

Überlagerung von Fernröntgenseitenbildern des Kopfes mittels der Okzipitalbasis und der Schädelbasis zur Beurteilung kieferorthopädischer Behandlungsergebnisse

Eine kephalometrische Langzeituntersuchung

Inauguraldissertation

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

vorgelegt von Simintiridis, Konstantinos
aus Serres - Hellas

Gießen 2003

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

Gutachter: Prof. Dr. H. Pancherz

Gutachter: Prof. Dr. P. Schopf

Tag der Disputation: 03.02.2004

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

*Meiner Familie
gewidmet*

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung	1
2. Ziel der Untersuchung	5
3. Probanden	6
4. Methode	7
4.1 Referenzkreuz	7
4.2 Messpunkte	8
4.3 Superponierungsmethoden	9
4.4 Bestimmung der Reproduzierbarkeit der Okzipitalbasis- und der Schädelbasissuperponierungsmethode	13
4.5 Messvariablen	13
4.6 Bestimmung der Behandlungsergebnisse bei Verwendung der Okzipitalbasis- und Schädelbasissuperponierungsmethode	15
4.7 Messvariablen der SO-Analyse	15
4.8 Statistische Methoden	17
5 Ergebnisse	19
5.1 Reproduzierbarkeit	20
5.2 Behandlungsergebnisse	22
5.2.1 Overjet - Veränderungen	22

5.2.2	Molarenrelation - Veränderungen	30
5.2.3	Maxilla - Veränderungen	35
5.2.4	Mandibula - Veränderungen	40
5.2.5	Oberkiefer Schneidezahn - Veränderungen	45
5.2.6	Unterkiefer Schneidezahn - Veränderungen	50
5.2.7	Erster Oberkiefer Molar - Veränderungen	55
5.2.8	Erster Unterkiefer Molar - Veränderungen	60
6.	Diskussion	65
6.1	Material	65
6.2	Methode	65
6.3	Ergebnisse	66
6.3.1	Reproduzierbarkeit	66
6.3.2	Ausgewertete Behandlungsergebnisse	69
6.3.3	Abschließende Überlegungen	76
7.	Schlussfolgerung	77
8.	Zusammenfassung	78
9.	Summary	80
10.	Literaturverzeichnis	82
11.	Anhang	95

1. EINLEITUNG

Mit der Entdeckung der Röntgenstrahlung durch Wilhelm Röntgen im Jahre 1895 war es möglich, skelettale Strukturen in vivo optisch darzustellen. Die ersten Röntgenaufnahmen des Schädels in der Norma lateralis dienten ausschließlich anthropologischen Studien. Später, mit der Entwicklung einer standardisierten Aufnahmemethode (Hofrath in Deutschland³⁹ und Broadbent in den USA,¹² gleichzeitig und unabhängig voneinander), die ein spezielles Stativ, den so genannten Kephaloostat, für eine genormte Positionierung des Kopfes verwendete, konnten wachstums- und therapeutisch bedingte skelettale und dentoalveoläre Veränderungen erfasst werden. Dafür werden zwei Auswertungsverfahren verwendet.

1. Messungen an Einzelbildern

Bei dieser Methode werden Winkel oder Distanzen gleichermaßen auf den Fernröntgenseitenbildern des Kopfes (FRS) einer Serie jedes Probanden registriert.

2. Superponierung von Röntgenbildern

Bei diesem Verfahren werden zwei oder mehrere in zeitlichem Abstand erstellte FRS eines Probanden überlagert. Dazu müssen die Aufnahmen nach einer gemeinsamen Bezugsebene ausgerichtet werden. Diese Bezugsebene soll während des Untersuchungszeitraumes stabil und wachstumsunabhängig bleiben. In der Literatur werden zahlreiche Superponierungsmethoden beschrieben. Die Wichtigsten zur Feststellung skelettaler und dentaler Veränderungen, werden unter Zuordnung der Verfasser erläutert:

Broadbent^{12,13} konstruierte an jedem FRS eine Senkrechte ausgehend vom Punkt Sella zu der Nasion-Bolton (N-Bo) Ebene und nannte die Mitte dieser Linie R-Punkt. Danach wurden beide FRS auf dem R-Punkt mit den beiden N-Bo Ebenen parallel zueinander überlagert.

McDowell⁵² benutzte die äußeren Konturen der Schädelkalotte als Überlagerungsstrukturen und die Punkte Lambda, Bregma und Bolton zur Kontrolle der Rotation dieser Konturen.

Brodie^{15,16} und Steiner⁷⁶ verwendeten zur Superponierung der FRS die Nasion-Sella (N-S) Linie.

Bei der Methode von de Coster^{21,22} werden die FRS auf der "Sella turcica-ethmoidale-frontale" Linie (gebildet aus dem anterioren Segment der Sella turcica, dem oberen Rand des Keilbeinkörpers, der Sutura sphenothmoidalis, dem Umriss der Lamina et Foramina cribrosa und den Konturen der frontoethmoidalen Knochenränder, dem Foramen caecum und schließlich der inneren Kontur des Os frontale bis zur Crista frontalis) überlagert.

Bei der Methode von Ricketts^{69,70} werden fünf verschiedene Überlagerungsebenen verwendet, je nachdem welche Veränderungen gemessen werden sollen:

- Zur Beurteilung der Lage des Unterkiefers werden die FRS auf der Nasion-Basion (N-Ba) Linie im Punkt CC (Punkt, wo sich die Pterygoid-Gnathion Linie und die N-Ba Linie treffen) überlagert.
- Zur Beurteilung der Lage des Oberkiefers werden die FRS auf der N-Ba Linie im Punkt Nasion überlagert.
- Zur Beurteilung reiner dentoalveolärer Veränderungen innerhalb des Oberkiefers werden die Bilder über den Oberkiefer im Punkt ANS (Anterior Nasal Spine) überlagert.
- Zur Beurteilung reiner dentoalveolärer Veränderungen innerhalb des Unterkiefers werden die Bilder auf der Korpusachse des Unterkiefers (Linie durch den Punkt Xi und den Punkt Pm) im Punkt Pm überlagert.
- Zur Beurteilung von Veränderungen der Weichteile werden die Aufnahmen über die "Ästhetische Ebene" (Tangente an Nasenspitze und Weichteilkinn) am Schnittpunkt mit der Okklusionsebene

(Verbindungsline zwischen den Okklusalfächen der Molaren und einem Punkt, der den Overbite halbiert) überlagert.

Fränkel³⁰ verwendete zur Überlagerung der FRS den Schnittpunkt der ventrokaudalen Fläche der Pars basilaris des Os Occipitale mit der anterioren Kontur der Okzipitalkondylen und die Crista occipitalis interna bis zur Protuberantia occipitalis interna.

Björk¹¹ benutzte zur Superponierung der FRS anatomische Knochenstrukturen im Bereich der vorderen Schädelbasis (Vorderwand der Sella turcica, Vorderwand der medianen cranialen Fossa und Umriss der Lamina cribiformis).

Bei der Methode von Johnston⁴⁵ werden drei verschiedene Überlagerungsebenen bei der Auswertung der FRS verwendet:

- die Kraniale Ebene, bei der die von Björk und Skieller¹¹ beschriebenen Strukturen in der vorderen Schädelbasis übernommen werden,
- die Maxilläre Ebene, wo die anterioren Konturen des Processus zygomaticus und die Konturen des posterioren Segmentes des harten Gaumens zur Anwendung kommen und
- die Mandibuläre Ebene, bei der die Unterkiefergrundebene (Linie durch den Punkt Me und den am weitesten kaudal gelegenen Punkt des Corpus mandibulae im Bereich des Kieferwinkels) und die innere Kontur der Unterkiefersymphyse verwendet werden.

In einer Studie von Houston und Lee⁴¹ wurden 4 verschiedene Methoden der Superponierung von FRS miteinander verglichen: (1) direkte Überlagerung über anatomische Strukturen, (2) Überlagerung mit Hilfe des Adams Blink Comparator Gerätes,⁴⁶ (3) Überlagerung mit Hilfe der Subtraktionsmethode,^{50,54,55} (4) Überlagerung über die S-N Linie. Die Validität und Reliabilität aller Methoden erwies sich ähnlich groß. Wegen ihrer

Einfachheit bei der praktischen Anwendung lag der Vorteil dennoch bei der direkten Überlagerung über anatomische Strukturen.

Björk,⁷ stark beeinflusst von dem alten anthropologischen Kanon, dass das Wachstum der Schädelbasis, ausgehend vom Punkt Sella, strahlenförmig verläuft,^{23,81} suchte in der Region der vorderen Schädelbasis nach Anhaltspunkten, die diese Theorie bekräftigen würden.

Auch wenn die vordere Schädelbasis die meist bekannte und verbreitete Referenzebene für die Superponierung von FRS darstellt,⁴⁴ wird bei vielen anderen Auswertungsverfahren die Region um das Os occipitale verwendet.^{12,13,69,70} Und das, weil diese Region sehr früh, zwischen den dritten und vierten Lebensjahr, verknöchert.³⁴ Das erkannte auch Fränkel relativ früh und stellte, basierend auf die Vorarbeit von Müller,⁶² 1969 das Okzipital Referenzsystem vor.³⁰ Björk⁷ dagegen lehnte jede Überlagerungslinie, die vom Nasion zu einem weit dorsal gelegenen Punkt (Basion, Bolton-Punkt oder Opisthion) verlief, strikt ab.

2. ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war der Vergleich zweier Fernröntgenseitenbilder-Überlagerungsmethoden bei der Analyse des Mechanismus der Klasse II Korrektur (SO-Analyse nach Pancherz⁶⁵) in der Herbst-Behandlung. Die Überlagerung der FRS erfolgte teils mit Hilfe der Knochenstrukturen der okzipitalen Schädelbasis (Okzipitalbasismethode) und teils mit Hilfe der Knochenstrukturen der vorderen Schädelbasis (Schädelbasismethode).

Die Untersuchung sollte im einzelnen folgende Fragen beantworten:

- Wie gut ist die Reproduzierbarkeit der beiden Überlagerungsmethoden?
- Wie unterscheiden sich kurzzeitig und langfristig die ausgewerteten Behandlungsergebnisse bei Verwendung der zwei Überlagerungsmethoden?
- Welche der beiden Überlagerungsmethoden ist zu bevorzugen?

3. PROBANDEN

Das ursprüngliche Probandengut bestand aus 118 konsekutiven Klasse II/1 Dysgnathien, die mit der Herbst-Apparatur behandelt worden waren. Bei allen Patienten konnte nach der Behandlung eine neutrale Verzahnung und ein normaler Overjet (horizontaler Überbiss) erreicht werden. Von den 118 Patienten wurden 30 Jungen im Alter von durchschnittlich 12 Jahren und 10 Monaten ausgewählt, bei welchen ein Nachuntersuchungszeitraum von 4-6 Jahren vorlag und vollständige Röntgenunterlagen zu drei definierten Zeitpunkten (siehe unten) existierten. Nach der Herbst Behandlung fand bei keinem der Probanden eine weitere aktive Behandlung statt. 19 Probanden wurden für 1-2 Jahre retiniert (Oberkiefer-Platte, Aktivator, Cuspidretainer). 11 Probanden hatten keine Retention.

Untersuchungszeitpunkte

T ₁	Vor der Herbst Behandlung
T ₂	Nach durchschnittlich 7,5 monatige Herbst Behandlung
T ₃	Durchschnittlich 5 Jahre nach der Herbst Behandlung

4. METHODE

Die Röntgenbilder der Probanden wurden alle nach standardisierter Aufnahmetechnik in habitueller Okklusion angefertigt. Der Fokus-Film Abstand betrug 1,55 Meter. Der Zentralstrahl verlief rechtwinklig zur Filmebene durch den Foramen acusticum externum. Der durchschnittliche Vergrößerungsgrad von 7% wurde bei der Auswertung der Aufnahmen nicht berücksichtigt. Alle Bilder wurden unter Verwendung von Acetat-Tracing-Folie, Lichtkasten und Druckbleistift (0,3 Millimeter) im abgedunkelten Raum durchgezeichnet.

4.1 Referenzkreuz

Die drei Röntgenbilder jedes Patienten wurden anhand von zwei Superponierungstechniken (Okzipitalbasis- und Schädelbasismethode) ausgewertet.

Zur Vermessung der Lage skelettaler und dentaler Referenzpunkte sowie ihrer Veränderungen während und nach der Herbst Behandlung wurde ein **Referenzkreuz** verwendet. Das Kreuz wurde anfangs auf dem Bild T₁ gezeichnet und bildete sich aus den Linien OL und OLp:

OL Okklusallinie

Linie durch die Schneidekante der oberen mittleren Schneidezähne und die Spitze des mesiobukkalen Höckers des oberen ersten Molaren

OLp Senkrechte zur Okklusallinie. Diese Linie wurde für die beiden Superponierungsmethoden unterschiedlich definiert:

- Bei der **Okzipitalbasismethode** verlief die OLp durch den Punkt Okzipitalis **Oc** (Schnittpunkt zwischen der ventrokaudalen Fläche der

Pars basilaris des Os occipitalis und der am weitesten anterior gelegenen Kontur der Okzipitalkondylen)

- Bei der **Schädelbasismethode** verlief die OLp durch den Punkt Sella s (Mittelpunkt der Sella Turcica)

4.2 Messpunkte

Acht Messpunkte wurden als feste Messpunkte mit einem schwarzen permanenten Filzschreiber (0,3 Millimeter) auf alle drei Bilder (T₁, T₂, T₃) eines Probanden in einer Sitzung eingezeichnet. Wo sich doppelte Konturen erkennen ließen, wurde gemittelt:

ss	tiefste Einziehung der anterioren Kontur des Alveolarfortsatzes der Maxilla
pg	Pogonion, der am weitesten nach anterior vorspringende Punkt des knöchernen Kinns
is	Inzisalpunkt des am weitesten anterior gelegenen Oberkiefer Schneidezahnes
ii	Inzisalpunkt des am weitesten anterior gelegenen Unterkiefer Schneidezahnes
ms	Mesialer Kontaktpunkt des ersten Oberkiefer Molaren
mi	Mesialer Kontaktpunkt des ersten Unterkiefer Molaren

4.3 Superponierungsmethoden

Die Superponierung der Röntgenbilder (T_2 , T_3) einer Serie erfolgte über das Bild von vor der Herbst Behandlung (T_1).

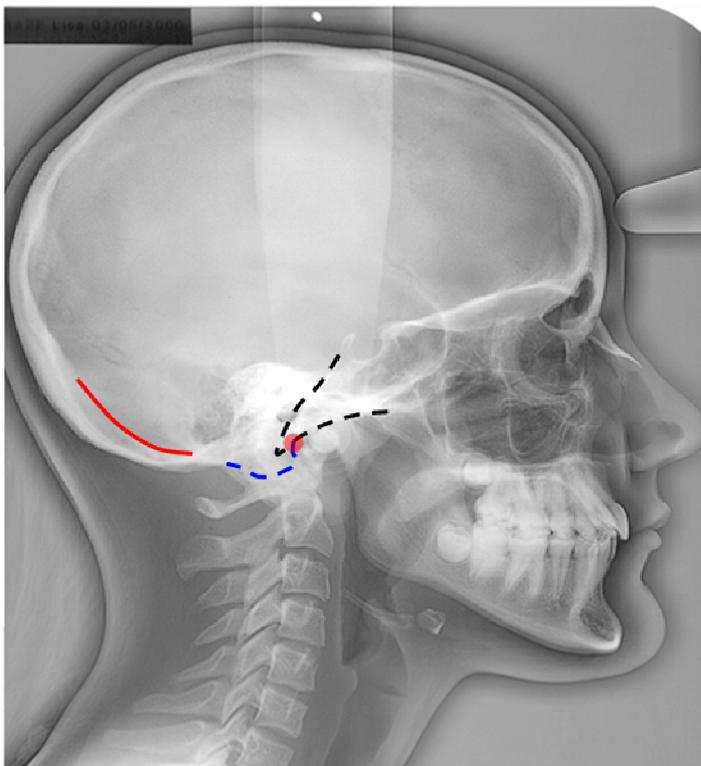
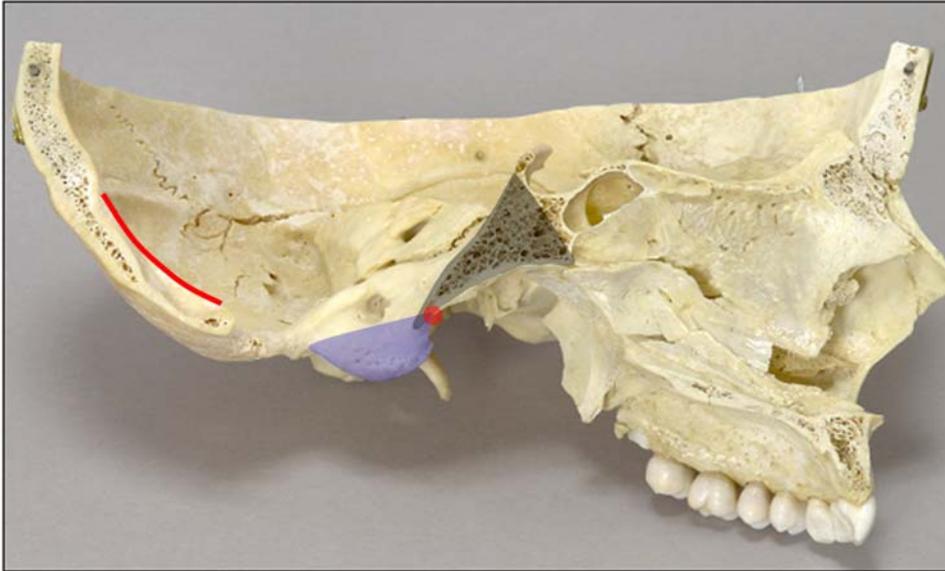
Bei der **Okzipitalbasismethode** wurden die knöchernen Strukturen der Okzipitalbasis³⁰ bei der Überlagerung der FRS verwendet (Abb. 1):

In der sagittalen Ebene

- Punkt Okzipitalis (Oc): Schnittpunkt zwischen der ventrokaudale Fläche der Pars basilaris des Os occipitalis und der am weitesten anterior gelegenen Kontur der Okzipitalkondylen
- Einwölbung, die sich durch das Einstrahlen der Okzipitalkondylen in die ventrokaudale Fläche der Pars basilaris des Os Occipitale ergibt

In der vertikalen Ebene

- Crista occipitalis interna bis zur Protuberantia occipitalis interna
- Unregelmäßigkeiten in der inneren Kontur des Os Occipitale hinter dem Foramen Magnum



- Clivus
- Okzipitalkondylen
- Crista occipitalis interna
- Punkt Okzipitalis

Abb. 1: Strukturen die bei der Okzipitalbasismethode zur Überlagerung der FRS verwendet wurden. Der Clivus und die Okzipitalkondylen (schwarz und blau markierter Bereich) und ihre Konturen (gestrichelte Linien) werden ausschließlich zur Ermittlung des Punktes Okzipitalis angewendet und nicht zur Überlagerung der FRS.

Bei der **Schädelbasismethode** wurden die knöchernen Strukturen der vorderen Schädelbasis¹¹ bei der Überlagerung der FRS verwendet (Abb. 2):

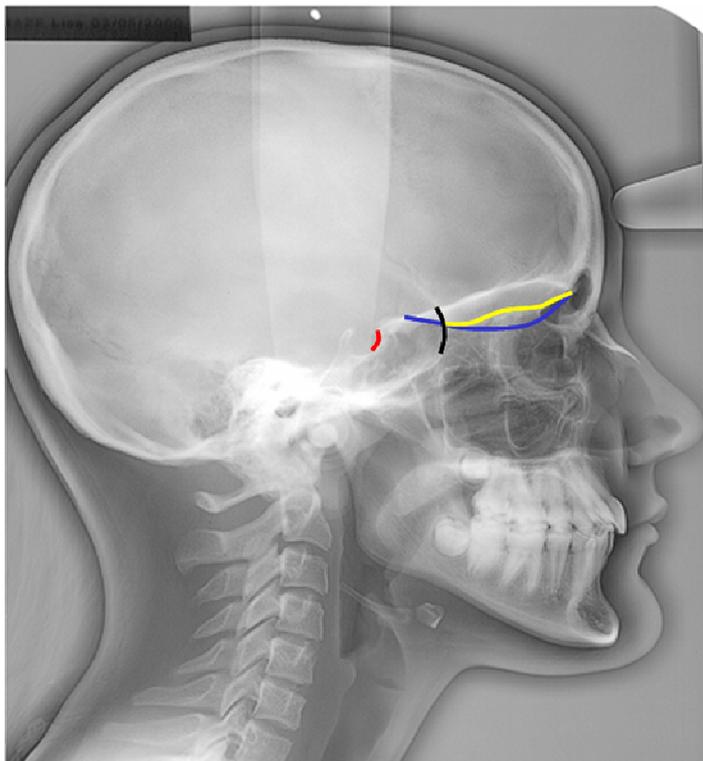
In der sagittalen Ebene

- Vorderwand der Sella turcica
- Vorderwand der medianen cranialen Fossa

In der vertikalen Ebene

- Umriss der Lamina cribriformis
- Konturen des frontoethmoidalen Knochenrandes

Nach Superponierung der Röntgenbilder wurde das Kreuz OL/OLp (Seite 7) mit OLp durch Oc bzw. durch s von Bild T₁ auf die Bilder T₂ und T₃ übertragen. Für jeden genannten Messpunkt (Seite 8) wurde der rechtwinklige Abstand zur OLp ermittelt (Abb. 3, Seite 14). Alle Messungen wurden mittels Lineal mit Millimetereinteilung vorgenommen. Die Messgenauigkeit betrug 0,5mm.



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

Abb. 2: Strukturen die bei der Schädelbasismethode zur Überlagerung der FRS verwendet wurden.

4.4 Bestimmung der Reproduzierbarkeit der Okzipitalbasis- und Schädelbasissuperponierungsmethode

Die Reproduzierbarkeit der beiden Superponierungsmethoden wurde zu drei Untersuchungszeitpunkten (T_1 , T_2 , T_3) ermittelt. Die Röntgenbilder jedes Patienten wurden für jede Superponierungsmethode zweimal durchgezeichnet und ausgewertet. Der zeitliche Abstand betrug mindestens 1 Woche. Als Maß der Reproduzierbarkeit diente der kombinierte Methodenfehler (MF) resultierend aus der Einzeichnung des Referenzkreuzes, der Messung der Strecken und zusätzlich zu den Untersuchungszeitpunkten T_2 , T_3 aus der Superponierung der Röntgenbilder. Der MF wurde anhand der Formel von Dahlberg²⁰ errechnet:

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

d entspricht der Differenz der Doppelmessungen und n der Anzahl der Probanden.

4.5 Messvariablen (Abb. 3)

ss/OLp	Position der Maxilla
pg/OLp	Position der Mandibula
is/OLp	Position des am weitesten anterior gelegenen Oberkiefer Schneidezahnes
ii/OLp	Position des am weitesten anterior gelegenen Unterkiefer Schneidezahnes
ms/OLp	Position des ersten Oberkiefer Molaren
mi/OLp	Position des ersten Unterkiefer Molaren

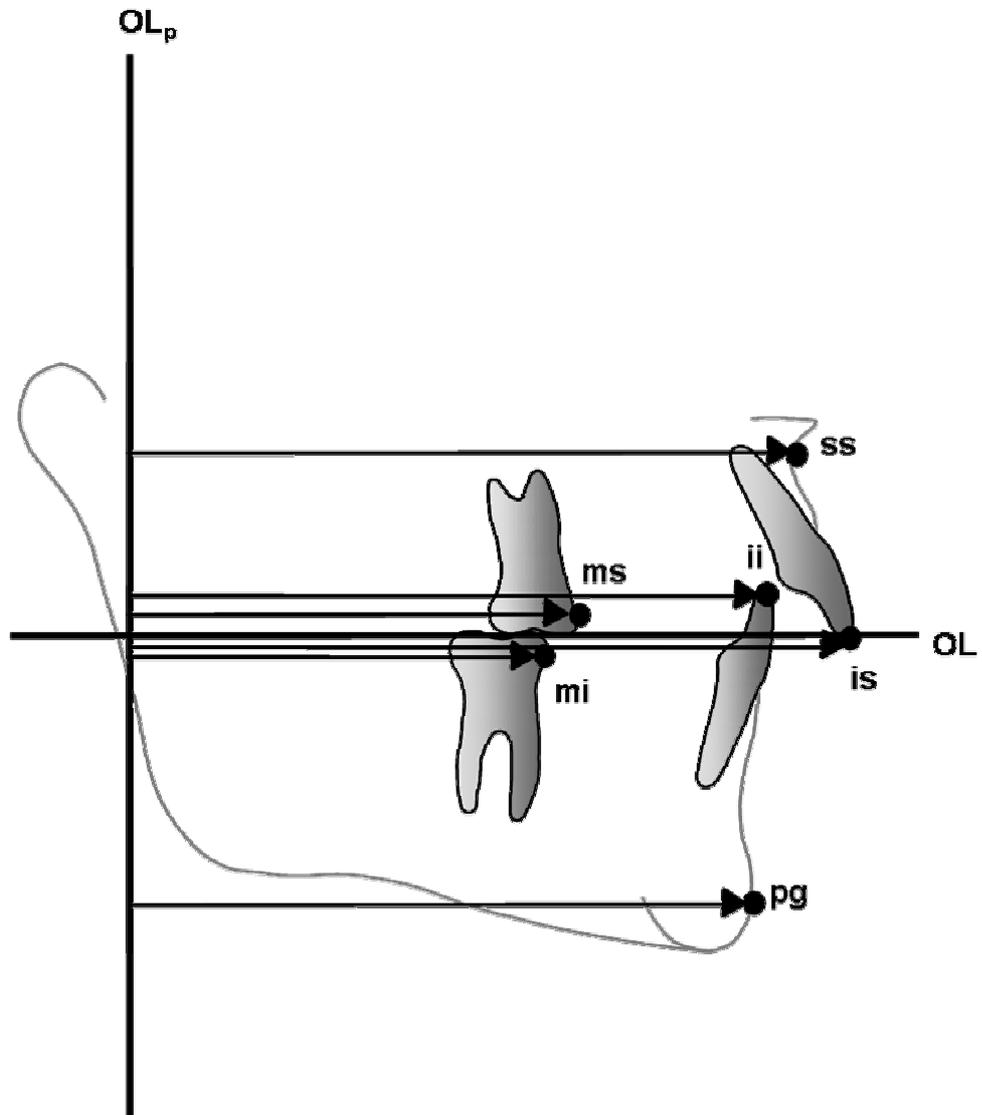


Abb. 3: Darstellung der Messvariablen zur Bestimmung der Reproduzierbarkeit der beiden Überlagerungsmethoden und zur SO-Analyse.⁶⁵

4.6 Bestimmung der Behandlungsergebnisse bei Verwendung der Okzipitalbasis- und Schädelbasissuperponierungsmethode

Für den Vergleich der zwei Superponierungsmethoden wurde für jede der o.g. Messvariablen der Mittelwert aus den zwei Messungen gebildet und als eigentlicher Messwert bei den Auswertungen verwendet. Wichen die Werte der Variablen bei den beiden Messungen mehr als 2mm voneinander ab, wurde eine dritte Messung vorgenommen und der Mittelwert aus den beiden am nächsten zusammenliegenden Messungen berechnet und als Messwert verwendet.

Die Behandlungsergebnisse der Herbst Behandlung wurden anhand der **SO-Analyse**⁶⁵ zu drei Untersuchungszeiträumen dargestellt:

$T_2 - T_1$	Behandlungszeitraum von durchschnittlich 7,5 Monaten
$T_3 - T_2$	Zeitraum von nach der Behandlung bis durchschnittlich 5 Jahre nach Behandlungsende
$T_3 - T_1$	Gesamter Untersuchungszeitraum von vor der Behandlung bis durchschnittlich 5 Jahre nach Behandlungsende

4.7 Messvariablen der SO – Analyse⁶⁵ (Abb. 3)

1. is/OLp - ii/OLp	Overjet
2. ms/OLp - mi/OLp	Molarenrelation
3. ss/OLp	Position der Maxilla
4. pg/OLp	Position der Mandibula

- | | |
|------------------|--|
| 5. is/OLp | Position des am weitesten anterior
gelegenen Oberkiefer Schneidezahnes |
| 6. ii/OLp | Position des am weitesten anterior
gelegenen Unterkiefer Schneidezahnes |
| 7. ms/OLp | Position des ersten Oberkiefer Molaren |
| 8. mi/OLp | Position des ersten Unterkiefer Molaren |

Folgende Veränderungen (d) während der obigen Zeiträume wurden ermittelt:

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1. is/OLp (d) - ii/OLp(d) | Veränderung des Overjets |
| 2. ms/OLp (d) - mi/OLp (d) | Veränderung der Molarenrelation |
| 3. ss/OLp(d) | Veränderung der Position der Maxilla |
| 4. pg/OLp (d) | Veränderung der Position der Mandibula |
| 5. is/OLp (d) | Veränderung der Position des am weitesten
anterior gelegenen Oberkiefer
Schneidezahnes |
| 6. ii/OLp (d) | Veränderung der Position des am weitesten
anterior gelegenen Unterkiefer
Schneidezahnes |
| 7. ms/OLp (d) | Veränderung der Position des ersten
Oberkiefer
Molaren |
| 8. mi/OLp (d) | Veränderung der Position des ersten
Unterkiefer Molaren |

Da die Variablen **5** bis **8** eine Kombination aus skelettalen und dentalen Veränderungen darstellen, wurden für die rein dentalen Veränderungen innerhalb der Maxilla bzw. der Mandibula folgende Kalkulationen durchgeführt (Variablen **9** bis **12**):

9. is/OLp (d) - ss/OLp (d)	Veränderungen der Position des am weitesten anterior gelegenen Oberkiefer Schneidezahnes innerhalb des Oberkiefers
10. ii/OLp (d) - pg/OLp (d)	Veränderung der Position des am weitesten anterior gelegenen Unterkiefer Schneidezahnes innerhalb des Unterkiefers
11. ms/OLp (d) - ss/OLp (d)	Veränderung der Position des ersten Oberkiefer Molaren innerhalb des Oberkiefers
12. mi/OLp (d) - pg/OLp (d)	Veränderung der Position des ersten Unterkiefer Molaren innerhalb des Unterkiefer

4.8 Statistische Methoden

Zu allen drei Untersuchungszeitpunkten T_1 , T_2 , T_3 wurde von jeder Variablen der Mittelwert (\bar{x}) und die Standardabweichung (s) berechnet.

Zur Überprüfung der Annahme, dass kein statistischer Unterschied zwischen zwei Untersuchungszeitpunkten innerhalb einer Methode oder zwischen den beiden Methoden besteht (H_0 Hypothese), wurde der Student-t-Test für abhängige Stichproben eingesetzt. Die Wahrscheinlichkeit (p-Wert) für beobachtete Unterschiede wurde auf folgende Niveaus ermittelt:

$p < 0,001$

$p < 0,01$

$p < 0,05$

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

Die klinische Signifikanz von Behandlungsveränderungen sowie von Unterschieden zwischen den Superponierungsmethoden wurde auf $\pm 1\text{mm}$ festgelegt, d.h. jede Veränderung, die innerhalb dieses Bereiches zu liegen kam, wurde als klinisch nicht-signifikant bezeichnet.

Die statistische Auswertung der gewonnenen Daten wurde mittels der Computerprogramme *Microsoft Excel XP*® und *SPSS 11.0*® durchgeführt. Die Interpretation erfolgt im deskriptiven Sinne.

5. ERGEBNISSE

Die Methodenfehler bei der Bestimmung der Untersuchungsvariablen als Maß der Reproduzierbarkeit der Okzipitalbasis- und Schädelbasis-superponierungsmethode zu den drei Untersuchungszeitpunkten sind in Tabelle 1 (Seite 21) aufgeführt.

Die Behandlungsergebnisse der beiden Superponierungsmethoden, dargestellt durch die SO-Analyse, zu den drei Untersuchungszeiträumen (T_2-T_1 : therapeutischer Zeitraum; T_3-T_2 : posttherapeutischer Zeitraum; T_3-T_1 : totaler Zeitraum) sind in den Tabellen 2 und 3 (Seite 23 und 25) aufgeführt. Die individuellen Veränderungen der einzelnen Variablen zu den drei Untersuchungszeiträumen sind in den Abbildungen 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 dargestellt.

In Tabelle 4 (Seite 27) ist der Vergleich der Okzipitalbasis- und Schädelbasismethode bezüglich der Veränderungen während der drei Untersuchungszeiträume dargestellt.

In den Abbildungen 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19 ist dieser Vergleich grafisch dargestellt.

Im Anhang (ab Seite 93) sind die individuellen Messwerte aller Probanden zu den drei Untersuchungszeitpunkten T_1 : vor der Behandlung, T_2 : nach der Behandlung und T_3 : durchschnittlich 5 Jahre nach der Behandlung aufgelistet (Tabellen A1-A12).

5.1 Reproduzierbarkeit

Zu allen Untersuchungszeitpunkten T_1 (vor der Behandlung), T_2 (nach der Behandlung) und T_3 (5 Jahre nach der Behandlung) erwies sich bei allen Variablen die Reproduzierbarkeit der Okzipitalbasismethode besser als die der Schädelbasismethode (Tab. 1).

Tabelle 1: Reproduzierbarkeit der Okzipitalbasis- und Schädelbasisuperponierungsmethode. Methodenfehler nach Doppelmessungen der Untersuchungsvariablen von 30 Klasse II/1 Dysgnathien, die mit einer Herbst-Apparatur behandelt wurden. Messungen zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten : T₁ (vor der Behandlung), T₂ (nach der Behandlung), T₃ (5 Jahre nach der Behandlung).

Variablen (mm)	T ₁		T ₂		T ₃	
	Okzipitalbasis	Schädelbasis	Okzipitalbasis	Schädelbasis	Okzipitalbasis	Schädelbasis
Maxilläre Basis	0,29	0,50	0,33	0,85	0,48	0,88
Mandibuläre Basis	0,50	0,89	0,88	1,81	1,10	2,1
Oberkiefer Schneidezahn	0,28	0,60	0,49	1,32	0,67	1,35
Unterkiefer Schneidezahn	0,25	0,61	0,51	1,22	0,60	1,23
Erster Oberkiefer Molar	0,22	0,57	0,50	1,22	0,60	1,31
Erster Unterkiefer Molar	0,31	0,66	0,56	1,31	0,70	1,42

5.2 Behandlungsergebnisse

5.2.1 Overjet - Veränderungen

Okzipitalbasismethode (Tab. 2, Abb. 4)

T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum)

Während des therapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Overjets um 8,3mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht- signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei allen Probanden eine Verkleinerung des Overjets zu finden (Abb. 4; Seite 28).

T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum)

Während des posttherapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Overjets um 3,5mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht- signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 21 (70%) Probanden eine Vergrößerung und bei einem (3%) Proband eine Verkleinerung des Overjets zu finden. Bei 8 (27%) Probanden blieb der Overjet unverändert (Abb. 4; Seite 28).

T₃-T₁ (totaler Zeitraum)

Während des totalen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Overjets um 4,8mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 28 (93%) Probanden eine Verkleinerung des Overjets zu finden. Bei 2 (7%) Probanden blieb der Overjet unverändert (Abb. 4; Seite 28).

Tabelle 2: Okzipitalbasissuperponierungsmethode. Veränderung der Untersuchungsvariablen bei 30 männlichen Klasse II/1 Dysgnathien, die mit einer Herbst-Apparatur behandelt wurden. Messungen zu den unterschiedlichen Untersuchungszeiträumen: T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum), T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum), T₃-T₁ (totaler Zeitraum).

Variablen (mm)	T ₂ - T ₁			T ₃ - T ₂			T ₃ - T ₁					
	\bar{x}	s	t	p-Wert	\bar{x}	s	t	p-Wert	\bar{x}	s	t	p-Wert
1. Overjet												
is/OLp (d) - ii/OLp (d)	-8,3	3,83	11,90	< 0,001	+3,5	3,27	5,85	< 0,001	-4,8	2,58	10,21	< 0,001
2. Molarenrelation												
ms/OLp (d) - mi/OLp (d)	-6,7	2,15	16,97	< 0,001	+1,9	2,07	5,06	< 0,001	-4,8	1,84	14,18	< 0,001
<i>Skelettal</i>												
3. Maxilla												
ss/OLp (d)	+0,3	1,13	1,50	ns	+5,0	2,64	10,45	< 0,001	+5,3	3,05	9,61	< 0,001
4. Mandibula												
pg/OLp (d)	+3,0	2,17	7,62	< 0,001	+8,6	4,38	10,80	< 0,001	+11,6	3,88	16,44	< 0,001
<i>Dental - Schneidezähne</i>												
9. Oberkiefer Schneidezahn												
is/OLp (d) - ss/OLp (d)	-2,8	3,03	5,07	< 0,001	+1,8	2,95	3,26	< 0,01	-1,0	2,08	2,76	< 0,01
10. Unterkiefer Schneidezahn												
ii/OLp (d) - pg/OLp (d)	+2,8	1,50	10,23	< 0,001	-5,3	2,40	12,19	< 0,001	-2,5	2,00	6,98	< 0,001
<i>Dental - Molaren</i>												
11. Erster Oberkiefer Molar												
ms/OLp (d) - ss/OLp (d)	-2,2	1,44	8,48	< 0,001	+3,6	2,55	7,87	< 0,001	+1,4	2,09	3,76	< 0,001
12. Erster Unterkiefer Molar												
mi/OLp (d) - pg/OLp (d)	+1,7	1,58	6,00	< 0,001	-1,8	2,41	4,20	< 0,001	-0,1	1,92	0,33	ns

Minus (-) bedeutet:

- Verkleinerung des Overjets
- Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse I
- Bewegung der skelettalen und dentalen Komponenten nach posterior

Plus (+) bedeutet:

- Vergrößerung des Overjets
- Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse II
- Bewegung der skelettalen und dentalen Komponenten nach anterior

Schädelbasismethode (Tab. 3, Abb. 4)

T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum)

Während des therapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Overjets um 8,0mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei allen Probanden eine Verkleinerung des Overjets zu finden (Abb. 4; Seite 28).

T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum)

Während des posttherapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer Vergrößerung des Overjets um 3,2mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 22 (73%) Probanden eine Vergrößerung und bei 2 (7%) Probanden eine Verkleinerung des Overjets zu finden. Bei 6 (20%) Probanden blieb der Overjet unverändert (Abb. 4; Seite 28).

T₃-T₁ (totaler Zeitraum)

Während des totalen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer Verkleinerung des Overjets um 4,8mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 28 (93%) Probanden eine Verkleinerung des Overjets zu finden. Bei 2 (7%) Probanden blieb der Overjet unverändert (Abb. 4; Seite 28).

Tabelle 3: Schädelbasissuperponierungsmethode. Veränderung der Untersuchungsvariablen bei 30 männlichen Klasse II/1 Dysgnathien, die mit einer Herbst-Apparatur behandelt wurden. Messungen zu den unterschiedlichen Untersuchungszeiträumen: T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum), T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum), T₃-T₁ (totaler Zeitraum).

Variablen	T ₂ - T ₁			T ₃ - T ₂			T ₃ - T ₁						
	\bar{x}	s	t	p-Wert	\bar{x}	s	t	p-Wert	\bar{x}	s	t	p-Wert	
1. Overjet	is/OLp (d) - ii/OLp (d)	-8,0	3,72	11,88	< 0,001	+3,2	3,18	5,57	< 0,001	-4,8	2,47	10,72	< 0,001
2. Molarenrelation	ms/OLp (d) - mi/OLp (d)	-6,7	2,18	16,80	< 0,001	+2,0	2,07	5,26	< 0,001	-4,7	1,93	13,29	< 0,001
<i>Skelettal</i>													
3. Maxilla	ss/OLp (d)	+0,2	1,08	1,18	ns	+4,2	2,19	10,41	< 0,001	+4,4	2,56	9,42	< 0,001
4. Mandibula	pg/OLp (d)	+3,2	2,19	8,15	< 0,001	+6,2	3,43	9,88	< 0,001	+9,4	3,69	14,02	< 0,001
<i>Dental - Schneidezähne</i>													
9. Oberkiefer Schneidezahn	is/OLp (d) - ss/OLp (d)	-2,6	2,91	4,95	< 0,001	+1,0	2,97	1,85	ns	-1,6	2,21	4,05	< 0,001
10. Unterkiefer Schneidezahn	ii/OLp (d) - pg/OLp (d)	+2,4	1,37	9,61	< 0,001	-4,2	2,46	9,49	< 0,001	-1,8	2,20	4,60	< 0,001
<i>Dental - Molaren</i>													
11. Erster Oberkiefer Molar	ms/OLp (d) - ss/OLp (d)	-2,2	1,40	8,46	< 0,001	+3,1	2,55	6,65	< 0,001	+0,9	1,89	2,70	< 0,05
12. Erster Unterkiefer Molar	mi/OLp (d) - pg/OLp (d)	+1,5	1,69	4,80	< 0,001	-0,9	2,44	2,04	ns	+0,6	2,32	1,36	ns

Minus (-) bedeutet:

- Verkleinerung des Overjets
- Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse I
- Bewegung der skelettalen und dentalen Komponenten nach posterior

Plus (+) bedeutet:

- Vergrößerung des Overjets
- Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse II
- Bewegung der skelettalen und dentalen Komponenten nach anterior

Vergleich der Okzipitalbasis- und Schädelbasissuperponierungsmethode (Tab. 4, Abb. 5)

T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum)

Während des therapeutischen Zeitraumes zeigte die Okzipitalbasismethode durchschnittlich eine stärkere Verkleinerung des Overjets (0,3mm; $p < 0,01$) als die Schädelbasismethode. Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Differenzen ($\pm 1\text{mm}$) war der Unterschied allerdings klinisch irrelevant (Abb. 5; Seite 29).

T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum)

Während des posttherapeutischen Zeitraumes zeigte die Okzipitalbasismethode durchschnittlich eine größere Zunahme des Overjets (0,3mm; $p < 0,001$) als die Schädelbasismethode. Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Differenzen ($\pm 1\text{mm}$) war der Unterschied allerdings klinisch irrelevant (Abb. 5; Seite 29).

T₃-T₁ (totaler Zeitraum)

Während des totalen Zeitraumes war die durchschnittliche Verkleinerung des Overjets bei beiden Superponierungsmethoden gleich groß (Abb. 5; Seite 29).

Tabelle 4: Vergleich der Okzipitalbasis- und der Schädelbasissuperponierungsmethode Veränderungen der Untersuchungsvariablen bei 30 männlichen Klasse II/1 Dysgnathien, die mit einer Herbst-Apparatur behandelt wurden. Messungen zu den unterschiedlichen Untersuchungszeiträumen: T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum), T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum), T₃-T₁ (totaler Zeitraum).

Variablen	T ₂ - T ₁			T ₃ - T ₂			T ₃ - T ₁						
	\bar{x}	s	t	p-Wert	\bar{x}	s	t	p-Wert	\bar{x}	s	t	p-Wert	
1. Overjet													
	is/OLp (d) - ii/OLp (d)	-0,3	0,47	2,89	< 0,01	+0,3	0,40	3,66	< 0,001	0	0,49	0,19	ns
2. Molarenrelation	ms/OLp (d) - mi/OLp (d)	0	0,35	0,00	ns	-0,1	0,44	0,82	ns	-0,1	0,39	0,93	ns
<i>Skelettal</i>													
3. Maxilla	ss/OLp (d)	+0,1	0,89	0,46	ns	+0,8	1,33	3,56	< 0,01	+0,9	1,47	3,50	< 0,01
4. Mandibula	pg/OLp (d)	-0,2	1,89	0,70	ns	+2,4	3,30	4,06	< 0,001	+2,2	3,30	3,65	< 0,01
<i>Dental - Schneidezähne</i>													
9. Oberkiefer Schneidezahn	is/OLp (d) - ss/OLp (d)	-0,2	0,63	1,52	ns	+0,8	1,07	3,90	< 0,001	+0,6	1,06	3,02	< 0,01
10. Unterkiefer Schneidezahn	ii/OLp (d) - pg/OLp (d)	+0,4	0,94	2,29	< 0,05	-1,1	1,57	3,78	< 0,001	-0,7	1,67	2,27	< 0,05
<i>Dental - Molaren</i>													
11. Erster Oberkiefer Molar	ms/OLp (d) - ss/OLp (d)	0	0,66	0,56	ns	+0,5	1,02	3,03	< 0,01	+0,5	1,09	2,50	< 0,05
12. Erster Unterkiefer Molar	mi/OLp (d) - pg/OLp (d)	+0,2	0,89	1,53	ns	-0,9	1,28	4,04	< 0,001	-0,7	1,40	2,72	< 0,05

Minus (-) bedeutet:

- Overjet: eine stärkere Verkleinerung bei der Okzipitalbasismethode
- Molarenrelation (T₃-T₂): eine größere Veränderung in Richtung Klasse II bei der Schädelbasismethode (T₃-T₁): eine größere Veränderung in Richtung Klasse I bei der Okzipitalbasismethode
- Mandibula: eine größere anteriore Bewegung bei der Schädelbasismethode
- Oberkiefer Schneidezahn: eine größere posteriore Bewegung bei der Okzipitalbasismethode
- Unterkiefer Schneidezahn: eine größere posteriore Bewegung bei der Okzipitalbasismethode
- Erster Unterkiefer Molar (T₃-T₂): eine größere posteriore Bewegung bei der Okzipitalbasismethode (T₃-T₁): eine größere anteriore Bewegung bei der Schädelbasismethode

Plus (+) bedeutet:

- Overjet: eine stärkere Vergrößerung bei der Okzipitalbasismethode
- Maxilla: eine größere anteriore Bewegung bei der Okzipitalbasismethode
- Mandibula: eine größere anteriore Bewegung bei der Okzipitalbasismethode
- Oberkiefer Schneidezahn (T₃-T₂): eine größere anteriore Bewegung bei der Okzipitalbasismethode (T₃-T₁): eine größere posteriore Bewegung bei der Schädelbasismethode
- Unterkiefer Schneidezahn: eine größere anteriore Bewegung bei der Okzipitalbasismethode
- Erster Oberkiefer Molar: eine größere anteriore Bewegung bei der Okzipitalbasismethode
- Erster Unterkiefer Molar: eine größere anteriore Bewegung bei der Okzipitalbasismethode

Ergebnisse

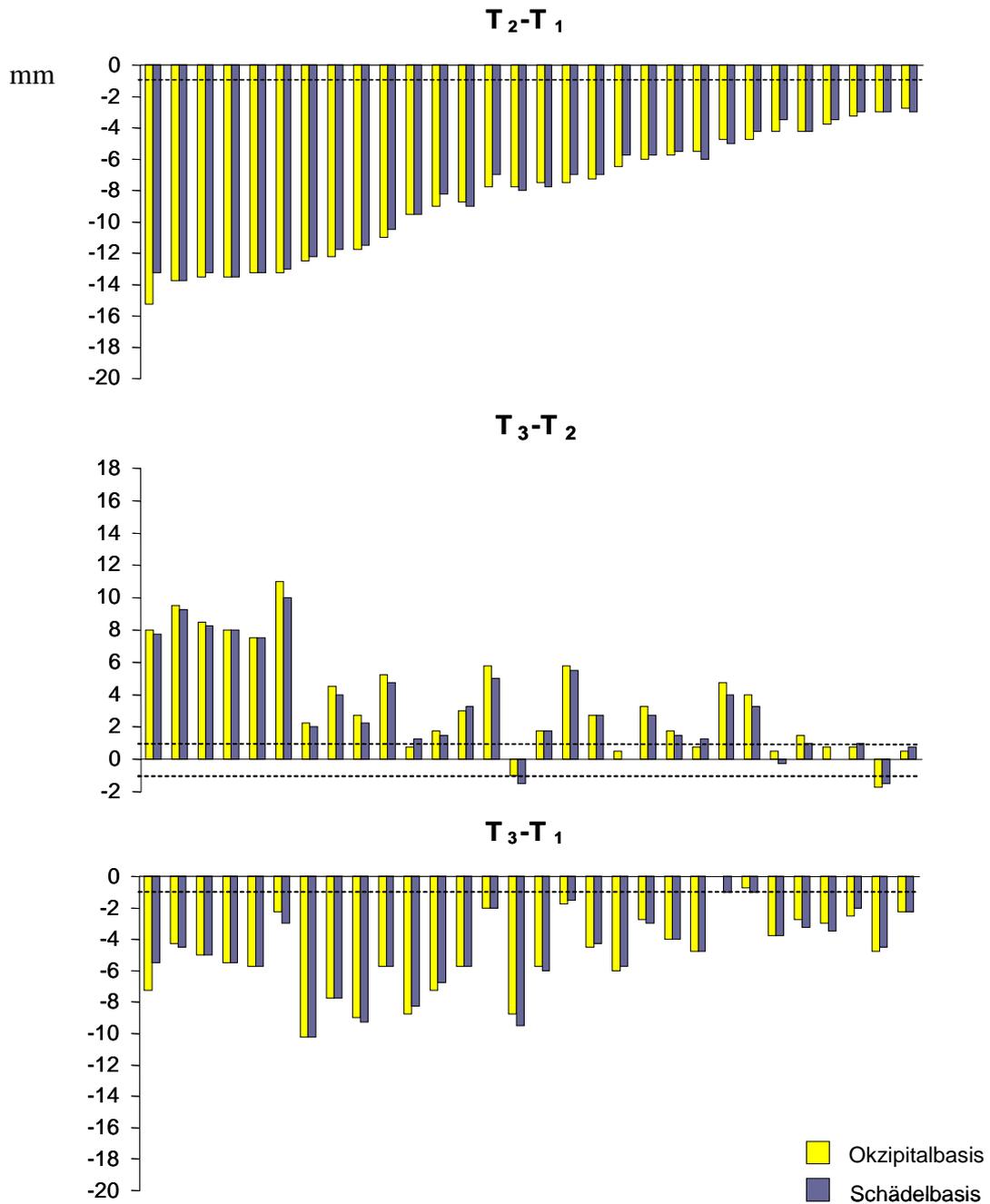


Abb. 4: Okzipitalbasis- und Schädelbasissuperponierungsmethode. Individuelle Veränderungen des **Overjets** bei 30 männlichen Klasse II/1 Dysgnathien, die mit einer Herbst-Apparatur behandelt wurden. Untersuchung der Zeiträume: T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum), T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum), T₃-T₁ (totaler Zeitraum). Aufsteigende Sortierung der Probanden nach den gemessenen Werten der Okzipitalbasismethode im therapeutischen (T₂-T₁) Zeitraum.

Positive Werte bedeuten eine Vergrößerung des Overjets.

Negative Werte bedeuten eine Verkleinerung des Overjets.

Die ± 1 mm Bezugslinien grenzen den Bereich der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ab.

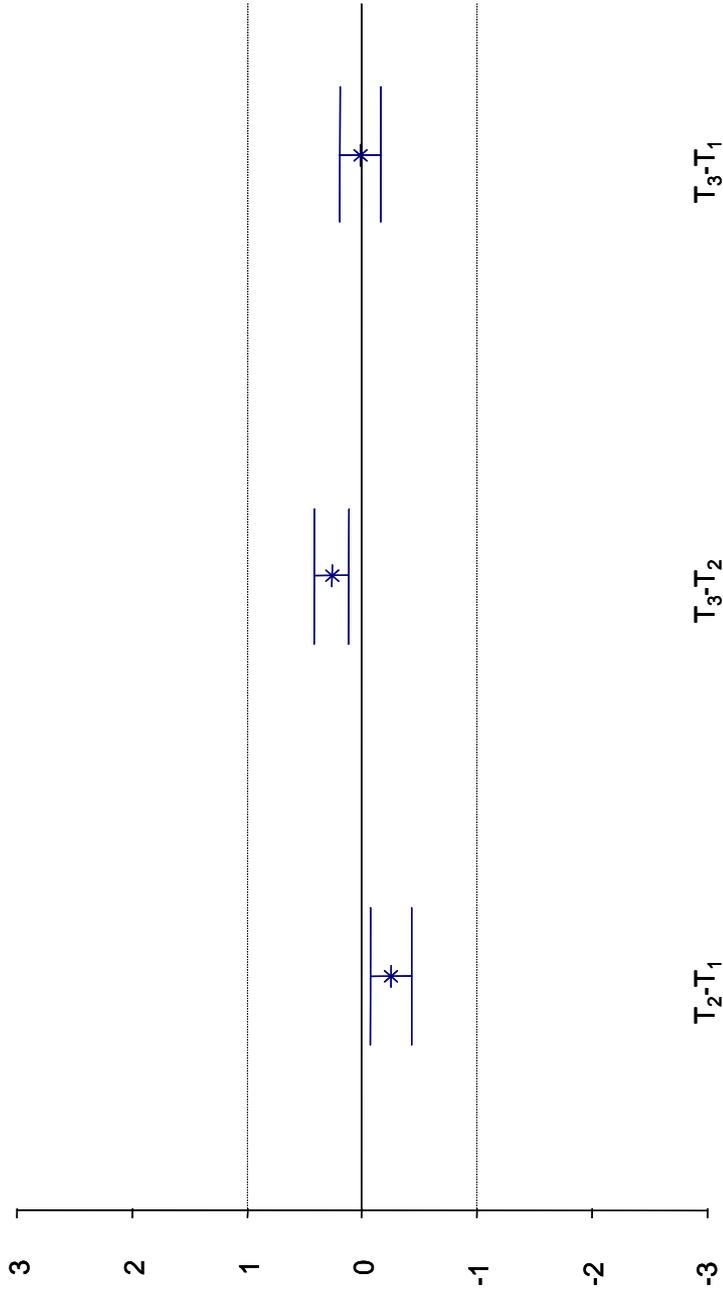


Abb. 5: Mittelwert und Konfidenzintervall (95%) der Differenz zwischen der mit der Okzipitalbasis- und der mit der Schädelbasissuperponierungsmethode gemessenen Veränderung des **Overjets** bei 30 männlichen Klasse II/1 Dysgnathien, die mit einer Herbst-Apparatur behandelt wurden. Untersuchung der Zeiträume: T_2-T_1 (therapeutischer Zeitraum), T_3-T_2 (posttherapeutischer Zeitraum), T_3-T_1 (totaler Zeitraum). Die ± 1 mm Bezugslinien grenzen den Bereich der klinisch nicht-signifikanten Differenzen ab.

Erläuterungen zum Diagramm

- T_2-T_1 : Eine stärkere Verkleinerung des Overjets bei der Okzipitalbasismethode.
- T_3-T_2 : Eine stärkere Vergrößerung des Overjets bei der Okzipitalbasismethode.
- T_3-T_1 : Kein Unterschied zwischen den beiden Methoden.

5.2.2 Molarenrelation - Veränderungen

Okzipitalbasismethode (Tab. 2, Abb. 6)

T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum)

Während des therapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse I um 6,7mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei allen Probanden eine Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse I zu finden (Abb. 6; Seite 33).

T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum)

Während des posttherapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse II um 1,9mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 19 (63%) Probanden eine Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse II und bei 2 (7%) Probanden eine Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse I zu finden. Bei 9 (30%) Probanden blieb die Molarenrelation unverändert (Abb. 6; Seite 33).

T₃-T₁ (totaler Zeitraum)

Während des totalen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse I um 4,8mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 29 (97%) Probanden eine Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse I zu finden. Bei einem (3%) Proband blieb die Molarenrelation unverändert (Abb. 6; Seite 33).

Schädelbasismethode (Tab. 3, Abb. 6)

T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum)

Während des therapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse I um 6,7mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei allen Probanden eine Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse I zu finden (Abb. 6; Seite 33).

T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum)

Während des posttherapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse II um 2mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 20 (67%) Probanden eine Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse II und bei 2 (7%) Probanden eine Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse I zu finden. Bei 8 (26%) Probanden blieb die Molarenrelation unverändert (Abb. 6; Seite 33).

T₃-T₁ (totaler Zeitraum)

Während des totalen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse I um 4,7mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 29 (97%) Probanden eine Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse I zu finden. Bei einem (3%) Proband blieb die Molarenrelation unverändert (Abb. 6; Seite 33).

Vergleich der Okzipitalbasis- und Schädelbasissuperponierungsmethode (Tab. 4, Abb. 7)

T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum)

Während des therapeutischen Zeitraumes war die durchschnittliche Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse I bei beiden Superponierungsmethoden gleich groß (Abb. 7; Seite 34).

T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum)

Während des posttherapeutischen Zeitraumes kam es bei der Schädelbasismethode im Durchschnitt zu einer unbedeutend größeren Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse II (0,1mm; ns) als bei der Okzipitalbasismethode (Abb. 7; Seite 34).

T₃-T₁ (totaler Zeitraum)

Während des totalen Zeitraumes kam es bei der Okzipitalbasismethode im Durchschnitt zu einer unbedeutend größeren Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse I (0,1mm; ns) als bei der Schädelbasismethode (Abb. 7; Seite 34).

Ergebnisse

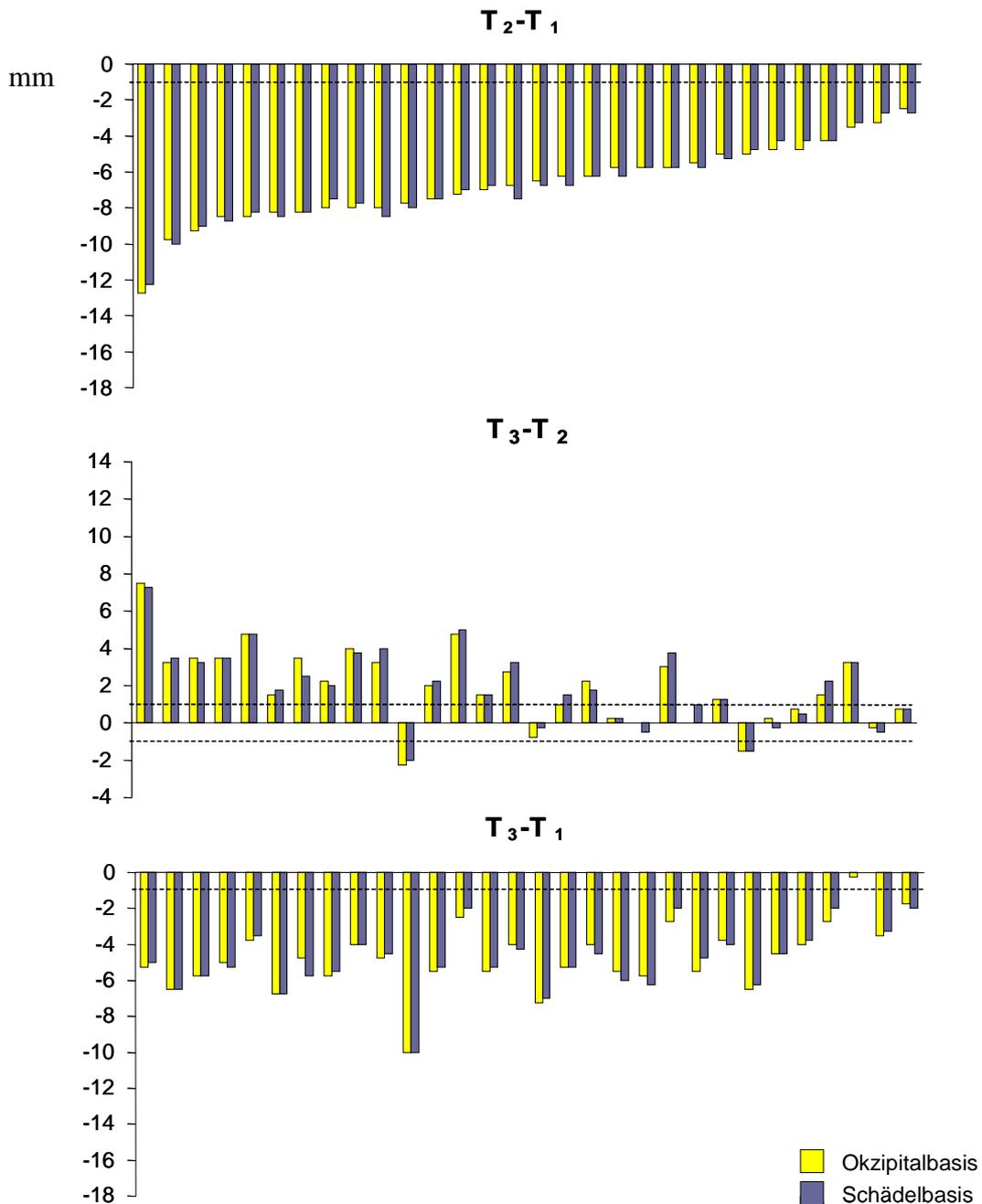


Abb. 6: Okzipitalbasis- und Schädelbasissuperponierungsmethode. Individuelle Veränderungen der **Molarenrelation** bei 30 männlichen Klasse II/1 Dysgnathien, die mit einer Herbst-Apparatur behandelt wurden. Untersuchung der Zeiträume: T_2-T_1 (therapeutischer Zeitraum), T_3-T_2 (posttherapeutischer Zeitraum), T_3-T_1 (totaler Zeitraum). Aufsteigende Sortierung der Probanden nach den gemessenen Werten der Okzipitalbasismethode im therapeutischen (T_2-T_1) Zeitraum.

Positive Werte bedeuten eine Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse II. **Negative** Werte bedeuten eine Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse I.

Die ± 1 mm Bezugslinien grenzen den Bereich der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ab.

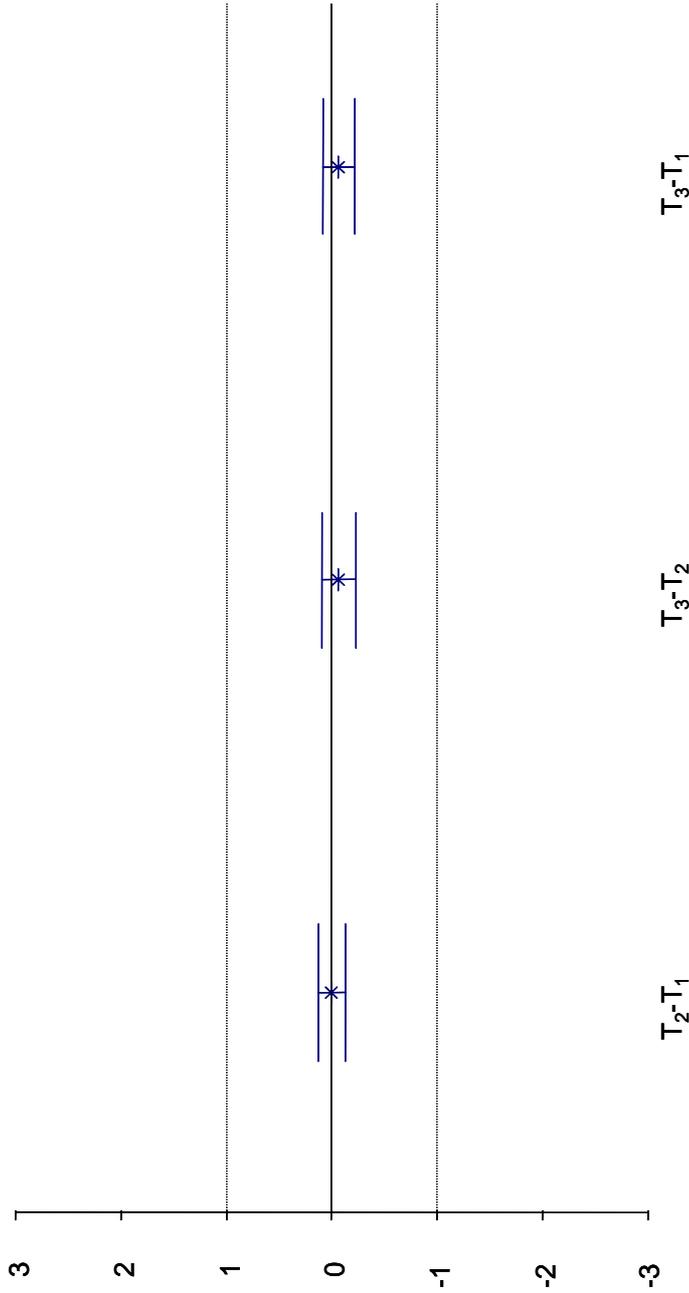


Abb. 7: Mittelwert und Konfidenzintervall (95%) der Differenz zwischen der mit der Okzipitalbasis- und der mit der Schädelbasissuperponierungsmethode gemessenen Veränderung der **Molarenrelation** bei 30 männlichen Klasse II/1 Dysgnathien, die mit einer Herbst-Apparatur behandelt wurden. Untersuchung der Zeiträume: T_2-T_1 (therapeutischer Zeitraum), T_3-T_2 (posttherapeutischer Zeitraum), T_3-T_1 (totaler Zeitraum). Die \pm 1mm Bezugslinien grenzen den Bereich der klinisch nicht-signifikanten Differenzen ab.

Erläuterungen zum Diagramm

- T_2-T_1 : Kein Unterschied zwischen den beiden Methoden.
- T_3-T_2 : Eine unbedeutend grössere Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse II bei der Schädelbasismethode.
- T_3-T_1 : Eine unbedeutend grössere Veränderung der Molarenrelation in Richtung Klasse I bei der Okzipitalbasismethode.

5.2.3 Maxilla - Veränderungen

Okzipitalbasismethode (Tab. 2, Abb. 8)

T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum)

Während des therapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer unbedeutenden anterioren Bewegung der Maxilla (0,3mm; ns) (Abb. 8; Seite 38).

T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum)

Während des posttherapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer anterioren Bewegung der Maxilla um 5mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 29 (97%) Probanden eine anteriore Bewegung der Maxilla zu finden. Bei einem (3%) Proband blieb die Position der Maxilla unverändert (Abb. 8; Seite 38).

T₃-T₁ (totaler Zeitraum)

Während des totalen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer anterioren Bewegung der Maxilla um 5,3mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 28 (94%) Probanden eine anteriore Bewegung und bei einem (3%) Proband eine posteriore Bewegung der Maxilla zu finden. Bei einem (3%) Proband blieb die Position der Maxilla unverändert (Abb. 8; Seite 38).

Schädelbasismethode (Tab. 3, Abb. 8)

T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum)

Während des therapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer unbedeutenden anterioren Bewegung der Maxilla (0,2mm; ns) (Abb. 8; Seite 38).

T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum)

Während des posttherapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer anterioren Bewegung der Maxilla um 4,2mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 28 (93%) Probanden eine anteriore Bewegung der Maxilla zu finden. Bei 2 (7%) Probanden blieb die Position der Maxilla unverändert (Abb. 8; Seite 38).

T₃-T₁ (totaler Zeitraum)

Während des totalen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer anterioren Bewegung der Maxilla um 4,4mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 29 (97%) Probanden eine anteriore Bewegung und bei einem (3%) Proband eine posteriore Bewegung der Maxilla zu finden (Abb. 8; Seite 38).

Vergleich der Okzipitalbasis- und Schädelbasissuperponierungsmethode (Tab. 4, Abb. 9)

T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum)

Während des therapeutischen Zeitraumes kam es bei der Okzipitalbasismethode im Durchschnitt zu einer unbedeutend größeren anterioren Bewegung der Maxilla (0,1mm; ns) als bei der Schädelbasismethode (Abb. 9; Seite 39).

T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum)

Während des posttherapeutischen Zeitraumes zeigte die Okzipitalbasismethode durchschnittlich eine größere anteriore Bewegung der Maxilla (0,8mm; $p < 0,01$) als die Schädelbasismethode. Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Differenzen ($\pm 1\text{mm}$) war der Unterschied allerdings klinisch irrelevant (Abb. 9; Seite 39).

T₃-T₁ (totaler Zeitraum)

Während des totalen Zeitraumes zeigte die Okzipitalbasismethode durchschnittlich eine größere anteriore Bewegung der Maxilla (0,9mm; $p < 0,01$) als die Schädelbasismethode. Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Differenzen ($\pm 1\text{mm}$) war der Unterschied allerdings klinisch irrelevant (Abb. 9; Seite 39).

Ergebnisse

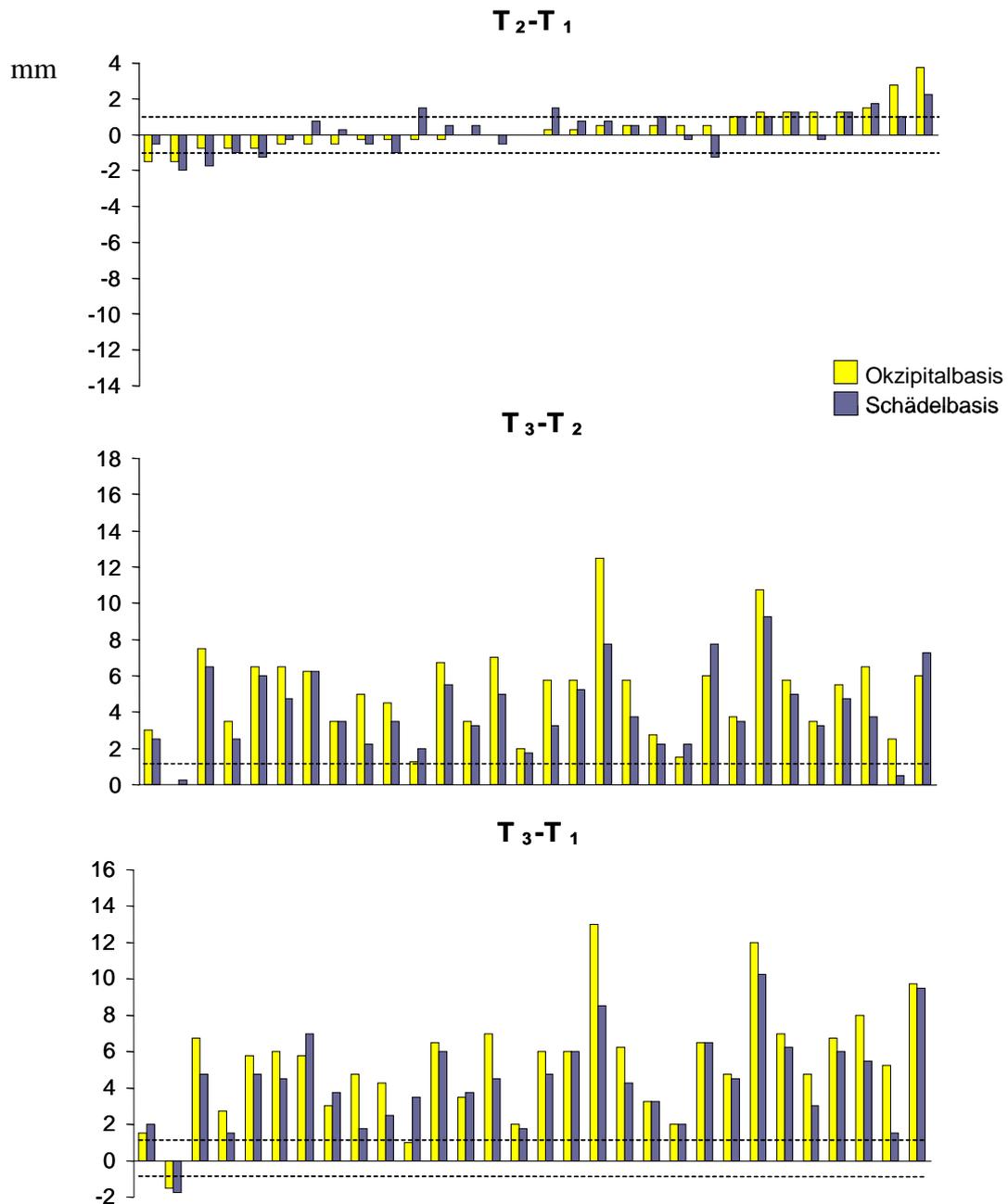


Abb. 8: Okzipitalbasis- und Schädelbasissuperponierungsmethode. Individuelle Veränderungen der **Maxilla** bei 30 männlichen Klasse II/1 Dysgnathien, die mit einer Herbst-Apparatur behandelt wurden. Untersuchung der Zeiträume: T_2-T_1 (therapeutischer Zeitraum), T_3-T_2 (posttherapeutischer Zeitraum), T_3-T_1 (totaler Zeitraum). Aufsteigende Sortierung der Probanden nach den gemessenen Werten der Okzipitalbasismethode im therapeutischen (T_2-T_1) Zeitraum.

Positive Werte bedeuten eine anteriore Bewegung der Maxilla.

Negative Werte bedeuten eine posteriore Bewegung der Maxilla.

Die ± 1 mm Bezugslinien grenzen den Bereich der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ab.

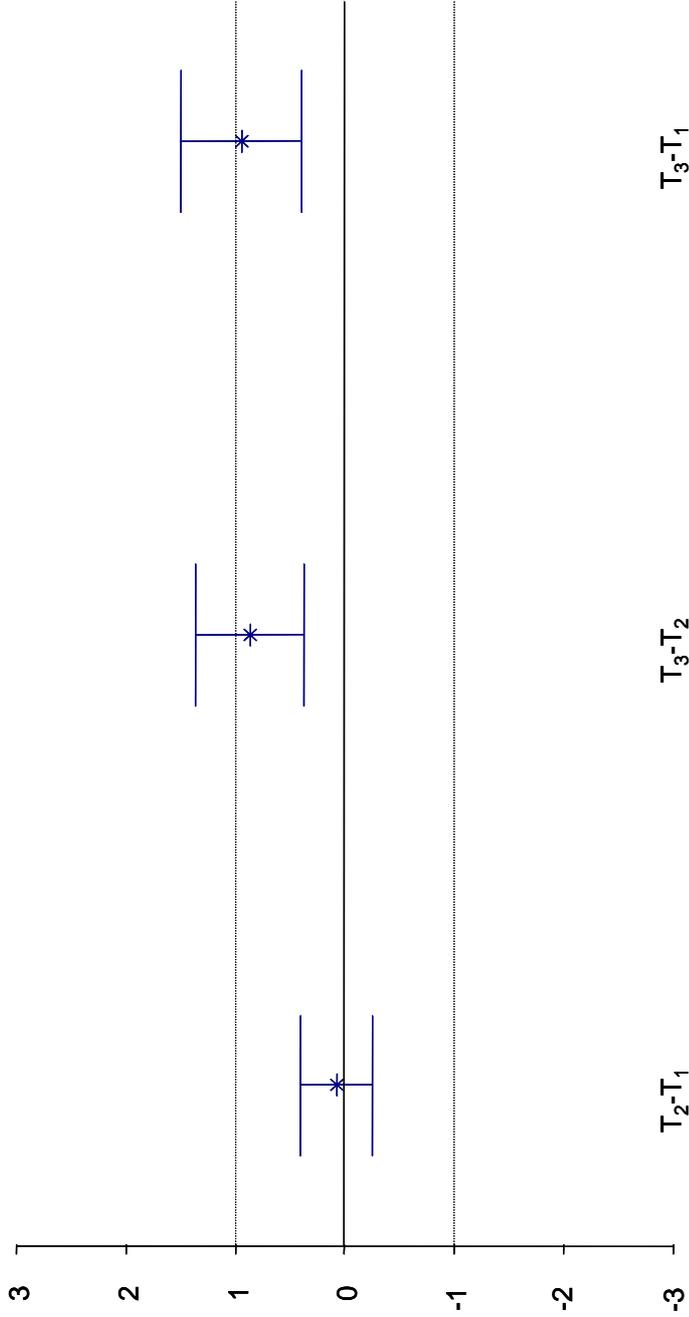


Abb. 9: Mittelwert und Konfidenzintervall (95%) der Differenz zwischen der mit der Okzipitalbasis- und der mit der Schädelbasissuperponierungsmethode gemessenen Veränderung der **Maxilla** bei 30 männlichen Klasse II/1 Dysgnathien, die mit einer Herbst-Apparatur behandelt wurden. Untersuchung der Zeiträume: T_2-T_1 (therapeutischer Zeitraum), T_3-T_2 (posttherapeutischer Zeitraum), T_3-T_1 (totaler Zeitraum). Die \pm 1mm Bezugslinien grenzen den Bereich der klinisch nicht-signifikanten Differenzen ab.

Erläuterungen zum Diagramm

T_2-T_1 : Eine unbedeutend grössere anteriore Bewegung der Maxilla bei der Okzipitalbasismethode.

T_3-T_2 : Eine grössere anteriore Bewegung der Maxilla bei der Okzipitalbasismethode.

T_3-T_1 : Eine grössere anteriore Bewegung der Maxilla bei der Okzipitalbasismethode.

5.2.4 Mandibula - Veränderungen

Okzipitalbasismethode (Tab. 2, Abb. 10)

T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum)

Während des therapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer anterioren Bewegung der Mandibula um 3mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 25 (84%) Probanden eine anteriore Bewegung und bei einem (3%) Proband eine posteriore Bewegung der Mandibula zu finden. Bei 4 (13%) Probanden blieb die Position der Mandibula unverändert (Abb. 10; Seite 43).

T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum)

Während des posttherapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer anterioren Bewegung der Mandibula um 8,6mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 29 (97%) Probanden eine anteriore Bewegung der Mandibula zu finden. Bei einem (3%) Proband blieb die Position der Mandibula unverändert (Abb. 10; Seite 43).

T₃-T₁ (totaler Zeitraum)

Während des totalen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer anterioren Bewegung der Mandibula um 11,6mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei allen Probanden eine anteriore Bewegung der Mandibula zu finden (Abb. 10; Seite 43).

Schädelbasismethode (Tab. 3, Abb. 10)

T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum)

Während des therapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer anterioren Bewegung der Mandibula um 3,2mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 24 (81%) Probanden eine anteriore Bewegung und bei einem (3%) Proband eine posteriore Bewegung der Mandibula zu finden. Bei 5 (16%) Probanden blieb die Position der Mandibula unverändert (Abb. 10; Seite 43).

T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum)

Während des posttherapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer anterioren Bewegung der Mandibula um 6,2mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 29 (97%) Probanden eine anteriore Bewegung und bei einem (3%) Proband eine posteriore Bewegung der Mandibula zu finden (Abb. 10; Seite 43).

T₃-T₁ (totaler Zeitraum)

Während des totalen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer anterioren Bewegung der Mandibula um 9,4mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei allen Probanden eine anteriore Bewegung der Mandibula zu finden (Abb. 10; Seite 43).

Vergleich der Okzipitalbasis- und Schädelbasissuperponierungsmethode (Tab. 4, Abb. 11)

T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum)

Während des therapeutischen Zeitraumes kam es bei der Schädelbasismethode im Durchschnitt zu einer unbedeutend größeren anteriore Bewegung der Mandibula (0,2mm; ns) als bei der Okzipitalbasismethode (Abb. 11; Seite 44).

T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum)

Während des posttherapeutischen Zeitraumes zeigte die Okzipitalbasismethode durchschnittlich eine größere anteriore Bewegung der Mandibula (2,4mm; $p < 0,001$) als die Schädelbasismethode. Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Differenzen ($\pm 1\text{mm}$) war der Unterschied klinisch relevant (Abb. 11; Seite 44).

T₃-T₁ (totaler Zeitraum)

Während des totalen Zeitraumes zeigte die Okzipitalbasismethode durchschnittlich eine größere anteriore Bewegung der Mandibula (2,2mm; $p < 0,01$) als die Schädelbasismethode. Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Differenzen ($\pm 1\text{mm}$) war der Unterschied allerdings klinisch irrelevant (Abb. 11 Seite 44).

Ergebnisse

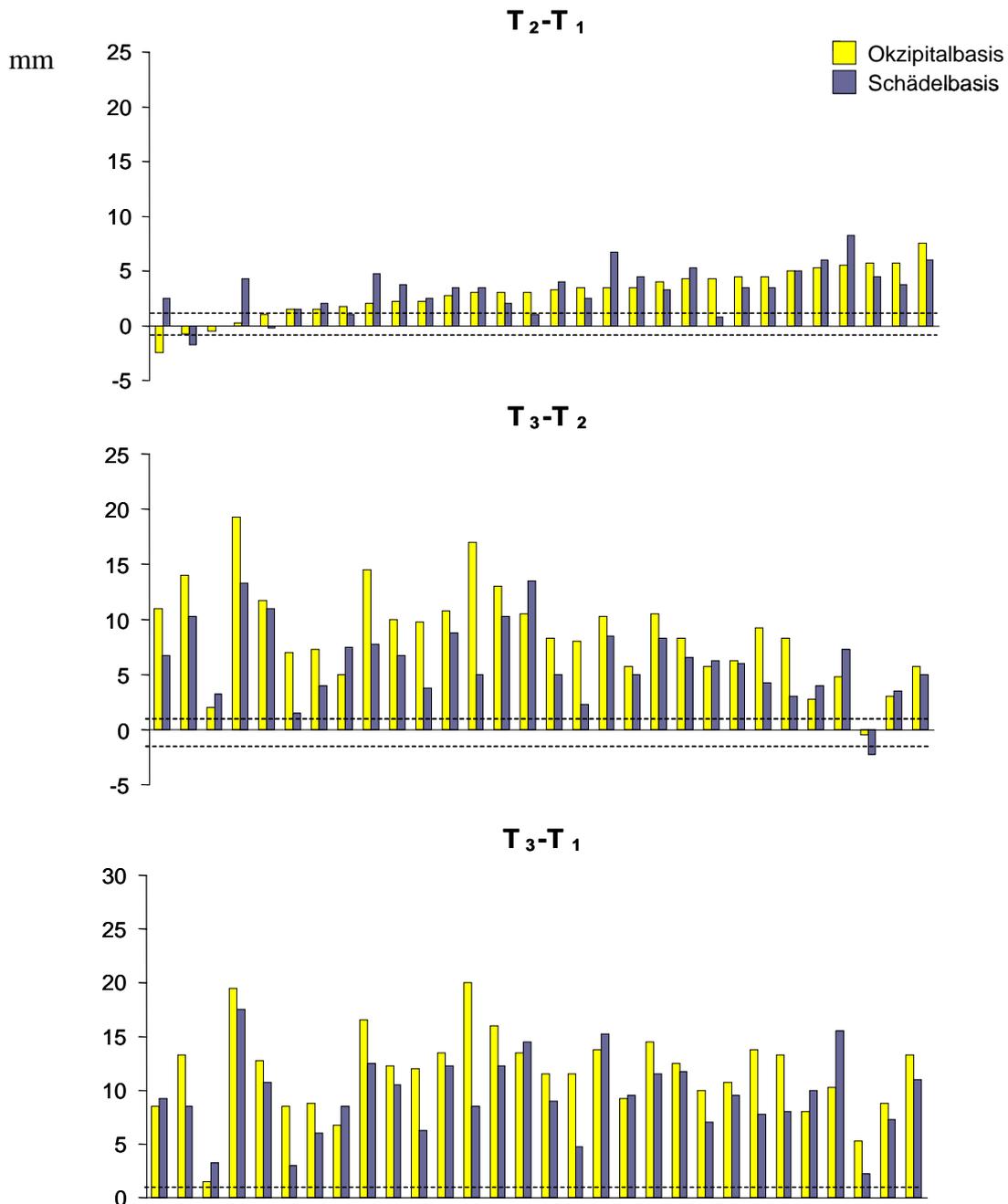


Abb. 10: Okzipitalbasis- und Schädelbasissuperponierungsmethode. Individuelle Veränderungen der **Mandibula** bei 30 männlichen Klasse II/1 Dysgnathien, die mit einer Herbst-Apparatur behandelt wurden. Untersuchung der Zeiträume: T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum), T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum), T₃-T₁ (totaler Zeitraum). Aufsteigende Sortierung der Probanden nach den gemessenen Werten der Okzipitalbasismethode im therapeutischen (T₂-T₁) Zeitraum.

Positive Werte bedeuten eine anteriore Bewegung der Mandibula.

Negative Werte bedeuten eine posteriore Bewegung der Mandibula.

Die ± 1 mm Bezugslinien grenzen den Bereich der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ab.

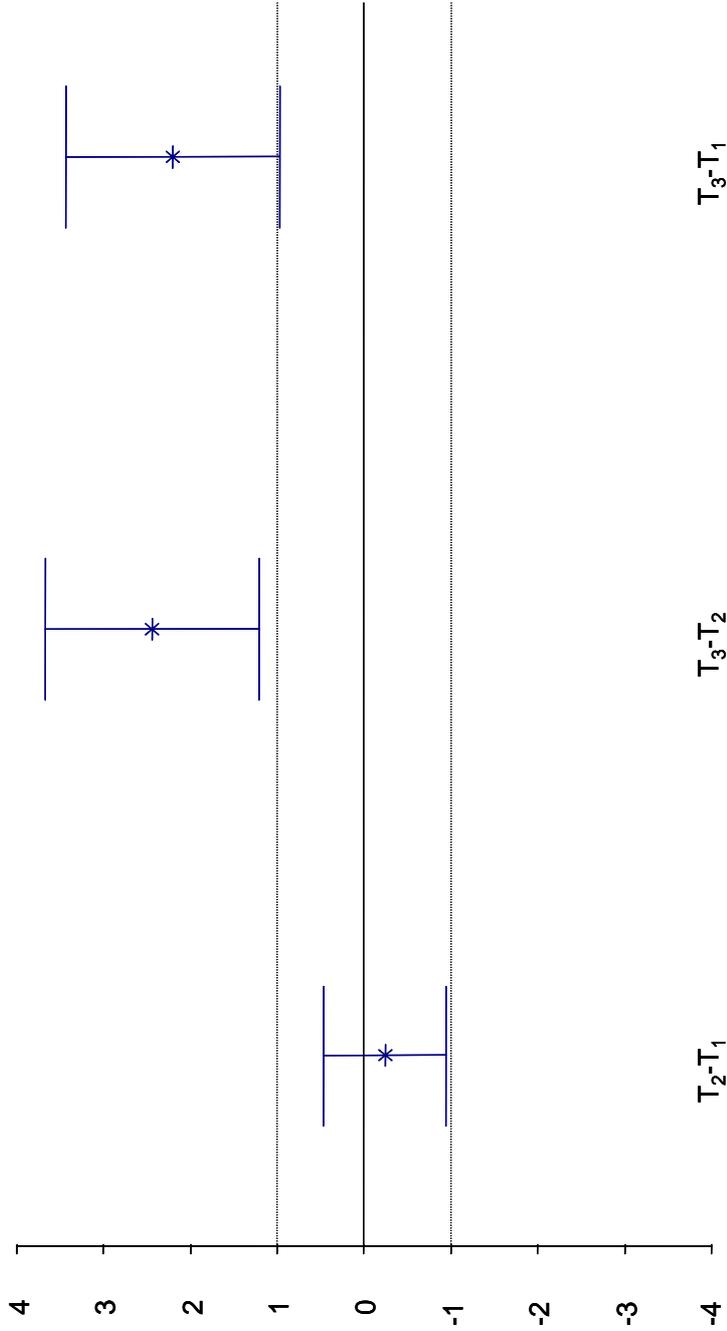


Abb. 11: Mittelwert und Konfidenzintervall (95%) der Differenz zwischen der mit der Okzipitalbasis- und der mit der Schädelbasisuperponierungsmethode gemessenen Veränderung der Mandibula bei 30 männlichen Klasse II/1 Dysgnathien, die mit einer Herbst-Apparatur behandelt wurden. Untersuchungen der Zeiträume: T_2-T_1 (therapeutischer Zeitraum), T_3-T_2 (posttherapeutischer Zeitraum), T_3-T_1 (totaler Zeitraum). Die ± 1 mm Bezugslinien grenzen den Bereich der klinisch nicht-signifikanten Differenzen ab.

Erläuterungen zum Diagramm

- T_2-T_1 : Eine unbedeutend grössere anteriore Bewegung der Mandibula bei der Schädelbasismethode.
- T_3-T_2 : Eine grössere anteriore Bewegung der Mandibula bei der Okzipitalbasismethode.
- T_3-T_1 : Eine grössere anteriore Bewegung der Mandibula bei der Okzipitalbasismethode.

5.2.5 Oberkiefer Schneidezahn - Veränderungen

Okzipitalbasismethode (Tab. 2, Abb. 12)

T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum)

Während des therapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer posterioren Bewegung des Oberkiefer Schneidezahnes um 2,8mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 18 (60%) Probanden eine posteriore Bewegung und bei einem (3%) Proband eine anteriore Bewegung des Oberkiefer Schneidezahnes zu finden. Bei 11 (37%) Probanden blieb die Position des Oberkiefer Schneidezahnes unverändert (Abb. 12; Seite 48).

T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum)

Während des posttherapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer anterioren Bewegung des Oberkiefer Schneidezahnes um 1,8mm ($p < 0,01$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 16 (54%) Probanden eine anteriore Bewegung und bei 7 (23%) Probanden eine posteriore Bewegung des Oberkiefer Schneidezahnes zu finden. Bei 7 (23%) Probanden blieb die Position des Oberkiefer Schneidezahnes unverändert (Abb. 12; Seite 48).

T₃-T₁ (totaler Zeitraum)

Während des totalen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer posterioren Bewegung des Oberkiefer Schneidezahnes um 1mm ($p < 0,01$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 16 (54%) Probanden eine posteriore Bewegung und bei 5 (16%) Probanden eine anteriore Bewegung des Oberkiefer Schneidezahnes zu finden. Bei 9 (30%) Probanden blieb die Position des Oberkiefer Schneidezahnes unverändert (Abb. 12; Seite 48).

Schädelbasismethode (Tab. 3, Abb. 12)

T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum)

Während des therapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer posterioren Bewegung des Oberkiefer Schneidezahnes um 2,6mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 18 (60%) Probanden eine posteriore Bewegung und bei einem (3%) Proband eine anteriore Bewegung des Oberkiefer Schneidezahnes zu finden. Bei 11 (37%) Probanden blieb die Position des Oberkiefer Schneidezahnes unverändert (Abb. 12; Seite 48).

T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum)

Während des posttherapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer unbedeutenden anterioren Bewegung des Oberkiefer Schneidezahnes (1mm; ns) (Abb. 12; Seite 48).

T₃-T₁ (totaler Zeitraum)

Während des totalen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer posterioren Bewegung des Oberkiefer Schneidezahnes um 1,6mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 17 (56%) Probanden eine posteriore Bewegung und bei 2 (7%) Probanden eine anteriore Bewegung des Oberkiefer Schneidezahnes zu finden. Bei 11 (37%) Probanden blieb die Position des Oberkiefer Schneidezahnes unverändert (Abb. 12; Seite 48).

Vergleich der Okzipitalbasis- und Schädelbasissuperponierungsmethode (Tab. 4, Abb. 13)

T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum)

Während des therapeutischen Zeitraumes kam es bei der Okzipitalbasismethode im Durchschnitt zu einer unbedeutend größeren posterioren Bewegung des Oberkiefer Schneidezahnes (0,2mm; ns) als bei der Schädelbasismethode (Abb. 13; Seite 49).

T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum)

Während des posttherapeutischen Zeitraumes zeigte die Okzipitalbasismethode durchschnittlich eine größere anteriore Bewegung des Oberkiefer Schneidezahnes (0,8mm; $p < 0,001$) als die Schädelbasismethode. Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Differenzen ($\pm 1\text{mm}$) war der Unterschied allerdings klinisch irrelevant (Abb. 13; Seite 49).

T₃-T₁ (totaler Zeitraum)

Während des totalen Zeitraumes zeigte die Schädelbasismethode durchschnittlich eine größere posteriore Bewegung des Oberkiefer Schneidezahnes (0,6mm; $p < 0,01$) als die Okzipitalbasismethode. Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Differenzen ($\pm 1\text{mm}$) war der Unterschied allerdings klinisch irrelevant (Abb. 13; Seite 49).

Ergebnisse

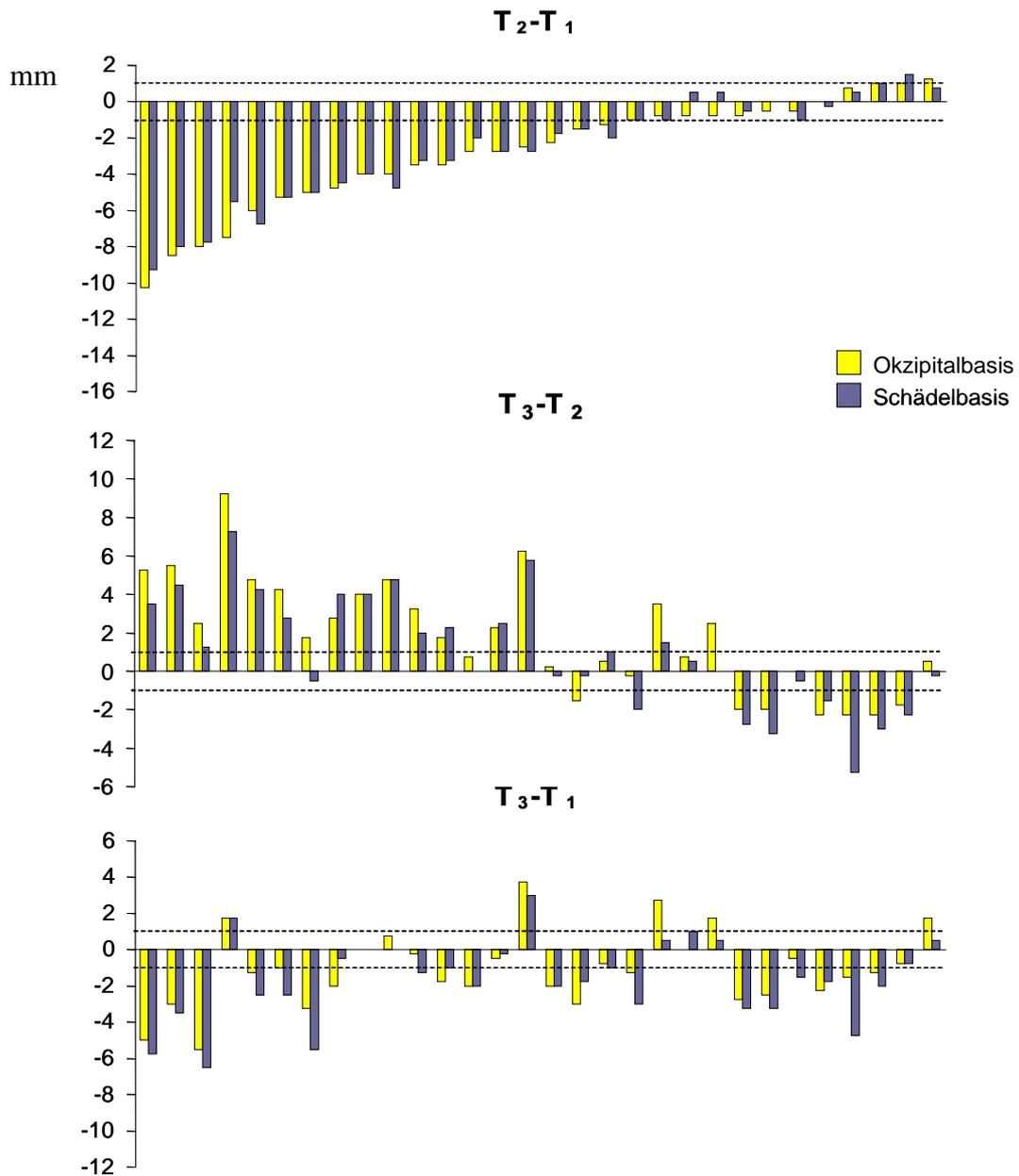


Abb. 12: Okzipitalbasis- und Schädelbasissuperponierungsmethode. Individuelle Veränderungen des **Oberkiefer Schneidezahnes** bei 30 männlichen Klasse II/1 Dysgnathien, die mit einer Herbst-Apparatur behandelt wurden. Untersuchung der Zeiträume: T_2-T_1 (therapeutischer Zeitraum), T_3-T_2 (posttherapeutischer Zeitraum), T_3-T_1 (totaler Zeitraum). Aufsteigende Sortierung der Probanden nach den gemessenen Werten der Okzipitalbasismethode im therapeutischen (T_2-T_1) Zeitraum.

Positive Werte bedeuten eine anteriore Bewegung des Oberkiefer Schneidezahnes.
Negative Werte bedeuten eine posteriore Bewegung des Oberkiefer Schneidezahnes.

Die ± 1 mm Bezugslinien grenzen den Bereich der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ab.

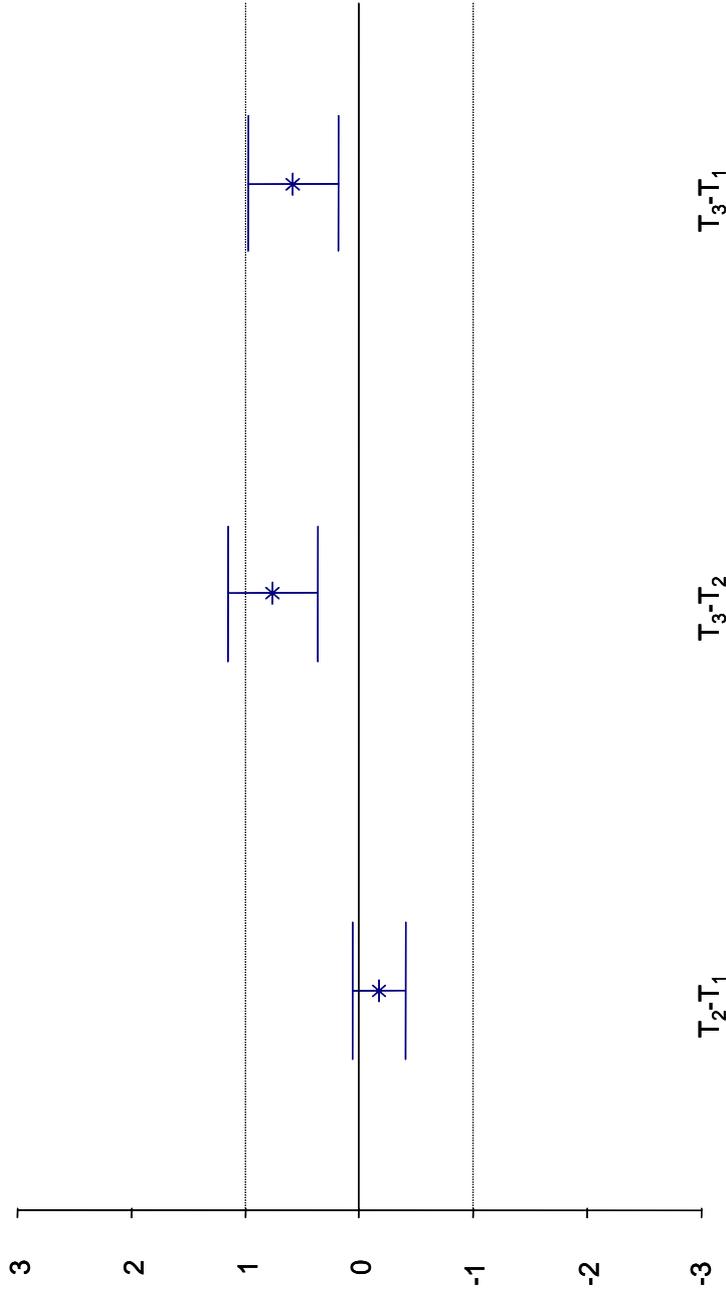


Abb. 13: Mittelwert und Konfidenzintervall (95%) der Differenz zwischen der mit der Okzipitalbasis- und der mit der Schädelbasissuperponierungsmethode gemessenen Veränderung des **Oberkiefer Schneidezahnes** bei 30 männlichen Klasse II/1 Dysgnathien, die mit einer Herbst-Apparatur behandelt wurden. Untersuchung der Zeiträume: T_2-T_1 (therapeutischer Zeitraum), T_3-T_2 (posttherapeutischer Zeitraum), T_3-T_1 (totaler Zeitraum). Die ± 1 mm Bezugslinien grenzen den Bereich der klinisch nicht-signifikanten Differenzen ab.

Erläuterungen zum Diagramm

- T_2-T_1 : Eine unbedeutend grössere posteriore Bewegung des Oberkiefer Schneidezahnes bei der Okzipitalbasismethode.
- T_3-T_2 : Eine grössere anteriore Bewegung des Oberkiefer Schneidezahnes bei der Okzipitalbasismethode.
- T_3-T_1 : Eine grössere posteriore Bewegung des Oberkiefer Schneidezahnes bei der Schädelbasismethode.

5.2.6 Unterkiefer Schneidezahn - Veränderungen

Okzipitalbasismethode (Tab. 2, Abb. 14)

T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum)

Während des therapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer anterioren Bewegung des Unterkiefer Schneidezahnes um 2,8mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 27 (90%) Probanden eine anteriore Bewegung des Unterkiefer Schneidezahnes zu finden. Bei 3 (10%) Probanden blieb die Position des Unterkiefer Schneidezahnes unverändert (Abb. 14; Seite 53).

T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum)

Während des posttherapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer posterioren Bewegung des Unterkiefer Schneidezahnes um 5,3mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 28 (93%) Probanden eine posteriore Bewegung des Unterkiefer Schneidezahnes zu finden. Bei 2 (7%) Probanden blieb die Position des Unterkiefer Schneidezahnes unverändert (Abb. 14; Seite 53).

T₃-T₁ (totaler Zeitraum)

Während des totalen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer posterioren Bewegung des Unterkiefer Schneidezahnes um 2,5mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 24 (80%) Probanden eine posteriore Bewegung und bei einem (3%) Proband eine anteriore Bewegung des Unterkiefer Schneidezahnes zu finden. Bei 5 (17%) Probanden blieb die Position des Unterkiefer Schneidezahnes unverändert (Abb. 14; Seite 53).

Schädelbasismethode (Tab. 3, Abb. 14)

T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum)

Während des therapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer anterioren Bewegung des Unterkiefer Schneidezahnes um 2,4mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 25 (83%) Probanden eine posteriore Bewegung des Unterkiefer Schneidezahnes zu finden. Bei 5 (17%) Probanden blieb die Position des Unterkiefer Schneidezahnes unverändert (Abb. 14; Seite 53).

T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum)

Während des posttherapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer posterioren Bewegung des Unterkiefer Schneidezahnes um 4,2mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 27 (90%) Probanden eine posteriore Bewegung des Unterkiefer Schneidezahnes zu finden. Bei 3 (10%) Probanden blieb die Position des Unterkiefer Schneidezahnes unverändert (Abb. 14; Seite 53).

T₃-T₁ (totaler Zeitraum)

Während des totalen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer posterioren Bewegung des Unterkiefer Schneidezahnes um 1,8mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 19 (63%) Probanden eine posteriore Bewegung und bei 2 (7%) Probanden eine anteriore Bewegung des Unterkiefer Schneidezahnes zu finden. Bei 9 (30%) Probanden blieb die Position des Unterkiefer Schneidezahnes unverändert (Abb. 14; Seite 53).

Vergleich der Okzipitalbasis- und Schädelbasissuperponierungsmethode (Tab. 4, Abb. 15)

T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum)

Während des therapeutischen Zeitraumes zeigte die Okzipitalbasismethode durchschnittlich eine größere anteriore Bewegung des Unterkiefer Schneidezahnes (0,4mm; $p < 0,05$) als die Schädelbasismethode. Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Differenzen ($\pm 1\text{mm}$) war der Unterschied allerdings klinisch irrelevant (Abb. 15; Seite 54).

T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum)

Während des posttherapeutischen Zeitraumes zeigte die Okzipitalbasismethode durchschnittlich eine größere posteriore Bewegung des Unterkiefer Schneidezahnes (1,1mm; $p < 0,001$) als die Schädelbasismethode. Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Differenzen ($\pm 1\text{mm}$) war der Unterschied allerdings klinisch irrelevant (Abb. 15; Seite 54).

T₃-T₁ (totaler Zeitraum)

Während des totalen Zeitraumes zeigte die Okzipitalbasismethode durchschnittlich eine größere posteriore Bewegung des Unterkiefer Schneidezahnes (0,7mm; $p < 0,05$) als die Schädelbasismethode. Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Differenzen ($\pm 1\text{mm}$) war der Unterschied allerdings klinisch irrelevant (Abb. 15; Seite 54).

Ergebnisse

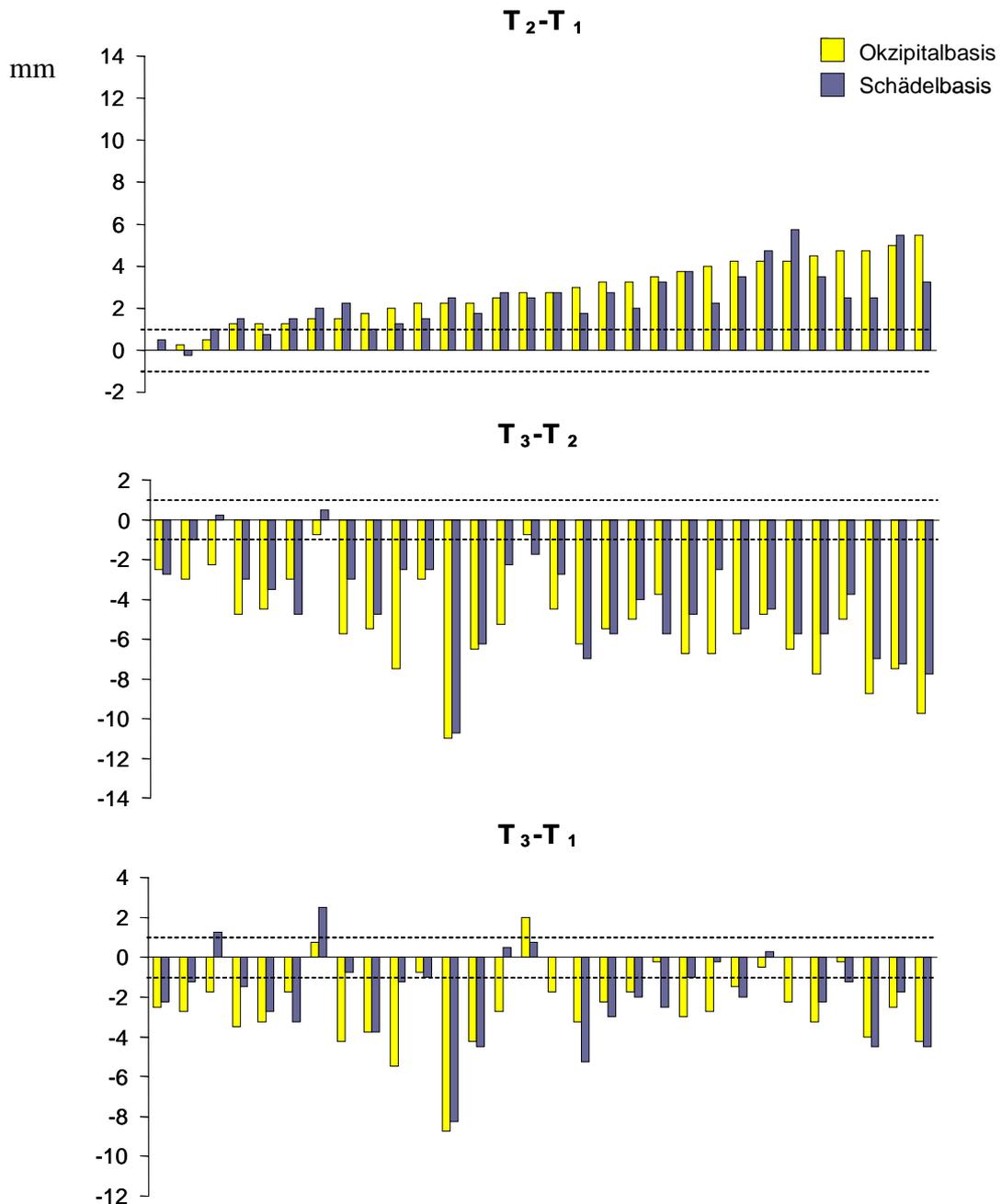


Abb. 14: Okzipitalbasis- und Schädelbasissuperponierungsmethode. Individuelle Veränderungen des **Unterkiefer Schneidezahnes** bei 30 männlichen Klasse II/1 Dysgnathien, die mit einer Herbst-Apparatur behandelt wurden. Untersuchung der Zeiträume: T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum), T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum), T₃-T₁ (totaler Zeitraum). Aufsteigende Sortierung der Probanden nach den gemessenen Werten der Okzipitalbasismethode im therapeutischen (T₂-T₁) Zeitraum.

Positive Werte bedeuten eine anteriore Bewegung des Unterkiefer Schneidezahnes.
Negative Werte bedeuten eine posteriore Bewegung des Unterkiefer Schneidezahnes.

Die ± 1 mm Bezugslinien grenzen den Bereich der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ab.

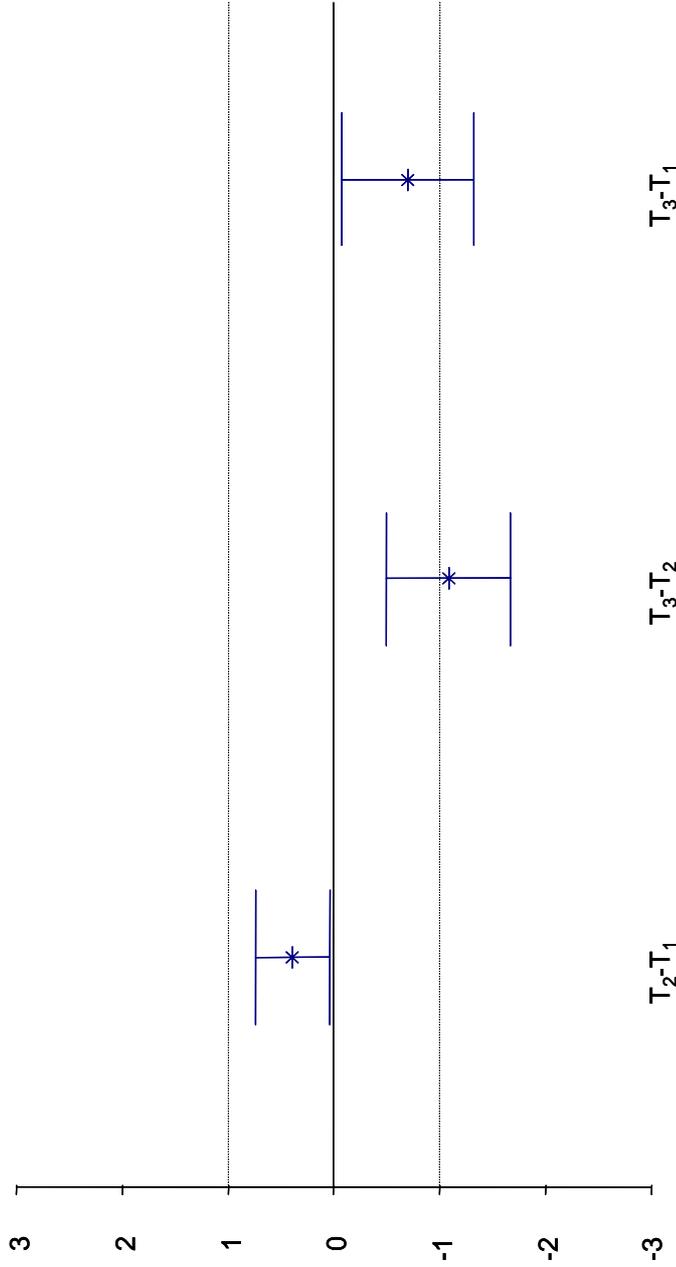


Abb 15: Mittelwert und Konfidenzintervall (95%) der Differenz zwischen der mit der Okzipitalbasis- und der mit der Schädelbasisuperponierungsmethode gemessenen Veränderung des **Unterkiefer Schneidezahnes** bei 30 männlichen Klasse II/1 Dysgnathien, die mit einer Herbst-Apparatur behandelt wurden. Untersuchung der Zeiträume: T_2-T_1 (therapeutischer Zeitraum), T_3-T_2 (posttherapeutischer Zeitraum), T_3-T_1 (totaler Zeitraum). Die ± 1 mm Bezugslinien grenzen den Bereich der klinisch nicht-signifikanten Differenzen ab.

Erläuterungen zum Diagramm

- T_2-T_1 : Eine grössere anteriore Bewegung des Unterkiefer Schneidezahnes bei der Okzipitalbasismethode.
- T_3-T_2 : Eine grössere posteriore Bewegung des Unterkiefer Schneidezahnes bei der Okzipitalbasismethode.
- T_3-T_1 : Eine grössere posteriore Bewegung des Unterkiefer Schneidezahnes bei der Okzipitalbasismethode.

5.2.7 Erster Oberkiefer Molar - Veränderungen

Okzipitalbasismethode (Tab. 2, Abb. 16)

T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum)

Während des therapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer posterioren Bewegung des ersten Oberkiefer Molaren um 2,2mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 25 (83%) Probanden eine posteriore Bewegung des ersten Oberkiefer Molaren zu finden. Bei 5 (17%) Probanden blieb die Position des ersten Oberkiefer Molaren unverändert (Abb. 16; Seite 58).

T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum)

Während des posttherapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer anterioren Bewegung des ersten Oberkiefer Molaren um 3,6mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 26 (87%) Probanden eine anteriore Bewegung des ersten Oberkiefer Molaren zu finden. Bei 4 (13%) Probanden blieb die Position des ersten Oberkiefer Molaren unverändert (Abb. 16; Seite 58).

T₃-T₁ (totaler Zeitraum)

Während des totalen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer anterioren Bewegung des ersten Oberkiefer Molaren um 1,4mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 18 (60%) Probanden eine anteriore Bewegung und bei 2 (7%) Probanden eine posteriore Bewegung des ersten Oberkiefer Molaren zu finden. Bei 10 (33%) Probanden blieb die Position des ersten Oberkiefer Molaren unverändert (Abb. 16; Seite 58).

Schädelbasismethode (Tab. 3, Abb. 16)

T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum)

Während des therapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer posterioren Bewegung des ersten Oberkiefer Molaren um 2,2mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 25 (83%) Probanden eine posteriore Bewegung des ersten Oberkiefer Molaren zu finden. Bei 5 (17%) Probanden blieb die Position des ersten Oberkiefer Molaren unverändert (Abb. 16; Seite 58).

T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum)

Während des posttherapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer anterioren Bewegung des ersten Oberkiefer Molaren um 3,1mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 23 (77%) Probanden eine anteriore Bewegung des ersten Oberkiefer Molaren zu finden. Bei 7 (23%) Probanden blieb die Position des ersten Oberkiefer Molaren unverändert (Abb. 16; Seite 58).

T₃-T₁ (totaler Zeitraum)

Während des totalen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer anterioren Bewegung des ersten Oberkiefer Molaren um 0,9mm ($p < 0,05$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 15 (50%) Probanden eine anteriore Bewegung und bei 4 (13%) Probanden eine posteriore Bewegung des ersten Oberkiefer Molaren zu finden. Bei 11 (37%) Probanden blieb die Position des ersten Oberkiefer Molaren unverändert (Abb. 16; Seite 58).

Vergleich der Okzipitalbasis- und Schädelbasissuperponierungsmethode (Tab. 4, Abb. 17)

T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum)

Während des therapeutischen Zeitraumes war die durchschnittliche posteriore Bewegung des ersten Oberkiefer Molaren bei beiden Superponierungsmethoden gleich groß (Abb. 17; Seite 59).

T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum)

Während des posttherapeutischen Zeitraumes zeigte die Okzipitalbasismethode durchschnittlich eine größere anteriore Bewegung des ersten Oberkiefer Molaren (0,5mm; $p < 0,01$) als die Schädelbasismethode. Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Differenzen ($\pm 1\text{mm}$) war der Unterschied allerdings klinisch irrelevant (Abb. 17; Seite 59).

T₃-T₁ (totaler Zeitraum)

Während des totalen Zeitraumes zeigte die Okzipitalbasismethode durchschnittlich eine größere anteriore Bewegung des ersten Oberkiefer Molaren (0,5mm; $p < 0,05$) als die Schädelbasismethode. Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Differenzen ($\pm 1\text{mm}$) war der Unterschied allerdings klinisch irrelevant (Abb. 17; Seite 59).

Ergebnisse

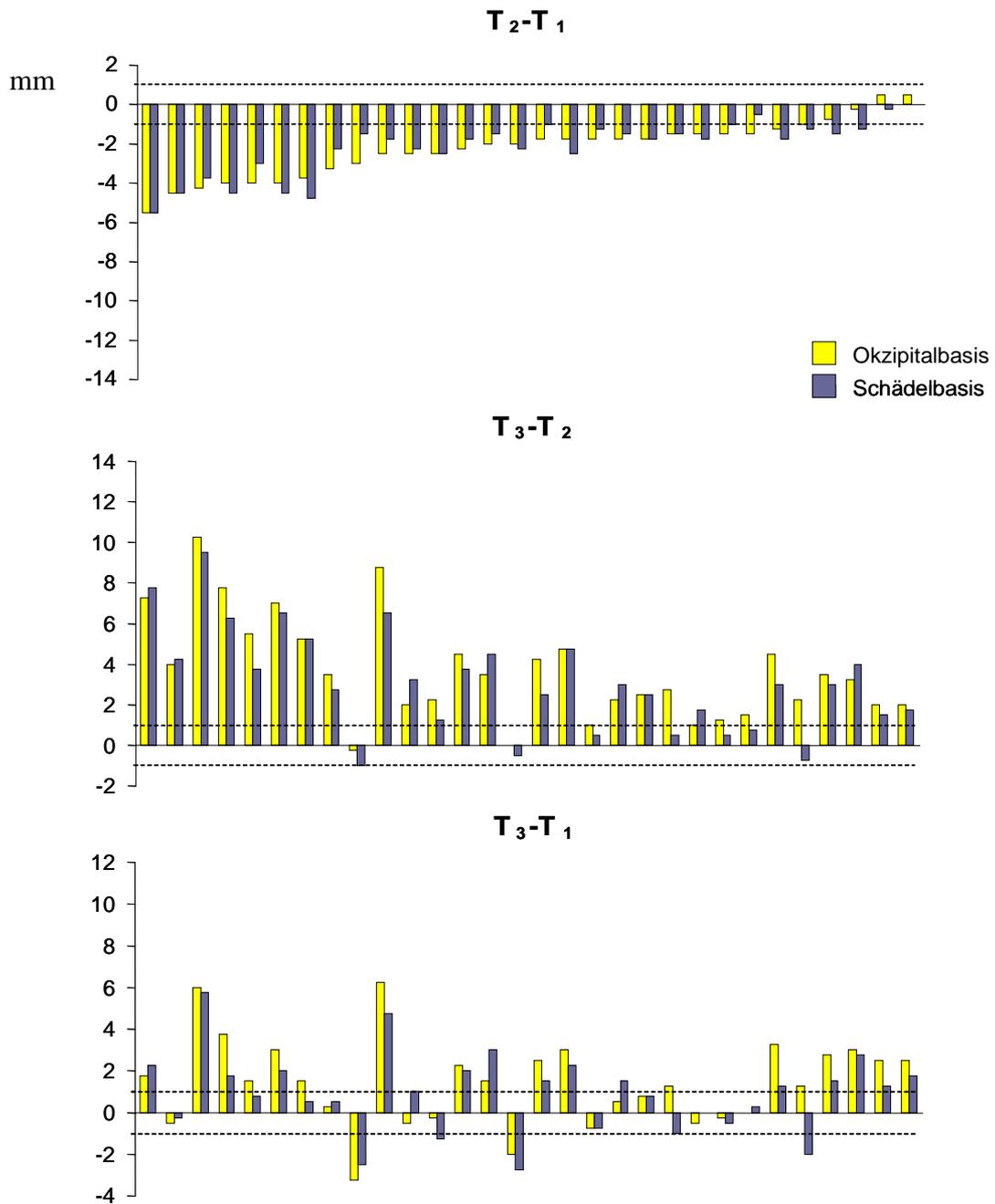


Abb. 16: Okzipitalbasis- und Schädelbasissuperponierungsmethode. Individuelle Veränderungen des **ersten Oberkiefer Molaren** bei 30 männlichen Klasse II/1 Dysgnathien, die mit einer Herbst-Apparatur behandelt wurden. Untersuchung der Zeiträume: T_2-T_1 (therapeutischer Zeitraum), T_3-T_2 (posttherapeutischer Zeitraum), T_3-T_1 (totaler Zeitraum). Aufsteigende Sortierung der Probanden nach den gemessenen Werten der Okzipitalbasismethode im therapeutischen (T_2-T_1) Zeitraum.

Positive Werte bedeuten eine anteriore Bewegung des ersten Oberkiefer Molaren.
Negative Werte bedeuten eine posteriore Bewegung des ersten Oberkiefer Molaren.

Die ± 1 mm Bezugslinien grenzen den Bereich der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ab.

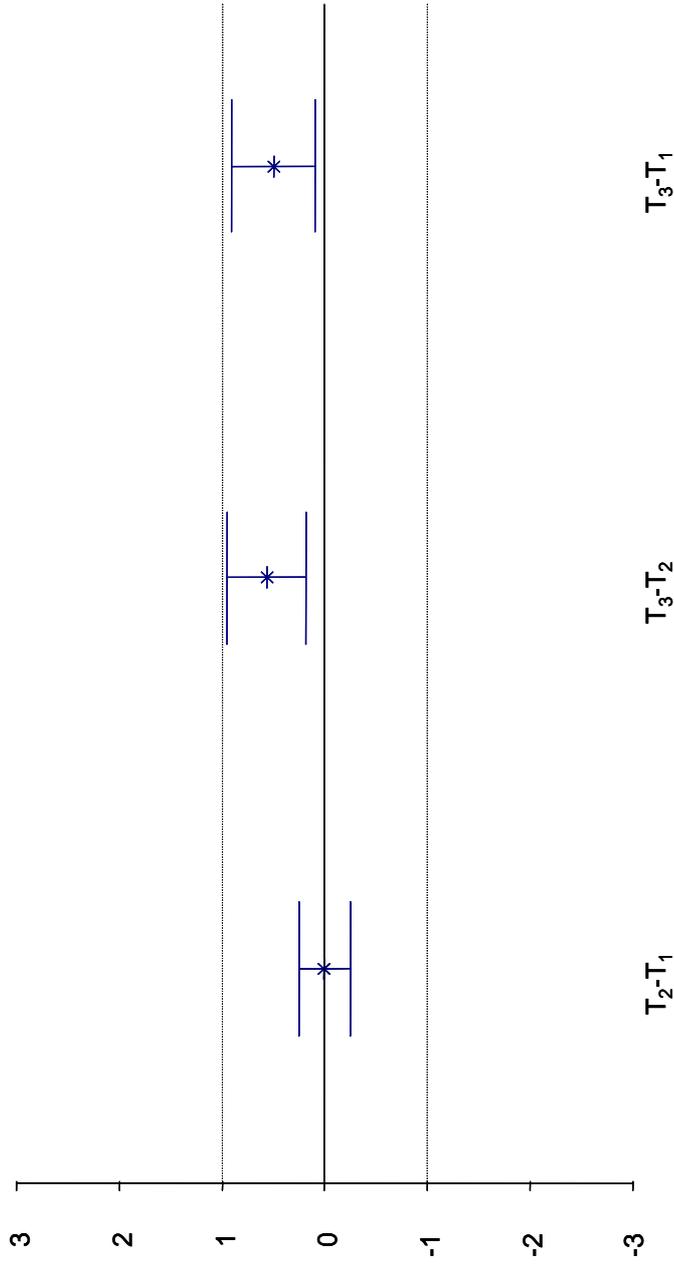


Abb 17: Mittelwert und Konfidenzintervall (95%) der Differenz zwischen der mit der Okzipitalbasis- und der mit der Schädelbasissuperponierungsmethode gemessenen Veränderung des **ersten Oberkiefer Molaren** bei 30 männlichen Klasse II/1 Dysgnathien, die mit einer Herbst-Apparatur behandelt wurden. Untersuchung der Zeiträume: T_2-T_1 (therapeutischer Zeitraum), T_3-T_2 (posttherapeutischer Zeitraum), T_3-T_1 (totaler Zeitraum). Die ± 1 mm Bezugslinien grenzen den Bereich der klinisch nicht-signifikanten Differenzen ab.

Erläuterungen zum Diagramm

- T_2-T_1 : Kein Unterschied zwischen den beiden Methoden.
- T_3-T_2 : Eine grössere anteriore Bewegung des ersten Oberkiefer Molaren bei der Okzipitalbasismethode.
- T_3-T_1 : Eine grössere anteriore Bewegung des ersten Oberkiefer Molaren bei der Okzipitalbasismethode.

5.2.8 Erster Unterkiefer Molar - Veränderungen

Okzipitalbasismethode (Tab. 2, Abb. 18)

T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum)

Während des therapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer anterioren Bewegung des ersten Unterkiefer Molaren um 1,7mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 18 (60%) Probanden eine anteriore Bewegung des ersten Unterkiefer Molaren zu finden. Bei 12 (40%) Probanden blieb die Position des ersten Unterkiefer Molaren unverändert (Abb. 18; Seite 63).

T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum)

Während des posttherapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer posterioren Bewegung des ersten Unterkiefer Molaren um 1,8mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 19 (63%) Probanden eine posteriore Bewegung und bei 3 (10%) eine anteriore Bewegung des ersten Unterkiefer Molaren zu finden. Bei 8 (27%) Probanden blieb die Position des ersten Unterkiefer Molaren unverändert (Abb. 18; Seite 63).

T₃-T₁ (totaler Zeitraum)

Während des totalen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer unbedeutenden posterioren Bewegung des ersten Unterkiefer Molaren (0,1mm; ns) (Abb. 18; Seite 63).

Schädelbasismethode (Tab. 3, Abb. 18)

T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum)

Während des therapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer anterioren Bewegung des ersten Unterkiefer Molaren um 1,5mm ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ($\pm 1\text{mm}$) war bei 18 (60%) Probanden eine anteriore Bewegung und bei einem (3%) Proband eine posteriore Bewegung des ersten Unterkiefer Molaren zu finden. Bei 11 (37%) Probanden blieb die Position des ersten Unterkiefer Molaren unverändert (Abb. 18; Seite 63).

T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum)

Während des posttherapeutischen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer unbedeutenden posterioren Bewegung des ersten Unterkiefer Molaren (0,9mm; ns) (Abb. 18; Seite 63).

T₃-T₁ (totaler Zeitraum)

Während des totalen Zeitraumes kam es im Durchschnitt zu einer unbedeutenden anterioren Bewegung des ersten Unterkiefer Molaren (0,6mm; ns) (Abb. 18; Seite 63).

Vergleich der Okzipitalbasis- und Schädelbasissuperponierungsmethode (Tab. 4, Abb. 19)

T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum)

Während des therapeutischen Zeitraumes kam es bei der Okzipitalbasismethode im Durchschnitt zu einer unbedeutend größeren anterioren Bewegung des ersten Unterkiefer Molaren (0,2mm; ns) als bei der Schädelbasismethode (Abb. 19; Seite 64).

T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum)

Während des posttherapeutischen Zeitraumes zeigte die Okzipitalbasismethode durchschnittlich eine größere posteriore Bewegung des ersten Unterkiefer Molaren (0,9mm; $p < 0,001$) als die Schädelbasismethode. Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Differenzen ($\pm 1\text{mm}$) war der Unterschied allerdings klinisch irrelevant (Abb. 19; Seite 64).

T₃-T₁ (totaler Zeitraum)

Während des totalen Zeitraumes zeigte die Schädelbasismethode durchschnittlich eine größere anteriore Bewegung des ersten Unterkiefer Molaren (0,7mm; $p < 0,05$) als die Okzipitalbasismethode. Unter Berücksichtigung des Bereiches der klinisch nicht-signifikanten Differenzen ($\pm 1\text{mm}$) war der Unterschied allerdings klinisch irrelevant (Abb. 19; Seite 64).

Ergebnisse

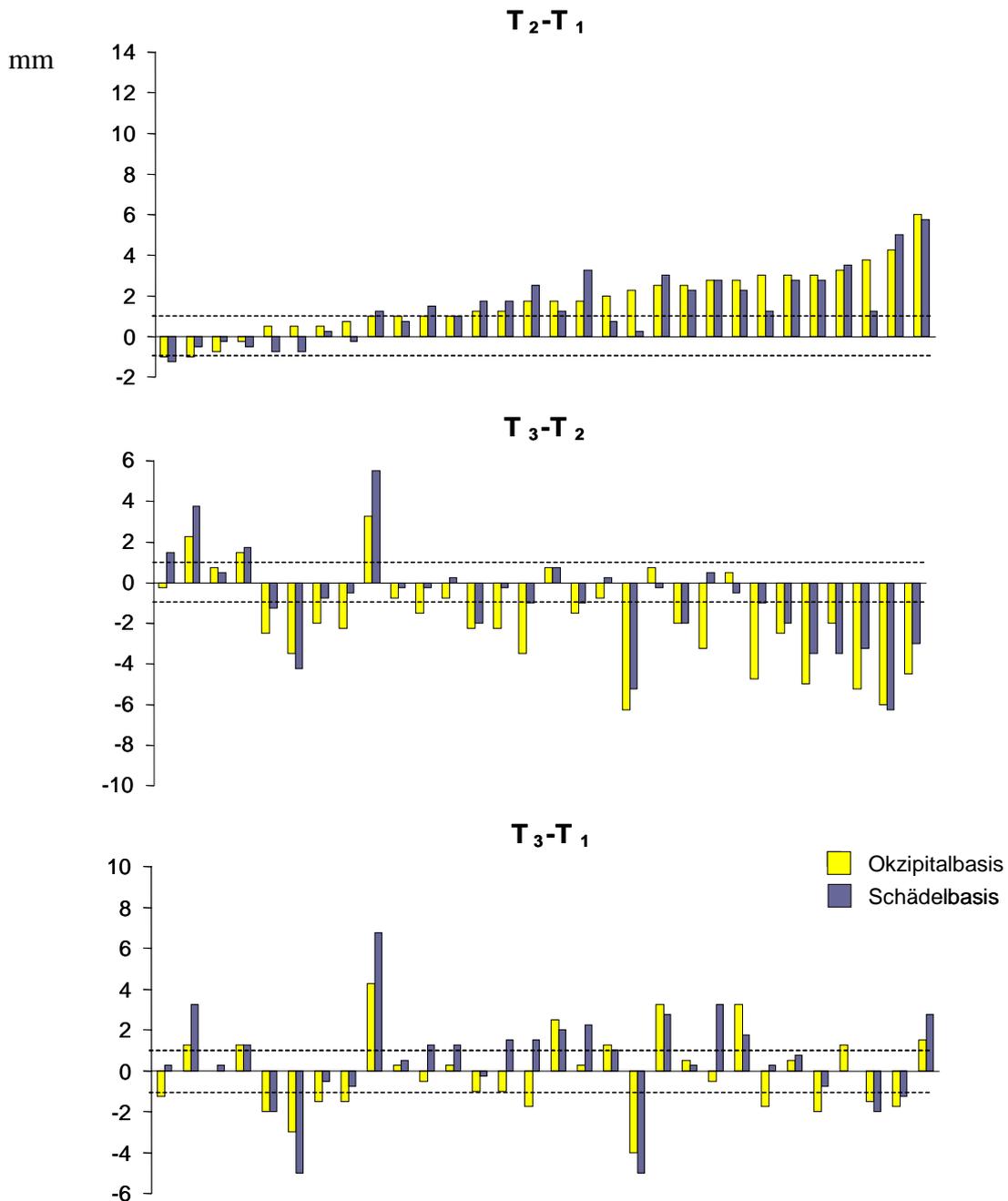


Abb. 18: Okzipitalbasis- und Schädelbasissuperponierungsmethode. Individuelle Veränderungen des **ersten Unterkiefer Molaren** bei 30 männlichen Klasse II/1 Dysgnathien, die mit einer Herbst-Apparatur behandelt wurden. Untersuchung der Zeiträume: T₂-T₁ (therapeutischer Zeitraum), T₃-T₂ (posttherapeutischer Zeitraum), T₃-T₁ (totaler Zeitraum). Aufsteigende Sortierung der Probanden nach den gemessenen Werten der Okzipitalbasismethode im therapeutischen (T₂-T₁) Zeitraum.

Positive Werte bedeuten eine anteriore Bewegung des ersten Unterkiefer Molaren.
Negative Werte bedeuten eine posteriore Bewegung des ersten Unterkiefer Molaren.

Die ± 1 mm Bezugslinien grenzen den Bereich der klinisch nicht-signifikanten Veränderungen ab.

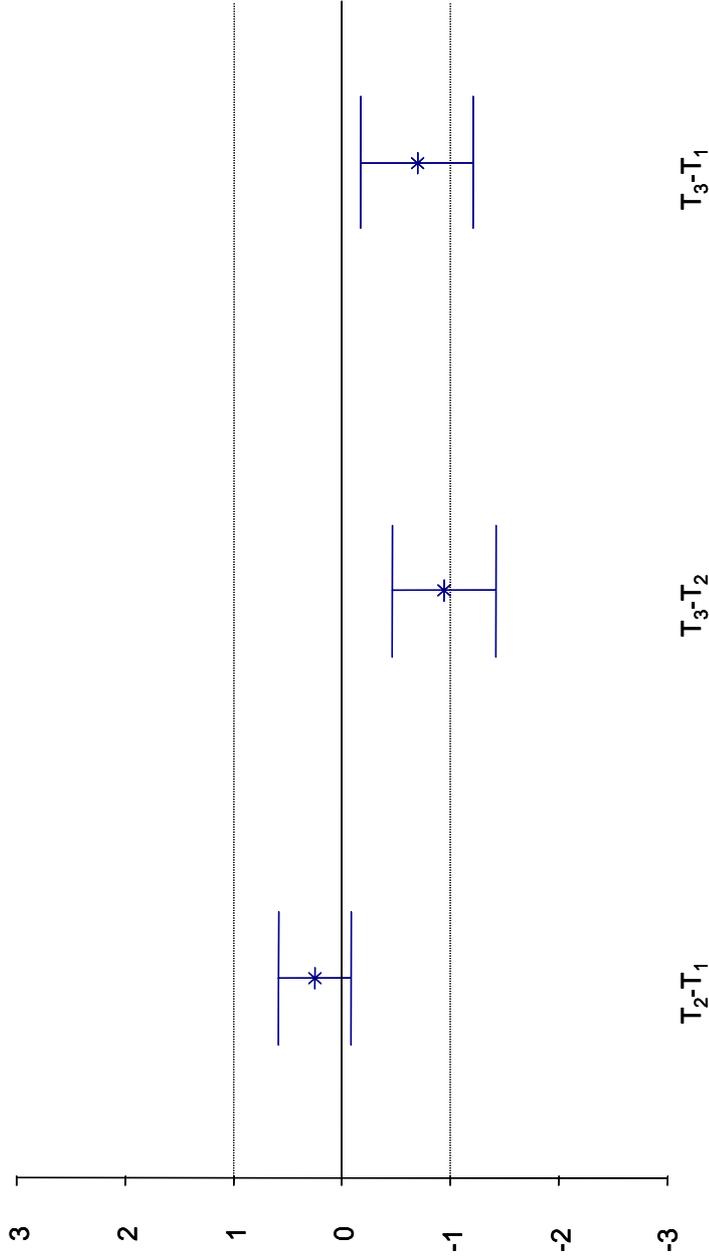


Abb. 19: Mittelwert und Konfidenzintervall (95%) der Differenz zwischen der mit der Okzipitalbasis- und der mit der Schädelbasissuperponierungsmethode gemessenen Veränderung des **ersten Unterkiefer Molaren** bei 30 männlichen Klasse II/1 Dysgnathien, die mit einer Herbst-Apparatur behandelt wurden. Untersuchung der Zeiträume: T_2-T_1 (therapeutischer Zeitraum), T_3-T_2 (posttherapeutischer Zeitraum), T_3-T_1 (totaler Zeitraum). Die ± 1 mm Bezugslinien grenzen den Bereich der klinisch nicht-signifikanten Differenzen ab.

Erläuterungen zum Diagramm

- T_2-T_1 : Eine unbedeutend grössere anteriore Bewegung des ersten Unterkiefer Molaren bei der Okzipitalbasismethode.
- T_3-T_2 : Eine grössere posteriore Bewegung des ersten Unterkiefer Molaren bei der Okzipitalbasismethode.
- T_3-T_1 : Eine grössere anteriore Bewegung des ersten Unterkiefer Molaren bei der Schädelbasismethode.

6. DISKUSSION

6.1 Material

Dieser Untersuchung stand ein einheitliches Patientengut zur Verfügung. Es wurden ausschließlich männliche Probanden gewählt, da das Ausmaß der wachstumsbedingten Veränderungen und die absoluten Wachstumsraten während der Pubertät bei Jungen größer sind als bei Mädchen.^{1,9,24,36,42,63,71} Weiterhin hatten alle Probanden die gleiche Dysgnathie (Angle Klasse II/1) und wurden mit der gleichen Apparatur (Herbst-Apparatur) behandelt. Die Dauer der Behandlung war in der Regel bei allen Patienten gleich lang. Da die Herbst-Apparatur nicht von der Mitarbeit der Patienten abhängig ist, konnte man außerdem von einer zuverlässigen und für alle Probanden gleichmäßigen Gerätewirkung ausgehen. Des weiteren war die Gesamtzahl der untersuchten Patienten groß genug, um statistisch verwertbare Aussagen machen zu können.

6.2 Methode

Ziel dieser Untersuchung war der Vergleich zwischen zwei Überlagerungsmethoden, nicht die Bewertung der Fehlerquellen bei der Bestimmung und Einzeichnung kephalometrischer Punkten. Trotzdem wurden, um den Einfluss solcher Parameter^{14,32,60} auf den Methodenfehler und auf die gemessenen Behandlungsergebnisse möglichst gering zu halten, an allen drei Röntgenbildern fest markierte Messpunkte, die in einer Sitzung definiert wurden, verwendet.

Alle Durchzeichnungen und Messungen wurden vom gleichen Untersucher (dem Verfasser) vorgenommen. Dies garantiert eine einheitliche

Messgenauigkeit bei beiden Überlagerungsmethoden und ist in Übereinstimmung mit anderen Intra-Untersucher Studien.^{40,73}

Das für die vorliegende Untersuchung verwandte Analysesystem (SO-Analyse) von Pancherz⁶⁵ stellt eine weltweit anerkannte Methode zur Differenzierung zwischen dentalen und skelettalen Komponenten, die an einer sagittalen Okklusionsveränderung beteiligt sind, dar. Sie wurde schon mehrmals zur Ermittlung der Behandlungseffektivität verschiedener Behandlungsapparaturen eingesetzt.^{37,48,66,72,80} Diese Analysemethode hat bei einer Untersuchung dieser Art den Vorteil, dass Unterschiede mit Hilfe linearer sagittaler Streckenmessungen, wegen ihrer höheren Sensibilität im Vergleich zu Winkelmessungen, besser erfasst werden können.

6.3 Ergebnisse

6.3.1 Reproduzierbarkeit

Als Maß der Reproduzierbarkeit in dieser Untersuchung diene der Methodenfehler (MF) errechnet anhand der Formel von Dahlberg.²⁰ Er repräsentiert hauptsächlich die Schwierigkeit bei der Lokalisation und Einzeichnung der Punkte **Oc** bzw. **s** zum Zeitpunkt T_1 und die Problematik bei der Superponierung der Röntgenbilder. Zu allen drei Untersuchungszeitpunkten und bei allen Messvariablen zeigte sich bei der Okzipitalbasismethode eine bessere Reproduzierbarkeit als bei der Schädelbasismethode, und das lässt sich folgendermaßen erklären:

1. Unilaterale anatomische Strukturen unterliegen definitionsgemäß bei der Erstellung von Fernröntgenseitenbildern weniger projektionsbedingten Fehlern als bilaterale Strukturen. Dazu kommt bei den bilateralen Strukturen, dass je größer ihre Distanz zu der Medianebene des Schädels und zum Zentralstrahl,

der durch den Porus Acusticus Externus verläuft, ist, desto größer ist die störende strahlendivergenzbedingte Verzerrung dieser Strukturen am Röntgenbild.^{3,4,8,13,15,31,38,62,77,79} Dieses Phänomen verstärkt sich durch einen kurzen Fokus-Objekt-Abstand. Bei der Schädelbasismethode handelt es sich, mit Ausnahme von der Vorderwand der Sella turcica, um bilaterale Strukturen. Die Lamina cribriformis und die frontoethmoidalen Knochenränder liegen zwar nah an der Medianebene, ihre Distanz zum Zentralstrahl ist aber relativ groß. Im Gegensatz dazu liegen bei der Okzipitalbasismethode die anterioren Flächen der Okzipitalkondylen, die die einzigen bilateralen Strukturen darstellen, und die ventrokaudale Fläche der Pars basilaris des Os Occipitale anatomisch sehr nah zur Medianebene und zum Zentralstrahl. Somit ist der Verzerrungseffekt bei der Schädelbasismethode größer als bei der Okzipitalbasismethode.

2. Die vordere Schädelbasis ist eine Region, die sich vom Aufbau her als sehr komplex erweist. Die Überlappung und Weichzeichnung vieler Strukturen bei ihrer Darstellung scheint unvermeidbar.^{53,68,79} Die Okzipitalbasis dagegen ist in ihrem Aufbau weniger komplex. Die Crista occipitalis interna ist auf den Röntgenbildern klar definierbar.^{27,30,31} Technische Schwierigkeiten bei der Anwendung der Okzipitalbasismethode wie z.B. mangelnde Abbildung der okzipitalen Referenzstrukturen dorsal vom Foramen magnum auf dem Röntgenbild wegen der Form und Positionierung der handelsüblichen Kassetten lassen sich leicht mit einer Drehung der Kassettenhalterung um 90° beseitigen.

3. Lange, breitflächige Überlagerungsstrukturen sind im allgemeinen bei der Superponierung von FRS einfacher zu handhaben. In eine Längsschnittuntersuchung von Falck,²⁸ die sich über eine Zeitspanne von 8,5 Jahren erstreckte, wurde die Länge der vorderen Schädelbasis gemessen und mit der Länge der Crista occipitalis interna verglichen. Aufgrund der Umbauvorgänge in der Sella Region^{2,5,6,7,10,11,18,25,26,43,49,51,78} und im Nasionbereich^{5,7,10,11,25,26,29,49,58,74} während des Wachstums betrifft nach

Falck²⁸ die durchschnittliche Länge des stabilen, überdeckbaren Abschnitts der vorderen Schädelbasis (die Region der Projektion der großen Keilbeinflügel auf der kranialen Fläche des Keilbeinkörpers) 20,6mm. Die Länge des stabilen überdeckbaren Abschnitts der Crista occipitalis interna ist dagegen mit 29mm deutlich größer.

Das Hauptmerkmal einer guten Überlagerungsebene soll die Stabilität ihrer einzelnen Teile während des Wachstums sein. Diesbezüglich erweisen sich beide Überlagerungsebenen, wie aus der Fachliteratur nachfolgend hervorgeht, als gleich gut:

Die vordere Schädelbasis kann nach dem siebten Lebensjahr zuverlässige Anhaltspunkte für die Überlagerung von Röntgenbildern bieten,^{11,22,29,61,75} auch wenn an vielen Stellen später weitere Remodellationsvorgänge stattfinden.⁵⁹ Bei langen Untersuchungszeiträumen werden von den von Björk und Skieller¹¹ vorgeschlagenen Strukturen der vorderen Schädelbasis nur diejenigen ausgewählt, die über eine längere Periode stabil bleiben, d.h. die Vorderwand der Sella turcica, die Vorderwand der medianen cranialen Fossa, die Konturen des frontoethmoidalen Knochenrandes und der Umriss der Lamina cribiformis. Bei kurzen Untersuchungszeiträumen können auch weitere Strukturen, wie z.B. die zerebralen Flächen des Orbitadaches, die innere Fläche oder die Unregelmäßigkeiten der inneren Kontur des Os frontale, in Betracht gezogen werden.

Die Okzipitalbasis beginnt schon im Fötus zu ossifizieren⁶⁴ und ihre Verknöcherung ist bis zum Zeitpunkt des Aufrechtstehens vollendet. Der Bereich zwischen der posterioren und der anterioren Grenze des Foramen magnum gehört ontogenetisch zu den stabilsten Regionen der Schädelbasis.^{29,35,47} Kleine Umbauvorgänge durch Apposition im Punkt Basion finden bis in die Pubertät statt,^{26,43,57,59} scheinen aber die Relation der anatomischen Strukturen zueinander in der Okzipitalbasis nicht zu beeinflussen.^{7,17,59} Die anfangs von Müller⁶² verwendete externe Kontur der

Squama occipitalis, die nur schwer röntgenologisch darzustellen und infolge der vielen Muskelansätze funktionsbedingten Veränderungen unterworfen ist, wurde später von Fränkel³⁰ durch die Crista occipitalis interna, die genau in der Medianebene zwischen den zwei Hirnhemisphären liegt und daher dem Wachstumsdruck der Hirnweichteile am wenigsten ausgesetzt ist, ersetzt.

6.3.2 Ausgewertete Behandlungsergebnisse

Zuerst sollte betont werden, dass keine ähnlichen Studien, bei welchen Behandlungsergebnisse resultierend aus der Anwendung der Okzipitalbasis- und der Schädelbasissuperponierungsmethode miteinander verglichen werden, in der Fachliteratur bekannt sind.

Untersuchungsperiode T_2-T_1

Der Mechanismus der Overjet- und Molarenrelation-Korrektur ist in Abbildung 20 dargestellt. Es gab keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungsergebnissen der beiden Überlagerungsmethoden mit Ausnahme von Overjet und Unterkiefer Schneidezahn (Tabelle 4; Seite 27). Diese beiden Unterschiede hatten jedoch keine klinische Relevanz. Die klinische Relevanz wurde auf $\pm 1\text{mm}$ Veränderungen oder Gruppenunterschiede festgelegt; der gleiche Standard wurde von Ghafari³³ verwendet. Über einen kurzen Untersuchungszeitraum (in dieser Untersuchung durchschnittlich 7,5 Monate) spielt also die Wahl der Überlagerungsebene keine Rolle für die ausgewerteten Behandlungsergebnisse.

Untersuchungsperiode T_3-T_2

Der Mechanismus des Overjet- und Molarenrelation-Rezidives ist in der

Diskussion

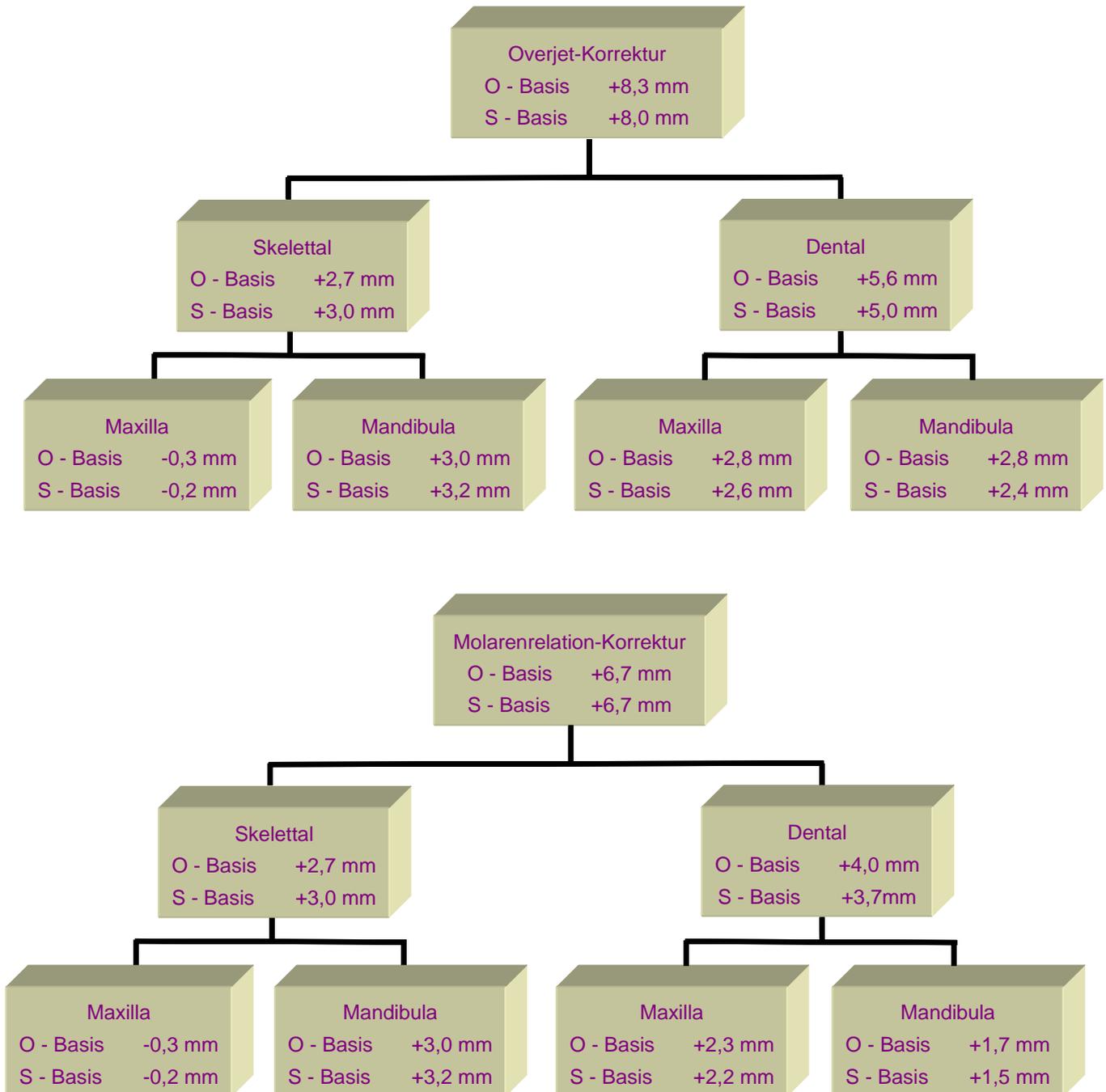


Abb. 20: Untersuchungszeitraum T₂-T₁. Darstellung des Mechanismus der Overjet- und Molarenrelation-Korrektur bezüglich skelettaler und dentaler Anteile in der Maxilla und Mandibula. Abweichungen im Vergleich zur Tabelle 4 (Seite 27) sind durch Abrundungen bedingt. O - Basis: Okzipitalbasismethode, S - Basis: Schädelbasismethode.

Plus (+) bedeutet eine günstige Veränderung im Sinne einer Klasse II Korrektur.
 Minus (-) bedeutet eine ungünstige Veränderung im Sinne einer Klasse II Korrektur.

Abbildung 21 dargestellt. Das Molarenrelation-Rezidiv war in dieser Periode bei beiden Überlagerungsmethoden vergleichbar. Das Overjet-Rezidiv dagegen nicht. Bei der Okzipitalbasismethode gab es eine stärkere Vergrößerung des Overjets als bei der Schädelbasismethode. Die Veränderungen der restlichen skelettalen und dentalen Messvariablen waren auch stark unterschiedlich. So ergab sich bei der Okzipitalbasismethode eine größere anteriore Bewegung der Maxilla, der Mandibula, des Oberkiefer Schneidezahnes und des ersten Oberkiefer Molaren sowie auch eine größere posteriore Bewegung des Unterkiefer Schneidezahnes und des ersten Unterkiefer Molaren als bei der Schädelbasismethode (Tabelle 4; Seite 27). Im Fall der Mandibula wies der Unterschied zwischen den beiden Methoden sogar eine hohe klinische Relevanz auf (Seite 44).

Die ermittelten Unterschiede lassen sich durch Veränderungen der räumlichen Position der beiden Überlagerungsebenen zueinander erklären. Wären sie stabil zueinander gewesen, hätte es beim Vergleich der beiden Methoden keinen Unterschied zwischen den ermittelten Behandlungsergebnissen gegeben. Da aber die anteriore Bewegung der maxillären und der mandibulären Basis bei der Okzipitalbasismethode größer als bei der Schädelbasismethode war, müssen sich die beiden Überlagerungsebenen auseinander bewegt haben. Da der Unterschied bei der Mandibula deutlich größer als bei der Maxilla war, handelt es sich dabei nicht nur um eine parallele, sondern auch um eine rotierende Bewegung. Mit anderen Worten, betrachtet man das System der beiden Referenzebenen aus Sicht der Okzipitalbasismethode, dann bewegt sich die Schädelbasis nach ventral und kranial. Umgekehrt betrachtet man das System aus Sicht der Schädelbasismethode bewegt sich die Okzipitalbasis nach dorsal und kaudal. Überlagert man demzufolge die Röntgenbilder über die Strukturen der Okzipitalbasis, wächst das Gesicht eher horizontal und weniger vertikal. Überlagert man dagegen die Röntgenbilder über die Strukturen der Schädelbasis, wächst das Gesicht eher vertikal als horizontal (Abb. 22; Seite 74). An dieser Stelle sollten vielleicht die Worte Brodie¹⁵ zitiert werden:

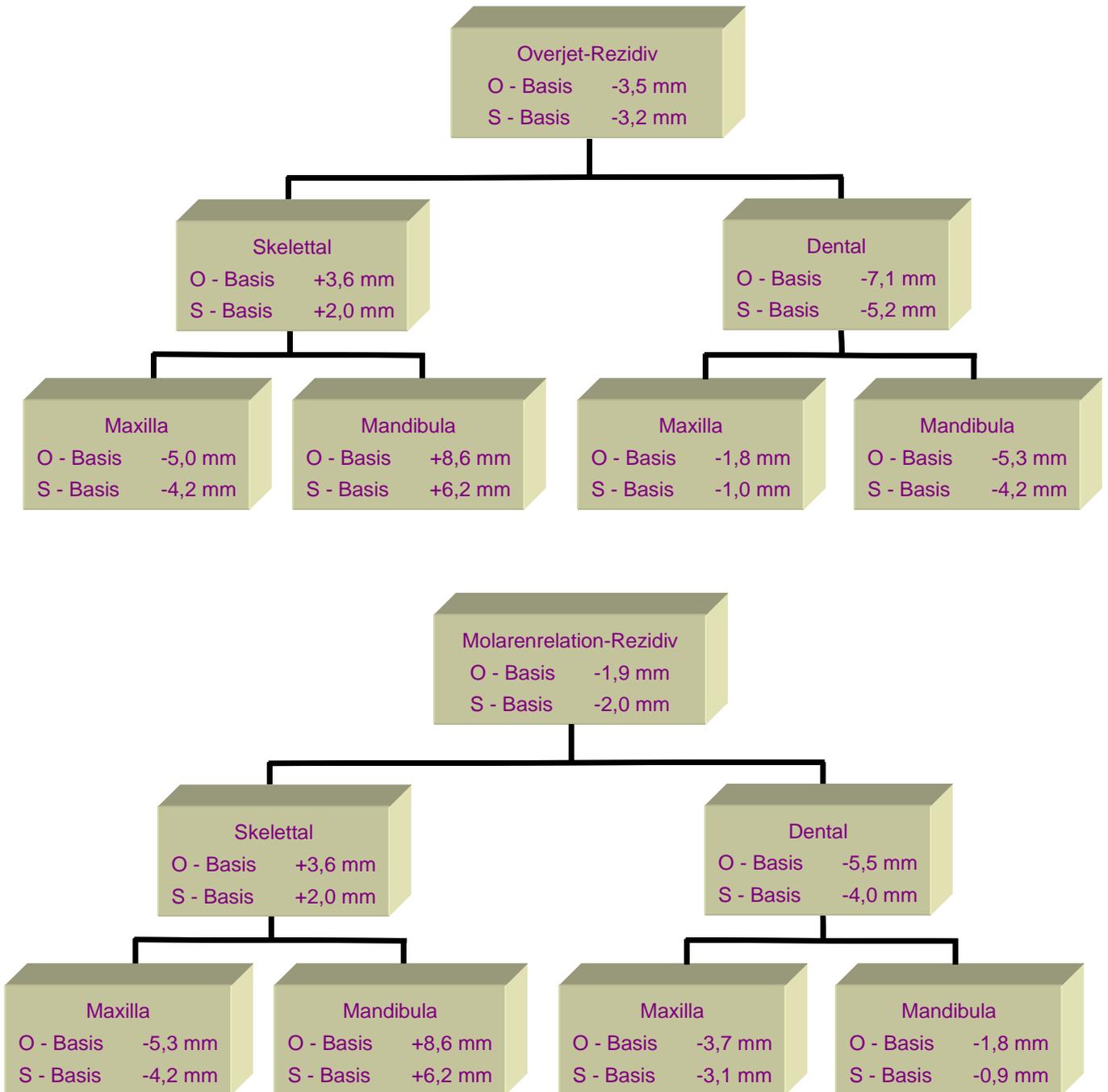


Abb. 21: Untersuchungszeitraum T₃-T₂. Darstellung des Mechanismus des Overjet- und Molarenrelation-Rezidives bezüglich skelettaler und dentaler Anteile in der Maxilla und Mandibula. Abweichungen im Vergleich zur Tabelle 4 (Seite 27) sind durch Abrundungen bedingt. O - Basis: Okzipitalbasismethode, S - Basis: Schädelbasismethode.

Plus (+) bedeutet eine günstige Veränderung im Sinne einer Klasse II Korrektur.
 Minus (-) bedeutet eine ungünstige Veränderung im Sinne einer Klasse II Korrektur.

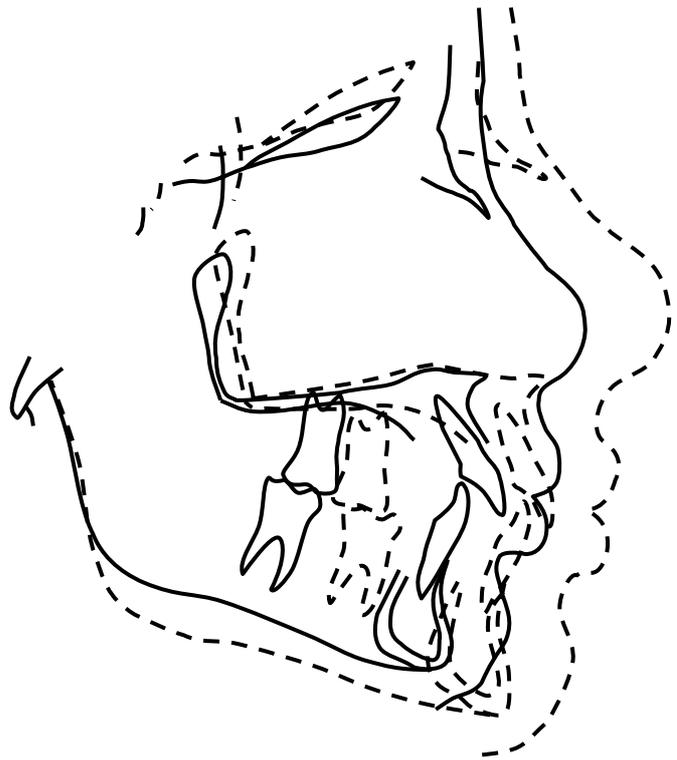
It should never be forgotten that the superimposing of various points as centers is nothing more than a temporary assumption that may have no basis in fact. It can be stated with certainty only that one part behaves in such and such a manner in relation to some other part; i.e., that the distance between certain points increases in a certain direction and at a certain rate.

Die Antwort auf die Frage, was die beiden Überlagerungsebenen auseinander bewegt, ist das Wachstum der Synchondrosis sphenoccipitalis, welches Coben als das fehlende Glied in der Interpretation der Richtung des kraniofazialen Wachstums bezeichnet.¹⁹ Ein Wachstum in dieser Synchondrose ist während der ganzen Adoleszenz Periode und bis in die frühe adulte Periode deutlich vorhanden.^{29,49,56,58,67,75} Es trägt zu der Entwicklung des Viszerokraniums in vertikaler Richtung bei und ist bei Jungen größer als bei Mädchen.¹⁸ Von der vorderen Schädelbasis aus betrachtet, beschreiben Roche und Lewis⁷¹ die Richtung dieses Wachstums als dorsal und kaudal. Dies stimmt mit den Befunden der 243 röntgenkephalometrisch longitudinal untersuchten Fällen von Björk⁷ überein.

Untersuchungsperiode T3-T1

Der Mechanismus der Overjet- und Molarenrelation-Korrektur ist in der Abbildung 23 (Seite 75) dargestellt. Da sich dieser Zeitraum aus der algebraischen Summation der beiden anderen Zeiträume ergibt, wird er nicht näher diskutiert.

Okzipitalbasismethode



Schädelbasismethode

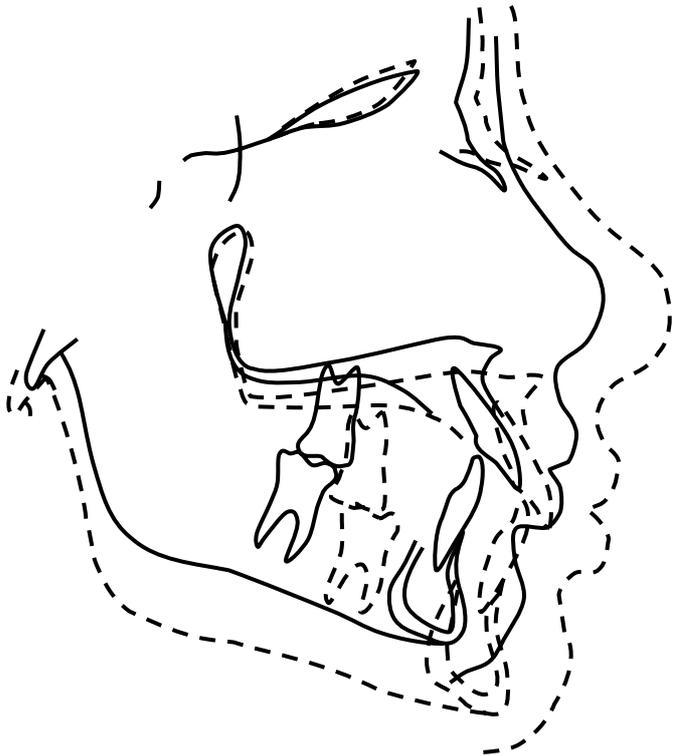


Abb. 22: Darstellung der unterschiedlichen Wachstumsrichtungen des Gesichtes bei Verwendung der Okzipitalbasis- und Schädelbasisüberlagerungsmethode. Gezeigt werden die Bilder vor der Behandlung (—) und 5 Jahre nach der Behandlung (....) eines Probanden dieser Untersuchung.

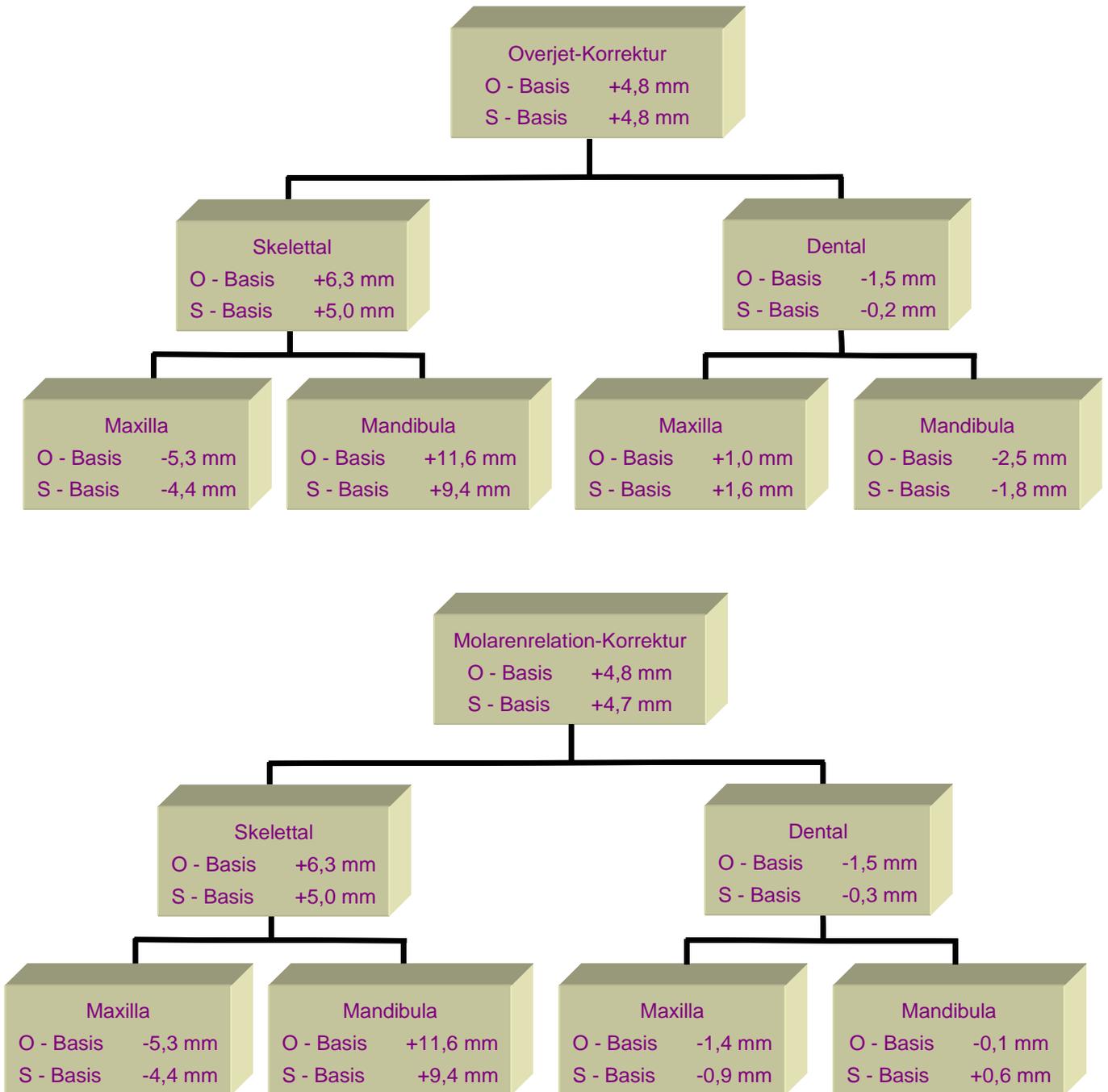


Abb. 23: Untersuchungszeitraum T₃-T₁. Darstellung des Mechanismus der Overjet- und Molarenrelation-Korrektur bezüglich skelettaler und dentaler Anteile in der Maxilla und Mandibula. Abweichungen im Vergleich zur Tabelle 4 (Seite 26) sind durch Abrundungen bedingt. O - Basis: Okzipitalbasismethode S - Basis: Schädelbasismethode.

Plus (+) bedeutet eine günstige Veränderung im Sinne einer Klasse II Korrektur.
 Minus (-) bedeutet eine ungünstige Veränderung im Sinne einer Klasse II Korrektur.

6.3.3 Abschließende Überlegungen

Je nach Auswahl der Überlagerungsebene ergeben sich also völlig unterschiedliche Ergebnisse in Bezug auf Ausmaß und Richtung der erfolgten wachstums- oder behandlungsbedingte Veränderungen. Coben¹⁹ weist auch auf unterschiedliche Interpretationen der Wachstumsrichtung des kraniofazialen Komplexes durch die Verwendung unterschiedlicher Superponierungstechniken hin.

Darüber hinaus muss hervorgehoben werden, dass Vergleiche von Behandlungseffekten unterschiedlicher Behandlungsmethoden nur dann Gültigkeit haben, wenn bei der Auswertung der Röntgenbilder die gleiche Überlagerungsmethode bei den untersuchten Probandengruppen verwendet wird. Ansonsten ist eine Fehlinterpretation beim Vergleich der ausgewerteten Behandlungsergebnisse die Folge.

7. SCHLUSSFOLGERUNG

- Bei der Superponierung von Fernröntgenseitenbildern des Kopfes ist die Reproduzierbarkeit der Okzipitalbasismethode besser als die der Schädelbasismethode.
- Über einen kurzen Untersuchungszeitraum (in dieser Untersuchung durchschnittlich 7,5 Monate) lassen sich für die ausgewerteten Behandlungsergebnisse keine markanten Unterschiede zwischen den beiden Überlagerungsmethoden feststellen.
- Über einen langen Untersuchungszeitraum (in dieser Untersuchung durchschnittlich 5 Jahre) ergeben sich deutliche Unterschiede für die ausgewerteten Behandlungsergebnisse zwischen den beiden Überlagerungsmethoden. Überlagert man die Röntgenbilder über die Okzipitalbasis werden eher horizontale als vertikale Veränderungen betont. Überlagert man über die Schädelbasis werden eher vertikale als horizontale Veränderungen hervorgehoben.
- Beide Überlagerungsmethoden haben ihre Berechtigung in der Kieferorthopädie. Bei der Deutung von Behandlungsergebnissen muss aber Rücksicht auf die verwendete Überlagerungsmethode der Röntgenbilder genommen werden.

8. ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war der Vergleich zweier Fernröntgenseitenbilder-Überlagerungsmethoden bei der Analyse des Mechanismus der Klasse II Korrektur (SO-Analyse nach Pancherz⁶⁵) in der Herbst-Behandlung.

Das Patientengut umfasste 30 Jungen der Angle-Klasse II/1, die mit der Herbst-Apparatur behandelt wurden. Fernröntgenseitenbilder des Kopfes von (1) vor der Herbst-Behandlung, (2) nach durchschnittlich 7,5 monatige Behandlung und (3) durchschnittlich 5 Jahre nach der Behandlung wurden gemäß der Okzipitalbasismethode und der Schädelbasismethode überlagert. Für beide Überlagerungsmethoden wurde die Veränderung des Overjets, der Molarenrelation, der maxillären und mandibulären Basis, der Oberkiefer und Unterkiefer Schneidezähne und Molaren anhand der SO-Analyse⁶⁵ ermittelt. Die röntgenkephalometrischen Veränderungen während drei Untersuchungszeiträumen wurden festgehalten: (1) therapeutischer Zeitraum, (2) posttherapeutischer Zeitraum und (3) totaler Zeitraum. Die klinische Relevanz der Veränderungen oder Gruppenunterschiede wurde auf $\pm 1\text{mm}$ festgelegt.

Die Untersuchung lieferte folgende Ergebnisse:

- Die Reproduzierbarkeit der Okzipitalbasismethode war besser als die der Schädelbasismethode.
- Der Vergleich der ermittelten Behandlungsergebnisse beider Überlagerungsmethoden zeigte folgendes:
 - Während des therapeutischen Zeitraumes gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Methoden. Das galt für alle

Messvariablen mit Ausnahme von Overjet und Unterkiefer Schneidezahn. Bei der Okzipitalbasismethode lag eine stärkere Veränderung als bei der Schädelbasismethode vor.

- Während des posttherapeutischen Zeitraumes war nur die Molarenrelationveränderung bei beiden Überlagerungsmethoden vergleichbar. Für den Overjet und allen skelettalen und dentalen Variablen waren die sagittalen Veränderungen bei der Okzipitalbasismethode größer als bei der Schädelbasismethode. Im Fall der mandibulären Basis hatte der Unterschied zwischen den beiden Methoden sogar eine hohe klinische Relevanz.

Schlussfolgernd konnte festgestellt werden, dass, über einen kurzen Untersuchungszeitraum gesehen, keine markanten Unterschiede für die ausgewerteten Behandlungsergebnisse zwischen den beiden Überlagerungsmethoden vorlagen. Bei einem langen Untersuchungszeitraum dagegen werden bei der Überlagerung von Röntgenbildern über die Okzipitalbasis eher horizontale als vertikale Veränderungen betont, während bei der Überlagerung über die Schädelbasis eher vertikale als horizontale Veränderungen hervorgehoben werden.

9. SUMMARY

The aim of this study was to compare two head film superimposition methods in the analysis of the Class II correction mechanism during Herbst treatment.

The subject material consisted of 30 male Class II, Division I malocclusions treated with the Herbst-appliance. Lateral head films from (1) before treatment, (2) on average after 7,5 months of Herbst treatment when the appliance was removed and (3) on average 5 years after Herbst treatment were superimposed according to the occipital base method and the anterior cranial base method. The change in overjet and molar relationship, maxillary and mandibular skeletal base and maxillary and mandibular molars and incisors were evaluated for both superimposition methods according to the SO-Analysis.⁶⁵ The cephalometric changes during three examination periods were assessed: (1) treatment period, (2) posttreatment period and (3) total observation period. The clinical significance of changes or group differences was set at the level of ± 1 mm.

The following results were obtained:

- The reproducibility of the occipital base method was better than of the anterior cranial base method.
- Comparing the two superimposition methods the results revealed the following:
 - During the treatment period no differences existed between the two methods. That was true for all the variables except for overjet correction and mandibular incisor movement, for which the occipital base method exhibited greater changes than the anterior cranial base method.

- During the posttreatment period only the changes in molar relationship were comparable in the two superimposition methods. The changes in overjet and all skeletal and dental variables were greater when superimposing the head films according to the occipital base method than when superimposing the radiographs according to the anterior cranial-base method. For the mandibular base, even clinically significant differences existed between the methods.

Based on the results of this study it can be concluded, that seen over a short investigation period no marked differences existed between the treatment results recorded using the two superimposition methods. On the other hand on a long-term basis superimposing lateral head films according to the occipital base method, horizontal changes are emphasized more than vertical changes, while superimposing radiographs according to the anterior cranial base method, vertical changes are emphasized more than horizontal changes.

10. LITERATURVERZEICHNIS

1. Bambha, JK
Longitudinal cephalometric roentgenographic study of the face and cranium in relation to body height.
J. Am. Dent. Assoc., 63: 776-99, 1961
2. Baume LJ
Principles of cephalofacial development revealed by experimental biology.
Am. J. Orthod., 47: 881-901, 1961
3. Baumrind, S und Frantz, R
The reliability of head film measurements. 1. Landmark identification.
Am. J. Orthod., 60: 111-27, 1971a
4. Baumrind, S und Frantz, R
The reliability of head film measurements. 2. Conventional angular and linear measures.
Am. J. Orthod., 60: 505-17, 1971b
5. Bergersen, EO
A comparative study of cephalometric superimposition.
Angle Orthod., 31: 216-29, 1961
6. Bergersen, EO
The male adolescent facial growth spurt: Its prediction and relation to skeletal maturation.
Angle Orthod., 42: 319-38, 1972

- 7.** Björk, A
Cranial base development. A follow-up x-ray study of the individual variation in growth occurring between the ages of 12 and 20 years and its relation to brain case and face development.
Am. J. Orthod., 41: 198-225, 1955
- 8.** Björk, A und Solow, B
Measurement on radiographs.
J. Dent. Res., 41 : 672-83, 1962
- 9.** Björk, A und Helm, S
Prediction of the age of maximum pubertal growth in body height.
Angle Orthod., 37: 134-43, 1967
- 10.** Björk, A
The use of mettalic implants in the study of facial growth in children: Method and application.
Am. J. Phys. Anthrop., 29: 243-54, 1968
- 11.** Björk, A und Skieller, V
Normal and abnormal growth of the mandible: a synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years.
Europ. J. Orthod., 5: 1-46, 1983
- 12.** Broadbent, BH
A new x-ray technique and ist application to ortodontia.
Angle Orthod., 1: 45-66, 1931
- 13.** Broadbent, BH
The face of the normal child.
Angle Orthod., 7: 183-208, 1937

- 14.** Broadway, ES; Healy, MJ; Poyton, HG
The accuracy of tracings from cephalometric lateral skull radiographics.
Dent. Pract., 12: 455-60, 1966
- 15.** Brodie, AG
On the growth pattern of the human head from the third month to the eighth year of life.
Am. J. Anat., 68: 209-62, 1941
- 16.** Brodie, AG
Late growth changes in the human face.
Angle Orthod., 23: 147-57, 1953
- 17.** Coben, SE
The integration of facial skeletal variants.
Am. J. Orthod., 41: 407-34, 1955
- 18.** Coben, SE
Growth concepts.
Angle Orthod., 31: 194-201, 1961
- 19.** Coben, SE
The speno-occipital synchondrosis: The missing link between the profession`s concept of craniofacial growth and orthodontic treatment.
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., 114: 709-12, 1998.
- 20.** Dahlberg, G
Statistical methods for medical and biological students.
Interscience Publications, New York, 1940

- 21.** De Coster, L
The familial line, studied by a new line of reference.
Trans Eur. Orthod. Soc., 28: 50-55, 1952a
- 22.** De Coster, L
Eine neue Bezugslinie mit großer Genauigkeit zum Studium sagittaler Fernröntgenaufnahmen.
Fortschr. Kieferorthop., 13: 49-56, 1952b
- 23.** Delattre, A
Du crane animal au crane humain.
Masson & Cie, Paris, 1951
- 24.** Demirjian, A; Buschang, PH; Tanguay, R; Kingnorth Patterson, D
Interrelationships among measures of somatic, skeletal, dental and sexual maturity.
Am. J. Orthod., 88: 433-38, 1985
- 25.** Elmajian, KE
A serial study of facial growth as related to cranial base morphology.
M.S. Thesis, University of Washington, Seattle: 1-19, 1959
- 26.** Enlow, DH
The human face.
Hoeber Med. Div., Harper & Row, New York: xiv + 303, 1968
- 27.** Falck, F
Die Vorzüge der Okzipitalbasis nach Fränkel bei der Fernröntgenanalyse.
Stomatol. DDR, 31: 695-701, 1981

- 28.** Falck, F
Zur Stabilität der de Coster-Linie und der Okzipitalbasis nach Fränkel.
Zahn Mund Kieferheilkd., 70: 232-37, 1982
- 29.** Ford, EHR
Growth of the human cranial base.
Am. J. Orthod., 44: 498-506, 1958
- 30.** Fränkel, R
Fernröntgenanalyse nach Okzipitalkreuz und natürlicher Kopfhaltung.
Dt. Stomatol., 19: 673-81, 1969
- 31.** Fränkel, R
The applicability of the occipital reference base in cephalometrics.
Am. J. Orthod., 77: 379-95, 1980
- 32.** Freisfeld, M
Fehlerquellen an Einzeichnungsserien kephalometrischer
Bezugspunkte.
Fortschr. Kieferorthop., 34: 296-306, 1973
- 33.** Ghafari, J; Engel, FE; Laster, LL
Cephalometric superimposition on the cranial base: A review and a
comparison of four methods.
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., 91: 403-13, 1987.
- 34.** Graber, TM
Orthodontics, Principles and Practice.
W.B. Saunders Company, Philadelphia and London, 1966

- 35.** Grossman, WJ und Zuckerman, S
An x-ray study of growth changes in the base of the skull.
Am. J. Phys. Anthrop., 13: 515-19, 1955
- 36.** Hägg, U und Tarranger, J
The timing and duration of adolescent growth.
Acta Odontol. Scand., 38: 57-67, 1980
- 37.** Hägg, U; Xi, D; Rabie, A Bakr M; Bendeus, M
What does Headgear add to Herbst treatment and to retention?
Semin Orthod., 9: 57-66, 2003
- 38.** Hixon, EH
Cephalometrics and longitudinal research.
Am. J. Orthod., 46: 36-42, 1960
- 39.** Hofrath, H
Bedeutung der Roentgenfern- und Abstandsaufnahme für die
Diagnostik der Kieferanomalien.
Fortschr. der Orthod., 1: 232, 1931
- 40.** Houston, WJB
The analysis of errors in orthodontic measurements.
Am. J. Orthod., 83: 382-90, 1983
- 41.** Houston, WJB und Lee, RT
Accuracy of different methods of radiographic superimposition on
cranial base structures.
Europ. J. Orthod., 7: 127-35, 1985

- 42.** Hunter, CJ
The correlation of facial growth with body height and skeletal maturation at adolescence.
Angle Orthod., 36: 44-54, 1966
- 43.** Israel, H
Continuing growth in sella turcica with age.
Am. J. Roentgenol., 108: 516-27, 1970
- 44.** Jacobson, A und Sadowsky, PL
Superimposition of cephalometric radiographs.
Jacobson, A
Radiographic cephalometry.
Chicago: Quintessence: 165-73, 1995.
- 45.** Johnston, LE
A comparative analysis of Class II treatments.
Vig. P. S., Ribbens K. A. (eds)
Science and clinical judgment in orthodontics, Monograph No. 19
Craniofacial Growth Series. Centre for Human Growth and
Development
University of Michigan, Ann Arbor: 103-48, 1985
- 46.** Kerr, WJS
A method of superimposing serial lateral cephalometric films for the purpose of comparison: a preliminary report.
Brit. J. Orthod., 5: 51-53, 1978
- 47.** Koski, K
Some aspects of the growth of the cranial base and the upper face.
Odontologisk Tidskrift, 68: 334-58, 1960

- 48.** Kyung-Suk, Cha
Skelettal changes of maxillary protraction in patients exhibiting skeletal class III malocclusion: A comparison of three skeletal maturation groups.
Angle Orthod., 73: 26-35, 2003
- 49.** Latham, RA
The sella point and postnatal growth of the human cranial base.
Am. J. Orthod., 61: 156-62, 1972
- 50.** Lee, RT
The superimposition of lateral skull radiographs by subtraktion: a new method.
Brit. J. Orthod., 7:121-24, 1980
- 51.** Lundström, A und Woodside, DG
Individual variation in growth directions expressed at the chin and the midface.
Eur. J. Orthod., 2: 65-79, 1980
- 52.** Mc Dowell, RM
The use of lateral head radiographs for evaluating orthodontic results as distinguished from growth changes.
Am. J. Orthod. & Oral Surg., 27: 59-74, 1941
- 53.** Mc Namara, JA
An experimental study of increased vertical dimension in the growing face.
Am. J. Orthod., 71: 382-395, 1977

- 54.** Mc William, JS
The application of photographic subtraction in longitudinal cephalometric growth studies.
Europ. J. Orthod., 4: 29-36, 1982
- 55.** Mc William, JS
The effect of growth on the precision of subtraction superimposition.
Dento. Maxillofac. Radiol. Suppl. 4, 1983
- 56.** Melsen, B
Time of closure of the spheno-occipital synchondrosis determined on dry skulls. A radiographic craniometry study.
Acta Odontol. Scand., 27: 73-90, 1969
- 57.** Melsen, B
The postnatal growth of the cranial base in macaca rhesus analysed by the implant method.
Tandlaegebladet., 75: 1320-29, 1971
- 58.** Melsen, B
Time and mode of closure of the spheno-occipital synchondrosis determined on human autopsy material.
Acta anat., 83: 112-18, 1972
- 59.** Melsen, B
The cranial base. The postnatal development of the cranial base studied histologically on human autopsy material.
Acta Odontol. Scand., 32: Suppl. 62, 1974

- 60.** Mitgard, J; Björk, G; Linder-Aronson, S
Reproducibility of cephalometric landmarks and errors of measurement of cephalometric cranial distances.
Angle Orthod., 44: 56-62, 1974
- 61.** Moss, ML und Salentijn, L
The capsular matrix.
Am. J. Orthod., 56: 474-90, 1969
- 62.** Müller, G
Erkennen und Darstellen des Wachstums an der Synchondrosis spheno-occipitalis nach Fernröntgenaufnahmen.
Fortschr. Kieferorthop., 20: 80-83, 1959
- 63.** Nanda, RS
The rates of growth of several facial components measured from serial cephalometric roentgenograms.
Am. J. Orthodont., 41: 658-73, 1955
- 64.** Nemzek, WR; Brodie, HA; Hecht, ST; Chong, BW; Babcook, CJ; Seibert, JA
MR, CT and plain film imaging of the developing skull base in fetal specimens.
Am. J. Neuroradiol., 21: 1699-706, 2000
- 65.** Pancherz, H
The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment. A cephalometric investigation.
Am. J. Orthod., 82: 104-13, 1982

- 66.** Pancherz, H und Hansen, K
Occlusal changes during and after Herbst treatment: a cephalometric investigation.
Eur. J. Orthod., 8: 215-28, 1986
- 67.** Powell, TV und Brodie, AG
Closure of the spheno-occipital synchondrosis.
Anat. Rec., 147: 15-24, 1963
- 68.** Richardson, A
An investigation into the reproducibility of some points, planes and lines used in cephalometric analysis.
Am. J. Orthod., 52: 637-51, 1966
- 69.** Ricketts, RM
A foundation for cephalometric communication.
Am. J. Orthod., 46: 330-57, 1960
- 70.** Ricketts, RM
The bioprogressive therapy
Rocky Mountain/Orthodontics, Denver, 1979
- 71.** Roche, AF und Lewis AB
Sex differences in the elongation of the cranial base during pubescence
Angle Orthod., 44: 279-94, 1974
- 72.** Ruf, S und Pancherz, H.
Dentoskeletal effects and facial profile changes in young adults treated with the Herbst appliance.
Angle Orthod., 69: 239-46, 1999

- 73.** Savara, BS; Tracy, WE; Miller, PA
Analysis of error in cephalometric measurements of three-dimensional distances on the human mandible.
Arch. Oral Biol., 11: 209-17, 1966
- 74.** Scott, JH
The cranial base.
Am. J. Phys. Anthrop., 16: 319-48, 1958
- 75.** Scott, JH
Dento-facial development and growth.
Pergamon Press, Oxford, 1967
- 76.** Steiner, CC
Cephalometrics for you and me.
Am. J. Orthod., 10: 729-55, 1953
- 77.** Steuer, I
The cranial base for superimposition of lateral cephalometric radiographs.
Am. J. Orthod., 61: 493-500, 1972
- 78.** Tammoscheit, UG
Der Stellenwert der Sella turcica in der kephalometrischen Diagnostik.
Quintessenz 1001-10, 1982
- 79.** Van der Linden, FPGM
A study of roentgencephalometric bony landmarks.
Am. J. Orthod., 59: 111-25, 1971

- 80.** Weiland, FJ; Ingervall, B; Bantleon, HP; Droacht, H
Initial effects of treatment of Class II malocclusion with the Herren
activator, activator-headgear combination, and Jasper Jumper.
Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., 112: 19-27, 1997
- 81.** Welcher, H
Untersuchung über Wachstum und Bau des menschlichen Schädels.
Leipzig, 1862

11. ANHANG

In den Tabellen A1-A12 sind die individuellen Messwerte aller Probanden zu den drei Untersuchungszeitpunkten T1 (vor der Behandlung), T2 (nach der Behandlung), T3 (durchschnittlich 5 Jahre nach der Behandlung) dargestellt.

Tab. A1: Okzipitalbasismethode Punkt ss. Individuelle Messwerte (mm) aller Probanden zu den drei Untersuchungszeitpunkten T₁ (vor der Behandlung), T₂ (nach der Behandlung), T₃ (durchschnittlich 5 Jahre nach der Behandlung). Zur Berechnung des Mittelwertes für den Vergleich der Reproduzierbarkeit und für den Vergleich der Behandlungsergebnisse der beiden Überlagerungsmethoden siehe Methode, Seite 15. M₁: erste Messung, M₂: zweite Messung, M₃: dritte Messung.

SS

Proband	T ₁			T ₂			T ₃		
	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M ₂	M ₃
1	102,5	102,5	-	102,5	102,5	-	106,0	106,0	-
2	93,0	93,0	-	93,0	93,5	93,0	100,5	100,0	99,5
3	93,0	93,0	-	93,5	93,5	-	106,0	106,0	-
4	99,0	99,0	-	99,0	99,0	-	101,0	101,0	-
5	88,0	88,5	-	86,5	87,0	-	89,5	90,0	-
6	95,0	95,5	95,0	95,0	95,5	-	101,0	101,0	-
7	94,5	94,5	-	94,0	94,0	-	100,5	100,0	100,5
8	89,0	89,5	-	88,5	89,5	-	93,5	94,5	-
9	104,5	104,5	-	103,0	103,0	-	103,0	103,0	-
10	89,0	89,0	-	89,5	89,0	-	94,0	96,0	-
11	89,0	89,0	-	90,5	90,5	-	97,0	97,0	-
12	88,0	88,0	-	89,5	89,0	-	100,0	100,0	-
13	103,0	103,0	-	102,5	102,0	-	110,5	109,0	-
14	102,0	101,0	-	105,0	103,5	-	107,5	106,0	-
15	106,0	106,0	-	106,5	106,5	-	112,5	112,0	-
16	102,0	103,5	-	102,0	102,0	-	105,0	106,0	-
17	91,0	91,5	91,0	90,5	91,0	-	95,5	95,0	-
18	96,5	96,0	-	96,0	95,5	-	102,0	102,0	-
19	105,0	105,0	-	104,5	105,0	-	106,0	106,0	-
20	92,0	92,0	-	93,5	93,0	-	99,0	99,0	-
21	92,5	92,5	-	93,0	93,0	-	95,5	96,0	-
22	90,5	90,5	91,0	92,0	91,5	92,0	96,0	96,0	95,0
23	95,5	95,5	-	96,0	96,0	-	97,5	97,5	-
24	89,5	89,5	-	89,0	89,0	-	92,0	93,0	-
25	101,0	101,0	-	100,0	100,5	-	107,0	106,5	-
26	99,0	99,0	-	100,0	100,5	-	106,0	105,5	-
27	96,0	95,5	-	95,5	95,5	-	102,5	102,0	-
28	96,5	96,0	-	100,0	100,0	-	106,0	106,0	-
29	94,5	94,5	-	95,0	95,0	-	101,0	101,0	-
30	95,0	95,0	-	96,0	96,0	-	99,5	100,0	-

Tab. A2: Okzipitalbasismethode Punkt pg. Individuelle Messwerte (mm) aller Probanden zu den drei Untersuchungszeitpunkten T₁ (vor der Behandlung), T₂ (nach der Behandlung), T₃ (durchschnittlich 5 Jahre nach der Behandlung). Zur Berechnung des Mittelwertes für den Vergleich der Reproduzierbarkeit und für den Vergleich der Behandlungsergebnisse der beiden Überlagerungsmethoden siehe Methode, Seite 15. M₁: erste Messung, M₂: zweite Messung, M₃: dritte Messung.

pg

Proband	T ₁			T ₂			T ₃		
	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M ₂	M ₃
1	100,0	100,0	-	105,0	105,0	-	112,5	114,0	-
2	94,5	95,0	94,5	98,0	99,5	98,0	106,0	103,0	106,0
3	95,0	95,0	-	98,0	98,0	-	115,0	115,0	-
4	98,5	97,5	-	103,5	103,0	-	106,0	106,0	-
5	90,0	89,5	-	89,5	89,0	-	91,0	91,5	-
6	108,0	108,5	-	105,5	106,0	-	117,5	116,0	-
7	93,0	93,5	-	95,0	93,5	96,0	105,5	102,0	105,5
8	87,0	85,5	-	88,0	89,0	-	98,5	98,0	-
9	104,5	104,5	-	111,0	109,5	-	111,0	108,5	-
10	87,5	88,0	-	89,0	90,5	-	104,5	104,0	-
11	87,5	89,0	-	88,0	89,0	-	107,0	108,5	-
12	92,0	92,0	-	95,0	94,5	-	105,0	106,0	-
13	105,0	106,0	-	104,5	105,0	-	119,5	118,0	-
14	103,0	102,5	-	105,0	103,5	-	112,5	110,0	-
15	107,0	107,5	-	111,5	111,0	-	121,5	122,0	-
16	101,0	102,0	-	109,5	108,5	-	114,5	115,0	-
17	99,0	98,0	98,5	103,0	102,5	103,5	109,5	106,0	109,5
18	90,0	90,5	-	93,0	94,5	-	104,0	104,0	-
19	102,5	102,0	-	108,0	107,5	-	112,0	113,0	-
20	95,0	94,0	-	99,0	98,5	-	108,0	106,0	-
21	93,0	93,0	-	94,0	95,0	-	101,0	102,5	-
22	95,0	94,5	95,0	97,0	93,0	96,5	103,5	103,5	100,0
23	96,0	95,0	-	101,5	101,0	-	104,5	104,0	-
24	91,5	91,0	-	94,5	95,0	-	100,0	101,0	-
25	102,5	103,0	-	105,0	106,5	-	119,5	118,0	-
26	101,0	102,0	-	105,0	107,0	-	115,5	115,0	-
27	97,0	97,5	-	100,0	101,0	-	108,5	109,0	-
28	95,0	95,0	-	97,5	98,5	-	108,5	108,5	-
29	97,0	97,5	-	101,5	101,5	-	107,0	107,5	-
30	100,5	101,0	-	102,5	101,0	-	112,5	114,5	-

Tab. A3: Okzipitalbasismethode Punkt is. Individuelle Messwerte (mm) aller Probanden zu den drei Untersuchungszeitpunkten T₁ (vor der Behandlung), T₂ (nach der Behandlung), T₃ (durchschnittlich 5 Jahre nach der Behandlung). Zur Berechnung des Mittelwertes für den Vergleich der Reproduzierbarkeit und für den Vergleich der Behandlungsergebnisse der beiden Überlagerungsmethoden siehe Methode, Seite 15. M₁: erste Messung, M₂: zweite Messung, M₃: dritte Messung.

is

Proband	T ₁			T ₂			T ₃		
	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M ₂	M ₃
1	116,0	116,0	-	111,0	111,0	-	116,0	116,5	-
2	101,0	101,0	-	100,5	101,0	100,0	111,5	109,0	110,0
3	101,0	101,0	-	102,5	102,0	-	112,5	112,5	-
4	108,0	108,0	-	103,0	103,0	103,5	108,0	108,0	-
5	95,5	95,5	-	90,0	90,0	-	97,0	97,0	-
6	103,0	103,5	-	102,5	103,0	-	109,5	109,0	-
7	103,0	103,5	-	100,0	99,5	100,0	107,5	105,5	107,0
8	100,0	100,0	-	95,5	97,0	-	104,5	104,5	-
9	114,0	114,0	-	114,0	113,5	-	114,5	114,0	-
10	100,5	100,5	-	100,0	100,0	-	108,0	108,5	-
11	101,0	101,5	-	95,0	95,5	-	111,0	111,0	-
12	99,0	98,5	-	98,0	97,5	-	108,5	109,0	-
13	116,0	116,0	-	107,5	107,0	-	118,0	116,5	-
14	114,0	113,5	-	107,0	105,5	-	115,0	113,0	-
15	115,0	115,0	-	116,5	116,5	-	120,0	120,0	-
16	113,5	115,0	-	112,5	112,0	-	116,0	116,5	-
17	101,5	101,5	-	101,0	101,0	101,5	103,5	102,0	103,5
18	107,5	108,0	-	106,5	107,0	-	111,5	110,5	-
19	115,0	115,0	-	111,0	111,5	-	114,0	114,5	-
20	103,5	103,0	-	96,0	96,0	-	107,5	107,0	-
21	100,0	100,0	-	99,5	100,0	-	100,0	101,0	-
22	100,0	100,0	-	100,0	98,0	99,5	102,5	102,5	101,0
23	104,5	104,5	-	101,0	101,0	-	107,5	107,0	-
24	98,5	98,0	-	98,5	99,0	-	100,0	101,0	-
25	113,0	113,0	-	106,0	106,5	-	118,0	117,0	-
26	111,5	111,0	-	111,0	112,0	-	117,0	116,5	-
27	106,0	106,0	-	105,0	105,5	-	112,0	112,0	-
28	105,0	105,0	-	106,0	106,0	-	114,5	114,0	-
29	105,5	106,0	-	101,0	101,0	-	111,5	111,0	-
30	104,0	104,0	-	103,0	102,0	-	112,0	113,0	-

Tab. A4: Okzipitalbasismethode Punkt ii. Individuelle Messwerte (mm) aller Probanden zu den drei Untersuchungszeitpunkten T₁ (vor der Behandlung), T₂ (nach der Behandlung), T₃ (durchschnittlich 5 Jahre nach der Behandlung). Zur Berechnung des Mittelwertes für den Vergleich der Reproduzierbarkeit und für den Vergleich der Behandlungsergebnisse der beiden Überlagerungsmethoden siehe Methode, Seite 15. M₁: erste Messung, M₂: zweite Messung, M₃: dritte Messung.

ii

Proband	T ₁			T ₂			T ₃		
	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M ₂	M ₃
1	101,5	101,5	-	109,0	109,0	-	112,0	112,0	-
2	93,0	93,0	92,5	97,0	97,5	96,5	103,0	101,5	102,0
3	94,5	94,5	-	99,5	99,5	-	109,0	109,0	-
4	96,5	96,5	-	105,0	105,0	-	102,0	102,5	-
5	86,5	87,0	-	89,0	89,0	-	90,0	90,5	-
6	98,0	98,0	-	100,0	100,5	-	106,5	106,0	-
7	95,5	96,0	-	99,0	99,0	100,5	104,5	102,5	104,0
8	89,5	89,0	-	93,5	95,0	-	99,5	99,5	-
9	104,0	104,0	-	111,5	111,0	-	110,0	110,0	-
10	91,0	91,0	-	97,0	97,0	-	104,5	105,0	-
11	90,5	91,0	-	95,5	96,0	-	106,0	106,5	-
12	90,5	90,5	-	96,0	95,0	-	103,0	103,5	-
13	103,0	103,0	-	106,0	106,0	-	114,0	112,5	-
14	105,0	104,5	-	111,5	110,0	-	111,0	109,0	-
15	107,5	107,5	-	113,5	114,0	-	113,5	113,0	-
16	99,0	100,0	-	107,0	107,0	-	110,0	110,5	-
17	90,5	91,0	90,5	99,0	99,0	99,5	100,0	98,5	99,5
18	95,0	95,0	-	101,5	102,0	-	107,0	107,0	-
19	102,0	101,5	-	109,5	111,0	-	108,5	109,0	-
20	93,0	93,0	-	99,5	99,5	-	101,5	101,0	-
21	94,0	94,0	-	96,5	97,0	-	99,0	99,5	-
22	92,0	92,0	-	97,5	96,0	97,0	99,0	99,5	98,0
23	95,0	95,0	-	105,0	105,0	-	103,5	103,0	-
24	91,5	91,5	-	96,0	96,5	-	97,0	98,0	-
25	98,5	99,0	-	107,0	107,5	-	111,0	110,0	-
26	102,5	102,5	-	108,0	109,0	-	112,0	112,0	-
27	100,0	100,5	-	103,5	104,0	-	109,0	109,0	-
28	99,5	99,0	-	103,5	103,5	-	111,0	111,0	-
29	95,0	95,0	-	103,5	103,5	-	102,5	103,0	-
30	98,0	98,5	-	105,0	103,5	-	108,0	109,0	-

Tab. A5: Okzipitalbasismethode Punkt ms. Individuelle Messwerte (mm) aller Probanden zu den drei Untersuchungszeitpunkten T₁ (vor der Behandlung), T₂ (nach der Behandlung), T₃ (durchschnittlich 5 Jahre nach der Behandlung). Zur Berechnung des Mittelwertes für den Vergleich der Reproduzierbarkeit und für den Vergleich der Behandlungsergebnisse der beiden Überlagerungsmethoden siehe Methode, Seite 15. M₁: erste Messung, M₂: zweite Messung, M₃: dritte Messung.

ms

Proband	T ₁			T ₂			T ₃		
	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M ₂	M ₃
1	75,5	75,5	-	74,0	74,0	-	80,0	80,5	-
2	69,0	69,0	-	65,0	66,0	65,0	80,0	79,0	79,5
3	65,5	65,5	-	65,0	65,0	-	79,5	80,0	-
4	71,0	71,0	-	69,0	69,0	-	74,5	74,5	-
5	70,0	70,0	-	67,0	67,0	-	71,0	71,0	-
6	74,0	74,0	-	71,0	71,5	-	77,0	76,5	-
7	67,0	67,5	-	65,0	64,5	65,5	73,0	71,0	73,0
8	67,5	67,5	-	65,0	66,0	-	74,5	75,0	-
9	80,0	80,5	-	79,5	79,0	-	81,5	81,0	-
10	62,5	63,0	-	60,5	60,5	-	75,0	75,0	-
11	65,5	66,0	-	62,5	63,5	-	79,5	80,0	-
12	63,0	63,0	-	63,0	62,5	-	75,0	75,0	-
13	77,0	77,0	-	77,0	76,5	-	87,0	85,5	-
14	77,0	77,0	-	76,5	75,0	-	84,5	83,0	-
15	80,0	80,5	-	79,0	79,0	-	89,5	89,5	-
16	76,5	77,5	-	76,0	76,0	-	82,5	83,0	-
17	66,0	66,0	-	60,0	60,5	-	72,0	70,0	72,0
18	73,0	73,5	-	71,0	71,0	-	78,5	78,0	-
19	78,0	77,5	-	75,5	76,0	-	79,0	79,5	-
20	68,0	68,0	-	66,0	66,0	-	75,5	75,0	-
21	68,0	68,0	-	66,0	66,5	-	73,0	74,0	-
22	69,0	69,0	-	68,0	66,0	67,5	74,0	74,0	72,5
23	70,0	70,0	-	66,5	66,5	-	75,0	75,0	-
24	69,5	69,5	-	67,0	67,5	-	72,5	74,0	-
25	76,0	76,0	-	74,0	75,0	-	85,0	84,0	-
26	74,0	74,0	-	73,5	74,5	-	84,0	84,0	-
27	73,5	73,5	-	71,0	71,5	-	78,0	78,0	-
28	73,0	73,0	-	72,0	72,5	-	82,5	82,0	-
29	71,0	71,0	-	69,0	69,0	-	77,0	77,5	-
30	73,0	73,5	-	71,0	70,0	-	79,0	80,0	-

Tab. A6: Okzipitalbasismethode Punkt mi. Individuelle Messwerte (mm) aller Probanden zu den drei Untersuchungszeitpunkten T₁ (vor der Behandlung), T₂ (nach der Behandlung), T₃ (durchschnittlich 5 Jahre nach der Behandlung). Zur Berechnung des Mittelwertes für den Vergleich der Reproduzierbarkeit und für den Vergleich der Behandlungsergebnisse der beiden Überlagerungsmethoden siehe Methode, Seite 15. M₁: erste Messung, M₂: zweite Messung, M₃: dritte Messung.

mi

Proband	T ₁			T ₂			T ₃		
	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M ₂	M ₃
1	71,0	71,5	-	78,0	78,0	-	82,5	83,0	-
2	65,5	65,5	-	70,0	71,0	70,0	81,5	80,0	81,0
3	64,0	64,0	-	69,5	70,0	-	83,5	83,5	-
4	69,0	68,5	-	75,0	75,0	-	77,0	77,0	-
5	68,0	68,0	-	70,0	70,0	-	72,5	73,0	-
6	74,0	74,0	-	73,5	74,0	-	79,0	78,0	-
7	66,0	66,5	-	69,0	68,0	69,0	76,5	75,0	76,5
8	65,5	65,0	-	66,0	67,0	-	76,0	76,0	-
9	76,5	77,0	-	82,0	81,0	-	83,5	83,0	-
10	65,5	65,5	-	70,0	71,0	-	80,0	80,5	-
11	62,5	63,0	-	66,5	67,0	-	80,5	81,0	-
12	62,0	62,0	-	67,0	66,0	-	77,5	78,5	-
13	76,0	76,5	-	81,5	81,5	-	92,0	90,0	-
14	78,0	78,0	-	81,0	79,5	-	86,0	84,0	-
15	77,0	77,5	-	81,0	81,0	-	93,0	93,0	-
16	74,0	75,0	-	83,5	83,0	-	86,5	87,0	-
17	64,5	65,0	64,5	71,0	71,5	72,0	76,0	74,0	75,5
18	67,5	67,5	-	73,0	73,0	-	82,5	82,5	-
19	76,0	76,0	-	82,0	82,0	-	83,0	83,5	-
20	67,0	66,0	-	74,0	73,5	-	80,0	79,0	-
21	65,0	65,0	-	67,0	68,0	-	72,5	74,0	-
22	66,0	65,5	66,0	70,5	68,5	70,5	77,0	77,0	75,0
23	71,5	71,0	-	76,0	76,5	-	80,0	80,0	-
24	67,0	66,5	-	70,5	71,0	-	74,0	75,0	-
25	72,0	72,0	-	77,5	78,5	-	86,5	85,5	-
26	72,0	72,0	-	77,5	78,0	-	85,0	84,5	-
27	70,5	70,5	-	74,5	75,0	-	82,0	82,5	-
28	70,5	70,0	-	76,0	77,0	-	85,5	84,5	-
29	68,5	69,0	-	74,5	75,0	-	79,0	79,0	-
30	73,0	73,5	-	79,0	78,0	-	83,5	85,0	-

Tab. A7: Schädelbasismethode Punkt ss. Individuelle Messwerte (mm) aller Probanden zu den drei Untersuchungszeitpunkten T₁ (vor der Behandlung), T₂ (nach der Behandlung), T₃ (durchschnittlich 5 Jahre nach der Behandlung). Zur Berechnung des Mittelwertes für den Vergleich der Reproduzierbarkeit und für den Vergleich der Behandlungsergebnisse der beiden Überlagerungsmethoden siehe Methode, Seite 15. M₁: erste Messung, M₂: zweite Messung, M₃: dritte Messung.

SS

Proband	T ₁			T ₂			T ₃		
	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M ₂	M ₃
1	86,0	87,5	-	87,5	87,0	-	90,5	90,5	-
2	79,0	79,5	-	78,0	79,5	-	83,5	84,0	-
3	80,0	80,0	80,5	81,5	80,0	80,5	89,0	91,0	88,5
4	89,0	87,0	-	87,0	89,0	-	90,0	89,5	-
5	74,0	74,0	-	73,5	73,5	-	76,0	76,0	-
6	81,0	80,5	81,0	83,0	81,0	82,0	86,0	86,5	85,5
7	78,5	78,0	-	77,5	78,5	-	82,5	83,0	-
8	80,0	79,5	80,5	80,0	78,5	79,5	82,0	80,0	82,0
9	86,0	86,5	-	85,0	83,5	-	85,0	84,0	-
10	77,0	77,0	-	78,0	77,5	-	83,5	82,5	-
11	78,5	78,0	-	80,5	79,0	79,5	83,5	82,5	84,0
12	73,5	73,5	-	74,5	74,5	-	83,5	84,0	-
13	83,0	83,5	-	81,0	82,0	-	87,0	89,0	-
14	84,0	83,0	-	84,0	85,0	-	85,0	85,0	-
15	83,5	84,5	-	84,0	85,0	-	88,0	88,5	-
16	84,0	84,0	-	83,0	83,0	-	85,0	86,0	-
17	76,0	76,5	76,0	75,0	76,0	75,0	78,0	79,0	-
18	78,0	78,0	-	78,5	79,0	-	84,5	85,5	-
19	86,0	86,5	86,0	87,0	87,0	88,0	90,0	87,5	89,0
20	77,0	76,5	-	78,0	78,0	-	83,0	83,0	-
21	79,0	78,0	79,0	80,0	78,5	80,0	82,0	83,0	82,5
22	79,5	79,5	-	80,0	80,0	78,5	82,0	84,5	83,0
23	83,0	82,0	83,5	82,5	82,5	83,5	85,5	83,5	85,0
24	72,5	71,5	-	72,5	72,0	-	76,0	75,5	-
25	87,0	87,0	86,5	85,5	86,0	85,5	91,0	92,5	92,0
26	82,0	82,0	-	83,0	83,5	-	88,0	88,0	-
27	80,5	80,5	81,5	81,0	82,0	-	87,0	88,5	87,0
28	77,0	76,5	-	79,5	78,5	-	86,5	86,0	-
29	77,0	77,0	-	75,0	78,0	76,5	82,5	83,0	84,5
30	82,0	83,0	-	82,5	84,5	-	86,0	88,0	-

Tab. A8: Schädelbasismethode Punkt pg. Individuelle Messwerte (mm) aller Probanden zu den drei Untersuchungszeitpunkten T₁ (vor der Behandlung), T₂ (nach der Behandlung), T₃ (durchschnittlich 5 Jahre nach der Behandlung). Zur Berechnung des Mittelwertes für den Vergleich der Reproduzierbarkeit und für den Vergleich der Behandlungsergebnisse der beiden Überlagerungsmethoden siehe Methode, Seite 15. M₁: erste Messung, M₂: zweite Messung, M₃: dritte Messung.

pg

Proband	T ₁			T ₂			T ₃		
	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M ₂	M ₃
1	84,0	85,0	-	89,5	89,5	-	93,0	92,0	-
2	80,5	81,0	-	82,0	84,5	-	85,5	85,5	-
3	82,0	82,5	83,0	87,0	84,0	85,0	91,0	96,0	91,0
4	88,0	85,5	-	91,5	94,0	-	97,5	96,0	-
5	76,0	75,5	-	75,5	76,0	-	80,0	78,0	-
6	94,5	94,0	-	98,0	93,5	95,5	105,0	105,5	102,0
7	77,5	76,5	-	80,0	81,5	-	87,0	88,0	-
8	78,0	75,0	78,5	81,5	76,0	80,0	84,5	79,0	84,5
9	86,0	86,5	-	92,5	89,0	-	89,0	88,0	-
10	75,5	75,0	-	81,0	79,0	-	89,0	86,5	-
11	78,0	76,5	77,0	83,5	79,0	80,0	94,0	91,5	96,0
12	77,0	77,5	-	80,0	81,5	-	88,5	90,5	-
13	85,0	87,0	-	83,0	85,5	-	93,0	96,0	-
14	85,0	83,5	-	84,5	87,0	-	87,5	87,0	-
15	84,0	86,0	-	87,5	89,0	-	95,5	97,5	-
16	83,0	83,0	-	89,0	89,0	-	93,0	95,0	-
17	83,0	84,5	82,5	87,0	88,5	85,5	91,5	94,5	93,0
18	71,5	72,5	-	77,5	80,0	-	85,5	89,0	-
19	84,0	84,5	83,5	91,0	91,0	93,0	100,5	94,5	98,0
20	79,5	78,5	-	84,0	84,5	-	91,0	90,5	-
21	80,0	78,5	80,0	82,0	80,0	82,0	85,0	90,0	87,0
22	83,0	83,5	-	85,5	86,0	83,0	90,5	95,5	93,0
23	84,0	82,0	84,5	87,0	86,5	89,0	92,0	88,0	91,0
24	75,0	73,5	-	79,5	78,0	-	85,0	82,5	-
25	88,5	88,5	-	91,0	91,0	90,0	100,0	103,0	101,5
26	85,0	84,5	-	87,5	89,0	-	93,0	92,0	-
27	82,5	82,0	83,5	87,0	86,0	87,0	92,0	96,0	92,0
28	75,0	75,5	-	77,0	75,5	-	90,0	89,5	-
29	80,0	81,0	80,0	80,0	85,5	81,5	85,0	87,0	89,0
30	88,0	89,0	-	87,0	89,5	-	98,0	100,5	-

Tab. A9: Schädelbasismethode Punkt is. Individuelle Messwerte (mm) aller Probanden zu den drei Untersuchungszeitpunkten T₁ (vor der Behandlung), T₂ (nach der Behandlung), T₃ (durchschnittlich 5 Jahre nach der Behandlung). Zur Berechnung des Mittelwertes für den Vergleich der Reproduzierbarkeit und für den Vergleich der Behandlungsergebnisse der beiden Überlagerungsmethoden siehe Methode, Seite 15. M₁: erste Messung, M₂: zweite Messung, M₃: dritte Messung.

is

Proband	T ₁			T ₂			T ₃		
	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M ₂	M ₃
1	100,0	101,0	-	96,0	96,0	-	99,0	98,5	-
2	87,0	87,5	-	85,0	86,5	-	92,0	92,5	-
3	88,5	88,5	89,0	91,0	88,5	89,0	92,5	96,0	92,5
4	97,5	96,0	-	91,0	93,5	-	98,5	97,5	-
5	81,5	81,5	-	76,5	77,5	-	84,0	83,0	-
6	89,0	89,0	-	91,5	89,0	90,5	95,5	96,0	94,0
7	87,0	86,5	-	83,5	85,5	-	89,0	89,5	-
8	91,0	89,0	91,5	88,0	84,5	87,0	91,5	88,0	92,0
9	96,0	96,0	-	96,0	93,5	-	95,0	94,5	-
10	88,0	88,0	-	90,0	88,5	-	95,0	94,0	-
11	91,0	90,0	-	88,0	84,0	85,5	97,0	95,5	98,5
12	84,0	84,5	-	83,0	84,0	-	92,0	93,0	-
13	95,5	97,0	-	86,0	87,5	-	93,5	95,5	-
14	95,5	95,0	-	86,0	88,0	-	91,0	91,0	-
15	92,0	93,5	-	93,5	95,0	-	94,0	96,0	-
16	96,0	95,0	-	92,5	92,5	-	95,0	97,0	-
17	86,0	86,5	85,5	85,0	86,5	84,0	86,0	88,0	87,0
18	89,5	90,0	-	90,0	91,0	-	92,5	94,5	-
19	96,5	96,5	96,0	93,5	94,0	95,5	99,5	96,0	98,0
20	88,0	88,0	-	81,0	81,5	-	91,0	90,5	-
21	86,5	85,5	86,5	87,0	85,0	87,0	86,0	88,5	87,0
22	89,0	89,0	-	88,0	88,5	86,5	89,5	93,0	91,0
23	92,5	91,0	93,0	87,0	87,0	88,5	95,0	92,5	94,5
24	81,5	80,0	-	83,0	82,0	-	84,5	83,0	-
25	99,0	99,0	-	91,5	92,0	90,5	100,5	103,0	102,0
26	94,0	94,0	-	94,0	94,5	-	97,0	97,0	-
27	91,0	91,0	92,0	91,0	91,0	-	96,0	98,5	96,0
28	85,5	85,5	-	85,5	84,5	-	95,0	94,5	-
29	88,0	88,0	87,5	80,5	84,5	82,0	90,5	91,5	93,0
30	91,0	92,0	-	88,5	91,0	-	98,0	100,0	-

Tab. A10: Schädelbasismethode Punkt ii. Individuelle Messwerte (mm) aller Probanden zu den drei Untersuchungszeitpunkten T₁ (vor der Behandlung), T₂ (nach der Behandlung), T₃ (durchschnittlich 5 Jahre nach der Behandlung). Zur Berechnung des Mittelwertes für den Vergleich der Reproduzierbarkeit und für den Vergleich der Behandlungsergebnisse der beiden Überlagerungsmethoden siehe Methode, Seite 15. M₁: erste Messung, M₂: zweite Messung, M₃: dritte Messung.

ii

Proband	T ₁			T ₂			T ₃		
	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M ₂	M ₃
1	85,5	87,0	-	94,0	94,0	-	95,0	94,5	-
2	78,5	79,0	-	81,5	83,0	-	84,5	85,0	-
3	82,0	82,0	82,5	88,0	86,0	-	89,5	92,5	89,5
4	86,0	84,5	-	93,0	95,0	-	92,5	92,0	-
5	73,0	73,0	-	75,0	76,0	-	77,5	76,5	-
6	84,0	83,5	-	89,5	87,0	88,0	92,5	92,5	91,0
7	80,0	79,0	-	84,0	84,5	-	86,0	86,5	-
8	80,5	78,5	80,5	86,5	83,0	85,0	86,5	83,5	87,0
9	85,5	86,0	-	93,5	91,0	-	91,0	90,0	-
10	79,0	79,0	-	86,5	85,5	-	92,0	90,5	-
11	80,0	79,0	80,0	88,0	84,5	85,5	92,5	91,0	93,5
12	75,5	76,0	-	80,5	81,0	-	86,5	87,5	-
13	82,5	84,0	-	84,5	86,0	-	90,0	91,5	-
14	86,5	86,0	-	90,5	92,0	-	87,0	87,0	-
15	85,0	86,0	-	90,5	92,0	-	88,0	89,5	-
16	81,0	81,0	-	87,5	87,5	-	89,0	90,5	-
17	75,5	76,0	75,0	82,5	84,0	82,0	82,0	84,0	83,5
18	77,0	77,0	-	85,0	86,5	-	89,5	91,0	-
19	83,0	83,0	-	92,0	92,5	94,0	94,0	90,5	92,5
20	78,0	77,5	-	84,5	85,0	-	85,0	85,0	-
21	80,5	79,5	80,5	84,0	82,5	84,0	84,5	87,0	85,5
22	80,5	80,5	81,0	86,0	86,0	84,0	86,0	89,0	87,5
23	83,0	81,5	83,5	91,0	91,0	92,5	91,0	88,5	90,5
24	75,0	73,5	-	80,0	79,0	-	81,5	80,5	-
25	84,5	84,5	89,0	92,5	93,0	91,5	94,0	96,0	95,0
26	85,5	85,5	-	91,0	91,5	-	92,5	92,5	-
27	85,0	85,0	86,0	89,0	89,5	-	93,0	95,5	93,5
28	80,0	80,0	-	83,0	82,0	-	91,5	91,0	-
29	77,5	78,0	77,0	83,0	87,0	84,5	83,0	84,5	85,5
30	85,5	86,5	-	90,0	92,5	-	94,0	96,0	-

Tab. A11: Schädelbasismethode Punkt ms. Individuelle Messwerte (mm) aller Probanden zu den drei Untersuchungszeitpunkten T₁ (vor der Behandlung), T₂ (nach der Behandlung), T₃ (durchschnittlich 5 Jahre nach der Behandlung). Zur Berechnung des Mittelwertes für den Vergleich der Reproduzierbarkeit und für den Vergleich der Behandlungsergebnisse der beiden Überlagerungsmethoden siehe Methode, Seite 15. M₁: erste Messung, M₂: zweite Messung, M₃: dritte Messung.

ms

Proband	T ₁			T ₂			T ₃		
	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M ₂	M ₃
1	59,5	60,5	-	59,0	59,0	-	63,0	62,5	-
2	55,0	56,5	-	50,0	51,5	-	62,0	62,0	-
3	53,0	53,0	53,5	53,5	51,5	52,0	60,0	63,0	59,5
4	60,5	59,0	-	57,0	59,5	-	65,0	64,0	-
5	56,0	56,0	-	53,5	54,0	-	58,5	57,5	-
6	60,0	59,5	-	60,5	57,5	59,0	63,0	63,0	61,0
7	51,0	50,5	-	49,0	50,0	-	54,5	55,0	-
8	58,0	56,5	59,0	57,5	54,0	56,5	61,5	58,5	62,0
9	62,0	62,5	-	61,0	59,0	-	62,0	61,5	-
10	50,5	50,5	-	50,0	49,0	-	62,0	60,5	-
11	55,5	54,5	55,0	54,5	51,0	52,0	66,0	64,0	67,0
12	48,0	48,0	-	48,0	49,0	-	58,0	59,0	-
13	57,0	58,0	-	55,0	56,5	-	63,0	65,0	-
14	59,0	58,5	58,5	56,0	57,5	-	61,0	61,0	-
15	57,5	59,0	-	55,5	57,0	-	64,0	65,5	-
16	58,5	58,0	-	56,0	56,0	-	62,0	63,0	-
17	50,5	51,0	50,0	44,0	45,5	43,5	54,5	56,0	55,5
18	55,0	55,5	-	54,0	55,5	-	60,5	62,5	-
19	59,0	59,5	59,0	58,0	58,5	60,0	65,0	61,0	63,0
20	52,5	52,0	-	51,0	51,5	-	59,0	59,0	-
21	54,0	53,5	54,5	53,5	52,0	53,5	59,0	61,5	60,0
22	57,5	57,5	-	56,0	56,5	54,0	60,5	64,0	62,5
23	58,0	56,5	58,5	53,0	52,5	54,0	62,5	60,0	62,0
24	52,5	51,5	-	51,0	50,0	-	57,0	56,0	-
25	62,0	62,0	-	59,5	60,0	59,0	67,5	70,0	69,0
26	57,0	57,0	-	56,0	57,0	-	64,5	64,0	-
27	58,5	58,5	59,5	57,0	57,0	57,5	62,0	64,5	62,5
28	53,0	53,5	-	51,5	50,5	-	63,0	62,0	-
29	53,0	53,5	53,0	48,5	52,0	50,0	57,0	58,5	59,5
30	60,5	61,5	-	56,0	58,5	-	65,0	67,0	-

Tab. A12: Schädelbasismethode Punkt mi. Individuelle Messwerte (mm) aller Probanden zu den drei Untersuchungszeitpunkten T₁ (vor der Behandlung), T₂ (nach der Behandlung), T₃ (durchschnittlich 5 Jahre nach der Behandlung). Zur Berechnung des Mittelwertes für den Vergleich der Reproduzierbarkeit und für den Vergleich der Behandlungsergebnisse der beiden Überlagerungsmethoden siehe Methode, Seite 15. M₁: erste Messung, M₂: zweite Messung, M₃: dritte Messung.

mi

Proband	T ₁			T ₂			T ₃		
	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M ₂	M ₃	M ₁	M ₂	M ₃
1	55,0	56,0	-	63,0	63,0	-	65,0	65,0	-
2	51,0	52,0	-	54,5	56,0	-	63,0	63,0	-
3	51,0	51,5	-	58,5	56,0	56,5	63,0	67,0	63,0
4	58,0	56,0	-	62,5	65,0	-	68,0	67,0	-
5	54,0	53,5	-	56,5	57,0	-	60,0	59,5	-
6	60,0	59,5	-	63,0	60,0	62,0	65,0	65,5	63,0
7	50,5	50,0	-	52,5	54,0	-	58,5	59,0	-
8	56,5	54,5	57,0	58,5	55,0	57,5	63,0	59,5	63,5
9	58,0	58,5	-	63,5	61,0	-	64,0	63,5	-
10	53,5	53,5	-	60,0	59,0	-	67,0	65,5	-
11	52,5	51,5	52,0	59,0	55,5	56,5	67,0	65,5	68,5
12	47,0	48,0	-	52,0	52,5	-	61,5	62,0	-
13	56,0	57,5	-	60,0	61,5	-	67,0	69,0	-
14	60,0	59,5	-	60,0	62,0	-	62,0	62,0	-
15	55,0	56,0	-	57,5	59,0	-	67,5	69,0	-
16	56,0	55,5	-	63,5	63,5	-	65,5	67,5	-
17	49,0	50,0	49,0	55,0	56,5	54,5	58,0	60,0	59,5
18	49,0	50,0	-	56,0	58,0	-	64,5	67,0	-
19	57,5	57,5	-	64,0	64,5	66,0	69,0	65,0	67,0
20	51,0	50,5	-	58,5	59,0	-	63,5	63,0	-
21	51,5	50,5	51,5	55,0	53,0	55,0	58,0	61,0	59,5
22	54,5	54,5	55,0	59,0	59,0	57,0	64,0	67,5	66,0
23	59,5	58,0	60,0	62,5	62,0	64,0	67,5	65,0	67,0
24	50,0	48,5	-	54,5	53,5	-	59,0	57,5	-
25	58,0	58,0	-	63,0	63,5	62,5	69,0	71,5	70,0
26	55,0	55,0	-	60,0	60,5	-	64,5	64,0	-
27	55,5	55,0	56,0	60,5	60,5	61,0	66,0	68,5	66,0
28	51,0	51,0	-	56,0	55,0	-	66,0	65,0	-
29	51,0	51,5	50,5	54,0	58,0	55,5	58,5	60,0	61,5
30	60,5	61,5	-	64,5	67,0	-	69,5	71,5	-

DANKSAGUNG

An erster Stelle möchte ich mich bei Prof. Pancherz bedanken für die Überlassung dieses interessanten Themas und seine stets freundliche und nette Betreuung bei allen meinen Fragen und Anregungen während der Anfertigung dieser Arbeit.

Herrn Dr. Bödecker und Herrn Pabst bin ich dankbar für ihre Hilfestellung bei der Beantwortung und Diskussion statistischer Fragen.

Dr. Julia von Bremen danke ich für die Korrekturlesung der Arbeit.

Ein ganz besonderer Dank gilt meiner Familie für ihre unerschöpfliche Unterstützung bei allen meinen Plänen, die ohne sie nicht realisierbar wären.

LEBENS LAUF

Konstantinos Simintiridis

20. Januar 1975 geboren als erstes Kind der Eheleute Theodoros Simintiridis und Maria Kalpakidou in Serres-Hellas
- 1980 – 1986 Besuch der Grundschule in Serres
- 1986 – 1988 Besuch des Gymnasiums in Serres
- 1988 – 1992 Besuch des griechischen Gymnasiums in München
- WS 93/94 – März 1999 Studium der Zahnmedizin an der Aristoteles Universität Thessaloniki
17. März 1999 Griechische Approbation als Zahnarzt
30. Juli 1999 Deutsche Approbation als Zahnarzt
- Oktober 1999 – April 2000 Weiterbildungsassistent für Kieferorthopädie in der Praxis Dr. S. Rizk in Arnshausen
- April 2000 – April 2002 Weiterbildungsassistent für Kieferorthopädie in der Praxis Dr. T. Hinz in Wansee
- seit April 2002 Weiterbildungsassistent am Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde des Universitätsklinikums Gießen, Abteilung Kieferorthopädie
21. November 2003 Anerkennung als Zahnarzt für Kieferorthopädie