2, T3 und T4.

Prob.	retrognath sagittal				Prob.	prognath sagittal				Prob.	retrognath vertikal				Prob.	prognath vertikal			
	T1 (n=16)	T2 (n=16)	T3 (n=16)	T4 (n=9)		T1 (n=23)	T2 (n=23)	T3 (n=23)	T4 (n=17)		T1 (n=13)	T2 (n=13)	T3 (n=13)	T4 (n=8)		T1 (n=24)	T2 (n=24)	T3 (n=24)	T4 (n=15)
<b>1</b>	48,25	44,75	47,50	50,50	<b>1</b>	59,25	57,75	58,00	62,50	<b>1</b>	56,75	55,00	52,25	56,25	<b>1</b>	58,00	57,75	60,00	61,75
<b>2</b>	56,75	55,00	52,25	56,25	<b>2</b>	59,25	56,50	59,75	59,25	<b>2</b>	57,50	55,75	58,75	58,50	<b>2</b>	57,50	54,75	55,25	56,25
<b>3</b>	59,50	58,00	58,75		<b>3</b>	58,00	57,75	60,00	61,75	<b>3</b>	59,50	58,00	58,75		<b>3</b>	56,25	51,50	55,00	56,25
<b>4</b>	64,25	63,75	64,00	64,75	<b>4</b>	48,75	48,25	49,00		<b>4</b>	64,25	63,75	64,00	64,75	<b>4</b>	58,75	56,50	57,00	
<b>5</b>	53,75	54,50	54,50		<b>5</b>	56,25	51,50	55,00	56,25	<b>5</b>	53,75	54,50	54,50		<b>5</b>	57,00	53,25	55,00	56,50
<b>6</b>	51,00	47,50	48,00		<b>6</b>	54,50	52,00	53,00	52,75	<b>6</b>	51,25	49,25	53,25	55,75	<b>6</b>	54,50	52,00	53,00	52,75
<b>7</b>	53,00	54,75	55,25	54,25	<b>7</b>	51,75	46,00	47,75	51,25	<b>7</b>	49,50	44,25	44,50		<b>7</b>	52,75	51,75	53,50	54,50
<b>8</b>	49,50	44,25	44,50		<b>8</b>	71,75	73,50	72,50	66,75	<b>8</b>	56,00	54,75	57,75		<b>8</b>	51,75	46,00	47,75	51,25
<b>9</b>	61,50	60,50	61,50	67,50	<b>9</b>	56,50	53,50	55,25	56,50	<b>9</b>	55,50	54,50	54,50	58,25	<b>9</b>	52,50	49,50	52,50	56,75
<b>10</b>	56,00	54,75	57,75		<b>10</b>	54,75	52,75	55,50	56,75	<b>10</b>	62,00	60,75	66,75	68,50	<b>10</b>	54,75	52,75	55,50	56,75
<b>11</b>	53,00	55,50	53,75	56,25	<b>11</b>	62,25	59,75	62,50	62,25	<b>11</b>	57,50	53,50	53,50	54,00	<b>11</b>	55,25	52,75	55,25	56,00
<b>12</b>	54,00	51,25	51,25		<b>12</b>	56,00	56,25	56,50		<b>12</b>	59,25	57,25	56,00	56,75	<b>12</b>	58,50	57,50	59,25	62,25
<b>13</b>	49,00	49,25	52,00	50,00	<b>13</b>	55,25	52,75	55,25	56,00	<b>13</b>	56,50	56,25	54,50		<b>13</b>	55,00	53,50	56,25	57,50
<b>14</b>	55,00	52,75	53,75	56,50	<b>14</b>	58,50	57,50	59,25	62,25						<b>14</b>	62,25	58,75	60,00	63,50
<b>15</b>	59,25	57,25	56,00	56,75	<b>15</b>	55,75	53,75	56,50						<b>15</b>	55,75	53,75	56,50		
<b>16</b>	56,50	56,25	54,50		<b>16</b>	53,50	54,00	54,25	57,25					<b>16</b>	56,50	53,50	52,50	55,00	
					<b>17</b>	58,50	54,25	57,50						<b>17</b>	58,50	54,25	57,50		
					<b>18</b>	55,00	52,00	55,00	56,25					<b>18</b>	54,00	51,25	53,25		
					<b>19</b>	59,75	58,25	62,25	65,00					<b>19</b>	60,75	59,00	61,75	65,75	
					<b>20</b>	59,00	58,00	59,50	60,00					<b>20</b>	64,25	62,75	67,00		
					<b>21</b>	46,75	46,75	46,00	45,25					<b>21</b>	60,00	60,75	61,50	65,00	
					<b>22</b>	56,25	53,75	50,25						<b>22</b>	59,75	58,25	62,25	65,00	
					<b>23</b>	51,25	46,00	50,25						<b>23</b>	54,50	52,00	56,50	65,00	
														<b>24</b>	51,25	46,00	50,25		

**Tabelle A6 Variable mi.** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den vier Untersuchungsgruppen retrognath sagittal, prognath sagittal, retrognath vertikal und prognath vertikal zu den vier Untersuchungszeitpunkten T1, T2, T3 und T4.

Prob.	retrognath sagittal				Prob.	prognath sagittal				Prob.	retrognath vertikal				Prob.	prognath vertikal			
	T1 (n=16)	T2 (n=16)	T3 (n=16)	T4 (n=9)		T1 (n=23)	T2 (n=23)	T3 (n=23)	T4 (n=17)		T1 (n=13)	T2 (n=13)	T3 (n=13)	T4 (n=8)		T1 (n=24)	T2 (n=24)	T3 (n=24)	T4 (n=15)
<b>1</b>	45,75	48,50	49,50	50,00	<b>1</b>	55,00	62,25	61,50	65,25	<b>1</b>	54,50	59,00	55,75	58,25	<b>1</b>	57,00	62,00	62,00	63,50
<b>2</b>	54,50	59,50	55,75	58,25	<b>2</b>	59,25	61,75	61,25	60,50	<b>2</b>	60,25	62,50	62,75	62,25	<b>2</b>	54,75	57,00	56,25	56,25
<b>3</b>	59,50	62,50	62,75	68,00	<b>3</b>	57,00	62,00	62,00	63,50	<b>3</b>	59,50	62,50	62,75		<b>3</b>	55,25	53,50	58,00	59,25
<b>4</b>	65,50	68,50	67,75	68,00	<b>4</b>	50,25	57,00	51,00	59,25	<b>4</b>	65,50	68,50	67,75	68,00	<b>4</b>	55,00	60,25	59,25	59,25
<b>5</b>	55,00	59,25	55,75		<b>5</b>	55,25	53,50	58,00	59,25	<b>5</b>	55,00	59,25	55,75		<b>5</b>	55,25	58,75	56,25	57,75
<b>6</b>	47,75	51,50	51,50	57,00	<b>6</b>	55,00	55,50	55,25	55,00	<b>6</b>	50,50	56,25	57,50	57,75	<b>6</b>	55,00	55,50	55,25	55,00
<b>7</b>	51,50	56,50	55,25	57,00	<b>7</b>	49,75	53,75	51,00	52,50	<b>7</b>	40,75	45,75	42,75		<b>7</b>	52,00	55,75	56,75	58,50
<b>8</b>	40,75	45,75	42,75		<b>8</b>	71,00	76,50	74,75	67,75	<b>8</b>	57,50	61,00	62,25		<b>8</b>	49,75	53,75	51,00	52,50
<b>9</b>	60,00	65,25	63,75	69,75	<b>9</b>	56,00	57,00	57,25	58,25	<b>9</b>	52,00	56,25	55,75	59,75	<b>9</b>	54,00	53,75	54,25	54,25
<b>10</b>	57,50	61,00	62,25	56,50	<b>10</b>	55,75	59,50	59,75	57,50	<b>10</b>	59,00	66,50	67,50	69,00	<b>10</b>	55,75	59,50	59,75	57,50
<b>11</b>	53,50	59,25	54,50	56,50	<b>11</b>	59,75	64,25	61,75	61,25	<b>11</b>	56,75	62,75	55,25	55,00	<b>11</b>	56,00	59,00	59,00	59,25
<b>12</b>	53,50	57,25	55,00		<b>12</b>	55,25	60,50	59,75		<b>12</b>	57,25	63,25	56,75	58,00	<b>12</b>	56,75	60,50	62,50	65,25
<b>13</b>	48,50	56,00	54,50	50,75	<b>13</b>	56,00	59,00	59,00	59,25	<b>13</b>	58,50	60,75	55,75		<b>13</b>	52,25	54,50	59,50	60,25
<b>14</b>	53,50	57,25	57,75	58,75	<b>14</b>	56,75	60,50	62,50	65,25						<b>14</b>	58,75	65,50	61,25	65,00
<b>15</b>	57,25	63,25	56,75	58,00	<b>15</b>	54,75	64,50	61,25						<b>15</b>	54,75	64,50	61,25	61,25	
<b>16</b>	58,50	60,75	55,75		<b>16</b>	47,00	55,00	57,75	61,25					<b>16</b>	54,50	62,00	55,75	57,75	
					<b>17</b>	57,25	61,25	58,25						<b>17</b>	57,25	61,25	58,25		
					<b>18</b>	53,00	59,25	58,50	59,25					<b>18</b>	53,00	59,50	56,25		
					<b>19</b>	59,00	64,25	65,50	68,50					<b>19</b>	58,75	63,75	64,75	68,50	
					<b>20</b>	57,50	61,50	62,75	63,50					<b>20</b>	60,50	69,50	69,75		
					<b>21</b>	44,50	49,50	47,25	46,75					<b>21</b>	57,25	63,00	61,00		
					<b>22</b>	53,75	56,50	52,50						<b>22</b>	59,00	64,25	65,50	68,50	
					<b>23</b>	51,25	52,50	53,50						<b>23</b>	51,50	58,25	58,00		
														<b>24</b>	51,25	52,50	53,50		

**Tabelle A7 Variable Overbite.** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den vier Untersuchungsgruppen retrognath sagittal, prognath sagittal, retrognath vertikal und prognath vertikal zu den vier Untersuchungszeitpunkten T1, T2, T3 und T4.

Prob.	retrognath sagittal				Prob.	prognath sagittal				Prob.	retrognath vertikal				Prob.	prognath vertikal			
	T1 (n=16)	T2 (n=16)	T3 (n=16)	T4 (n=9)		T1 (n=23)	T2 (n=23)	T3 (n=23)	T4 (n=17)		T1 (n=13)	T2 (n=13)	T3 (n=13)	T4 (n=8)		T1 (n=24)	T2 (n=24)	T3 (n=24)	T4 (n=15)
1	4,00	1,25	1,50	0,50	1	5,00	0,00	1,00	2,75	1	2,50	0,00	1,00	1	5,75	-2,50	2,50	3,00	
2	2,50	0,00	1,00	1,00	2	3,25	-0,50	1,50	3,50	2	4,75	0,00	1,00	2,25	2	4,00	1,00	3,50	4,00
3	5,25	0,00	-0,25	2,00	3	5,75	-2,50	2,50	3,00	3	5,25	0,00	-0,25	2,00	3	5,50	0,00	2,50	4,00
4	5,00	-0,25	2,00	2,00	4	4,75	-2,50	3,50	4,00	4	5,00	-0,25	2,00	2,00	4	6,00	0,00	2,25	3,25
5	1,00	-1,00	1,50	1,50	5	5,50	0,00	2,50	4,00	5	1,00	-1,00	1,50	1,50	5	6,75	-2,75	2,00	3,25
6	4,75	-1,50	1,50	0,75	6	2,50	-0,75	1,50	3,25	6	0,50	-1,00	0,00	1,50	6	2,50	-0,75	1,50	3,25
7	5,00	-1,50	1,25	0,75	7	5,50	3,25	4,25	5,00	7	2,00	0,00	0,50	0,50	7	4,50	-0,50	2,25	2,25
8	2,00	0,00	0,50	5,50	8	5,50	-0,50	0,50	2,50	8	1,50	0,00	0,25	0,25	8	5,50	3,25	4,25	5,00
9	5,50	1,00	3,50	5,50	9	3,00	-0,50	1,75	2,50	9	2,25	0,00	1,25	1,25	9	2,50	-1,50	2,00	4,00
10	1,50	0,00	0,25	1,50	10	4,50	0,00	3,25	4,00	10	1,00	-3,00	1,50	1,00	10	4,50	0,00	3,25	4,00
11	4,25	-1,25	0,50	5,00	11	6,50	-2,00	1,00	2,50	11	5,50	-2,50	2,25	4,75	11	3,25	-0,50	1,00	1,50
12	5,00	-0,25	2,50	5,00	12	4,25	0,00	2,00	3,00	12	2,75	-1,75	1,50	0,50	12	4,25	2,50	3,50	3,00
13	6,50	-2,50	1,25	5,00	13	3,25	-0,50	1,00	1,50	13	4,25	-0,50	0,50	0,50	13	6,25	1,75	2,25	2,25
14	5,00	-0,25	1,00	1,50	14	4,25	2,50	3,50	3,00					14	6,25	1,50	1,00	2,75	
15	2,75	-1,75	1,50	0,50	15	4,50	-1,50	1,50	0,25					15	4,50	-1,50	1,50	2,50	
16	4,25	-0,50	0,50		16	4,25	-2,00	0,00	0,25					16	5,50	-2,00	2,00	2,50	
					17	6,75	0,00	1,50	0,50					17	6,75	0,00	1,50	3,00	
					18	6,25	-0,50	1,75	0,50					18	7,00	-1,00	2,25	3,00	
					19	6,25	-0,50	3,50	3,75					19	4,50	0,00	1,50	3,00	
					20	5,25	1,50	2,50	3,00					20	4,25	-1,00	1,00	3,75	
					21	4,50	0,00	1,75	1,50					21	4,50	-3,25	1,50	3,75	
					22	4,25	1,50	2,00	2,75					22	6,25	-0,50	3,50	3,75	
					23	0,50	0,00	2,75						23	9,25	0,00	1,75		
														24	0,50	0,00	2,75		

**Tabelle A8 Variable ss-N-sm.** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den vier Untersuchungsgruppen retrognath sagittal, prognath sagittal, retrognath vertikal und prognath vertikal zu den vier Untersuchungszeitpunkten T1, T2, T3 und T4.

Prob.	retrognath sagittal				prognath sagittal				retrognath vertikal				prognath vertikal				
	T1 (n=16)	T2 (n=16)	T3 (n=16)	T4 (n=9)	T1 (n=23)	T2 (n=23)	T3 (n=23)	T4 (n=17)	T1 (n=13)	T2 (n=13)	T3 (n=13)	T4 (n=8)	T1 (n=24)	T2 (n=24)	T3 (n=24)	T4 (n=15)	
<b>1</b>	4,00	1,50	2,00	2,25	8,25	4,50	5,75	6,00	<b>1</b>	5,00	4,00	3,75	4,50	7,00	5,75	6,00	5,75
<b>2</b>	5,00	4,00	3,75	4,50	4,50	4,00	3,25	3,75	<b>2</b>	4,50	5,25	4,00	4,00	3,50	2,00	1,50	1,75
<b>3</b>	3,25	2,25	1,25	2,25	7,00	5,75	6,00	5,75	<b>3</b>	3,25	2,25	1,25	2,25	1,75	2,50	2,25	1,50
<b>4</b>	4,00	2,00	0,50	2,25	3,00	1,50	2,25	1,50	<b>4</b>	4,00	2,00	0,50	2,25	4,00	1,50	2,00	1,50
<b>5</b>	3,25	1,25	1,25	2,25	1,75	2,50	2,25	1,50	<b>5</b>	3,25	1,25	1,25	1,25	4,50	1,75	2,00	1,50
<b>6</b>	1,25	-2,00	-1,75	-1,00	2,50	2,00	2,00	2,00	<b>6</b>	11,00	8,00	8,00	7,00	2,50	2,00	2,00	2,00
<b>7</b>	2,00	0,25	0,25	0,25	7,00	4,50	5,00	5,75	<b>7</b>	5,25	4,50	5,50	7,00	2,75	1,75	1,00	0,50
<b>8</b>	5,25	4,50	5,50	4,75	6,25	7,00	7,00	6,00	<b>8</b>	1,25	1,25	1,25	7,25	7,00	4,50	5,00	5,75
<b>9</b>	5,25	4,75	4,75	4,75	5,75	4,75	4,25	4,50	<b>9</b>	8,00	6,50	7,50	7,25	-1,50	-1,50	-1,00	3,00
<b>10</b>	1,25	1,25	1,25	-0,50	5,25	3,25	4,75	3,00	<b>10</b>	9,50	6,75	8,75	8,00	5,25	3,25	4,75	3,00
<b>11</b>	1,50	-1,75	-0,75	3,50	7,50	5,25	6,00	5,75	<b>11</b>	6,00	3,50	6,00	5,50	4,00	3,00	4,00	4,00
<b>12</b>	4,25	4,25	3,50	1,25	4,75	4,25	4,25	4,00	<b>12</b>	4,25	1,25	2,25	1,50	8,00	5,25	5,50	6,00
<b>13</b>	1,75	-0,25	1,00	1,25	4,00	3,00	4,00	4,00	<b>13</b>	4,25	2,50	3,25	3,25	4,50	3,00	2,25	0,75
<b>14</b>	2,50	1,50	1,75	1,00	8,00	5,25	5,50	6,00		4,00	1,25	3,50	3,00	4,00	1,25	3,50	3,00
<b>15</b>	4,25	1,25	2,25	1,50	1,00	-3,50	-2,75	0,50		1,00	-3,50	-2,75	3,00	1,00	-3,50	-2,75	3,00
<b>16</b>	4,25	2,50	3,25	3,25	6,00	2,00	1,25	0,50		5,50	2,00	3,50	3,00	5,50	2,00	3,50	3,00
					6,25	3,25	4,25	4,00		6,25	3,25	4,25	4,25	6,25	3,25	4,25	4,25
					6,75	4,00	4,25	4,00		3,00	1,75	2,25	2,25	3,00	1,75	2,25	2,25
					3,00	2,00	1,25	1,00		4,75	3,50	1,50	3,00	4,75	3,50	1,50	3,00
					5,00	3,50	2,25	2,25		6,50	2,75	4,25	4,25	6,50	2,75	4,25	4,25
					4,50	3,50	3,75	4,50		4,50	2,00	5,75	5,75	4,50	2,00	5,75	1,00
					2,50	1,00	0,25	0,25		3,00	2,00	1,25	1,25	3,00	2,00	1,25	1,00
					6,50	3,75	4,25	4,25		6,25	4,00	4,75	4,25	6,25	4,00	4,75	4,25

**Tabelle A9 Variable N-ss-pg.** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den vier Untersuchungsgruppen retrognath sagittal, prognath sagittal, retrognath vertikal und prognath vertikal zu den vier Untersuchungszeitpunkten T1, T2, T3 und T4.

Prob.	retrognath sagittal				Prob.	prognath sagittal				Prob.	retrognath vertikal				Prob.	prognath vertikal			
	T1 (n=16)	T2 (n=16)	T3 (n=16)	T4 (n=9)		T1 (n=23)	T2 (n=23)	T3 (n=23)	T4 (n=17)		T1 (n=13)	T2 (n=13)	T3 (n=13)	T4 (n=8)		T1 (n=24)	T2 (n=24)	T3 (n=24)	T4 (n=15)
1	174,00	177,00	177,75	177,50	1	164,50	171,00	169,00	169,00	1	167,00	173,50	173,25	172,75	1	167,25	169,75	169,00	170,00
2	167,00	173,50	173,25	172,75	2	177,25	178,75	179,75	178,50	2	172,25	170,25	173,50	173,50	2	180,25	182,75	183,25	183,50
3	178,00	180,25	182,00		3	167,25	169,75	169,00	170,00	3	178,00	180,25	182,00		3	176,75	176,00	177,25	179,00
4	175,00	178,50	183,00	179,75	4	177,50	180,00	178,50		4	175,00	178,50	183,00	179,75	4	174,50	178,75	178,00	
5	174,25	178,75	178,75		5	176,75	176,00	177,25	179,00	5	174,25	178,75	178,75		5	178,25	183,50	182,75	184,75
6	182,00	187,75	187,00		6	182,25	181,25	181,50	181,50	6	160,75	165,50	165,00	166,75	6	182,25	181,25	181,50	181,50
7	179,50	182,00	182,00	184,50	7	174,25	177,25	176,00	174,50	7	175,75	176,25	164,00		7	178,00	181,25	182,25	183,75
8	175,75	176,25	174,00		8	167,75	168,50	168,00	170,00	8	176,25	176,00	175,50		8	174,25	177,25	176,00	174,50
9	170,75	173,00	172,50	173,50	9	171,00	173,75	174,25	174,00	9	163,75	166,00	165,25	164,25	9	189,50	190,50	189,00	
10	176,25	176,00	175,50		10	174,50	178,75	176,00	180,75	10	158,00	163,00	159,50	161,25	10	174,50	178,75	176,00	180,75
11	180,00	188,00	186,25	186,50	11	167,00	172,50	171,00	170,75	11	167,50	172,00	167,25	168,50	11	178,75	181,25	180,25	179,50
12	173,50	173,75	175,50		12	174,50	174,25	174,75		12	177,25	184,00	180,50	182,75	12	162,50	167,25	167,25	167,75
13	181,00	184,00	182,00	181,50	13	178,75	181,25	180,25	179,50	13	174,75	177,25	176,50		13	174,25	176,75	179,50	182,75
14	176,25	178,25	179,25	181,00	14	162,50	167,25	167,25	167,75						14	179,00	183,75	180,25	180,75
15	177,25	184,00	180,50	182,75	15	185,00	191,75	191,50						15	185,00	191,75	191,50		
16	174,75	177,25	176,50		16	165,75	176,00	177,00	178,25					16	173,00	179,00	177,25	178,75	
					17	171,00	175,75	174,25						17	171,00	175,75	174,25		
					18	168,75	174,25	172,75	173,00					18	179,50	182,25	180,75		
					19	175,00	177,50	178,00	178,50					19	172,25	174,25	175,50	177,75	
					20	172,00	176,00	178,25	178,25					20	167,50	176,00	171,50		
					21	173,50	176,50	175,75	173,50					21	170,25	176,75	169,75		
					22	177,00	181,00	182,75						22	175,00	177,50	178,00	178,50	
					23	172,25	177,75	176,75						23	169,75	174,75	172,50		
														24	172,25	177,75	176,75		

**Tabelle A10 Variable Nw-Sn-Pg.** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den vier Untersuchungsgruppen retrognath sagittal, prognath sagittal, retrognath vertikal und prognath vertikal zu den vier Untersuchungszeitpunkten T1, T2, T3 und T4.

Prob.	retrognath sagittal				prognath sagittal				retrognath vertikal				prognath vertikal			
	T1 (n=16)	T2 (n=16)	T3 (n=16)	T4 (n=9)	T1 (n=23)	T2 (n=23)	T3 (n=23)	T4 (n=17)	T1 (n=13)	T2 (n=13)	T3 (n=13)	T4 (n=8)	T1 (n=24)	T2 (n=24)	T3 (n=24)	T4 (n=15)
<b>1</b>	158,25	161,50	158,75	158,50	154,75	158,00	155,25	154,75	159,25	160,00	162,50	162,00	150,75	153,75	148,75	148,25
<b>2</b>	159,25	160,00	162,50	162,00	161,00	162,00	161,25	160,75	152,25	152,00	151,25	152,50	166,75	167,00	167,50	169,75
<b>3</b>	154,75	160,75	161,75		150,75	153,75	148,75	148,25	154,75	160,75	161,75		165,75	166,75	166,00	167,50
<b>4</b>	158,75	159,25	159,25	158,75	159,75	165,50	161,50		158,75	159,25	159,25	158,75	165,25	168,25	168,00	
<b>5</b>	160,00	160,75	157,25		165,75	166,75	166,00	167,50	160,00	160,75	157,25		158,00	167,00	162,00	165,00
<b>6</b>	170,75	174,75	171,75		164,00	164,25	169,00	172,00	151,50	153,25	154,00	156,00	164,00	164,25	169,00	172,00
<b>7</b>	162,00	165,00	168,00	167,75	156,00	159,75	161,00	161,00	152,00	157,75	154,25		165,75	170,50	168,50	170,25
<b>8</b>	152,00	157,75	154,25		151,50	154,25	154,50	154,25	163,25	166,00	163,50	150,50	156,00	159,75	161,00	161,00
<b>9</b>	157,75	162,00	161,50	166,50	162,50	170,00	163,50	164,00	153,75	156,50	154,75	153,50	172,50	175,50	170,00	
<b>10</b>	163,25	166,00	163,50		159,25	161,25	158,00	162,75	152,75	156,50	150,00	154,25	159,25	161,25	158,00	162,75
<b>11</b>	158,00	162,25	164,00	157,50	151,50	158,25	154,75	154,50	148,25	159,00	154,50	159,50	162,25	162,50	165,75	161,75
<b>12</b>	162,50	163,00	165,50		154,50	157,75	157,50		155,25	161,50	158,25		150,25	151,25	148,00	148,75
<b>13</b>	156,00	160,25	156,25	155,00	162,25	162,50	165,75	161,75	153,25	157,75	154,25		158,25	161,50	162,50	166,50
<b>14</b>	159,00	164,75	166,25	166,25	150,25	151,25	148,00	148,75					153,00	160,50	156,25	157,50
<b>15</b>	155,25	161,50	158,25	159,50	165,00	169,75	168,50						165,00	169,75	168,50	
<b>16</b>	153,25	157,75	154,25		162,75	169,75	168,75	171,50					156,00	164,00	159,00	161,00
<b>17</b>					155,00	159,75	156,00						155,00	159,75	156,00	
<b>18</b>					158,75	166,00	163,00	160,00					157,00	162,50	159,75	
<b>19</b>					154,50	156,25	158,25	157,75					154,50	157,00	154,25	158,00
<b>20</b>					159,00	160,75	162,75	163,25					159,00	163,50	161,25	
<b>21</b>					162,00	161,75	161,75	160,25					161,00	160,00	155,00	
<b>22</b>					165,25	167,25	168,50						154,50	156,25	158,25	157,75
<b>23</b>					161,75	163,75	165,00						152,00	160,75	153,50	
<b>24</b>													161,75	163,75	165,00	

**Tabelle A11 Variable Nw-No-Pg.** Individuelle Messwerte (Mittelwerte zweier Messungen) aller Probanden in den vier Untersuchungsgruppen retrognath sagittal, prognath sagittal, retrognath vertikal und prognath vertikal zu den vier Untersuchungszeitpunkten T1, T2, T3 und T4.

Prob.	retrognath sagittal				Prob.	prognath sagittal				Prob.	retrognath vertikal				Prob.	prognath vertikal			
	T1 (n=16)	T2 (n=16)	T3 (n=16)	T4 (n=9)		T1 (n=23)	T2 (n=23)	T3 (n=23)	T4 (n=17)		T1 (n=13)	T2 (n=13)	T3 (n=13)	T4 (n=8)		T1 (n=24)	T2 (n=24)	T3 (n=24)	T4 (n=15)
<b>1</b>	134,00	137,25	132,50	131,00	<b>1</b>	127,50	129,50	126,25	125,25	<b>1</b>	128,50	129,00	135,25	133,75	<b>1</b>	122,75	122,75	118,50	117,00
<b>2</b>	128,50	129,00	135,25	133,75	<b>2</b>	130,50	131,50	130,75	131,00	<b>2</b>	123,75	125,25	124,00	123,75	<b>2</b>	137,50	138,50	139,00	141,25
<b>3</b>	126,25	130,00	130,00		<b>3</b>	122,75	122,75	118,50	117,00	<b>3</b>	126,25	130,00	130,00		<b>3</b>	128,50	133,25	128,25	129,25
<b>4</b>	133,25	133,00	132,00	133,75	<b>4</b>	130,00	132,50	130,75		<b>4</b>	133,25	133,00	132,00	133,75	<b>4</b>	132,75	136,00	135,50	
<b>5</b>	128,75	129,50	128,75		<b>5</b>	128,50	133,25	128,25	129,25	<b>5</b>	128,75	129,50	128,75		<b>5</b>	123,50	130,25	127,00	127,25
<b>6</b>	138,50	142,00	138,25		<b>6</b>	126,25	126,50	133,25	134,75	<b>6</b>	125,50	125,50	125,25	125,00	<b>6</b>	126,25	126,50	133,25	134,75
<b>7</b>	136,25	140,25	140,75	140,00	<b>7</b>	130,25	132,25	134,00	133,50	<b>7</b>	128,00	133,50	130,25		<b>7</b>	132,50	135,25	134,50	133,50
<b>8</b>	128,00	133,50	130,25		<b>8</b>	125,00	126,00	127,00	129,25	<b>8</b>	140,00	139,75	137,75		<b>8</b>	130,25	132,25	134,50	133,50
<b>9</b>	135,75	138,50	137,00	137,50	<b>9</b>	130,00	135,75	132,25	129,75	<b>9</b>	133,00	134,50	132,75	128,50	<b>9</b>	139,00	139,00	134,50	
<b>10</b>	140,00	139,75	137,75		<b>10</b>	133,25	133,00	132,00	134,50	<b>10</b>	132,50	133,25	127,25	128,50	<b>10</b>	133,25	133,00	132,00	134,50
<b>11</b>	132,75	134,75	138,25	130,25	<b>11</b>	126,75	131,75	127,00	127,25	<b>11</b>	126,75	133,25	129,25	129,25	<b>11</b>	131,75	133,00	135,00	130,75
<b>12</b>	130,00	130,75	130,25		<b>12</b>	126,00	126,50	128,25		<b>12</b>	129,75	134,25	132,25	131,75	<b>12</b>	125,25	125,50	122,25	120,25
<b>13</b>	126,25	130,00	125,75	123,75	<b>13</b>	131,75	133,00	135,00	130,75	<b>13</b>	124,75	125,75	124,00		<b>13</b>	131,75	133,75	133,00	134,50
<b>14</b>	128,50	132,25	132,75	134,00	<b>14</b>	125,25	125,50	122,25	120,25						<b>14</b>	126,00	132,25	128,00	129,75
<b>15</b>	129,75	134,25	132,25	131,75	<b>15</b>	136,00	139,50	138,25							<b>15</b>	136,00	139,50	138,25	
<b>16</b>	124,75	125,75	124,00		<b>16</b>	134,75	138,75	137,00	139,00						<b>16</b>	127,75	131,25	129,50	128,25
					<b>17</b>	123,50	127,75	125,50							<b>17</b>	123,50	127,75	125,50	
					<b>18</b>	131,25	135,75	132,25	128,25						<b>18</b>	126,75	131,50	128,50	
					<b>19</b>	123,00	124,00	124,00	122,75						<b>19</b>	128,25	129,50	126,25	125,50
					<b>20</b>	126,00	128,00	128,50	128,50						<b>20</b>	130,00	133,00	128,75	
					<b>21</b>	128,50	127,75	130,00	128,25						<b>21</b>	134,50	133,50	127,75	
					<b>22</b>	139,00	139,50	142,50							<b>22</b>	123,00	124,00	124,00	122,75
					<b>23</b>	129,50	129,75	129,50							<b>23</b>	129,50	134,00	126,50	
															<b>24</b>	129,50	129,75	129,50	

## **DANKSAGUNG**

Ich möchte mich ganz herzlich bei Prof. Dr. Pancherz für die freundliche Überlassung des Themas und die unermüdliche und exzellente Betreuung bei der Anfertigung dieser Arbeit bedanken.

Weiterhin gilt mein Dank Prof. Dr. Ruf (Universität Bern), Prof. Dr. Rudzki (Universität München), sowie den Mitarbeitern der Poliklinik für Kieferorthopädie am Klinikum der Justus-Liebig-Universität Gießen, welche mir bei der Anfertigung dieser Arbeit hilfreich zur Seite standen.

Ganz herzlich bedanken möchte ich mich auch bei meinen Eltern, welche mir das Studium ermöglicht und mich stets in jeder erdenklichen Weise unterstützt haben.

## **LEBENS LAUF**

### **Niko Christian Bock**

02. April 1978      geboren als Kind der Eheleute Friedel Bock und Ulla Katariina Bock, geb. Markkola in Lahn-Gießen
- 1984-1988          Besuch der Käthe-Kollwitz-Schule, Gießen
- 1988-1994          Besuch der Friedrich-Ebert-Schule, Gießen
- 1994-1997          Besuch der Herderschule, Gießen
- Juni 1997           Erlangung der Allgemeinen Hochschulreife
- 1997-1998          Zivildienst am Klinikum der Justus-Liebig-Universität, Gießen
- 1998-2004          Studium der Zahnmedizin an der Justus-Liebig-Universität, Gießen
- September 2003      Famulatur in der Abteilung für Kieferorthopädie, Prince Philip Dental Hospital, University of Hong Kong, China
- Juli 2004            Staatsexamen