

**Vergleich der Effizienz dreier Verankerungsformen
im Unterkiefer bei der Herbst-Behandlung von
Klasse II:1- und Klasse II:2- Dysgnathien**

Eine kephalometrische Langzeituntersuchung

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

vorgelegt von Dominique Weschler

aus Pforzheim

Gießen 2002

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

Gutachter: Prof. Dr. Pancherz

Gutachter: Prof. Dr. Oehmke

Tag der Disputation: 27. November 2002

Meiner Familie und
meinen Freunden gewidmet

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung	1
1.1 Die Angle-Klasse II	1
1.2 Die Herbst-Apparatur	1
2 Ziel	6
3 Probanden und Material	7
4 Methodik	11
4.1 Röntgenbilder	11
4.2 Superponierung der Röntgenbilder	11
4.3 Statistische Methoden	17
4.4 Methodenfehler	17
5 Ergebnisse	20
5.1 Gruppe A (Prämolaren-Verankerung Klasse II:1)	20
5.1.1 Durchschnittliche Veränderungen	20
5.1.2 Individuelle Veränderungen	24
5.2 Gruppe B (Prämolaren-Molaren-Verankerung Klasse II:1)	30
5.2.1 Durchschnittliche Veränderungen	30
5.2.2 Individuelle Veränderungen	33
5.3 Gruppe C (Schiene-Verankerung Klasse II:1)	39
5.3.1 Durchschnittliche Veränderungen	39
5.3.2 Individuelle Veränderungen	42
5.4 Gruppe D (Schiene-Verankerung Klasse II:2)	49
5.4.1 Durchschnittliche Veränderungen	49
5.4.2 Individuelle Veränderungen	52
5.5 Gruppenvergleich	58
5.5.1 Vergleich zu den einzelnen Zeitpunkten	58
5.5.2 Vergleich zu den verschiedenen Zeiträumen	64

6	Diskussion	77
6.1	Material und Methode	77
6.2	Ergebnisse	78
7	Schlussfolgerung	82
8	Zusammenfassung	83
9	Summary	85
10	Literaturverzeichnis	87
11	Anhang	92

1 Einleitung

1.1 Die Angle-Klasse II

Die Angle-Klasse II beschreibt zwei verschiedene Formen des Distalbisses (Klasse II:1 und Klasse II:2) anhand der Lagebeziehung der oberen und unteren Frontzähne zueinander. Bei der Angle-Klasse II:1 sind die Frontzähne prokliniert, was eine vergrößerte Frontzahnstufe (Overjet) zur Folge hat. Der vertikale Frontzahnüberbiß variiert von offen bis tief. Bei der Angle-Klasse II:2 sind die Frontzähne retrokliniert und man sieht einen kleinen Overjet mit tiefem Biß.

1.2 Die Herbst-Apparatur

Die Herbst-Apparatur ist ein festsitzendes funktionskieferorthopädisches Gerät zur Therapie des Distalbisses (Klasse II:1 und II:2). Man kann die Apparatur mit einem künstlichen Gelenk zwischen Ober- und Unterkiefer vergleichen. Der Unterkiefer wird durch doppelseitige Teleskope, die an orthodontischen Bändern oder gegossenen Metallschienen befestigt sind, in einer dauerhaften Vorschublage gehalten. Jedes Teleskop besteht aus einem Führungsrohr und einer Gleitstange, die frei beweglich am ersten Oberkiefermolaren und am ersten Unterkieferprämolaren befestigt sind. Die Länge der Teleskopteile wird individuell für jeden Patienten angepasst, um so das Ausmaß der Unterkiefervorverlagerung zu bestimmen. Die Teleskope erlauben Öffnungs- und Schließbewegungen sowie geringe Seitwärtsbewegungen des Unterkiefers (Abb. 1).

Die Apparatur wurde 1905 erstmals von Emil Herbst, damals „Retentions-scharnier“ genannt, beim 5. Internationalen Zahnärztekongress in Berlin vorgestellt. 1934 berichtete HERBST⁹ in drei Artikeln in der Zahnärztlichen Rundschau über seine Erfolge mit dem Gerät. Die Behandlungsmethode wurde zur gleichen Zeit von SCHWARZ³⁸ in Frage gestellt. Sie sollte an-

geblich zur Überbelastung der Ankerzähne und zu Parodontalschäden führen.

Nach dem Tode Herbsts im Jahre 1940 geriet die Apparatur vorerst in Vergessenheit. 1977 wurde sie von PANCHERZ¹⁴ wieder aufgenommen, um zu untersuchen, ob man mit der Methode das Unterkieferwachstum bei der Behandlung eines Distalbisses stimulieren kann. Für wissenschaftliche Zwecke hat die Apparatur gegenüber anderen funktionskieferorthopädischen Geräten folgende Vorteile:

- sie ist festsitzend
- sie wirkt ununterbrochen, d.h. 24 Stunden am Tag
- das Behandlungsergebnis ist weitgehend unabhängig von der Patientenmitarbeit
- die Behandlung ist von kurzer Dauer (5-9 Monate)

Nach 1979 erlebte das Herbst-Scharnier weltweit eine Renaissance und ist heutzutage aus der kieferorthopädischen Fachwelt kaum noch wegzudenken. PANCHERZ und Mitarbeiter zeigten in einer Serie von klinisch-experimentellen Studien die kurz- und langfristige Wirkungsweise der Apparatur auf die dentofazialen Strukturen und auf die Funktion des stomatognathen Systems.^{8,15-18,22,23,25,27,28,30,31,33}

Die Apparatur wirkt dentoalveolär und skelettal.^{17,34,36,39} Am Ende der Behandlung wird regelmäßig eine Normalisierung der Okklusion erreicht, bedingt durch eine Distalisierung der Oberkieferseitenzähne, eine Mesialisierung der Unterkieferseitenzähne und eine Stimulierung des sagittalen Unterkieferwachstums.

Die dentale Wirkung der Herbst-Apparatur im Ober- und Unterkiefer ist im Grunde die Folge eines sogenannten Verankerungsverlustes²⁸. Im Frontzahnbereich des Unterkiefers führt dieser Verankerungsverlust zu einer meist unerwünschten Proklination der Incisivi. Im Laufe der Jahre sind viele

Verankerungsarten im Unterkiefer für die Herbst-Apparatur entwickelt worden, um diesen Verankerungsverlust zu kontrollieren ²⁸:

- *Bänder-Prämolaren-Verankerung (Abb. 2):*
Die ersten unteren Prämolaren sind lingual über einen Bogen, der den Unterkieferfrontzähnen anliegt, miteinander verbunden.
- *Bänder-Prämolaren-Molaren-Verankerung (Abb. 3):*
Es werden zusätzlich zu der Prämolaren-Verankerung die ersten unteren Molaren in die Verankerung mit einbezogen.
- *Bänder-Pelotten Verankerung:*
Die unteren Prämolaren und Molaren sind über einen Lingualbogen miteinander verbunden, der im Bereich der Unterkieferfront mit einer Kunststoffpelotte versehen ist, die der lingualen Schleimhaut anliegt.
- *Bänder-Labial-Lingual Verankerung:*
Zusätzlich zur Prämolaren-Molaren-Verankerung wird ein labialer Bogen von 34 nach 44 hinzugefügt.
- *Bänder-Klasse III-elastics Verankerung:*
Es werden zusätzlich zu der Prämolaren-Molaren-Verankerung Klasse III Gummizüge getragen, die an einem Teilbogen von 33 nach 43 befestigt werden.

Bei der Untersuchung von PANCHERZ und HANSEN ²⁸ konnte gezeigt werden, dass alle oben genannten Verankerungsformen die Position der Incisivi schlecht kontrollieren konnten.

Seit 1995 wird in der kieferorthopädischen Abteilung in Gießen routinemäßig eine neue Verankerungsform verwendet, die sogenannte Schienenverankerung (Abb. 4). Hierbei werden die unteren Eckzähne, Prämolaren sowie die ersten unteren Molaren mit einer gegossenen Kobalt-Chrom-Schiene gefasst und ebenfalls lingual über einen Bogen miteinander verbunden. Zusätzlich werden Brackets an die unteren Frontzähne geklebt und mit einem Teilbogen verbunden. Die Effizienz dieser Schienenverankerung ist bis zum heutigen Tag nicht untersucht worden.

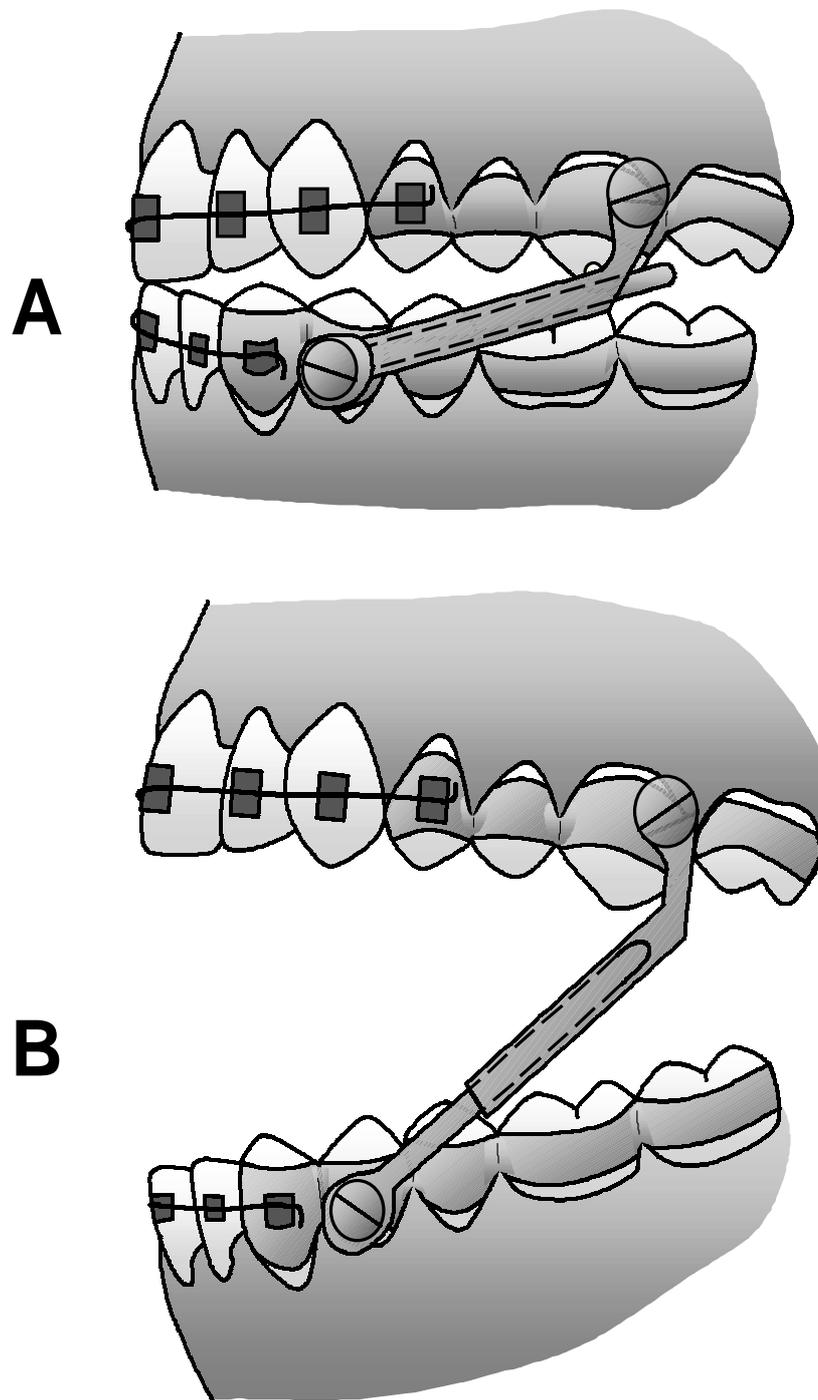


Abb. 1: Schematische Darstellung der Schienen-Herbst-Apparatur
A: Beim Zusammenbeißen; **B:** Bei Mundöffnung

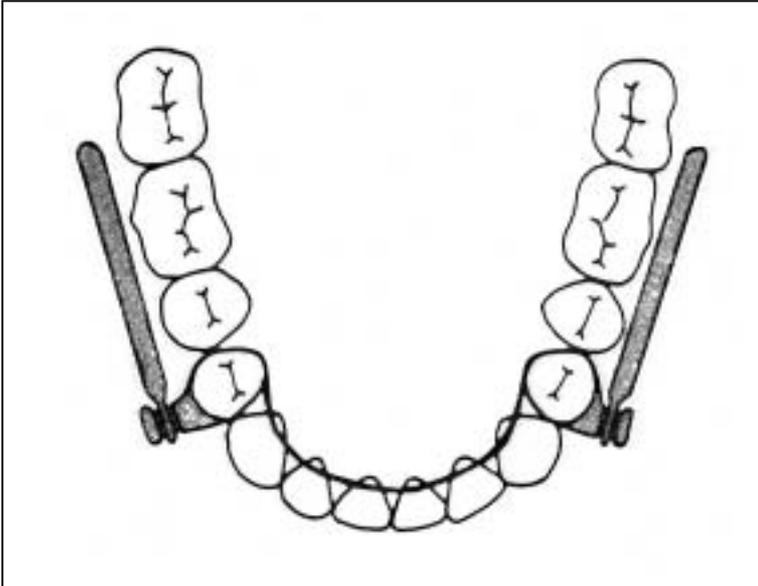


Abb. 2: Schematische Darstellung der Prämolaren-Verankerung

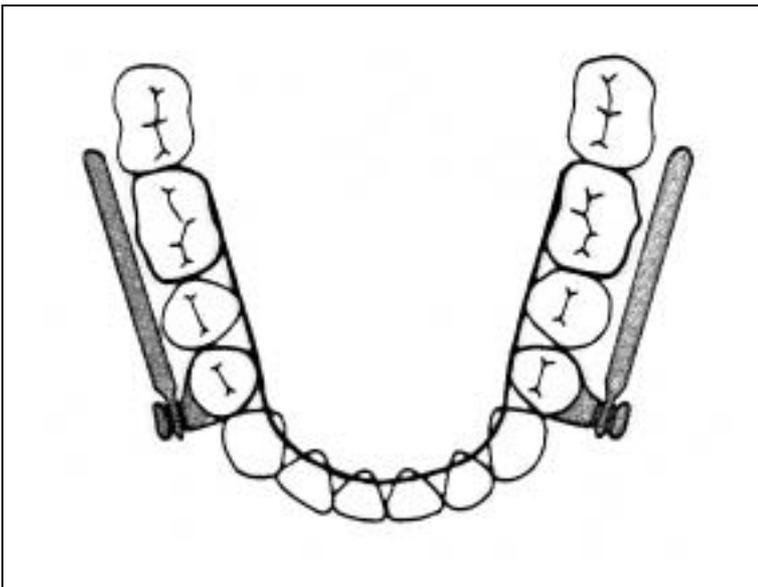


Abb. 3: Schematische Darstellung der Prämolaren-Molaren-Verankerung



Abb. 4: Schematische Darstellung der Schienen-Herbst-Verankerung

2 Ziel

Ziel der vorliegenden Arbeit war eine Auswertung dreier Verankerungsformen der Herbst-Apparatur im Unterkiefer. Verglichen wurden die ursprünglichen Bänder-Prämolaren-Verankerung und die Bänder-Prämolaren-Molaren-Verankerung mit der neuen gegossenen Schienen-Verankerung bei der Behandlung von Klasse II:1-Dysgnathien. Weiterhin wurde die Schienen-Verankerung bei der Behandlung von Klasse II:1- und Klasse II:2-Dysgnathien verglichen.

Im Einzelnen galt es folgende Fragen zu beantworten:

1. Wie gut ist die Schienen-Verankerung im Vergleich zu den beiden Bänder-Verankerungen?
2. Wie verhält sich die Schienen-Verankerung bei Klasse II:1- und Klasse II:2-Dysgnathien?
3. Was passiert nach abgeschlossener Herbst-Behandlung?
Treten rückläufige Zahnbewegungen auf und wie groß sind sie bei den drei Verankerungsformen?

3 Probanden und Material

Insgesamt wurden 87 Klasse II-Dysgnathien (49 Jungen und 38 Mädchen) im Alter von 11 bis 34 Jahren (Mittelwert 13,6 Jahre) untersucht, die mit einer Herbst-Apparatur in einem Zeitraum von sechs Monaten bis zu einem Jahr behandelt und bis zu vier Jahren nach Behandlungsabschluss nachuntersucht wurden.

In Bezug auf Verankerung und Dysgnathie gliederten sich die Probanden in vier Gruppen:

Gruppe A: Prämolaren-Verankerung Klasse II:1

Die Gruppe umfasste 16 Patienten (14 Jungen und 2 Mädchen). Alle hatten eine Klasse II:1-Dysgnathie, die mit der Herbst-Apparatur erfolgreich behandelt wurden. Nach der Behandlung wurden 6 Patienten ein bis zwei Jahre mit einem Aktivator oder einem Plattengerät retiniert. Bei 10 Patienten erfolgte keine Retention.

Gruppe B: Prämolaren-Molaren-Verankerung Klasse II:1

Die Gruppe umfasste 19 Patienten (13 Jungen und 6 Mädchen). Alle hatten eine Klasse II:1-Dysgnathie, die mit der Herbst-Apparatur erfolgreich behandelt wurde. Nach der Behandlung wurden 13 Patienten ein bis zwei Jahre mit einem Aktivator oder Plattengerät retiniert; davon hatten 2 Patienten zusätzlich einen Cuspidretainer im Unterkiefer. Bei 6 Patienten erfolgte keine Retention.

Gruppe C: Schienenverankerung Klasse II:1

Die Gruppe umfasste 34 Patienten (15 Jungen und 19 Mädchen). Alle hatten eine Klasse II:1-Dysgnathie, die mit der Herbst-Apparatur erfolgreich behandelt wurde. Nach der Herbst-Behandlung erfolgte bei allen Patienten eine Behandlung mit einer Multibracket-Apparatur für durchschnittlich ein Jahr zur Feineinstellung der einzelnen Zähne. Nach der Herbst-/Multibracket-Behandlung wurden 10 Patienten ein bis zwei Jahre mit einem Aktivator (davon wiederum 4 Patienten zusätzlich mittels eines Kleberretainers im Unterkiefer) und 15 Patienten nur mit einem Kleberretainer im Unterkiefer retiniert. Bei 9 Patienten erfolgte eine Retention mittels eines Positioners, bei 3 Patienten zusätzlich zum Aktivator.

Gruppe D: Schienenverankerung Klasse II:2

Die Gruppe umfasste 18 Patienten (7 Jungen und 11 Mädchen). Alle hatten eine Klasse II:2-Dysgnathie, die mit der Herbst-Apparatur erfolgreich behandelt wurde. Nach der Herbst-Behandlung erfolgte bei allen Patienten eine Behandlung mit einer Multibracket-Apparatur für durchschnittlich ein Jahr zur Feineinstellung der einzelnen Zähne. Nach der Herbst-/Multibracket-Behandlung wurden 4 Patienten ein bis zwei Jahre mit einem Aktivator (davon 2 Patienten zusätzlich mittels eines Kleberretainers im Unterkiefer) und 11 Patienten nur mit einem Kleberretainer im Unterkiefer retiniert. Bei 3 Patienten erfolgte eine Retention mittels eines Positioners.

Eine Übersicht der Anzahl der untersuchten Probanden der verschiedenen Verankerungsgruppen zu den verschiedenen Zeitpunkten ist in Tabelle 1 dargestellt.

Die Probanden der Gruppen A und B wurden in der kieferorthopädischen Abteilung der Odontologischen Fakultät Malmö in Schweden und die Probanden der Gruppen C und D in der kieferorthopädischen Abteilung der Zahnklinik in Gießen behandelt.

Tab. 1: Anzahl untersuchter Probanden der verschiedenen Verankerungsgruppen zu den vier Zeitpunkten.
T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst

Verankerungsgruppe	T1	T2	T3	T4
A: Prämolaren	16	16	16	16
B: Prämolaren-Molaren	19	19	19	15
C: Schiene II:1	34	34	34	21
D: Schiene II:2	18	18	18	14

Es standen von allen Probanden Fernröntgenseitenbilder (FRS) zu vier unterschiedlichen Zeitpunkten zur Verfügung:

- T1: Vor der Herbst-Behandlung
- T2: Nach durchschnittlich 7-monatiger (5-9 Monate) Herbst-Behandlung
- T3: Durchschnittlich 2 Jahre (0,5–3 Jahre) nach der Herbst-Behandlung
(Gruppen A und B: 20-24 Monate; Gruppe C: 6-22 Monate; Gruppe D: 7-36 Monate)
- T4: Durchschnittlich 4 Jahre (2–4 Jahre) nach der Herbst-Behandlung

Die röntgenkephalometrischen Veränderungen wurden während folgender Untersuchungszeiträume ermittelt:

- T1-T2: Behandlungszeitraum von durchschnittlich 7 Monaten
- T2-T3: Zeitraum von nach der Behandlung bis durchschnittlich 2 Jahre nach der Behandlung
- T3-T4: Zeitraum von durchschnittlich 2 Jahren nach der Behandlung bis durchschnittlich 4 Jahre nach der Behandlung
- T2-T4: Zeitraum von nach der Behandlung bis durchschnittlich 4 Jahre nach der Behandlung
- T1-T4: Gesamter Untersuchungszeitraum von vor der Behandlung bis durchschnittlich 4 Jahre nach der Behandlung

4 Methodik

4.1 Röntgenbilder

Die Anfertigung der Fernröntgenseitenbilder (FRS) des Kopfes in habitueller Okklusion wurde sowohl in Gießen als auch in Malmö nach standardisierter Aufnahmetechnik durchgeführt. Der Fokus-Film-Abstand betrug 1,5 Meter und der Zentralstrahl verlief rechtwinklig zur Filmebene durch den Porus acusticus externus. Der durchschnittliche Vergrößerungsgrad in der Median-Sagittal-Ebene betrug 7 % und wurde bei der Auswertung der Aufnahmen nicht berücksichtigt.

Die Durchzeichnungen aller Röntgenbilder erfolgte unter Verwendung von Lichtkasten und Bleistift (4 H) auf Acetat-Tracing-Folie. Hierbei wurden alle zur Auswertung relevanten Strukturen erfasst (Doppelkonturen wurden gemittelt). Strecken- und Winkelmessungen erfolgten mit einem Geodreieck mit Millimeter- und Gradeinteilung. Es wurde mit einer Genauigkeit von 0,5 mm bzw. 0,5 Grad gemessen. Die FRS eines jeden Patienten wurde zweifach ausgewertet und der Mittelwert der beiden Messungen als eigentlicher Messwert herangezogen.

4.2 Superponierung der Röntgenbilder

Um eine vergleichende Vermessung der Röntgenbilder zu ermöglichen, wurden die Unterkiefer der FRS von T2, T3 und T4 über das Bild von T1 superponiert. Dabei kamen folgende Knochenstrukturen zur Anwendung:

- Symphyse bzw. vorderer Kinnumriss
- Unterrand der Mandibula im vorderen Bereich

Messpunkte und Bezugslinien

Folgende Messpunkte und Bezugslinien wurden verwendet
(Abb. 5 und 6):

- i** Incision,
Schneidekante des am weitesten vorstehenden unteren
mittleren Schneidezahnes

- m** Molare,
mesiale Höckerspitze des unteren ersten Molaren (Bei
Doppelkonturen wurde der gemittelte Punkt verwendet.)

- S** Sella-Punkt,
Mittelpunkt der Sella Turcica

- pg** Pogonion,
der am weitesten nach anterior vorspringende Punkt des
knöchernen Kinns

- N** Nasion,
der am weitesten anterior gelegene Punkt der Sutura
nasofrontalis

- A** A-Punkt,
der tiefste Punkt der Einziehung im Bereich der anterioren
Kontur des Processus alveolaris des Oberkiefers (kaudal
der Spina nasalis anterior)

- B** B-Punkt,
der tiefste Punkt der Einziehung im Bereich des Proces-
sus alveolaris im Unterkiefer (kranial der Kinnspitze)

- IL** Zahnachse des unteren mittleren Schneidezahnes durch **i**

- ML** Mandibularlinie, Tangente an den unteren Rand des Corpus mandibulae

Referenzkreuz (Abb. 5):

Ein Referenzkreuz wurde für die linearen Messungen konstruiert. Dieses Kreuz bestand aus der Okklusallinie (OL) und einer Senkrechten dazu (OLP) durch das Pogonion (pg), und wurde am ersten FRS (T1) definiert. Danach wurde das Kreuz auf die anderen FRS (T2, T3 und T4) nach Superponierung der Bilder übertragen.

- OL** Okklusallinie, Linie durch **i** und **m** (Horizontale des Referenzkreuzes)

- OLP** Senkrechte zur Okklusallinie durch **pg** (Vertikale des Referenzkreuzes)

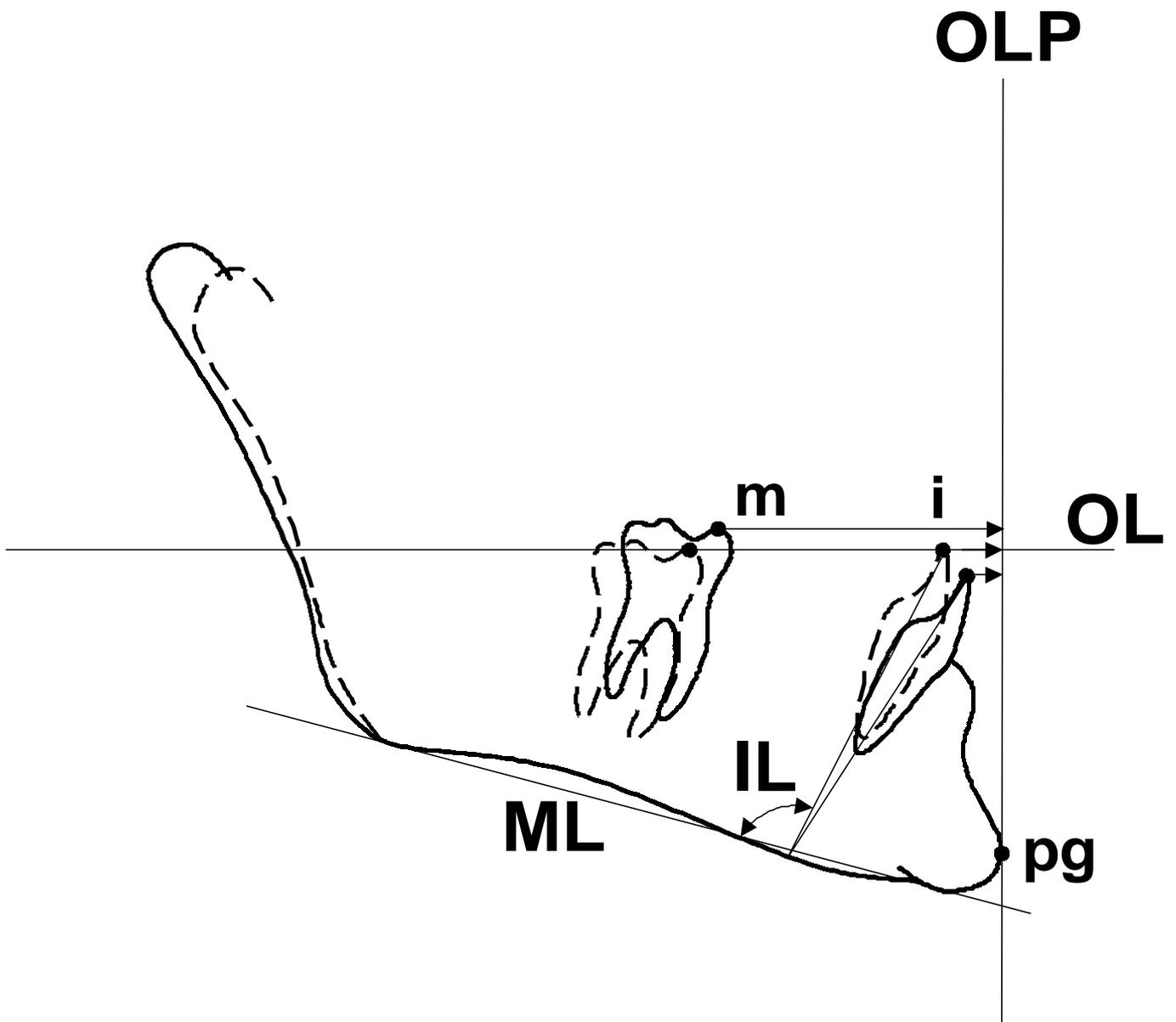


Abb. 5: Messvariablen zur Beurteilung der Incisivi- und Molarenposition. Das OL/OLP-Referenzkreuz ist gezeigt.

Messvariablen (Abb. 5 und 6)

Strecken:

i-OLP Position des unteren meist prominenten Schneidezahnes (mm)

m-OLP Position des unteren ersten Molaren (mm)

Winkel:

IL/ML Inklination des unteren meist prominenten mittleren Schneidezahnes (Grad)

ANB Sagittale Lagebeziehung der Maxilla zur Mandibula (Grad)

ML/NSL Vertikale Lagebeziehung der Mandibula zur vorderen Schädelbasis (Grad)

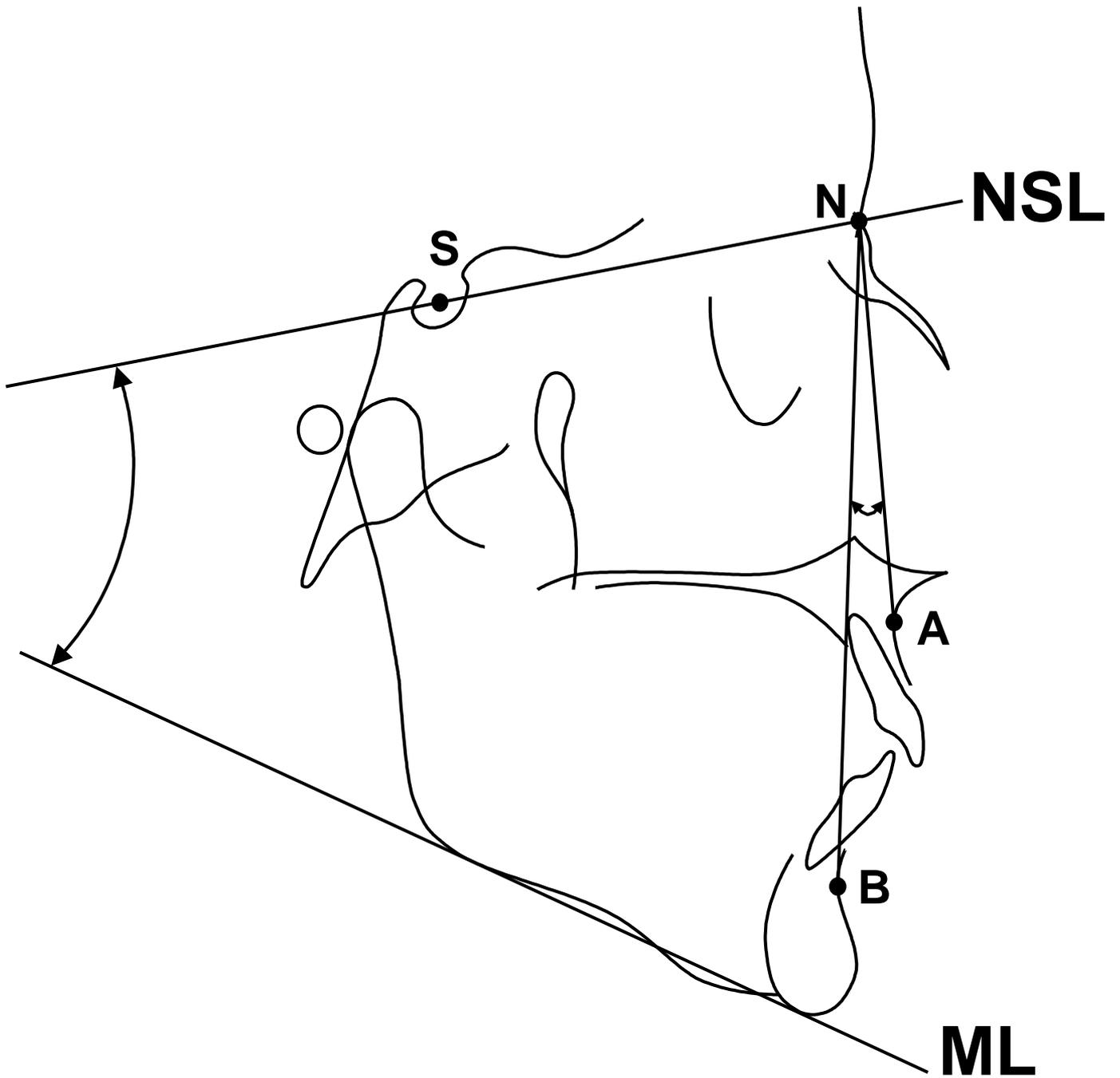


Abb. 6: Messvariablen zur Beurteilung der sagittalen (ANB-Winkel) und vertikalen (ML/NSL-Winkel) Kieferrelation.

4.3 Statistische Methoden

Für die Messvariablen zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten wurden Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) bestimmt. Die Veränderungen der Variablen innerhalb der einzelnen Verankerungsgruppen während unterschiedlicher Untersuchungszeiträume wurden mit Hilfe des Student-t-Testes für abhängige Stichproben überprüft. Zur Untersuchung von Unterschieden der Variablenwerte zwischen den einzelnen Verankerungsformen wurde der t-Test für unabhängige Stichproben herangezogen.

Folgende Signifikanzniveaus kamen zur Anwendung:

$P < 0,001$	(***)
$P < 0,01$	(**)
$P < 0,05$	(*)
$P \geq 0,05$	(ns = nicht signifikant)

Alle Berechnungen wurden auf einem IBM kompatiblen Computer (Typ Intel-Pentium III, 450 MHz) mit dem Tabellenkalkulationsprogramm EXCEL 97 durchgeführt.

4.4 Methodenfehler

Der totale Methodenfehler bei der Überlagerung der Röntgenbilder, Festlegung der Messpunkte und Bezugslinien, sowie der Messungen der Untersuchungsvariablen zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten und –zeiträumen wurde anhand von Doppelauswertungen der FRS der vier Verankerungsgruppen ermittelt (Tab. 2-5).

Zur Berechnung des Methodenfehlers (ME) wurde folgende Formel verwendet:

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

d = Differenz der Doppelauswertungen

n = Anzahl der Probanden

Tab. 2: Methodenfehlerbestimmung (ME) der Untersuchungsvariablen anhand von Doppelauswertung der FRS der Prämolaren-Verankerungsgruppe (n = 16). T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst

Variable	T1	T2	T3	T4
i-OLP (mm)	0,79	0,85	0,95	0,85
m-OLP (mm)	0,72	0,95	0,94	0,88
IL/ML (Grad)	1,82	1,76	0,98	2,04
ANB (Grad)	0,51	0,48	0,66	0,60
ML/NSL (Grad)	0,89	0,54	0,89	0,57

Variable	T1-T2	T2-T3	T3-T4	T2-T4	T1-T4
i-OLP (mm)	0,59	0,48	0,51	0,55	0,59
m-OLP (mm)	0,60	0,96	0,64	0,75	1,25
IL/ML (Grad)	2,24	2,31	1,96	2,16	4,00
ANB (Grad)	0,87	0,65	0,87	0,81	1,04
ML/NSL (Grad)	1,10	0,86	0,94	0,84	1,17

Tab. 3: Methodenfehlerbestimmung (ME) der Untersuchungsvariablen anhand von Doppelauswertung der FRS der Prämolaren-Molaren-Verankerungsgruppe (T1, T2, T3: n = 19; T4: n=15).

T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst

Variable	T1	T2	T3	T4
i-OLP (mm)	0,63	1,00	1,17	1,11
m-OLP (mm)	0,56	1,02	1,26	1,42
IL/ML (Grad)	1,34	1,25	1,65	1,60
ANB (Grad)	0,26	0,30	0,49	0,35
ML/NSL (Grad)	0,64	0,87	0,73	0,64

Variable	T1-T2	T2-T3	T3-T4	T2-T4	T1-T4
i-OLP (mm)	0,52	0,59	0,73	0,71	0,78
m-OLP (mm)	0,65	1,31	0,96	0,99	0,94
IL/ML (Grad)	1,62	1,51	1,44	1,81	1,72
ANB (Grad)	0,67	0,53	0,57	0,45	0,35
ML/NSL (Grad)	0,60	0,80	1,38	0,95	1,09

Tab. 4: Methodenfehlerbestimmung (ME) der Untersuchungsvariablen anhand von Doppelauswertung der FRS der Schienen-Verankerungsgruppe Klasse II:1 (T1, T2, T3: n = 34; T4: n=21).

T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst

Variable	T1	T2	T3	T4
i-OLP (mm)	0,45	0,94	1,01	0,62
m-OLP (mm)	0,56	0,88	1,02	0,83
IL/ML (Grad)	1,34	1,59	1,53	1,91
ANB (Grad)	0,58	0,67	0,85	0,68
ML/NSL (Grad)	0,66	0,90	0,95	1,01

Variable	T1-T2	T2-T3	T3-T4	T2-T4	T1-T4
i-OLP (mm)	0,59	0,72	0,87	0,82	0,73
m-OLP (mm)	0,80	0,91	0,88	0,64	0,70
IL/ML (Grad)	1,97	1,96	1,72	2,47	2,55
ANB (Grad)	0,74	0,60	0,73	0,78	0,78
ML/NSL (Grad)	0,80	1,44	1,40	0,76	0,95

Tab. 5: Methodenfehlerbestimmung (ME) der Untersuchungsvariablen anhand von Doppelauswertung der FRS der Schienen-Verankerungsgruppe Klasse II:2 (T1, T2, T3: n = 18; T4: n=14).

T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst

Variable	T1	T2	T3	T4
i-OLP (mm)	1,05	1,05	1,05	1,69
m-OLP (mm)	1,59	0,98	0,99	1,14
IL/ML (Grad)	2,04	2,27	1,96	1,82
ANB (Grad)	1,01	0,87	0,82	0,85
ML/NSL (Grad)	0,92	0,72	0,86	0,47

Variable	T1-T2	T2-T3	T3-T4	T2-T4	T1-T4
i-OLP (mm)	0,53	0,61	1,11	1,21	0,58
m-OLP (mm)	0,73	0,71	0,70	0,65	0,74
IL/ML (Grad)	2,81	2,74	2,03	2,61	2,01
ANB (Grad)	0,98	0,97	0,85	0,82	0,65
ML/NSL (Grad)	0,92	0,94	0,83	0,67	0,57

5 Ergebnisse

Die Veränderungen der kephalometrischen Variablen der verschiedenen Verankerungsformen zu den Zeitpunkten vor Herbst-Behandlung (T1), nach Herbst-Behandlung (T2), durchschnittlich zwei Jahre nach Herbst-Behandlung (T3) und durchschnittlich vier Jahre nach Herbst-Behandlung (T4) sind in den Tabellen 6a bis 9a dargestellt.

Die durchschnittlichen Veränderungen der kephalometrischen Variablen aller Verankerungsformen während der verschiedenen Untersuchungszeiträume sind den Tabellen 6b bis 9b zu entnehmen.

Die durchschnittlichen kephalometrischen Veränderungen der einzelnen Gruppen im Vergleich sind in den Tabellen 10 bis 17 aufgezeigt.

Die individuellen Veränderungen der kephalometrischen Variablen innerhalb der einzelnen Gruppen sind für die Zeiträume T1-T2 und T1-T4 in den Abbildungen 7 bis 26 graphisch dargestellt.

In den Abbildungen 27 bis 31 sind die durchschnittlichen Veränderungen der kephalometrischen Variablen der verschiedenen Verankerungsformen graphisch dargestellt.

5.1 Gruppe A: Prämolaren-Verankerung Klasse II:1

5.1.1 Durchschnittliche Veränderungen (Tab. 6b)

T1-T2

Während der aktiven Behandlungsphase mit der Herbst-Apparatur kam es zu wesentlichen dentalen Veränderungen. Die Schneidezähne wurden 2,0 mm ($p < 0,001$) protrudiert sowie 5,5 Grad ($p < 0,001$) prokliniert, und die Molaren wurden 1,1 mm ($p < 0,001$) mesialisiert.

Der ANB-Winkel verkleinerte sich um 1,3 Grad ($p < 0,001$), während der ML/NSL-Winkel unverändert blieb.

T2-T3

Während der Zeitdauer von nach der Behandlung bis durchschnittlich zwei Jahre nach der Behandlung konnten rückläufige Bewegungen der Schneidezähne festgestellt werden; sie retrudierten 0,8 mm ($p < 0,05$) und retroklinierten 3,1 Grad ($p < 0,01$). Die Molaren wanderten jedoch weiter nach mesial (0,9 mm; $p < 0,05$).

Der ANB-Winkel blieb im Wesentlichen unverändert, während sich der ML/NSL-Winkel weiter um 1,1 Grad verkleinerte ($p < 0,05$).

T3-T4

Im Zeitraum von durchschnittlich zwei Jahren nach der Behandlung bis vier Jahre nach der Herbst-Behandlung waren weitere rückläufige Veränderungen feststellbar. Die Schneidezähne retroklinierten deutlich weiter (3,2 Grad; $p < 0,001$), retrudierten jedoch kaum (0,4 mm; ns). Die Molaren wanderten unbedeutend weiter nach mesial (0,7 mm; ns).

Der ANB-Winkel blieb im Ganzen unverändert, während sich der ML/NSL-Winkel weiter verkleinerte (1,3 Grad; $p < 0,05$).

Tabelle 6a:

Kephalometrische Variablen, MW und SD der Gruppe A (Prämolaren-Verankerung der Klasse II:1 Probanden) zu verschiedenen Zeitpunkten.

T1: vor Herbst, T2: nach Herbst, T3: 2 Jahre nach Herbst, T4: 4 Jahre nach Herbst.

Variable	T1 (n=16)		T2 (n=16)		T3 (n=16)		T4 (n=16)	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
i-OLP (mm)	-1,2	2,8	-3,2	2,9	-2,4	3,7	-2,0	3,5
m-OLP (mm)	26,6	3,2	25,5	3,0	24,6	3,3	23,9	4,0
IL/ML (Grad)	101,3	5,8	106,8	6,4	103,7	6,7	100,5	6,4
ANB (Grad)	5,3	1,5	4,0	1,6	4,2	1,6	4,4	1,8
ML/NSL (Grad)	31,9	4,8	31,8	5,0	30,7	5,6	29,4	5,1

Tabelle 6b:

Veränderungen, MW (D), der kephalometrischen Variablen der Gruppe A (Prämolaren-Verankerung der Klasse II:1 Probanden).

T1: vor Herbst, T2: nach Herbst, T3: 2 Jahre nach Herbst, T4: 4 Jahre nach Herbst.

Variable	T1-T2 (n=16)		T2-T3 (n=16)		T3-T4 (n=16)		T2-T4 (n=16)		T1-T4 (n=16)						
	MW (D)	t	P	MW (D)	t	P	MW (D)	t	P	MW (D)	t	P			
i-OLP (mm)	2,0	8,15	****	-0,8	-2,18	*	-0,4	-1,24	ns	-1,2	-3,63	***	0,8	1,83	ns
m-OLP (mm)	1,1	5,08	****	0,9	2,48	*	0,7	1,93	ns	1,4	3,14	***	2,7	4,68	****
IL/ML (Grad)	-5,5	-6,14	****	3,1	3,99	***	3,2	4,26	****	6,3	6,97	****	0,8	0,85	ns
ANB (Grad)	1,3	5,07	****	-0,2	-1,23	ns	-0,2	-0,4	ns	-0,4	-1,13	ns	0,9	2,56	*
ML/NSL (Grad)	0,1	0,49	ns	1,1	2,52	*	1,3	2,89	*	2,4	3,95	***	2,5	4,13	****

kein Vorzeichen bedeutet:

- i - OLP - Protrusion
- m - OLP - Mesialisation
- IL / ML - Retroklination
- ANB - Verkleinerung
- ML / NSL - Verkleinerung

negatives Vorzeichen (-) bedeutet:

- i - OLP - Retrusion
- m - OLP - Distalisation
- IL / ML - Proklination
- ANB - Vergrößerung
- ML / NSL - Vergrößerung

t-Test für abhängige Stichproben.

Signifikanzniveau:

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

T2-T4

Im Zeitraum nach der Herbst-Behandlung bis durchschnittlich vier Jahren nach der Behandlung konnten deutliche rückläufige Bewegungen der Schneidezähne festgestellt werden; die Zähne retrudierten 1,2 mm ($p < 0,001$) und retroklinierten 6,3 Grad ($p < 0,01$). Die Molaren wanderten kontinuierlich nach mesial (1,4 mm; $p < 0,01$).

Der ANB-Winkel blieb weitgehend unverändert, während der ML/NSL-Winkel sich verkleinerte (2,4 Grad; $p < 0,01$).

T1-T4

Während des gesamten Untersuchungszeitraumes von vor der Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung konnten keine Veränderungen der Schneidezähne (Stellung und Neigung) festgestellt werden. Eine Mesialisation der Molaren von 2,7 mm ($p < 0,001$) war jedoch festzustellen.

Eine Verkleinerung des ANB-Winkels von 0,9 Grad ($p < 0,05$) und des ML/NSL-Winkels von 2,5 Grad ($p < 0,001$) fand statt.

5.1.2 Individuelle Veränderungen

i-OLP (Abb. 7)

T1-T2:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,59 mm kam es während des Behandlungszeitraumes bei allen Probanden (100 %) zu einer Protrusion der unteren Schneidezähne. Die maximale Protrusion betrug 3,7 mm.

T1-T4:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,59 mm kam es während des gesamten Untersuchungszeitraumes bei 10 Probanden (63 %) zu einer Protrusion und bei 5 Probanden (31 %) zu einer Retrusion. Bei 1 Probanden (6%) lag keine Veränderung vor. Die maximale Protrusion lag bei 4,3 mm und die maximale Retrusion bei 1,8 mm.

m-OLP (Abb. 8)

T1-T2:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,6 mm kam es während des Behandlungszeitraumes bei 13 Probanden (81,5 %) zu einer Mesialisation und bei 2 Probanden (12,5 %) zu einer Distalisation. Bei 1 Probanden (6 %) kam es zu keiner Veränderung. Die maximale Mesialwanderung betrug 2,2 mm und die maximale Distalwanderung 0,5 mm.

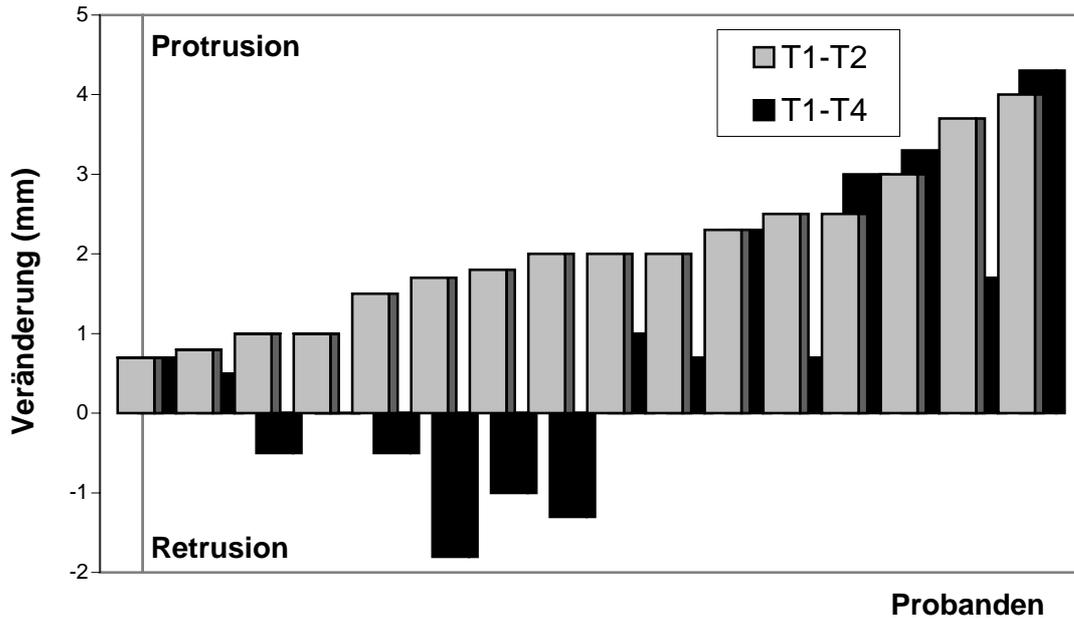


Abb. 7: Individuelle Veränderungen der Position (mm) der unteren Schneidezähne (**i-OLP**) für die Gruppe A (Prämolaren-Verankerung der Klasse II:1 Probanden). T1-T2: Behandlungszeitraum von durchschnittlich sieben Monaten; T1-T4: Gesamter Untersuchungszeitraum von vor der Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung. (T1-T2: n=16; T1-T4: n=16). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten T1-T2.

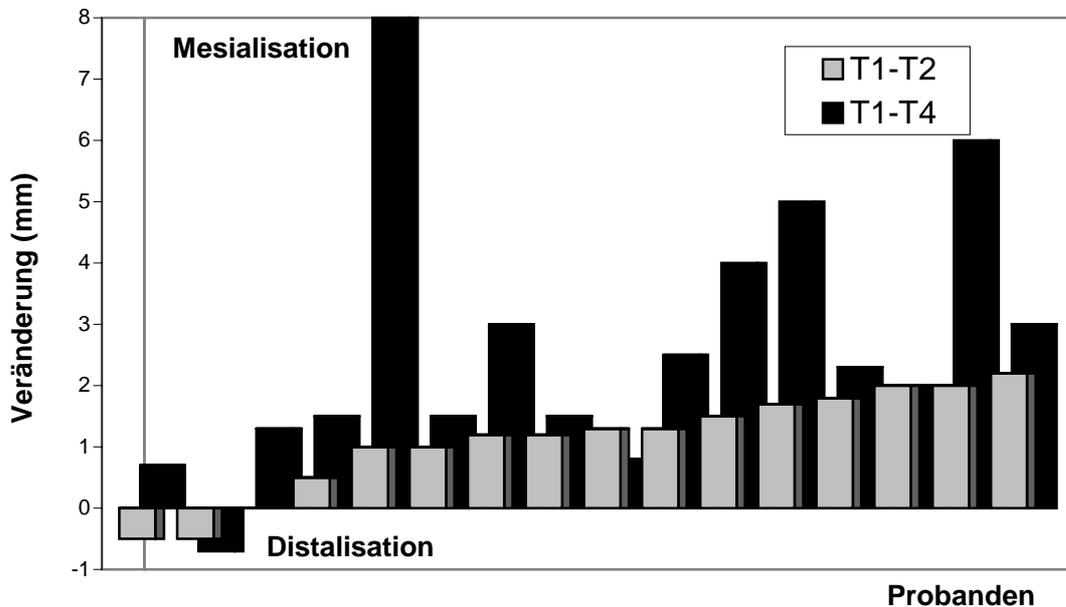


Abb. 8: Individuelle Veränderungen der Position (mm) der unteren ersten bleibenden Molaren (**m-OLP**) für die Gruppe A (Prämolaren-Verankerung der Klasse II:1 Probanden). T1-T2: Behandlungszeitraum von durchschnittlich sieben Monaten; T1-T4: Gesamter Untersuchungszeitraum von vor der Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung. (T1-T2: n=16; T1-T4: n=16). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten T1-T2.

T1-T4:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 1,25 mm kam es während des gesamten Untersuchungszeitraumes bei 15 Probanden (94 %) zu einer Mesialisation und bei einem (6 %) zu einer Distalisation. Die maximale Mesialwanderung betrug 8 mm und die maximale Distalwanderung 0,7 mm.

IL/ML (Abb. 9)

T1-T2:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 2,24 Grad kam es während des Behandlungszeitraumes bei 14 Probanden (87,5 %) zu einer Proklination und bei 2 Probanden (12,5 %) zu keiner Veränderung. Die maximale Proklination betrug 10,5 Grad.

T1-T4:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 4,0 Grad kam es während des gesamten Untersuchungszeitraumes bei 6 Probanden (37,5 %) zu einer Proklination und bei 9 Probanden (56,5 %) zu einer Retroklination. Bei 1 Probanden (6 %) fand keine Veränderung statt. Die maximale Proklination betrug 6,0 Grad und die maximale Retrusion 5,7 Grad.

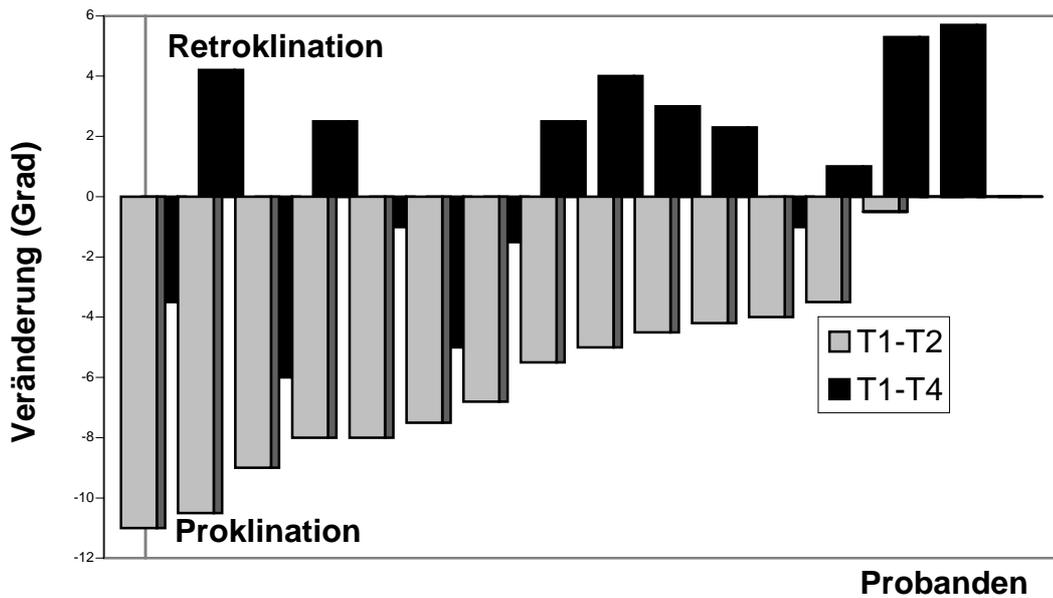


Abb. 9: Individuelle Veränderung der Neigung (Grad) der unteren Schneidezähne (IL/ML) für die Gruppe A (Prämolaren-Verankerung der Klasse II:1 Probanden). T1-T2: Behandlungszeitraum von durchschnittlich sieben Monaten; T1-T4: Gesamter Untersuchungszeitraum von vor der Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung. (T1-T2: n=16; T1-T4: n=16). Auf-stiegende Reihung der Probanden nach den Messwerten T1-T2.

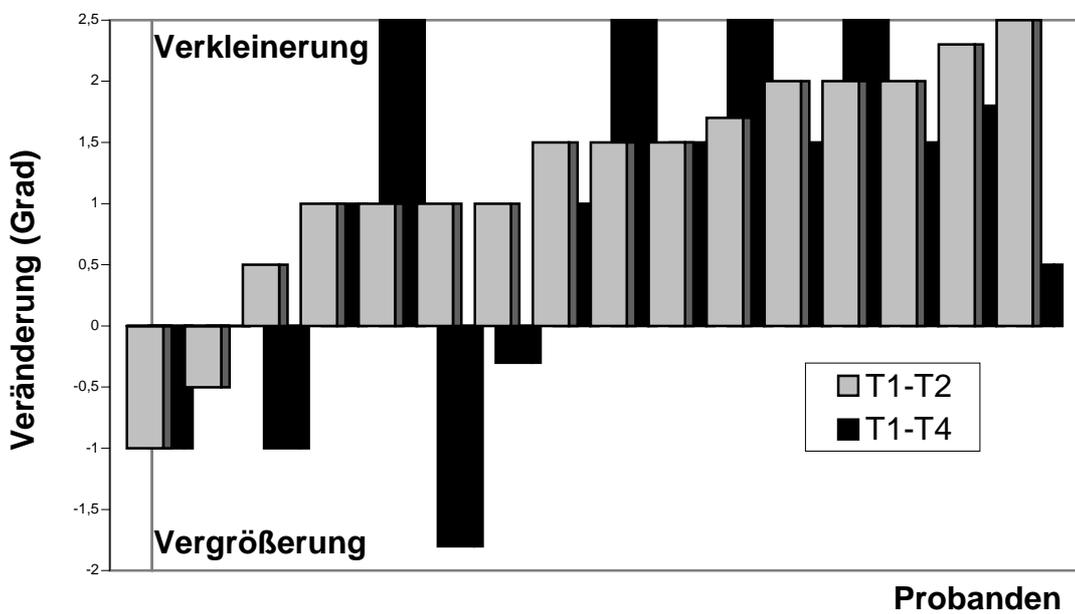


Abb. 10: Individuelle Veränderung des ANB-Winkels (Grad) für die Gruppe A (Prämolaren-Verankerung der Klasse II:1 Probanden). T1-T2: Behandlungszeitraum von durchschnittlich sieben Monaten; T1-T4: Gesamter Untersuchungszeitraum von vor der Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung. (T1-T2: n=16; T1-T4: n=16). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten T1-T2.

ANB (Abb. 10)

T1-T2:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,87 Grad kam es während des Behandlungszeitraumes bei 14 Probanden (87,5%) zu einer Verkleinerung und bei 2 Probanden (12,5%) zu einer Vergrößerung. Die maximale Verkleinerung betrug 2,5 Grad und die maximale Vergrößerung 1,2 Grad.

T1-T4:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 1,04 Grad kam es während des gesamten Untersuchungszeitraumes bei 11 Probanden (69%) zu einer Verkleinerung und bei 4 Probanden (25%) zu einer Vergrößerung. Bei 1 Probanden (6%) fand keine Veränderung statt. Die maximale Verkleinerung betrug 2,5 Grad und die maximale Vergrößerung 1,8 Grad.

ML/NSL (Abb. 11)

T1-T2:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 1,1 Grad kam es während des Behandlungszeitraumes bei 8 Probanden (50%) zu einer Verkleinerung und bei 5 Probanden (31%) zu einer Vergrößerung. Bei 3 Probanden (19%) lag keine Veränderung vor. Die maximale Verkleinerung lag bei 1,5 Grad und die maximale Vergrößerung bei 1,2 Grad.

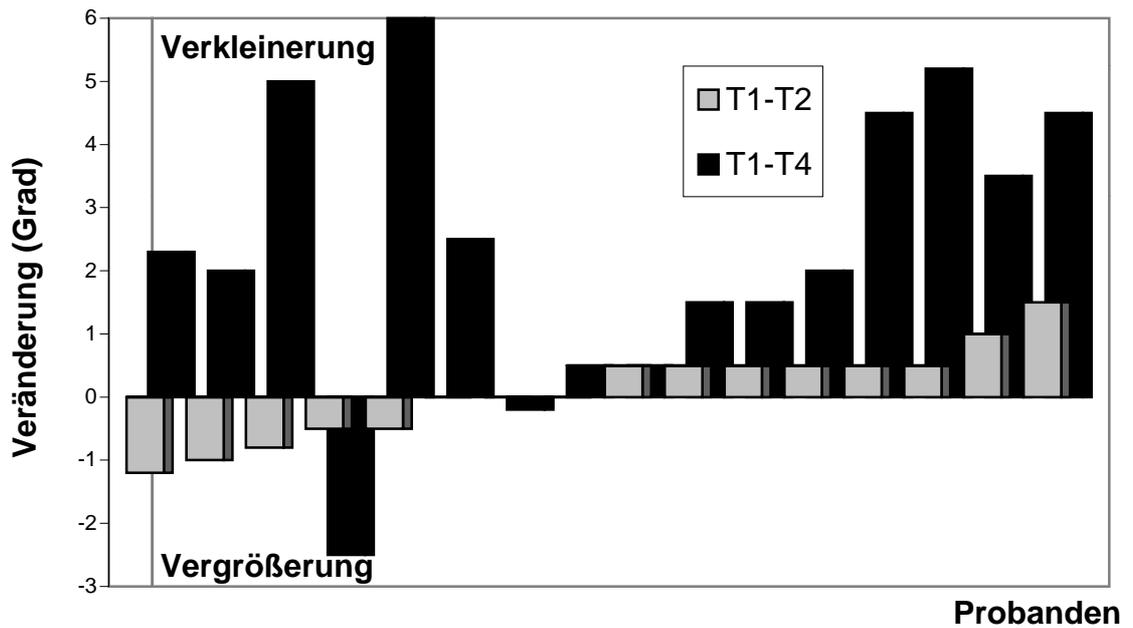


Abb. 11: Individuelle Veränderung des **ML/NSL-Winkels** (Grad) für die Gruppe A (Prämolaren-Verankerung der Klasse II:1 Probanden). T1-T2: Behandlungszeitraum von durchschnittlich sieben Monaten; T1-T4: Gesamter Untersuchungszeitraum von vor der Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung. (T1-T2: n=16; T1-T4: n=16). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten T1-T2.

T1-T4:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 1,17 Grad kam es während des gesamten Untersuchungszeitraumes bei 14 Probanden (87,5 %) zu einer Verkleinerung und bei 2 Probanden (12,5%) zu einer Vergrößerung. Die maximale Verkleinerung lag bei 6 Grad und die maximale Vergrößerung bei 2,5 Grad.

5.2 Gruppe B: Prämolaren-Molaren-Verankerung Klasse II:1

5.2.1 Durchschnittliche Veränderungen (Tab. 7b)

T1-T2

Während der aktiven Behandlungsphase mit der Herbst-Apparatur kam es zu wesentlichen dentalen Veränderungen. Die Schneidezähne wurden 2,2 mm ($p < 0,001$) protrudiert sowie 6,9 Grad ($p < 0,001$) prokliniert und die Molaren wurden 1,5 mm ($p < 0,001$) mesialisiert.

Der ANB-Winkel verkleinert sich um 1,7 Grad ($p < 0,01$), während der ML/NSL-Winkel unverändert blieb.

T2-T3

Während der durchschnittlichen Zeitdauer von nach der Behandlung bis zwei Jahre nach der Behandlung konnten rückläufige Bewegungen der Schneidezähne festgestellt werden; sie retrudierten 1,3 mm ($p < 0,001$) und retroklinierten 4,6 Grad ($p < 0,001$). Die Molaren wanderten unbedeutend nach distal (0,7 mm; ns).

Der ANB-Winkel blieb im Wesentlichen unverändert, während sich der ML/NSL-Winkel verkleinerte (1,9 Grad; $p < 0,001$).

T3-T4

In dem Zeitraum von durchschnittlich zwei Jahren nach der Behandlung bis drei Jahre nach der Herbst-Behandlung waren weitere rückläufige Veränderungen feststellbar. Die Schneidezähne retroklinierten deutlich weiter (1,1 Grad; $p < 0,05$), retrudierten jedoch nicht

(0,0 mm; ns). Die Molaren wanderten unbedeutend weiter nach mesial (0,9 mm; ns).

Der ANB-Winkel blieb im Ganzen unverändert (0,1 Grad; ns), ebenso der ML/NSL-Winkel (0,3 Grad; ns).

T2-T4

Im Zeitraum nach der Herbst-Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung konnten deutliche rückläufige Bewegungen der Schneidezähne festgestellt werden. Die Zähne retrudierten 1,3 mm ($p < 0,05$) und retroklinierten 5,7 Grad ($p < 0,001$). Die Molaren wanderten unbedeutend weiter nach mesial (0,2 mm; ns).

Der ANB-Winkel blieb weitgehend unverändert, während der ML/NSL-Winkel sich verkleinerte (2,2 Grad; $p < 0,001$).

T1-T4

Während des gesamten Untersuchungszeitraumes von vor der Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung konnten deutliche Veränderungen der Schneidezähne (Stellung und Neigung) festgestellt werden; sie protrudierten um 0,9 mm ($p < 0,05$), proklinierten aber unwesentlich (1,2 Grad; ns). Eine Mesialisation der Molaren von 1,7 mm ($p < 0,01$) war zu erkennen.

Eine Verkleinerung des ANB-Winkels von 1,6 Grad ($p < 0,001$) und des ML/NSL-Winkels von 2,0 Grad ($p < 0,001$) fand statt.

Tabelle 7a:

Kephalometrische Variablen, Mw und SD der Gruppe B (Prämolaren-Molaren-Verankerung der Klasse II:1 Probanden) zu verschiedenen Zeitpunkten.

T1: vor Herbst, T2: nach Herbst, T3: 2 Jahre nach Herbst, T4: 4 Jahre nach Herbst.

Variable	T1 (n=19)		T2 (n=19)		T3 (n=19)		T4 (n=15)	
	Mw	SD	Mw	SD	Mw	SD	Mw	SD
i-OLP (mm)	-2,5	4,1	-4,7	3,9	-3,4	4,7	-3,4	4,8
m-OLP (mm)	25,7	4,2	24,2	3,9	24,9	4,3	24,0	4,6
IL/ML (Grad)	102,7	5,4	109,6	5,8	105,0	5,5	103,9	5,6
ANB (Grad)	6,5	1,7	4,8	1,8	4,8	1,8	4,9	1,9
ML/NSL (Grad)	30,5	6,6	30,7	6,7	28,8	6,6	28,5	6,9

Tabelle 7b:

Veränderungen, Mw (D), der kephalometrischen Variablen der Gruppe B (Prämolaren-Molaren-Verankerung der Klasse II:1 Probanden).

T1: vor Herbst, T2: nach Herbst, T3: 2 Jahre nach Herbst, T4: 4 Jahre nach Herbst.

Variable	T1-T2 (n=19)		T2-T3 (n=19)		T3-T4 (n=15)		T2-T4 (n=15)		T1-T4 (n=15)	
	Mw (D)	t	Mw (D)	t	Mw (D)	t	Mw (D)	t	Mw (D)	t
i-OLP (mm)	2,2	11,92	-1,3	-4,66	0,0	0,17	-1,3	-2,66	0,9	2,69
m-OLP (mm)	1,5	5,93	-0,7	-0,28	0,9	1,42	0,2	0,72	1,7	4,74
IL/ML (Grad)	-6,9	-11,31	4,6	7,07	1,1	2,36	5,7	6,15	-1,2	-1,16
ANB (Grad)	1,7	7,62	0,0	0,18	-0,1	-0,61	0,1	0,06	1,6	5,55
ML/NSL (Grad)	-0,2	-1,01	1,9	7,64	0,3	1,99	2,2	7,19	2,0	6,34

kein Vorzeichen bedeutet:

- i - OLP - Protrusion
- m - OLP - Mesialisation
- IL/ML - Retroklination
- ANB - Verkleinerung
- ML/NSL - Verkleinerung

negatives Vorzeichen (-) bedeutet:

- i - OLP - Retrusion
- m - OLP - Distalisation
- IL/ML - Proklination
- ANB - Vergrößerung
- ML/NSL - Vergrößerung

t-Test für abhängige Stichproben.

Signifikanzniveau:

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

5.2.2 Individuelle Veränderungen

i-OLP (Abb. 12)

T1-T2:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,52 mm kam es während des Behandlungszeitraumes bei 18 Probanden (95 %) zu einer Protrusion der unteren Schneidezähne und bei 1 Probanden (5 %) zu keiner Veränderung. Die maximale Protrusion betrug 4,2 mm.

T1-T4:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,78 mm kam es während des gesamten Untersuchungszeitraumes bei 11 Probanden (73 %) zu einer Protrusion und bei 3 Probanden (20 %) zu einer Retrusion der unteren Schneidezähne. Bei 1 Probanden (7 %) lag keine Veränderung vor. Die maximale Protrusion lag bei 3,7 mm und die maximale Retrusion bei 2,5 mm.

m-OLP (Abb. 13)

T1-T2:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,65 mm kam es während des Behandlungszeitraumes bei 17 Probanden zu einer Mesialisation (89,5 %) und bei 2 Probanden zu einer Distalisation (10,5 %). Die maximale Mesialwanderung betrug 2,7 mm und die maximale Distalwanderung 1,0 mm.

T1-T4:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,94 mm kam es während des gesamten Untersuchungszeitraumes bei 13 Probanden (87 %) zu einer Mesialisation und bei einem (6,5 %) zu einer Distalisation. Bei 1 Probanden (6,5 %) kam es zu keiner Veränderung. Die maximale Mesialwanderung betrug 4,5 mm und die maximale Distalwanderung 1,0 mm.

IL/ML (Abb. 14)

T1-T2:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 1,62 Grad kam es während des Behandlungszeitraumes bei allen Probanden (100 %) zu einer Proklination. Die maximale Proklination betrug 14,5 Grad.

T1-T4:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 1,72 Grad kam es während des gesamten Untersuchungszeitraumes bei 9 Probanden (60 %) zu einer Proklination und bei 6 Probanden (40 %) zu einer Retroklination. Die maximale Proklination betrug 8,5 Grad und die maximale Retrusion 4,5 Grad.

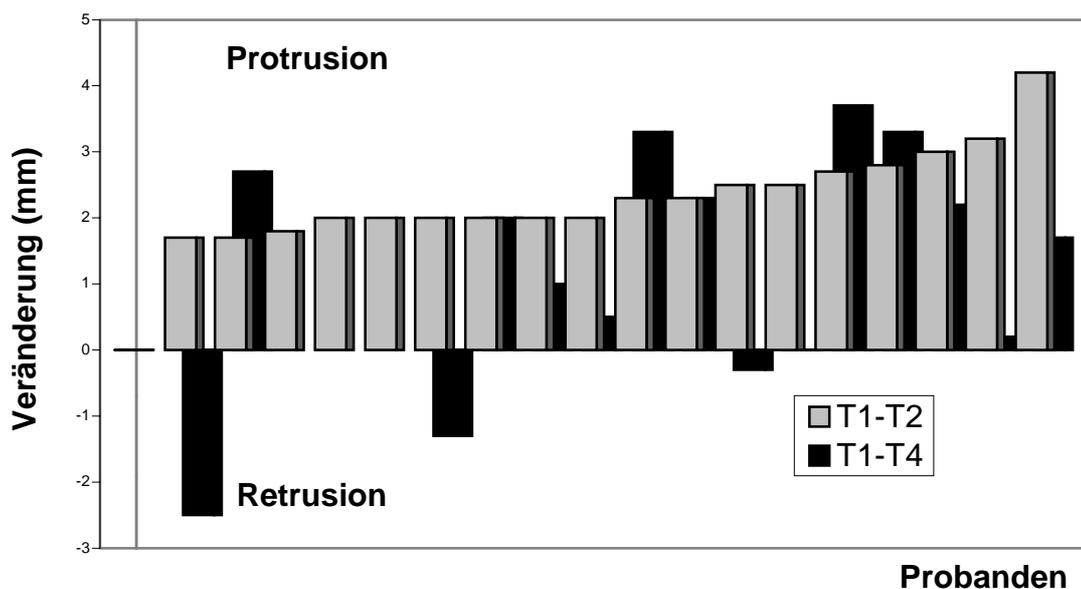


Abb. 12: Individuelle Veränderungen der Position (mm) der unteren Schneidezähne (**i-OLP**) für die Gruppe B (Prämolaren-Molaren-Verankerung der Klasse II:1 Probanden). T1-T2: Behandlungszeitraum von durchschnittlich sieben Monaten; T1-T4: Gesamter Untersuchungszeitraum von vor der Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung. (T1-T2: n=19; T1-T4: n=15). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten T1-T2.

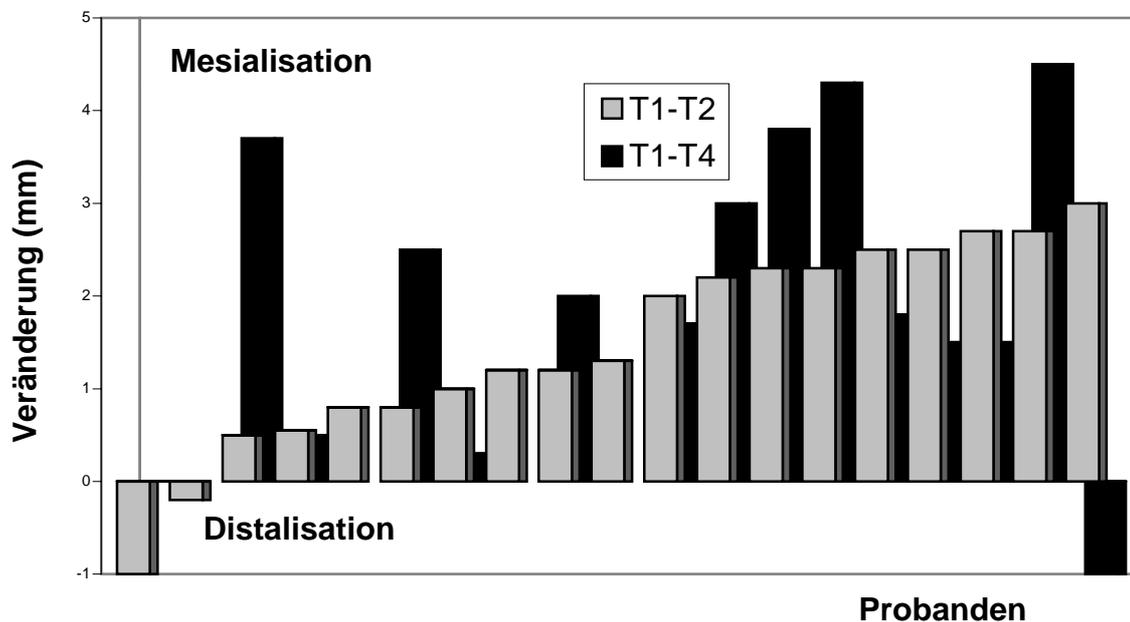


Abb. 13: Individuelle Veränderungen der Position (mm) der unteren ersten bleibenden Molaren (**m-OLP**) für die Gruppe B (Prämolaren-Molaren-Verankerung der Klasse II:1 Probanden). T1-T2: Behandlungszeitraum von durchschnittlich sieben Monaten; T1-T4: Gesamter Untersuchungszeitraum von vor der Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung. (T1-T2: n=19; T1-T4: n=15). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten T1-T2.

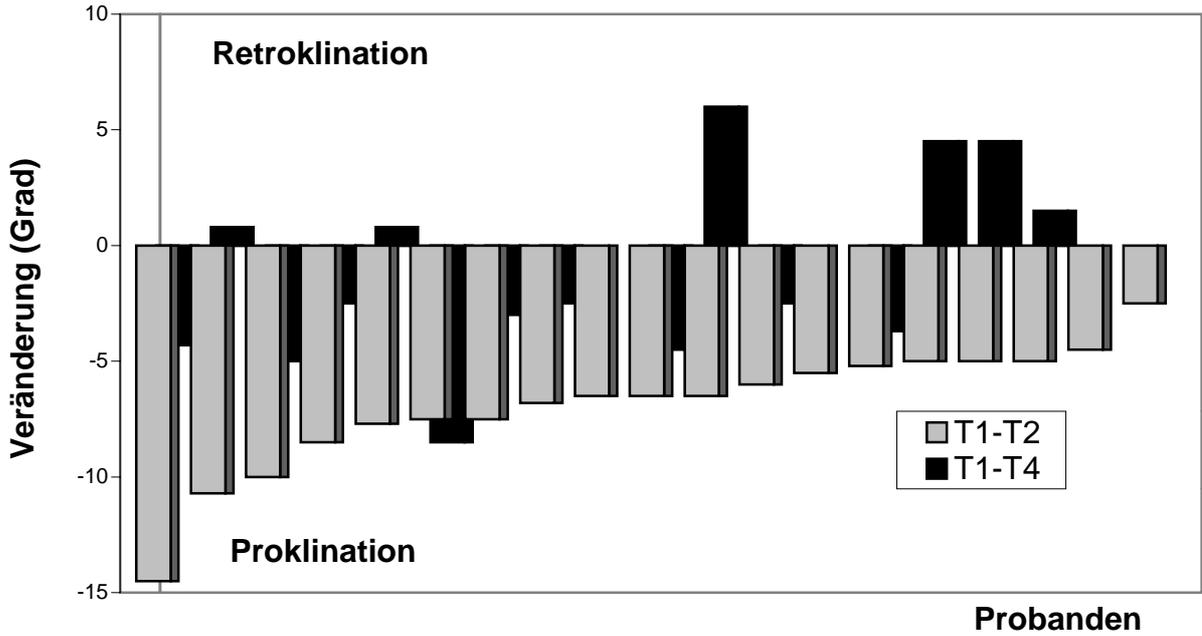


Abb. 14: Individuelle Veränderung der Neigung (Grad) der unteren Schneidezähne (IL/ML) für die Gruppe B (Prämolaren-Molaren-Verankerung der Klasse II:1 Probanden). T1-T2: Behandlungszeitraum von durchschnittlich sieben Monaten; T1-T4: Gesamter Untersuchungszeitraum von vor der Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung. (T1-T2: n=19; T1-T4: n=15). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten T1-T2.

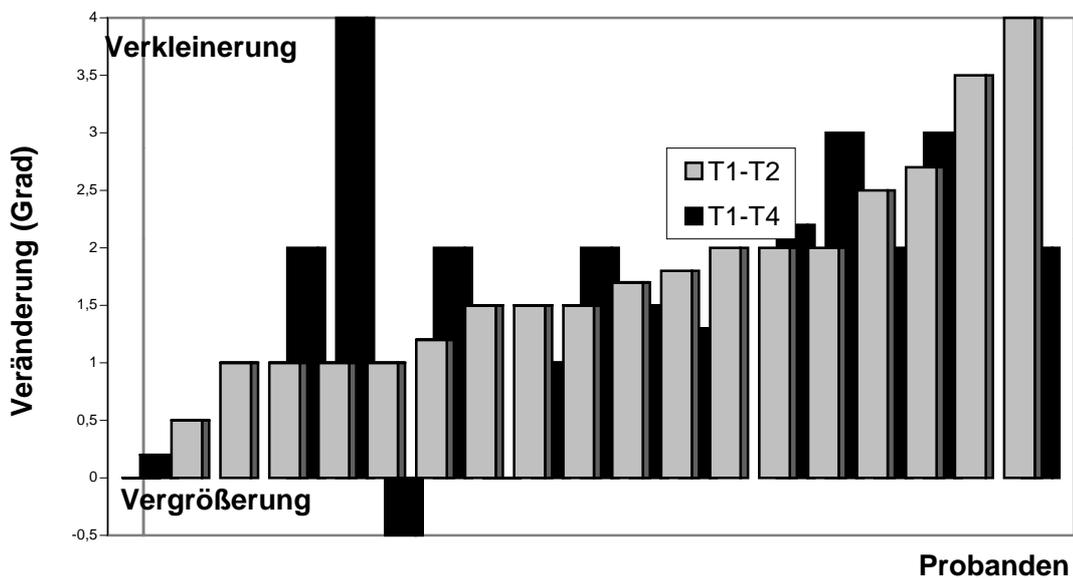


Abb. 15: Individuelle Veränderung des ANB-Winkels (Grad) für die Gruppe B (Prämolaren-Molaren-Verankerung der Klasse II:1 Probanden). T1-T2: Behandlungszeitraum von durchschnittlich sieben Monaten; T1-T4: Gesamter Untersuchungszeitraum von vor der Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung. (T1-T2: n=19; T1-T4: n=15). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten T1-T2.

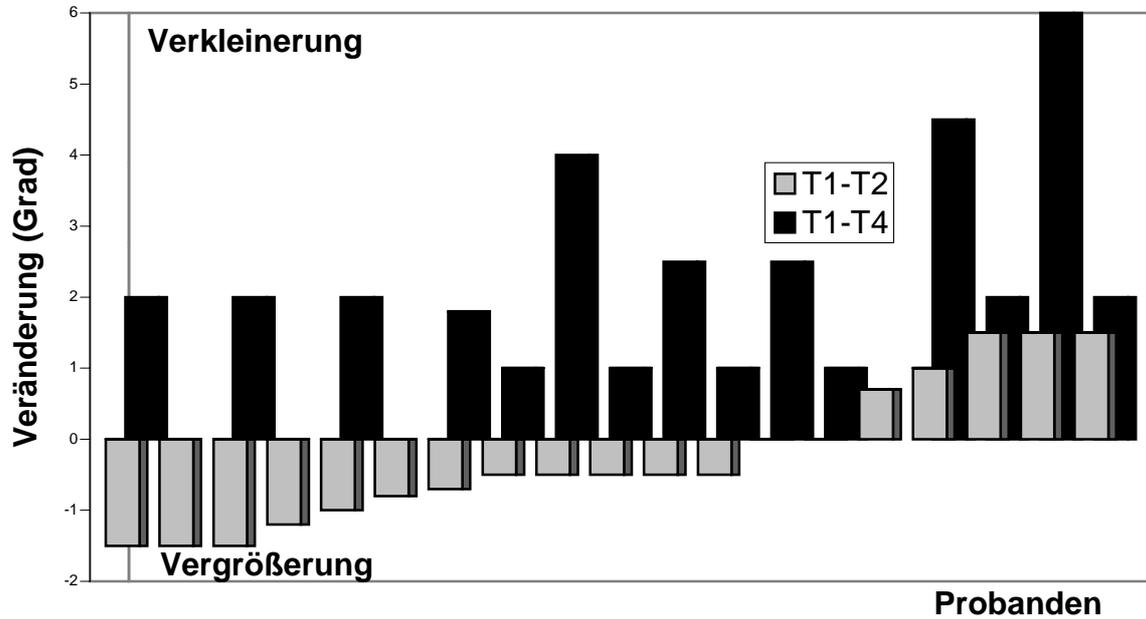


Abb. 16: Individuelle Veränderung des **ML/NSL-Winkels** (Grad) für die Gruppe B (Prämolaren-Molaren-Verankerung der Klasse II:1 Probanden). T1-T2: Behandlungszeitraum von durchschnittlich sieben Monaten; T1-T4: Gesamter Untersuchungszeitraum von vor der Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung. (T1-T2: n=19; T1-T4: n=15).

ANB (Abb. 15)

T1-T2:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,67 Grad kam es während des Behandlungszeitraumes bei 18 Probanden (95 %) zu einer Verkleinerung und bei 1 Probanden (5 %) zu keiner Veränderung. Die maximale Verkleinerung betrug 4,0 Grad.

T1-T4:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,35 Grad kam es während des gesamten Untersuchungszeitraumes bei 13 Probanden (87 %) zu einer Verkleinerung und bei 1 Probanden (6,5 %) zu einer Vergrößerung. Bei 1 Probanden (6,5 %) fand keine Veränderung statt. Die maximale Verkleinerung betrug 4,0 Grad und die maximale Vergrößerung 0,5 Grad.

ML/NSL (Abb. 16)

T1-T2:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,6 Grad kam es während des Behandlungszeitraumes bei 5 Probanden (26,5%) zu einer Verkleinerung und bei 12 Probanden (63%) zu einer Vergrößerung. Bei 2 Probanden (10,5%) lag keine Veränderung vor. Die maximale Verkleinerung lag bei 1,5 Grad und die maximale Vergrößerung bei 1,5 Grad.

T1-T4:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 1,09 Grad kam es während des gesamten Untersuchungszeitraumes bei allen Probanden (100 %) zu einer Verkleinerung. Die maximale Verkleinerung lag bei 6 Grad.

5.3 Gruppe C: Schienen-Verankerung Klasse II:1

5.3.1 Durchschnittliche Veränderungen (Tab. 8b)

T1-T2

Während der aktiven Behandlungsphase mit der Herbst-Apparatur kam es zu wesentlichen dentalen Veränderungen. Die Schneidezähne wurden 3,7 mm ($p < 0,001$) protrudiert sowie 9,3 Grad ($p < 0,001$) prokliniert, und die Molaren wurden 2,4 mm ($p < 0,001$) mesialisiert.

Der ANB-Winkel verkleinerte sich um 1,4 Grad ($p < 0,001$), während der ML/NSL-Winkel unverändert blieb.

T2-T3

Während der durchschnittlichen Zeitdauer von nach der Behandlung bis zwei Jahre nach der Behandlung konnten rückläufige Bewegungen der Schneidezähne festgestellt werden, sie retrudierten 2,2 mm ($p < 0,001$) und retroklinierten 4,3 Grad ($p < 0,05$). Die Molaren wanderten jedoch nach distal (0,8 mm; $p < 0,01$).

Der ANB-Winkel blieb im Wesentlichen unverändert, während sich der ML/NSL-Winkel verkleinerte (0,9 Grad; $p < 0,01$).

T3-T4

In dem Zeitraum von durchschnittlich zwei Jahren nach der Behandlung bis vier Jahre nach der Herbst-Behandlung waren kaum Veränderungen der Zahnstellung feststellbar, lediglich eine Mesialisation der Molaren um 0,2 mm ($p < 0,01$).

Der ANB-Winkel und der ML/NSL-Winkel blieben weitgehend unverändert.

T2-T4

Im Zeitraum nach der Herbst-Behandlung bis durchschnittlich vier Jahren nach der Behandlung konnten deutliche rückläufige Bewegungen der Zähne beobachtet werden. Die Schneidezähne retrudierten 2,3 mm ($p < 0,001$) und retroklinierten 4,9 Grad ($p < 0,001$). Die Molaren wanderten weiter nach distal (0,6 mm; ns).

Der ANB-Winkel blieb weitgehend unverändert, während sich der ML/NSL-Winkel verkleinerte (1,0 Grad; $p < 0,01$).

Tabelle 8a:

Kephalometrische Variablen, M_w und SD der Gruppe C (Schielen-Verankerung der Klasse II:1 Probanden) zu verschiedenen Zeitpunkten.

T1: vor Herbst, T2: nach Herbst, T3: nach MB, T4: Nachkontrolle 4 Jahre nach

Variable	T1 (n=34)		T2 (n=34)		T3 (n=34)		T4 (n=21)	
	M _w	SD						
i-OLP (mm)	-1,8	3,1	-5,5	2,9	-3,3	3,3	-3,4	2,9
m-OLP (mm)	25,9	3,2	23,5	3,3	24,3	2,9	24,1	3,1
IL/ML (Grad)	100,8	5,9	110,1	5,0	105,8	9,9	105,2	4,9
ANB (Grad)	5,7	1,6	4,1	2,2	4,1	1,7	4,3	1,8
ML/NSL (Grad)	29,9	6,5	30,4	6,4	29,5	6,1	29,4	5,1

Tabelle 8b:

Veränderungen, M_w (D), der kephalometrischen Variablen der Gruppe C (Schielen-Verankerung der Klasse II:1 Probanden).

T1: vor Herbst, T2: nach Herbst, T3: nach MB, T4: Nachkontrolle 4 Jahre nach Herbst.

Variable	T1-T2 (n=34)		T2-T3 (n=34)		T3-T4 (n=34)		T2-T4 (n=21)		T1-T4 (n=21)	
	M _w (D)	t	M _w (D)	t	M _w (D)	t	M _w (D)	t	M _w (D)	t
i-OLP (mm)	3,7	14,21	-2,2	-6,74	-0,1	-1,99	-2,1	-7,53	1,6	2,94
m-OLP (mm)	2,4	8,74	-0,8	-3,13	0,2	2,97	-0,6	-0,83	1,8	5,93
IL/ML (Grad)	-9,3	-11,33	4,3	2,65	0,6	0,37	4,9	6,37	-4,4	-3,90
ANB (Grad)	1,6	7,54	0,0	-0,28	-0,2	1,01	-0,2	-0,16	1,4	5,22
ML/NSL (Grad)	-0,5	-1,72	0,9	3,40	0,1	1,90	1,0	3,80	0,5	4,48

kein Vorzeichen bedeutet:

i - OLP - Protrusion
m - OLP - Mesialisation
IL/ML - Retroklination
ANB - Verkleinerung
ML/NSL - Verkleinerung

negatives Vorzeichen (-) bedeutet:

i - OLP - Retrusion
m - OLP - Distalisation
IL/ML - Proklination
ANB - Vergrößerung
ML/NSL - Vergrößerung

t-Test für abhängige Stichproben.

Signifikanzniveau:

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

T1-T4

Während des gesamten Untersuchungszeitraumes von vor der Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung konnten Veränderungen der Schneidezähne (Stellung und Neigung) festgestellt werden; sie protrudierten um 1,6 mm ($p < 0,01$) und proklinierten um 4,4 Grad ($p < 0,001$). Eine Mesialisation der Molaren von 1,8 mm ($p < 0,001$) war zu beobachten.

Eine Verkleinerung des ANB- Winkels von 1,4 Grad ($p < 0,001$) und des ML/NSL-Winkels von 0,5 Grad ($p < 0,001$) fand statt.

5.3.2 Individuelle Veränderungen

i-OLP (Abb. 17)

T1-T2:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,59 mm kam es während des Behandlungszeitraumes bei allen Probanden (100 %) zu einer Protrusion der unteren Schneidezähne. Die maximale Protrusion betrug 8,0 mm.

T1-T4:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,73 mm kam es während des gesamten Untersuchungszeitraumes bei 15 Probanden (71,5 %) zu einer Protrusion und bei 5 Probanden (24 %) zu einer Retrusion der unteren Schneidezähne. Bei 1 Probanden (4,5 %) lag keine Veränderung vor. Die maximale Protrusion lag bei 7,0 mm und die maximale Retrusion bei 1,75 mm.

m-OLP (Abb. 18)

T1-T2:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,8 mm kam es während des Behandlungszeitraumes bei 30 Probanden (88 %) zu einer Mesialisation und bei 1 Probanden (3 %) zu einer Distalisation. Bei 3 Probanden (9 %) lag keine Veränderung vor. Die maximale Mesialwanderung betrug 5,5 mm und die maximale Distalwanderung 0,25 mm.

T1-T4:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,7 mm kam es während des gesamten Untersuchungszeitraumes bei 19 Probanden (90,5 %) zu einer Mesialisation und bei 2 Probanden (9,5 %) zu keiner Veränderung. Die maximale Mesialwanderung betrug 6,0 mm.

IL/ML (Abb. 19)

T1-T2:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 1,97 Grad kam es während des Behandlungszeitraumes bei allen Probanden (100%) zu einer Proklination. Die maximale Proklination betrug 19,5 Grad.

T1-T4:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 2,55 Grad kam es während des gesamten Untersuchungszeitraumes bei 19 Probanden (90,5%) zu einer Proklination und bei 2 Probanden (9,5%) zu einer Retroklination. Die maximale Proklination betrug 22,0 Grad und die maximale Retrusion 4,5 Grad.

ANB (Abb. 20)

T1-T2:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,74 Grad kam es während des Behandlungszeitraumes bei 31 Probanden (91 %) zu einer Verkleinerung und bei 3 Probanden (9 %) zu einer Vergrößerung. Die maximale Verkleinerung betrug 6,0 Grad und die maximale Vergrößerung 0,25 Grad.

T1-T4:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,78 Grad kam es während des gesamten Untersuchungszeitraumes bei 17 Probanden (81 %) zu einer Verkleinerung und bei 3 Probanden (14,5 %) zu einer Vergrößerung. Bei 1 Probanden (4,5 %) fand keine Veränderung statt. Die maximale Verkleinerung betrug 3,3 Grad und die maximale Vergrößerung 1,25 Grad.

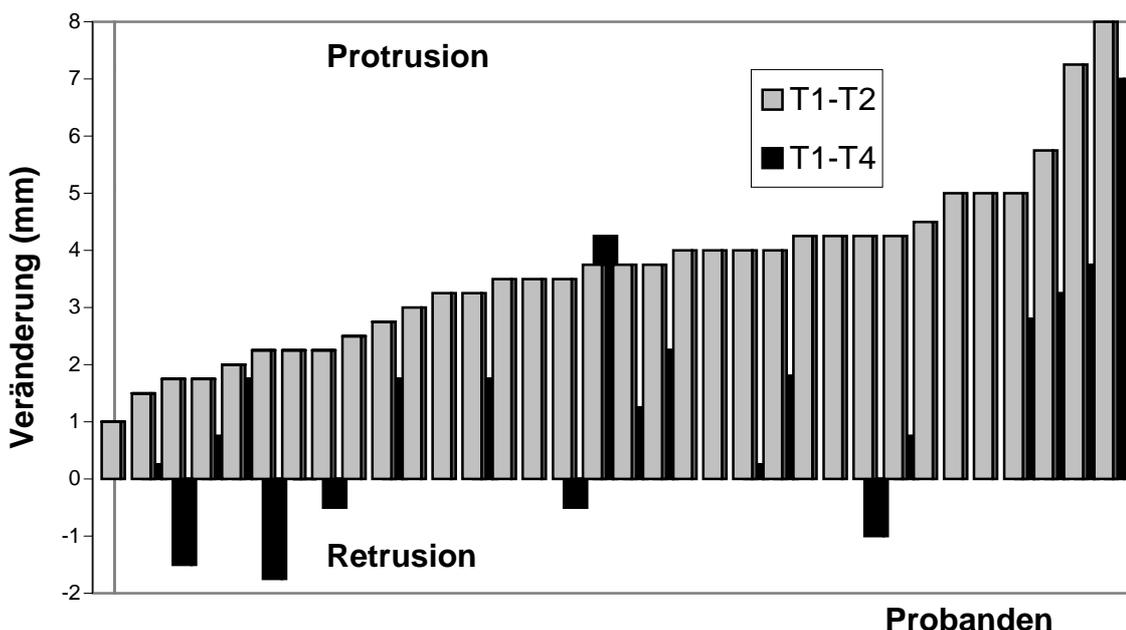


Abb. 17: Individuelle Veränderungen der Position (mm) der unteren Schneidezähne (i-OLP) für die Gruppe C (Schienen-Verankerung der Klasse II:1 Probanden). T1-T2: Behandlungszeitraum von durchschnittlich sieben Monaten; T1-T4: Gesamter Untersuchungszeitraum von vor der Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung. (T1-T2: n=34; T1-T4: n=21). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten T1-T2.

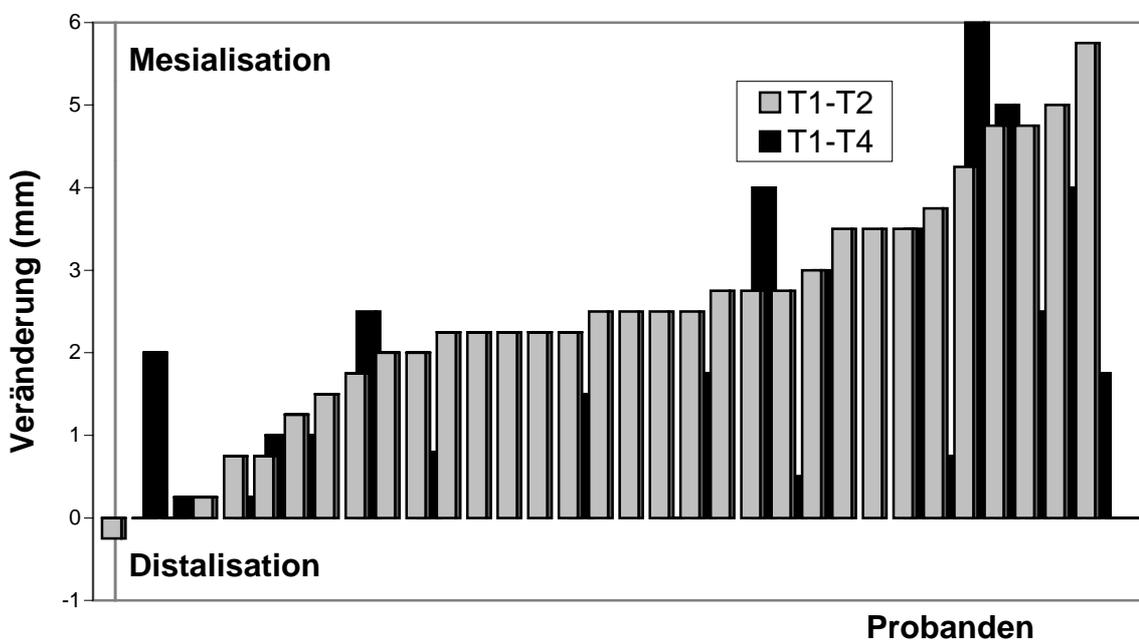


Abb. 18: Individuelle Veränderungen der Position (mm) der unteren ersten bleibenden Molaren (m-OLP) für die Gruppe C (Schienen-Verankerung der Klasse II:1 Probanden). T1-T2: Behandlungszeitraum von durchschnittlich sieben Monaten; T1-T4: Gesamter Untersuchungszeitraum von vor der Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung. (T1-T2: n=34; T1-T4: n=21). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten T1-T2.

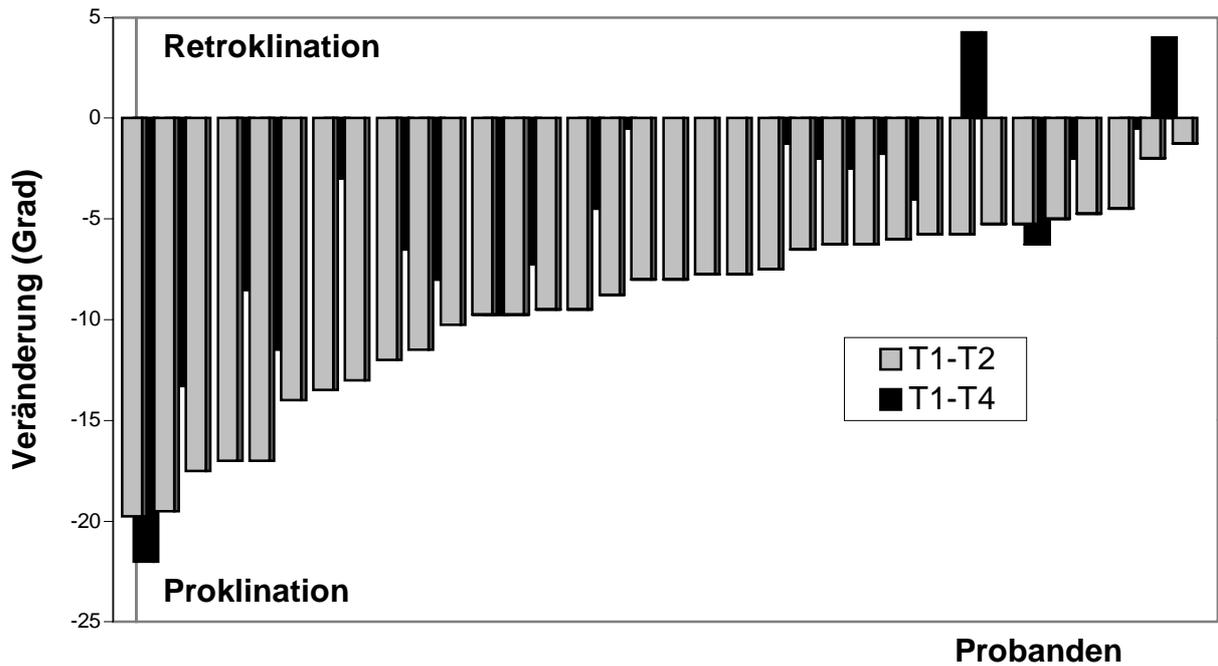


Abb. 19: Individuelle Veränderung der Neigung (Grad) der unteren Schneidezähne (IL/ML) für die Gruppe C (Schienen-Verankerung der Klasse II:1 Probanden). T1-T2: Behandlungszeitraum von durchschnittlich sieben Monaten; T1-T4: Gesamter Untersuchungszeitraum von vor der Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung. (T1-T2: n=34; T1-T4: n=21). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten T1-T2.

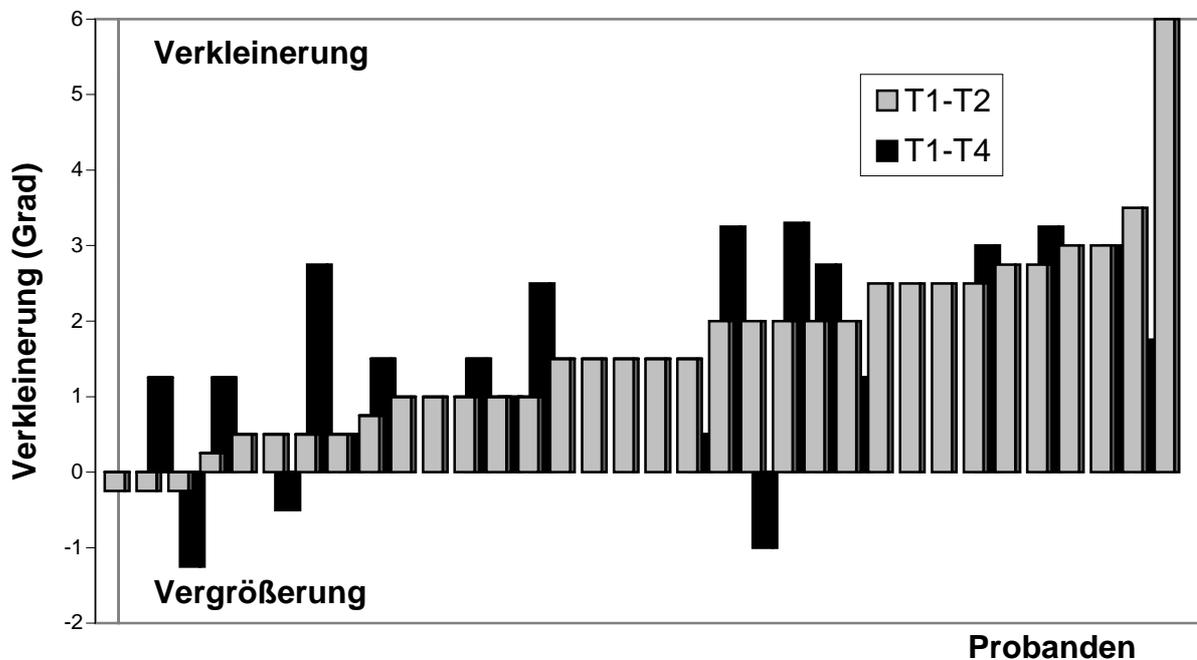


Abb. 20: Individuelle Veränderung des ANB-Winkels (Grad) für die Gruppe C (Schienen-Verankerung der Klasse II:1 Probanden). T1-T2: Behandlungszeitraum von durchschnittlich sieben Monaten; T1-T4: Gesamter Untersuchungszeitraum von vor der Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung. (T1-T2: n=34; T1-T4: n=21). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten T1-T2.

ML/NSL (Abb. 21)

T1-T2:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,8 Grad kam es während des Behandlungszeitraumes bei 12 Probanden (35 %) zu einer Verkleinerung und bei 19 Probanden (56 %) zu einer Vergrößerung. Bei 3 Probanden (9 %) lag keine Veränderung vor. Die maximale Verkleinerung lag bei 2,0 Grad und die maximale Vergrößerung bei 4,0 Grad.

T1-T4:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,95 Grad kam es während des gesamten Untersuchungszeitraumes bei 17 Probanden (81 %) zu einer Verkleinerung und bei 2 Probanden (9,5 %) zu einer Vergrößerung. Bei 2 Probanden (9,5 %) lag keine Veränderung vor. Die maximale Verkleinerung lag bei 4,75 Grad und die maximale Vergrößerung bei 0,75 Grad.

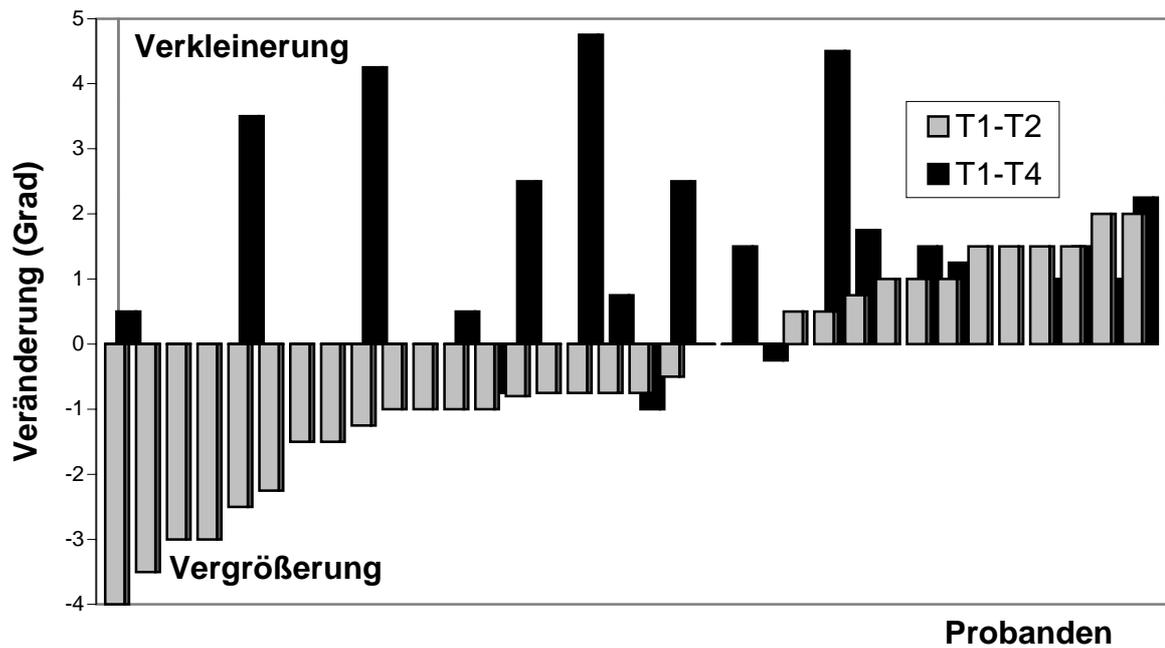


Abb. 21: Individuelle Veränderung des **ML/NSL-Winkels** (Grad) für die Gruppe C (Schielen-Verankerung der Klasse II:1 Probanden). T1-T2: Behandlungszeitraum von durchschnittlich sieben Monaten; T1-T4: Gesamter Untersuchungszeitraum von vor der Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung. (T1-T2: n=34; T1-T4: n=21). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten T1-T2.

5.4 Gruppe D: Schienen-Verankerung Klasse II:2

5.4.1 Durchschnittliche Veränderungen (Tab. 9b)

T1-T2

Während der aktiven Behandlungsphase mit der Herbst-Apparatur kam es zu wesentlichen dentalen Veränderungen. Die Schneidezähne wurden 3,5 mm ($p < 0,001$) protrudiert sowie 9,7 Grad ($p < 0,001$) prokliniert, und die Molaren wurden 1,9 mm ($p < 0,001$) mesialisiert.

Der ANB-Winkel verkleinerte sich um 1,6 Grad ($p < 0,001$), während der ML/NSL-Winkel unverändert blieb.

T2-T3

Während der durchschnittlichen Zeitdauer von nach der Behandlung bis zwei Jahre nach der Behandlung konnten rückläufige Bewegungen der Schneidezähne festgestellt werden; sie retrudierten 1,8 mm ($p < 0,001$) und retroklinierten 3,8 Grad ($p < 0,001$). Die Molaren wanderten 1,2 mm ($p < 0,001$) nach distal.

Der ANB-Winkel blieb im Wesentlichen unverändert, während sich der ML/NSL-Winkel verkleinerte (0,8 Grad; $p < 0,05$).

T3-T4

In dem Zeitraum von durchschnittlich zwei Jahren nach der Behandlung bis vier Jahre nach der Herbst-Behandlung waren weitere rückläufige Veränderungen feststellbar. Die Schneidezähne retrudierten weiter (1,4 mm; $p < 0,01$) und retroklinierten unwesentlich (1,8 Grad; ns). Die Molaren wanderten unbedeutend nach distal (0,8 mm; ns).

Der ANB-Winkel blieb im Ganzen unverändert, ebenso der ML/NSL-Winkel (1,7 Grad; $p < 0,01$).

T2-T4

Im Zeitraum nach der Herbst-Behandlung bis durchschnittlich vier Jahren nach der Behandlung konnten deutliche rückläufige Bewegungen der Zähne vermerkt werden. Die Schneidezähne retrudierten 3,2 mm ($p < 0,001$) und retroklinierten 5,6 Grad ($p < 0,001$). Die Molaren wanderten weiter nach distal 2,0 mm ($p < 0,01$).

Der ANB-Winkel blieb weitgehend unverändert, während sich der ML/NSL-Winkel verkleinerte (2,5 Grad; $p < 0,01$).

Tabelle 9a:

Kephalometrische Variablen, MW und SD der Gruppe D (Schienen-Verankerung der Klasse II:2 Probanden) zu verschiedenen Zeitpunkten.

T1: vor Herbst, T2: nach Herbst, T3: nach MB, T4: 4 Jahre nach Herbst.

Variable	T1 (n=18)		T2 (n=18)		T3 (n=18)		T4 (n=14)	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
i-OLP (mm)	0,3	3,6	-3,2	3,2	-1,4	2,6	0,0	2,0
m-OLP (mm)	25,4	2,9	23,5	3,0	24,7	2,7	25,5	2,5
IL/ML (Grad)	98,7	9,4	108,4	7,3	104,6	5,7	102,8	6,0
ANB (Grad)	4,4	2,7	2,8	2,5	2,7	2,8	1,9	2,3
ML/NSL (Grad)	30,0	4,8	30,5	4,9	29,7	5,4	28,0	5,8

Tabelle 9b:

Veränderungen, MW (D), der kephalometrischen Variablen der Gruppe D (Schienen-Verankerung der Klasse II:2 Probanden).

T1: vor Herbst, T2: nach Herbst, T3: nach MB, T4: 4 Jahre nach Herbst.

Variable	T1-T2 (n=18)		T2-T3 (n=18)		T3-T4 (n=14)		T2-T4 (n=14)		T1-T4 (n=14)	
	MW (D)	t								
i-OLP (mm)	3,5	14,43	-1,8	-7,3	-1,4	-3,23	-3,2	-5,90	0,3	2,52
m-OLP (mm)	1,9	5,58	-1,2	-3,98	-0,8	-1,04	-2,0	-3,16	-0,1	2,12
IL/ML (Grad)	-9,7	-9,87	3,8	4,75	1,8	1,82	5,6	5,09	-4,1	-4,03
ANB (Grad)	1,6	7,46	0,1	0,58	0,8	1,00	0,9	1,85	2,5	6,38
ML/NSL (Grad)	-0,5	-2,15	0,8	3,20	1,7	3,04	2,5	3,85	2,0	2,90

kein Vorzeichen bedeutet:

i - OLP - Protrusion
m - OLP - Mesialisation
IL/ML - Retroklination
ANB - Verkleinerung
ML/NSL - Verkleinerung

negatives Vorzeichen (-) bedeutet:

i - OLP - Retrusion
m - OLP - Distalisation
IL/ML - Proklination
ANB - Vergrößerung
ML/NSL - Vergrößerung

t-Test für abhängige Stichproben.

Signifikanzniveau:

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

T1-T4

Während des gesamten Untersuchungszeitraumes von vor der Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung konnten deutliche Veränderungen der Schneidezähne (Stellung und Neigung) festgestellt werden; sie protrudierten um 0,3 mm ($p < 0,05$) und proklinierten um 4,1 Grad ($p < 0,001$). Eine Distalisation der Molaren von 0,1 mm (ns) lag vor.

Eine Verkleinerung des ANB-Winkels von 2,5 Grad ($p < 0,01$) und des ML/ NSL-Winkels von 2,0 Grad ($p < 0,01$) fand statt.

5.4.2 Individuelle Veränderungen

i-OLP (Abb. 22)

T1-T2:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,53 mm kam es während des Behandlungszeitraumes bei allen Probanden (100 %) zu einer Protrusion der unteren Schneidezähne. Die maximale Protrusion betrug 5,5 mm.

T1-T4:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,58 mm kam es während des gesamten Untersuchungszeitraumes bei 10 Probanden (71,5%) zu einer Protrusion und bei 4 Probanden (24%) zu einer Retrusion der unteren Schneidezähne. Die maximale Protrusion lag bei 3,3 mm und die maximale Retrusion bei 3,0 mm.

m-OLP (Abb. 23)

T1-T2:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,73 mm kam es während des Behandlungszeitraumes bei 17 Probanden (95,5 %) zu einer Mesialisation und bei 1 Probanden (4,5 %) zu einer Distalisation. Die maximale Mesialwanderung betrug 4,0 mm und die maximale Distalwanderung 1,5 mm.

T1-T4:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,74 mm kam es während des gesamten Untersuchungszeitraumes bei 11 Probanden (78,5 %) zu einer Mesialisation und bei 3 Probanden (21,5 %) zu einer Distalisation. Die maximale Mesialwanderung betrug 3,5 mm und die maximale Distalwanderung 0,5 mm.

IL/ML (Abb. 24)

T1-T2:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 2,81 Grad kam es während des Behandlungszeitraumes bei allen Probanden (100 %) zu einer Proklination. Die maximale Proklination betrug 19,0 Grad.

T1-T4:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 2,01 Grad kam es während des gesamten Untersuchungszeitraumes bei 11 Probanden (78,5 %) zu einer Proklination und bei 2 Probanden (14,5 %) zu einer Retroklination. Bei 1 Probanden (7 %) lag keine Veränderung vor. Die maximale Proklination betrug 14,5 Grad und die maximale Retrusion 0,75 Grad.

ANB (Abb. 25)

T1-T2:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,98 Grad kam es während des Behandlungszeitraumes bei allen Probanden (100 %) zu einer Verkleinerung. Die maximale Verkleinerung betrug 3,8 Grad.

T1-T4:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,65 Grad kam es während des gesamten Untersuchungszeitraumes bei 13 Probanden (93 %) zu einer Verkleinerung und bei 1 Probanden (7 %) zu einer Vergrößerung. Die maximale Verkleinerung betrug 4,5 Grad und die maximale Vergrößerung 1,0 Grad.

ML/NSL (Abb. 26)

T1-T2:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,92 Grad kam es während des Behandlungszeitraumes bei 4 Probanden (22 %) zu einer Verkleinerung und bei 11 Probanden (61 %) zu einer Vergrößerung. Bei 3 Probanden (17 %) lag keine Veränderung vor. Die maximale Verkleinerung lag bei 1,5 Grad und die maximale Vergrößerung bei 2,0 Grad.

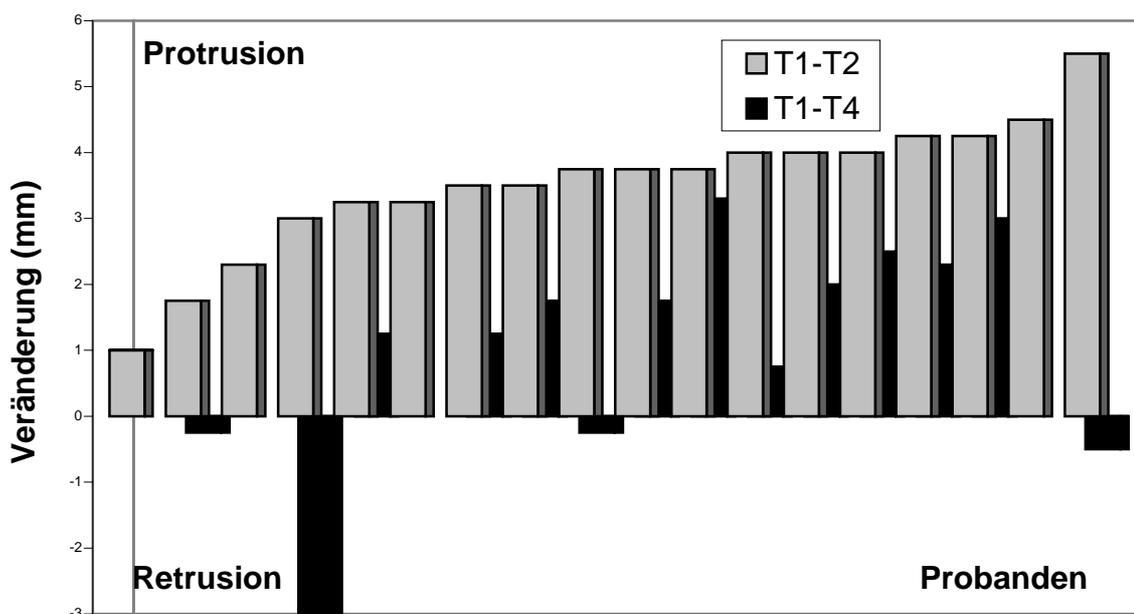


Abb. 22: Individuelle Veränderungen der Position (mm) der unteren Schneidezähne (**i-OLP**) für die Gruppe D (Schienen-Verankerung der Klasse II:2 Probanden). T1-T2: Behandlungszeitraum von durchschnittlich sieben Monaten; T1-T4: Gesamter Untersuchungszeitraum von vor der Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung (T1-T2: n=18; T1-T4: n=14). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten T1-T2.

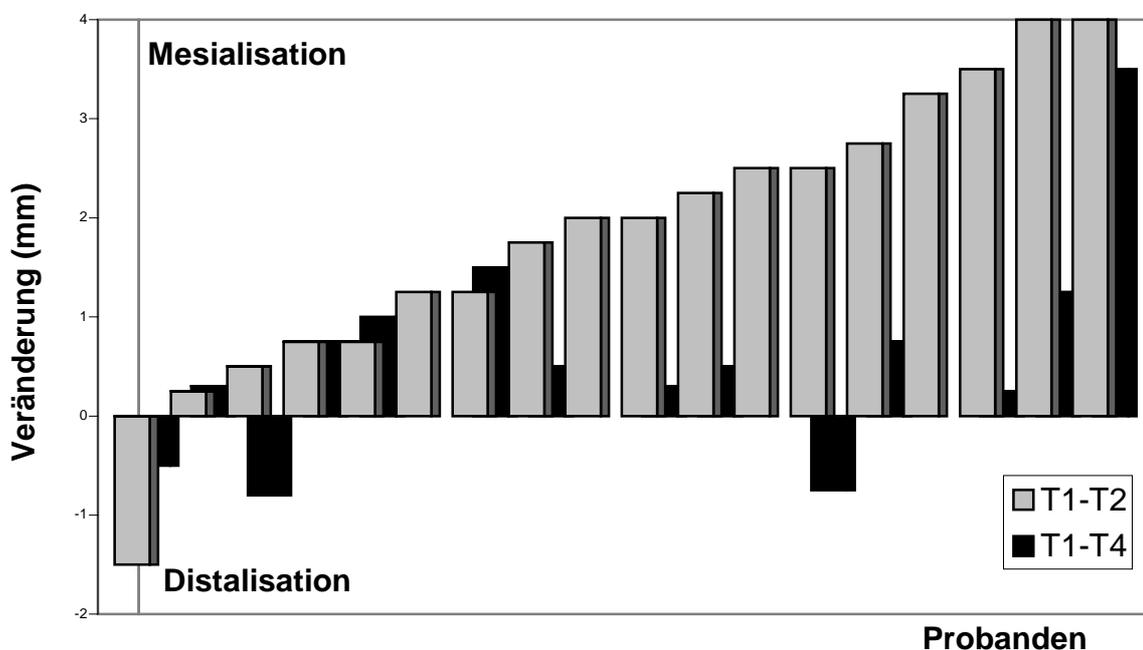


Abb. 23: Individuelle Veränderungen der Position (mm) der unteren ersten bleibenden Molaren (**m-OLP**) für die Gruppe D (Schienen-Verankerung der Klasse II:2 Probanden). T1-T2: Behandlungszeitraum von durchschnittlich sieben Monaten; T1-T4: Gesamter Untersuchungszeitraum von vor der Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung (T1-T2: n=18; T1-T4: n=14). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten T1-T2.

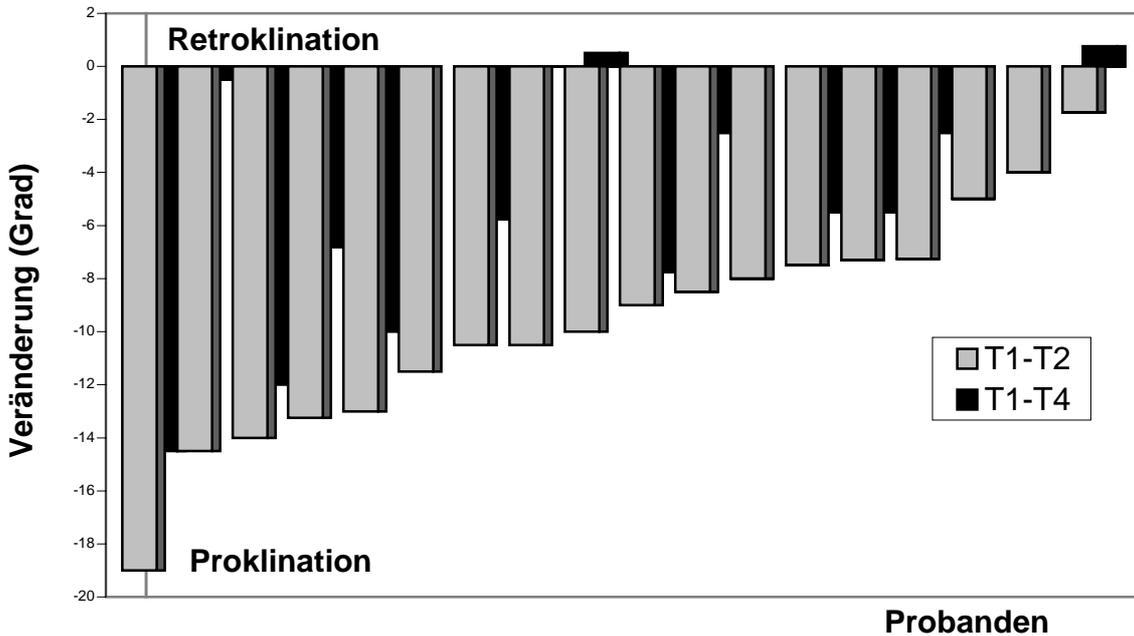


Abb.24: Individuelle Veränderung der Neigung (Grad) der unteren Schneidezähne (IL/ML) für die Gruppe D (Schienen-Verankerung der Klasse II:2 Probanden). T1-T2: Behandlungszeitraum von durchschnittlich sieben Monaten; T1-T4: Gesamter Untersuchungszeitraum von vor der Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung (T1-T2: n=18; T1-T4: n=14). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten T1-T2.

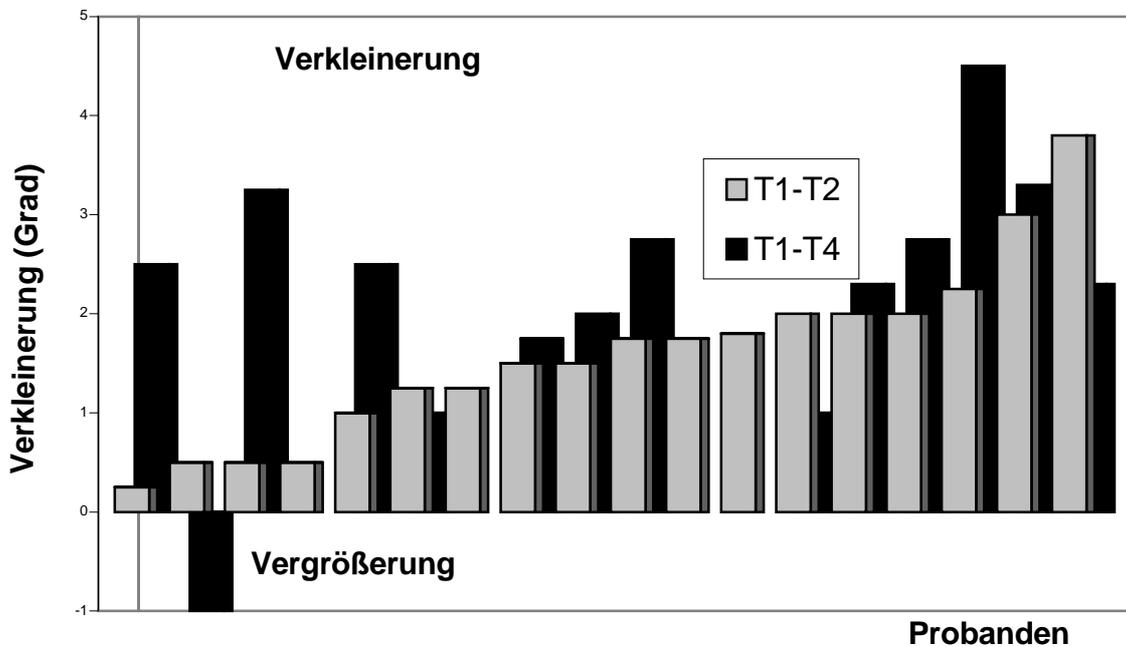


Abb. 25: Individuelle Veränderung des **ANB-Winkels** (Grad) für die Gruppe D (Schienen-Verankerung der Klasse II:2 Probanden). T1-T2: Behandlungszeitraum von durchschnittlich sieben Monaten; T1-T4: Gesamter Untersuchungszeitraum von vor der Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung (T1-T2: n=18; T1-T4: n=14). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten T1-T2.

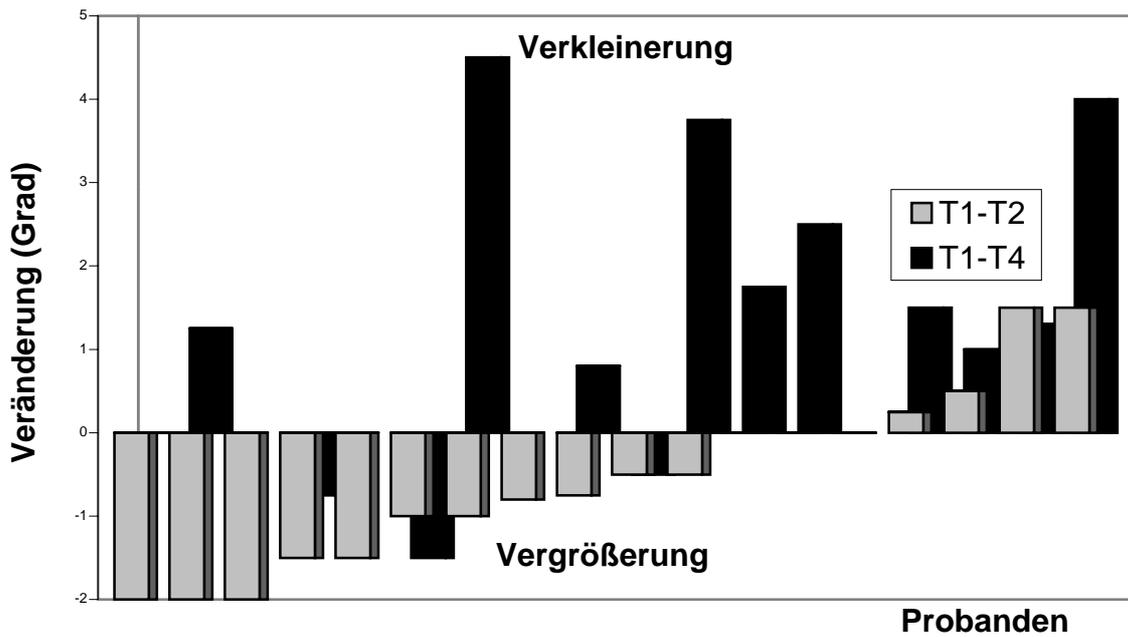


Abb. 26: Individuelle Veränderung des **ML/NSL-Winkels** (Grad) für die Gruppe D (Schienen-Verankerung der Klasse II:2 Probanden). T1-T2: Behandlungszeitraum von durchschnittlich sieben Monaten; T1-T4: Gesamter Untersuchungszeitraum von vor der Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung (T1-T2: n=18; T1-T4: n=14). Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Messwerten T1-T2.

T1-T4:

Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers von 0,57 Grad kam es während des gesamten Untersuchungszeitraumes bei 10 Probanden (71,5 %) zu einer Verkleinerung und bei 3 Probanden (21,5 %) zu einer Vergrößerung. Bei 1 Probanden (7 %) lag keine Veränderung vor. Die maximale Verkleinerung lag bei 4,5 Grad und die maximale Vergrößerung bei 1,5 Grad.

5.5 Gruppenvergleich

5.5.1 Vergleich zu den einzelnen Zeitpunkten

Vergleich der Gruppen A und B (Tab. 10)

Ein Gruppenunterschied war nur zum Zeitpunkt vor der Herbst-Behandlung (T1) zu finden. Der ANB-Winkel war in der Gruppe B grösser (1,2 Grad; $p < 0,05$) als in der Gruppe A. Für alle anderen Variablen waren die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen zu allen Zeitpunkten (T1, T2, T3 und T4) nicht signifikant.

Vergleich der Gruppen A und C (Tab. 11)

Vor der Herbst-Behandlung (T1) war kein Gruppenunterschied für die einzelnen Variablen zu finden.

Zum Zeitpunkt nach der Herbst-Behandlung (T2) standen die Molaren in der Gruppe C weiter mesial als in der Gruppe A (2,0 mm; $p < 0,05$). Die Incisivi standen in der Gruppe C stärker protrudiert (2,3 mm; $p < 0,05$) und prokliniert (3,3 Grad; $p < 0,05$) als in Gruppe A.

Zum Zeitpunkt zwei Jahre nach der Herbst-Behandlung (T3) war wiederum kein Gruppenunterschied für die einzelnen Variablen feststellbar.

Zum Zeitpunkt vier Jahre nach der Herbst Behandlung (T4) standen die unteren Incisivi mehr prokliniert (4,7 Grad; $p < 0,05$) in der Gruppe C als in der Gruppe A. Für alle anderen Variablen war kein Gruppenunterschied zu finden.

Tab. 10:

Vergleich der kephalometrischen Variablen der Gruppen A (Prämolaren-Verankerung der Klasse II:1 Probanden) und B (Prämolaren-Molaren-Verankerung der Klasse II:1 Probanden) zu den unterschiedlichen Zeitpunkten.

T1: vor Herbst, T2: nach Herbst, T3: 2 Jahre, T4: 4 Jahre nach Herbst

T1:

Variable	A (n=16)		B (n=19)		A-B		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-1,2	2,8	-2,5	4,1	1,3	1,07	ns
m-OLP (mm)	26,6	3,2	25,7	4,2	0,9	0,69	ns
IL/ML(Grad)	101,3	5,8	102,7	5,4	-1,4	-0,74	ns
ANB (Grad)	5,3	1,5	6,5	1,7	-1,2	-2,28	*
ML/NSL (Grad)	31,9	4,8	30,5	6,6	1,4	0,71	ns

T2:

Variable	A (n=16)		B (n=19)		A-B		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-3,2	2,9	-4,7	3,9	1,5	1,27	ns
m-OLP (mm)	25,5	3,0	24,2	3,9	1,3	1,06	ns
IL/ML(Grad)	106,8	6,4	109,6	5,8	-2,8	-1,37	ns
ANB (Grad)	4,0	1,6	4,8	1,8	-0,8	-1,36	ns
ML/NSL (Grad)	31,8	5,0	30,7	6,7	1,1	0,52	ns

T3:

Variable	A (n=16)		B (n=19)		A-B		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-2,4	3,7	-3,4	4,7	1,1	0,73	ns
m-OLP (mm)	24,6	3,3	24,9	4,3	-0,3	-0,20	ns
IL/ML(Grad)	103,7	6,7	105,0	5,5	-1,2	-0,60	ns
ANB (Grad)	4,2	1,6	4,8	1,8	-0,5	-0,89	ns
ML/NSL (Grad)	30,7	5,6	28,8	6,6	1,9	0,89	ns

T4:

Variable	A (n=16)		B (n=15)		A-B		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-2,0	3,5	-3,4	4,8	1,4	0,94	ns
m-OLP (mm)	23,9	4,0	24,0	4,6	-0,1	-0,04	ns
IL/ML(Grad)	100,5	6,4	103,9	5,6	-3,4	-1,55	ns
ANB (Grad)	4,4	1,8	4,9	1,9	-0,6	-0,88	ns
ML/NSL (Grad)	29,4	5,1	28,5	6,9	0,9	0,41	ns

t-Test für unabhängige Stichproben.

Signifikanzniveau: ns = nicht signifikant; *p<0,05

Tab. 11:

Vergleich der kephalometrischen Variablen der Gruppen A (Prämolaren-Verankerung der Klasse II:1 Probanden) und C (Schienen-Verankerung der Klasse II:1 Probanden) zu den unterschiedlichen Zeitpunkten.

T1: vor Herbst, T2: nach Herbst; T3: nach MB bzw. 2 Jahre nach Herbst, T4: 4 Jahre nach Herbst

T1:

Variable	A (n=16)		C (n=34)		A-C		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-1,2	2,8	-1,8	3,1	0,6	0,67	ns
m-OLP (mm)	26,6	3,2	25,9	3,2	0,7	0,75	ns
IL/ML (Grad)	101,3	5,8	100,8	5,9	0,5	0,28	ns
ANB (Grad)	5,3	1,5	5,7	1,6	-0,4	-0,88	ns
ML/NSL (Grad)	31,9	4,8	29,9	6,5	1,9	1,05	ns

T2:

Variable	A (n=16)		C (n=34)		A-C		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-3,2	2,9	-5,5	2,9	2,3	2,55	*
m-OLP (mm)	25,5	3,0	23,5	3,3	2,0	2,03	*
IL/ML (Grad)	106,8	6,4	110,1	5,0	-3,3	-2,00	*
ANB (Grad)	4,0	1,6	4,1	2,2	0,0	-0,05	ns
ML/NSL (Grad)	31,8	5,0	30,4	6,4	1,4	0,75	ns

T3:

Variable	A (n=16)		C (n=34)		A-C		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-2,4	3,7	-3,3	3,3	0,9	0,90	ns
m-OLP (mm)	24,6	3,3	24,3	2,9	0,3	0,29	ns
IL/ML (Grad)	103,7	6,7	105,8	9,9	-2,0	-0,74	ns
ANB (Grad)	4,2	1,6	4,1	1,7	0,1	0,24	ns
ML/NSL (Grad)	30,7	5,6	29,5	6,1	1,2	0,66	ns

T4:

Variable	A (n=16)		C (n=21)		A-C		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-2,0	3,5	-3,4	2,9	1,4	1,3	ns
m-OLP (mm)	23,9	4,0	24,1	3,1	-0,2	-0,2	ns
IL/ML (Grad)	100,5	6,4	105,2	4,9	-4,7	-2,5	*
ANB (Grad)	4,4	1,8	4,3	1,8	0,1	0,2	ns
ML/NSL (Grad)	29,4	5,1	29,4	5,1	0,0	0,0	ns

t-Test für unabhängige Stichproben.

Signifikanzniveau: ns = nicht signifikant; *p<0,05.

Vergleich der Gruppen B und C (Tab. 12)

Es lag zu keinem Zeitpunkt ein Gruppenunterschied vor.

Vergleich Gruppen C und D (Tab. 13)

Vor der Herbst-Behandlung (T1) standen die unteren Incisivi in der Gruppe C mehr protrudiert als in der Gruppe D (2,1 mm; $p < 0,05$).

Zum Zeitpunkt nach der Herbst-Behandlung (T2) standen die Molaren in der Gruppe C weiter mesial als in der Gruppe D (2,0 mm; $p < 0,05$). Die Incisivi standen in der Gruppe C mehr protrudiert (2,3 mm; $p < 0,05$) als in Gruppe D.

Zum Zeitpunkt zwei Jahre nach der Herbst-Behandlung (T3) standen die Incisivi in der Gruppe C mehr protrudiert (1,9 Grad; $p < 0,05$). Der ANB-Winkel war ebenfalls in der Gruppe C größer (1,5 Grad; $p < 0,05$) als in Gruppe D.

Zum Zeitpunkt vier Jahre nach der Herbst-Behandlung (T4) standen die unteren Incisivi mehr prokliniert in der Gruppe C als in der Gruppe D (3,4 Grad; $p < 0,001$). Der ANB-Winkel war in der Gruppe C größer (2,4 Grad; $p < 0,01$) als in der Gruppe D.

Tab. 12:

Vergleich der kephalometrischen Variablen der Gruppen B (Prämolaren-Molaren-Verankerung der Klasse II:1 Probanden) und C (Schienen-Verankerung der Klasse II:1 Probanden) zu den unterschiedlichen Zeitpunkten.

T1: vor Herbst, T2: nach Herbst, T3: nach MB bzw. 2 Jahre nach Herbst, T4: 4 Jahre nach Herbst

T1:

Variable	B (n=19)		C (n=34)		B-C		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-2,5	4,1	-1,8	3,1	-0,7	-0,68	ns
m-OLP (mm)	25,7	4,2	25,9	3,2	-0,2	-0,16	ns
IL/ML (Grad)	102,7	5,4	100,8	5,9	1,9	1,15	ns
ANB (Grad)	6,5	1,7	5,7	1,6	0,8	1,76	ns
ML/NSL (Grad)	30,5	6,6	29,9	6,5	0,5	0,28	ns

T2:

Variable	B (n=19)		C (n=34)		B-C		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-4,7	3,9	-5,5	2,9	0,8	0,79	ns
m-OLP (mm)	24,2	3,9	23,5	3,3	0,7	0,71	ns
IL/ML (Grad)	109,6	5,8	110,1	5,0	-0,5	-0,34	ns
ANB (Grad)	4,8	1,8	4,1	2,2	0,8	1,30	ns
ML/NSL (Grad)	30,7	6,7	30,4	6,4	0,3	0,16	ns

T3:

Variable	B (n=19)		C (n=34)		B-C		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-3,4	4,7	-3,3	3,3	-0,1	-0,10	ns
m-OLP (mm)	24,9	4,3	24,3	2,9	0,5	0,55	ns
IL/ML (Grad)	105,0	5,5	105,8	9,9	-0,8	-0,32	ns
ANB (Grad)	4,8	1,8	4,1	1,7	0,6	1,28	ns
ML/NSL (Grad)	28,8	6,6	29,5	6,1	-0,7	-0,37	ns

T4:

Variable	B (n=15)		C (n=21)		B-C		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-3,4	4,8	-3,4	2,9	0,0	-0,03	ns
m-OLP (mm)	24,0	4,6	24,1	3,1	-0,1	-0,11	ns
IL/ML (Grad)	103,9	5,6	105,2	4,9	-1,3	-0,76	ns
ANB (Grad)	4,9	1,9	4,3	1,8	0,7	1,09	ns
ML/NSL (Grad)	28,5	6,9	29,4	5,1	-0,9	-0,46	ns

t-Test für unabhängige Stichproben.
Signifikanzniveau: ns = nicht signifikant.

Tab. 13:

Vergleich der kephalometrischen Variablen der Gruppen C (Schienen-Verankerung der Klasse II:1 Probanden) und D (Schienen-Verankerung der Klasse II:2 Probanden) zu den unterschiedlichen Zeitpunkten.

T1: vor Herbst, T2: nach Herbst; T3: nach MB, T4: 4 Jahre nach Herbst

T1:

Variable	C (n=34)		D (n=18)		C-D		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-1,8	3,1	0,3	3,6	-2,1	-2,21	*
m-OLP (mm)	25,9	3,2	25,4	2,9	0,4	0,49	ns
IL/ML (Grad)	100,8	5,9	98,7	9,4	2,1	0,99	ns
ANB (Grad)	5,7	1,6	4,4	2,7	1,3	2,19	ns
ML/NSL (Grad)	29,9	6,5	30,0	4,8	0,0	-0,02	ns

T2:

Variable	C (n=34)		D (n=18)		C-D		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-5,5	2,9	-3,2	3,2	-2,3	-2,57	*
m-OLP (mm)	23,5	3,3	25,5	3,0	-2,0	-2,19	*
IL/ML (Grad)	110,1	5,0	108,4	7,3	1,7	1,01	ns
ANB (Grad)	4,1	2,2	2,8	2,5	1,2	1,88	ns
ML/NSL (Grad)	30,4	6,4	30,5	4,9	-0,1	-0,06	ns

T3:

Variable	C (n=34)		D (n=18)		C-D		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-3,3	3,3	-1,4	2,6	-1,9	-2,13	*
m-OLP (mm)	24,3	2,9	24,7	2,7	-0,4	-0,48	ns
IL/ML (Grad)	105,8	9,9	104,6	5,7	1,2	0,48	ns
ANB (Grad)	4,1	1,7	2,7	2,8	1,5	2,34	*
ML/NSL (Grad)	29,5	6,1	29,7	5,4	-0,2	-0,10	ns

T4:

Variable	C (n=21)		D (n=14)		C-D		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-3,4	2,9	0,0	2,0	-3,4	-3,82	***
m-OLP (mm)	24,1	3,1	25,5	2,5	-1,3	-1,36	ns
IL/ML (Grad)	105,2	4,9	102,8	6,0	2,4	1,32	ns
ANB (Grad)	4,3	1,8	1,9	2,3	2,4	3,44	**
ML/NSL (Grad)	29,4	5,1	28,0	5,8	1,5	0,79	ns

t-Test für unabhängige Stichproben.

Signifikanzniveau: ns = nicht signifikant; *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

5.5.2 Vergleich zu den verschiedenen Zeiträumen

Vergleich der Gruppen A und B (Tab. 14)

Ein Gruppenunterschied war nur für den Zeitraum von nach der Herbst-Behandlung bis zwei Jahre nach der Herbst-Behandlung (T2–T3) festzustellen. Die Molaren wanderten in der Gruppe A mehr nach mesial (1,6 mm; $p < 0,05$) als in der Gruppe B.

Vergleich der Gruppen A und C (Tab. 15)

Innerhalb des aktiven Behandlungszeitraumes (T1-T2) wanderten die Molaren in der Gruppe C weiter nach mesial als in der Gruppe A (1,3 mm; $p < 0,01$). Die Incisivi protrudierten (1,6 mm; $p < 0,001$) und proklinierten (3,8 Grad; $p < 0,01$) in der Gruppe C stärker als in Gruppe A.

Innerhalb des Zeitraumes von nach der Herbst-Behandlung bis zwei Jahre nach der Herbst-Behandlung (T2-T3) protrudierten die Incisivi in der Gruppe C stärker (1,3 mm; $p < 0,05$) als in Gruppe A. Die Molaren der Gruppe A wanderten weiter nach mesial (0,9 mm; $p < 0,05$), die der Gruppe C hingegen nach distal (-0,8mm; $p < 0,01$). Der Gruppenunterschied war signifikant (1,7mm; $p < 0,001$).

Innerhalb des Zeitraumes zwei Jahre nach der Behandlung bis vier Jahre nach der Behandlung (T3-T4) lagen keine Gruppenunterschiede vor.

Innerhalb des Zeitraumes von nach der Herbst-Behandlung bis vier Jahre nach der Herbst-Behandlung (T2-T4) wanderten die Molaren in der Gruppe A weiter nach mesial (1,4 mm; $p < 0,01$), die der Gruppe C hingegen unbedeutend nach distal (-0,6mm; ns). Der Gruppenunterschied war signifikant (2,0mm; $p < 0,01$).

Tab. 14:

Vergleich der Veränderungen der kephalometrischen Variablen der Gruppen A (Prämolaren-Verankerungen der Klasse II:1 Probanden) und B (Prämolaren-Molaren-Verankerungen der Klasse II:1 Probanden) zu den unterschiedlichen Zeiträumen.

T1: vor Herbst, T2: nach Herbst, T3: 2 Jahre nach Herbst, T4: 4 Jahre nach Herbst

T1-T2:

Variable	A (n=16)		B (n=19)		A-B		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	2,0	1,0	2,2	0,8	-0,2	-0,56	ns
m-OLP (mm)	1,1	0,8	1,5	1,1	-0,4	-1,13	ns
IL/ML(Grad)	-5,5	3,5	-6,9	2,7	1,4	1,37	ns
ANB (Grad)	1,3	1,0	1,7	1,0	-0,5	-1,41	ns
ML/NSL (Grad)	0,1	0,7	-0,2	1,0	0,3	1,08	ns

T2-T3:

Variable	A (n=16)		B (n=19)		A-B		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-0,8	1,5	-1,3	1,2	0,5	0,98	ns
m-OLP (mm)	0,9	1,4	-0,7	1,3	1,6	3,54	*
IL/ML(Grad)	3,1	3,0	4,6	2,9	-1,5	-1,54	ns
ANB (Grad)	-0,2	0,7	0,0	1,0	-0,3	-0,90	ns
ML/NSL (Grad)	1,1	1,7	1,9	1,1	-0,8	-1,70	ns

T3-T4:

Variable	A (n=16)		B (n=15)		A-B		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-0,4	1,2	0,0	1,0	-0,4	-0,94	ns
m-OLP (mm)	0,7	1,3	0,9	1,2	-0,2	-0,50	ns
IL/ML(Grad)	3,2	3,0	1,1	3,0	2,1	2,01	ns
ANB (Grad)	-0,2	1,0	-0,1	0,8	-0,1	-0,24	ns
ML/NSL (Grad)	1,3	1,7	0,3	1,2	1,0	1,79	ns

T2-T4:

Variable	A (n=16)		B (n=15)		A-B		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-1,2	1,3	-1,3	1,8	0,1	0,16	ns
m-OLP (mm)	1,4	1,9	0,2	1,8	1,2	1,83	ns
IL/ML(Grad)	6,3	3,5	5,7	3,9	0,6	0,43	ns
ANB (Grad)	-0,4	1,1	0,1	1,2	-0,5	-1,17	ns
ML/NSL (Grad)	2,4	2,3	2,2	1,3	0,2	0,30	ns

T1-T4:

Variable	A (n=16)		B (n=15)		A-B		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	0,8	1,7	0,9	1,8	-0,1	-0,13	ns
m-OLP (mm)	2,7	2,2	1,7	1,6	1,0	1,36	ns
IL/ML(Grad)	0,8	3,6	-1,2	4,1	2,0	1,46	ns
ANB (Grad)	0,9	1,4	1,6	1,2	-0,7	-1,45	ns
ML/NSL (Grad)	2,5	2,3	2,0	1,4	0,5	0,73	ns

t-Test für unabhängige Stichproben.

Signifikanzniveau: ns = nicht signifikant. *p<0,05

Innerhalb des gesamten Untersuchungszeitraumes (T1-T4) proklinierten die Incisivi der Gruppe C stärker als die der Gruppe A (5,2 Grad; $p < 0,01$). Der Mandibularbasiswinkel (ML/NSL) verkleinerte sich in der Gruppe A stärker (2,0 Grad; $p < 0,01$) als in der Gruppe C.

Vergleich der Gruppen B und C (Tab. 16)

Innerhalb des aktiven Behandlungszeitraumes (T1-T2) wanderten die Molaren in der Gruppe C weiter nach mesial als in der Gruppe B (0,9 mm; $p < 0,05$). Die Incisivi protrudierten in der Gruppe C stärker (1,4 mm; $p < 0,001$) als in der Gruppe B.

Innerhalb des Zeitraumes von nach der Herbst-Behandlung bis zwei Jahre nach der Herbst-Behandlung (T2-T3) war für die Incisivi und Molaren kein Gruppenunterschied festzustellen. Der Mandibularbasiswinkel vergrößerte sich in der Gruppe B stärker (1,0 Grad; $p < 0,05$) als in der Gruppe C.

Innerhalb des Zeitraumes von zwei Jahre nach der Behandlung bis vier Jahre nach der Herbst-Behandlung (T3-T4) wanderten die Molaren in der Gruppe B weiter nach mesial (0,7 mm; $p < 0,05$) als in Gruppe C.

Innerhalb der Zeiträume von nach der Herbst-Behandlung bis vier Jahre nach der Behandlung (T2-T4) und innerhalb des gesamten Untersuchungszeitraumes (T1-T4) waren für keine Variable signifikante Gruppenunterschiede zu erkennen.

Tab. 15:

Vergleich der Veränderungen der kephalometrischen Variablen der Gruppen A (Prämolaren-Verankerung der Klasse II:1 Probanden) und C (Schielen-Verankerung der Klasse II:1 Probanden) zu den unterschiedlichen Zeiträumen.

T1: vor Herbst, T2: nach Herbst, T3: nach MB bzw. 2 Jahre nach Herbst, T4: 4 Jahre nach Herbst

T1-T2:

Variable	A (n=16)		C (n=34)		A-C		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	2,0	1,0	3,6	1,5	-1,6	-3,84	***
m-OLP (mm)	1,1	0,8	2,4	1,6	-1,3	-2,98	**
IL/ML (Grad)	-5,5	3,5	-9,3	4,8	3,8	2,83	**
ANB (Grad)	1,3	1,0	1,4	1,3	-0,2	-0,42	ns
ML/NSL (Grad)	0,1	0,7	-0,5	1,6	0,6	1,33	ns

T2-T3:

Variable	A (n=16)		C (n=34)		A-C		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-0,8	1,5	-2,2	1,9	1,3	2,46	*
m-OLP (mm)	0,9	1,4	-0,8	1,6	1,7	3,77	***
IL/ML (Grad)	3,1	3,0	4,3	9,5	-1,2	-0,50	ns
ANB (Grad)	-0,2	0,7	0,0	1,4	-0,2	-0,62	ns
ML/NSL (Grad)	1,1	1,7	0,9	1,6	0,2	0,35	ns

T3-T4:

Variable	A (n=16)		C (n=21)		A-C		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-0,4	1,2	-0,1	0,7	-0,3	-0,87	ns
m-OLP (mm)	0,7	1,3	0,2	0,8	0,5	1,33	ns
IL/ML (Grad)	3,2	3,0	0,6	10,6	2,6	0,96	ns
ANB (Grad)	-0,2	1,0	-0,2	0,8	0,0	0,00	ns
ML/NSL (Grad)	1,3	1,7	0,1	2,0	1,2	1,84	ns

T2-T4:

Variable	A (n=16)		C (n=21)		A-C		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-1,2	1,3	-2,1	1,4	0,9	1,96	*
m-OLP (mm)	1,4	1,9	-0,6	1,9	2,0	3,13	**
IL/ML (Grad)	6,3	3,5	4,9	3,3	1,4	1,23	ns
ANB (Grad)	-0,4	1,1	-0,2	1,6	-0,2	-0,42	ns
ML/NSL (Grad)	2,4	2,3	1,0	2,2	1,4	1,89	ns

T1-T4:

Variable	A (n=16)		C (n=21)		A-C		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	0,8	1,7	1,6	2,1	-0,8	-1,21	ns
m-OLP (mm)	2,7	2,2	1,8	1,7	0,9	1,33	ns
IL/ML (Grad)	0,8	3,6	-4,4	6,0	5,2	3,07	**
ANB (Grad)	0,9	1,4	1,4	1,4	-0,5	-1,04	ns
ML/NSL (Grad)	2,5	2,3	0,5	1,6	2,0	3,12	ns

t-Test für unabhängige Stichproben.

Signifikanzniveau: ns = nicht signifikant; *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

Tab. 16:

Vergleich der Veränderungen der kephalometrischen Variablen der Gruppen B (Prämola-
ren-Molaren-Verankerung) und C (Schielen-Verankerung) der Klasse II:1 Probanden zu
den unterschiedlichen Zeiträumen.

T1: vor Herbst, T2: nach Herbst, T3: nach MB bzw. 2 Jahre nach Herbst, T4: 4 Jahre nach
Herbst

T1-T2:

Variable	B (n=19)		C (n=34)		B-C		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	2,2	0,8	3,6	1,5	-1,4	-3,79	***
m-OLP (mm)	1,5	1,1	2,4	1,6	-0,9	-2,14	*
IL/ML (Grad)	-6,9	2,7	-9,3	4,8	2,4	1,99	ns
ANB (Grad)	1,7	1,0	1,4	1,3	0,3	0,92	ns
ML/NSL (Grad)	-0,2	1,0	-0,5	1,6	0,2	0,56	ns

T2-T3:

Variable	B (n=19)		C (n=34)		B-C		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-1,3	1,2	-2,2	1,9	0,9	1,81	ns
m-OLP (mm)	-0,7	1,3	-0,8	1,6	0,1	0,31	ns
IL/ML (Grad)	4,6	2,9	4,3	9,5	0,3	0,13	ns
ANB (Grad)	0,0	1,0	0,0	1,4	0,0	0,11	ns
ML/NSL (Grad)	1,9	1,1	0,9	1,6	1,0	2,37	*

T3-T4:

Variable	B (n=15)		C (n=21)		B-C		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	0,0	1,0	-0,1	0,7	0,1	0,34	ns
m-OLP (mm)	0,9	1,2	0,2	0,8	0,7	2,06	*
IL/ML (Grad)	1,1	3,0	0,6	10,6	0,5	0,18	ns
ANB (Grad)	-0,1	0,8	-0,2	0,8	0,1	0,30	ns
ML/NSL (Grad)	0,3	1,2	0,1	2,0	0,2	0,34	ns

T2-T4:

Variable	B (n=15)		C (n=21)		B-C		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-1,3	1,8	-2,1	1,4	0,8	1,51	ns
m-OLP (mm)	0,2	1,8	-0,6	1,9	0,8	1,27	ns
IL/ML (Grad)	5,7	3,9	4,9	3,3	0,8	0,66	ns
ANB (Grad)	0,1	1,2	-0,2	1,6	0,3	0,61	ns
ML/NSL (Grad)	2,2	1,3	1,0	2,2	1,2	1,88	ns

T1-T4:

Variable	B (n=15)		C (n=21)		B-C		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	0,9	1,8	1,6	2,1	-0,7	-1,04	ns
m-OLP (mm)	1,7	1,6	1,8	1,7	-0,1	-0,18	ns
IL/ML (Grad)	-1,2	4,1	-4,4	6,0	3,2	1,78	ns
ANB (Grad)	1,6	1,2	1,4	1,4	0,2	0,45	ns
ML/NSL (Grad)	2,0	1,4	0,5	1,6	1,5	2,85	ns

t-Test für unabhängige Stichproben.

Signifikanzniveau: ns = nicht signifikant; *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

Vergleich der Gruppen C und D (Tab. 17)

Während des aktiven Behandlungszeitraumes (T1-T2) waren die Veränderungen aller Variablen in den beiden Gruppen vergleichbar.

Innerhalb des Zeitraumes von nach der Herbst-Behandlung bis zwei Jahre nach der Herbst-Behandlung (T2-T3) wanderten die Molaren in der Gruppe D weiter nach distal (1,0 mm; $p < 0,05$) als in der Gruppe C.

Innerhalb des Zeitraumes von zwei Jahre nach der Behandlung bis vier Jahre nach der Herbst-Behandlung (T3-T4) retrudierten die Incisivi der Gruppe D stärker (1,3 mm; $p < 0,001$) als in der Gruppe C. Die Molaren der Gruppe C wanderten nach mesial (0,2 mm; $p < 0,01$), bei der Gruppe D hingegen nach distal (0,8 mm; ns). Der Gruppenunterschied war signifikant (1,0 mm; $p < 0,001$). Der ANB-Winkel verkleinerte sich durchschnittlich in der Gruppe D (0,8 Grad; ns) und vergrößerte sich in der Gruppe C (0,2 Grad; ns). Der Gruppenunterschied war signifikant (1,0 Grad; $p < 0,01$). Der Mandibularbasiswinkel (ML/NSL) verkleinerte sich in der Gruppe D stärker (1,6 Grad; $p < 0,05$) als in der Gruppe C.

Innerhalb des Zeitraumes von nach der Herbst-Behandlung bis vier Jahre nach der Behandlung (T2-T4) protrudierten die Incisivi in der Gruppe D stärker (1,1 mm; $p < 0,05$) als in der Gruppe C; die Molaren der Gruppe D wanderten weiter nach distal (1,4 mm; $p < 0,05$) als in der Gruppe C. Der ANB-Winkel vergrößerte sich durchschnittlich in der Gruppe D (0,9 Grad; ns) und verkleinerte sich in der Gruppe C (0,2 Grad; ns). Der Gesamtunterschied war signifikant (1,1 Grad; $p < 0,05$). Der Mandibularbasiswinkel (ML/NSL) verkleinerte sich in der Gruppe D stärker (1,5 Grad; $p < 0,05$) als in der Gruppe C.

Innerhalb des gesamten Untersuchungszeitraumes (T1-T4) wanderten die Molaren in der Gruppe C nach mesial (1,8 mm; $p < 0,001$), in der Gruppe D hingegen nach distal (0,1 mm; ns). Der Gruppenunterschied war signifikant (1,9 mm; $p < 0,001$). Der ANB-Winkel vergrößerte sich in der Gruppe D stärker (1,1 Grad; $p < 0,05$) als in der Gruppe C. Der Mandibularbasiswinkel (ML/NSL) verkleinerte sich in der Gruppe D stärker (1,5 Grad; $p < 0,05$) als in der Gruppe C.

Tab. 17:

Vergleich der Veränderungen der kephalometrischen Variablen der Gruppen C (Schienen-Verankerung der Klasse II:1 Probanden) und D (Schienen-Verankerung der Klasse II:2 Probanden) zu den unterschiedlichen Zeiträumen.

T1: vor Herbst, T2: nach Herbst, T3: nach MB, T4: 4 Jahre nach Herbst

T1-T2:

Variable	C (n=34)		D (n=18)		C-D		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	3,6	1,5	3,5	1,0	0,1	0,25	ns
m-OLP (mm)	2,4	1,6	1,9	1,4	0,5	1,08	ns
IL/ML (Grad)	-9,3	4,8	-9,7	4,2	0,4	0,31	ns
ANB (Grad)	1,4	1,3	1,6	0,9	-0,2	-0,56	ns
ML/NSL (Grad)	-0,5	1,6	-0,5	1,1	0,1	0,17	ns

T2-T3:

Variable	C (n=34)		D (n=18)		C-D		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-2,2	1,9	-1,8	1,1	-0,3	-0,72	ns
m-OLP (mm)	-0,8	1,6	-1,8	1,3	1,0	2,31	*
IL/ML (Grad)	4,3	9,5	3,8	3,4	0,5	0,21	ns
ANB (Grad)	0,0	1,4	0,1	1,1	-0,1	-0,26	ns
ML/NSL (Grad)	0,9	1,6	0,8	1,1	0,1	0,17	ns

T3-T4:

Variable	C (n=21)		D (n=14)		C-D		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-0,1	0,7	-1,4	1,0	1,3	4,45	***
m-OLP (mm)	0,2	0,8	-0,8	0,7	1,0	3,75	***
IL/ML (Grad)	0,6	10,6	1,8	4,1	-1,2	-0,40	ns
ANB (Grad)	-0,2	0,8	0,8	1,2	-1,0	-2,91	**
ML/NSL (Grad)	0,1	2,0	1,7	1,1	-1,6	-2,69	*

T2-T4:

Variable	C (n=21)		D (n=14)		C-D		
	MW	SD	MW	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	-2,1	1,4	-3,2	1,7	1,1	2,10	*
m-OLP (mm)	-0,6	1,9	-2,0	1,4	1,4	2,33	*
IL/ML (Grad)	4,9	3,3	5,6	3,9	-0,7	-0,57	ns
ANB (Grad)	-0,2	1,6	0,9	1,5	-1,1	-2,05	*
ML/NSL (Grad)	1,0	2,2	2,5	1,7	-1,5	-2,15	*

T1-T4:

Variable	C (n=21)		D (n=14)		C-D		
	MW (D)	SD	MW (D)	SD	MW (D)	t	p
i-OLP (mm)	1,6	2,1	0,3	1,7	1,3	1,94	ns
m-OLP (mm)	1,8	1,7	-0,1	1,1	1,9	3,72	***
IL/ML (Grad)	-4,4	6,0	-4,1	4,8	-0,3	-0,16	ns
ANB (Grad)	1,4	1,4	2,5	1,3	-1,1	-2,37	*
ML/NSL (Grad)	0,5	1,6	2,0	1,8	-1,5	-2,55	*

t-Test für unabhängige Stichproben.

Signifikanzniveau: ns = nicht signifikant; *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

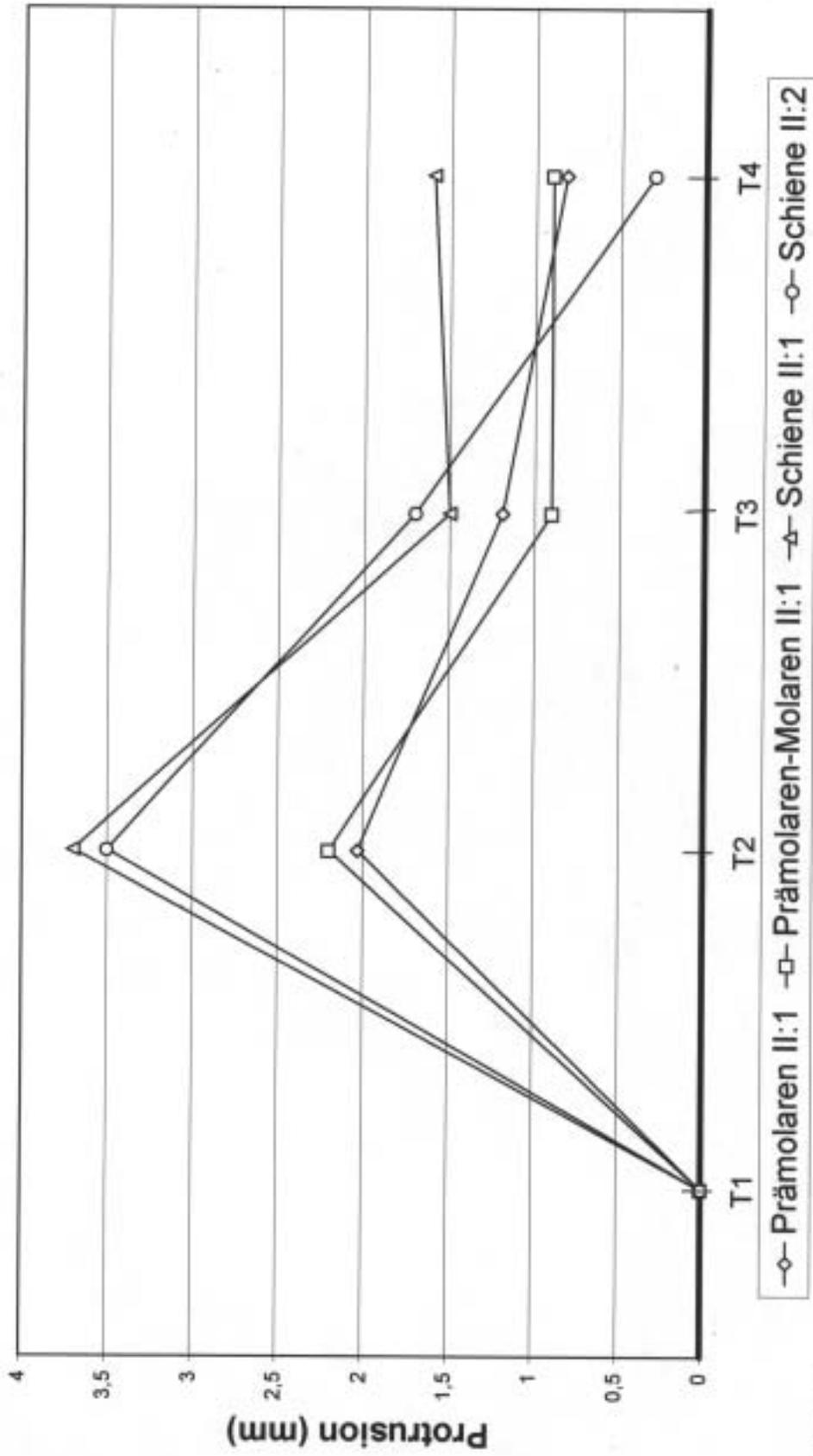


Abb.27:

Durchschnittliche Veränderungen der sagittalen Position (mm) der unteren Schneidezähne (I-OLP) bei den vier Verankerungsformen.
 T1: vor Herbst, T2: nach Herbst, T3: 2 Jahre nach Herbst, T4: 4 Jahre nach Herbst
 T1 ist als Nullpunkt dargestellt.

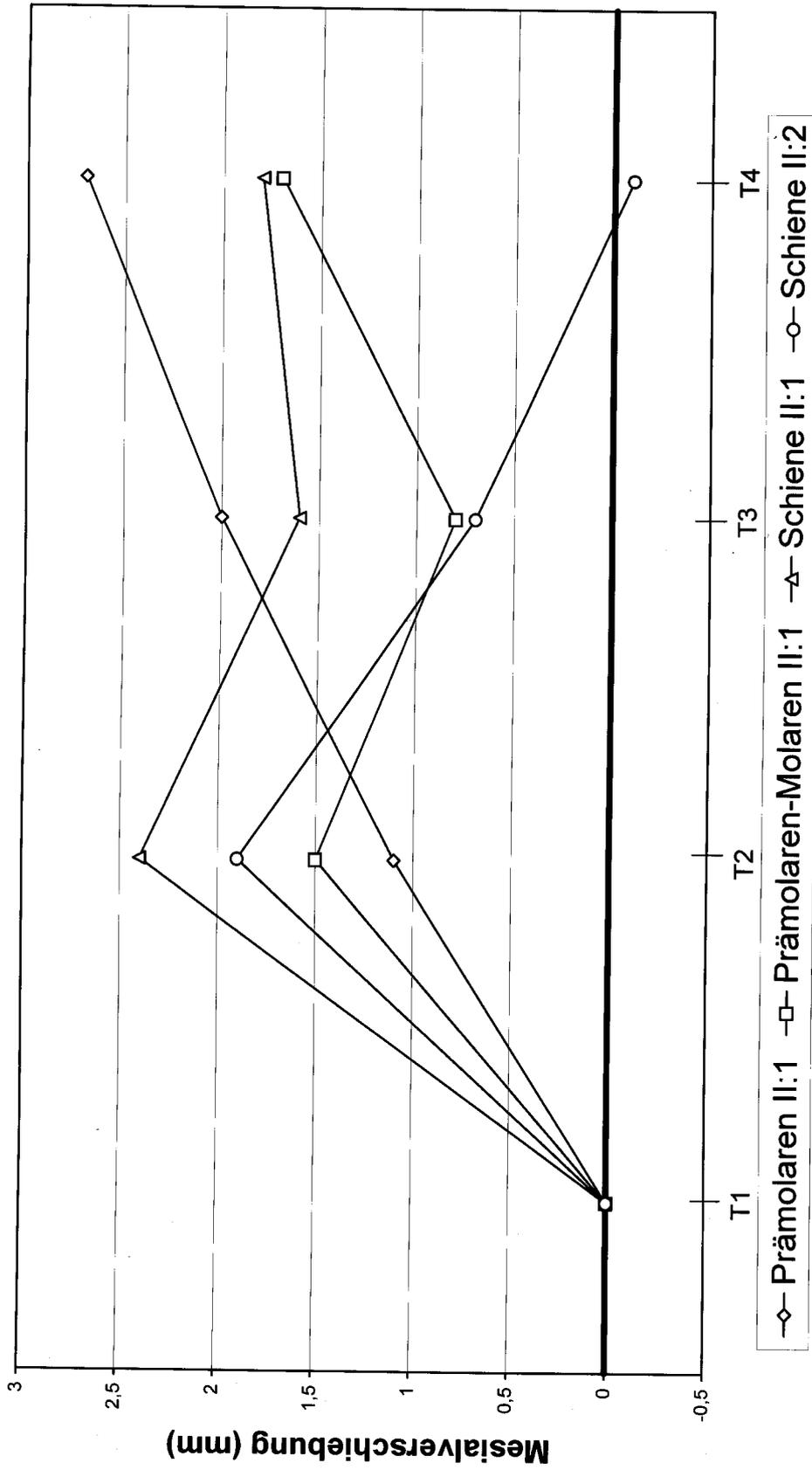


Abb.28:

Durchschnittliche Veränderung der sagittalen Position (mm) der unteren ersten bleibenden Molaren (m-OLP) bei den vier Verankerungsformen. T1: vor Herbst, T2: 2 Jahre nach Herbst, T3: 4 Jahre nach Herbst, T4: 4 Jahre nach Herbst. Zeitpunkt T1 ist als Nullpunkt dargestellt.

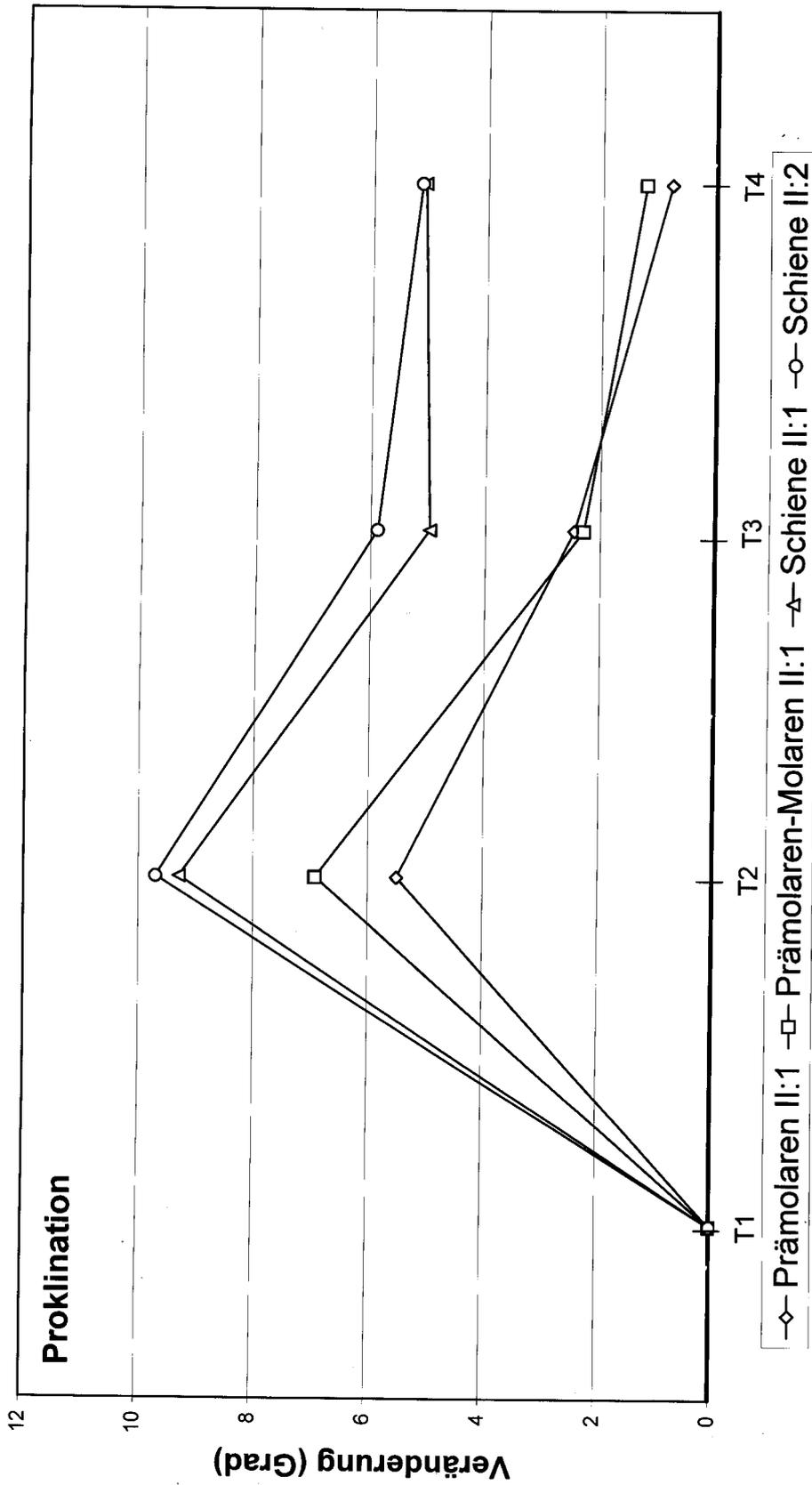


Abb.29: Durchschnittliche Veränderung der Neigung (Grad) der unteren Schneidezähne (IL/ML) bei den vier Verankerungsformen. T1: vor Herbst, T2: 2 Jahre nach Herbst, T3: 2 Jahre nach Herbst, T4: 4 Jahre nach Herbst. Zeitpunkt T1 ist als Nullpunkt dargestellt.

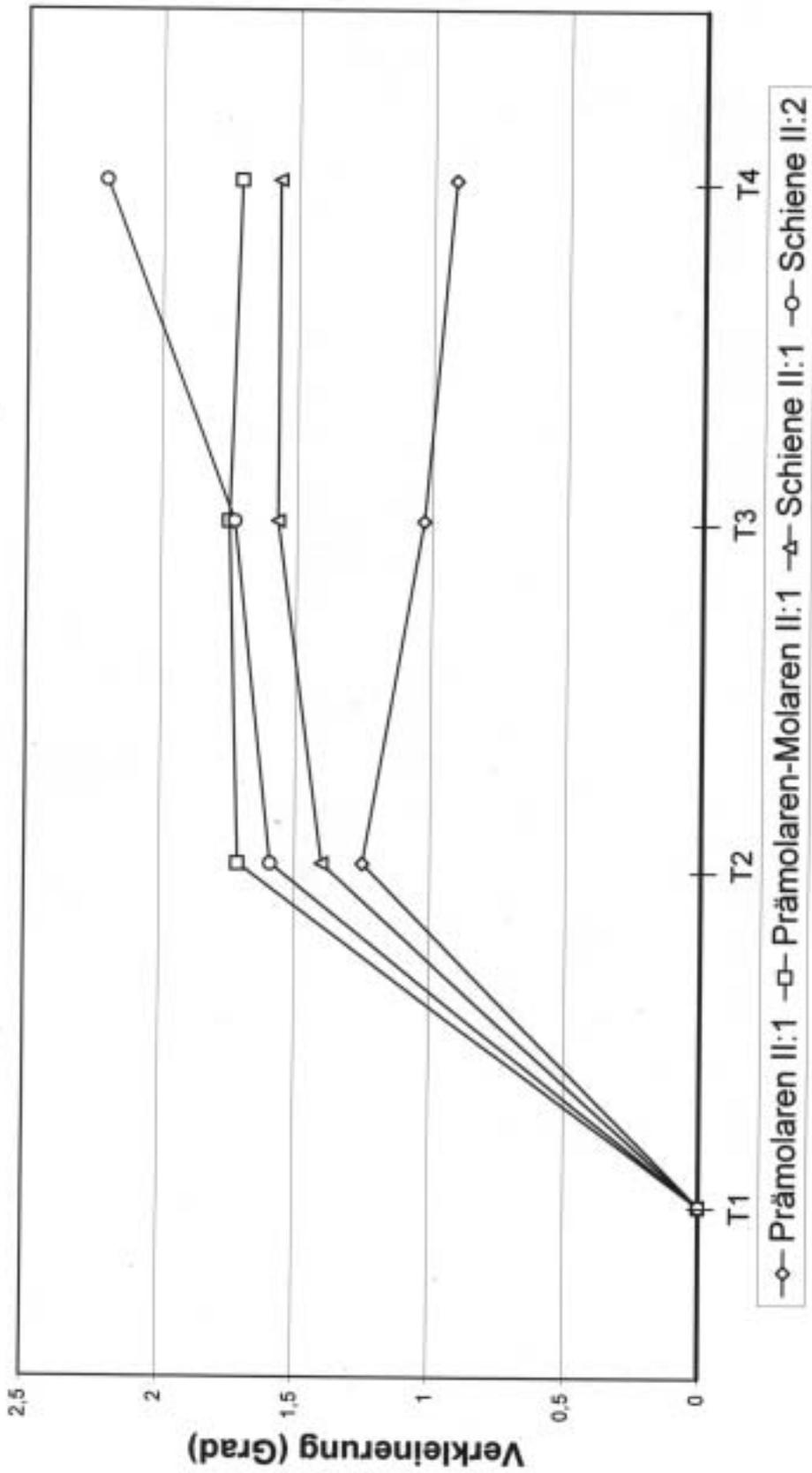


Abb. 30:
 Durchschnittliche Veränderung des ANB-Winkels (Grad) bei den vier Verankerungsformen.
 T1: vor Herbst, T2: nach Herbst, T3: 2 Jahre nach Herbst, T4: 4 Jahre nach Herbst.
 Zeitpunkt T1 ist als Nullpunkt dargestellt.

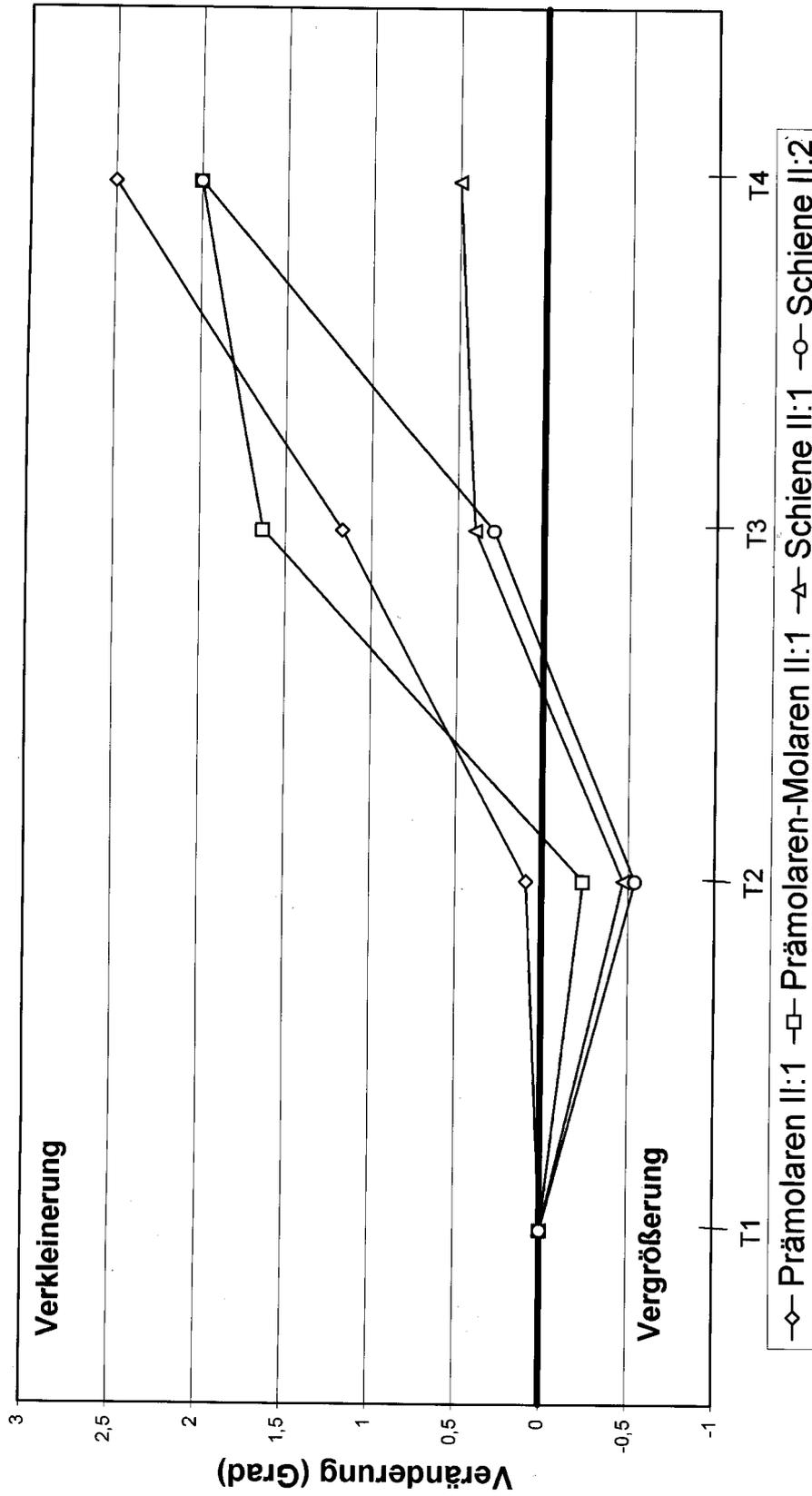


Abb. 31:

Durchschnittliche Veränderung des ML/NSL-Winkels (Grad) bei den vier Verankerungsformen.

T1: vor Herbst, T2: nach Herbst, T3: 2 Jahre nach Herbst, T4: 4 Jahre nach Herbst

Zeitpunkt T1 ist als Nullpunkt dargestellt.

6 Diskussion

6.1 Material und Methode

Das gesamte Probandengut umfaßte 87 Probanden, welche alle mit demselben kieferorthopädischen Gerät, der Herbst-Apparatur behandelt wurden. Die Probanden waren annähernd gleichmäßig auf vier Gruppen verteilt. Die Differenzierung in diese Gruppen erfolgte anhand der unterschiedlichen Verankerungsformen im Unterkiefer. Dabei handelte es sich einmal um orthodontische Bänder und zum anderen um gegossene Metallschienen. Das Durchschnittsalter der Probanden in den vier Gruppen war in etwa vergleichbar.

Bei der Auswahl der Probanden wurde auf möglichst exakte Einhaltung der Untersuchungstermine geachtet. Für den Zeitpunkt T4 (durchschnittlich vier Jahre nach der Herbst-Behandlung) lag zwar nicht für alle Probanden ein Röntgenbild vor, was jedoch bei der statistischen Auswertung von geringer Bedeutung war.

Aus ethischen Gründen wurde auf das Heranziehen einer Kontrollgruppe zum Vergleich verzichtet. In Atlanten des Londoner King's College ³, der Universität in Michigan ³⁵ und der Universität in Gießen ²⁹ wurden Studien beschrieben, bei denen unbehandelte Probanden (eugnath sowie dysgnath) über einen längeren Zeitraum hinweg untersucht worden sind. Dabei konnte gezeigt werden, dass sich die Neigung der unteren Frontzähne ab dem 8. bis 9. Lebensjahr nicht mehr signifikant veränderte.

Die Probanden mit der Bänder-Verankerung (Gruppen A und B) hatten keine weitere aktive Behandlung nach der Herbst-Phase. Die Probanden mit der Schienen-Verankerung (Gruppen C und D) hingegen wurden nach der Herbst-Behandlung noch durchschnittlich ein Jahr mit einer Multibracket-Apparatur behandelt, welches bei der Deutung der Ergebnisse berücksichtigt werden muß. Die Zeitpunkte und Zeiträume waren aber dennoch mit denen der Bänder-Verankerungsformen vergleichbar.

Die Bestimmung kephalometrischer Bezugspunkte ist stets mit Fehlern behaftet, die in die kephalometrischen Meßwerte eingehen.^{6,7} Um den Methodenfehler möglichst gering zu halten, wurden die Röntgenbilder eines Probanden für alle Zeitpunkte an demselben Tag ausgewertet. Den relativ hohen Methodenfehler des Inklinationswinkels (IL/ML) könnte man anhand einer Studie von BAUMRIND und FRANTZ^{1,2} erklären, die zeigt, dass die Wurzelspitze des ersten unteren Schneidezahnes ein schwieriger Referenzpunkt ist. Wie hoch der Identifikationsfehler ausfällt, hängt aber in hohem Maße vom Übungsgrad der auswertenden Personen ab.^{1,2,7}

Um eine vergleichbare Vermessung der Fernröntgenseitenbilder zu ermöglichen, wurden die Unterkiefer der FRS von den Zeitpunkten T2, T3 und T4 über das FRS vom Zeitpunkt T1 überlagert. Dabei wurden stabile Knochenstrukturen, die Symphyse und der Unterrand der Mandibula, zur Superponierung verwendet⁴.

6.2 Ergebnisse

Die dentalen Veränderungen im Unterkiefer äußerten sich während des Behandlungszeitraumes (T1-T2) in einer Protrusion (i-OLP) und Proklination (IL/ML) der unteren Schneidezähne und einer Mesialwanderung des ersten unteren Molaren (m-OLP). Bei diesen dentalen Veränderungen handelt es sich um einen sogenannten Verankerungsverlust, bedingt durch die nach mesial gerichtete Kraft auf die unteren Zähne, die durch den Teleskopmechanismus ausgeübt wird.^{14,16,27,28} Die Proklination der unteren Frontzähne ergibt sich aus einer labialen Bewegung der Zahnkrone und einer lingualen Bewegung der Wurzelspitze.^{12,13} Sie ist in den meisten Klasse II:1-Fällen unerwünscht, bei den Klasse II:2-Fällen hingegen aufgrund des frontalen Steilstandes oft gewollt³². Eine Proklination der unteren Schneidezähne bei Klasse II:2-Fällen führt zu einer Verkleinerung des Interincisalwinkels, welches sich positiv auf die Stabilität des vertikalen Überbisses nach der Behandlung auswirkt.^{10,37}

Überraschenderweise war die neue Schienen-Verankerung der herkömmlichen Bänder-Verankerung in Bezug auf die Protrusion und Proklination der unteren Schneidezähne nicht überlegen. Im Gegenteil, Protrusion und Proklination der Incisivi waren bei der Bänder-Prämolaren-Verankerung während der aktiven Behandlungsphase mit der Herbst-Apparatur (T1-T2) am geringsten und bei der Schienen-Verankerung am stärksten. Zu berücksichtigen ist allerdings, dass bei der Schienen-Verankerung die unteren Frontzähne mit einem labialen Teilbogen miteinander verbunden waren. Dieser Bogen führt zu einer Ausrundung des vorderen Zahnbogens, was unter anderem eine zusätzliche Protrusion und Proklination der Zähne zur Folge hat.

BJÖRK und SKIELLER⁵ konnten in einer longitudinalen Langzeitstudie beobachten, dass es bei Probanden mit einer anterioren Rotation des Unterkiefers zu einer kompensatorischen Proklination der unteren Frontzähne kam. Allerdings wurden in deren Untersuchung Metallimplantate im Unterkiefer als Bezugspunkte verwendet, mit welchen die wachstumsbedingten Veränderungen im Unterkiefer besser als bei Messungen der Unterkieferrelation mit Hilfe des ML/NSL-Winkels nachgewiesen werden kann. Normalerweise treten bei einer anterioren Rotation der Mandibula eine ausgeprägte Resorption im Angulusgebiet und eine ausgeprägte Apposition am unteren Kinn auf⁴. Dieser kompensatorische Umbauprozess am Unterrand der Mandibula maskiert die eigentliche Rotationsrichtung des Unterkiefers. Deshalb war es in der vorliegenden Studie außerordentlich schwierig, ohne Implantate eine eventuelle wachstumsbedingte Proklination der unteren Schneidezähne zu erfassen. Es könnte sein, dass in dieser Untersuchung bei der Schienen-Verankerung überwiegend Probanden mit einem horizontalen Wachstumsmuster untersucht wurden, bei denen durch die anteriore Rotation des Unterkiefers die wachstumsbedingte Proklination der unteren Schneidezähne die behandlungsbedingte Proklination der Zähne verstärkt.

Weiterhin zeigten PANCHERZ und HÄGG²⁶, dass die unteren Schneidezähne bei Probanden, welche nach dem Gipfel der Wachstumskurve, der sogenannten Postpeak-Periode, behandelt wurden, stärker protrudieren und proklinieren als solche, die vor dem Gipfel (Prepeak-Periode) therapiert wurden. In der vor-

liegenden Studie wurde das Wachstum zwar nicht bestimmt, dennoch waren die Probanden der Schienen-Verankerung im Durchschnitt älter als die der Bänder-Verankerung. Weiterhin gilt es zu berücksichtigen, dass die Dysgnathien der Probanden mit Schienen-Verankerung zum großen Teil ausgeprägter waren als die der Probanden mit Bänder-Verankerung. Diese beiden Faktoren führen sicherlich zu einer erhöhten Beanspruchung der Verankerung mit einer stärkeren Frontzahnbewegung zur Folge.

Die ersten unteren Molaren wanderten bei der Schienen-Verankerung durchschnittlich weiter nach mesial als bei den beiden Bänder-Verankerungen, wobei die Mesialverschiebung bei der Prämolaren-Verankerung am geringsten ausgeprägt, aber kontinuierlich war²⁸. Dies kann man dadurch erklären, dass die Prämolaren-Verankerung die einzige Konstruktion war, bei der die Molaren nicht mit einbezogen waren und somit nicht aktiv mitbewegt wurden.

Kieferorthopädisch bewegte Zähne tendieren nach der Behandlung dazu, an ihre ursprüngliche Stelle zurückzuwandern, d.h. zu rezidivieren.^{5,11-13} Somit traten während des Untersuchungszeitraumes von nach der Herbst-Behandlung bis durchschnittlich vier Jahre nach der Behandlung (T2-T4) bei allen untersuchten Verankerungsarten rückläufige Zahnbewegungen auf. Bei der Schienen-Verankerung der Klasse II:2-Probanden war die Retrusion der unteren Schneidezähne am stärksten. Dies könnte eine Folge des verstärkten Lippendruckes (Mentalishyperaktivität) auf die Frontzähne bei Klasse II:2-Dysgnathien sein. Dennoch standen die unteren Schneidezähne vier Jahre nach der Behandlung bei allen Verankerungsformen im Vergleich zur Ausgangssituation in einer geringen protrudierten und proklinierten Stellung.

Zu beachten ist, dass die Probanden der Schienen-Verankerung (Klasse II:1- und Klasse II:2-Dysgnathien) nach der aktiven Herbst-Phase noch durchschnittlich ein Jahr mit einer Multibracket-Apparatur zur Feineinstellung der Zähne behandelt wurden. Außerdem bekamen alle diese Probanden nach der Herbst-/Multibracket-Behandlung ein Retentionsgerät, um die Okklusion zu stabilisieren. Bei der herkömmlichen Bänder-Verankerung wurden jedoch nur ca. 50 % der Probanden mit einem Retentionsgerät therapiert. Dies könnte die höhere

Rezidivneigung der Incisivi- und Molarenposition bei den Bänder-Verankerungen gegenüber den Schienen-Verankerung erklären.

7 Schlussfolgerung

Schlußfolgernd konnte folgendes festgestellt werden:

- Keine der drei Verankerungsformen konnte einen „Verankerungsverlust“ während der Herbst-Behandlung verhindern. Dabei war die Schienen-Verankerung mit den beiden Bänder-Verankerungsformen vergleichbar.
- Im Vergleich der Klasse II:1- mit den Klasse II:2-Dysgnathien konnten hinsichtlich der Auswirkungen der Schienenverankerung auf die Unterkieferfront keine Unterschiede festgestellt werden. Der Verankerungsverlust bei beiden Dysgnathien war vergleichbar.
- Nach abgeschlossener Herbst-Behandlung waren bei allen Verankerungsformen rückläufige Bewegungen der Schneidezähne und der Molaren feststellbar. Lediglich bei der Prämolaren-Verankerung konnte eine kontinuierliche Mesialwanderung der Molaren beobachtet werden.

8 Zusammenfassung

Ziel der Untersuchung war eine Auswertung der Effizienz dreier verschiedener Verankerungsformen der Herbst-Apparatur im Unterkiefer bei der Behandlung von Klasse II:1- und Klasse II:2-Dysgnathien.

Untersucht wurden 16 Klasse II:1 Patienten mit einer Bänder-Prämolaren-Verankerung, 19 Klasse II:1 Patienten mit einer Bänder-Prämolaren-Molaren-Verankerung, 34 Klasse II:1 Patienten mit einer Schienen-Verankerung und 18 Klasse II:2 Patienten mit einer Schienen-Verankerung. Das Alter der Patienten vor der Behandlung lag zwischen 11 und 34 Jahren. Die durchschnittliche Behandlungsdauer mit der Herbst-Apparatur betrug sieben Monate.

Fernröntgenseitenbilder des Kopfes in habitueller Okklusion wurden für verschiedene Zeitpunkte ausgewertet: vor Herbst (T1), nach Herbst (T2), zwei Jahre nach Herbst (T3) und vier Jahre nach Herbst (T4). Als Maß eines Verankerungsverlustes wurde das Ausmaß der Protrusion und der Proklination der unteren Schneidezähne sowie die Mesialwanderung der unteren ersten Molaren ermittelt. Zur Darstellung skelettaler Effekte der Herbst-Apparatur wurde die sagittale Lagebeziehung des Unterkiefers zum Oberkiefer (ANB) und die vertikale Lagebeziehung des Unterkiefers zur vorderen Schädelbasis (ML/NSL) untersucht.

Die Untersuchung führte zu folgenden Ergebnissen:

- Während der aktiven Herbst-Behandlung kam es bei allen drei Verankerungsformen zu einem deutlichen Verankerungsverlust: Protrusion sowie Proklination der Unterkieferfrontzähne und Mesialwanderung der unteren Molaren. Dabei war die Schienen-Verankerung mit den beiden Bänder-Verankerungen vergleichbar.

- Bei dem Vergleich der Behandlung von Klasse II:1- und Klasse II:2-Dysgnathien mittels der Schienen-Verankerung lag bezüglich des Verankerungsverlustes kein Unterschied vor.
- Nach der Herbst-Behandlung waren bei allen Verankerungsformen rückläufige Bewegungen der Unterkieferfrontzähne und der unteren Molaren feststellbar; lediglich bei der Bänder-Prämolaren-Verankerung fand eine kontinuierliche Mesialwanderung der unteren Molaren statt.
- Bezüglich der skelettalen Effekte konnte festgestellt werden, dass sich der ANB-Winkel während der Behandlung bei allen Verankerungsgruppen verkleinerte und danach fast unverändert blieb. Der ML/NSL-Winkel vergrößerte sich tendenziell während der Behandlung nur bei der Schienenverankerung und verkleinerte sich danach bei allen Verankerungsformen.

Schlussfolgernd konnte festgestellt werden, dass keine der untersuchten Verankerungsformen einen Verankerungsverlust im Unterkiefer verhindern konnte. Die Schienen-Verankerung war wider Erwarten den beiden Bänder-Verankerungen nicht überlegen.

9 Summary

The aim of this study was to analyse the efficiency of three mandibular anchorage forms in Herbst-treatment of Class II:1 and Class II:2 malocclusions.

The sample consisted of 16 Class II:1 subjects with a Premolar anchorage, 19 Class II:1 subjects with a Premolar-Molar anchorage, 34 Class II:1 subjects with a casted splint anchorage and 18 Class II:2 subjects with a casted splint anchorage. The subjects were between 11 and 34 years of age. The treatment period was on average seven months.

Lateral head films in centric occlusion were analysed. The amount of anterior movement and proclination of the lower front teeth as well as the anterior movement of the lower molars during treatment was used as a measure of anchorage loss. The skeletal effects of Herbst treatment were assessed by the use of the ANB-angle and the ML/NSL-angle.

The following results were found:

- During the treatment period a pronounced anchorage loss was found for all anchorage forms: anterior movement and proclination of the lower front teeth as well as anterior movement of the lower molars. The casted splint anchorage was comparable to the two banded anchorage forms.
- When comparing the casted splint anchorage in the Class II:1 and Class II:2 subjects no difference were found with respect to the amount of mandibular anchorage loss.
- After Herbst treatment relapsing tooth movements (incisors and molars) were found in all three anchorage forms. However, for the Premolar anchorage, a continuous anterior movement of the lower molars in the post-treatment period was noted.

- The ANB-angle in all three anchorage forms was reduced during the treatment period and remained unchanged in the posttreatment period. The ML/NSL-angle increased insignificantly during the treatment period in the casted splint anchorage form and remained unchanged in the two other anchorage forms. After treatment the ML/NSL-angle was reduced in all anchorage forms.

The conclusion of this study was, that none of the three mandibular anchorage forms used in Herbst treatment could prevent an anchorage loss. Against the expectation, the casted splint anchorage was not superior to the two banded anchorage forms.

10 Literaturverzeichnis

1. BAUMRIND, S.; FRANTZ, R.: The reliability of headfilm measurements, 1. Landmark identification.
Am. J. Orthod. 1971; 60: 111-127.
2. BAUMRIND, S.; FRANTZ, R.: The reliability of headfilm measurements, 2. Conventional angular and linear measures.
Am. J. Orthod. 1971; 60: 505-517.
3. BHATIA, S.N.; LEIGHTON, B.C.: A manual of growth. A computer analysis of longitudinal cephalometric growth data.
Oxford University Press, Oxford 1993.
4. BJÖRK, A.: Variations in the growth pattern of the human mandible: longitudinal radiographic study by the implantat method.
J. Dent. Res. Supplement 1 1963; 42: 400-411.
5. BJÖRK, A.; SKIELLER, V.: Facial development and tooth eruption.
Am. J. Orthod. 1972; 62: 339-383.
6. BROADWAY, E.S.; HEALY, M.J.; POYTON, H.G.: The accuracy of tracings from cephalometric lateral skull radiographics.
Dent. Pract. 1966; 12: 455-460.
7. FREISFELD, M.: Fehlerquellen an Einzeichnungsserien kephalometrischer Bezugspunkte.
Fortschr. Kieferorthop. 1973; 34: 296-306.
8. HÄGG, U.; PANCHERZ, H.: Dentofacial orthopedics in relation to chronical age, growth period and skeletal development. An analysis of 72 male patients with class II, division 1 malocclusion treated with the herbst appliance.
Eur. J. Orthod. 1988; 10: 169-176.

9. HERBST, E.: Dreißigjährige Erfahrungen mit dem Retentionsscharnier. Zahnärztl. Rundschau 1934; 43: 1514-1524, 1563-1568, 1611-1616.
10. LAGERSTRÖM, L.: Tiefbißkorrektur in Angle Klasse II,2 Okklusionsanomalien. Kieferorthopädie, Konzepte und Perspektiven; ZMS-Verlag, München. 1980; 129-136.
11. LITOWITZ, R.: A study of movements of certain teeth during and following orthodontic treatment. Angle Orthod. 1948; 18: 113-132.
12. MILLS JRE : The long-term results of the proclination of lower incisors. Br. Dent. J. 1966; 120: 355-363.
13. MILLS JRE: The stability of lower labial segment. Trans. Br. Soc. Orthod. 1967; 54: 11-24.
14. PANCHERZ, H.: Treatment of class II malocclusion by jumbing the bite with the Herbst appliance. A cephalometric investigaton . Am. J. Orthod. 1979; 76: 423-442.
15. PANCHERZ, H.: The effect of continuous bite jumbing on the dento-facial complex: a follow-up study after Herbst appliance treatment of Class II malocclusions. Eur. J. Orthop. 1981; 3: 49-60.
16. PANCHERZ, H.: The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment. Am. J. Orthod. 1982a; 82: 104-113.
17. PANCHERZ, H.: Vertical dentofacial changes during Herbst appliance treatment. Swed. Dental J. suppl. 1982b; 15: 189-196.

- 18.** PANCHERZ, H.: The Herbst appliance – its biologic effects and clinical use.
Am. J. Orthod. 1985; 87: 1-20.
- 19.** PANCHERZ, H.: Die Herbst-Apparatur in der modernen Kieferorthopädie.
Inf. Orthod. Kieferorthop. 1989; 4: 467-490.
- 20.** PANCHERZ, H.: The nature of class II relapse after Herbst appliance treatment: A cephalometric long-term investigation.
Am. J. Orthod. 1991; 100: 220-233.
- 21.** PANCHERZ, H.: Früh- oder Spätbehandlung mit der Herbst-Apparatur-Stabilität oder Rezidiv?
Inf. Orthod. Kieferorthop. 1994; 26: 437-445.
- 22.** PANCHERZ, H.; ANEHUS-PANCHERZ, M.: Muscle activity in Class II, Division 1 malocclusions treated by bite jumbling with the Herbst appliance.
Am. J. Orthod. 1980; 78: 321-329.
- 23.** PANCHERZ, H.; ANEHUS-PANCHERZ, M.: The effect of continuous bite jumbling with the Herbst appliance on the masticatory system: a functional analysis of treated Class II malocclusions.
Eur. J. Orthod. 1982; 4: 37-44.
- 24.** PANCHERZ, H.; ANEHUS-PANCHERZ, M.: The headgear effect of the Herbst appliance: a cephalometric long-term study.
Am. J. Orthod. 1993; 103: 510-520.
- 25.** PANCHERZ, H.; FACKEL, U.: The skeletofacial growth pattern pre- and post dentofacial orthopedics. A longterm study of Class II malocclusions treated with the Herbst appliance.
Eur. J. Orthod. 1989; 12: 209-218.

- 26.** PANCHERZ, H.; HÄGG, U: Dentofacial orthopedics in relation to somatic maturation. An analysis of 70 consecutive cases treated with the Herbst appliance.
Am. J. Orthod. 1985; 88: 273-287.
- 27.** PANCHERZ, H.; HANSEN, K.: Occlusal changes during and after Herbst treatment: a cephalometric investigation.
Eur. J. Orthod. 1986; 8: 215-228.
- 28.** PANCHERZ, H.; HANSEN, K.: Mandibular anchorage in Herbst treatment.
Eur. J. Orthod. 1988; 10: 149-164.
- 29.** PANCHERZ, H.; HOYER, B.; ZIEBER, K.: An Atlas of skeletofacial morphology in Class II malocclusions. Second edition.
Department of Orthodontics; University of Giessen, Germany, 1999.
- 30.** PANCHERZ, H.; LITTMANN, C.: Somatische Reife und morphologische Veränderungen des Unterkiefers bei der Herbst-Behandlung.
Inf. Orthod. Kieferorthop. 1988; 20: 455-470.
- 31.** PANCHERZ, H.; LITTMANN, C.: Morphologie und Lage des Unterkiefers bei der Herbst-Behandlung. Eine kephalometrische Analyse bis zum Wachstumsanschluß.
Inf. Orthod. Kieferorthop. 1989; 21: 493-513.
- 32.** PANCHERZ, H.; OBIJOU C: Herbst appliance treatment of Class II, division 2 malocclusions.
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. 1997; 112: 287-291.
- 33.** PANCHERZ, H.; STICKEL, A.: Lageveränderungen des Condylus mandibulae bei der Herbst-Behandlung. Eine kephalometrische Untersuchung.
Inf. Orthod. Kieferorthop. 1989; 21: 515-527.

- 34.** PAULSEN; HU: Morphological changes of the TMJ condyles in 100 patients treated with the Herbst appliance in the period of puberty to adulthood: A long term radiographic study.
Eur. J. Orthod. 1997; 19: 657-668.
- 35.** RIOLO, M.; MOYERS, R.E.; Mc NAMARA, J.A. JR; HUNTER, S.W.: An Atlas of craniofacial growth. Cephalometric standards from the University school growth study, the University of Michigan. Monograph No 2; Craniofacial growth series.
Center of Human Growth and Development, University of Michigan. Ann Arbor, Michigan 1974.
- 36.** RUF, S.; PANCHERZ, H.: Temporomandibular joint growth adaption in Herbst treatment: A prospective magnetic resonance imaging and cephalometric roentgenographic study.
Eur. J. Orthod. 1998; 20: 375-388.
- 37.** SIMONS, M.E., JOONDEPH, D.R.: Change in overbite: A ten-year post-retention study.
Am. J. Orthod. 1973; 64: 349-367.
- 38.** SCHWARZ, M.A.: Erfahrungen mit dem Herbst'schen Scharnier zur Behandlung des Distalbisses.
Zahnärztl. Rundschau 1934; 43: 45-33, 89-99.
- 39.** WIESLANDER, L.: Intensive treatment of severe Class II malocclusion with a headgear-Herbst appliance in the early mixed dentition.
Am. J. Othod. 1984; 86: 1-13.

11 Anhang

Die individuellen Messwerte der Probanden der Gruppe A (Prämolaren-Verankerung Klasse II:1) sind in den Tabellen A1 bis A5, die der Gruppe B (Prämolaren-Molaren-Verankerung Klasse II:1) in den Tabellen A6 bis A10, die der Gruppe C (Schienen-Verankerung Klasse II:1) in den Tabellen A11 bis A15 und die der Gruppe D (Schienen-Verankerung Klasse II:2) in den Tabellen A16 bis A20 dargestellt.

Tab. A1: Individuelle Werte der Position (mm) der unteren Schneidezähne (**i-OLP**) für die **Gruppe A** (Prämolaren-Verankerung Klasse II:1).

T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst.

Proband	T1	T2	T3	T4
1	-6,5	-7,5	-9,5	-6,0
2	-2,0	-6,0	-6,3	-6,3
3	-0,8	-4,5	-1,0	-2,5
4	2,0	0,5	2,5	2,5
5	-3,3	-5,0	-2,5	-1,5
6	5,5	3,5	5,5	6,8
7	-3,8	-6,3	-4,3	-4,5
8	-4,0	-4,8	-4,5	-4,5
9	-3,5	-6,0	-8,0	-6,5
10	-1,0	-3,0	-1,8	-2,0
11	-0,5	-2,3	-0,5	0,5
12	-0,8	-1,5	-1,5	-1,5
13	-0,5	-1,5	-0,5	-0,5
14	0,0	-2,3	-1,8	-2,3
15	-0,5	-3,5	-3,0	-3,8
16	1,0	-1,0	-0,5	0,3
Mittelwert	-1,17	-3,20	-2,36	-1,99
SD	2,78	2,85	3,71	3,49

Tab. A2: Individuelle Werte der Position (mm) der unteren Molaren (**m-OLP**) für die **Gruppe A** (Prämolaren-Verankerung Klasse II:1).

T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst.

Proband	T1	T2	T3	T4
1	23,8	22,8	20,3	15,8
2	24,8	23,3	22,0	20,8
3	26,0	26,5	26,8	25,3
4	29,3	29,3	27,8	28,0
5	26,0	24,0	23,3	24,0
6	34,0	32,8	32,0	32,5
7	26,3	25,0	25,3	25,5
8	21,3	21,8	21,3	22,0
9	25,0	23,0	19,5	19,0
10	23,0	22,0	22,8	21,5
11	32,0	29,8	29,0	29,0
12	26,0	25,5	24,8	24,5
13	26,3	24,5	26,5	24,0
14	26,3	25,0	24,0	23,8
15	28,0	26,8	25,5	25,0
16	27,0	25,3	22,5	22,0
Mittelwert	26,57	25,46	24,59	23,92
sd	3,16	3,02	3,33	3,96

Tab. A3: Individuelle Werte der Neigung (Grad) der unteren Schneidezähne (**IL/ML**) für die **Gruppe A** (Prämolaren-Verankerung Klasse II:1).
T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst.

Proband	T1	T2	T3	T4
1	103,5	107,5	104,5	104,5
2	100,0	109,0	106,5	106,0
3	99,5	107,5	101,3	97,0
4	100,0	100,0	95,3	94,3
5	101,5	112,0	102,0	97,3
6	95,5	100,0	98,0	92,5
7	114,3	118,5	113,5	112,0
8	106,5	106,5	108,0	106,5
9	104,5	115,5	117,5	108,0
10	94,5	100,0	96,3	92,0
11	112,0	117,0	114,0	108,0
12	100,0	103,5	102,5	99,0
13	98,8	99,3	99,0	93,5
14	93,0	99,8	97,5	94,5
15	97,5	105,0	99,5	102,5
16	99,5	107,5	104,5	100,5
Mittelwert	101,29	106,79	103,74	100,51
SD	5,81	6,37	6,66	6,41

Tab. A4: Individuelle Werte des **ANB-Winkels** (Grad) für die **Gruppe A** (Prämolaren-Verankerung Klasse II:1).
T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst.

Proband	T1	T2	T3	T4
1	4,5	5,0	4,5	4,5
2	5,5	6,5	6,5	6,5
3	5,5	4,5	3,5	4,5
4	6,5	4,8	4,5	4,0
5	5,0	4,0	3,5	2,5
6	2,5	2,0	2,0	3,5
7	8,0	6,0	6,5	6,5
8	3,5	1,0	2,8	3,0
9	7,3	5,0	6,3	5,5
10	4,5	3,0	3,3	3,5
11	6,0	5,0	5,0	7,8
12	5,0	3,0	3,0	2,5
13	4,0	2,5	3,0	1,5
14	4,0	2,0	2,0	2,5
15	7,5	6,0	6,5	6,0
16	5,0	4,0	5,0	5,3
Mittelwert	5,27	4,02	4,24	4,35
SD	1,51	1,62	1,59	1,79

Tab. A5: Individuelle Werte des **ML/NSL-Winkels** (Grad) für die **Gruppe A** (Prämolaren-Verankerung Klasse II:1).

T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst.

Proband	T1	T2	T3	T4
1	22,0	21,0	19,0	18,5
2	23,5	23,0	22,0	21,5
3	27,8	27,8	27,5	28,0
4	28,5	28,0	28,5	28,0
5	29,3	30,5	28,0	27,0
6	30,5	30,0	29,5	29,0
7	31,5	31,0	27,5	27,0
8	32,0	32,0	32,5	29,5
9	33,0	33,8	31,5	28,0
10	33,0	32,5	29,0	27,8
11	34,5	35,0	36,3	37,0
12	35,0	33,5	30,5	30,5
13	36,0	37,0	35,5	34,0
14	37,0	36,5	38,5	35,5
15	37,5	38,0	37,0	31,5
16	38,5	38,5	38,0	38,0

Mittelwert	31,85	31,76	30,68	29,43
SD	4,78	5,03	5,55	5,14

Tab. A6: Individuelle Werte der Position (mm) der unteren Schneidezähne (**i-OLP**) für die **Gruppe B** (Prämolaren-Molaren-Verankerung Klasse II:1).

T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst

Proband	T1	T2	T3	T4
1	1,5	1,5	2,5	
2	-2,8	-4,8	-2,0	
3	-3,0	-5,0	-3,8	
4	-10,0	-11,8	-11,0	
5	-7,8	-10,5	-10,0	-11,5
6	-2,0	-4,3	-4,0	-5,3
7	-3,3	-6,3	-5,5	-5,5
8	2,5	0,8	4,3	5,0
9	0,5	-1,8	-1,5	-1,8
10	-3,8	-5,8	-4,8	-2,5
11	-3,0	-5,0	-5,5	-5,0
12	-4,5	-7,3	-6,3	-7,8
13	-4,8	-6,5	-7,0	-7,5
14	-1,3	-4,5	-1,8	-1,5
15	-7,5	-9,5	-8,8	-8,5
16	-1,8	-4,3	-2,5	-1,5
17	8,5	4,3	7,8	6,8
18	-2,0	-4,5	-1,8	-2,0
19	-2,0	-4,0	-3,0	-2,5

Mittelwert	-2,45	-4,70	-3,41	-3,41
SD	4,05	3,94	4,68	4,83

Tab. A7: Individuelle Werte der Position (mm) der unteren Molaren (**m-OLP**) für die **Gruppe B** (Prämolaren-Molaren-Verankerung Klasse II:1).

T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst.

Proband	T1	T2	T3	T4
1	28,3	27,0	26,8	
2	26,8	27,0	26,3	
3	24,0	22,8	23,5	
4	19,3	18,5	18,3	
5	19,8	17,5	16,0	15,5
6	24,5	24,0	24,3	20,8
7	26,0	23,3	25,0	24,5
8	31,0	28,0	31,0	32,0
9	27,3	24,8	25,0	25,5
10	25,0	26,0	25,5	25,0
11	29,5	26,8	25,0	25,0
12	21,5	20,3	21,8	19,5
13	21,3	20,5	18,0	18,8
14	28,0	25,5	26,3	26,5
15	21,5	19,5	19,3	19,8
16	23,3	22,3	23,0	23,0
17	35,3	33,0	32,8	31,5
18	30,0	27,8	28,5	27,0
19	25,8	25,3	25,0	25,3
Mittelwert	25,69	24,20	24,28	23,98
SD	4,15	3,86	4,29	4,55

Tab. A8: Individuelle Werte der Neigung (Grad) der unteren Schneidezähne (**IL/ML**) für die **Gruppe B** (Prämolaren-Molaren-Verankerung Klasse II:1).
T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst.

Proband	T1	T2	T3	T4
1	101,0	103,5	99,0	
2	106,0	112,5	106,0	
3	97,5	102,0	97,0	
4	106,5	112,0	107,0	
5	105,0	111,5	109,0	109,5
6	95,0	102,5	101,5	103,5
7	106,5	116,5	111,5	111,5
8	102,5	107,5	102,0	98,0
9	101,3	106,5	104,5	105,0
10	102,5	107,5	103,5	98,0
11	103,0	109,0	108,5	105,5
12	100,0	106,8	102,0	102,5
13	99,5	107,0	106,5	102,5
14	98,3	109,0	101,0	97,5
15	109,5	118,0	113,0	112,0
16	96,0	101,0	97,5	94,5
17	95,5	110,0	98,0	99,8
18	112,3	120,0	111,5	111,5
19	113,0	119,5	115,5	107,0
Mittelwert	102,68	109,59	104,97	103,89
SD	5,35	5,75	5,52	5,64

Tab. A9: Individuelle Werte des **ANB-Winkels** (Grad) für die **Gruppe B** (Prämolaren-Molaren-Verankerung Klasse II:1).

T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst.

Proband	T1	T2	T3	T4
1	5,0	4,0	3,8	
2	6,0	2,5	4,5	
3	4,0	3,5	3,0	
4	9,0	7,0	7,0	
5	8,5	7,0	8,0	8,5
6	9,0	7,5	7,0	8,0
7	6,3	4,5	5,0	5,0
8	6,0	5,0	4,0	4,0
9	6,0	4,0	4,3	3,8
10	5,0	4,0	1,5	1,0
11	8,0	5,3	6,0	5,0
12	7,5	6,0	5,3	5,5
13	6,5	4,8	5,5	5,0
14	6,0	4,8	4,0	4,0
15	10,0	8,0	8,0	7,0
16	5,0	5,0	4,5	4,8
17	5,0	1,0	2,5	3,0
18	5,0	4,0	4,0	5,5
19	5,8	3,3	2,5	3,8
Mittelwert	6,51	4,80	4,76	4,93
SD	1,68	1,75	1,83	1,90

Tab. A10: Individuelle Werte des **ML/NSL-Winkels** (Grad) für die **Gruppe B** (Prämolaren-Molaren-Verankerung Klasse II:1).
T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst.

Proband	T1	T2	T3	T4
1	22,5	24,0	21,5	
2	28,5	27,8	25,5	
3	32,8	34,0	32,5	
4	31,5	32,3	30,5	
5	40,5	42,0	42,0	38,5
6	31,5	31,5	30,0	29,0
7	25,5	26,0	24,5	24,5
8	21,0	21,0	20,0	20,0
9	34,0	34,5	32,0	30,0
10	31,3	32,0	29,5	29,5
11	26,5	25,0	23,5	24,5
12	38,5	37,0	33,0	32,5
13	38,0	38,5	36,0	37,0
14	36,5	37,5	34,5	34,5
15	35,5	36,0	33,5	33,0
16	37,0	37,5	36,0	36,0
17	24,5	23,5	22,5	20,0
18	25,5	24,0	24,5	23,5
19	17,5	19,0	16,0	15,5
Mittelwert	30,45	30,69	28,82	28,53
SD	6,55	6,73	6,62	6,94

Tab. A11: Individuelle Werte der Position (mm) der unteren Schneidezähne (**i-OLP**) für die **Gruppe C** (Schienen-Verankerung Klasse II:1).
T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst.

Proband	T1	T2	T3	T4
1	-8,3	-11,3	-9,3	
2	0,0	-1,0	-0,5	
3	-4,3	-8,5	-4,8	
4	-0,5	-4,0	-4,3	
5	-1,8	-6,8	2,3	
6	-1,5	-5,8	-4,8	
7	4,0	0,0	3,2	
8	-0,5	-5,0	-0,5	
9	-2,0	-7,0	-4,0	
10	-6,0	-10,0	-8,2	
11	3,0	-0,5	0,5	
12	0,8	-2,5	0,0	
13	-1,0	-3,5	-4,5	
14	-0,8	-3,0	0,0	1,0
15	-4,0	-7,5	-2,8	-3,5
16	-4,0	-7,8	-8,3	-8,2
17	-2,5	-4,3	0,0	-1,0
18	-6,0	-10,3	-6,5	-5,0
19	-2,0	-6,0	-2,5	-2,3
20	-4,3	-7,0	-6,5	-6,0
21	-2,0	-5,3	-3,7	-3,7
22	4,8	-1,0	1,0	1,5
23	3,8	-3,5	-1,2	0,0
24	-6,3	-8,5	-6,8	-6,2
25	0,0	-5,0	-2,5	-2,8
26	-6,0	-10,0	-8,3	-7,8
27	-2,5	-4,5	-3,5	-4,3
28	-1,3	-5,0	-2,7	-2,5
29	-2,0	-6,3	-4,8	-2,8
30	0,5	-1,8	0,7	1,0
31	-0,8	-4,5	-2,8	-3,0
32	0,5	-7,5	-7,2	-6,5
33	-6,0	-7,8	-7,0	-6,7
34	-1,8	-3,3	-2,2	-2,0
Mittelwert	-1,78	-5,45	-3,30	-3,37
SD	3,09	2,93	3,30	2,89

Tab. A12: Individuelle Werte der Position (mm) der unteren Molaren (**m-OLP**) für die **Gruppe C** (Schienen-Verankerung Klasse II:1).

T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst.

Proband	T1	T2	T3	T4
1	21,0	18,5	20,5	
2	26,3	24,0	26,3	
3	23,2	19,8	21,5	
4	25,3	23,7	23,0	
5	26,0	26,2	27,0	
6	30,0	26,5	27,0	
7	27,8	27,5	25,3	
8	26,2	24,0	24,2	
9	26,7	24,2	26,3	
10	22,8	20,5	21,0	
11	27,0	24,8	25,0	
12	24,5	21,8	23,3	
13	20,0	18,0	19,5	
14	28,5	24,2	23,8	22,5
15	31,8	32,8	29,7	28,0
16	30,3	28,5	27,2	27,7
17	25,5	23,3	24,8	24,0
18	24,8	22,0	21,8	20,8
19	25,5	25,5	24,7	23,5
20	29,0	26,5	28,2	29,0
21	22,0	19,2	23,3	21,5
22	27,5	23,7	27,2	26,8
23	20,0	19,3	18,8	19,7
24	30,7	25,0	29,2	29,0
25	26,5	24,5	26,0	25,8
26	21,5	20,3	21,8	20,5
27	25,8	23,3	24,0	24,0
28	23,7	18,8	20,2	19,8
29	22,8	22,8	22,5	22,5
30	26,0	23,0	24,0	23,0
31	24,3	23,5	24,0	23,3
32	32,5	29,0	30,0	29,0
33	27,8	23,0	23,3	22,8
34	26,0	21,3	22,8	23,5
Mittelwert	25,85	23,49	24,32	24,12
SD	3,17	3,27	2,88	3,07

Tab. A13: Individuelle Werte der Neigung (Grad) der unteren Schneidezähne (**IL/ML**) für die **Gruppe C** (Schienen-Verankerung Klasse II:1).
T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst.

Proband	T1	T2	T3	T4
1	97,5	105,3	106,5	
2	110,0	123,0	116,5	
3	106,5	116,0	114,8	
4	101,5	109,5	105,5	
5	109,3	110,5	111,5	
6	102,2	107,0	108,0	
7	100,3	114,2	99,7	
8	105,5	113,5	112,5	
9	93,2	110,8	103,8	
10	103,3	111,0	110,2	
11	103,3	113,5	107,8	
12	98,7	104,5	106,5	
13	92,5	97,7	100,5	
14	98,5	108,3	110,0	108,3
15	111,0	113,0	108,0	107,0
16	108,0	116,7	112,0	108,5
17	98,0	109,5	108,2	106,0
18	108,3	114,5	113,5	110,7
19	97,0	114,0	106,2	105,5
20	91,0	108,0	106,5	102,5
21	99,5	105,5	105,8	103,5
22	92,3	112,0	116,5	114,2
23	109,5	114,0	114,0	110,0
24	103,5	109,8	102,5	105,3
25	90,5	110,0	109,0	103,8
26	101,5	108,0	106,0	103,5
27	99,8	105,5	95,0	95,5
28	99,5	111,5	103,8	106,0
29	91,0	104,5	93,8	94,0
30	104,5	112,0	59,5	105,8
31	97,5	102,5	102,0	99,5
32	99,7	105,0	103,3	106,0
33	107,5	117,0	114,0	112,0
34	95,3	105,0	102,5	102,5
Mittelwert	100,79	110,08	105,76	105,24
SD	5,94	4,97	9,86	4,91

Tab. A14: Individuelle Werte des **ANB-Winkels** (Grad) für die **Gruppe C** (Schienen-Verankerung Klasse II:1).

T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst.

Proband	T1	T2	T3	T4
1	7,3	5,8	3,8	
2	7,5	6,0	6,0	
3	6,5	5,5	4,0	
4	5,0	4,0	3,0	
5	4,0	1,5	2,0	
6	7,0	7,3	5,8	
7	2,0	-1,0	0,5	
8	5,0	2,2	2,0	
9	4,0	3,5	4,0	
10	5,8	4,3	4,0	
11	6,0	3,5	4,0	
12	6,7	4,3	3,8	
13	4,5	3,0	4,0	
14	5,0	2,2	1,8	1,8
15	7,3	5,3	4,0	4,0
16	6,5	6,0	6,3	7,0
17	5,2	4,8	1,2	2,5
18	4,7	5,0	5,0	3,5
19	4,0	0,5	3,0	2,3
20	11,0	8,0	8,0	8,0
21	6,0	5,0	5,0	4,5
22	4,5	4,0	3,5	4,0
23	5,0	3,0	6,0	6,0
24	6,0	3,5	4,5	3,0
25	5,5	3,5	4,0	2,3
26	6,0	5,0	5,0	5,0
27	8,0	6,0	6,5	5,3
28	7,0	6,0	4,5	4,5
29	6,3	6,5	6,8	7,5
30	4,0	-2,0	2,0	2,5
31	3,5	2,8	2,3	2,0
32	5,5	4,0	4,8	5,0
33	5,5	3,5	3,8	4,3
34	5,8	5,5	5,2	4,5

Mittelwert	5,69	4,05	4,12	4,25
sd	1,60	2,15	1,69	1,80

Tab. A15: Individuelle Werte des **ML/NSL-Winkels** (Grad) für die **Gruppe C** (Schienen-Verankerung Klasse II:1).

T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst.

Proband	T1	T2	T3	T4
1	41,5	43,0	41,0	
2	19,5	22,5	21,5	
3	29,0	30,0	27,5	
4	22,5	22,0	21,8	
5	27,5	26,0	26,7	
6	33,8	33,8	34,0	
7	9,0	12,5	12,0	
8	35,0	33,5	33,5	
9	29,0	32,0	31,0	
10	22,3	23,0	22,0	
11	26,2	28,5	26,3	
12	34,0	35,0	33,0	
13	36,5	35,5	36,5	
14	30,0	28,0	29,0	29,0
15	27,8	28,5	26,0	23,0
16	29,5	33,5	30,2	29,0
17	24,3	25,5	23,5	20,0
18	25,5	25,5	25,0	24,0
19	35,5	35,5	37,0	35,8
20	38,5	39,0	37,5	36,0
21	25,0	25,8	25,0	24,3
22	27,0	26,0	25,5	25,5
23	33,0	33,8	28,5	34,0
24	30,5	29,5	31,0	29,2
25	30,0	31,5	30,3	30,0
26	38,0	38,8	36,0	35,5
27	41,0	43,5	40,5	37,5
28	33,5	33,0	32,8	29,0
29	31,5	30,0	30,8	30,5
30	25,0	23,0	24,5	22,7
31	36,5	37,5	37,0	36,0
32	29,0	27,5	27,0	27,5
33	29,3	28,5	28,7	27,5
34	31,5	32,5	30,0	32,3
Mittelwert	29,93	30,40	29,49	29,44
SD	6,50	6,40	6,12	5,07

Tab. A16: Individuelle Werte der Position (mm) der unteren Schneidezähne (**i-OLP**) für die **Gruppe D** (Schienen-Verankerung Klasse II:2).
T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst.

Proband	T1	T2	T3	T4
1	-6,8	-9,0	-6,5	
2	-6,0	-9,2	-6,5	
3	5,3	0,8	2,0	
4	-2,5	-3,5	-2,2	
5	1,5	-2,0	-0,3	0,3
6	1,5	-2,8	-0,7	-0,8
7	0,5	-3,5	-1,5	-1,5
8	0,3	-3,5	-2,3	0,5
9	-3,5	-6,5	-3,0	-0,5
10	5,7	2,0	3,5	4,0
11	1,5	-1,7	0,2	0,2
12	5,2	1,5	1,0	2,0
13	2,8	-1,3	0,5	2,0
14	4,0	-0,2	-0,3	1,0
15	-0,5	-6,0	-2,0	0,0
16	-1,0	-5,0	-3,5	-3,5
17	-1,3	-4,8	-3,0	-3,0
18	-0,8	-2,5	-0,5	-0,5
Mittelwert	0,33	-3,18	-1,38	0,01
SD	3,61	3,22	2,62	1,96

Tab. A17: Individuelle Werte der Position (mm) der unteren Molaren (**m-OLP**) für die **Gruppe D** (Schienen-Verankerung Klasse II:2).
T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst.

Proband	T1	T2	T3	T4
1	20,5	18,0	21,0	
2	20,5	18,5	20,5	
3	28,3	25,0	26,3	
4	23,0	21,7	23,2	
5	26,7	22,8	24,3	23,3
6	25,5	24,2	24,0	24,0
7	25,5	21,5	23,3	24,3
8	26,0	27,5	25,5	26,5
9	23,3	21,3	22,8	23,0
10	33,5	30,8	33,0	32,8
11	25,5	22,0	24,5	25,2
12	26,2	25,8	26,2	27,0
13	25,5	23,0	25,5	26,3
14	26,0	23,7	24,5	25,5
15	25,3	23,5	25,5	24,7
16	23,3	23,0	23,0	23,0
17	25,5	24,8	25,7	24,8
18	27,3	26,5	26,0	26,3
Mittelwert	25,41	23,53	24,71	25,46
sd	2,90	3,04	2,67	2,47

Tab. A18: Individuelle Werte der Neigung (Grad) der unteren Schneidezähne (**IL/ML**) für die **Gruppe D** (Schienen-Verankerung Klasse II:2).
T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst.

Proband	T1	T2	T3	T4
1	111,3	115,3	107,5	
2	112,5	120,5	111,5	
3	82,3	93,8	91,0	
4	103,0	108,0	104,5	
5	100,5	109,0	103,3	103,0
6	93,3	106,5	101,5	100,0
7	90,5	109,5	105,0	105,0
8	99,0	113,5	110,0	99,5
9	107,0	114,3	106,3	112,5
10	106,0	116,5	112,2	111,8
11	100,0	107,5	104,5	105,5
12	84,0	98,0	99,5	96,0
13	91,2	98,5	96,8	93,7
14	84,5	97,5	98,0	94,5
15	102,0	112,5	102,5	102,0
16	101,0	111,0	109,5	100,5
17	98,0	107,0	109,0	105,8
18	110,3	112,0	109,5	109,5
Mittelwert	98,68	108,38	104,56	102,80
sd	9,35	7,29	5,67	5,96

Tab. A19: Individuelle Werte des **ANB-Winkels** (Grad) für die **Gruppe D** (Schienen-Verankerung Klasse II:2).
T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst.

Proband	T1	T2	T3	T4
1	7,8	6,0	6,8	
2	9,0	7,8	7,3	
3	2,3	0,5	1,0	
4	3,0	2,5	2,0	
5	2,5	1,0	1,0	0,8
6	8,5	6,5	8,0	7,5
7	1,0	-0,2	0,0	0,0
8	5,0	2,8	2,0	0,5
9	5,0	1,3	1,8	2,8
10	2,0	0,5	1,0	0,0
11	-0,8	-1,2	-1,3	0,2
12	5,2	2,3	2,0	2,0
13	2,7	2,5	1,5	0,3
14	4,3	3,8	3,0	1,0
15	5,8	4,0	1,3	3,0
16	8,0	6,0	8,0	5,8
17	4,0	3,0	1,5	1,5
18	3,8	1,7	1,0	1,0
Mittelwert	4,39	2,81	2,66	1,88
sd	2,69	2,48	2,82	2,26

Tab. A20: Individuelle Werte des **ML/NSL-Winkels** (Grad) für die **Gruppe D** (Schiene-Verankerung Klasse II:2).

T1: vor Herbst; T2: nach Herbst; T3: 2 Jahre nach Herbst; T4: 4 Jahre nach Herbst.

Proband	T1	T2	T3	T4
1	32,5	33,3	33,0	
2	29,5	29,5	28,0	
3	37,0	39,0	39,0	
4	29,0	30,5	29,5	
5	32,0	33,0	33,0	33,5
6	33,0	33,5	34,0	33,5
7	28,5	27,0	26,0	24,5
8	31,0	33,0	31,0	29,7
9	36,0	34,5	35,5	34,8
10	21,5	21,5	21,0	19,7
11	21,0	21,0	19,5	18,5
12	31,0	30,5	28,5	30,0
13	29,0	30,5	31,8	29,8
14	37,5	37,3	36,5	36,0
15	26,5	27,5	24,5	22,0
16	31,3	32,0	31,0	30,5
17	31,0	31,5	30,0	27,2
18	22,0	24,0	22,3	22,0
Mittelwert	29,96	30,50	29,67	27,99
SD	4,84	4,86	5,39	5,75

Danksagung

An erster Stelle bedanke ich mich ganz herzlich bei Herrn Prof. Dr. H. Pancherz für die freundliche Überlassung des Themas und des Materials, sowie die stets nette und gute Betreuung.

Meinem Bruder Patrik, Markus und Thore möchte ich für die Unterstützung und Geduld in computertechnischen Fragen und Taten danken.

Herrn Bethge und Stefan gilt mein Dank für die computerunterstützte Bearbeitung der Zeichnungen.

Nicht zuletzt danke ich meinen Eltern, Markus, Ruth und Margot für ihre Unterstützung sowie für das Korrekturlesen.

Lebenslauf

- 04.11.1974 Geboren in Pforzheim als erstes Kind der Eheleute Dr. Wolf-Dieter Weschler und Rosita Weschler, geb. Weber
- 1981-1985 Besuch der Grundschule Niefern-Öschelbronn
- 1985-1991 Besuch des Theodor-Heuss-Gymnasium Mühlacker
- 1991-1994 Besuch des Fritz-Erler-Gymnasium Pforzheim
- Juni 1994 Erlangung der allgemeinen Hochschulreife
- Oktober 1994 Immatrikulation als Studentin der Humanmedizin an der Ernst-Moritz-Arndt-Universität in Greifswald
- April 1995 Studienortswechsel nach Giessen
- April 1996 Immatrikulation als Studentin der Zahnheilkunde an der Justus-Liebig-Universität in Giessen
- 1996 – 2001 Studium der Zahnheilkunde
- Dezember 2001 Erteilung der Approbation als Zahnärztin
- ab April 2002 Weiterbildungsassistentin der kieferorthopädischen Praxis Dr. Urbanczik und Dr. Poepelt-Rahne in Bramsche