

Aus der Klinik für Kieferorthopädie
Universitätsklinikum des Saarlandes
Direktor: Univ.-Prof. Dr. Jörg Lisson

**Einfluss von Behandlungsbeginn und Geschlecht auf Weichteilveränderungen
nach Vorschub-Doppelplattentherapie**

Dissertation zur Erlangung eines Grades eines Doktors der Zahnmedizin

der Medizinischen Fakultät
der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

2010

vorgelegt von Dr. med. Carsten Mußhoff
geb. am 04.08.1974 in Essen

- 1) Tag der Promotion:
- 2) Dekan:
- 3) Berichterstatter:

Für Judith und Erik

Inhaltsverzeichnis

1)	Zusammenfassung.....	5
2)	Einleitung.....	7
2.1)	Definition und Klassifikation von Dysgnathien.....	7
2.2)	Klasse II Dysgnathien.....	8
2.3)	Funktionskieferorthopädie.....	8
2.3.1)	Behandlungsprinzipien.....	8
2.3.2)	Funktionskieferorthopädische Geräte.....	9
2.4)	Vorschub-Doppelplatten (VD-Platten).....	9
2.4.1)	Vorschub-Doppelplatten-Systeme.....	9
2.4.2)	Anwendung von VD-Platten.....	10
2.4.3)	Vorschub-Doppelplatte der Hannoveraner Konstruktion; sog. „Tränkmann-Platte“.....	11
3)	Fragestellung.....	13
4)	Literaturübersicht.....	14
5)	Patienten und Methoden.....	17
5.1)	Patienten und Einschlusskriterien.....	17
5.2)	FRS-Analyse.....	18
5.2.1)	Bezugspunkte der FRS-Analyse.....	19
5.2.2)	Skelettale Parameter der FRS-Analyse.....	21
5.2.3)	Dentale Parameter im Verhältnis zu skelettalen Parametern in der FRS-Analyse.....	23
5.2.4)	Weichteilparameter in der FRS-Analyse.....	25
5.2.5)	Weichteilparameter im Verhältnis zu skelettalen Parametern in der FRS-Analyse.....	28
5.3)	Objektivitätstest.....	30
5.4)	Reliabilitätstest.....	30

5.5)	Statistik.....	30
5.5.1)	Deskriptive Statistik.....	30
5.5.2)	Analytische Statistik.....	30
6)	Ergebnisse.....	31
6.1)	Deskriptive Statistik.....	31
6.2)	Objektivitätsprüfung.....	31
6.3)	Reliabilitätsprüfung.....	31
6.4)	Kolmogorov-Smirnov-Test.....	31
6.5)	Veränderungen im Kollektiv der Jungen.....	32
6.5.1)	Veränderungen der skelettalen Parameter.....	32
6.5.2)	Veränderungen der kombinierten dental-skelettalen Parameter.....	32
6.5.3)	Veränderungen der Weichteilparameter.....	32
6.5.4)	Veränderungen der kombinierten Weichteil-skelettalen Parameter.....	33
6.5.5)	Korrelationen der Veränderungen der Weichgewebs-assoziierten Parameter zu denen der skelettalen und der kombiniert dental-skelettalen Parametern.....	36
6.6)	Veränderungen im Kollektiv der Mädchen.....	37
6.6.1)	Veränderungen der skelettalen Parameter.....	37
6.6.2)	Veränderungen der kombinierten dental-skelettalen Parameter.....	37
6.6.3)	Veränderungen der Weichteilparameter.....	37
6.6.4)	Veränderungen der kombinierten Weichteil-skelettalen Parameter.....	38
6.6.5)	Korrelationen der Veränderungen der Weichgewebs-assoziierten Parameter zu denen der skelettalen und der kombiniert dental-skelettalen Parametern.....	40
6.7)	Veränderungen im Kollektiv der Patienten mit frühem Behandlungsbeginn.....	43

6.7.1)	Veränderungen der skelettalen Parameter.....	43
	Veränderungen der kombinierten dental-skelettalen Parameter.....	43
6.7.2)	Veränderungen der Weichteilparameter.....	43
6.7.3)	Veränderungen der kombinierten Weichteil-skelettalen Parameter.....	44
6.7.4)	Korrelationen der Veränderungen der Weichgewebs-assoziierten Parameter zu denen der skelettalen und der kombiniert dental-skelettalen Parametern.....	46
6.8)	Veränderungen im Kollektiv der Patienten mit spätem Behandlungsbeginn.....	47
6.8.1)	Veränderungen der skelettalen Parameter.....	47
6.8.2)	Veränderungen der kombinierten dental-skelettalen Parameter.....	47
6.8.3)	Veränderungen der Weichteilparameter.....	47
6.8.4)	Veränderungen der kombinierten Weichteil-skelettalen Parameter.....	48
6.8.5)	Korrelationen der Veränderungen der Weichgewebs-assoziierten Parameter zu denen der skelettalen und der kombiniert dental-skelettalen Parametern.....	50
6.9)	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	52
7)	Diskussion.....	54
7.1)	Stellenwert und Kontext der vorliegenden Studie.....	54
7.2)	Skelettale Veränderungen.....	55
7.2.1)	Geschlechtsspezifische skelettale Veränderungen.....	55
7.2.2)	Skelettale Veränderungen in Abhängigkeit vom Behandlungsbeginn.....	58
7.3)	Dentale Veränderungen.....	61

7.3.1)	Dentale Veränderungen in Abhängigkeit vom Geschlecht.....	61
7.3.2)	Dentale Veränderungen in Abhängigkeit vom Behandlungsbeginn.....	62
7.4)	Weichteilveränderungen.....	63
7.4.1)	Weichteilveränderungen in Abhängigkeit vom Geschlecht.....	63
7.4.1.1)	Veränderungen in der Sagittalen.....	63
7.4.1.2)	Veränderungen in der Vertikalen.....	67
7.4.2)	Weichteilveränderungen in Abhängigkeit vom Alter bei Behandlungsbeginn.....	69
7.4.2.1)	Weichteilveränderungen in der Sagittalen.....	69
7.4.2.2)	Weichteilveränderungen in der Vertikalen.....	72
7.5)	Zusammenfassung der Diskussion.....	72
7.6)	Fazit für die Praxis.....	73
7.7)	Ausblick.....	73
8)	Literaturverzeichnis.....	74
9)	Danksagung.....	78
10)	Lebenslauf.....	79

1) Zusammenfassung

Einfluss von Behandlungsbeginn und Geschlecht auf Weichteilveränderungen nach Vorschub-Doppelplattentherapie

In der vorliegenden Studie wurden die Weichteilveränderungen durch die funktionskieferorthopädische Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte der Hannoveraner Konstruktion durch die digitale Auswertung von Fernröntgen-Seitenbildern von 34 behandelten Mädchen und 30 behandelten Jungen untersucht und denen einer unbehandelten Kontrollgruppe gegenübergestellt. Desweiteren wurde das Kollektiv in Abhängigkeit vom Alter bei Behandlungsbeginn (11 Jahre und jünger vs. älter als 11 Jahre) unterteilt. Bei Jungen kam es zu einer signifikanten Reduktion des Gesamt-Weichteilprofilwinkels ($p < 0,01$) sowie zu einer signifikanten Zunahme des Unterlippenprofilwinkels ($p < 0,01$). Der Abstand des sulcus labialis superior von der Referenzlinie wurde gering signifikant ($p < 0,05$) und der Abstand des sulcus labialis inferior signifikant größer ($p < 0,01$). Bei Mädchen wurde der Weichteilprofilwinkel und der Nasolabialwinkel gering signifikant größer ($p < 0,05$). Bei beiden Geschlechtern kam es zur hoch signifikanten Ventralverlagerung der Esthetic Line ($p < 0,001$) und zu einer hoch signifikanten Verlängerung des Untergesichts. Bei den Patienten mit Therapiebeginn in der frühen Wechselgebissphase kam es zu einer gering signifikanten Vergrößerung des Weichteilprofilwinkels ($p < 0,05$) und zu einer signifikanten Verkleinerung des Gesamt-Weichteilprofilwinkels ($p < 0,01$). Der Unterlippenprofilwinkel vergrößerte sich gering signifikant ($p < 0,05$). In der Gruppe der Patienten, bei denen die Behandlung in der späten Wechselgebissphase initiiert wurde, verkleinerte sich der Gesamt-Weichteilprofilwinkel gering signifikant ($p < 0,05$); der Unterlippenprofilwinkel vergrößerte sich gering signifikant ($p < 0,05$). Auch bei diesen Untergruppen kam es zu einer hoch signifikanten Ventralverlagerung der Esthetic Line ($p < 0,001$) und zu einer hoch signifikanten Verlängerung des Untergesichts ($p < 0,001$).

Im Verlauf der Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte kam es somit zu einer Zunahme der Gesichtskonvexität, zu einer Ventralverlagerung der Esthetic Line und zu einer Verlängerung des Untergesichts. Wesentliche Unterschiede in Abhängigkeit vom Geschlecht fanden sich nicht und in Abhängigkeit vom Therapiebeginn nur im Weichteilprofilwinkel.

Influence of age and gender on facial soft tissue changes after functional orthodontics with jumping-the-bite-appliances

The present study investigates the facial soft tissue changes induced by functional orthodontic treatment with jumping-the-bite appliances of the Hannover design using a digital analysis of lateral cephalograms of 34 girls and 30 boys; the results were compared with changes in an untreated control group. In addition to the gender-specific analysis the collective was divided according to the patient age at therapy initiation (11 years and younger vs. older than 11 years). In the male group a significant reduction of the total soft tissue profile angle ($p < 0,01$) and a significant increase of the profile angle of the lower lip ($p < 0,01$) was observed. The distance of the upper labial sulcus to the reference line showed a minor significant ($p < 0,05$) and the distance of the lower labial sulcus a significant elongation ($p < 0,01$). In the female group an increase of the soft tissue profile angle and the nasolabial angle showed low significance ($p < 0,05$). In both genders a highly significant ventral misalignment of the esthetic line and a highly significant elongation of the lower face could be determined ($p < 0,001$). In the group of patients with early therapy initiation a minor significant increase of the soft tissue profile angle ($p < 0,05$) and a significant reduction of the total facial soft tissue angle ($p < 0,01$) was found. The angle of the lower lip profile increased minor significant ($p < 0,05$). In the group of patients with late therapy initiation the total soft tissue profile angle decreased minor significant ($p < 0,05$); the lower lip profile angle changed equally. According to gender, a highly significant ventral misalignment of the esthetic line and a highly significant prolongation of the lower face was also verified in these subdivisions ($p < 0,001$).

During treatment with jumping-the-bite appliances, there was an increase of the facial convexity, a ventral movement of the esthetic line and an elongation of the lower face. Gender-specific differences did not occur; age-specific differences depending on treatment initiation only in the soft tissue profile angle.

2) Einleitung

2.1) Definition und Klassifikation von Dysgnathien

Unter dem Begriff Eugnathie wird die harmonische Kombination von Form und Funktion der im Gebiss und Gesichtsbereich vorhandenen Strukturen verstanden. Demzufolge beinhaltet der Begriff Dysgnathie alle morphologischen und funktionellen Anomalien des orofazialen Systems.

Die Kieferorthopädie unterscheidet drei grundsätzliche Behandlungsmaßnahmen:

- a) Dentoalveoläre Korrekturen (Orthodontie): Bewegung der Zähne innerhalb des Alveolarkamms mit Umbau des Alveolarfortsatzes
- b) Skelettale Korrekturen (Orthopädie): Veränderung der Kiefer zueinander und zu ihren Bezugsebenen
- c) Funktionskieferorthopädie (FKO): funktionelle Umformung des Weich- und Hartgewebes des stomatognathen Systems unter Ausnutzung des Wachstums.

Zur Klassifikation von Dysgnathien wird nach wie vor die Einteilung nach Edward H. Angle (1855-1930) zugrunde gelegt:

Angle Klasse I: Neutralokklusion; der mesiale Höcker des oberen ersten Molaren okkludiert in der zentralen Fissur des unteren ersten Molaren

Angle Klasse II₁: Distalokklusion; der mesiale Höcker des oberen ersten Molaren okkludiert mesial der zentralen Fissur des unteren ersten Molaren; Protrusionsstellung der Oberkieferfrontzähne

Angle Klasse II₂: Distalokklusion: der mesiale Höcker des oberen ersten Molaren okkludiert mesial der zentralen Fissur des unteren ersten Molaren; Retrusionsstellung der Oberkieferfrontzähne

Angle Klasse III: Mesialokklusion; der mesiale Höcker des oberen ersten Molaren okkludiert distal der zentralen Fissur des unteren ersten Molaren (Angle, 1899)

Gegenstand dieser Arbeit sollen ausschließlich Fälle mit Angle Klasse II₁ sein. Nach einer Studie von Bazant und Miksa (1960) beträgt die Häufigkeit des Angle Klasse II₁ in Zentraleuropa bis zu 25%, wobei das weibliche Geschlecht bevorzugt ist.

2.2) Klasse II Dysgnathien

Im Gegensatz zur Angle Klasse II₂ wird in der Genese der Angle Klasse II₁ eine erbliche Komponente für unwahrscheinlich gehalten. Vielmehr scheint eine Unterkiefer-Zwangsrücklage die Ursache zu sein. Diese ist bedingt durch Habits, Dyskinesien oder durch eine Enge des Zahnbogens des Oberkiefers. Dadurch wird der Unterkiefer in seinem physiologischem Längenwachstum in sagittaler Richtung gehindert (Leighton, 1975).

2.3) Funktionskieferorthopädie

2.3.1) Behandlungsprinzipien

Die Entwicklung des knöchernen Unterkiefers hängt wesentlich von der Dentition und dem Zug der Muskulatur ab. Ziel der Funktionskieferorthopädie ist es, Anpassungsvorgänge des Unterkiefers durch Apposition und Rarefaktion am knöchernen Gewebe und am Kiefergelenk zu induzieren. Durch Insertion einer funktionskieferorthopädischen Apparatur wird die Stellung des Unterkiefers zur Schädelbasis verändert. Dies bewirkt einen erhöhten Tonus der am Unterkieferknochen ansetzenden Muskulatur, der wiederum Einfluss auf das Hartgewebe

des Unterkiefers hat (Roux, 1885; Andresen und Häupl, 1936). Damit werden physiologische Wachstumsprozesse des Unterkiefers gelenkt. Es ergibt sich daraus zeitlich betrachtet ein Optimum des Behandlungsbeginns, der von Lisson (2003) und Wedler et al. (2006) auf die frühe bis späte Wechselgebissphase festgelegt wird.

Die Funktionskieferorthopädie beinhaltet drei Behandlungsprinzipien, aus denen sich die Indikation für eine entsprechende Behandlung ergibt:

- die Vorverlagerung des Unterkiefers unter Nutzung und Beeinflussung des zu erwartenden weiteren Wachstums; indiziert bei eugnathem Oberkiefer und retro- bzw. mikrognathem Unterkiefer
- Hemmung des sagittalen Oberkieferwachstums, indiziert bei eugnathem Unterkiefer und pro- bzw. makrognathem Oberkiefer
- Kombination aus beiden Prinzipien

2.3.2) Funktionskieferorthopädische Geräte

Der Prototyp der funktionskieferorthopädischen Geräte ist der Aktivator von Andresen und Häupl (1936). Aus diesem wurde eine ganze Reihe von Apparaturen entwickelt, hier unter anderem zu nennen der Bionator, die Bass-Apparatur und das Herbst-Scharnier. Da die relative Verlagerung des Unterkiefers nur einen Teil der Behandlung darstellt, ergab sich die Notwendigkeit der Herstellung einer Apparatur, die die Durchführung mehrerer Behandlungsschritte, wie zum Beispiel zusätzliche Einzelzahnbewegungen oder Bewegungen von Zahngruppen, parallel ermöglicht. Die Vorschubdoppelplatte ist ein funktionskieferorthopädisches Gerät, das diese Optionen in sich vereint (Lisson et al., 2000).

2.4) Vorschub-Doppelplatten (VD-Platten)

2.4.1) Vorschub-Doppelplatten-Systeme

Der Vorläufer der heutigen Vorschub-Doppelplattensysteme ist die Vorbiss-Doppelplatte nach Schwarz (1951). Der Aktivator nach Andresen und Häupl

(1936) wurde in ein bignathes Gerät mit Kunststoffführung getrennt. Beschrieben sind drei Modifikationen der Apparatur, von denen die des Oberkiefers mit Drahtbügeln versehen war, die mit einer Fläche der Apparatur des Unterkiefers artikulierte. Es konnte die Beeinflussung des Unterkieferwachstums mit Korrekturen von Zahnstellungen kombiniert werden. Zusätzlich behob die neue Apparatur das Problem der Verankerung beim Aktivator.

Müller (1962) variierte diese Apparatur insoweit, als daß er die Stege im Oberkiefer lateral anbrachte. Vorteil dieses Modells war die bessere Zungenbeweglichkeit, Nachteil ist jedoch die Hemmung von Lateralbewegungen.

Sander (1988) entwickelte eine Apparatur, bei der die paarig angelegten Metallstege, die sogenannten Protrusionsstege, durch eine Expansionsschraube verbunden sind. Die Stege sind in einer Neigung von 60° zur Okklusionsebene angeordnet und sind in ihrer Länge so gewählt, daß sie auch während des Schlafes Kontakt zur Führungsfläche des Gegenkiefers halten, so daß auch eine Nachwirkung entsteht. Gleichzeitig wird der Neigung der Stege um 60° zur Okklusionsebene eine Wirkung auf das Widerstandszentrum des Oberkiefers zugeschrieben (Sander, 1989).

Die twin-block Apparatur wurde von Clark (1988) beschrieben. Hier wird die Vorverlagerung des Unterkiefers durch schiefe Ebenen erzeugt, die im Seitenzahnbereich angebracht sind. Nachteilig ist hier, daß Einzelzahnbewegungen und die Bewegung von Zahngruppen nicht möglich sind.

2.4.2) Anwendung von VD-Platten

Sander et al. (1995) formulierten folgende Gründe für die häufige Anwendung von Vorschub-Doppelplatten als Behandlungsbehelf zur Korrektur einer Klasse-II-Anomalie:

- Mit eingegliedelter Apparatur sind die Patienten in der Lage gut zu sprechen; sie findet daher hohe Akzeptanz

- Die Anwendung ist durch die Anbringung unterschiedlicher Halteelemente auch im reduzierten Wechselgebiss möglich

- Durch die Separation der Apparatur in zwei Platten ist es möglich, zusätzlich Einzelzahnbewegungen im Oberkiefer und Unterkiefer durchzuführen.
- Gleichzeitig können Dehnungen im Oberkiefer und Mittellinienkorrekturen ohne entsprechende Vorbehandlungen durchgeführt werden.
- Bei Nachtschlaf mit geöffnetem Mund haben die langen Stege einen skelettalen Einfluss auf den Oberkiefer und den Unterkiefer.
- Durch Anbringen eines Headgears oder anderer Aufbissbehelfe kann das Wachstum weiter beeinflusst werden.
- Durch das Tragen der Apparatur am Tag tritt ein Übungseffekt auf, der den Patienten veranlasst, den Unterkiefer in der Sagittalen weiter vorzuverlagern, als dies vom Konstruktionsbiss vorgegeben wurde.
- Für die Therapie notwendige funktionelle Bewegungen werden nicht behindert.

2.4.3) Vorschub-Doppelplatte der Hannoveraner Konstruktion; sog. „Tränkmann-Platte“

Neben den klassischen Halteelementen (Dreiecksklammern, Stichklammern, modifizierte Adamsklammern, Labialbögen), den aktiven Elementen (Dreiecksklammern, Labialbögen, Schrauben und Federn) sowie den Plattenkörpern für Oberkiefer und Unterkiefer besteht die Tränkmann-Platte aus zwei an der Oberkieferplatte befestigten Vorschubschlaufen aus 0,9 mm federhartem Stahl. Die Neigung der Schlaufen zur Okklusionsebene beträgt 70-80° in Abhängigkeit von der Form des Alveolarfortsatzes. Die Länge der Schlaufen beträgt 10-15 mm und richtet sich nach der Höhe der Platte des Unterkiefers. Diese soll nur minimal überragt werden. Zusätzlich kann bei Bedarf eine Transversalschraube inseriert werden (Tränkmann 1985 und 2000, Lisson 1999).

Die Vorschub-Doppelplatte der Hannoveraner Konstruktion ist Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.



Abbildung 1: Vorschub-Doppelplatte nach Tränkmann

3) Fragestellung

In der kieferorthopädischen Literatur existieren viele Arbeiten, die die skelettalen und dentalen Veränderungen sowie die Veränderungen von Gesichtswerteilen untersucht haben. Das gilt für funktionskieferorthopädische Apparaturen wie den Aktivator, den Bionator, das Herbst-Scharnier, die Bass-Apparatur und die twin-block-Apparatur. Es gibt einzelne Studien, die sich mit dentalen und skelettalen Veränderungen durch Vorschub-Doppelplatten befassen. Es findet sich jedoch keine Studie, die die durch Vorschub-Doppelplatten induzierten Weichteilveränderungen untersucht. Eine Ausnahme bildet die Dissertation von Mokrys (2009) aus der Klinik für Kieferorthopädie der Universität des Saarlandes. Hier wurden die Weichteilveränderungen durch die Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte nach Tränkmann anhand eines behandelten Gesamtkollektivs untersucht und mit einer unbehandelten Kontrollgruppe verglichen. Zusätzlich erfolgte eine Unterteilung nach neutralem und horizontalem Wachstumsmuster nach Jarabak (1972). Aus dieser Studie ergaben sich folgende weiterführende Fragestellungen:

- 1) Gibt es Unterschiede in den Veränderungen der Gesichtswerteile in Abhängigkeit vom Geschlecht?
- 2) Gibt es Unterschiede in den Veränderungen der Gesichtswerteile in Abhängigkeit vom Zeitpunkt des Therapiebeginns?

Ziel dieser Arbeit ist es, ein behandeltes Kollektiv hinsichtlich dieser Unterschiede zu analysieren und mit einer unbehandelten Kontrollgruppe zu vergleichen.

4) Literaturübersicht

Skelettale und dentale Effekte von Klasse II₁ Anomalien durch funktionskieferorthopädische Behandlung wurden für eine Reihe von Apparaturen beschrieben und sind hinreichend untersucht.

Bezüglich skelettaler und dentaler Wirkungen der Vorschub-Doppelplatte in Abhängigkeit vom Geschlecht und/oder dem Alter bei Behandlungsbeginn sind folgende Studien zu erwähnen:

Sander et al. (1995) untersuchten ein Studienkollektiv von insgesamt 95 Patienten hinsichtlich der Veränderung dentaler und skelettaler Parameter in der Therapie mit der Vorschub-Doppelplatte. Dazu wurde das Kollektiv bezüglich des Geschlechts unterteilt. Signifikante Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen hinsichtlich skelettaler Parameter konnten nicht nachgewiesen werden.

Baccetti et al. (2000) untersuchten ein Kollektiv von 36 Patienten mit einer Klasse II Malokklusion hinsichtlich dentaler und skelettaler Veränderungen durch die Behandlung mit einem Twin Block. Unterteilt wurde das Kollektiv in eine Gruppe mit frühem Behandlungsbeginn und in eine Gruppe mit spätem Behandlungsbeginn. Skelettale Veränderungen waren in der Gruppe mit spätem Behandlungsbeginn stärker als in der Gruppe mit frühem Behandlungsbeginn ($p < 0,05$).

Veränderungen dentaler und skelettaler Parameter nach der Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte wurden von Lisson et al. (2001) untersucht. Ein Kollektiv von 20 Mädchen und 20 Jungen mit einer Klasse II₁ Malokklusion bildete die Grundlage. Bei Jungen wie Mädchen konnte eine hoch signifikante Hemmwirkung auf das Oberkieferwachstum nachgewiesen werden ($p < 0,001$). Eine Anteriorverlagerung des Unterkiefers war bei den Mädchen hoch signifikant ($p < 0,001$), bei den Jungen gering signifikant ($p < 0,05$). Deutliche Veränderungen vertikaler Parameter zeigten sich bei den Jungen, bei den Mädchen blieben entsprechende Veränderungen aus.

O'Brien et al. (2003) untersuchten in einer Studie die skelettalen Wirkungen von Herbst-Apparatur und Twin Block bei Patienten mit einer Klasse II₁ Malokklusion.

Es konnte unabhängig von der Art der verwendeten Apparatur eine deutlich erhöhte skelettale Wirksamkeit der Behandlung bei Mädchen festgestellt werden ($p < 0,001$).

In einer Studie von Wedler et al. (2006) wurden 63 Patienten mit einer Angle Klasse II₁ hinsichtlich skelettaler und dentaler Veränderungen in Abhängigkeit vom Alter der Patienten durch die Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte untersucht. Unterteilt wurde die Untersuchungsgruppe in Patienten im vorpubertären und im pubertären Alter. Gezeigt wurde eine stärkere Hemmung des Oberkieferwachstums in der vorpubertären Kontrollgruppe im Vergleich zur vorpubertären Untersuchungsgruppe. In der vorpubertären Gruppe kam es unter der Behandlung zu einer deutlichen Protrusion der Unterkieferfrontzähne.

Hinsichtlich der Veränderung von Weichteilparametern im Rahmen der Behandlung mit funktionskieferorthopädischen Apparaturen ist auf drei Metaanalysen von Flores-Mir (2006) zu verweisen. In die Untersuchung einbezogen wurden Studien, die Aktivatoren, Bionatoren, Twin Block Apparaturen nach Clark sowie fixe Apparaturen untersucht hatten. Es konnten Verbesserungen der Gesichtskonvexität festgestellt werden. Fixierte Apparaturen hemmten die Anteriorbewegung der Oberlippe. In der Sagittalen zeigte sich keine Veränderung der Unterlippenposition und des Weichteilmentons. Signifikante Unterschiede ergaben sich in der Veränderung der Weichteilparameter im Vergleich zwischen Bionator und Aktivator.

Aus den o.g. Metaanalysen bezüglich der Fragestellung besonders zu erwähnen sind die Studien von Ruf und Maltagliati.

Ruf et al. (1999) untersuchten dentale, skelettale und weichteilassozierte Veränderungen durch die Behandlung mit der Herbst-Apparatur in Abhängigkeit vom Geschlecht und vom Alter bei Therapiebeginn. Signifikante Differenzen ergaben sich in beiden Gruppen nicht.

Maltagliati et al (2004) untersuchten 73 Patienten mit einer Klasse II Malokklusion die Veränderung der Hart- und Weichgewebestrukturen durch die Anwen-

derung eines Headgear unterstützen Aktivators und eines Bionators unter anderem in Abhängigkeit vom Geschlecht. Bei beiden Apparaturen zeigte sich bei den Mädchen eine vermehrte vertikale Wachstumstendenz ($p < 0,05$).

Weichteilveränderungen durch die Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte sind bisher nur in der Dissertation von Mokrys (2009) beschrieben. In einem Patientenkollektiv von 65 Patienten mit einer Angle Klasse II₁ Dysgnathie wurden das Gesamtkollektiv und die Untergruppen mit horizontalem und neutralem Wachstumsmuster nach Jarabak untersucht. Neben dentalen und skelettalen Veränderungen in allen Untersuchungsgruppen kam es zu einer deutlichen Verlängerung des Untergesichtes und zu einer starken Ventralverlagerung der Esthetic Line nach Ricketts (1961). Bei den Patienten mit horizontalem Wachstumsmuster veränderte sich der Unterlippenprofilwinkel signifikant ($p < 0,01$). Der Nasolabialwinkel vergrößerte sich im Gesamtkollektiv ($p < 0,05$) und in der Gruppe der Patienten mit horizontalem Wachstumsmuster ($p < 0,01$). Der Weichteilprofilwinkel veränderte sich im Gesamtkollektiv ($p < 0,01$) und in der Gruppe der Patienten mit neutralem Wachstumsmuster ($P < 0,01$). Der Gesamt-Weichteilprofilwinkel veränderte sich im Gesamtkollektiv ($p < 0,001$) und in der Gruppe mit horizontalem Wachstumsmuster ($p < 0,01$).

Studien, die Weichteilveränderungen durch die Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte in Abhängigkeit vom Geschlecht und vom Alter der Patienten bei Therapiebeginn untersucht haben, existieren nicht.

5) Patienten und Methoden

5.1) Patienten und Einschlusskriterien

Folgende Einschlusskriterien wurden im Vorfeld festgelegt:

- a) Angle-Klasse II₁ Okklusion
- b) Vergrößerte sagittale Frontzahnstufe $\geq 5\text{mm}$
- c) Distalokklusion im Seitenzahnbereich von einer halben Prämolarenbreite oder mehr
- d) Vergrößerter ANB-Winkel von 4° oder mehr
- e) Rein konservative Behandlung unter Ausschluss einer chirurgischen Umstellungsoperation
- f) Kontinuierliche Behandlung durch einen Behandler nach derselben Methode
- g) standardisierte FRS-Dokumentation (Anfangsbefund, Endbefund, jährliche Zwischenbefunde)
- h) Patienten in einem Alter, in dem noch Kieferwachstum zu erwarten ist (Björk 1963, Björk 1969)

Daraus ergab sich ein Untersuchungskollektiv von 64 Patienten, die alle ausschließlich mit der Vorschub-Doppelplatte nach Tränkmann behandelt wurden. Diese wurden einem Vergleichskollektiv von 36 unbehandelten Patienten gegenübergestellt.

In der Dissertation von Mokrys (2009) wurde dieses Untersuchungskollektiv im Vergleich mit der Kontrollgruppe bezüglich der Veränderungen skelettaler und dentaler Parameter sowie der Weichteilparameter untersucht. Zusätzlich wurde das Kollektiv hinsichtlich des Wachstumsmusters nach Jarabak (horizontal, neutral) untersucht.

In der vorliegenden Studie wurden die genannten Kollektive in folgende Untergruppen geteilt:

Geschlecht:	Untersuchungsgruppe	Männlich	n=30
		Weiblich	n=34
	Kontrollgruppe	Männlich	n=18
		Weiblich	n=16

Zeitpunkt des Behandlungsbeginns: früh (11 Jahre oder jünger);
spät (älter als 11 Jahre)

Untersuchungsgruppe	Früh	n=39
	Spät	n=25
Kontrollgruppe	Früh	n=27
	Spät	n=7

Grundlage für den Vergleich waren Anfangs- und Endbefund, die anhand von FRS-Analysen erhoben wurden.

5.2) FRS-Analyse

Im gesamten Kollektiv kamen 342 Fernröntgen-Seitenbilder zur Auswertung. Diese wurden mit einem Flachbett-Scanner mit Durchlichteinheit (Agfa® Duo Scan 1200T) digitalisiert und mit tag interchance file format (TIFF) gespeichert. Zur Analyse wurde die Software OnyxCeph™, Version 2.7 der Firma Image Instruments, Chemnitz verwendet. Für diese Studie wurde ein individuelles Analyseprofil auf Grundlage der in einer Arbeit von Jonas (1984) analysierten Parameter zugrunde gelegt.

5.2.1) Bezugspunkte der FRS-Analyse

Kürzel	Bezeichnung	Bescheibung
S	Sellamitte	Mittelpunkt des größten Durchmessers der knöchernen Kontur der sella turcica
N	Nasion	Am weitesten anterior gelegener Punkt der sutura nasofrontalis in der Median-Sagittalebene
A	A-Punkt	Am weitesten dorsal gelegener Punkt der anterioren Kurvatur des Oberkiefer-Alveolarfortsatzes
B	B-Punkt	Am weitesten dorsal gelegener Punkt der apikalen Basis des Unterkiefers
Pog	Pogonion	Am weitesten ventral gelegener Punkt des knöchernen Kinns
Gn	Gnathion	Am weitesten ventral und und kaudal gelegener Punkt des knöchernen Kinns
Me	Menton	Am weitesten kaudal gelegener Punkt der Unterkiefersymphyse in der Median-Sagittalebene
Go	Gonion	Dorso-kaudaler Punkt des Unterkiefers; Anlagepunkt einer Tangente von Me an den horizontalen Unterkieferast
N´	Hautnasion	Am weitesten dorsal gelegener Punkt der Einziehung des Weichteilprofils über der Nasenwurzel
Ns	Nasenspitze	Ventraler Punkt der Weichteilnase
Col	Columella	Punkt am Übergang des geraden Anteils der Columella in die Konvexität der Nasenspitze
Sn	Subnasale	Weichteilpunkt am Schnittpunkt des Nasensteges mit dem Oberlippenweiß
Ss	Sulcus labialis superior	Größte Einziehung im Bereich des Philtrums
Ls	Labrale superius	Stärkste Vorwölbung der Oberlippe; Grenze des Oberlippenrots
Sto	Stomion	Mundspalte; Berührungspunkt von Oberlippe und Unterlippe
Li	Labrale inferius	Stärkste Vorwölbung der Unterlippe
Sm	Sulcus labialis inferior	Am weitesten dorsal gelegener Punkt in der Konvexität der Unterlippe
Pog´	Weichteilpogonion	Am weitesten ventral gelegener Punkt des Weichteilkinns
Gn´	Weichteilgnathion	Am weitesten ventral und kaudal gelegener Punkt des Weichteilkinns
Me´	Weichteilmenton	Am weitesten kaudal gelgener Punkt des Weichteilkinns
Ap1o	Apex des oberen 1ers	Wuzelspitze des am weitesten labial stehenden oberen Inzisivus
Is1o	Inzisalkante des oberen 1ers	Spitze der Inzisalkante des am weitesten labial stehenden oberen Inzisivus
Ap1u	Apex des unteren 1ers	Wurzelspitze des am weitesten labial stehenden unteren Inzisivus
Is1u	Inzisalkante des unteren 1ers	Spitze der Inzisalkante des am weitesten labial stehenden unteren Inzisivus

Tabelle 1: Darstellung der in der FRS-Analyse verwendeten Bezugspunkte

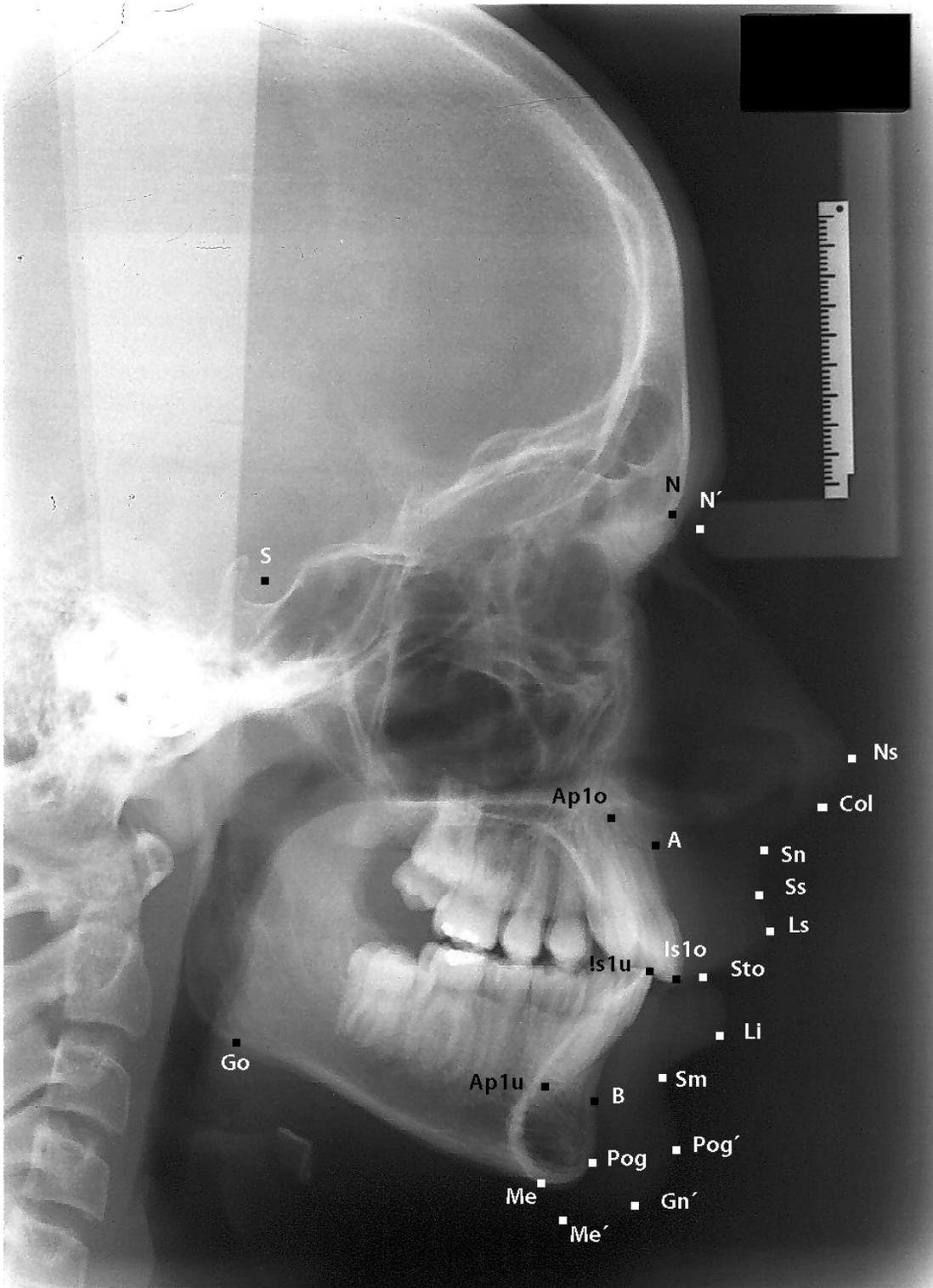


Abbildung 2: FRS-Bild mit den in der Studie verwendeten Bezugspunkten
(vgl. Tab. 1)

5.2.2) Skelettale Parameter der FRS-Analyse

Bezeichnung	Beschreibung
<p><SNA</p> <p>Mittelwerte: $82,01^{\circ} \pm 3,89^{\circ}$ (Erw.) $80,79^{\circ} \pm 3,85^{\circ}$ (Kinder)</p>	Bestimmt die anterior-posteriore Lage des Subspinale (A) zur vorderen Schädelbasis (S-N) und damit die Einlagerung der Maxilla in den Gesichtsschädel
<p><SNB</p> <p>Mittelwerte: $79,97^{\circ} \pm 3,69^{\circ}$ (Erw.) $78,02^{\circ} \pm 3,06^{\circ}$ (Kinder)</p>	Bestimmt die anterior-posteriore Lage des Supramentale (B) zur vorderen Schädelbasis (S-N) und damit die Einlagerung der Mandibula in den Gesichtsschädel
<p><SNPog</p> <p>Mittelwert: $82^{\circ} \pm 3^{\circ}$</p>	Bestimmt die anterior-posteriore Lage der Unterkieferbasis zur vorderen Schädelbasis, gebildet durch die Referenzlinien S-N und N-Pog.
<NAPog	Beschreibt die skelettale Gesichtskonvexität
A- NPog	Abstand des Subspinale zur Gesichtsebene (N-Pog); ein erhöhter Wert weist auf eine skelettale Klasse II hin
B- NPog	Abstand des Supramentale zur Gesichtsebene (N-Pog)
S-Go	Hinterer Gesichtshöhe; Länge der Strecke zwischen Sellapunkt und Gonionpunkt.
N-Me	Vorderer Gesichtshöhe; Länge der Strecke zwischen knöchernem Nasion und knöchernem Menton.
S-Go/N-Me	Verhältnis zwischen hinterer und vorderer Gesichtshöhe

Tabelle 2: Definition der skelettalen Parameter in der FRS-Analyse

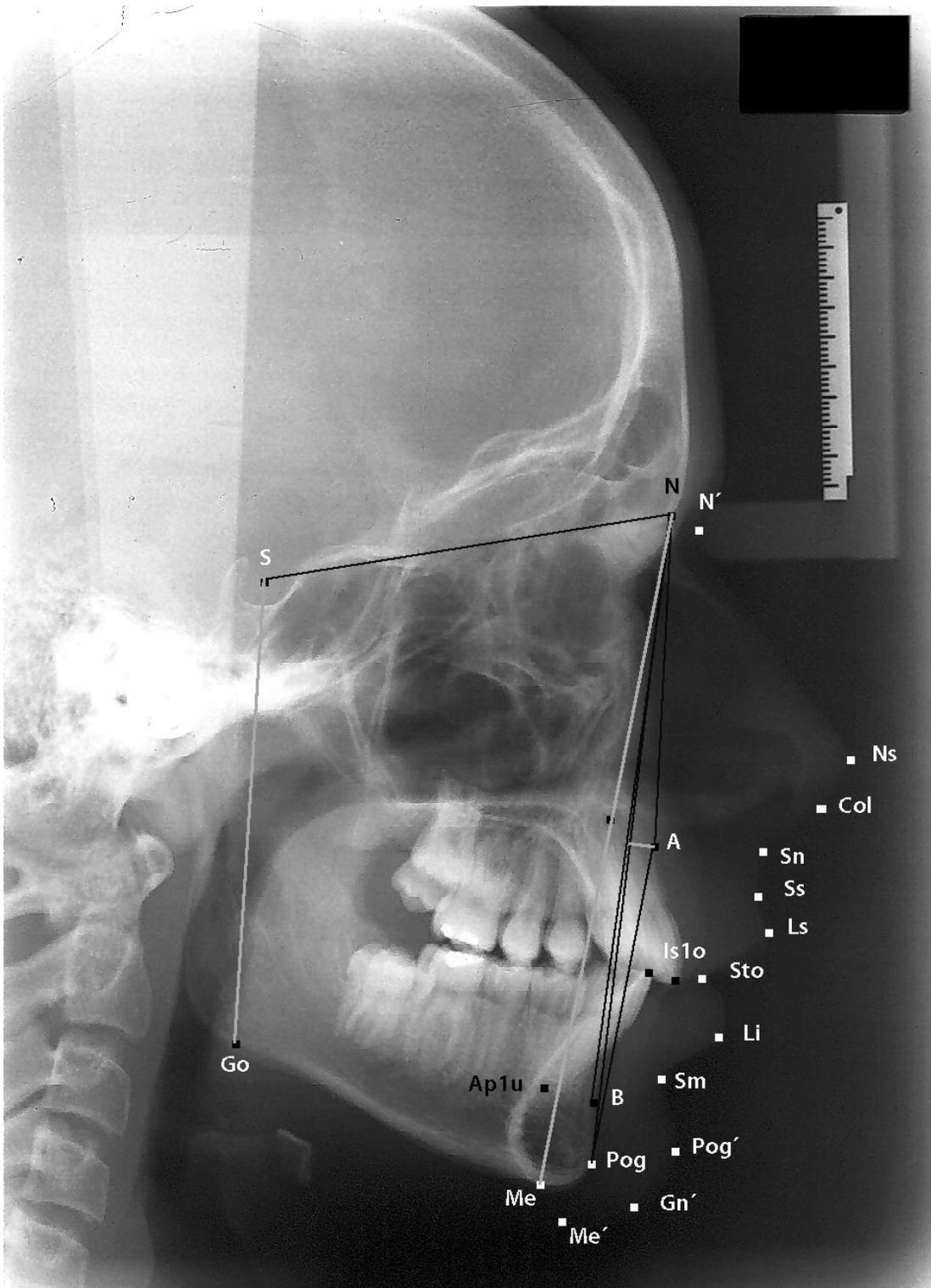


Abbildung 3: FRS-Bild mit den in der Studie verwendeten skelettalen Parametern;
 Messstrecken in grau dargestellt (vgl. Tab. 2)

5.2.3) Dentale Parameter im Verhältnis zu skelettalen Parametern in der FRS-Analyse

Bezeichnung	Beschreibung
<OK1-NPog	Winkel der Zahnachse des am weitesten labial stehenden oberen Schneidezahnes zur Linie N-Pog; bestimmt die Ante- bzw. die Retroinklination der oberen Front
<UK1-MeGo	Winkel der Zahnachse des am weitesten labial stehenden unteren Schneidezahnes zur Linie N-Pog; bestimmt die Achsenstellung der Schneidezähne des Unterkiefers zur Mandibularebene
Is1o- NPog	Abstand der Schneidekante des am weitesten labial stehenden oberen mittleren Schneidezahnes von der Referenzlinie N-Pog, bestimmt die Position der oberen Inzisivi zur Gesichtsebene
Is1u- NPog	Abstand der Schneidekante des am weitesten labial stehenden oberen mittleren Schneidezahnes von der Referenzlinie N-Pog; bestimmt die Position der unteren Inzisivi zur Gesichtsebene

Tabelle 3: Definition der dentalen Parameter zu skelettalen Bezugsebenen

Diese Parameter werden im Folgenden als „dental-skelettale Parameter“ bezeichnet.

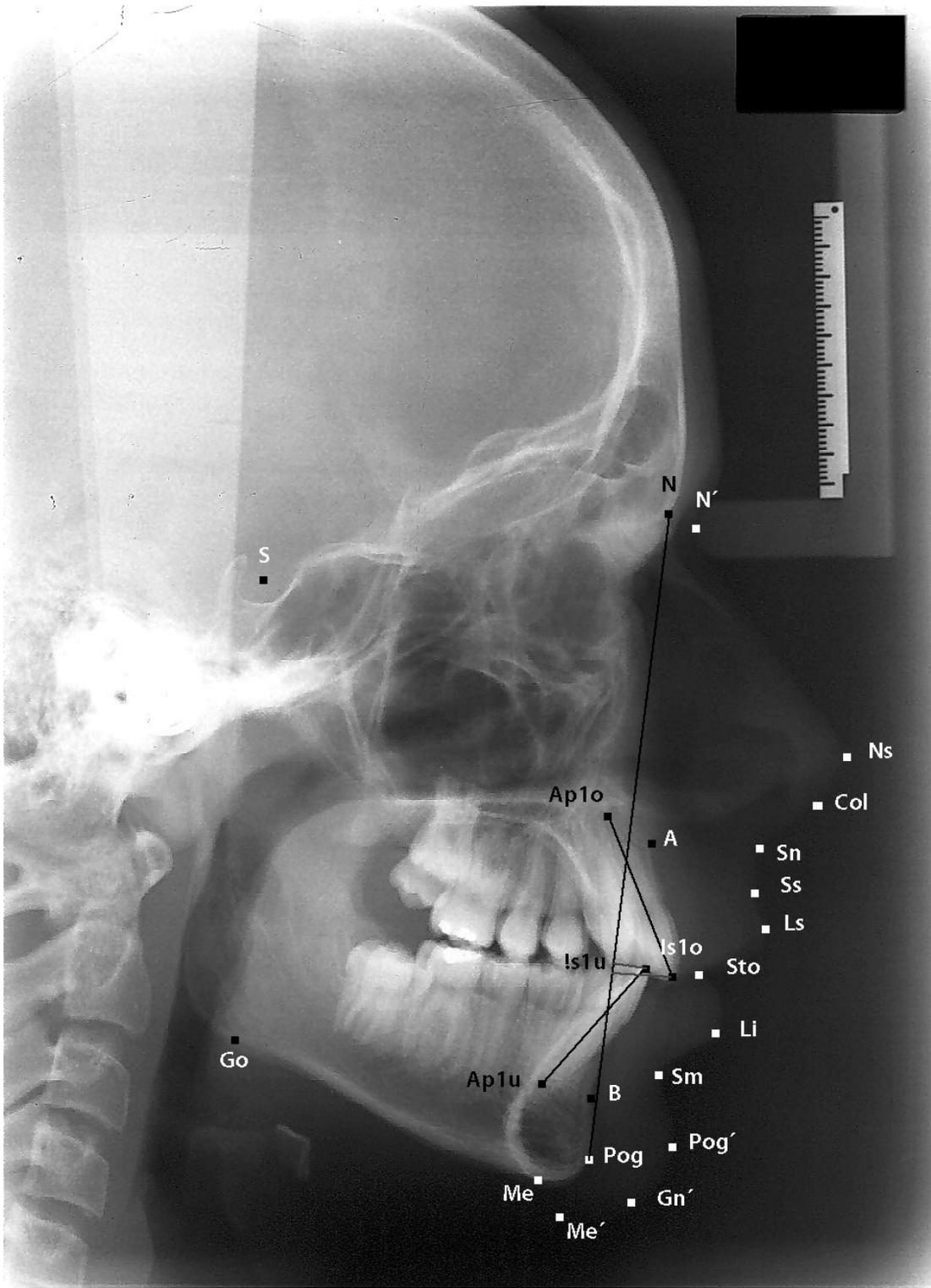


Abbildung 4: FRS-Bild mit den in der Studie verwendeten dental-skelettalen Parametern; Messstrecken in grau dargestellt (vgl. Tab. 3)

5.2.4) Weichteilparameter in der FRS-Analyse

Bezeichnung	Beschreibung
<N´-Sn-Pog´ Mittelwert 161°	Weichteilprofilwinkel; bestimmt das Ausmaß der Weichteilkonvexität, gebildet durch die Referenzlinien N´-Sn und Sn-Pog´
<N´-Ns-Pog´ Mittelwert: Männer: 137° Frauen: 133°	Gesamtprofilwinkel; bestimmt das Ausmaß der Konvexität des gesamten Profils, gebildet durch die Referenzlinien N´-Ns und Ns-Pog´
<Col-Sn-Ls Mittelwert: 109,8°	Nasolabialwinkel; Winkel zwischen Oberlippe und der Columella
<Sn-SS-Ls	Oberlippenprofilwinkel; beschreibt die Einziehung des sulcus labialis superior
<Pog´-Sm-Li	Unterlippenprofilwinkel; beschreibt die Einziehung des sulcus labialis inferior
Ls- NsPog´ Mittelwert -1 bis + 4 mm	Abstand der Oberlippe (Ls) von der Esthetic line (Ns-Pog´) als Maß für die Weichteilbalance zwischen Lippe und Profil
Li- NsPog´ Mittelwert 0 bis 2 mm	Abstand der Unterlippe (Li) von der Esthetic line (Ns-Pog´) als Maß für die Weichteilbalance zwischen Lippe und Profil
Sn-Sto	Strecke zwischen Subnasale und Stomion
Sto-Me´	Strecke zwischen Stomion und Menton molle
Sn-Sto/Sn-Me	„upper jaw height“; beschreibt das Verhältnis der Strecke Sn-Sto zur Strecke Sn-Me und ist ein Maß für das Verhältnis von Mittelgesichtslänge zur Gesamtlänge von Mittel- Untergesicht
Sto-Me/Sn-Me	„lower jaw height“; beschreibt das Verhältnis der Strecke Sto-Me zur Strecke Sn-Me und ist ein Maß für das Verhältnis von Untergesichtslänge zur Gesamtlänge von Mittel- und Untergesicht

Tabelle 4: Definitionen der Weichteilparameter in der FRS-Analyse

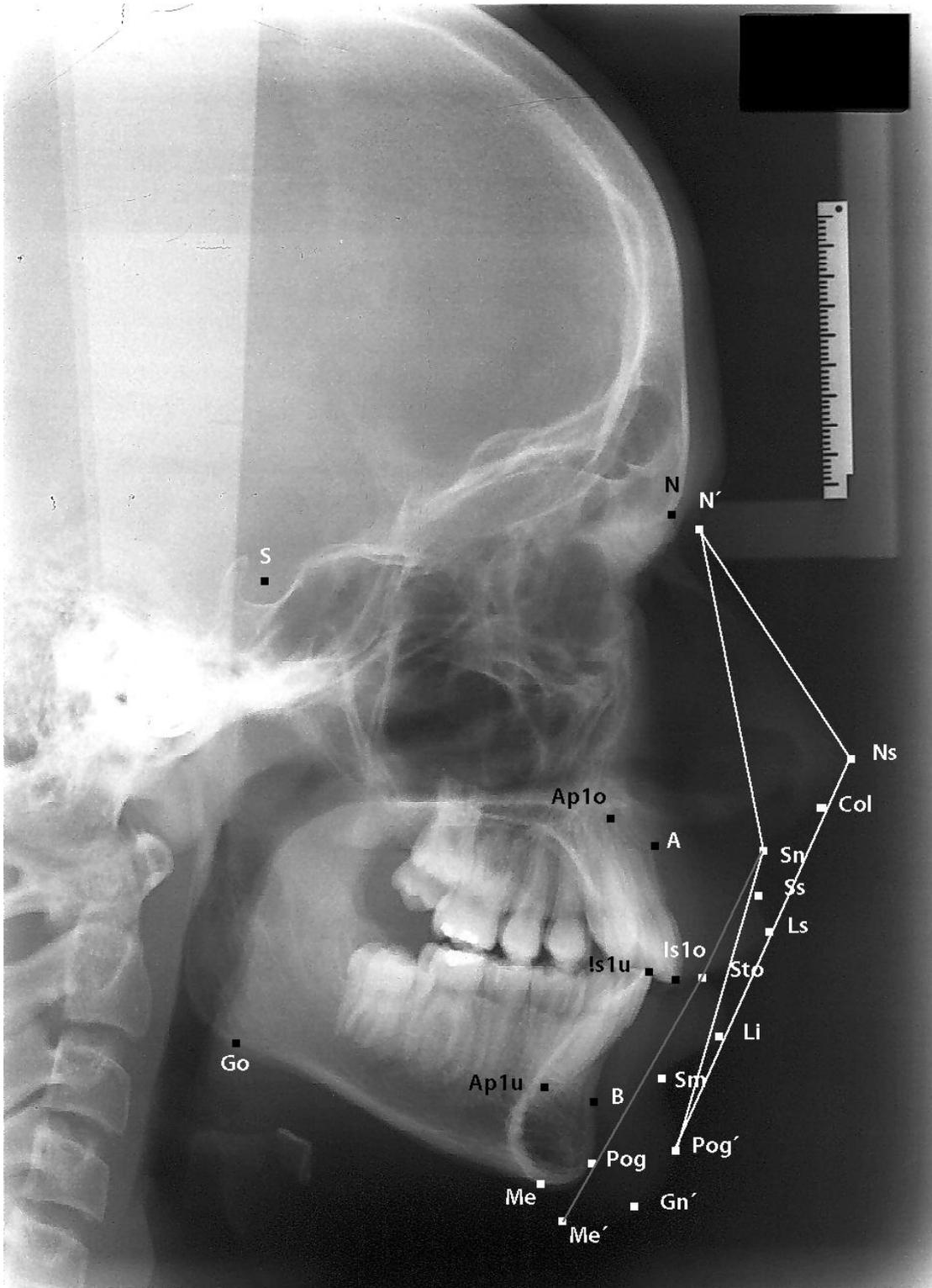


Abbildung 5.1: FRS-Bild mit den in der Studie verwendeten Weichteilparametern, hier $\langle N'-Sn-Pog' \rangle$, $\langle N'-Ns-Pog' \rangle$, $Sn-Sto$ und $Sto-Me'$; Messstrecken grau dargestellt (vgl. Tab. 4)

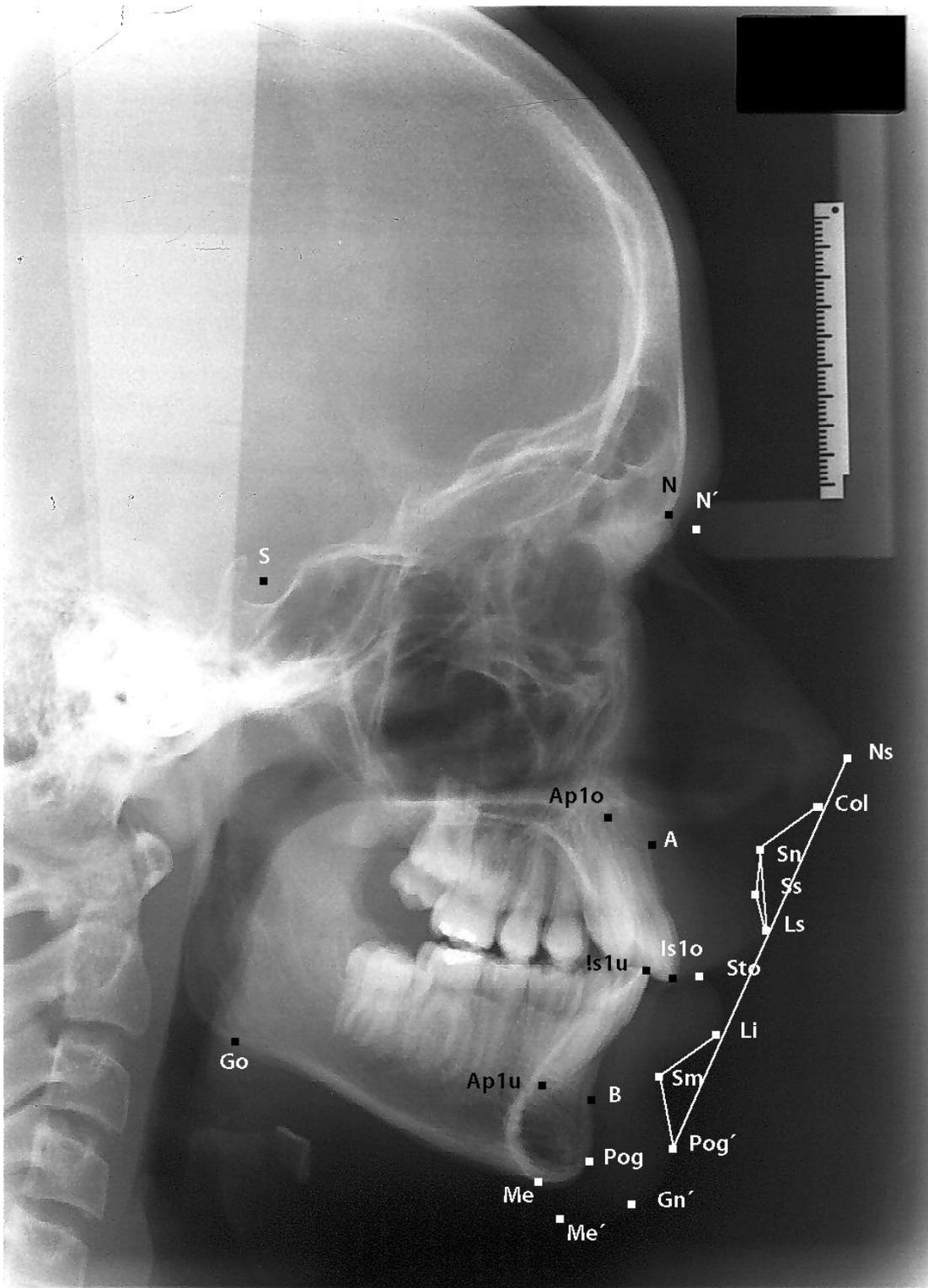


Abbildung 5.2: FRS-Bild mit den in der Studie verwendeten Weichteilparametern, hier $\langle \text{Col-Sn-Ls} \rangle$, $\langle \text{Sn-SS-Ls} \rangle$ und $\langle \text{Pog}'\text{-Sm-Li} \rangle$; die Strecken $\text{Ls-|NsPog}'$ und $\text{Li-|NsPog}'$ können hier nicht dargestellt werden, da sie in diesem FRS nahezu null sind (vgl. Tab. 4)

5.2.5) Weichteilparameter im Verhältnis zu skelettalen Parametern in der FRS-Analyse

Bezeichnung	Beschreibung
Ls- NPog	Abstand der Oberlippe (Ls) von der Referenzlinie N-Pog
Li- NPog	Abstand der Unterlippe (Li) von der Referenzlinie N-Pog
Ss- NPog	Abstand der tiefsten Einziehung des sulcus labialis superior von der Referenzlinie N-Pog
Sm- NPog	Abstand der tiefsten Einziehung des sulcus labialis inferior von der Referenzlinie N-Pog

Tabelle 5 : Definitionen der Strecken von Weichteilpunkten zur skelettalen Referenzlinie N-Pog

Diese Parameter werden im Folgenden als „Weichteil-Skelettale Parameter“ bezeichnet.

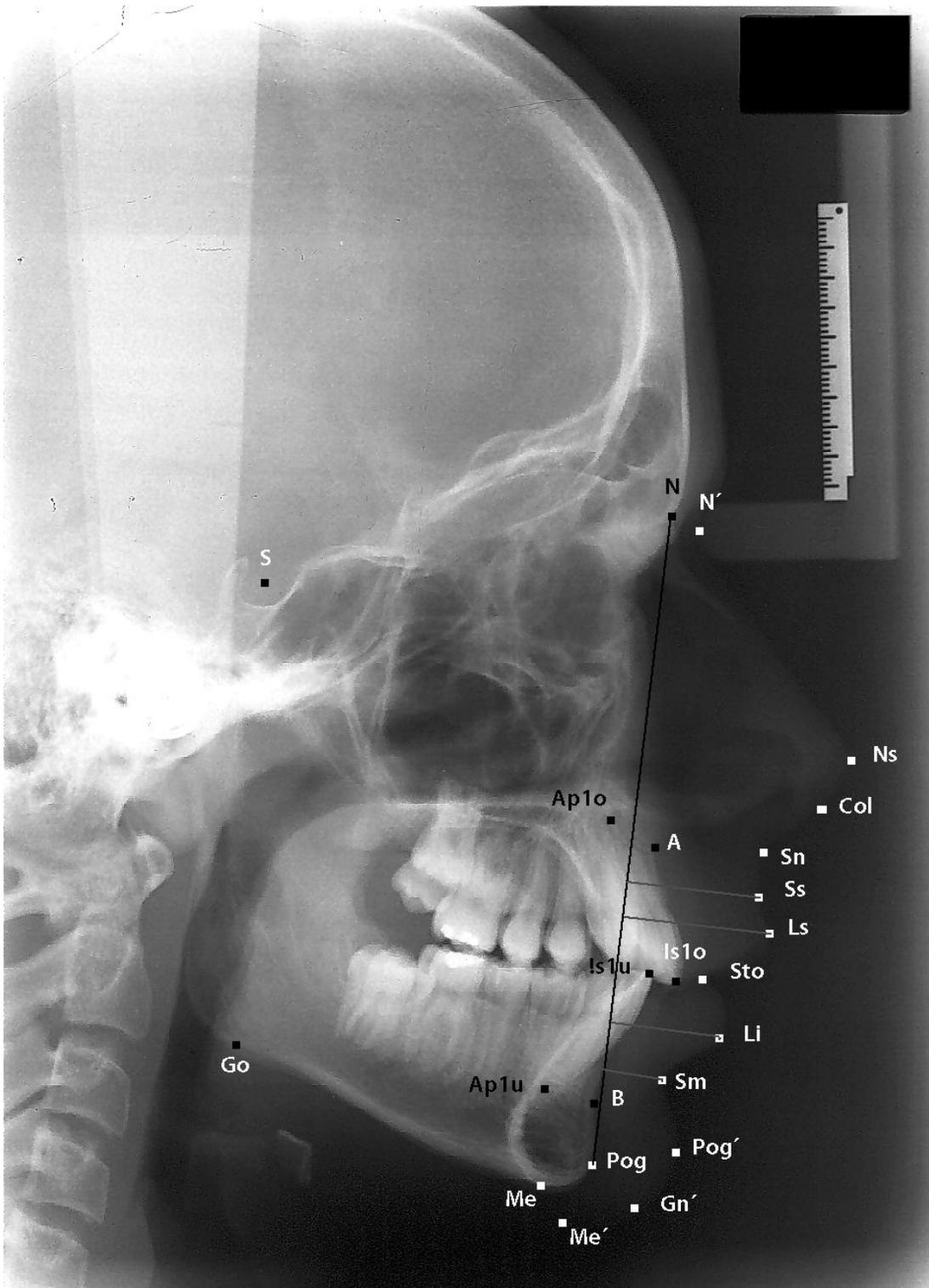


Abbildung 6: FRS-Bild mit den in der Studie verwendeten Weichteil-Skelettalen Parametern; Messstrecken in grau dargestellt (vgl. Tab.5)

5.3) Objektivitätstest

Zur Prüfung der Objektivität der Auswertung wurde ein zufällig ausgewähltes Bild aus der Untersuchungsgruppe einmal von zehn fachlich geeigneten Untersuchern befundet.

5.4) Reliabilitätstest

Zur Prüfung der Reliabilität der Auswertung wurde ein zufällig ausgewähltes Bild aus der Untersuchungsgruppe zehn Mal von demselben Untersucher im Abstand von drei Tagen befundet.

5.5) Statistik

5.5.1) Deskriptive Statistik

Es wurden die klassischen Methoden der beschreibenden Statistik verwendet. Hierzu wurden das Arithmetische Mittel sowie die Standardabweichung ermittelt.

5.5.2) Analytische Statistik

Zur Prüfung von Abhängigkeiten innerhalb der Analysegruppe wurde der t-Test für abhängige Stichproben verwendet.

Zur Überprüfung von Abhängigkeiten zwischen Analysegruppe und Kontrollgruppe wurde der t-Test für unabhängige Stichproben angewandt.

Für die Durchführung der t-Tests ist eine Normalverteilung der Messwerte notwendig. Daher wurde die Normalverteilung mittels Kolmogorov-Smirnov-Test festgestellt.

Zur Untersuchung der Korrelation zwischen den korrespondierenden Hart- und Weichgewebsveränderungen wurde die Korrelationsanalyse nach Pearson (einseitig) verwendet.

Für alle Tests wurden Signifikanzniveaus von $p < 0,05$ (*, gering signifikant), $p < 0,01$ (**, signifikant) und $p < 0,001$ (***, hoch signifikant) festgelegt.

6) Ergebnisse

6.1) Deskriptive Statistik

Bei den Mädchen betrug das durchschnittliche Alter bei Therapiebeginn 10,44 Jahre, bei Therapieende 14,65 Jahre. Die durchschnittliche Behandlungsdauer betrug 4,00 Jahre.

Bei den Jungen betrug das Durchschnittsalter bei Therapiebeginn 10,39 Jahre, bei Therapieende 15,72 Jahre. Die durchschnittliche Behandlung dauerte bei den Jungen 4,76 Jahre.

Das mittlere Alter in der Gruppe der Patienten mit frühem Behandlungsbeginn betrug bei Therapiestart 9,79 Jahre mit einer mittleren Behandlungszeit von 4,5 Jahren; in der Gruppe der Patienten mit spätem Behandlungsbeginn lag der Altersdurchschnitt bei Therapiebeginn bei 12,47 Jahren mit einer mittleren Behandlungsdauer von 3,93 Jahren.

6.2) Objektivitätsprüfung

Bei den Messwerten für <OK1-NPog, 1s1u-|NPog, Ls-|NsPog´ und A-NPog ergab sich eine Messungenauigkeit von mehr als 5%. Bei allen anderen bestimmten Parametern lag die Messungenauigkeit unter 5%.

6.3) Reliabilitätsprüfung:

Bei den Messwerten für A-|NPog, B-|NPog, Ls-|NPog Li-|NsPog´ und Sm-|NPog eine Messungenauigkeit von mehr als 5%. Bei allen anderen bestimmten Parametern lag die Messungenauigkeit unter 5%.

6.4) Kolmogorov-Smirnov-Test

Es ergab sich eine Normalverteilung der Messwerte im Kollektiv der untersuchten Untergruppen und der entsprechenden Kontrollgruppen.

6.5) Veränderungen im Kollektiv der Jungen

Tabelle 6 zeigt für das Kollektiv der Jungen die Mittelwerte und Standardabweichungen der bestimmten Parameter zu Behandlungsbeginn (T0) und Behandlungsende (TE), die daraus resultierenden Signifikanzniveaus sowie die Differenz und die Signifikanz der Veränderungen zwischen Untersuchungsgruppe und Kontrollgruppe.

6.5.1) Veränderungen der skelettalen Parameter

<SNA wird gering signifikant kleiner ($p < 0,05$), <SNPog wird gering signifikant größer ($P < 0,05$), <NAPog wird hoch signifikant größer ($p < 0,001$), A-|NPog wird signifikant kleiner ($p < 0,01$), B-|NPog wird gering signifikant kleiner ($p < 0,05$), S-Go wird hoch signifikant größer ($p < 0,001$), N-Me wird hoch signifikant größer ($p < 0,001$), S-Go/N-Me wird ebenfalls hoch signifikant größer ($p < 0,001$).

Im Vergleich mit der Kontrollgruppe sind die Veränderungen des S-Go/N-Me hoch signifikant größer ($p < 0,001$).

6.5.2) Veränderungen der kombinierten dental-skelettalen Parameter

<OK1-NPog wird gering signifikant kleiner ($p < 0,05$), <UK1-MeGo wird hoch signifikant größer ($p < 0,001$). Is1u-|NPog wird gering signifikant größer ($p < 0,05$). Im Vergleich mit den Veränderungen in der Kontrollgruppe treten bei den dental-skelettalen Parametern keine signifikanten Veränderungen auf.

6.5.3) Veränderungen der Weichteilparameter

<N'-Ns-Pog' wird signifikant kleiner ($p < 0,01$), <Pog'-Sm-Li wird signifikant größer ($p < 0,01$). Ls-|NsPog' wird hoch signifikant kleiner ($p < 0,001$), Li-|NsPog' wird ebenfalls hoch signifikant kleiner ($p < 0,001$). Sto-Me' wird signifikant größer ($p < 0,01$), Sn-Sto'*100/Sn-Me' wird gering signifikant kleiner ($p < 0,05$) und Sto-Me'*100/Sn-Me' wird gering signifikant größer ($p < 0,05$)

Im Vergleich mit der Kontrollgruppe wird Ls-|NsPog' hoch signifikant kleiner ($p < 0,001$), während Li-|NsPog' gering signifikant kleiner wird ($p < 0,05$).

6.5.4) Veränderungen der kombinierten Weichteil-skelettalen Parameter

Ss-|NPog wird gering signifikant größer ($p < 0,05$), Sm-|NPog wird signifikant größer ($p < 0,01$).

Im Vergleich mit der Kontrollgruppe ergeben sich keine signifikanten Differenzen.

	Gruppe	T0	SD	TE	SD	Sign.	Δ	Sign. Δ
Skelettale Parameter								
<SNA	U	81,18	3,90	80,03	4,02	*	-1,1485	-
	K	78,93	3,97	79,50	4,08	-	0,5729	-
<SNB	U	76,24	3,04	77,02	3,79	-	0,7788	-
	K	74,95	3,24	76,10	3,92	*	1,1553	-
<SNPog	U	77,49	3,16	78,48	4,10	*	0,9873	-
	K	75,99	3,46	77,39	4,05	**	1,4001	-
<NAPog	U	171,94	4,57	174,61	3,70	***	2,6726	-
	K	171,81	4,12	174,55	3,58	*	2,7358	-
A- NPog	U	3,05	2,66	1,56	2,71	**	-1,4981	-
	K	2,21	3,31	1,94	2,26	-	-0,2762	-
B- NPog	U	-1,92	1,19	-2,41	1,13	*	-0,4814	-
	K	-1,36	1,33	-2,04	1,01	*	-0,6737	-
S-Go	U	69,10	5,45	79,13	5,89	***	10,028	-
	K	59,21	26,31	71,07	6,96	-	11,860	-
N-Me	U	106,39	6,34	110,08	7,19	***	10,689	-
	K	90,48	39,89	109,82	10,80	*	19,344	-
<u>S-Go*100</u> N-Me	U	65,09	5,43	67,76	5,64	***	2,6671	***
	K	65,21	3,93	64,86	4,73	-	-0,318	-
Dental-skelettale Parameter								
<OK1-NPog	U	26,19	7,80	23,43	5,74	*	-2,7670	-
	K	25,12	7,05	26,57	4,97	-	1,4498	-
<UK1-MeGo	U	95,72	6,64	100,26	5,49	***	-4,5392	-
	K	96,40	7,03	98,65	5,85	-	-2,2479	-
Is1o- NPog	U	7,95	3,06	7,20	2,57	-	-0,7486	-
	K	6,56	5,15	7,12	3,01	-	0,5682	-
Is1u- NPog	U	2,44	2,65	3,54	2,53	*	1,0970	-
	K	2,56	3,61	3,35	3,13	-	0,7995	-
Weichteilparameter								
<N'-Sn-Pog´	U	156,21	6,81	158,02	5,79	-	1,8108	-
	K	159,78	6,80	158,00	5,14	-	-1,7742	-
<N'-Ns-Pog´	U	125,59	4,73	122,69	4,89	**	-2,8931	-
	K	128,65	5,17	125,72	4,97	-	-2,9284	-
<Col-Sn-Ls	U	108,48	14,01	111,69	11,32	-	3,2132	-
	K	110,66	9,48	106,35	9,67	-	-4,3022	-
<Sn-SS-Ls	U	148,12	9,52	148,43	7,62	-	0,3130	-
	K	149,40	5,14	146,51	7,02	-	-2,8982	-
<Pog´-Sm-Li	U	116,91	14,41	126,75	15,60	**	9,8352	-
	K	118,91	20,03	123,21	15,65	-	4,3074	-
Ls- NsPog´	U	-1,28	2,89	-4,77	2,90	***	-3,4828	***
	K	-1,69	2,02	-1,71	2,60	-	-0,277	-
Li- NsPog´	U	0,55	2,87	-2,08	2,78	***	-2,6333	*
	K	0,81	2,59	-0,0063	2,45	-	-0,8187	-
Sn-Sto	U	18,78	2,60	19,06	2,89	-	0,2833	-
	K	17,14	8,03	19,67	3,06	-	2,5292	-
Sto-Me´	U	39,61	4,08	43,88	4,16	***	4,2700	-
	K	34,73	15,93	41,44	3,66	-	6,7094	-
<u>Sn-Sto´*100</u> Sn-Me´	U	32,15	3,21	30,25	3,37	*	-1,8946	-
	K	32,93	2,99	32,11	3,45	-	-0,8163	-
<u>Sto-Me´*100</u> Sn-Me´	U	67,85	3,32	69,75	3,37	*	1,8964	-
	K	67,07	2,99	67,87	3,44	-	0,8162	-

Weichteil-Skelettale Parameter								
Ls- NPog	U	19,66	3,12	19,85	2,66	-	0,1889	-
	K	16,36	8,11	19,52	3,57	-	3,1651	-
Li- NPog	U	15,51	2,87	16,03	2,62	-	0,5232	-
	K	14,03	7,37	15,12	2,26	-	1,0892	-
Ss- NPog	U	16,48	2,98	17,44	2,60	*	0,9585	-
	K	13,87	7,15	15,93	3,24	-	2,0596	-
Sm- NPog	U	7,79	2,49	9,01	2,26	**	1,2172	-
	K	6,98	4,09	7,74	1,42	-	0,7562	-

Tabelle 6: Mittelwerte und Standardabweichungen bei den Jungen ($n = 30$) und der entsprechenden Kontrollgruppe ($n = 18$) sowie Differenz (Δ) zwischen Behandlungsbeginn (T_0) und Behandlungsende (T_E) und deren Signifikanz (Sign. Δ) im Vergleich zwischen Untersuchungs- und Kontrollgruppe; Angaben der Winkel in Grad und der Strecken in mm

6.5.5) Korrelationen der Veränderungen der Weichgewebs-assoziierten Parameter zu denen der skelettalen und der kombiniert dental skelettalen Parametern

Tabelle 7 zeigt die Signifikanzniveaus der Korrelationen der Weichgewebeparameter zu den Veränderungen der Hartgewebeparameter bei Jungen.

<N'-Sn-Pog' korreliert gering signifikant mit <SNB, <SNPog, <NAPog und <UK1MeGo ($p < 0,05$).

<Col-Sn-Ls korreliert gering signifikant mit N-Me, S-Go/N-Me ($p < 0,05$) sowie signifikant mit <UK1MeGo ($p < 0,01$).

<Pog'-Sm-Li korreliert signifikant mit N-Me, S-Go/N-Me und <UK1MeGo ($p < 0,01$).

Ls-|NsPog' korreliert gering signifikant mit <SNPog und S-Go ($p < 0,05$) sowie signifikant mit <NAPog ($p < 0,01$).

Li-|NsPog' korreliert gering signifikant mit <SNPog und SGo ($p < 0,05$) sowie signifikant mit S-Go/N-Me ($p < 0,01$).

Sn-Sto korreliert gering signifikant mit N-Me ($p < 0,05$), Sto-Me' korreliert gering signifikant mit S-Go/N-Me und <UK1MeGo ($p < 0,05$) sowie hoch signifikant mit N-Me ($p < 0,001$).

Ls-|NPog korreliert gering signifikant mit <SNPog, S-Go und S-Go/N-Me ($p < 0,05$) sowie hoch signifikant mit <NAPog ($p < 0,001$).

Li-|NPog korreliert gering signifikant mit S-Go ($p < 0,05$), signifikant mit <NAPog ($p < 0,01$) sowie hoch signifikant mit S-Go/N-Me ($p < 0,001$).

Ss-|NPog korreliert gering signifikant mit <SNPog und SGo ($p < 0,05$) sowie hoch signifikant mit <NAPog ($p < 0,001$).

Sm-|NPog korreliert gering signifikant mit N-Me ($p < 0,05$) und signifikant mit <NAPog bzw. S-Go/N-Me ($p < 0,01$).

	Gruppe	Skelettale Parameter							Dentale-Skelettale Parameter	
		<SNA	<SNB	<SNPog	<NAPog	S-Go	N-Me	$\frac{S-Go}{N-Me}$	<OK1NPog	<UK1MeGo
Weichteilparameter										
<N'-Sn-Pog'	U	-	*	*	*	-	-	-	-	*
	K	-	*	*	**	-	-	*	-	**
<N'-Ns-Pog'	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	*	-	-	-	-	**
<Col-Sn-Ls	U	-	-	-	-	-	*	*	-	**
	K	-	-	-	-	-	-	*	-	-
<Sn-SS-Ls	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<Pog'-Sm-Li	U	-	-	-	-	-	**	**	-	**
	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ls- NsPog'	U	-	-	*	**	*	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	-	-	*
Li- NsPog'	U	-	-	*	-	*	-	**	-	-
	K	-	*	**	*	-	-	*	**	**
Sn-Sto	U	-	-	-	-	-	*	-	-	-
	K	-	-	-	-	***	***	-	-	-
Sto-Me'	U	-	-	-	-	-	***	*	-	*
	K	-	-	-	-	***	***	-	-	-
$\frac{Sn-Sto}{Sn-Me'}$	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\frac{Sto-Me'*100}{Sn-Me'}$	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Weichteil-Skelettale Parameter										
Ls- NPog	U	-	-	*	***	*	-	*	-	-
	K	-	-	-	-	***	***	-	-	-
Li- NPog	U	-	-	-	**	*	-	***	-	-
	K	-	-	-	*	***	***	-	*	-
Ss- NPog	U	-	-	*	***	*	-	-	-	-
	K	-	-	-	*	***	***	*	-	-
Sm- NPog	U	-	-	-	**	-	*	**	-	-
	K	-	-	-	*	***	***	-	*	-

Tabelle 7: Signifikanzniveau der Korrelation der Weichteilveränderung zu den skelettalen und dentalen Veränderungen bei den Jungen der Untersuchungsgruppe ($n = 30$) und der entsprechenden Kontrollgruppe ($n = 7$)

6.6) Veränderungen im Kollektiv der Mädchen

Tabelle 8 zeigt für das Kollektiv der Mädchen die Mittelwerte und Standardabweichungen der bestimmten Parameter zu Behandlungsbeginn (T0) und Behandlungsende (TE), die daraus resultierenden Signifikanzniveaus sowie die Differenz und die Signifikanz der Veränderungen zwischen Untersuchungsgruppe und Kontrollgruppe.

6.6.1) Veränderungen der skelettalen Parameter

<SNPog und <NAPog werden gering signifikant größer ($p < 0,05$). A-|NPog wird gering signifikant kleiner ($p < 0,05$). S-Go und N-Me werden hoch signifikant größer ($p < 0,001$), während SGo*100/N-Me signifikant größer ($p < 0,01$) wird.

Im Vergleich mit der Kontrollgruppe sind die Veränderungen von <SNA sowie von A-|NPog gering signifikant ($p < 0,05$).

6.6.2) Veränderungen der kombinierten dental-skelettalen Parameter

<OK1-NPog wird signifikant kleiner ($p < 0,05$), während <UK1-MeGo hoch signifikant größer wird ($p < 0,001$). Is1o-|NPog wird hoch signifikant kleiner ($p < 0,001$), Is1u-|NPog wird signifikant größer ($p < 0,01$).

Im Vergleich mit der Kontrollgruppe verändern sich die Werte für <UK1-MeGo und Is1o-|NPog gering signifikant ($p < 0,05$).

6.6.3) Veränderungen der Weichteilparameter

<N'-Sn-Pog' und <Col-Sn-Ls werden gering signifikant größer ($p < 0,05$), Ls-|NsPog' und Li-|NsPog' werden hoch signifikant kleiner ($p < 0,001$). Sto-Me' wird hoch signifikant größer ($p < 0,001$), Sn-Sto/Sn-Me' wird signifikant kleiner ($p < 0,01$) und Sto-Me'/Sn-Me' wird signifikant größer ($p < 0,01$).

Im Vergleich mit der Kontrollgruppe sind die Veränderungen von Li-|NsPog' gering signifikant ($p < 0,05$) und die Veränderungen von Ls-|NsPog' signifikant ($p < 0,01$).

6.6.4) Veränderungen der kombinierten Weichteil-skelettalen Parameter

Es ergeben sich keine signifikanten Differenzen der Parameter zwischen T0 und TE; desweiteren ergeben sich keine Signifikanzen im Vergleich mit der Kontrollgruppe.

	Gruppe	T0	SD	TE	SD	Sign.	Δ	Sign. Δ
Skelettale Parameter								
<SNA	U	79,89	3,86	79,49	3,57	-	-0,4009	*
	K	79,64	2,33	81,28	5,27	-	1,6403	
<SNB	U	75,84	2,92	76,50	2,75	-	0,6581	-
	K	76,08	3,62	77,67	5,35	-	1,5945	
<SNPog	U	77,08	2,66	77,81	2,67	*	0,7303	-
	K	77,35	4,00	78,80	5,30	*	1,4489	
<NAPog	U	172,90	4,56	174,53	3,97	*	1,6285	-
	K	173,11	4,08	173,55	3,95	-	0,4336	
A- NPog	U	2,46	2,58	1,58	2,75	*	-0,8699	*
	K	1,86	2,75	2,27	2,71	-	0,4218	
B- NPog	U	-1,84	1,42	-2,09	1,59	-	-0,2480	-
	K	-1,81	1,04	-1,69	1,68	-	0,1219	
S-Go	U	66,97	5,63	73,53	5,14	***	6,5542	-
	K	64,67	14,69	70,37	7,76	-	5,6981	
N-Me	U	105,47	8,08	113,23	7,92	***	7,7588	-
	K	100,60	21,93	107,40	10,02	-	6,8008	
<u>SGo*100</u> N-Me	U	63,55	3,55	65,07	4,26	**	1,5240	-
	K	64,27	5,44	65,61	5,17	**	1,3473	
Dental-skelettale Parameter								
<OK1-NPog	U	27,52	5,97	24,89	5,57	*	-2,6310	-
	K	23,84	4,75	20,88	5,27	*	-2,9665	
<UK1-MeGo	U	93,78	7,31	98,15	7,97	***	-4,3689	*
	K	91,48	8,88	92,51	7,75	-	-1,0273	
Is1o- NPog	U	8,77	3,17	6,82	3,71	***	-1,9492	*
	K	6,03	3,10	6,25	3,87	-	0,2199	
Is1u- NPog	U	2,79	2,92	3,57	3,23	**	0,7789	-
	K	1,54	3,01	2,45	3,72	-	0,9070	
Weichteilparameter								
<N´-Sn-Pog´	U	158,72	5,86	160,54	5,38	*	1,8169	-
	K	159,25	4,52	161,23	5,59	-	1,9809	
<N´-Ns-Pog´	U	126,17	4,49	124,91	4,33	-	-1,2645	-
	K	127,31	3,42	127,93	5,46	-	0,6238	
<Col-Sn-Ls	U	102,16	12,50	107,78	9,48	*	5,6083	-
	K	111,01	8,60	110,38	9,49	-	-0,6367	
<Sn-SS-Ls	U	146,12	9,26	145,83	6,61	-	-0,2939	-
	K	145,43	7,31	148,73	4,11	-	3,2990	
<Pog´-Sm-Li	U	127,10	15,17	129,93	14,59	-	2,8266	-
	K	131,35	14,34	134,87	15,11	-	3,5271	
Ls- NsPog´	U	-2,01	2,45	-4,69	2,27	***	-2,6799	**
	K	-3,45	2,48	-3,79	2,52	-	-0,3434	
Li- NsPog´	U	-0,31	2,84	-2,15	2,50	***	-1,8438	*
	K	-1,52	2,92	-1,46	2,90	-	0,0671	
Sn-Sto	U	19,11	2,62	18,87	2,84	-	-0,2369	-
	K	19,23	4,81	19,31	2,87	-	0,0821	
Sto-Me´	U	41,81	4,57	45,08	4,85	***	3,2771	-
	K	39,27	8,77	41,86	5,05	-	2,5839	
<u>Sn-Sto´*100</u> Sn-Me´	U	31,39	3,18	29,47	2,89	**	-1,9145	-
	K	32,83	2,68	31,60	4,01	-	-1,2293	
<u>Sto-Me´*100</u> Sn-Me´	U	68,61	3,18	70,53	2,89	**	1,9145	-
	K	67,17	2,64	68,40	4,01	-	1,2293	

Weichteil-Skelettale Parameter								
Ls- NPog	U	19,25	2,89	18,34	3,19	-	-0,8971	-
	K	17,15	4,47	17,94	4,04	-	0,7986	-
Li- NPog	U	15,56	3,90	15,31	3,34	-	-0,2417	-
	K	13,28	4,37	13,96	3,48	-	0,8606	-
Ss- NPog	U	15,65	2,79	15,59	3,09	-	-0,0599	-
	K	14,58	3,93	15,49	4,04	-	0,9134	-
Sm- NPog	U	8,94	2,42	8,91	2,84	-	-0,0347	-
	K	7,90	2,54	7,98	2,42	-	0,0684	-

Tabelle 9: Mittelwerte und Standardabweichungen bei den Mädchen (n = 34) und der entsprechenden Kontrollgruppe (n = 16) sowie Differenz (Δ) zwischen Behandlungsbeginn (T0) und Behandlungsende (TE) und deren Signifikanz (Sign. Δ) im Vergleich zwischen Untersuchungs- und Kontrollgruppe; Angaben der Winkel in Grad und der Strecken in mm

6.6.5) Korrelationen der Veränderungen der Weichgewebs-assoziierten Parameter zu denen der skelettalen und der kombiniert dental-skelettalen Parametern

Tabelle 9 zeigt die Signifikanzniveaus der Korrelationen der Weichgewebeparameter zu den Veränderungen der Hartgewebeparameter beim weiblichen Geschlecht.

<N`-SN-Pog´ korreliert gering signifikant mit <NAPog und SGo ($p < 0,05$) sowie signifikant mit <UK1MeGo ($p < 0,01$).

<N`-Ns-Pog´ korreliert gering signifikant mit <SNA und <NAPog ($p < 0,05$).

<Col-Sn-Ls korreliert gering signifikant mit S-Go ($p < 0,05$).

<Pog´-Sm-Li korreliert signifikant mit S-Go/N-Me ($p < 0,01$) und gering signifikant mit <UK1MeGo ($p < 0,05$).

Ls-|NsPog´ korreliert gering signifikant mit <UK1MeGo ($p < 0,05$) und signifikant mit <NAPog ($p < 0,01$).

Li-|NsPog´ korreliert signifikant mit <SNA ($p < 0,01$).

Sn-Sto korreliert gering signifikant mit SGo ($p < 0,05$) und signifikant mit N-Me ($p < 0,01$).

Sn-Sto´/Sn-Me´ und Sto-Me´/Sn-Me´ korrelieren gering signifikant mit <SNPog und <NAPog ($p < 0,05$).

Sto-Me´ korreliert gering signifikant mit <SNPog ($p < 0,05$), signifikant mit <SNB ($p < 0,01$) und hoch signifikant mit S-Go und N-Me ($p < 0,001$).

Ls-|NPog korreliert hoch signifikant mit <SNA ($p < 0,001$), signifikant mit <NAPog ($p < 0,01$) sowie gering signifikant mit NMe und <UK1MeGo ($p < 0,05$).

Li-|NPog korreliert signifikant mit <SNA, SGo und NMe ($p < 0,01$) und gering signifikant mit <SNB ($p < 0,05$).

Ss-|NPog korreliert signifikant mit <SNA und <NAPog ($p < 0,01$) sowie gering signifikant mit <UK1MeGo ($p < 0,05$).

Sm-|NPog korreliert hoch signifikant mit <SNA ($p < 0,001$), signifikant mit <SNB und NMe ($p < 0,01$) und gering signifikant mit <NAPog und SGo ($p < 0,05$).

	Gruppe	Skelettale Parameter							Dentale/skelettale Parameter	
		<SNA	<SNB	<SNPog	<NAPog	S-Go	N-Me	S-Go N-Me	<OK1NPog	<UK1MeGo
Weichteilparameter										
<N´-SN-Pog´	U	-	-	-	*	*	-	-	-	**
	K	-	-	-	-	-	-	-	-	*
<N´-Ns-Pog´	U	*	-	-	*	-	-	-	-	-
	K	*	-	-	-	-	-	*	-	*
<Col-Sn-Ls	U	-	-	-	-	*	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<Sn-SS-Ls	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<Pog´-Sm-Li	U	-	-	-	-	-	-	**	-	*
	K	-	-	-	-	-	-	-	-	*
Ls- NsPog´	U	-	-	-	**	-	-	-	-	*
	K	-	-	-	-	-	*	-	-	*
Li- NsPog´	U	**	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	-	-	*
Sn-Sto	U	-	-	-	-	*	**	-	-	-
	K	-	-	-	-	***	***	-	*	-
Sto-Me´	U	-	**	*	-	***	***	-	-	-
	K	-	-	-	-	***	***	-	**	-
<u>Sn-Sto´*100</u> <u>Sn-Me´</u>	U	-	-	*	*	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Sto-Me´*100</u> <u>Sn-Me´</u>	U	-	-	*	*	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Weichteil-Skelettale Parameter										
Ls- NPog	U	***	-	-	**	-	*	-	-	*
	K	*	-	-	-	**	***	-	*	-
Li- NPog	U	**	*	-	-	**	**	-	-	-
	K	-	-	-	-	**	***	-	-	-
Ss- NPog	U	**	-	-	**	-	-	-	-	*
	K	*	-	-	-	**	***	-	-	-
Sm- NPog	U	***	**	-	*	*	**	-	-	-
	K	-	-	-	-	**	***	-	*	-

Tabelle 9: Signifikanzniveau der Korrelation der Weichteilveränderung zu den skelettalen und dentalen Veränderungen der Mädchen der Untersuchungsgruppe ($n = 35$) und der entsprechenden Kontrollgruppe ($n = 16$)

6.7) Veränderungen im Kollektiv der Patienten mit frühem Behandlungsbeginn

Tabelle 10 zeigt für das Kollektiv der Patienten mit frühem Behandlungsbeginn die Mittelwerte und Standardabweichungen der bestimmten Parameter zu Behandlungsbeginn (T0) und Behandlungsende (TE), die daraus resultierenden Signifikanzniveaus sowie die Differenz und die Signifikanz der Veränderungen zwischen Untersuchungsgruppe und Kontrollgruppe.

6.7.1) Veränderungen der skelettalen Parameter

\angle SNB und \angle SNPog werden signifikant größer ($p < 0,01$); \angle NAPog, S-Go, N-Me und $SGo \cdot 100 / N-Me$ werden hoch signifikant größer ($p < 0,001$). B-|NPog wird gering signifikant kleiner ($p < 0,05$), A-|NPog wird hoch signifikant kleiner ($p < 0,001$). Im Vergleich mit der Kontrollgruppe sind die Veränderungen von \angle SNA und $SGo / N-Me$ gering signifikant ($p < 0,05$) und die Veränderungen von A-|NPog signifikant ($p < 0,01$).

6.7.2) Veränderungen der kombinierten dental-skelettalen Parameter

\angle OK1-NPog wird gering signifikant kleiner ($p < 0,05$), während \angle UK1-MeGo hoch signifikant größer wird ($p < 0,001$). Is1u-|NPog wird signifikant größer und Is1o-NPog wird signifikant kleiner ($p < 0,01$).

Im Vergleich mit der Kontrollgruppe wird \angle UK1-MeGo signifikant größer ($p < 0,01$) und Is1o-NPog signifikant kleiner ($p < 0,001$).

6.7.3) Veränderungen der Weichteilparameter

\angle N'-Sn-Pog' und \angle Pog'-Sm-Li werden gering signifikant größer ($p < 0,05$), \angle N'-Ns-Pog' wird signifikant kleiner ($p < 0,01$), Ls-|NsPog' und Li-|NsPog' werden hoch signifikant kleiner ($p < 0,001$). Sto-Me' wird hoch signifikant größer ($p < 0,001$); $Sn-Sto' \cdot 100 / Sn-Me'$ wird signifikant kleiner ($p < 0,01$), während $Sto-Me' \cdot 100 / Sn-Me'$ signifikant größer wird ($p < 0,01$). Im Vergleich mit der Kontrollgruppe wird Ls-|NsPog' hoch signifikant ($p < 0,001$) und Li-|NsPog' gering signifikant kleiner ($p < 0,05$).

6.7.4) Veränderungen der kombinierten Weichteil-skelettalen Parameter

Ls-|NPog wird im Vergleich mit der Kontrollgruppe gering signifikant kleiner ($p < 0,05$). Ansonsten ergaben sich bei den kombinierten Weichteil-skelettalen Parametern keine signifikanten Veränderungen.

	Gruppe	T0	SD	TE	SD	Sign.	Δ	Sign. Δ
Skelettale Parameter								
<SNA	U	80,25	4,05	79,49	3,49	-	-0,7493	*
	K	79,41	3,25	80,54	4,97	-	1,1263	
<SNB	U	75,76	2,88	76,70	3,16	**	0,9415	-
	K	75,70	3,57	77,26	4,89	**	1,5611	
<SNPog	U	77,05	2,80	78,10	3,30	**	1,0466	-
	K	76,88	3,94	78,44	4,95	*	1,5700	
<NAPog	U	172,08	4,38	174,31	3,45	***	2,2357	-
	K	172,56	4,31	174,16	3,85	-	1,5939	
A- NPog	U	2,82	2,65	1,34	2,81	***	-1,4783	**
	K	1,89	2,99	1,91	2,62	-	0,0252	
B- NPog	U	-1,89	1,25	-2,24	1,35	*	-0,3561	-
	K	-1,59	1,30	-1,80	1,48	-	-0,2080	
S-Go	U	66,91	5,58	75,77	6,65	***	8,8605	-
	K	60,73	21,49	70,37	7,81	*	9,6483	
N-Me	U	104,17	7,06	113,74	8,68	***	9,5634	-
	K	93,69	32,60	107,98	11,43	*	14,287	
<u>SGo*100</u> N-Me	U	64,32	4,69	66,72	4,77	***	2,4068	*
	K	64,77	4,70	65,30	4,81	-	0,5292	
Dental-skelettale Parameter								
<OK1-NPog	U	28,54	6,73	24,75	5,55	*	-3,7899	-
	K	24,34	5,92	23,51	6,23	-	-0,8354	
<UK1-MeGo	U	94,71	6,37	100,29	6,22	***	-5,5731	**
	K	93,15	8,38	94,51	7,33	-	-1,3647	
Is1o-NPog	U	8,62	3,06	6,83	2,96	**	-1,7814	**
	K	5,73	4,19	6,36	3,62	-	0,6302	
Is1u- NPog	U	2,29	2,85	3,42	3,04	**	1,1299	-
	K	1,54	3,39	2,48	3,55	-	0,8966	
Weichteilparameter								
<N'-Sn-Pog´	U	158,18	5,71	160,26	5,31	*	2,0798	-
	K	160,34	6,16	160,18	5,49	-	-1,460	
<N'-Ns-Pog´	U	126,56	4,24	124,56	4,67	**	-1,9928	-
	K	128,48	4,63	127,77	5,30	-	-0,7112	
<Col-Sn-Ls	U	102,67	13,04	107,63	9,61	-	4,9591	-
	K	109,55	9,36	108,43	9,72	-	-1,1241	
<Sn-SS-Ls	U	145,35	7,76	146,44	5,49	-	1,0914	-
	K	146,30	6,30	147,21	6,39	-	0,9175	
<Pog´-Sm-Li	U	121,84	12,60	127,59	14,79	*	5,7542	-
	K	125,45	18,81	129,35	15,51	-	3,8992	
Ls- NsPog´	U	-1,34	2,56	-4,51	2,08	***	-3,1700	***
	K	-2,88	2,41	-3,13	2,74	-	-0,2485	
Li- NsPog´	U	-0,13	2,74	-2,03	2,66	***	-2,0162	*
	K	-0,60	2,96	-0,81	2,88	-	-0,2160	
Sn-Sto	U	18,81	2,31	18,76	2,45	-	-0,601	-
	K	17,51	6,43	18,88	2,67	-	1,3660	
Sto-Me´	U	40,64	4,15	44,39	4,68	***	3,7436	-
	K	36,11	12,98	41,69	4,78	-	5,5885	
<u>Sn-Sto´*100</u> Sn-Me´	U	31,66	2,64	29,71	2,57	**	-1,9419	-
	K	32,75	2,44	31,19	3,57	-	-1,5559	
<u>Sto-Me´*100</u> Sn-Me´	U	68,34	2,64	70,29	2,57	**	1,9419	-
	K	67,25	2,44	68,81	3,57	-	1,5559	

Weichteil-Skelettale Parameter								
Ls- NPog	U	19,34	3,05	18,71	3,09	-	-0,6214	*
	K	16,04	6,39	18,41	4,08	-	2,3667	
Li- NPog	U	15,18	3,33	15,38	3,02	-	0,2052	-
	K	12,96	5,84	14,49	3,07	-	1,5336	
Ss- NPog	U	15,68	2,65	15,98	2,79	-	0,2943	-
	K	13,58	5,67	15,75	3,75	-	1,9997	
Sm- NPog	U	8,08	2,63	8,63	2,54	-	0,5415	-
	K	7,04	3,33	7,89	2,10	-	0,8527	

Tabelle 10: Mittelwerte und Standardabweichungen der Patienten mit frühem Behandlungsbeginn (n=39) und der entsprechenden Kontrollgruppe (n = 27) sowie Differenz (Δ) zwischen Behandlungsbeginn (T0) Behandlungsende (TE) und deren Signifikanz (Sign. Δ) im Vergleich zwischen Untersuchungs- und Kontrollgruppe; Angaben der Winkel in Grad und der Strecken in mm

6.7.5) Korrelationen der Veränderungen der Weichgewebs-assoziierten Parameter zu denen der skelettalen und der kombiniert dental-skelettalen Parametern

Tabelle 11 zeigt die Signifikanzniveaus der Korrelationen der Weichgewebeparameter zu den Veränderungen der Hartgewebeparameter bei Patienten mit frühem Behandlungsbeginn.

<N`-SN-Pog´ verhält sich gering signifikant zu <NAPog und S-Go (p<0,05).

<Col-Sn-Ls korreliert gering signifikant mit <SNB(p<0,05) und signifikant mit N-Me (p<0,01).

<Pog´-Sm-Li korreliert gering signifikant mit <NAPog und <UK1MeGo (p<0,05), signifikant mit SGo und S-Go/N-Me (p<0,01).

Ls-|NsPog´ korreliert gering signifikant mit <SNA (p<0,05) und signifikant mit <NAPog (p<0,01).

Li-|NsPog´ korreliert gering signifikant mit <SNA und S-Go/N-Me (p<0,05) sowie signifikant mit NMe (p<0,01).

Sn-Sto und Sto-Me´ korrelieren jeweils gering signifikant mit S-Go (p<0,05) und jeweils hoch signifikant mit N-Me (p<0,001). Zusätzlich korreliert Sto-Me´ gering signifikant mit S-Go/N-Me (p<0,05).

Sn-Sto´*100/Sn-Me´ und Sto-Me´*100/Sn-Me´ korrelieren jeweils gering signifikant mit <OK1NPog (p<0,05).

Ls-|NPog korreliert gering signifikant mit S-Go/N-Me (p<0,05) und hoch signifikant mit <NAPog und N-Me (p<0,001).

Li-|NPog korreliert gering signifikant mit <NAPog und S-Go/N-Me (p<0,05), signifikant mit <SNA (p<0,01) und hoch signifikant mit N-Me (p<0,001).

Ss-|NPog korreliert gering signifikant mit N-Me (p<0,05), signifikant mit <SNA (p<0,01) und hoch signifikant mit <NAPog (p<0,001).

Sm-|NPog korreliert gering signifikant mit S-Go/N-Me (p<0,05) sowie signifikant mit <SNA und mit N-Me (p<0,01).

	Gruppe	Skelettale Parameter							Dentale-Skelettale Parameter	
		<SNA	<SNB	<SNPog	<NAPog	S-Go	N-Me	S-Go N-Me	<OK1NPog	<UK1MeGo
Weichteilparameter										
<N´-SN-Pog´	U K	- -	- *	- *	* **	* -	- -	- *	- *	- **
<N´-Ns-Pog´	U K	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- *
<Col-Sn-Ls	U K	- -	* -	- -	- -	- -	** -	- -	- -	- -
<Sn-SS-Ls	U K	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
<Pog´-Sm-Li	U K	- -	- -	- -	* -	** -	- -	** -	- -	* -
Ls- NsPog´	U K	* -	- -	- *	** -	- **	- **	- -	- -	- **
Li- NsPog´	U K	* -	- *	- **	- *	- -	** -	* -	- *	- ***
Sn-Sto	U K	- -	- -	- -	- -	* **	*** ***	- *	- -	- -
Sto-Me´	U K	- -	- -	- -	- -	* ***	*** ***	* -	- -	- -
<u>Sn-Sto´*100</u> <u>Sn-Me´</u>	U K	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	* -	- -
<u>Sto-Me´*100</u> <u>Sn-Me´</u>	U K	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	* -	- -
Weichteil-Skelettale Parameter										
Ls- NPog	U K	*** -	- -	- -	*** -	- ***	*** ***	* -	- -	- -
Li- NPog	U K	** -	- -	- -	* -	- ***	*** ***	* -	- -	- -
Ss- NPog	U K	** -	- -	- -	*** -	- ***	* ***	- -	- -	- -
Sm- NPog	U K	** -	- -	- -	- -	- ***	** ***	* -	- -	- -

Tabelle 11: Signifikanzniveau der Korrelation der Weichteilveränderung zu den skelettalen und dentalen Veränderungen der Patienten mit frühem Behandlungsbeginn der Untersuchungsgruppe (n = 39) und der entsprechenden Kontrollgruppe (n = 27)

6.8) Veränderungen im Kollektiv der Patienten mit spätem Behandlungsbeginn

Tabelle 12 zeigt für das Kollektiv der Patienten mit spätem Behandlungsbeginn die Mittelwerte und Standardabweichungen der bestimmten Parameter zu Behandlungsbeginn (T0) und Behandlungsende (TE), die daraus resultierenden Signifikanzniveaus sowie die Differenz und die Signifikanz der Veränderungen zwischen Untersuchungsgruppe und Kontrollgruppe.

6.8.1) Veränderungen der skelettalen Parameter

<NAPog wird gering signifikant größer ($p < 0,05$), S-Go und N-Me werden hoch signifikant größer ($p < 0,001$). SGo*100/N-Me wird signifikant größer ($p < 0,01$). Im Vergleich mit der Kontrollgruppe treten keine signifikanten Veränderungen auf.

6.8.2) Veränderungen der kombinierten dental-skelettalen Parameter

<UK1-MeGo wird signifikant größer ($p < 0,01$). Bei den übrigen Parametern treten keine Signifikanzen auf.

Auch im Vergleich mit der Kontrollgruppe treten keine signifikanten Veränderungen auf.

6.8.3) Veränderungen der Weichteilparameter

<N'-Ns-Pog' wird gering signifikant kleiner ($p < 0,05$); <Pog'-Sm-Li wird gering signifikant größer ($p < 0,05$). Ls-|NsPog' und Li-|NsPog' werden hoch signifikant kleiner ($p < 0,001$). Sto-Me' wird hoch signifikant größer ($p < 0,001$); Sn-Sto'*100/Sn-Me' wird gering signifikant kleiner ($p < 0,05$), während Sto-Me'*100/Sn-Me' gering signifikant größer wird ($p < 0,05$).

Im Vergleich mit der Kontrollgruppe ist die Veränderung von <Col-Sn-Ls gering signifikant ($p < 0,05$) und die Veränderung von Ls-|NsPog' signifikant ($p < 0,01$).

6.8.4) Veränderungen der kombinierten Weichteil-skelettalen Parameter

Es ergeben sich keine signifikanten Veränderungen zwischen T0 und TE sowie im Vergleich mit der Kontrollgruppe.

	Gruppe	T0	SD	TE	SD	Sign.	Δ	Sign. Δ
Skelettale Parameter								
<SNA	U	80,88	3,72	80,12	4,21	-	-0,7545	-
	K	78,68	3,56	79,56	3,66	-	0,8781	-
<SNB	U	76,46	3,09	76,82	3,50	-	0,3608	-
	K	74,64	2,97	75,23	3,33	-	0,5941	-
<SNPog	U	77,62	3,05	78,16	3,64	-	0,5452	-
	K	75,71	2,85	76,56	3,14	-	0,8564	-
<NAPog	U	173,03	4,84	174,98	4,37	*	1,9341	-
	K	171,89	3,35	173,76	3,51	-	1,8779	-
A- NPog	U	2,61	2,61	1,93	2,57	-	-0,6747	-
	K	2,64	3,34	2,80	1,58	-	0,1566	-
B- NPog	U	-1,87	1,41	-2,23	1,49	-	-0,3594	-
	K	-1,50	0,78	-2,15	0,78	*	-0,6511	-
S-Go	U	69,62	5,32	76,75	5,34	***	7,1260	-
	K	65,83	22,78	72,14	4,64	-	6,3081	-
N-Me	U	108,60	6,89	117,06	5,68	***	8,4601	-
	K	101,20	34,60	111,38	3,64	-	10,177	-
<u>SGo*100</u> N-Me	U	64,20	4,41	65,72	5,63	**	1,5186	-
	K	64,73	4,85	64,89	5,53	-	0,1594	-
Dental-Skelettale Parameter								
<OK1-NPog	U	24,33	6,37	23,37	5,83	-	-0,9697	-
	K	25,20	6,85	25,37	3,69	-	0,1669	-
<UK1-MeGo	U	94,66	8,06	97,35	7,73	**	-2,6947	-
	K	97,73	6,85	100,60	5,76	-	-2,8647	-
Is1o- NPog	U	8,02	3,24	7,26	2,81	-	-0,7616	-
	K	8,56	4,05	8,09	1,89	-	-0,4669	-
Is1u- NPog	U	3,14	2,64	3,75	2,73	-	0,6130	-
	K	4,16	2,22	4,83	1,88	-	0,6709	-
Weichteilparameter								
<N'-Sn-Pog´	U	156,57	7,37	157,96	6,05	-	1,3995	-
	K	156,41	2,03	156,94	5,23	-	0,5287	-
<N'-Ns-Pog´	U	124,86	4,98	122,78	4,63	*	-2,0826	-
	K	126,24	3,14	122,87	2,85	*	-3,3611	-
<Col-Sn-Ls	U	108,95	13,58	112,70	11,22	-	3,7469	*
	K	115,73	4,93	107,54	10,14	-	-8,1823	-
<Sn-SS-Ls	U	149,72	11,07	147,95	9,24	-	-1,7267	-
	K	152,32	4,99	148,87	3,01	-	-3,4509	-
<Pog´-Sm-Li	U	123,08	19,60	129,75	15,63	*	6,6700	-
	K	122,11	18,05	126,21	20,15	-	4,0983	-
Ls- NsPog´	U	-2,18	2,97	-5,10	2,15	***	-2,8787	**
	K	-1,14	1,85	-1,03	2,13	-	0,1024	-
Li- NsPog´	U	0,27	3,13	-2,26	2,59	***	-2,5223	-
	K	0,91	2,84	-0,21	2,16	-	-1,1189	-
Sn-Sto	U	19,17	3,03	19,29	3,40	-	0,1115	-
	K	20,48	7,72	21,90	2,81	-	1,4229	-
Sto-Me´	U	40,99	4,95	44,73	4,41	***	3,7408	-
	K	39,81	14,03	41,41	1,69	-	1,6034	-
<u>Sn-Sto´*100</u> Sn-Me´	U	31,88	3,95	30,04	3,88	*	-1,8478	-
	K	33,40	4,10	34,50	2,99	-	1,0924	-
<u>Sto-Me´*100</u> Sn-Me´	U	68,12	3,95	69,96	3,88	*	1,8478	-
	K	66,60	4,09	65,50	2,99	-	-1,0924	-

Weichteil-Skelettale Parameter								
Ls- NPog	U	19,60	2,95	19,57	2,91	-	-0,241	-
	K	19,40	7,05	20,22	2,33	-	0,8317	-
Li- NPog	U	16,08	3,57	16,06	3,04	-	-0,210	-
	K	16,44	6,62	14,87	2,39	-	-1,5590	-
Ss- NPog	U	16,60	3,20	17,21	3,21	-	0,6097	-
	K	16,63	6,01	16,30	3,10	-	-3,3293	-
Sm- NPog	U	8,90	2,26	9,47	2,57	-	0,5687	-
	K	8,89	3,66	7,70	1,17	-	-1,1881	-

Tabelle 12: Mittelwerte und Standardabweichungen der Patienten mit spätem Behandlungsbeginn (n = 25) und der entsprechenden Kontrollgruppe (n = 7) sowie Differenz (Δ) zwischen Behandlungsbeginn (T0) und Behandlungsende (TE) und deren Signifikanz (Sign. Δ) im Vergleich zwischen Untersuchungs- und Kontrollgruppe; Angaben der Winkel in Grad und der Strecken in mm

6.8.5) Korrelationen der Veränderungen der Weichgewebs-assoziierten Parameter zu denen der skelettalen und der kombiniert dental-skelettalen Parametern

Tabelle 13 zeigt die Signifikanzniveaus der Korrelationen der Weichgewebeparameter zu den Veränderungen der Hartgewebeparameter bei Patienten mit spätem Behandlungsbeginn.

<N`-SN-Pog´ korreliert gering signifikant mit <SNPog (p<0,05) sowie signifikant mit <NAPog und <UK1MeGo (p<0,01).

<N`-Ns-Pog´ korreliert gering signifikant mit <SNB und <SNPog (p<0,05) sowie signifikant mit <UK1MeGo (p<0,01).

<Col-Sn-Ls korreliert gering signifikant mit <NAPog (p<0,05).

<Sn-SS-Ls korreliert gering signifikant mit N-Me (p<0,05).

<Pog´-Sm-Li korreliert gering signifikant mit <UK1MeGo (p<0,05) und signifikant mit N-Me und SGo/N-Me (p<0,01).

Ls-|NsPog´ korreliert gering signifikant mit <NAPog, S-Go und N-Me (p<0,05).

Li-|NsPog´ korreliert gering signifikant mit <SNPog und S-Go (p<0,05).

Sto-Me´ korreliert gering signifikant mit S-Go/N-Me (p<0,05), signifikant mit <NAPog und <UK1MeGo (p<0,01) sowie hoch signifikant mit N-Me (p<0,001).

Sn-Sto/Sn-Me´ und Sto-Me´/Sn-Me´ korrelieren gering signifikant mit <UK1MeGo (p<0,05).

Ls-|NPog korreliert signifikant mit <NAPog ($p < 0,01$).

Ss-|NPog korreliert gering signifikant mit S-Go und M-Ne ($p < 0,05$) sowie signifikant mit <NAPog ($p < 0,01$).

Sm-|NPog korreliert signifikant mit S-Go/N-Me ($p < 0,01$).

	Gruppe	Skelettale Parameter							Dentale-Skelettale Parameter	
		<SNA	<SNB	<SNPog	<NAPog	S-Go	N-Me	<u>S-Go</u> N-Me	<OK1NPog	<UK1MeGo
Weichteilparameter										
<N'-SN-Pog'	U	-	-	*	**	-	-	-	-	**
	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<N'-Ns-Pog'	U	-	*	*	-	-	-	-	-	**
	K	-	-	-	-	-	-	**	-	*
<Col-Sn-Ls	U	-	-	-	*	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<Sn-SS-Ls	U	-	-	-	-	-	*	-	-	*
	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<Pog'-Sm-Li	U	-	-	-	-	-	**	**	-	*
	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ls- NsPog'	U	-	-	-	*	*	*	-	-	*
	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Li- NsPog'	U	-	-	*	-	*	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sn-Sto	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	**	**	-	-	-
Sto-Me'	U	-	-	-	**	-	***	*	-	**
	K	-	-	-	-	**	***	-	-	-
$\frac{Sn-Sto}{Sn-Me'} * 100$	U	-	-	-	-	-	-	-	-	*
	K	-	-	-	-	-	-	*	-	-
$\frac{Sto-Me'}{Sn-Me'} * 100$	U	-	-	-	-	-	-	-	-	*
	K	-	-	-	-	-	-	*	-	-
Weichteil-Skelettale Parameter										
Ls- NPog	U	-	-	-	**	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	***	***	-	-	-
Li- NPog	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	**	**	-	-	-
Ss- NPog	U	-	-	-	**	*	*	-	-	-
	K	-	-	-	-	***	***	-	-	-
Sm- NPog	U	-	-	-	-	-	-	**	-	-
	K	-	-	-	-	*	**	-	-	-

Tabelle 13: Signifikanzniveau der Korrelation der Weichteilveränderung zu den skelettalen und dentalen Veränderungen der Patienten mit spätem Behandlungsbeginn der Untersuchungsgruppe ($n = 26$) und der entsprechenden Kontrollgruppe ($n = 27$)

6.9) Zusammenfassung der Ergebnisse

6.9.1) Weichteilveränderungen in Abhängigkeit vom Geschlecht:

Bei den Jungen zeigt sich eine Zunahme der Gesamt-Weichteilconvexität bzw. eine Abnahme des Gesamtprofilwinkels ($\angle N'-Ns-Pog'$). Es kommt zur deutlichen Verlängerung des Untergesichts bei relativer Verkürzung des Mittelgesichts (Sto-Me', Sto-Me/Sn-Me, Sn-Sto/Sn-Me). Der sulcus labialis superior und der sulcus labialis inferior wandern nach ventral (Ss-|NPog, Sm-|NPog), gleichzeitig kommt es zur Ventralwanderung der Esthetic Line (Li-|NsPog', Ls-|NsPog'). Der Winkel des sulcus labialis inferior vergrößert sich deutlich ($\angle Pog'-Sm-Li$).

Im Vergleich mit der Kontrollgruppe ist die Ventralverlagerung der Esthetic Line in der Untersuchungsgruppe hoch signifikant (Ls-|NsPog') bzw. gering signifikant (Li-|NsPog').

Bei den Mädchen wird der Weichteilprofilwinkel größer ($\angle N'-Sn-Pog'$). Desweiteren kommt es zur relativen Verkürzung des Mittelgesichts (Sn-Sto/Sn-Me') bei gleichzeitiger Verlängerung des Untergesichtes (Sto-Me'). Es zeigt sich eine Ventralverlagerung der Esthetic Line (Ls-|NsPog', Li-|NsPog') und eine Vergrößerung des Nasolabialwinkels ($\angle Col-Sn-Ls$).

Im Vergleich mit der Kontrollgruppe ist war die Ventralverlagerung der Esthetic Line in der Untersuchungsgruppe signifikant (Ls-|NsPog'; $p < 0,01$) bzw. gering signifikant (Li-|NsPog', $p < 0,05$).

6.9.2) Weichteilveränderungen in Abhängigkeit vom Alter bei Behandlungsbeginn:

Bei den Patienten mit frühem Behandlungsbeginn wird der Weichteilprofilwinkel größer ($\angle N'-Sn-Pog'$), während die Gesamt-Weichteilconvexität zunimmt ($\angle N'-Ns-Pog'$). Der Unterlippenprofilwinkel ($\angle Pog'-Sm-Li$) vergrößert sich, zusätzlich kommt es zu einer deutlichen Ventralverlagerung der Esthetic Line (Li-|NsPog', Ls-|NsPog'). Es zeigt sich eine deutliche Verlängerung des Untergesichtes bei relativer Verkürzung des Mittelgesichtes (Sto-Me', Sto-Me/Sn-Me, Sn-Sto/Sn-Me).

Im Vergleich mit der Kontrollgruppe ist die Ventralverlagerung der Esthetic Line in der Untersuchungsgruppe hoch signifikant (Ls-|NsPog´; $p < 0,001$) bzw. gering signifikant (Li-|NsPog´; $p < 0,05$).

Bei den Patienten mit spätem Behandlungsbeginn nimmt die Gesamt-Weichteilconvexität geringfügig zu (<N´-Ns-Pog´), ebenso der Unterlippenprofilwinkel (<Pog´-Sm-Li). Die Esthetic Line verlagert sich deutlich nach ventral (Li-|NsPog´, Ls-|NsPog´); es zeigt sich auch hier eine deutliche Verlängerung des Untergesichtes bei relativer Verkürzung des Mittelgesichtes (Sto-Me´, Sto-Me/Sn-Me, Sn-Sto/Sn-Me).

Im Vergleich mit der Kontrollgruppe ist die Ventralverlagerung der Esthetic Line in der Untersuchungsgruppe signifikant (Ls-|NsPog´; $p < 0,01$).

7) Diskussion

7.1) Stellenwert und Kontext der vorliegenden Studie

In der Dissertation von Mokrys (2009) aus der Klinik für Kieferorthopädie der Universitätsklinik des Saarlandes (Direktor: Prof. Dr. J.A. Lisson) wurde die Veränderung der Gesichtsweichteile bei der Behandlung eines Patientenkollektivs mit der Vorschub-Doppelplatte nach Tränkmann untersucht und einer unbehandelten Kontrollgruppe gegenübergestellt. Zusätzlich wurde das Gesamtkollektiv hinsichtlich des Wachstumsmusters nach Jarabak (1972) unterteilt und die Gruppe mit horizontalem Wachstumsmuster bzw. mit neutralem Wachstumsmuster hinsichtlich der Veränderung der Gesichtsweichteile unter der Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte untersucht.

Neben dentalen und skelettalen Veränderungen in allen Untersuchungsgruppen kam es zu einer deutlichen Verlängerung des Untergesichtes und zu einer starken Ventralverlagerung der Esthetic Line nach Ricketts (1961). Bei den Patienten mit horizontalem Wachstumsmuster veränderte sich der Unterlippenprofilwinkel ($\angle \text{Pog}'\text{-Sm-Li}$) signifikant ($p < 0,01$). Der Nasolabialwinkel ($\angle \text{Col-Sn-Ls}$) vergrößerte sich im Gesamtkollektiv ($p < 0,05$) und in der Gruppe der Patienten mit horizontalem Wachstumsmuster ($p < 0,01$). Der Weichteilprofilwinkel ($\angle \text{N}'\text{-Sn-Pog}'$) veränderte sich im Gesamtkollektiv ($p < 0,01$) und in der Gruppe der Patienten mit neutralem Wachstumsmuster ($p < 0,01$). Der Gesamt-Weichteilprofilwinkel ($\angle \text{N}'\text{-Ns-Pog}'$) veränderte sich im Gesamtkollektiv ($p < 0,001$) und in der Gruppe mit horizontalem Wachstumsmuster ($p < 0,01$).

Aus diesen Ergebnissen entstand die Frage, welche Weichteilveränderungen in Abhängigkeit vom Geschlecht der Patienten und in Abhängigkeit vom Alter der Patienten bei Behandlungsbeginn (früh = 11 Jahre oder jünger; spät = älter als 11 Jahre) zu erwarten sind. Hinsichtlich dieser neuen Fragestellung wurde das bestehende Patientenkollektiv erneut untersucht und einem unbehandelten Kollektiv gegenübergestellt. Das vorliegende Studienkollektiv ist mit 64 Patienten verhältnismäßig groß.

Studien, die sich mit Weichteilveränderungen unter funktionskieferorthopädischer Behandlung befassen, sind rar. Außer der o.g. Arbeit existiert keine Studie, die Weichteilveränderungen in der Behandlung mit Vorschub-Doppelplatten untersucht hat. Damit liegt auch keine Studie vor, in der die Weichteilveränderungen in Abhängigkeit vom Geschlecht und vom Alter bei Therapiebeginn mit Vorschub-Doppelplatten untersucht wurde.

Da skelettale und dentale Veränderungen als Ursache für Weichteilveränderungen herangezogen werden müssen, wurden diese mit untersucht und ausgewertet. Sie werden im Folgenden als erstes diskutiert, bevor auf die festgestellten Weichteilveränderungen explizit eingegangen wird.

7.2) Skelettale Veränderungen

7.2.1) Geschlechtsspezifische skelettale Veränderungen

Beim männlichen Geschlecht zeigte sich im Oberkiefer eine gering signifikante Reduktion des \angle SNA ($p < 0,05$) bei gleichzeitiger signifikanter Verkürzung der Strecke A-|NPog ($p < 0,01$) ohne entsprechende Veränderungen in der Kontrollgruppe. Desweiteren vergrößerte sich der Winkel \angle NAPog hoch signifikant in der Untersuchungsgruppe ($p < 0,001$), in der Kontrollgruppe war diese Veränderung nur gering signifikant ($p < 0,05$). Im Unterkiefer wurde der Winkel \angle SNPog gering signifikant größer ($p < 0,05$), jedoch war die Vergrößerung dieses Winkels in der Kontrollgruppe signifikant ($p < 0,01$). Der Punkt B verlagerte sich gering signifikant nach dorsal ($p < 0,05$), doch diese Veränderung war in der Kontrollgruppe ebenfalls gering signifikant ($p < 0,05$). Der Winkel \angle SNB vergrößerte sich bei den Jungen nur in der Kontrollgruppe ($p < 0,05$).

Bei den Mädchen stellte sich am Oberkiefer eine gering signifikante Dorsalverlagerung des Punktes A von der Referenzlinie N-Pog ein ($p < 0,05$); die Differenz im Vergleich mit der Kontrollgruppe war signifikant ($p < 0,01$). \angle SNA blieb unbeeinflusst. Am Unterkiefer veränderten sich \angle SNB und B-|NPog nicht signifikant. \angle NAPog wurde gering signifikant größer ($p < 0,05$); \angle SNPog wurde gering signifi-

kant größer ($p < 0,05$), doch war auch in der Kontrollgruppe die Veränderung gering signifikant.

Insgesamt läßt sich anhand dieser Ergebnisse eine Hemmwirkung der Vorschub-Doppelplatte auf den Oberkiefer unterstellen. Die Hemmung des Oberkieferwachstums in der Sagittalen verlagerte den Punkt A nach dorsal. Dadurch wurde der Winkel $\angle \text{NAPog}$ größer, die skelettale Gesichtskonvexität damit kleiner. Zwar verlagerte der Unterkiefer sich insgesamt nach anterior, doch waren diese Veränderungen entweder nicht signifikant oder traten sowohl in der Untersuchungs- als auch in der Kontrollgruppe auf. Ein Einfluß der Vorschub-Doppelplatte auf das Unterkieferwachstum kann hiermit nicht sicher nachgewiesen werden; natürliches Wachstum des Unterkiefers nach anterior muß zumindest als Komponente vermutet werden.

Im Vergleich der sagittalen skelettalen Parameter von Jungen und Mädchen veränderte sich $\angle \text{SNA}$ bei den Jungen gering signifikant ($p < 0,05$) und A-|NPog signifikant. B-|NPog veränderte sich bei den Jungen signifikant ($p < 0,01$). Der Winkel $\angle \text{NAPog}$ wurde bei den Jungen hoch signifikant größer ($p < 0,001$). Bei den Mädchen waren bei den genannten Parametern die Signifikanzniveaus geringer. Ursache hierfür ist eine Anteinklination des Oberkiefers und eine leichte Retroinklination des Unterkiefers bei den Jungen zu Therapiebeginn. Damit erhöhte sich der Korrekturbedarf bei den Jungen.

Bei den Jungen zeigte sich eine hoch signifikante Verlängerung der vorderen und hinteren skelettalen Gesichtshöhe in der Untersuchungsgruppe ($p < 0,001$) ohne entsprechende Veränderungen in der Kontrollgruppe. Der Wachstumsindex nach Jarabak verwies hier hoch signifikant auf horizontales Wachstum ($p < 0,001$). Hier war sogar die Differenz zur Kontrollgruppe hoch signifikant ($p < 0,001$). Bei den Mädchen verlängerte sich zwar in der Untersuchungsgruppe die vordere und hintere skelettale Gesichtshöhe hoch signifikant ($p < 0,001$) ohne entsprechende Veränderungen in der Kontrollgruppe. Beim Wachstumsindex nach Jarabak jedoch war die Lenkung in ein horizontales Wachstumsmuster bei den Mädchen sowohl in der Untersuchungs- als auch in der Kontrollgruppe signifikant ($p < 0,01$).

Offensichtlich wurde durch die Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte bei beiden Geschlechtern eine deutliche Verlängerung von vorderer und hinterer Gesichtshöhe erreicht, eine Manipulation des Wachstumsmusters in horizontaler Richtung konnte aber nur bei den Jungen bewiesen werden. Bei den Mädchen kam es offensichtlich auch ohne Behandlung zu einem vermehrten horizontalen Wachstum.

Sander et al. (1995) untersuchten ein aus 50 Jungen und 45 Mädchen mit einer Angle Klasse II bestehendes Studienkollektiv, das mit einer Vorschub-Doppelplatte behandelt wurde. Skelettale Parameter wurden anhand eines FRS bestimmt und einer unbehandelten Kontrollgruppe gegenübergestellt. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen bezüglich skelettaler Veränderungen unter Therapie.

Lisson et al. (2001) untersuchten 20 Jungen und 20 Mädchen hinsichtlich skelettaler und dentaler Veränderungen unter der Therapie mit der Vorschub-Doppelplatte. Bei Jungen wie Mädchen kam es zu einer hoch signifikanten Wachstumshemmung des Oberkiefers ($p < 0,001$); die Vorverlagerung des Unterkiefers war bei den Jungen gering signifikant ($p < 0,05$) und bei den Mädchen hoch signifikant ($p < 0,001$). Bei den Jungen kam es zu einer deutlichen Veränderung der Vertikal-Relationen ($p < 0,01$), bei den Mädchen kam es zu keiner signifikanten Änderung der Vertikalen.

Ruf et al. (1999) untersuchten Heranwachsende und junge Erwachsene mit einer Angle Klasse II hinsichtlich skelettaler, dentaler und weichteilassoziierter Veränderungen durch die Behandlung mit der Herbst-Apparatur. Unterschiede von Veränderungen bezüglich des Geschlechts ergaben sich nicht. Die Wertigkeit dieses Ergebnisses war hinsichtlich der Anzahl von Patienten männlichen Geschlechts in der Gruppe der jungen Erwachsenen ($n=4$) fraglich.

O'Brien et al. (2003) untersuchten in einer multizentrischen Studie die skelettalen Wirkungen von Herbst-Apparatur und Twin Block bei Patienten mit einer Klasse II₁ Malokklusion. Die Untersuchungsgruppe war mit 215 Patienten verhältnismäßig groß. Es konnte unabhängig von der Art der verwendeten Appara-

tur eine deutlich erhöhte skelettale Wirksamkeit der Behandlung bei Mädchen festgestellt werden ($p < 0,001$). Als Ursache wurde ein differentes Entwicklungsstadium von Jungen und Mädchen in der Studie diskutiert.

7.2.2) Skelettale Veränderungen in Abhängigkeit vom Behandlungsbeginn

In der Untergruppe der Patienten mit frühem Behandlungsbeginn wurde am Oberkiefer der Punkt A hoch signifikant ($p < 0,001$) nach dorsal verlagert (A-|NPog); die Differenz zur Kontrollgruppe war signifikant ($p < 0,01$). Der Winkel \angle NAPog vergrößerte sich hoch signifikant ($p < 0,001$) ohne entsprechende Veränderungen in der Kontrollgruppe. Am Unterkiefer wurde der Punkt B gering signifikant ($p < 0,05$) nach dorsal verlagert (B-|NPog). Der Winkel \angle SNPog vergrößerte sich hier signifikant ($p < 0,01$), in der Kontrollgruppe nur gering signifikant ($p < 0,05$). Der Winkel \angle SNB wurde sowohl in der Untersuchungs- als auch in der Kontrollgruppe signifikant größer ($p < 0,01$).

In der Gruppe der Patienten mit spätem Behandlungsbeginn zeigten sich weniger Veränderungen in der Sagittalen. Der Winkel \angle NAPog vergrößerte sich gering signifikant ($p < 0,05$); der Punkt B wurde nur in der Kontrollgruppe gering signifikant nach dorsal verlagert ($p < 0,05$). Alle anderen sagittalen skelettalen Parameter veränderten sich nicht.

Der Effekt der Vorschub-Doppelplatten-Behandlung ist auch hier in erster Linie auf die Hemmung des Wachstums des Oberkiefers in sagittaler Richtung zurückzuführen. Durch die deutliche Verlagerung des Punktes A nach dorsal verkleinerte sich die skelettale Gesichtskonvexität. Zwar kann aus der Vergrößerung des Winkels \angle SNPog auf eine Vorverlagerung des Unterkiefers geschlossen werden. Da sich der Winkel \angle SNB jedoch bei behandelten wie unbehandelten Patienten vergrößerte, kann ein Effekt der Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte bei der Verlagerung des Unterkiefers nach anterior nicht sicher verifiziert werden. Natürliches Wachstum des Unterkiefers nach anterior ist mit anzunehmen. Da bei den Patienten mit frühem Behandlungsbeginn der Unterkiefer nach dorsal inklinierte bei gleichzeitiger Vergrößerung von \angle SNPog, muß diskutiert werden, ob der wirkliche Zuwachs von \angle SNPog nicht geringer ausfällt als gemessen. Natürliche und therapieunabhängige Wachstumsvorgänge im Bereich des zahntragenden Anteils des anterioren Unterkieferknochens durch Re-

sorption labial und Apposition lingual müssen in der Beurteilung der Unterkieferverlagerung mit berücksichtigt werden (Enlow, 1989).

Insgesamt waren die skelettalen Veränderungen in der Sagittalen in der Gruppe der Patienten mit frühem Behandlungsbeginn ausgeprägter als in der Gruppe der Patienten mit spätem Behandlungsbeginn. In der Gruppe der Patienten mit frühem Behandlungsbeginn veränderten sich \angle SNB, \angle SNPog und B-|NPog signifikant ($p < 0,01$), \angle NAPog und A-|NPog sogar hoch signifikant ($p < 0,001$); in der Gruppe der Patienten mit spätem Behandlungsbeginn veränderte sich nur \angle NAPog gering signifikant ($p < 0,01$), alle anderen Werte blieben ohne Signifikanzen. Ursächlich ist die vermehrte Retroinklination des Unterkiefers bei den jüngeren Patienten im Vergleich zu den älteren Patienten (Vergleich der Mittelwerte von T0). Damit reduzierte sich der Korrekturbedarf in der Gruppe der Patienten mit spätem Behandlungsbeginn.

In der Gruppe der Patienten mit frühem Behandlungsbeginn stellte sich eine hoch signifikante Verlängerung der vorderen und hinteren Gesichtshöhe dar ($p < 0,001$); in der Kontrollgruppe war die Veränderung nur gering signifikant ($p < 0,05$). Der Wachstumsindex nach Jarabak verwies hoch signifikant auf eine Bewegung in Richtung horizontales Wachstumsmuster ($p < 0,001$); hier war die Differenz zur Kontrollgruppe gering signifikant ($p < 0,05$).

In der Gruppe der Patienten mit spätem Behandlungsbeginn war die Verlängerung von vorderer und hinterer Gesichtshöhe ebenfalls hoch signifikant ($p < 0,001$) ohne entsprechende Veränderungen in der Kontrollgruppe. Der Wachstumsindex nach Jabarak zeigt auch hier eine signifikante Lenkung in Richtung horizontales Wachstumsmuster bei den Behandelten ($p < 0,01$).

Es zeigte sich auch in diesen Untergruppen eine durch Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte bedingte Verlängerung von vorderer und hinterer Gesichtshöhe. Damit hat die Apparatur neben einer sagittalen auch eine vertikale Komponente. Das Wachstum wird unter Behandlung zusätzlich nach horizontal gelenkt. Die vertikale Wirkung war in beiden Gruppen stark ausgeprägt, so daß vermutet werden kann, daß der Zeitpunkt des Therapiebeginns (frühe vs. späte Wechselgebissphase) für die vertikale Entwicklung unter Vorschub-Doppelplatten-Therapie unerheblich ist.

Wedler et al. (2006) untersuchten ein Studienkollektiv von 63 Patienten mit einer Angle Klasse II₁ hinsichtlich skelettaler Veränderungen in Abhängigkeit vom Alter der Patienten durch die Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte. Unterteilt wurde die Untersuchungsgruppe in Patienten im vorpubertären und im pubertären Alter. Festgestellt wurde ein stärkerer Rückgang des \angle SNA in der vorpubertären Kontrollgruppe im Vergleich zur vorpubertären Untersuchungsgruppe. Erklärt wurde das mit einer verstärkten Retroinklination der Oberkieferbasis in der Kontrollgruppe. Desweiteren inklinierte der Unterkiefer bei gleichzeitiger Vergrößerung des \angle SNB in der vorpubertären Untersuchungsgruppe ($p < 0,05$). In der pubertären Behandlungsgruppe wurde der Winkel \angle SNA signifikant kleiner im Vergleich zur Kontrollgruppe. Zusätzlich zeigte sich eine deutliche Verkleinerung des \angle SNA in der pubertären Gruppe im Vergleich zur vorpubertären Gruppe, während \angle SNB und Wits sich in der pubertären Gruppe günstiger entwickelten.

Ruf et al. (1999) untersuchten die Abhängigkeit skelettaler Veränderungen vom Alter der Patienten bei Behandlungsbeginn mit der Herbst-Apparatur. Nach Unterteilung des Kollektivs in Heranwachsende (mittleres Alter bei Behandlungsbeginn 12,8 Jahre) und junge Erwachsene (mittleres Alter bei Behandlungsbeginn 16,5 Jahre) konnte bei den Heranwachsenden eine deutliche Längenzunahme des Unterkiefers gezeigt werden ($p < 0,01$). In beiden Untergruppen nahm die skelettale Gesichtskonkavität unter Therapie zu.

Baccetti et al. (2000) untersuchten ein Kollektiv von 36 Patienten mit einer Klasse II Dysgnathie hinsichtlich dentaler und skelettaler Veränderungen durch die Behandlung mit einem Twin Block. Unterteilt wurde das Kollektiv in eine Gruppe mit frühem Behandlungsbeginn (mittleres Alter 9 Jahre bei Therapiebeginn) und in eine Gruppe mit spätem Behandlungsbeginn (mittleres Alter 12 Jahre). Skelettale Veränderungen waren in der Gruppe mit spätem Behandlungsbeginn stärker als in der Gruppe mit frühem Behandlungsbeginn ($p < 0,05$). Der puberale Wachstumsschub wurde hier als Ursache gesehen.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß es in der vorliegenden Studie zu einer geschlechtsunabhängigen Hemmwirkung des Oberkieferwachstums unter The-

rapie gekommen ist. Dies konnte in den Untergruppen früher/später Behandlungsbeginn zwar nachvollzogen werden, die Veränderungen waren bei frühem Behandlungsbeginn deutlicher. Eine Vorverlagerung des Unterkiefers konnte in allen untersuchten Gruppen als Folge der Behandlung nicht sicher nachgewiesen, jedoch vermutet werden. In allen untersuchten Gruppen kam es unter Therapie zu einer deutlichen Verlängerung von vorderer und hinterer Gesichtshöhe, eine Lenkung zu vermehrt horizontalem Wachstum war bei den Jungen und bei Patienten mit frühem bzw. spätem Behandlungsbeginn nachzuweisen.

7.3) Dentale Veränderungen

7.3.1) Dentale Veränderungen in Abhängigkeit vom Geschlecht

Beim männlichen Geschlecht wurde der Winkel \angle OK1-NPog gering signifikant kleiner ($p < 0,05$), während der Winkel \angle UK1-MeGo hoch signifikant größer wurde ($p < 0,001$). Zusätzlich kam es bei der Unterkieferfront zu einer signifikanten Verlängerung der Strecke Is1u-|NPog ($p < 0,01$). Alle genannten Parameter hatten keine entsprechenden Veränderungen in der Kontrollgruppe.

Bei den Mädchen wurde der Winkel \angle OK1-NPog zwar gering signifikant kleiner ($p < 0,05$); diese Veränderung trat jedoch auch in der Kontrollgruppe auf. Der Winkel \angle UK1-MeGo vergrößerte sich auch hier hoch signifikant ($p < 0,001$), zusätzlich wurde die Strecke Is1u-|NPog auch bei den Mädchen signifikant verlängert ($p < 0,01$). Die Strecke Is1o-|NPog verkürzte sich hoch signifikant ($p < 0,001$). Bei \angle UK1-MeGo und Is1o-|NPog waren diese Differenzen im Vergleich mit der Kontrollgruppe gering signifikant ($p < 0,05$).

Im Rahmen der Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte ist es somit zu einer Retrusion der Oberkiefer-Frontzähne und zu einer Protrusion der Unterkieferfrontzähne gekommen.

Die Veränderungen waren bei Jungen und Mädchen ähnlich stark ausgeprägt, jedoch konnte bei den Mädchen eine hoch signifikante Veränderung von Is1o-|NPog dargestellt werden ($p < 0,001$); bei den Jungen war dieser Parameter unter der Behandlung nicht signifikant verändert. Da bei beiden Geschlechtern aber

<OK1-NPog sich gering signifikant veränderte ($p < 0,05$), kann den Mädchen keine deutliche Retrusion der Oberkieferfront im Vergleich zu den Jungen unterstellt werden.

Sander et al. (1995) untersuchten im Rahmen einer Studie mit 50 Jungen und 45 Mädchen mit einer Angle Klasse II neben skelettalen auch dentale Veränderungen unter der Therapie mit Vorschub-Doppelplatten. Nach Behandlungsende war die Stellung der Oberkieferschneidezähne bei den Mädchen im Vergleich zu den Jungen retrudierter ($p < 0,05$).

Lisson et al. (2001) untersuchten 40 Patienten (20 Jungen und 20 Mädchen) hinsichtlich dentaler und skelettaler Veränderungen unter der Therapie mit der Vorschub-Doppelplatte. Bei Jungen wie Mädchen kam es zu einer hoch signifikanten Protrusion der Unterkiefer-Front ($p < 0,001$); die Retrusion der Oberkieferfrontzähne war bei den Jungen gering signifikant ($p < 0,05$) und bei den Mädchen hoch signifikant ($p < 0,001$).

7.3.2) Dentale Veränderungen in Abhängigkeit vom Behandlungsbeginn

In der Gruppe der Patienten mit frühem Behandlungsbeginn zeigte sich eine gering signifikante Verkleinerung des Winkels <OK1-NPog ($p < 0,05$) und eine signifikante Verkürzung der Strecke Is1o-|NPog ($p < 0,01$). Der Winkel <UK1-MeGo wurde hoch signifikant vergrößert ($p < 0,001$) und die Strecke Is1u-|NPog signifikant verlängert ($p < 0,01$). Die Veränderungen von <UK1-MeGo und Is1o-|NPog waren im Vergleich mit der Kontrollgruppe signifikant ($p < 0,01$).

In der Gruppe der Patienten mit spätem Behandlungsbeginn stellte sich nur eine signifikante Vergrößerung des Winkels <UK1-MeGo dar ($p < 0,01$) ohne entsprechende Veränderungen in der Kontrollgruppe. Die übrigen dentalen Parameter veränderten sich nicht signifikant.

Unter der Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte kam es somit zu einer Retrusion der Oberkieferfrontzähne und zu einer Protrusion der Unterkieferfrontzähne. Die Veränderungen fielen in der Gruppe der Patienten mit spätem Behandlungsbeginn deutlich geringer aus. Während bei den Patienten mit frühem Behandlungsbeginn <OK1-NPog gering signifikant ($p < 0,05$), Is1o-|NPog und

Is1u-|NPog signifikante ($p < 0,01$) und $\angle UK1-MeGo$ sogar hoch signifikante Veränderungen zeigten ($p < 0,001$), konnte in der Gruppe der Patienten mit spätem Behandlungsbeginn nur eine signifikante Veränderung von $\angle UK1-MeGo$ ($p < 0,01$) gezeigt werden. Jedoch standen bei den Patienten mit spätem Behandlungsbeginn die Frontzähne des Oberkiefers im Durchschnitt retrudierter und die Frontzähne des Unterkiefers im Durchschnitt protrudierter bei Behandlungsbeginn als bei den Patienten, bei denen in der frühen Wechselgebissphase die Behandlung begonnen wurde. Damit reduzierte sich auch der Korrekturbedarf bei den Patienten, bei denen die Behandlung in der späten Wechselgebissphase initiiert wurde.

Wedler et al.(2003) untersuchten in einem Studienkollektiv von 65 Patienten im vorpubertären und pubertären Alter dentale Veränderungen unter Vorschub-Doppelplattentherapie. In der vorpubertären Gruppe kam es unter der Behandlung zu einer leichten Retrusion der Oberkiefer-Front, während es in der pubertären Gruppe zu einer leichten Protrusion kam. Signifikant war dieses Ergebnis nicht.

Lisson et al. (2003) untersuchten in einem Kollektiv von 69 Patienten, die mit der Vorschub-Doppelplatte untersucht wurden, neben skelettalen auch dentale Effekte in Abhängigkeit vom Zeitpunkt des Therapiebeginns. Es kam zu einer Retrusion der Oberkieferfront und zu einer Protrusion der Unterkieferfront. Es ergaben sich keine Abhängigkeiten vom Zeitpunkt des Behandlungsbeginns.

7.4) Weichteilveränderungen

7.4.1) Weichteilveränderungen in Abhängigkeit vom Geschlecht

7.4.1.1) Veränderungen in der Sagittalen

Bei den Jungen kam es in der Sagittalen zur signifikanten Reduktion des Gesamt-Weichteilprofilwinkels ($\angle N'-Ns-Pog'$, $p < 0,01$). Desweiteren wurde der Unterlippenprofilwinkel ($\angle Pog'-Sm-Li$) signifikant größer ($p < 0,01$). Der Abstand des

sulcus labialis superior von der Referenzlinie N-Pog wurde gering signifikant größer ($p < 0,05$), der Abstand der tiefsten Einziehung des sulcus labialis inferior von der Referenzlinie N-Pog wurde signifikant größer ($p < 0,01$). Die entsprechenden Veränderungen in der Kontrollgruppe waren nicht signifikant. Die Abstände der Punkte Ls und Li von der Esthetic Line wurden hoch signifikant negativ ($p < 0,001$), wobei die Differenz der Veränderung im Vergleich mit der Kontrollgruppe bei Ls hoch signifikant ($p < 0,001$) und bei Li gering signifikant war ($p < 0,05$).

Bei den Mädchen wurde in der Sagittalen der Weichteilprofilwinkel ($\angle N'-Sn-Pog'$) gering signifikant größer ($p < 0,05$), der Nasolabialwinkel ($\angle Col-Sn-Ls$) wurde ebenfalls gering signifikant größer ($p < 0,05$). Diese Veränderungen stellten sich ohne entsprechende Signifikanzen in der Kontrollgruppe dar. Die Punkte Ls und Li verlagerten sich bezüglich der Referenzlinie Ns-Pog' hoch signifikant nach dorsal ($p < 0,001$); diese Veränderungen waren im Vergleich mit der Kontrollgruppe bei Ls signifikant ($p < 0,01$) und bei Li gering signifikant ($p < 0,05$).

Die Zunahme der Gesichtskonvexität durch die Verkleinerung des Gesamt-Weichteilprofilwinkels bei den Jungen entspricht primär nicht den Erwartungen an die Therapie mit der Vorschub-Doppelplatte. Doch kommt es unabhängig von der Behandlung im Rahmen des Wachstums zu einer Ausformung der Gesichtswichteile in der Sagittalen. Die Nase wächst in der Entwicklung nach anterior; damit verlagert sich auch der Referenzpunkt Ns unabhängig von der Behandlung nach anterior. Die Gesichtskonvexität nimmt daher zu, obwohl der Oberkiefer unter der Behandlung im Wachstum gehemmt wird. Das Wachstum der Nase überlagert also die Wirkung der Vorschub-Doppelplatte bezüglich der Gesamt-Gesichtswichteilkonvexität.

Wenn man also natürliches Wachstum als Ursache für die Zunahme der Gesichtskonvexität unterstellt, müssten entsprechende Veränderungen auch in der Kontrollgruppe auftreten. Eine signifikante Veränderung blieb hier jedoch aus. Da aber die Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte das Wachstum der Nase nach anterior nicht fördert und auch keine Hemmung oder Rückverlagerung des Unterkiefers erfolgt, kann die Zunahme der Gesichtskonvexität auch keine Folge der Behandlung sein. Als Ursache für die Diskrepanz kann eine nicht immer

exakt erfolgte Lokalisation des Punktes Ns im FRS sein. Die genannte Weichteilveränderung kann damit nicht abschließend diskutiert werden.

Die Zunahme des Weichteilprofilwinkels bei den Mädchen erklärt sich mit der Hemmwirkung des Oberkiefers durch die Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte. Durch die Dorsalverlagerung des Punktes A öffnet sich der Winkel. Gestützt wird dies durch die signifikante Korrelation des Weichteilprofilwinkels mit dem Winkel \angle NAPog ($p < 0,01$). Die Vorverlagerung des Punktes Pog´ durch Vorverlagerung des Unterkiefers nach anterior wird ebenfalls ursächlich sein, doch ist diese Vorverlagerung nicht allein der Therapie mit der Vorschub-Doppelplatte zuzurechnen; natürliches Wachstum muß mit unterstellt werden.

Die Vergrößerung des Unterlippenprofilwinkels bei den Jungen ist keine erwartete Folge der Therapie mit der Vorschub-Doppelplatte. Zu erwarten gewesen wäre eine Verkleinerung des Winkels durch die Protrusion der Unterkiefer-Frontzähne. Bemerkenswerterweise korreliert die Vergrößerung des Unterlippenprofilwinkels auch noch mit \angle UK1MeGo ($p < 0,01$). Möglicherweise kann die Vergrößerung dieses Winkels seine Ursache in einer Bisshebung zum Beispiel induziert durch das Wurzelwachstum der Seitenzähne haben. Zusätzlich kann eine starke Verlängerung der vorderen und hinteren Gesichtshöhe und die dadurch bedingte skelettale Vertikalentwicklung dazu beigetragen haben. Beide Faktoren könnten zu einer Entrollung der Unterlippe geführt haben. Dieser Vorgang könnte auch die Verlängerung der Strecke zwischen Sm und der Referenzlinie N-Pog erklären.

Die Vergrößerung des Nasolabialwinkels bei den Mädchen ergibt sich aus der Retrusion der Oberkieferfrontzähne durch die Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte. Durch diese Dorsalverlagerung des dentalen Widerlagers der Oberlippe verlagert sich auch der Punkt Ls nach dorsal und sorgt so für die Vergrößerung des Winkels. Jedoch fehlt eine entsprechende signifikante Korrelation zwischen den dentalen Parametern und \angle Col-Sn-Ls. Eine Hemmwirkung des Oberkieferwachstums als Ursache für die Vergrößerung des Nasolabialwinkels kommt nicht in Frage, da \angle SNA sich bei den Mädchen nicht signifikant verändert.

In beiden Untergruppen nahmen die Abstände von Ls und Li von der Esthetic Line nach Ricketts hoch signifikant zu ($p < 0,001$). Die Dorsalverlagerung des Punktes Ls durch die Retrusion der Oberkieferfrontzähne ist nur ein Teil der Erklärung. Vielmehr ist die natürliche Entwicklung der Nase nach anterior sowie die Vorverlagerung des Weichteilkinns ursächlich für eine Ventralverlagerung der Referenzlinie Ns-Pog'. Damit ist die Veränderung von Ls-|NsPog' und Li-|NsPog' eine Kombination aus natürlichem Wachstum und der Wirkung der Vorschub-Doppelplatte. Die vermutete Unsicherheit in der Lokalisation des Punktes Ns im FRS muß aber auch hier erwähnt werden.

In der Gegenüberstellung der Ergebnisse der Veränderungen der Weichteilparameter in der Sagittalen bei Jungen und Mädchen wurde folgendes festgestellt: $\angle N'-Sn-Pog'$ wurde bei den Mädchen signifikant größer ($p < 0,01$); zusätzlich wurde $\angle Col-Sn-Ls$ bei den Mädchen signifikant größer ($p < 0,01$). Bei den Jungen blieben entsprechende Veränderungen aus. Bei den Jungen wurde $\angle N'-Ns-Pog'$ signifikant kleiner ($p < 0,01$) und $\angle Pog'-Sm-Li$ signifikant größer ($p < 0,01$). Die entsprechenden Parameter veränderten sich bei den Mädchen nicht signifikant. Dazu wurde $Ss-|NPog$ bei den Jungen gering signifikant ($p < 0,05$) und $Sm-|NPog$ signifikant größer ($p < 0,01$) ohne entsprechende Veränderungen bei den Mädchen. Die restlichen sagittalen Weichteilparameter wiesen keine wesentlichen Unterschiede auf.

Die Zunahme der Gesamt-Weichteilconvexität bei den Jungen wird im verstärkten Anterior-Wachstum der Nase im Vergleich zu den Mädchen begründet sein. Unterstützt wird dies durch eine höhere Differenz des Winkels $\angle N'-Ns-Pog'$ zwischen T0 und TE bei den Jungen.

Das unterschiedliche Ergebnis von $\angle N'-Sn-Pog'$ relativiert sich in Anbetracht der Tatsache, daß die Differenz zwischen T0 und TE bei beiden Geschlechtern gleich war. Beim männlichen Geschlecht war der Winkel bei Therapiebeginn im Mittel etwas kleiner. Bei Mädchen wie bei Jungen näherte sich der Winkel jedoch unter der Behandlung dem Mittelwert an.

Bei den Mädchen ist es zu einer deutlichen Vergrößerung des Oberlippenprofilwinkels unter der Behandlung gekommen. Ursächlich ist hier wohl der im Durchschnitt kleinere Oberlippenprofilwinkel bei Behandlungsbeginn aufgrund einer

wenn auch geringfügig protrudiert stehenden Oberkieferfront. Der Korrekturbedarf war daher bei den Mädchen größer.

Die deutliche Vergrößerung des Unterlippenprofilwinkels unter Therapie bei den Jungen findet in einem deutlich verkleinerten Winkel zu Therapiebeginn seine Ursache. Die Differenz zwischen Jungen und Mädchen nach Abschluß der Behandlung war nicht wesentlich unterschiedlich.

Die unterschiedlichen Signifikanzen bezüglich der Entfernungen von Ss und Sm von der Referenzlinie N-Pog erklären sich in unterschiedlichen Werten bei Behandlungsbeginn. Die Unterschiede bei Therapieende waren nicht ausgeprägt.

Insgesamt ist zu sagen, daß Unterschiede in den Veränderungen der Weichteile zwischen Jungen und Mädchen durch unterschiedliche Werte zum Zeitpunkt T0 zustandekommen. Die Behandlung nivelliert die Unterschiede. Die Ausnahme bildet der Gesamt-Weichteilprofilwinkel, der sich bei den Jungen durch vermehrte Anteriorverlagerung von Ns im Rahmen des natürlichen Wachstums erklärt.

Ruf et al. (1999) untersuchten ein Kollektiv von insgesamt 39 Patienten mit einer Angle Klasse II bezüglich dentaler, skelettaler und weichteilassoziierter Parameter nach Behandlung mit der Herbst-Apparatur. Es ergaben sich keine geschlechtsspezifischen Unterschiede in den Weichteilparametern, doch muß die geringe Zahl von vier Patienten männlichen Geschlechts in der Gruppe von jungen Erwachsenen berücksichtigt werden.

7.4.1.2) Veränderungen in der Vertikalen

Bei Jungen wie bei Mädchen zeigte sich eine hoch signifikante Verlängerung der Strecke Sto-Me´ in der Untersuchungsgruppe ($p < 0,001$). Der Quotient Sn-Sto/Sn-Me´ wurde signifikant kleiner ($p < 0,01$) und der Quotient Sto-Me´/Sn-Me´ wurde bei den Mädchen signifikant ($p < 0,01$) und bei den Jungen gering signifikant ($p < 0,05$) größer. In der Kontrollgruppe blieben entsprechende Signifikanzen aus.

Es waren keine wesentlichen Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen nachzuweisen.

Unter der Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte ist es somit zu einer deutlichen Verlängerung des Untergesichts gekommen. Die relative Verkürzung des Mittelgesichts ergibt sich im Quotienten aus der starken Verlängerung des Untergesichts. Eine absolute Verkürzung des Mittelgesichtes (Sn-Sto) konnte bei beiden Geschlechtern nicht nachgewiesen werden. Die Verlängerung des Untergesichtes, dargestellt durch Sto-Me´, korrelierte bei den Mädchen hoch signifikant mit den skelettalen Parametern S-Go und N-Me ($p < 0,001$). Bei den Jungen korrelierte Sto-Me´ hoch signifikant mit N-Me ($p < 0,001$). Die Verlängerung der vorderen und hinteren Gesichtshöhe unter der Therapie mit der Vorschub-Doppelplatte führte also bei beiden Geschlechtern zur deutlichen Verlängerung des Untergesichts.

Maltagliati et al (2004) untersuchten anhand eines Studienkollektivs von insgesamt 73 Patienten die Veränderung der Hart- und Weichgewebestrukturen durch die Anwendung eines Headgear-unterstützten Aktivators und eines Bionators unter anderem in Abhängigkeit vom Geschlecht. Bei beiden Apparaturen zeigte sich bei den Mädchen eine vermehrte vertikale Wachstumstendenz ($p < 0,05$).

7.4.2) Weichteilveränderungen in Abhängigkeit vom Alter bei Behandlungsbeginn

7.4.2.1) Weichteilveränderungen in der Sagittalen

Bei den Patienten mit frühem Behandlungsbeginn wurde in der Untersuchungsgruppe eine gering signifikante Vergrößerung des Weichteilprofilwinkels ($\angle N´-Sn-Pog´$) aufgezeigt ($p < 0,05$). Zusätzlich verkleinerte sich der Gesamt-Weichteilprofilwinkel ($\angle N´-Ns-Pog´$) signifikant ($p < 0,01$). Der Unterlippenprofilwinkel ($\angle Pog´-Sm-Li$) vergrößerte sich gering signifikant ($p < 0,01$). Die genannten Parameter blieben ohne signifikante Differenzen in der Kontrollgruppe. Die Punkte Ls und Li verlagerten sich hoch signifikant nach dorsal im Verhältnis zur Esthetic Line ($Ns-Pog´$; $p < 0,001$). Bei dem Punkt Ls war die Differenz zu den Werten der Kontrollgruppe hoch signifikant ($p < 0,001$), bei dem Punkt Li gering signifikant ($p < 0,05$).

In der Untergruppe der Patienten, bei denen die Behandlung in der späten Wechselgebissphase eingeleitet wurde, verkleinerte sich der Gesamt-Weichteilprofilwinkel ($N'-Ns-Pog'$) gering signifikant ($p < 0,05$); hierbei festzustellen war jedoch auch eine entsprechende Veränderung in der Kontrollgruppe. Der Unterlippenprofilwinkel ($<Pog'-Sm-Li$) vergrößerte sich auch in dieser Untergruppe gering signifikant ($p < 0,05$). Die Punkte Ls und Li verlagerten sich auch bei den Patienten mit spätem Behandlungsbeginn hoch signifikant nach dorsal in Bezug auf ihre Referenzlinie $Ns-Pog'$ ($p < 0,001$). Bei Ls war die Differenz zur Kontrollgruppe signifikant ($p < 0,01$).

Ursache für die Vergrößerung des Weichteilprofilwinkels in der Gruppe mit frühem Behandlungsbeginn ist die Dorsalverlagerung des Punktes A, was Kennzeichen für die Hemmung des Oberkieferwachstums in der Sagittalen unter Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte ist. Auch wenn der Punkt A deutlich nach dorsal verlagert wurde, ergab sich keine Korrelation des Weichteilprofilwinkels mit $<SNA$. Der Unterkiefer wird zwar nach anterior verlagert ($<SNPog$, $<SNB$), so daß das Weichteilkinn der Anteriorbewegung folgt; da die genannten skelettalen Veränderungen jedoch auch in der Kontrollgruppe auftraten, ist davon auszugehen, daß die Veränderungen des Unterkiefers auch eine natürliche Wachstumskomponente als Ursache haben. Außerdem korrelierten weder $<SNPog$ noch $<SNB$ mit dem Weichteilwinkel. Damit bleibt die Hemmwirkung des Oberkieferwachstums als diejenige Ursache für die Vergrößerung des Weichteilprofilwinkels, die auf die Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte zurückzuführen ist.

Der Grund für die Verkleinerung des Gesamt-Weichteilprofilwinkels ist auch in den hier diskutierten Untergruppen die Ventralverlagerung des Punktes Ns durch das Wachstum der Nase. In der Gruppe der Patienten mit spätem Behandlungsbeginn trat die Veränderung sowohl in der Untersuchungsgruppe als auch in der Kontrollgruppe auf, so daß hier am ehesten natürliches Wachstum anzunehmen ist. Interessanterweise zeigte sich bei den Patienten mit frühem Behandlungsbeginn die Untersuchungsgruppe eine signifikante Verkleinerung des Gesamtweichteilwinkels ($p < 0,01$) ohne entsprechende Veränderungen in der Kontroll-

gruppe. Eine Wirkung durch die Vorschub-Doppelplatte kann jedoch auch hier nicht unterstellt werden, da dadurch das Ventralwachstum der Nase nicht beeinflusst wird und durch die Plattenbehandlung der Unterkiefer keine Dorsalwanderung erfährt. Ursache für die nicht einheitlichen Ergebnisse könnte auch hier in einer nicht immer genau reproduzierbaren Lokalisierung des Punktes Ns im FRS sein. Damit müssen die entsprechenden Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren sein.

Die Vergrößerung des Unterlippenprofilwinkels beim männlichen Geschlecht findet ihre Ursache auch hier am ehesten im vertikalen Wachstum des Unterkiefers. Durch das Entrollen der Unterlippe entgegen dem Uhrzeigersinn im FRS verlagert sich der Punkt Li etwas nach dorsal und der Punkt Sm etwas nach ventral. Eine Vergrößerung des Winkels ist die Folge. Unterstützt wird dies durch die Feststellung, daß der Unterlippenprofilwinkel signifikant mit den vertikalen Wachstumsparametern S-Go und S-Go/N-Me korrelierte ($p < 0,01$).

Die Ursache für die deutliche Dorsalverlagerung der Punkte Ls und Li ist in der Ventralverlagerung ihrer Referenzlinie Ns-Pog´ zu suchen. Das Wachstum der Nase nach ventral und die Anteriorverlagerung des Weichteilkinns führt zu einer Verschiebung der Esthetic Line. Auffällig war hier eine Korrelation von Ls-|NsPog´ mit dem Winkel \angle NAPog ($p < 0,01$ bei frühem Behandlungsbeginn und $p < 0,05$ bei spätem Behandlungsbeginn). Bei Ls ist zusätzlich eine Dorsalverlagerung zu diskutieren, die durch die Retrusion der Oberkieferfrontzähne zustande kommt. Jedoch ist die Veränderung der Strecke Ls-|NPog nicht signifikant. Anzusprechen ist hier auch die oben erwähnte potentielle Fehlerquelle in der Lokalisation des Punktes Ns.

Unterschiede in den Signifikanzen zwischen frühem und spätem Behandlungsbeginn in der Sagittalen: \angle N´-Sn-Pog` veränderte sich in der Gruppe der Patienten mit frühem Behandlungsbeginn gering signifikant ($p < 0,05$), in der Gruppe der Patienten mit spätem Behandlungsbeginn zeigten sich keine signifikanten Veränderungen. Der Gesamt-Weichteilwinkel veränderte sich bei frühem Behandlungsbeginn signifikant ($p < 0,01$) und bei spätem Beginn gering signifikant

($p < 0,05$). Die übrigen Weichteilparameter wiesen keine wesentlichen Unterschiede auf.

Der Vergleich der Werte von T0 und TE des Weichteilprofilwinkels zeigte eine vermehrte Zunahme der Gesichtskonkavität bei frühem Behandlungsbeginn. Hier hat der frühe Zeitpunkt des Therapiebeginns offenbar Einfluss gehabt.

Ruf et al. untersuchten in einer Studiengruppe von 39 Patienten mit einer Angle Klasse II neben skelettalen auch weichteilassozierte Veränderungen durch die Behandlung mit der Herbstapparatur. Nach Einteilung des Kollektivs in Heranwachsende und junge Erwachsene konnten nach Abschluss der Behandlung keine signifikanten Unterschiede in der Weichteilkonvexität ermittelt werden.

7.4.2.2) Weichteilveränderungen in der Vertikalen

In der Untergruppe der Patienten mit frühem Behandlungsbeginn stellte sich eine hoch signifikante Verlängerung des Untergesichtes (Sto-Me´) dar ($p < 0,001$). Zusätzlich verkürzte sich relativ das Mittelgesicht (Sn-Sto/Sn-Me´; $p < 0,01$) bei relativer Verlängerung des Untergesichtes (Sto-Me´/Sn-Me´; $p < 0,01$). Signifikante Veränderungen in der Kontrollgruppe zeigten sich nicht.

In der Gruppe der Patienten mit spätem Behandlungsbeginn konnte ebenfalls eine hoch signifikante Verlängerung des Untergesichtes (Sto-Me´) festgestellt werden ($p < 0,001$). Die relative Verkürzung des Mittelgesichtes (Sn-Sto/Sn-Me´) und die relative Verlängerung des Untergesichtes (Sto-Me´/Sn-Me´) fielen hier gering signifikant aus ($p < 0,05$). Auch hier fehlten signifikante Veränderungen in der Kontrollgruppe.

Deutliche Unterschiede zwischen den hier behandelten Gruppen zeigen sich nicht.

Unter der Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte ist es somit auch in den hier untersuchten Untergruppen zu einer deutlichen Verlängerung des Unterge-

sichts gekommen. Die relative Verkürzung des Mittelgesichts ergibt sich ebenfalls im Quotienten aus der starken Verlängerung des Untergesichts. Eine absolute Verkürzung des Mittelgesichtes (Sn-Sto) konnte auch hier nicht nachgewiesen werden. Da signifikante Veränderungen in den Kontrollgruppen fehlen, ist die Verlängerung als Folge der Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte zu diskutieren, und zwar unabhängig vom Zeitpunkt des Therapiebeginns.

7.5) Zusammenfassung der Diskussion

Aufgrund der vorangegangenen Ausführungen läßt sich bezüglich der Fragestellung folgende Zusammenfassung formulieren:

1) Bei beiden Geschlechtern zeigte sich eine starke Vertikalentwicklung des Untergesichts unter Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte. Dies hatte Auswirkung auf die sagittale Entwicklung der Weichteile des Untergesichtes durch die Veränderung des Unterlippenprofilwinkels. In der Sagittalen kam es durch die Hemmwirkung des knöchernen Oberkieferwachstums und durch die Retrusion der Oberkieferfrontzähne zu einer leichten Dorsalentwicklung der Weichteile des Oberkiefers. Von der Therapie unbeeinflusst war die Zunahme der Gesichtskonvexität, die im Wesentlichen durch das anteriore Wachstum der Nase verursacht war. Starke Unterschiede in den Behandlungsergebnissen der Weichteilveränderungen zwischen Jungen und Mädchen fanden sich nicht.

2) Sowohl bei den Patienten mit frühem als auch bei den Patienten mit spätem Behandlungsbeginn zeigte sich ebenfalls eine ausgeprägte Vertikalentwicklung des Untergesichtes unter Therapie. Die Hemmwirkung des Oberkieferwachstums und die Retrusion der Oberkieferfront nahm auch hier Einfluss auf die sagittale Entwicklung der Weichteile des Oberkiefers. Das anteriore Wachstum der Nase bestimmte auch in dieser Gruppe die Gesichtskonvexität und war nicht durch die Therapie beeinflusst. Unterschiede zwischen den Behandlungsergebnissen der Weichteile bei Patienten mit frühem bzw. spätem Behandlungsbeginn fanden sich nur im Weichteilprofilwinkel.

7.6) Fazit für die Praxis

Obwohl die Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte auf die funktionskieferorthopädische Korrektur einer Distalokklusion abzielt, darf die Weichteilentwicklung in der Vertikalen nicht außer Acht gelassen werden. Desweiteren muß die natürliche Entwicklung der Nase und des Unterkiefers vor allem bezüglich der Gesamt-Weichteilconvexität mit berücksichtigt werden. Das Geschlecht nimmt im Wesentlichen keinen Einfluss auf die Behandlungsergebnisse. Ebenso wenig muss bezüglich der Weichteilentwicklung Rücksicht auf das Alter der Patienten genommen werden, solange die Therapie zwischen früher und später Wechselgebissphase initiiert wird. Die Ausnahme bildet der Weichteilprofilwinkel, der bei frühem Therapiebeginn durch die Behandlung größer wird als bei spätem Therapiebeginn.

7.7) Ausblick

Studien bezüglich der Weichteilveränderungen durch die Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte sind rar. Weitere Studien könnten Unterschiede zwischen den Weichteilveränderungen durch die Behandlung mit der Vorschub-Doppelplatte und anderen funktionskieferorthopädischen Apparaturen, wie zum Beispiel dem Aktivator, dem Bionator oder der Herbst-Apparatur, untersuchen.

8) Literaturverzeichnis

- 1) Andresen V, Häupl, K. Funktionskieferorthopädie. Leipzig: Meusser, 1936.
- 2) Angle, EH. Classification of malocclusion. Dent. Cosmos 1899; 41: 248-350
- 3) Baccetti T, Franchi L, Ratner L, McNamara JA. Treatment timing for twin block therapy. American Journal of orthodontics and dentofacial orthopedics 2000; 118(2): 159-69
- 4) Bazant V, Miksa J. Die Häufigkeit der Okklusionsanomalien in sagittaler Richtung in der Klassifikation nach Angle bei Erwachsenen. Fortschr. Kieferorthop.1960; 21:328-338
- 5) Björk A. Prediction of mandibular growth. Am J. Orthod 1963; 55: 585-599
- 6) Björk A. Variations in the growth pattern of the human mandible: longitudinal radiographic study by the implant method. J. Dent. Res.; supplement to no. 1, 1963; 42:400-411
- 7) Clark WJ. The twin block technique: a functional appliance system. Am. J. Orthod. Dentfac. Orthop. 1988; 93: 1-18
- 8) Enlow DH. Handbuch des Gesichtswachstums. Berlin: Quintessenz, 1989:104
- 9) Flores-Mir C, Major MP, Major, PW. Soft tissue changes with fixed functional appliances in class II division 1; a systematic review. Angle Orthodontist 2006; 76(4):712-20
- 10) Flores-Mir C, Major, PW. A systematic review of cephalometric facial

soft tissue changes with the activator and bionator appliances in class II division 1 subjects. Eur. J. Orthodontics 2006; 28: 586-93

- 11) Flores-Mir C, Major, PW. Cephalometric facial soft tissue changes with the twin block appliance in class II division 1 malokklusion patients; a systematic review. Angle Orthodontist 2006; 76(5): 876-81
- 12) Jarabak JR, Fizzell JA. Technique and treatment with light wire edgewise appliances. C.V. Mosby Comp., St. Louis 1972
- 13) Jonas I. Knöcherner und Weichteilprofilveränderungen nach Headgear- und Aktivatortherapie. Fortschr. Kieferorthop. 1984; 45, 335-347
- 14) Leighton BC. The early development of normal occlusion. Trans Eur. Orthod. Soc. 1975; 67-77
- 15) Lisson JA, Tränkmann J. Behandlungsbeginn und Behandlungseffekt bei funktionskieferorthopädischer Therapie mit Vorschubdoppelplatten. Fortschr. Kieferorthop. 2003; 64: 341-51.
- 16) Lisson JA, Tränkmann J. Behandlungseffekte bei Klasse II₁-Therapie mit Vorschub-Doppelplatten; eine Longitudinalstudie. Fortschr. Kieferorthop. 2002; 63:14-25
- 17) Lisson JA. Die modifizierte aktive Plattenapparatur – Konstruktion und Indikationen. Quintessenz Zahntech. 1999; 25:298-315
- 18) Maltagliati LA, Henriques JFC, Janson G, Almeida RR, Freitas MR. Influence of orthopedic treatment on hard and soft facial structures of individuals presenting with class II, division 1 malokklusion. A comparative study. J. Appl. Oral Sci. 2004; 12(2):164-70
- 19) Mokrys K. Weichteilveränderungen bei funktionskieferorthopädischer Behandlung mit Doppelvorschubplatten-eine Longitudinalstudie; Dissertati-

onsschrift aus der Klinik für Kieferorthopädie der Universität des Saarlandes (2009)

- 20) Müller G. Die Doppelplatte mit Oberkiefer-Spornführung. Fortschr. Kieferorthop. 1962;23:243-50
- 21) Ricketts SM. Cephalometric analysis and synthesis. Angle Orthodont. 1961; 31, 141-159
- 22) Roux W. Beiträge zur Morphologie der funktionellen Anpassung. Arch. Physiol. Anat. 1885; 9: 120-158
- 23) Ruf S, Panchez H. Dentoskeletal effects and facial profile changes in young adults treated with the Herbst appliance. The Angle Orthodontist 1999; 69(3): 239-46
- 24) Sander FG, Wichelhaus A. Skelettale und dentale Veränderungen bei der Anwendung der Vorschubdoppelplatte; ein kephalometrischer Vergleich zu einer unbehandelten Klasse-II-Gruppe. Fortschr. Kieferorthop. 56 (1995), 127-139
- 25) Sander FG. Der Nachteffekt bei der Anwendung der Vorschubdoppelplatte. Prakt. Kieferorthop. 1989; 3:97-106
- 26) Sander FG. Indikation für die Anwendung der Vorschubdoppelplatte. Prakt. Kieferorthop. 1988; 2:209-22
- 27) Schwarz AM. Lehrgang der Bissregulierung, 2. Aufl. Wien: Urban&Schwarzenberg, 1951
- 28) Tränkmann J. Behandlung mit Plattenapparaturen. In: Diedrich P. (Hrsg). Kieferorthopädie II, Praxis der Zahnheilkunde, 4. Aufl. München. Urban&Fischer, 2000: 136-55

29)Tränkmann J. Die Plattenapparatur in der Kieferorthopädie. Berlin: Quint-
essenz, 1985

30)Wedler S, Tränkmann J, Lisson JA. Zum Behandlungseffekt bei der The-
rapie von Kindern mit Angle-II,1-Okklusion mit der Doppel-Vorschubplatte
in der vorpubertären und in der pubertären Phase. Fortschr. Kieferorthop.
2006; 67;105-15

9) Danksagung

Herrn Professor Dr. Jörg A. Lisson möchte ich für das Überlassen des Themas zur Bearbeitung danken.

Meinem Arbeitskollegen Dr. Dr. Kai Mokrys danke ich für die Vermittlung der Promotionsarbeit, die Einführung in das Thema, das Korrekturlesen und die nahezu uneingeschränkte Ansprechbarkeit bei auftretenden Problemen.

Besonderer Dank gilt meiner Frau Judith und meinem Sohn Erik, die unter Zurückstellung eigener Bedürfnisse die Durchführung der vorliegenden Studie neben meiner beruflichen Tätigkeit in der Klinik erst möglich gemacht haben.

10) Lebenslauf

Persönliche Daten:

Name: Mußhoff
Vorname: Carsten
Geburtsdatum: 04.08.1974
Geburtsort: Essen
Staats-
angehörigkeit: deutsch
Familienstand: verheiratet mit Judith Mittelstädt
ein Sohn, Erik Mußhoff; geb. 21.01.2007
Eltern: Angelika Dora Maria Mußhoff, geb. Wojahn
Werner Stefan Mußhoff

Schulbildung:

1981-1985 Katholische Grundschule Hattingen-Niederwenigern
1985-1994 Gymnasium Waldstraße Hattingen; Abschluss: Abitur

Zivildienst:

1994-1995 Evangelisches Krankenhaus Hattingen

Hochschulausbildung:

1995-2002 Studium der Humanmedizin an der Ruhr-Universität
Bochum; Abschluss: Staatsexamen;
01.10.2004 Approbation als Arzt
2002-2005 Studium der Zahnmedizin an der Rheinischen Friedrich-
Wilhelms- Universität Bonn; Abschluss: Staatsexamen;
13.12.2005 Approbation als Zahnarzt

Promotion:

07/2003 vor dem Promotionsausschuss der Medizinischen Fakultät
der Ruhr-Universität Bochum zum Dr. med.

Klinische Weiterbildung:

Seit 02/2006 Assistenzarzt in Weiterbildung zum Facharzt für Mund-,
Kiefer-, Gesichtschirurgie; Ev. Krankenhaus Bethesda
Mönchengladbach; voraussichtl. 02/2011 Facharztprüfung