

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

Untersuchung zur Stabilität nach Umstellungsosteotomie bei Patienten mit Angle-Klasse III

Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnheilkunde
der Medizinischen Fakultät
der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

2016

vorgelegt von:

Rabeea Hasan

geb. am: 08.08.1971 in Aleppo - Syrien

Tag der Promotion:

Dekan: Prof. Dr. M. D. Menger

1. Berichterstatter: Prof. Dr. J. A. Lisson

2. Berichterstatter:

Widmung

Meiner Heimat Syrien und meiner Heimat Deutschland

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	1
1. ZUSAMMENFASSUNG	4
1.1. Deutsche Zusammenfassung	4
1.2. Abstract	5
2. EINLEITUNG	6
2.1. Definition der Angle Klassifikation	6
2.1.1. Der progene Formenkreis	8
2.2. Therapie der Angle Klasse III	9
2.3. Entwicklung der Dysgnathiechirurgie	10
2.5. Ziel der Arbeit	11
3. MATERIAL UND METHODE	12
3.1. Patienten	12
3.2. Röntgenaufnahmen	12
3.3. Kephalometrie	13
3.3.1. Messpunkte	13
3.3.2. Referenzlinien	17
3.3.3. Kephalometrische Analyse	21
<i>Basal sagittale Messungen</i>	21
<i>Basal vertikale Messungen</i>	22
<i>Dentale Messungen</i>	23
<i>Weichgewebe Messungen</i>	25

3.4. Statistische Analyse.....	26
3.5. Methodenfehler	27
4. ERGEBNISSE.....	28
4.1. Patienten.....	28
4.1.1. Alter und Geschlecht der Patienten	28
4.1.2. Art der Umstellungsosteotomie	29
4.2. Kephalometrische Analysen	30
4.2.1. Basal sagittale Messungen.....	30
<i>Winkel NSBa [°]</i>	30
<i>Winkel SNB [°]:</i>	32
<i>Winkel SNPog [°]:</i>	33
<i>Abstand Pog-NB (mm):</i>	34
<i>Winkel ANB [°]:</i>	35
<i>Wits-Wert [mm]:</i>	36
4.2.2. Basal vertikale Messungen	37
<i>Winkel NL-NSL [°]:</i>	37
<i>Winkel ML-NSL [°]:</i>	38
<i>Winkel ML-NL [°]:</i>	38
<i>Winkel ArGoMe [°]:</i>	38
<i>Strecke NSp´ (mm):</i>	38
<i>Strecke Sp´Me (mm):</i>	39
<i>Index NSp´ : Sp´Me (%)</i> :	39
4.2.3. Dentale Messungen	40
<i>Abstand Is1o-NA (mm):</i>	40
<i>Winkel OK1-NA [°]:</i>	40

<i>Winkel OK1-NL [°]:</i>	41
<i>Abstand Is1u-NB (mm):</i>	42
<i>Winkel UK1-NB [°]:</i>	43
<i>Winkel UK1ML [°]:</i>	44
<i>Winkel II (LS1) [°]:</i>	44
4.2.4. Weichgewebe Messungen	46
<i>Abstand LsEL (mm):</i>	46
<i>Abstand Li-EL (mm):</i>	47
<i>Abstand Li-H-Linie (mm)</i>	49
<i>H-Winkel [°]</i>	50
<i>Nasolabialwinkel [°]</i>	51
4.3. Methodenfehler	52
5. DISKUSSION	53
5.1. Patienten	53
5.1.1. Alter und Geschlecht der Patienten	53
5.1.2. Art der Umstellungsosteotomie	55
5.2. Röntgenaufnahmen	57
5.3. Statistische Analyse	57
5.4. Bewertung der eigenen Untersuchung	58
5.5. Schlussfolgerungen	61
6. LITERATURVERZEICHNIS	62
7. DANKSAGUNG	67
8. LEBENSLAUF	68

1. Zusammenfassung

1.1. Deutsche Zusammenfassung

Die Therapie der skelettal bedingten Klasse-III-Dysgnathien erfordert eine kieferorthopädisch-kieferchirurgische Vorgehensweise. Hierbei spielt es keine Rolle, ob eine Mikrognathie des Oberkiefers oder eine Prognathie des Unterkiefers ursächlich ist. Obwohl dieser kombinierte Behandlungsansatz fast ausnahmslos erfolgreich ist und entsprechend in der Literatur gewürdigt wurde, gibt es nur relativ wenige Angaben zur Stabilität der Ergebnisse.

Ziel der Untersuchung war es, die skelettale und dentoalveoläre Stabilität der Ergebnisse nach erfolgter Umstellungsosteotomie bei Patienten mit Angle-Klasse III zu beurteilen. Es wird geprüft, ob die Stabilität des Ergebnisses abhängig von der Ausprägung der Dysgnathie, der Art der erfolgten Operation (bignath/monognath), des Alters oder des Geschlechtes ist.

Es wurden Unterlagen von 40 Patienten (21m, 19w) im Alter von 17 bis 47 Jahren ausgewertet. Alle Patienten wurden erfolgreich kieferorthopädisch-kieferchirurgisch behandelt. Die Patienten wurden in Abhängigkeit vom Operationstyp in zwei Gruppen eingeteilt: n=25 Patienten wurden bignath, n=15 Patienten monognath operiert. Zusätzlich wurden die gepoolten Daten aller n=40 Patienten analysiert. Kephalemtrische Auswertungen fanden zu vier Zeitpunkten statt, nämlich vor Behandlung, vor Operation, nach Operation sowie nach Behandlungsabschluss. Hierbei wurden skelettale, dentale und Weichgewebeanalysen durchgeführt. Alle Daten wurden anhand bereits angefertigter Fernröntgenseitenbilder ausschließlich retrospektiv und anonymisiert erhoben.

Abgesehen von signifikanten Änderungen, die in der Umstellungsosteotomie begründet sind – Vergrößerung von SNA und Verkleinerung von SNB – deuten die Ergebnisse auf Veränderungen hin, die dentoalveolär und im Weichgewebe hochsignifikant sind. Diese treten jedoch erst in der Phase nach kieferchirurgischem Eingriff bis zum Ende der Therapie auf. Postoperative Rezidive geschehen vornehmlich bei bignath operierten Patienten. Weitere Untersuchungen sollten Kofaktoren wie Wundheilungsstörungen oder intraoperative Komplikationen integrieren, da deren Einfluss andernfalls unerkannt bleibt.

1.2. Abstract

The treatment of skeletal-related Class III malocclusions requires an orthodontic-maxillofacial surgical procedure. It does not matter if a micrognathic maxilla or mandibular prognathism is the cause. Although this combined treatment approach is almost always successful and was recognized accordingly in the literature, there are relatively few data on the stability of the results.

The aim of this study was to evaluate the skeletal and dentoalveolar stability of the results after osteotomy in patients with Angle Class III. It is checked whether the stability of the results depends on the severity of the malocclusion, the type of surgical procedure (bignathic / monognathic), age or gender.

The records of 40 patients (21m, 19w) in aged 17 to 47 years were evaluated. All patients received successful treatment including orthognathic surgery. The patients were divided depending on the type of operation in two groups: n = 25 patients received bignathic and n = 15 patients received monognathic surgery. In addition, the pooled data of all n = 40 patients were analyzed. Cephalometric evaluations took place four times, i.e. before treatment, before surgery, after surgery and after treatment completion. Skeletal, dental and soft tissue analyzes were performed. Data collection happened retrospectively and anonymously, using cephalograms taken during the course of treatment.

Apart from significant changes that are explained by the type of osteotomy - enlargement of SNA and reduction of SNB - the results indicate that are highly significant dental and soft tissue changes. However, this only occurred during the phase after maxillofacial surgery until the end of therapy. Postoperative relapse occurs primarily in patients with bignathic surgery. Further studies should integrate cofactors such as wound healing or intraoperative complications, whose influence remains otherwise undetected.

2. Einleitung

2.1. Definition der Angle Klassifikation

Angle (1855-1930) beschrieb 1899 in seinem Buch »Okklusionsanomalien der Zähne« die später nach ihm benannte Klassifikation der Okklusionsabweichungen [1].

Er ging dabei von der okklusalen Beziehung – also der Verschlüsselung der Sechsjahrmolaren bei maximaler Interkuspitation – aus und zog daraus Rückschlüsse auf die sagittale Lagebeziehung der Kiefer zueinander. Auf seiner Einteilung basiert die heutige – erweiterte – Klassifikation der Kieferanomalien in Neutral-, Distal- und Mesialokklusion [31], die aus seinen ursprünglich beschriebenen Varianten resultieren. Grundsätzlich wird immer die mesiodistale Okklusionsbeziehung zwischen erstem Oberkiefermolar und Oberkiefer Eckzahn zu deren jeweiligen Antagonisten beschrieben. Die Dimension der Abweichung wird dabei in Prämolarenbreiten angegeben.

Folgende Angle-Klassen werden aktuell standardisiert zur Diagnostik verwendet:

Klasse I / Neutralokklusion: der mesiobukkale Höcker des oberen Sechsjahrmolaren okkludiert in die Hauptfissur des unteren Sechsjahrmolaren, der Eckzahn des Oberkiefers okkludiert in den Approximalraum zwischen Unterkiefer Eckzahn und erstem Prämolare (Neutralokklusion, Abb. 1). Bei dieser Okklusion besteht mehrheitlich eine basal-neutrale Relation zwischen Ober- und Unterkiefer.

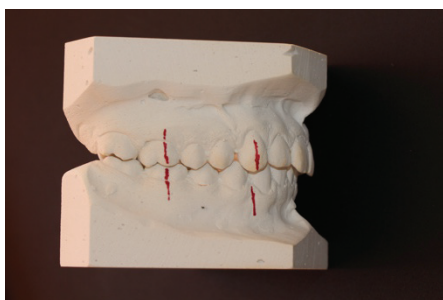


Abb. 1: Neutralokklusion anhand eines Gipsmodells. Quelle Fr. Dr. Hasan

Klasse II / Distalokklusion: der mesiobukkale Höcker des Sechsjahrmolaren im Oberkiefer okkludiert mesial der Hauptfissur des unteren Sechsjahrmolaren, der Eckzahn des Oberkiefers mesial des Approximalraums zwischen Unterkiefer Eckzahn

und erstem Prämolaren (Distalverzahnung, Abb. 2). Die Klasse II wird mit proklinierten Oberkieferschneidezähnen als Klasse II,1 bzw. mit retroinklinierten Oberkieferschneidezähnen als Klasse II,2 bezeichnet. Bei dieser Okklusion besteht mehrheitlich eine basal-neutrale sagittale Relation zwischen Ober- und Unterkiefer.

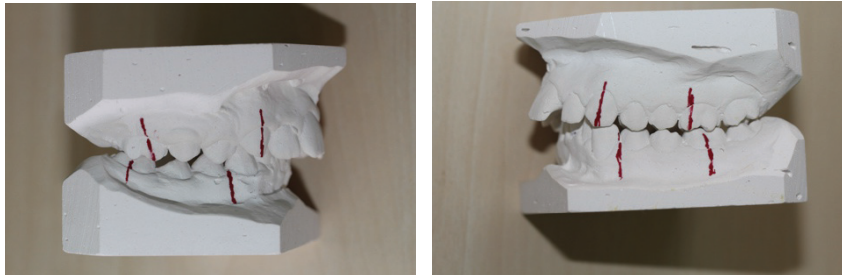


Abb. 2: Distalokklusion (Angle Klasse II,1 und Klasse II,2) anhand von Gipsmodellen. Quelle Fr. Dr. Hasan

Klasse III / Mesialokklusion: der mesiobukkale Höcker des Sechsjahrmolaren im Oberkiefer greift distal der Hauptfissur des unteren ersten Molaren, der Eckzahn des Oberkiefers greift distal des Approximalraums zwischen Unterkiefereckzahn und erstem Prämolaren (Mesialokklusion, Abb. 3). Bei dieser Okklusion besteht mehrheitlich eine mesiobasale Relation zwischen Ober- und Unterkiefer.



Abb. 3: Mesialokklusion anhand eines Gipsmodells. Quelle Fr. Dr. Hasan

Die erweiterte Klassifikation nach Angle bezieht sich nicht nur auf die Okklusionsbeziehung der Zähne sondern umfasst auch sagittale Lageabweichungen der Kiefer zueinander.

Skelettale Klasse I: Neutralokklusion der antagonistischen Zähne und Neutralposition der Kiefer zueinander.

Skelettale Klasse II: Distalokklusion oder/und mandibuläre Retro- bzw. Mikrognathie oder maxilläre Pro- bzw. Makrognathie.

- Klasse II,1: bei protrudierten OK-Schneidezähnen oder protrudierter OK-Front (auch Alveolarfortsatz)
- Klasse II,2: bei retrudierten OK-Schneidezähnen oder retrudierter OK-Front (auch Alveolarfortsatz)

Skelettale Klasse III: Mesialokklusion oder/und mandibuläre Pro- bzw. Makrognathie oder maxilläre Retro- bzw. Mikrognathie.

2.1.1. Der progene Formenkreis

Der progene Formenkreis beschreibt dentale sowie skelettale Merkmale, die Patienten mit einer Angle Klasse III zeigen können. Dabei muss zwischen dentalen und skelettalen Abweichungen möglichst exakt differenziert werden, da dies für die korrekte Therapie der Dysgnathie von Bedeutung ist.

Der progene Formenkreis umfasst folgende Befunde:

- **Falsche Verzahnung**
 - Umgekehrte sagittale Verschlüsselung einzelner Zähne bei Okklusion
- **Zwangsprogenie**
 - Positionsänderung des UK nach anterior durch dentale Zwangsführungen
- **Pseudoprogenie**
 - Maxilläre Mikrognathie bei mandibulärer Eugnathie
- **Skelettale Progenie**
 - Mandibuläre Pro- und Makrognathie bei maxillärer Retro- und Mikrognathie

2.2. Therapie der Angle Klasse III

Die Angle-Klasse III gilt als äußerst komplexe und schwierige Anomalie in Hinsicht auf kieferorthopädische Diagnose und Therapie [68]. Ihre Prävalenz liegt bei weniger als 5% der mitteleuropäischen Bevölkerung, bei 12% der asiatischen Volksgruppen und einem ähnlich hohen Wert im mediterranen Raum und im Nahen Osten [50].

Der Behandlungsbeginn bei Anomalien des progenen Formenkreises sollte möglichst frühzeitig erfolgen, um eine skelettale Beeinflussung des Oberkiefer- und Unterkiefer-Längenwachstums zu erreichen [21]. Diese Vorgehensweise wird in Deutschland durch die Vergütungsrichtlinien der gesetzlichen Krankenkassen gestützt und wird als kieferorthopädische Frühbehandlung bezeichnet [12, 46, 48]. Die möglichen Maßnahmen beinhalten sowohl die Unterstützung des Oberkiefer-Längenwachstums als auch die Hemmung des Unterkiefer-Längenwachstums. Da oft mangelnde Verankerungsmöglichkeiten auf den Zähnen der ersten Dentition bestehen, wird häufig der Durchbruch der Sechsjahrmolaren vor Behandlungsbeginn abgewartet. Als Therapiemittel stehen unter anderem die Delaire-Maske – mit oder ohne Kombination mit einer GNE – Funktionsregler Typ III, Plattenapparaturen mit Schrauben, Rückschubdoppelplatte und weitere [20, 63, 64] zur Verfügung.

Ist eine Beeinflussung des Wachstums aufgrund fortgeschrittenen Alters nicht mehr möglich, besteht die Möglichkeit einer konservativen Therapie mit einer festsitzenden Apparatur nur bei gering ausgeprägtem Ausmaß der Anomalie. Diese umfasst dann ausschließlich die dentoalveoläre Kompensation der ursprünglich skelettalen Komponente.

Bei Klasse-III-Anomalien mit deutlich ausgeprägter skelettaler Beteiligung ist die kombiniert kieferchirurgisch-kieferorthopädische Therapie nach Abschluss des Wachstums das Mittel der Wahl. Diese umfasst eine kieferorthopädische Dekompensation, also eine Vorbehandlung zum Erreichen einer Zahnbogenkongruenz, die kieferchirurgische Umstellung der Kieferbasen zueinander und eine abschließende kieferorthopädischen Feineinstellung der Okklusion [8, 23, 32, 71]. Bei Vorliegen einer Zahnbogenkongruenz zu Beginn der Therapie kann eine Umstellungsosteotomie im Rahmen einer sogenannten »surgery first« Behandlung direkt erfolgen [57].

Mit der kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Therapie kann eine Optimierung in Bezug auf sagittale Frontzahnstufe und Weichteil-Profil bei Klasse III Patienten erreicht werden. Dabei ist je nach Ausprägung der Anomalie sowie in Abhängigkeit der

Verlagerungsstrecke derzeit die bignathe Chirurgie die verbreitetste Methode zur Korrektur der skelettalen Abweichung [40].

Neue Aspekte in der kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Therapie bietet die Möglichkeit der 3D-Analyse. Die 3D-Darstellung (cone-beam computed tomography) und die 3D-Fotografie bieten viele Vorteile bei der Analyse der Patienten, vor allem bei solchen mit Asymmetrien. So spielt die 3D-Darstellung eine wachsende Rolle in der chirurgischen Planung [30]. Die Software ermöglicht die Schädelbasis-Registrierung, von der die Chirurgen die geplante Verschiebung sowie die Interaktionen der chirurgischen Segmente von jedem Blickwinkel aus sehen und planen können.

2.3. Entwicklung der Dysgnathiechirurgie

Die Ursprünge der Dysgnathiechirurgie liegen im Jahr 1897. Blair begründete damals mit der chirurgischen Korrektur einer mandibulären Prognathie die orthognathe Chirurgie [5]. Eine Beschreibung von drei Operationsmethoden zur Therapie von Unterkieferanomalien erfolgte im Jahr 1907 ebenfalls durch Blair [10]. 1927 führte Wassmund erstmals die nach Le Fort benannte Osteotomie des Oberkiefers durch [72]. Mit fortschreitender Entwicklung postulierte Schuchardt 1954 die »Chirurgie als Helferin der Kieferorthopädie« [66]. In dieser Arbeit wird erstmals eine von intraoral vorgenommene, schräge Osteotomie des aufsteigenden Unterkieferastes beschrieben. Obwegeser stellte 1957 fast zeitgleich die retromolare sagittale Unterkieferosteotomie vor und entwickelte ab 1960 die Osteotomie auf der Le-Fort-I-Ebene zu einer Routineoperation [54]. Dal Pont modifizierte Obwegesers Verfahren zur Osteotomie des Unterkiefers [19] um die Dislokationsgefahr des Processus articularis zu verringern, nachteilig war jedoch die größere Gefahr für eine Nervenschädigung. Mit der Entwicklung der stabilen Osteosynthese, die Luhr 1985 publizierte, wurde Obwegesers Operationstechnik wieder die bevorzugte Vorgehensweise [41, 42]. Obwegeser stellte in den Jahren 1962 und 1965 erstmals Langzeiterfahrungen zur Osteotomie des Oberkiefers bei progner Kieferanomalie vor [54, 55]. Eine Weiterentwicklung erfuhr die Osteotomie des Oberkiefers mit den Arbeiten von Bell und Wolford [7, 74]. Die von ihnen propagierte »down fracture« ermöglichte ein übersichtlicheres Operationsfeld, minimierte Operationsdauer wie auch eine reduzierte Blutung. So erhielt die Le-Fort-I-Osteotomie des Oberkiefers durch die genannten Modifikationen bis zum heutigen Tag einen ähnlichen Stellenwert als Standardverfahren wie die retro-

molare sagittale Osteotomie des Unterkiefers. Im Vergleich zur zeitlichen Entwicklung der genannten Operationstechniken ist die bignathe Umstellungsosteotomie des Ober- und Unterkiefers als einzeitiges Verfahren eine recht neue Vorgehensweise. Die simultane Osteotomie von Maxilla und Mandibula wurde von Obwegeser im Jahr 1970 publiziert und stellte damit den vorläufigen Höhepunkt der Dysgnathiechirurgie dar [56]. Die Weiterentwicklung bildgebender Verfahren, adäquater Instrumentarien und der Anästhesiologie ermöglichte erst diese Vorgehensweise [27, 34, 61, 62].

2.5. Ziel der Arbeit

Ziel dieser Studie ist es, die skelettale und dentoalveoläre Stabilität bei Patienten mit skelettaler Angle-Klasse III zu beurteilen, die mit monognather oder bignather Umstellungsosteotomie und kieferorthopädischer Behandlung nach einem einheitlichen Konzept therapiert wurden.

3. Material und Methode

3.1. Patienten

Aus dem Patientengut der Kliniken für Kieferorthopädie sowie für Mund-, Kiefer und Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums des Saarlandes wurden retrospektiv 40 Patienten mit einer skelettalen Angle-Klasse III ausgewählt, welche die Einschlusskriterien erfüllten. Ein Antrag bei der Ethikkommission wurde gestellt (Nr. 80/16). Aufgrund der retrospektiven und anonymisierten Auswertung wurde kein Votum benötigt.

Die Ein- und Ausschlusskriterien für die Teilnahme an der Untersuchung waren:

- Patienten mit kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgischer Behandlung einer skelettal bedingten Klasse III-Dysgnathie wurden in die Studie aufgenommen. Alle Behandlungsmaßnahmen erfolgten nach einem abgestimmten Konzept der Kliniken für Kieferorthopädie sowie für Mund-, Kiefer und Gesichtschirurgie am Universitätsklinikum des Saarlandes.
- Patienten mit kraniofazialen Fehlbildungen, zusätzlichen Operationen wie Genioplastik sowie mit vorangegangener Distraktionsosteogenese wurden von der Untersuchung ausgeschlossen.

Die Patienten wurden in Gruppen unterteilt:

- Gruppe 1: Patienten mit monognather Umstellungsosteotomie in Ober- oder Unterkiefer.
- Gruppe 2: Patienten mit bignather Umstellungsosteotomie in Ober- und Unterkiefer.
- Gruppe 3: Gesamtgruppe = alle Patienten.

3.2. Röntgenaufnahmen

Die Behandlungseffekte wurden mit Hilfe einer Analyse von Fernröntgenseitenbildern (FRS) ermittelt. Die Röntgenaufnahmen wurden im Rahmen der vorgesehenen Diagnostik vor, während und nach der Behandlung erstellt. Alle Aufnahmen stammten von Röntgengeräten (Orthophos XG Plus, Sirona, Wals, Österreich) der Kliniken für

Kieferorthopädie bzw. für Mund-, Kiefer und Gesichtschirurgie am Universitätsklinikum des Saarlandes.

Auf Film vorhandene Fernröntgenseitenbilder älteren Aufnahmedatums wurden vor Auswertung mit einem DIN-A4-Durchlicht-Scanner (Epson® Expression 1680 Pro, Epson Deutschland GmbH, Meerbusch, Deutschland) digitalisiert und mit Hilfe der Scansoftware Epson Scan Version 2.94G (Auflösung 300 dpi) in die Auswertungssoftware übertragen. Bereits digital vorliegende Bilder wurden ohne weitere Bearbeitung ausgewertet.

3.3. Kephalemetrie

Alle Fernröntgenseitenbilder wurden mit Hilfe der Software OnyxCeph (Version 3.1.29 (44), Image Instruments® GmbH, Chemnitz, Deutschland) ausgewertet. Es wurde die Analyse »Homburg '02« verwendet, die sich bereits in vorangegangenen Studien als zweckmäßig erwiesen hat [9]. Bei der Auswertung der Fernröntgenseitenbilder wurde der jeweilige Vergrößerungsfaktor berücksichtigt. Bei Röntgenbildern ohne Normierungsskala wurde der Vergrößerungsfaktor anderer Bilder des entsprechenden Röntgengerätes verwendet. Die kephalometrischen Messpunkte wurden am Bildschirm festgelegt. Im Anschluss wurden die Strecken- und Winkelmessungen von OnyxCeph® automatisch durchgeführt.

Die kephalometrischen Befunde wurden zu vier Zeitpunkten erhoben:

- (T1): Fernröntgenseitenaufnahmen vor der Therapie (=Ausgangsbefund).
- (T2) Fernröntgenseitenaufnahmen vor OP.
- (T3) Fernröntgenseitenaufnahmen nach OP.
- (T4) Die jeweils letzten verfügbaren FRS bzw. Aufnahmen bei Abschluss der Therapie.

3.3.1. Messpunkte

Für die Analyse wurden folgende Messpunkte verwendet:

1. **Nasion (N)**: Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Sutura nasofrontalis.

2. **Sella (S)**: Konstruierter Mittelpunkt der Sella turcica, das Zentrum der Sella turcica.
3. **Basion (Ba)**: Der am weitesten kaudal und posterior gelegene Punkt des Vorderrandes des Foramen magnum (Clivus).
4. **Artikuläre (Ar)**: Der röntgenologische Schnittpunkt des Unterrandes der Schädelbasis mit der dorsalen Kontur des Collum mandibulae.
5. **A-Punkt (A)**: Der am weitesten posterior gelegene Punkt der anterioren Kurvatur des Oberkiefer-Alveolarfortsatzes.
6. **Spina nasalis anterior (Spa)**: Der am weitesten anterior gelegene Punkt der knöchernen Spina nasalis anterior.
7. **Pterygomaxillare (Ptm)**: Schnittpunkt der dorsalen Kontur des Corpus maxillare mit der Kontur des harten bzw. weichen Gaumens.
8. **Spina nasalis posterior (Spp)**: Der am weitesten posterior gelegene Punkt der knöchernen Spina nasalis posterior.
9. **Prosthion (Pr)**: Ventrokranialster Punkt des Zahnfachrandes des Oberkiefers zwischen den mittleren Schneidezähnen in der Median-Sagittal-Ebene.
10. **B-Punkt (B)**: Der am weitesten posterior gelegene Punkt der anterioren Kurvatur des Unterkiefer-Alveolarfortsatzes.
11. **Pogonion (Pog)**: Der am weitesten anterior gelegene Punkt des knöchernen Kinns.
12. **Gnathion (Gn)**: Der kaudalste Punkt der Unterkiefersymphyse in der Median-Sagittal-Ebene. Punkt auf der knöchernen Kinnkontur mit dem größten Abstand von der Referenzlinie N-S (oft auch als **Menton (Me)** bezeichnet).
13. **Vertikaler Tangentenpunkt (T1)**: Am weitesten dorsal gelegener Punkt des Ramus ascendens im Bereich des Kieferwinkels. Anlagepunkt einer Tangenten von Artikuläre (Ar) an den aufsteigenden Ast der Mandibula im Bereich des Kieferwinkels.

14. **Incisura Masseterica (Im)**: Punkt der stärksten Einziehung nach kranial im Bereich des horizontalen Unterkiefers.
15. **T2/MT1**: Tangentenpunkt von Me/Gn an den Unterkieferkörper; dorsokaudaler Punkt des Unterkieferkörpers; Anlagepunkt einer Tangente von Menton (Me) an den horizontalen Ast der Mandibula.
16. **Gonion (Go)**: Schnittpunkt der Mandibular-Linie mit der Ramus-Linie.
17. **Infradentale (Id)**: Ventrokranialster Punkt des Zahnfachrandes des Unterkiefers zwischen den mittleren Schneidezähnen in der Median-Sagittal-Ebene.
18. **Apikale superius (As)**: Der apikalste Punkt des am weitesten anterior stehenden mittleren Oberkiefer-Schneidezahnes.
19. **Inzision superius (Is)**: Der am weitesten inzisal gelegene Punkt des am weitesten anterior stehenden mittleren Oberkiefer-Schneidezahnes.
20. **Labialfläche des oberen Inzisivus (Ls 1o)**: Am weitesten labial gelegener Punkt der Kronenkontur des am weitesten labial stehenden oberen mittleren Schneidezahnes.
21. **Apikale inferius (Ai)**: Der apikalste Punkt des am weitesten anterior stehenden mittleren Unterkiefer-Schneidezahnes.
22. **Inzision inferius (Ii)**: Der am weitesten inzisal gelegene Punkt des am weitesten anterior stehenden mittleren Unterkiefer-Schneidezahnes.
23. **Hinterer Punkt des Okklusionsplanum (hPOcP)**: Am weitesten distal gelegener Berührungspunkt der letzten in Okklusion stehenden Molaren.
24. **Trichion (Tr)**: Haaransatz.
25. **Weichteilglabella (GI')**: Am weitesten ventral gelegener Punkt der Weichteilnasenstirnwulst.
26. **Hautnasion (N')**: Der am weitesten posterior gelegene Punkt der Konvexität zwischen Stirn und Nase.

27. **Nasenspitze (Ns)**: Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Nasenspitze.
28. **Subnasale (Sn)**: Der am weitesten dorsal gelegene Punkt am Übergang des Nasenstegs in die Oberlippe.
29. **Columnella-Tangentenpunkt (CoTg)**: Punkt am Übergang des geraden Anteils der Columnella in die Konvexität der Nasenspitze.
30. **Labrale superior (Ls)**: Der am weitesten anterior liegende Punkt der Oberlippe.
31. **Stomion Superius (Stm-s)** : Am weitesten kaudal gelegener Punkt der Oberlippenrots.
32. **Stomion Inferius (Stm-i)**: Am weitesten kranial gelegener Punkt des Unterlippenrots.
33. **Labrale inferior (Li)**: Der am weitesten anterior liegende Punkt der Unterlippe.
34. **Sulcus labialis inferior (Sm)**: Am weitesten dorsal gelegener Punkt in der Konkavität der Unterlippe.
35. **Weichteil-Pogonion (Pog')**: Der am weitesten anterior gelegene Punkt des Weichteil-Kinnprofils.
36. **Weichteilgnathion (Gn')**: Vorderer Kinnrand bzw. am weitesten vorn und unten gelegener Punkt des Weichteilkinns.

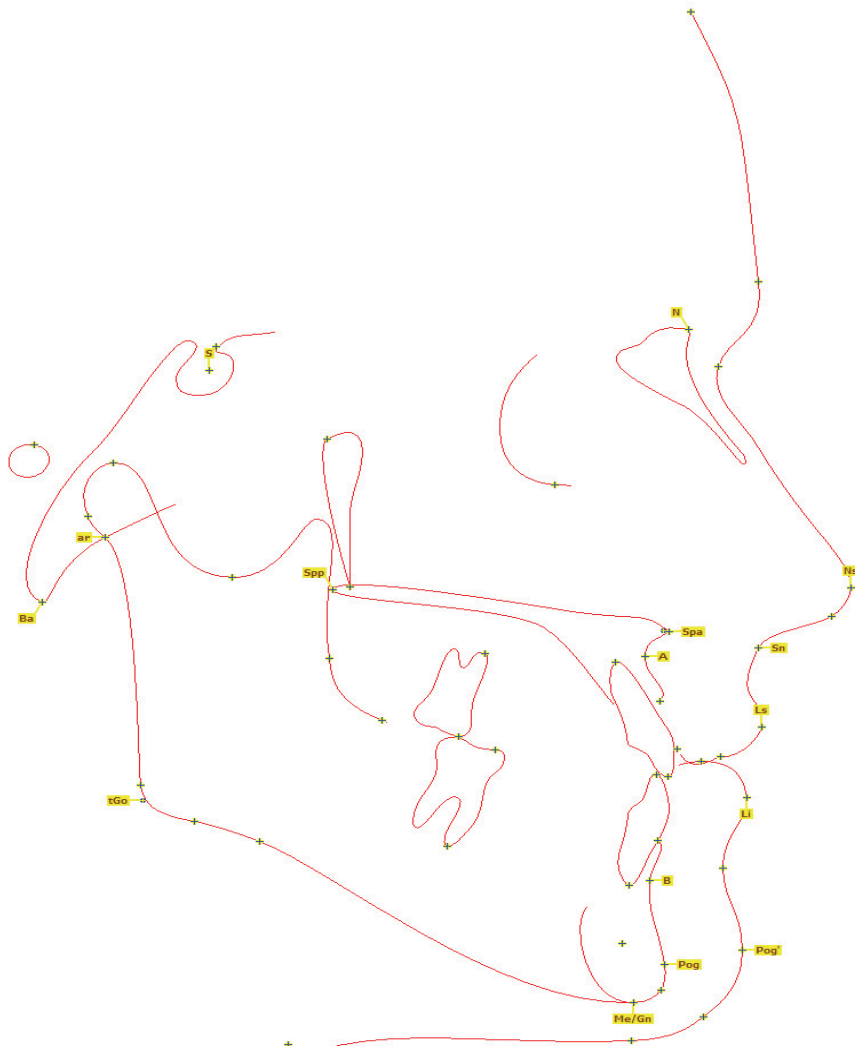


Abb. 4 : Darstellung kephalometrischer Messpunkte mit Abkürzungen.

3.3.2. Referenzlinien

Zur Beurteilung des Gesichtsschädels in sagittaler und vertikaler Richtung wurden horizontale und vertikale Referenzlinien genutzt.

• **Definition der horizontalen Referenzlinien:**

Nasion-Sella-Linie (NSL): Horizontale Referenzlinie durch die Punkte Nasion und Sella; Linie der anterioren Schädelgrube.

Nasallinie (NL): Horizontale Referenzlinie durch die Punkte Spina nasalis anterior und posterior; Linie der Oberkieferbasis.

Mandibularlinie (ML): Horizontale Referenzlinie ausgehend vom Punkt Gnathion/ Menton als Tangente an die kaudalste Kontur des Unterkiefers im Bereich des Kieferwinkels; Linie der Unterkieferbasis.

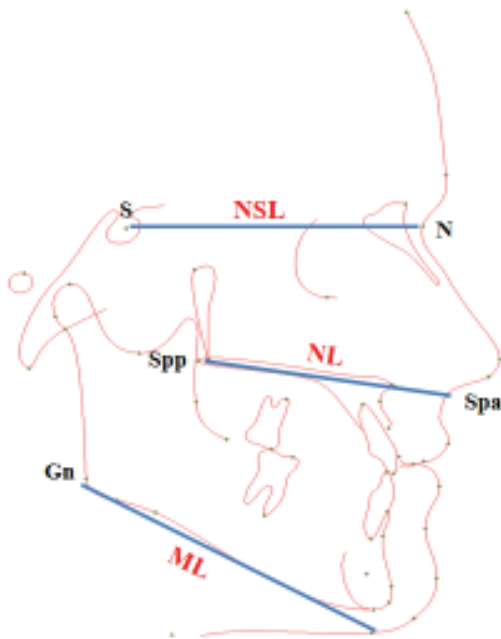


Abb. 5: Horizontale kephalometrische Referenzlinien mit Abkürzungen.

• **Definition der vertikalen Referenzlinien:**

NA-Linie (NA): Vertikale Referenzlinie durch den Punkt Nasion und den A-Punkt zur Bestimmung der sagittalen Position des Oberkiefers.

NB-Linie (NB): Vertikale Referenzlinie durch den Punkt Nasion und den B-Punkt zur Bestimmung der sagittalen Position des Unterkiefers.

NPog-Linie (NPog): Vertikale Referenzlinie durch die Punkte Nasion und Pogonion zur Bestimmung der sagittalen Position des Kinns.

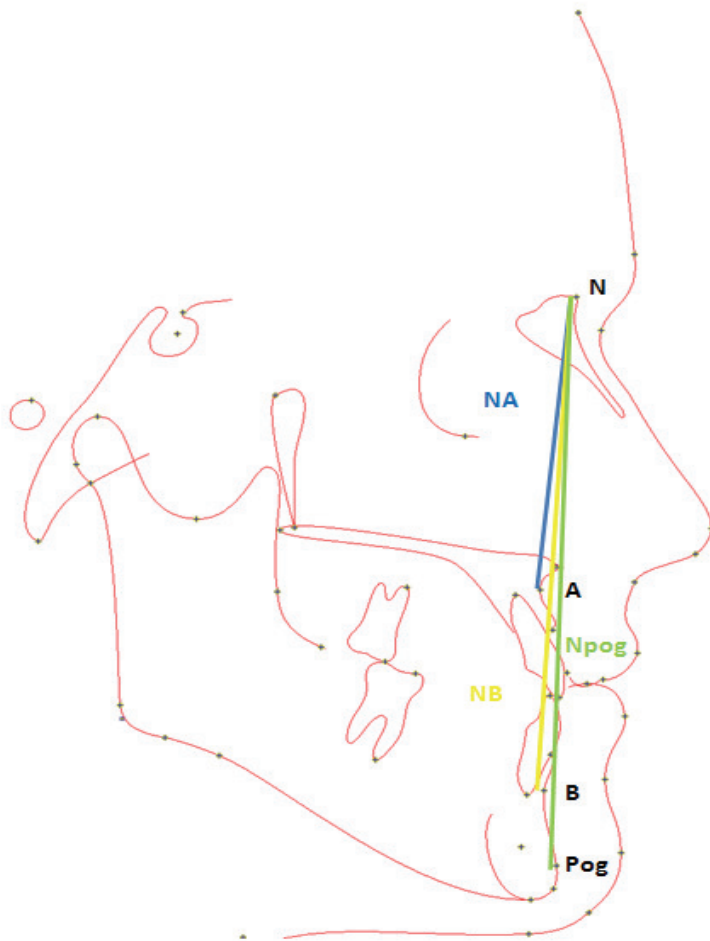


Abb. 6: Vertikale kephalometrische Referenzlinien mit Abkürzungen.

• **Weitere Referenzlinien:**

Ramuslinie (RL): Vertikale Referenzlinie ausgehend vom Punkt Artikulare als Tangente an die dorsalste Kontur des aufsteigenden Unterkieferastes im Bereich des Kieferwinkels.

Clivus-Linie: Verbindung der Punkte Sella und Basion.

Oberkiefer-Inzisallinie (IIs): Linie durch die Punkte Apikale superius und Inzision superius; Zahnachse des oberen mittleren Schneidezahnes.

Unterkiefer-Inzisallinie (Ili): Linie durch die Punkte Apikale inferius und Inzision inferius; Zahnachse des unteren mittleren Schneidezahnes.

Verbindungsline Nasion-Gnathion: Diese Hilfslinie wird für die Berechnung des Index der anterioren Gesichtshöhen benötigt

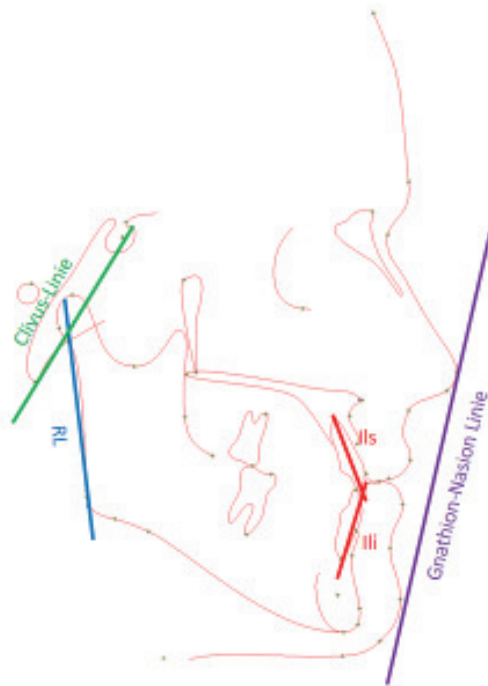


Abb. 7: Weitere kephalometrische Referenzlinien

• **Weichteil-Referenzlinien:**

Ästhetik-Linie: Tangente an den Punkten Pronasale und Weichteil-Pogonion zur Beurteilung des Lippenprofils.

Holdaway-Linie (H): Tangente an den Oberlippen-Punkt und Weichteil-Pogonion zur Beurteilung des Lippenprofils.

Columnella-Tangente (Ct): Tangente an die Punkte Subnasale und Columnella.

Oberlippen-Tangente (Ot): Tangente an die Punkte Subnasale und Labrale superior.

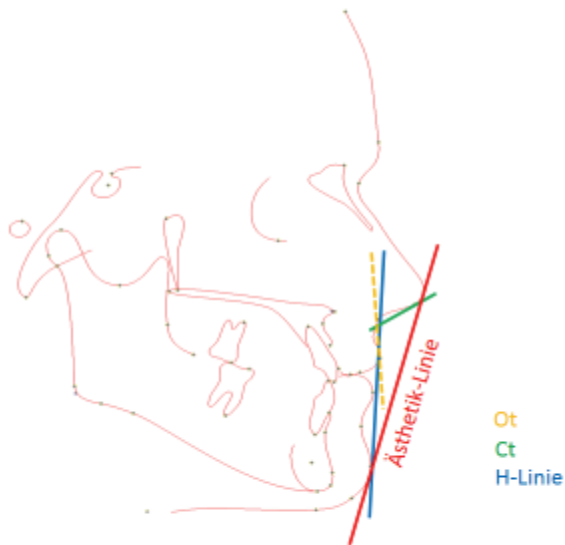


Abb. 8: Kephalemtrische Weichteil-Referenzlinien

3.3.3. Kephalemtrische Analyse

Bei der Analyse der Fernröntgenseitenbilder wurden folgende Strecken und Winkel gemessen. In Klammern werden die Mittelwerte für Kaukasier angegeben.

Basal sagittale Messungen

Winkel NSBa [in °, ♂ 129,3°, ♀ 130,4°]: Der Schädelbasiswinkel beschreibt die Relation des Clivus zur anterioren Schädelbasis und somit über die Abknickung der Schädelbasis.

Winkel SNA [in °, ♂ 81,2°, ♀ 81,4°]: beschreibt die Position der Maxilla in der sagittalen Relation zur anterioren Schädelbasis.

Winkel SNB [in °, ♂ 77,3°, ♀ 77,7°]: beschreibt die Position der Mandibula in der sagittalen Relation zur anterioren Schädelbasis.

Winkel SNPog [in °, ♂ 81,5°, ♀ 81,2°]: beschreibt die sagittale Position des Unterkiefers und des knöchernen Kinns in Relation zur anterioren Schädelbasis.

Abstand Pog-NB (in mm, ♂ 2,6 mm, ♀ 2,4 mm): beschreibt die Ausprägung des knöchernen Kinns.

Winkel ANB [in °, ♂ 3,9°, ♀ 3,7°]: beschreibt die sagittale Position des Oberkiefers in Relation zum Unterkiefer. Er ergibt sich als Differenz aus dem SNA- und SNB-Winkel (SNA-SNB).

Wits-Wert(in mm, ♂ -0,7 mm, ♀ -0,5 mm): Projektion des A- und B-Punktes auf die Okklusionsebene zur Bestimmung der skelettalen Klasse. Beschreibt die Lagebeziehung der Kiefer zueinander in anteroposteriorer Richtung.



Abb. 9: Darstellung der basal-sagittalen Parameter mit Abkürzungen.

Basal vertikale Messungen

Winkel NL-NSL [in °, ♂ 6,5°, ♀ 8,3°]: beschreibt die Neigung der Maxilla in Relation zur anterioren Schädelbasis.

Winkel ML-NSL [in °, ♂ 33,8°, ♀ 34,1°]: beschreibt die Neigung der Mandibula in Relation zur anterioren Schädelbasis.

Winkel ML-NL [in °, ♂ 27,3°, ♀ 25,8°]: Der Kieferbasiswinkel beschreibt den Neigungsgrad der Unterkieferbasis, d.h. die Divergenz der Kieferbasen.

Winkel MeGoAr [in °, ♂ 126,5°, ♀ 126,2°]: Der Kieferwinkel beschreibt die Relation des Ramus zum Corpus mandibulae, d. h. die Form des Unterkiefers. Er ist ein Faktor für die Prognose der Wachstumsrichtung.

Strecke NSp´ (in mm, ♂ 60,7 mm, ♀ 56,0 mm): beschreibt die vordere mittlere Gesichtshöhe.

Strecke Sp´Me (in mm, ♂ 76,1 mm, ♀ 67,2 mm): beschreibt die vordere untere Gesichtshöhe.

Index NSp´:Sp´Me (in %, ♂/♀ 84%): beschreibt die Beziehung zwischen der vorderen mittleren und vorderen unteren Gesichtshöhe und somit die basale vertikale Relation.

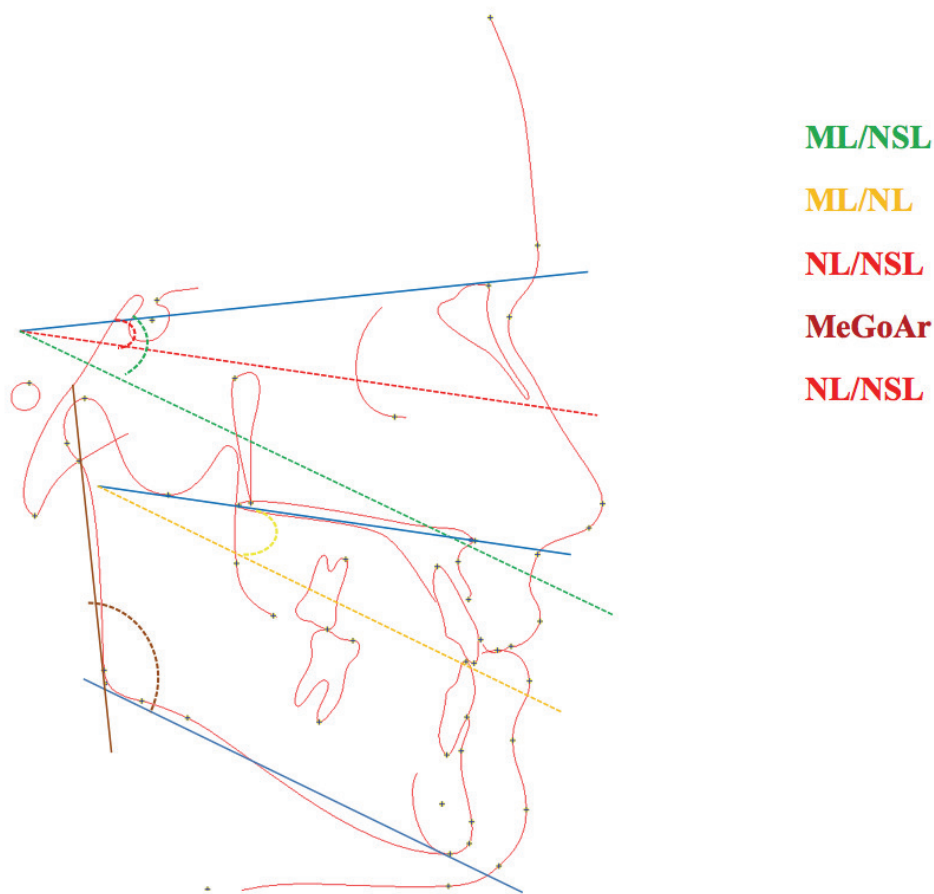


Abb. 10: Darstellung der basal-vertikalen Parameter mit Abkürzungen. Die unterbrochenen Linien stellen die parallel-verschobenen Messlinien dar.

Dentale Messungen

Abstand Is-NA (in mm, ♂ 7,2 mm, ♀ 6,9 mm): beschreibt die Stellung der Oberkiefer-Schneidezähne zur Oberkiefer-Basis in anteroposteriorer Richtung.

Winkel OK1-NA [in °, ♂ 22,8°, ♀ 24,2°]: beschreibt die sagittale Neigung der Oberkiefer-Schneidezähne in Relation zur Oberkiefer-Basis in anteroposteriorer Richtung.

Winkel OK1-NL [in °, ♂/♀ 107°]: beschreibt die Neigung der Oberkiefer-Schneidezähne in Relation zur Oberkiefer-Basis in anteroposteriorer Richtung.

Abstand li-NB (in mm, ♂ 5,2 mm, ♀ 5,0 mm): beschreibt die Stellung der Unterkiefer-Schneidezähne zur Unterkiefer-Basis in anteroposteriorer Richtung.

Winkel Ili-NB [in °, ♂ 23,4°, ♀ 23,9°]: beschreibt die Neigung der Unterkiefer-Schneidezähne in Relation zur Unterkiefer-Basis in anteroposteriorer Richtung.

Winkel Ili-ML [in °, ♂ 95,1°, ♀ 94,7°]: beschreibt die Neigung der Unterkiefer-Schneidezähne in Relation zur Unterkiefer-Basis in anteroposteriorer Richtung.

Winkel II [in °, ♂ 127,1°, ♀ 125,5°]: Der Interinzisalwinkel beschreibt die Neigung der OK- und UK-Schneidezähne zueinander.

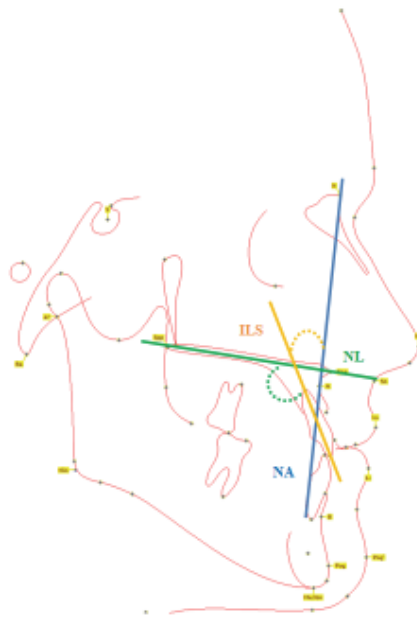


Abb. 11: Darstellung der dentalen Parameter im Oberkiefer mit Abkürzungen.

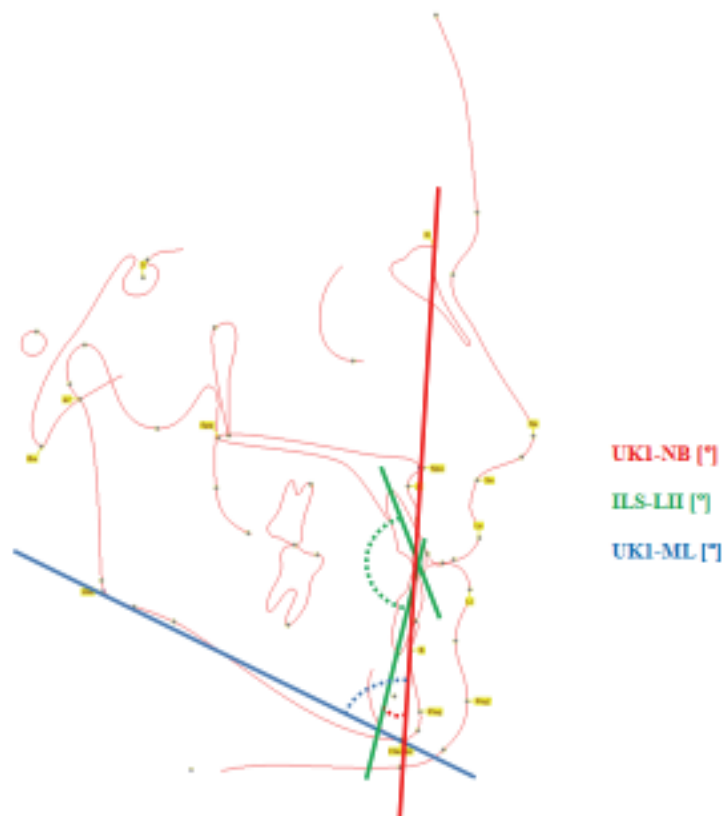


Abb. 12: Darstellung der dentalen Parameter im Unterkiefer mit Abkürzungen.

Weichgewebe Messungen

Abstand Ls-EL (in mm, ♂/♀ -4 mm): Abstand des anteriorsten Punktes der Oberlippe zur Ästhetik-Linie.

Abstand Li-EL (in mm, ♂/♀ -2 mm): Abstand des anteriorsten Punktes der Unterlippe zur Ästhetik-Linie.

Abstand Li-H-Linie (in mm, ♂/♀ 0 mm): Abstand des anteriorsten Punktes der Unterlippe zur Harmonie-Linie

H-Winkel [in °, ♂/♀ 9°]: beschreibt die Lippenkonfiguration in Relation zur Hartgewebe.

Nasolabialwinkel [in °, ♂/♀ 110°]: Winkel zwischen Columnella-Tangentenpunkt-Subnasale-Ls. Beschreibt die Relation der Oberlippe zur Nase.

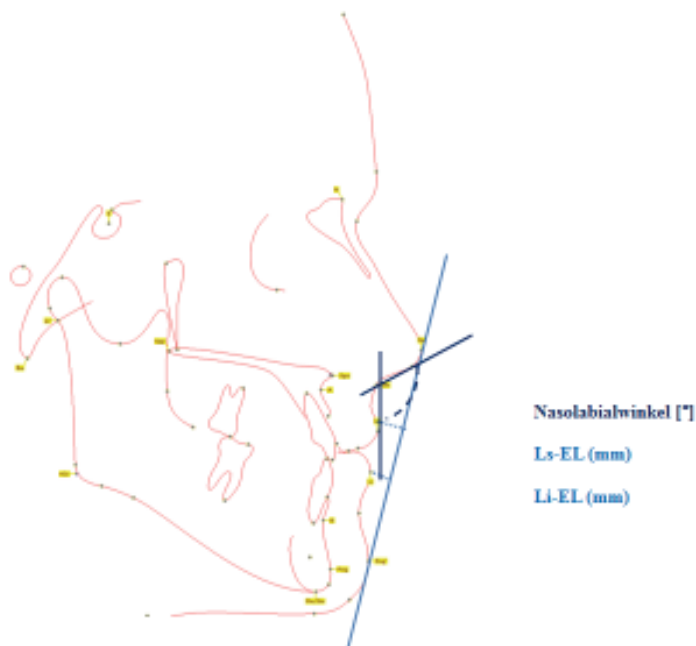


Abb. 13: Darstellung der Weichteil-Parameter mit Abkürzungen.

3.4. Statistische Analyse

Für alle kephalometrischen Variablen wurden für die Gruppen 1, 2 und 3 (monognathe und bignathe Osteotomie, Gesamtgruppe) und für vier Zeitpunkte (T1-T4) folgende statistische Maßzahlen berechnet:

- Arithmetischer Mittelwert (MW)
- Minimum-Wert (MIN)
- Maximum-Wert (MAX)
- Standardabweichung (SD)
- Median-Wert (Median)

Unterschiede zwischen den Zeitpunkten für das Gesamtkollektiv (Gruppe 3) und die beiden Untergruppen (1 und 2) wurden mit dem Friedman-Test und dem Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test als Posthoc-Test mit Korrektur des Signifikanzniveaus ermittelt. Das Signifikanzniveau für den Friedman-Test betrug 0,05, für den Wilcoxon-Vor-

zeichen-Rang-Test korrigiert 0,008. Alle statischen Auswertungen erfolgten mit dem Programm SPSS® (Version 19, IBM Statistics, Armonk, NY, USA).

3.5. Methodenfehler

Zur Ermittlung des Methodenfehlers bei der Auswertung wurden 20 Patienten nach dem Zufallsprinzip ausgewählt, deren Fernröntgenseitenbilder nach einem erinnerungsfreien Zeitraum von drei Monaten erneut ausgewertet wurden. Erhält man bei der Bestimmung des Methodenfehlers einen Wert >1 , so bedeutet dies, dass die Messpunkte durch den Untersucher nicht gleichbleibend exakt gesetzt werden.

Zur Berechnung des Methodenfehlers mit dem Programm Microsoft® Excel (Version 2010, Redmond, CA, USA) wurde die Formel nach **Dahlberg** (1940) benutzt [18]:

$$MF = \sqrt{(\sum d^2 / 2n)}$$

- **D** = Differenz zwischen den Einzelmessungen desselben Röntgenbildes.
- **n** = Anzahl der Doppelauswertungen.

4. Ergebnisse

Im Folgenden werden alle Ergebnisse beschrieben und zum Teil grafisch mit Boxplots dargestellt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde darauf verzichtet, nicht signifikant unterschiedliche Ergebnisse in Form von Diagrammen wiederzugeben.

4.1. Patienten

4.1.1. Alter und Geschlecht der Patienten

Das durchschnittliche Alter der Patienten betrug zum Zeitpunkt der Umstellungsoperation $25,99 \pm 5,71$ Jahre. Der älteste Patient war 47,66 Jahre alt, der jüngste Patient 17,04 Jahre. Unter den 40 Patienten waren 21 (52,5%) Männer und 19 (47,5%) Frauen (Abb. 14).

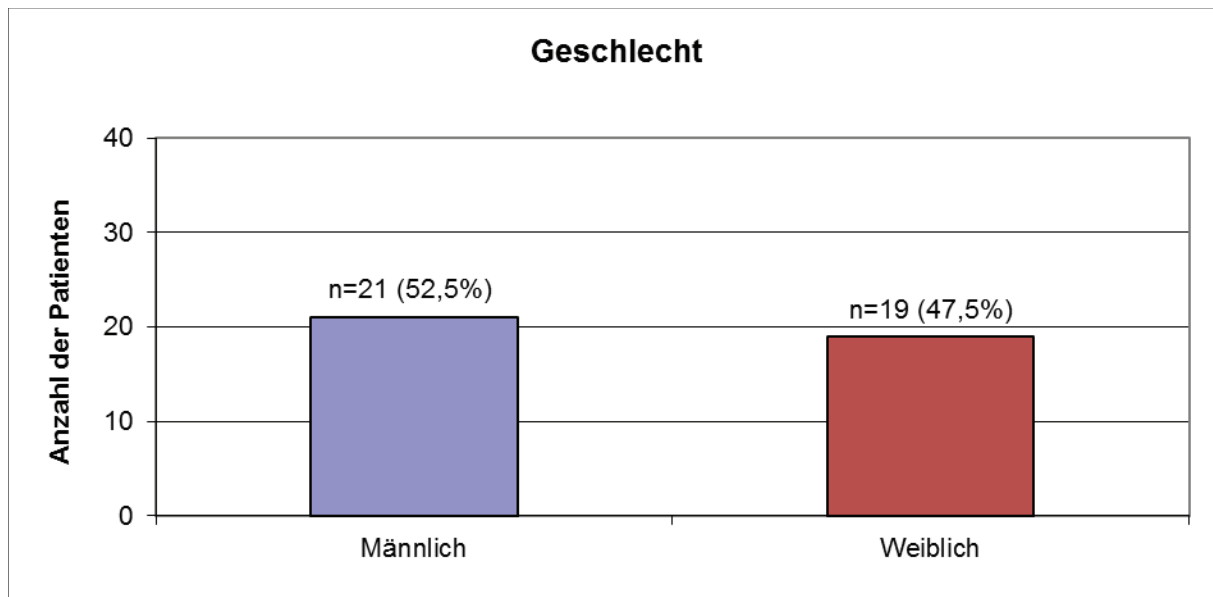


Abb. 14: Geschlechterverteilung der 40 Patienten.

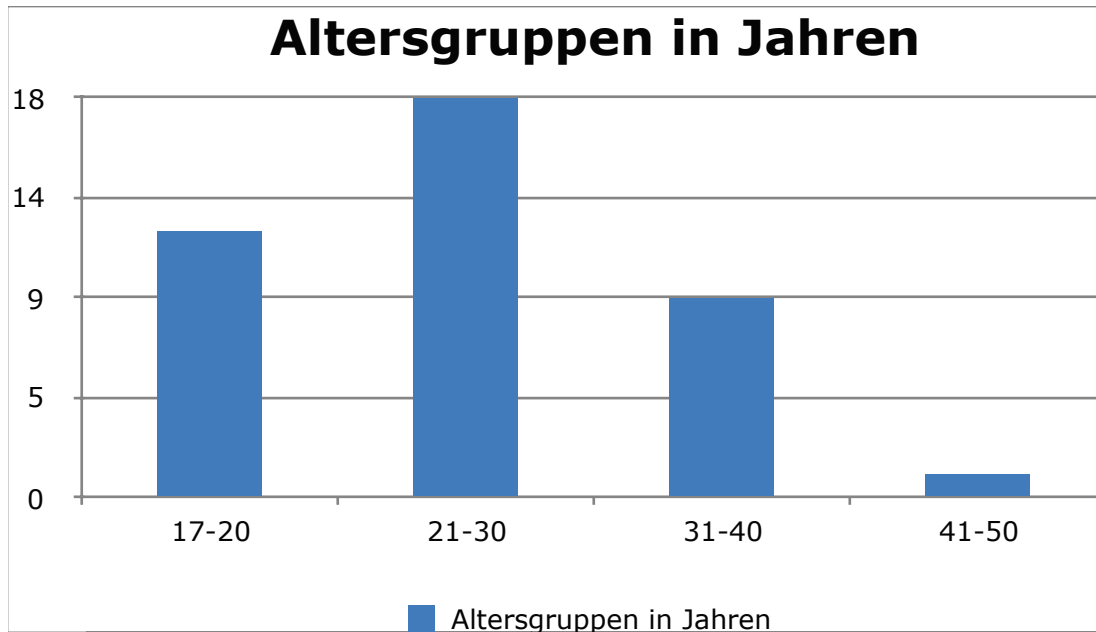


Abb. 15: Verteilung der Altersgruppen zum Zeitpunkt der Osteotomie

4.1.2. Art der Umstellungsosteotomie

Von 40 Patienten erfolgte bei 15 (37,5%) eine monognathe Umstellungsosteotomie. Bei neun Patienten dieser Gruppe wurde eine Le Fort-I Osteotomie durchgeführt. Sechs Patienten erhielten eine bilateral sagittale Spaltung des Unterkiefers. 25 Patienten (62,5%) wurden bignath operiert (Abb. 16).

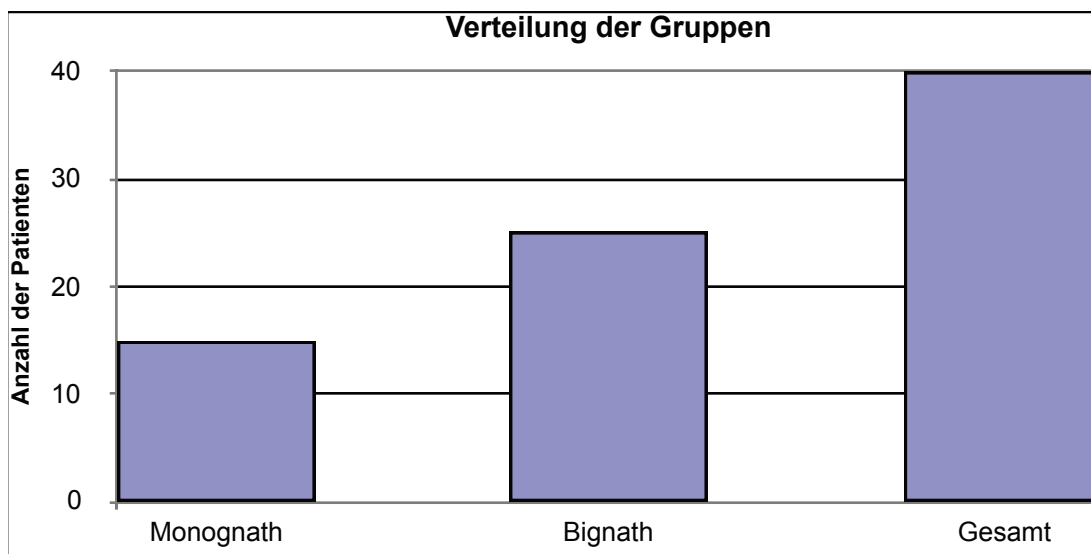


Abb. 16: Gruppenverteilung der Patienten anhand der Art der Umstellungsosteotomie.

4.2. Kephalometrische Analysen

Anhand der verfügbaren FRS konnten von 27 Patienten je vier FRS (T1, T2, T3 und T4) ausgewertet werden. Von 13 Patienten konnten nur drei FRS (T1, T2 und T3) beurteilt werden, da eine Aufnahme zum Zeitpunkt T4 aus unbekanntem Gründen fehlte (Abb. 17).

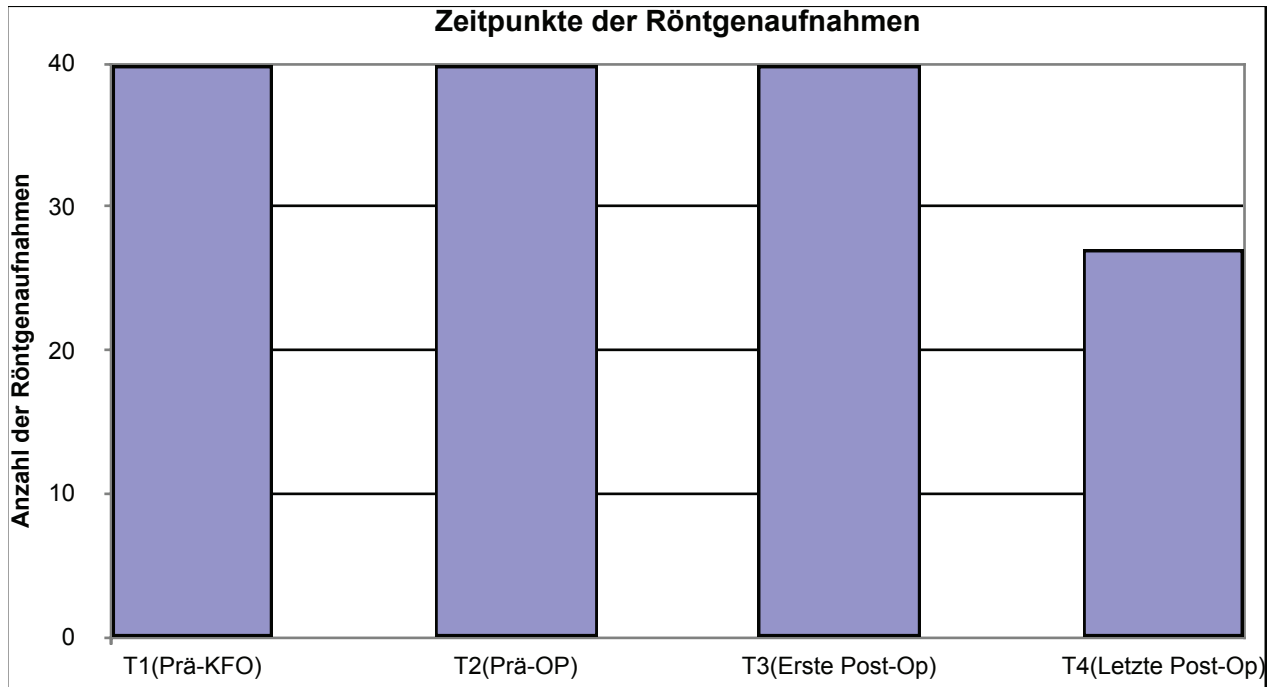


Abb. 17: Gruppenverteilung anhand der ausgewerteten Fernseitenröntgenaufnahmen

4.2.1. Basal sagittale Messungen

Winkel NSBa [°]

Es wurden keine signifikanten Unterschiede zu den Zeitpunkten T1, T2, T3, T4 für die Gesamtgruppe festgestellt ($p=0,52$). NSBa betrug in der Gruppe 1 im Mittel $129,6^\circ \pm 5,9^\circ$ (T1), $130,3^\circ \pm 6,5^\circ$ (T2), $130,7^\circ \pm 6,7^\circ$ (T3) und $129,2^\circ \pm 5,6^\circ$ (T4). In der Gruppe 2 betrug NSBa im Mittel $125,9^\circ \pm 4,9^\circ$ (T1), $124,8^\circ \pm 6,3^\circ$ (T2), $125,4^\circ \pm 6,0^\circ$ (T3) und $125,7^\circ \pm 5,9^\circ$ (T4). Der Vergleich von NSBa zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 ergaben keine signifikanten Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p=0,191$), für die Gruppe 1 ($p=0,074$) sowie die Gruppe 2 ($p=0,679$). In Hinblick auf die Geschlechterverteilung gab es ebenso keine signifikanten Unterschiede (männlich $p=0,433$, weiblich $p=0,181$).

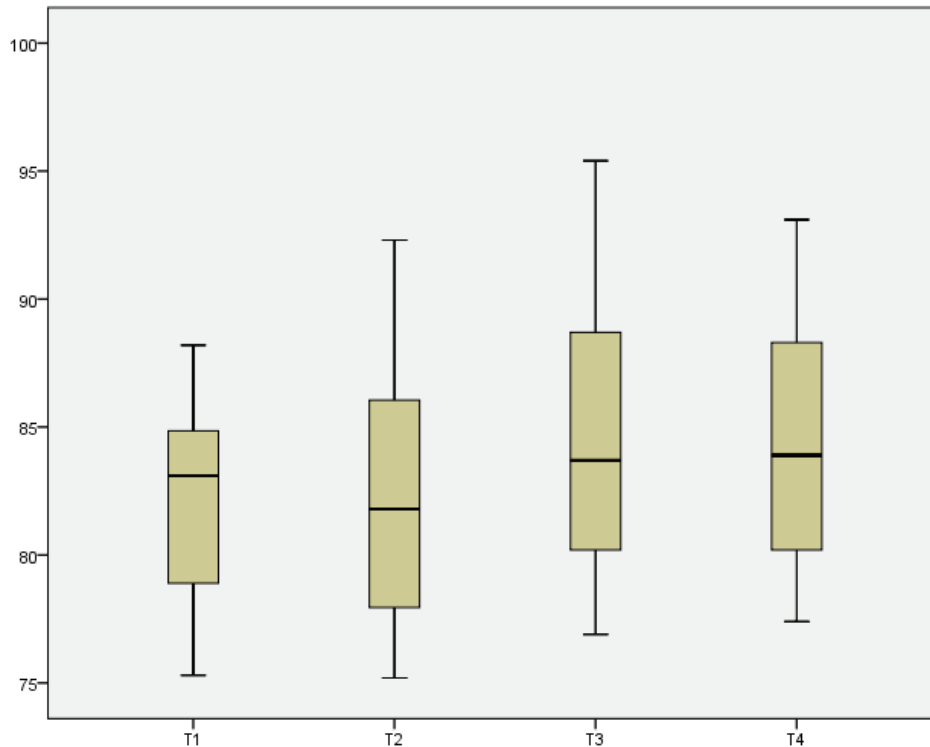
Winkel SNA [°]:

Abb. 18: Die Mittelwerte von SNA zu den Zeitpunkten T1, T2, T3 und T4 für die Gesamtgruppe

Der Winkel SNA wurde im Verlauf der Behandlung (T1-T4) größer. Es konnten signifikante Unterschiede für die Gesamtgruppe festgestellt werden ($p=0,012$). Der SNA veränderte sich zwischen dem Zeitpunkt T1 und T3 sowohl in der Gesamtgruppe ($p=0,001$) als auch in der Gruppe 2 ($p=0,003$) signifikant und wurde größer. Es zeigten sich zusätzlich signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten T1 und T4 in der Gesamtgruppe ($p=0,01$) sowie der Gruppe 2 ($p=0,026$). Die Vergleiche des Winkels SNA zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 zeigten keine signifikanten Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p=0,949$), für die Gruppe 1 ($p=0,074$) und für die Gruppe 2 ($p=0,155$). Geschlechtsspezifisch (männlich $p=0,490$, weiblich $p=0,480$) konnten ebenso keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

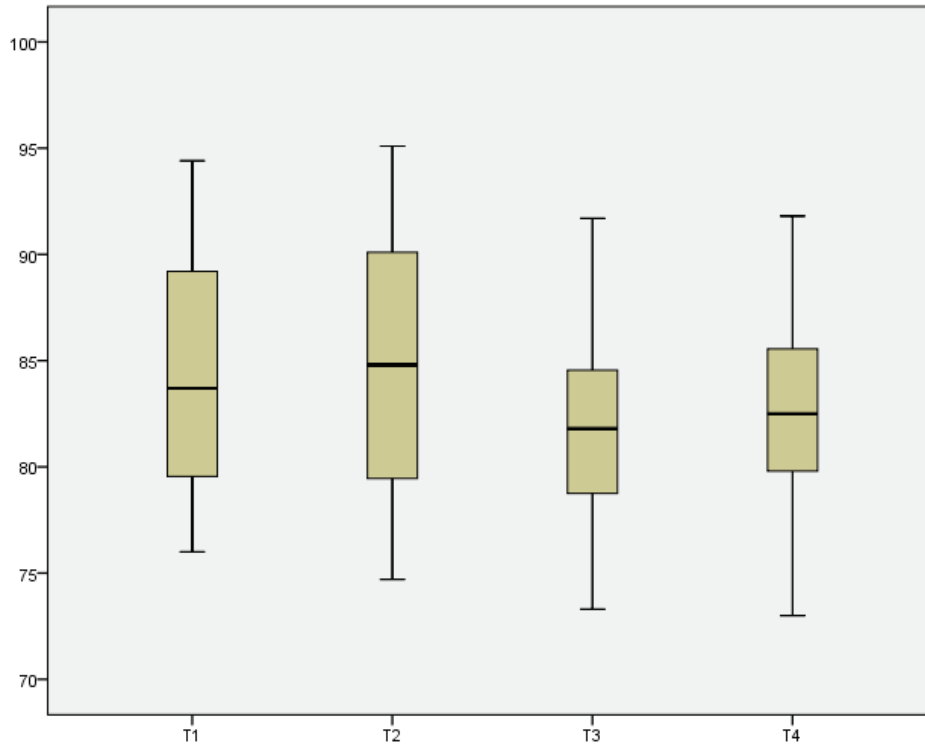
Winkel SNB [°]:

Abb. 19: Die Mittelwerte von SNB wurden in der Gesamtgruppe zu den Zeitpunkten T1, T2, T3 und T4 für die Gesamtgruppe.

Der Winkel SNB wurde in der Gesamtgruppe sowohl zwischen T1 und T3 ($p < 0,001$) als auch zwischen T1 und T4 ($p = 0,007$) signifikant kleiner. In der Gruppe 2 reduzierte sich der Winkel sowohl zwischen T1 und T3 ($p = 0,001$) sowie zwischen T1 und T4 ($p = 0,002$) signifikant. Der Vergleich des Winkels SNB zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 ergaben keine signifikanten Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p = 0,206$) und für die Gruppe 1 ($p = 0,959$). Für die Gruppe 2 zeigten sich signifikante Unterschiede ($p = 0,014$). In Hinblick auf die Geschlechterverteilung gab es ebenso keine signifikanten Unterschiede für die weibliche Patientengruppe (weiblich $p = 0,402$). Die männliche Gruppe zeigte signifikante Unterschiede (männlich $p = 0,035$).

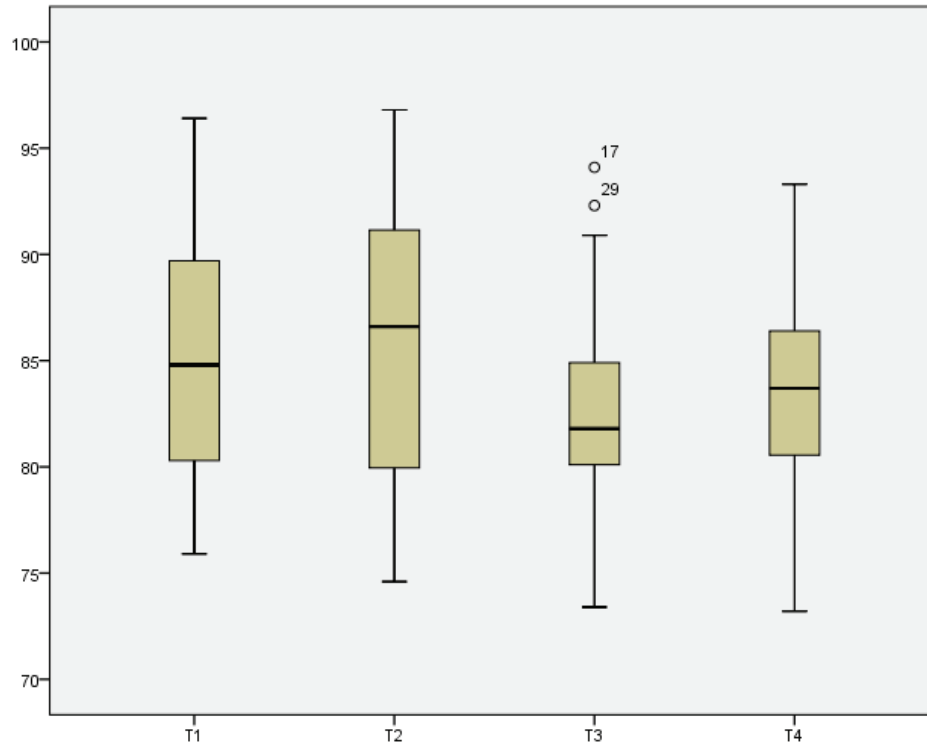
Winkel SNPog [°]:

Abb. 20: Die Mittelwerte von SNPog zu den Zeitpunkten T1, T2, T3 und T4 für die Gesamtgruppe.

Die Werte von SNPog wurden in der Gesamtgruppe zwischen T1 und T3 ($p=0,001$) sowie zwischen T1 und T4 ($p=0,009$) signifikant kleiner. In der Gruppe 2 wurden sie zwischen T1 und T3 ($p=0,004$) sowie zwischen T1 und T4 ($p=0,004$) signifikant kleiner. Der Vergleich des Winkels SNPog zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 ergaben keine signifikanten Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p=0,280$), für die Gruppe 1 ($p=0,052$) sowie die Gruppe 2 ($p=0,660$). In Hinblick auf die Geschlechterverteilung gab es ebenso keine signifikanten Unterschiede (männlich $p=0,875$, weiblich $p=0,071$).

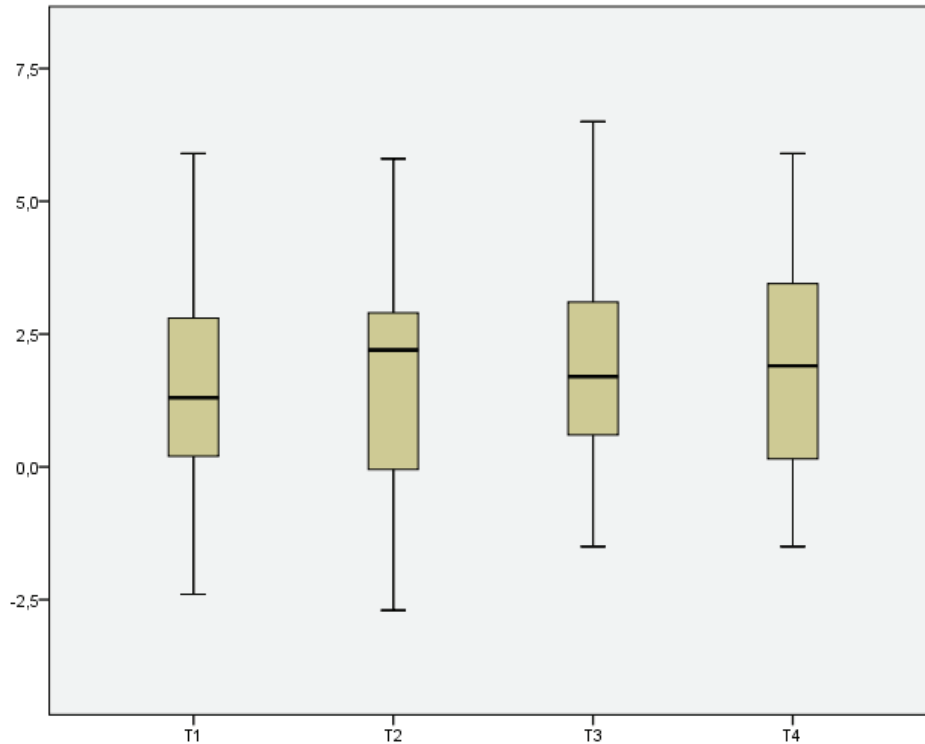
Abstand Pog-NB (mm):

Abb. 21: Die Mittelwerte von PogNB zu den Zeitpunkten T1, T2, T3 und T4 für die Gesamtgruppe.

Die Werte von PogNB wurden in der Gesamtgruppe zwischen T1 und T3 ($p=0,002$) signifikant größer. In der Gruppe 2 wurden sie zwischen T1 und T3 ($p=0,001$) signifikant größer. Zwischen T1 und T4 veränderte sich der PogNB in der Gruppe 2 signifikant ($p=0,031$). Der Vergleich des Winkels PogNB zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 ergaben keine signifikanten Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p=0,606$), für die Gruppe 1 ($p=0,239$) sowie die Gruppe 2 ($p=0,284$). In Hinblick auf die Geschlechterverteilung gab es ebenso keine signifikanten Unterschiede (männlich $p=0,107$, weiblich $p=0,283$).

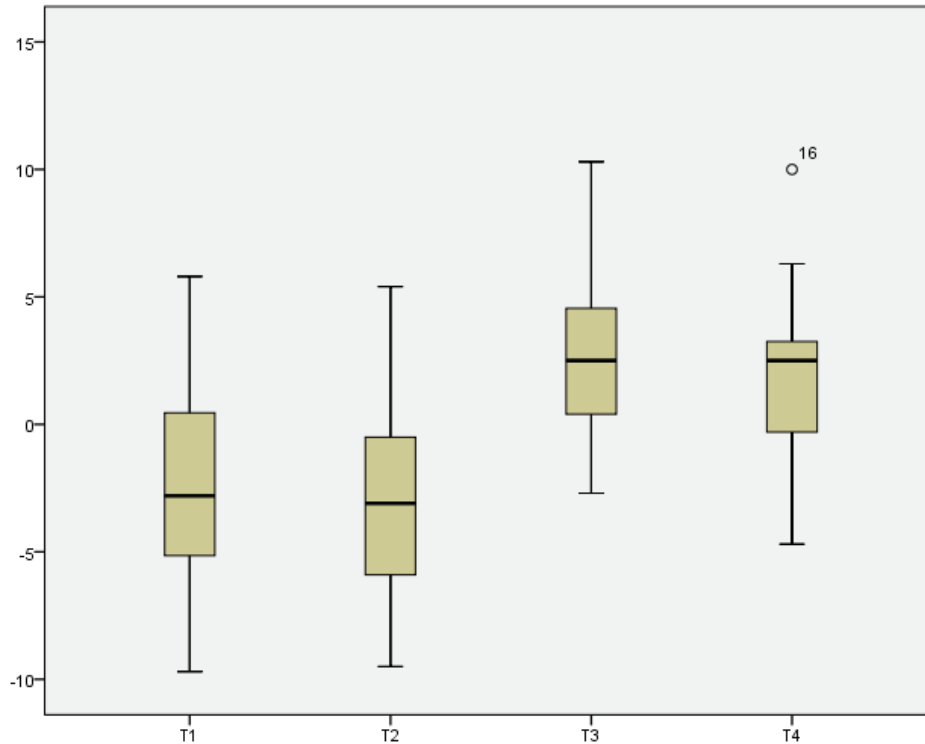
Winkel ANB [°]:

Abb. 22: Die Mittelwerte von ANB zu den Zeitpunkten T1-T4.

Der ANB vergrößerte sich in der Gesamtgruppe zwischen T1 und T3 ($p < 0,001$) sowie zwischen T1 und T4 ($p < 0,001$) signifikant. In der Gruppe 2 nahm der ANB Winkel sowohl zwischen T1 und T3 ($p < 0,001$) als auch zwischen T1 und T4 ($p < 0,001$) signifikant zu. In der Gruppe 1 veränderte sich der ANB zwischen T1 und T3 signifikant ($p = 0,011$). Die Vergleiche des ANB Winkels zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 zeigten signifikante Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p = 0,036$, Abb. 23), für die Gruppe 2 ($p = 0,044$) und geschlechtsbezogen für die männliche Gruppe ($p = 0,048$). Für die Gruppe 1 ($p = 0,541$) sowie geschlechtsspezifisch für die weibliche Gruppe konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden ($p = 0,410$).

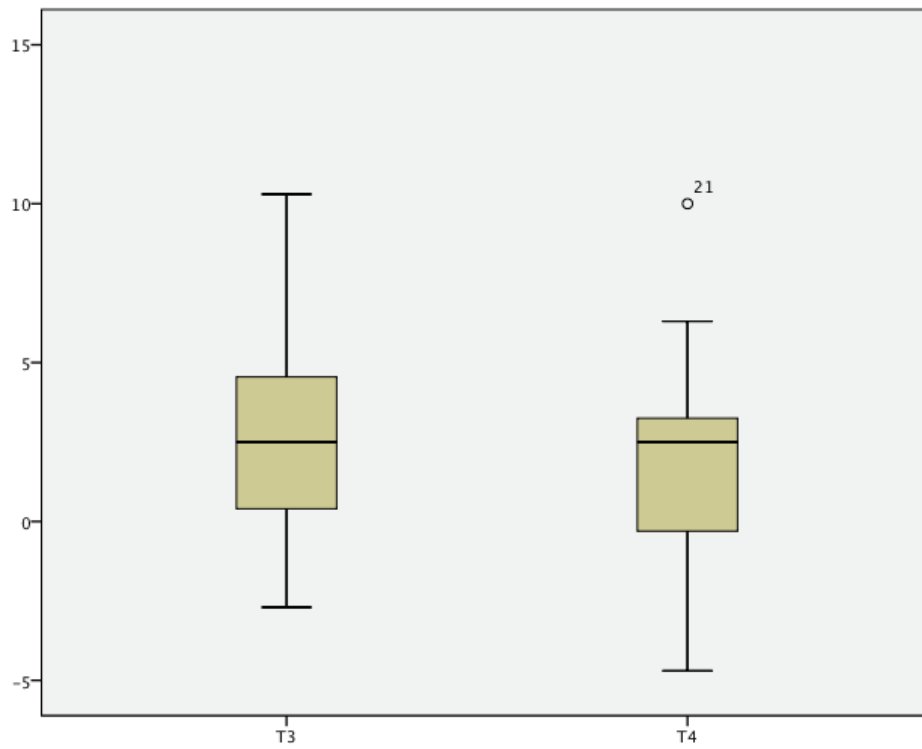


Abb. 23: Vergleich des ANB Winkels für die Gesamtgruppe zwischen T3 und T4.

Wits-Wert [mm]:

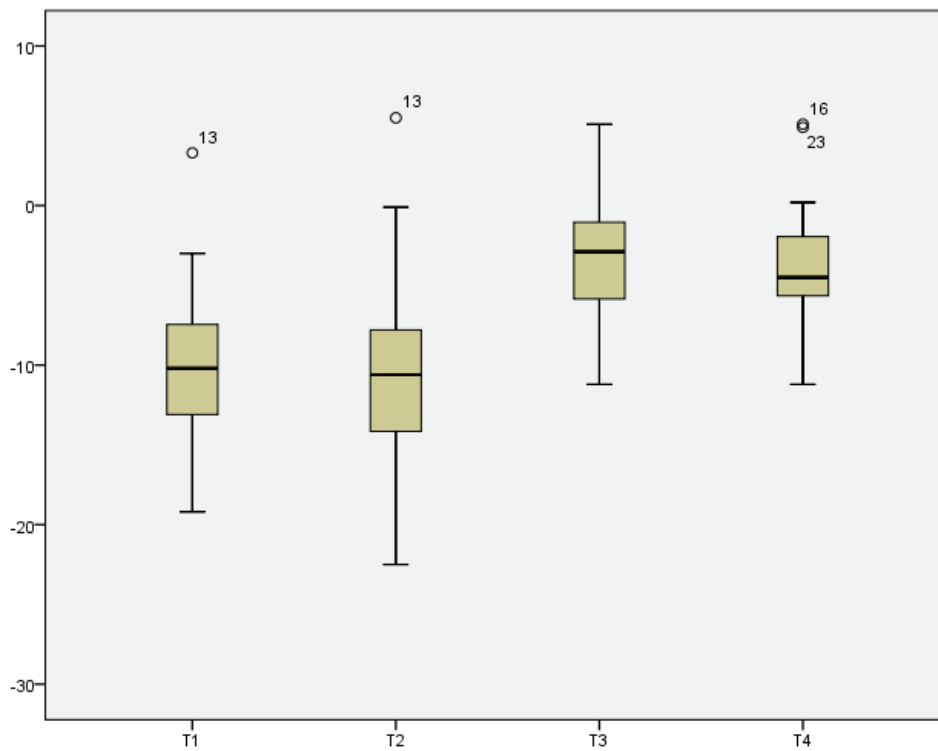


Abb. 24: Die Mittelwerte des WITS-Wertes für T1-T4.

Der WITS-Wert wurde in der Gesamtgruppe zwischen T1 und T3 ($p < 0,001$) sowie zwischen T1 und T4 ($p < 0,001$) signifikant größer. In der Gruppe 1 wurde er zwischen T1 und T3 ($p = 0,003$) signifikant größer. In der Gruppe 2 wurde er zwischen T1 und T3 ($p < 0,001$) sowie zwischen T1 und T4 ($p < 0,001$) signifikant größer. Der Vergleich des Wits-Wertes zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 ergab keine signifikanten Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p = 0,063$), für die Gruppe 1 ($p = 0,314$) sowie die Gruppe 2 ($p = 0,105$). In Hinblick auf die Geschlechterverteilung gab es ebenso keine signifikanten Unterschiede (männlich $p = 0,152$, weiblich $p = 0,286$).

4.2.2. Basal vertikale Messungen

Winkel NL-NSL [°]:

Der Winkel NL-NSL änderte sich im Lauf der Behandlung (T1-T4) für die Gesamtgruppe signifikant ($p = 0,024$, Abb. 25). Bei Betrachtung der Zeitpunkte T1 zu T3 und T1 zu T4 zeigten sich keine signifikanten Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p = 0,778$, $p = 0,471$), die Gruppe 1 ($p = 0,820$, $p = 0,507$) sowie die Gruppe 2 ($p = 0,914$, $p = 0,705$). Der Vergleich des Winkels NL-NSL zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 ergaben keine signifikanten Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p = 0,747$), für die Gruppe 1 ($p = 0,813$) sowie die Gruppe 2 ($p = 0,605$). In Hinblick auf die Geschlechterverteilung gab es ebenso keine signifikanten Unterschiede (männlich $p = 0,638$, weiblich $p = 1,000$).

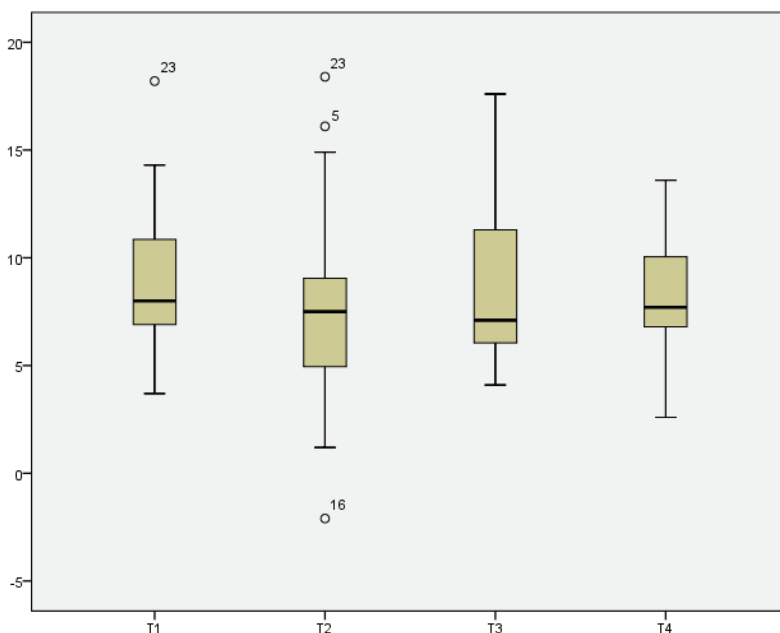


Abb. 25: Die Mittelwerte für den Winkel NL-NSL zwischen T1-T4.

Winkel ML-NSL [°]:

Der Winkel ML-NSL änderte sich in keiner Gruppe signifikant. Dies bestätigte sich für den gesamten Zeitraum. Der Vergleich des Winkels NSBa zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 ergaben keine signifikanten Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p=0,374$), für die Gruppe 1 ($p=0,799$) sowie die Gruppe 2 ($p=0,277$). In Hinblick auf die Geschlechterverteilung gab es ebenso keine signifikanten Unterschiede (männlich $p=0,490$, weiblich $p=0,505$).

Winkel ML-NL [°]:

ML-NL änderte sich im Lauf der Behandlung in allen Gruppen nicht signifikant.

Der Vergleich des Winkels ML-NL zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 ergaben keine signifikanten Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p=0,409$), für die Gruppe 1 ($p=0,919$) sowie die Gruppe 2 ($p=0,301$). In Hinblick auf die Geschlechterverteilung gab es ebenso keine signifikanten Unterschiede (männlich $p=0,490$, weiblich $p=0,666$).

Winkel ArGoMe [°]:

ArGoMe änderte sich im Lauf der Behandlung keiner Gruppe signifikant. Der Vergleich des Winkels ArGoMe zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 ergaben keine signifikanten Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p=0,101$), für die Gruppe 1 ($p=0,169$) sowie die Gruppe 2 ($p=0,326$). In Hinblick auf die Geschlechterverteilung gab es ebenso keine signifikanten Unterschiede (männlich $p=0,470$, weiblich $p=0,099$).

Strecke NSp' (mm):

NSp' veränderte sich über den gesamten Zeitraum (T1-T3) nicht signifikant. Dies betraf alle Gruppen. Der Vergleich des Winkels NSp zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 ergaben keine signifikanten Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p=0,568$), für die Gruppe 1 ($p=0,314$) sowie die Gruppe 2 ($p=0,065$). In Hinblick auf die Geschlechterverteilung gab es ebenso keine signifikanten Unterschiede (männlich $p=0,701$, weiblich $p=0,449$).

Strecke Sp'Me (mm):

Die Strecke Sp'Me änderte sich im Lauf der Behandlung für die Gesamtgruppe signifikant ($p=0,005$). Bei Betrachtung der Zeiträume T1 zu T3 sowie T1 zu T4 konnte in keiner Gruppe ein signifikanter Unterschied der Strecke ausgemacht werden (1: $p=0,233$, $p=0,859$; 2: $p=0,657$, $p=0,218$; 3: $p=0,250$, $p=0,388$). Die Vergleiche der Strecke Sp'Me zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 zeigten signifikante Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p=0,001$, Abb. 26), für die Gruppe 2 ($p=0,008$) und für die Gruppe 1 ($p=0,050$). Geschlechtsspezifisch konnten signifikanten Unterschiede festgestellt werden (männlich $p=0,011$, weiblich $p=0,016$).

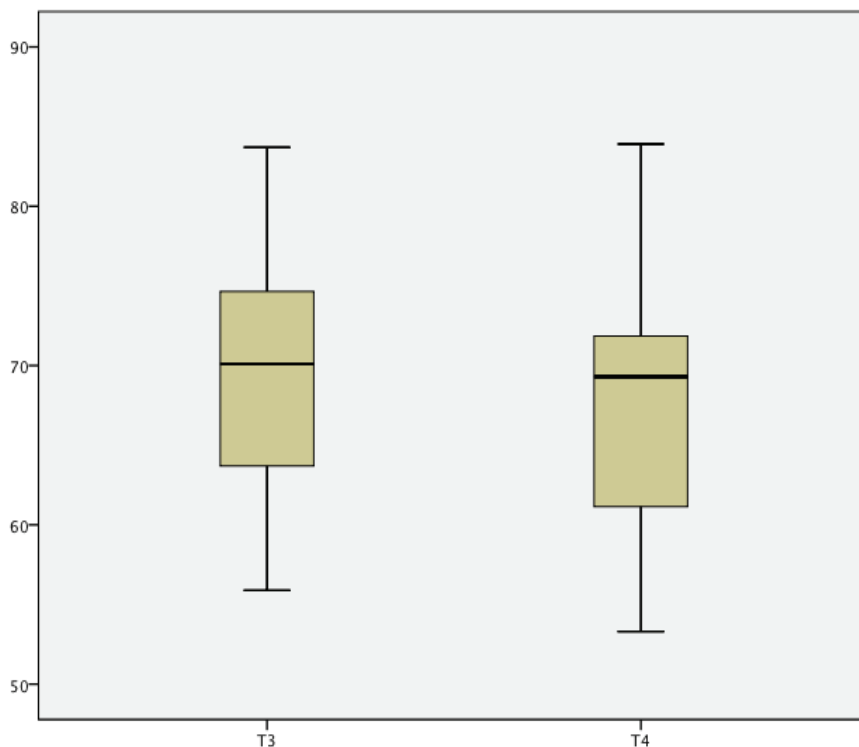


Abb. 26: Vergleich der Strecke Sp'Me für die Gesamtgruppe zwischen T3 und T4.

Index NSp': Sp'Me (%):

NSp'/Sp'Me veränderte sich im Lauf der Behandlung in der Gesamtgruppe signifikant ($p=0,029$). Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Zeitpunkten T1 zu T3 sowie T1 zu T4. Dies betraf alle Gruppen. Die Vergleiche der Indizes NSp':Sp'Me zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 zeigten signifikante Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p=0,032$, Abb. 27) und für die Gruppe 2 ($p=0,021$). Für die

Gruppe 1 ($p=0,831$) und geschlechtsspezifisch konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (männlich $p=0,098$, weiblich $p=0,180$).

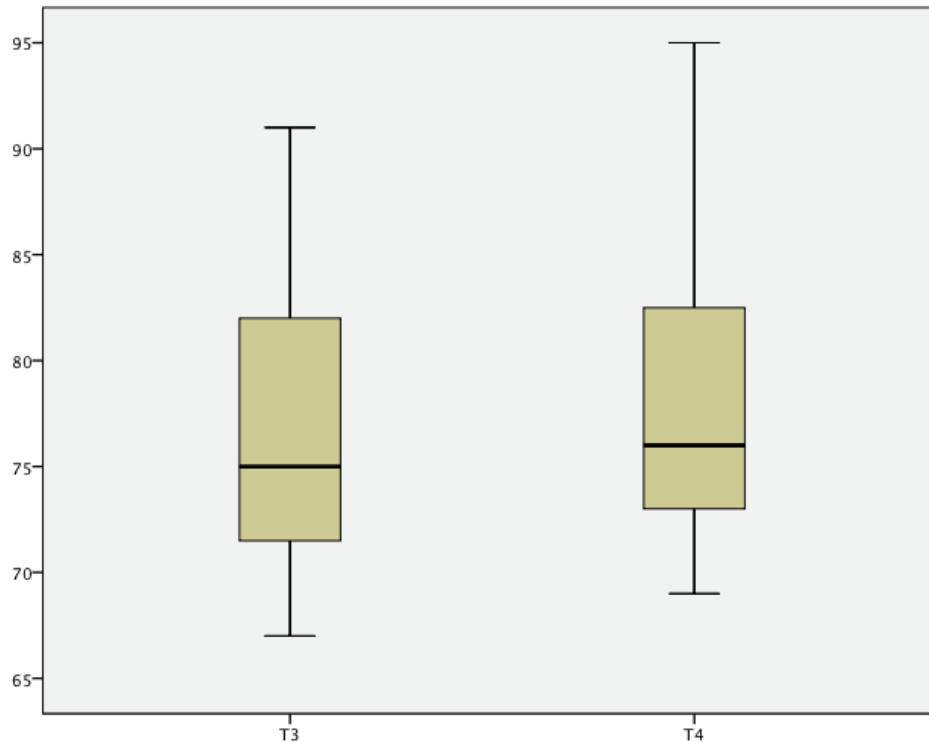


Abb. 27: Vergleich Der Index NSp'/Sp'Me für die Gesamtgruppe zwischen T3 und T4.

4.2.3. Dentale Messungen

Abstand Is1o-NA (mm):

Der Abstand Is1oNA änderte sich im Lauf der Behandlung für die Gesamtgruppe nicht signifikant ($p=0,209$). Der Vergleich des Abstandes Is1oNA zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 ergaben keine signifikanten Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p=0,454$), für die Gruppe 1 ($p=0,959$) sowie die Gruppe 2 ($p=0,289$). In Hinblick auf die Geschlechterverteilung gab es ebenso keine signifikanten Unterschiede (männlich $p=0,730$, weiblich $p=0,530$).

Winkel OK1-NA [°]:

OK1NA veränderte sich im Lauf der Behandlung für die Gesamtgruppe nicht signifikant ($p=0,219$). Die Vergleiche zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 zeigten keine signifikante Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p=0,134$), für die Gruppe 1

($p=0,683$) und geschlechtsspezifisch (männlich $p=0,594$, weiblich $p=0,099$). Für die Gruppe 2 konnten signifikanten Unterschiede festgestellt werden ($p=0,049$, Abb. 28).

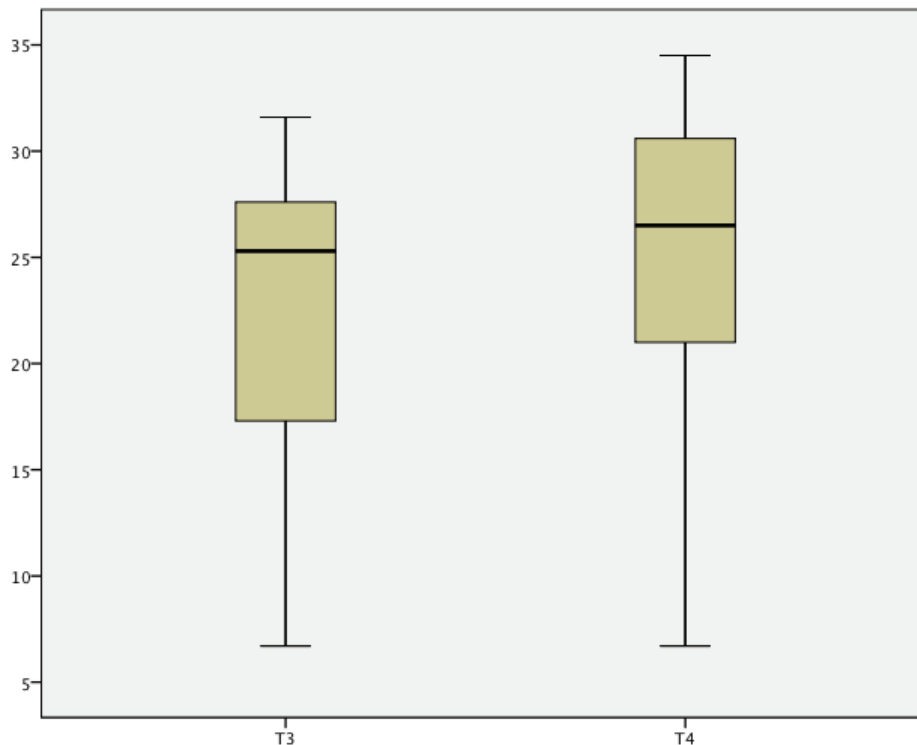


Abb. 28: Vergleich des OK1NA Winkels für die Gruppe 2 zwischen T3 und T4.

Winkel OK1-NL [°]:

OK1NL änderte sich im Lauf der Behandlung in der Gesamtgruppe signifikant ($p=0,007$). Es zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten T1 und T4 sowohl in der Gruppe 1 ($p=0,022$) als auch in der Gesamtgruppe ($p=0,032$). Die Vergleiche des Winkels OK1NL zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 zeigten signifikante Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p=0,025$, Abb. 29) und für die Gruppe 2 ($p=0,049$). Für die Gruppe 1 ($p=0,332$) sowie geschlechtsspezifisch für die männliche Gruppe konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (männlich $p=0,330$) Für die weibliche Gruppe konnten signifikante Unterschiede festgestellt werden ($p=0,028$).

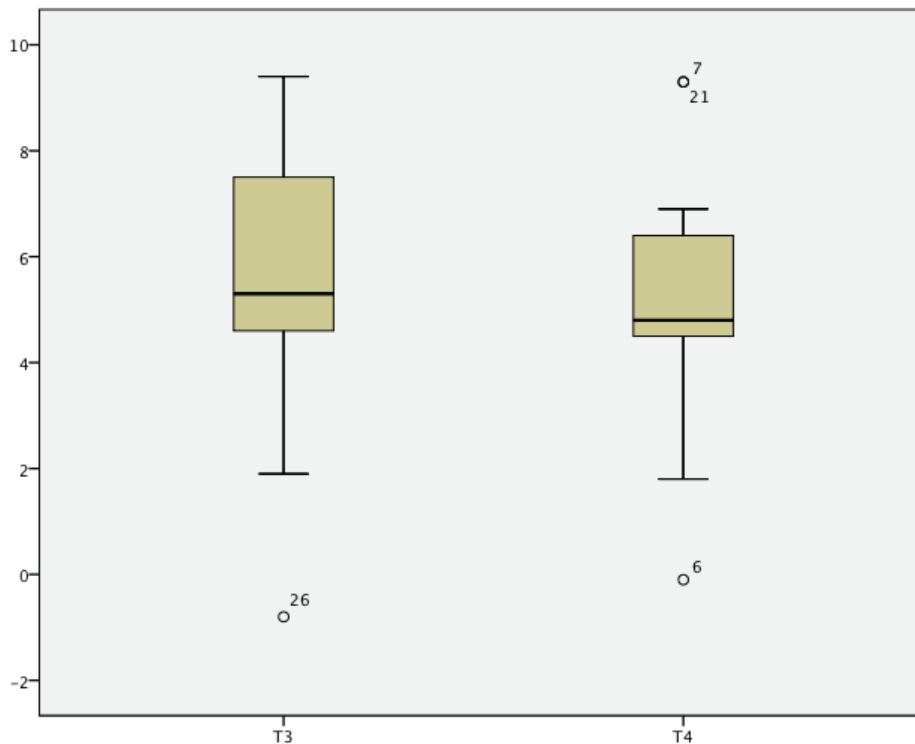


Abb. 29: Vergleich des Winkels OK1NL für die Gesamtgruppe zwischen T3 und T4

Abstand Is1u-NB (mm):

Is1NB veränderte sich über den Zeitraum der Behandlung in der Gesamtgruppe signifikant ($p=0,005$). Die Betrachtung der einzelnen Zeitpunkte miteinander (T1-T3, T1-T4) ergaben keine signifikanten Unterschiede in den einzelnen Gruppen. Die Vergleiche des Abstandes Is1uNB zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 zeigten keine signifikante Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p=0,859$), für die Gruppe 1 ($p=0,646$) und geschlechtsspezifisch für die weibliche Gruppe ($p=0,126$). Für die Gruppe »männlich« ($p=0,001$) und 2 ($p=0,047$, Abb. 30) konnten signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

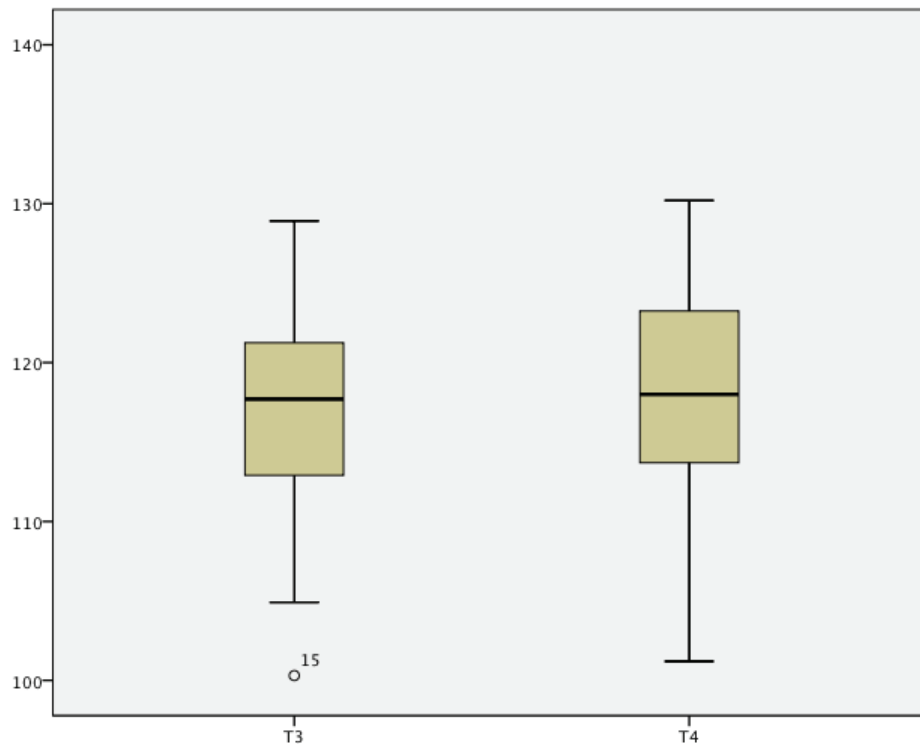


Abb. 30: Vergleich des Abstandes Is1uNB für die Gruppe 2 zwischen T3 und T4.

Winkel UK1-NB [°]:

UK1NB änderte sich im Lauf der Behandlung für die Gesamtgruppe signifikant ($p=0,003$). Zwischen den Zeitpunkten T1 und T3 sowie T1 und T4 änderte sich der Winkel in keiner Gruppe signifikant. Der Vergleich des Winkels UK1NB zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 ergaben keine signifikanten Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p=0,859$), für die Gruppe 1 ($p=0,139$) sowie die Gruppe 2 ($p=0,215$). In Hinblick auf die Geschlechterverteilung gab es ebenso keine signifikanten Unterschiede (männlich $p=0,109$, weiblich $p=0,147$).

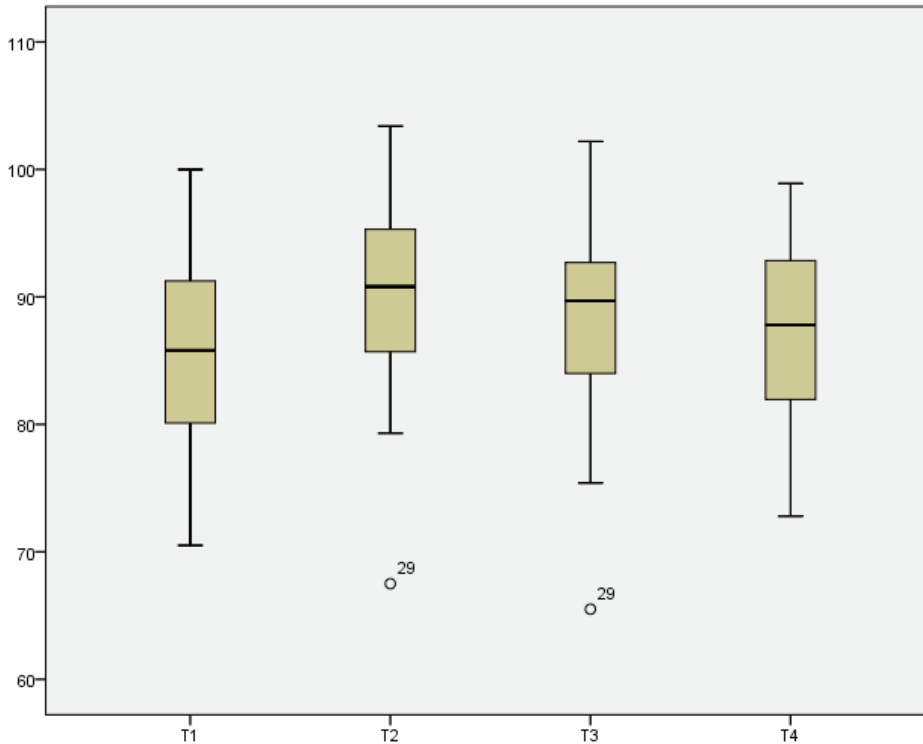
Winkel UK1ML [°]:

Abb. 31: Die Mittelwerte von UK1ML für die Zeitpunkte T1, T2, T3 und T4.

UK1ML änderte sich signifikant im Lauf der Behandlung ($p=0,017$). UK1ML wurde zwischen T1 und T3 in der Gesamtgruppe ($p=0,006$) und in der Gruppe 2 ($p=0,002$) signifikant größer. Der Vergleich des Winkels UK1ML zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 ergaben keine signifikanten Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p=0,304$), für die Gruppe 1 ($p=0,646$) sowie die Gruppe 2 ($p=0,103$). In Hinblick auf die Geschlechterverteilung gab es ebenso keine signifikanten Unterschiede für die weibliche Gruppe ($p=0,433$). Für die männliche Gruppe konnten signifikanten Unterschiede festgestellt werden ($p=0,020$).

Winkel II (LS1) [°]:

II veränderte sich im Lauf der Behandlung in der Gesamtgruppe signifikant ($p=0,008$). Zwischen den Zeitpunkten T1 und T3 zeigten sich signifikante Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p=0,05$). Für die Zeitpunkte T1 zu T4 konnten in der Gruppe 1 signifikante Unterschiede festgestellt werden ($p=0,013$).

Der Vergleich des Winkels II zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 ergaben keine signifikanten Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p=0,221$), für die Gruppe 1 ($p=0,575$) sowie die Gruppe 2 ($p=0,363$). In Hinblick auf die Geschlechterverteilung

gab es ebenso keine signifikanten Unterschiede für die männliche Gruppe ($p=1,000$). Für die weibliche Gruppe konnten signifikanten Unterschiede festgestellt werden ($p=0,041$).

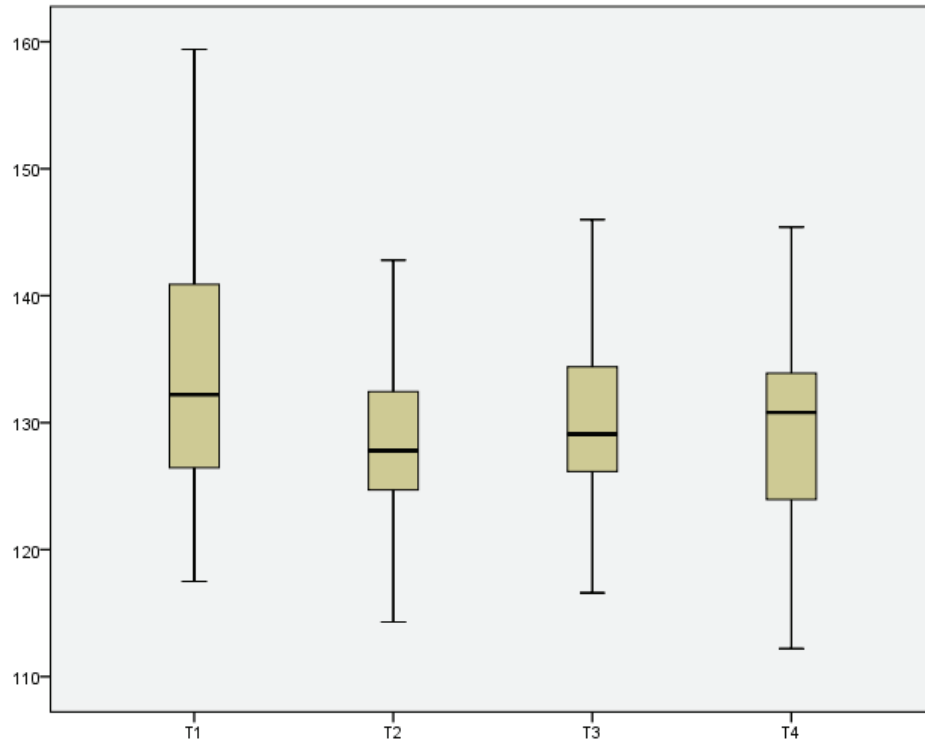


Abb. 32: Mittelwerte für Winkel II (T1-T4)

4.2.4. Weichgewebe Messungen

Abstand LsEL (mm):

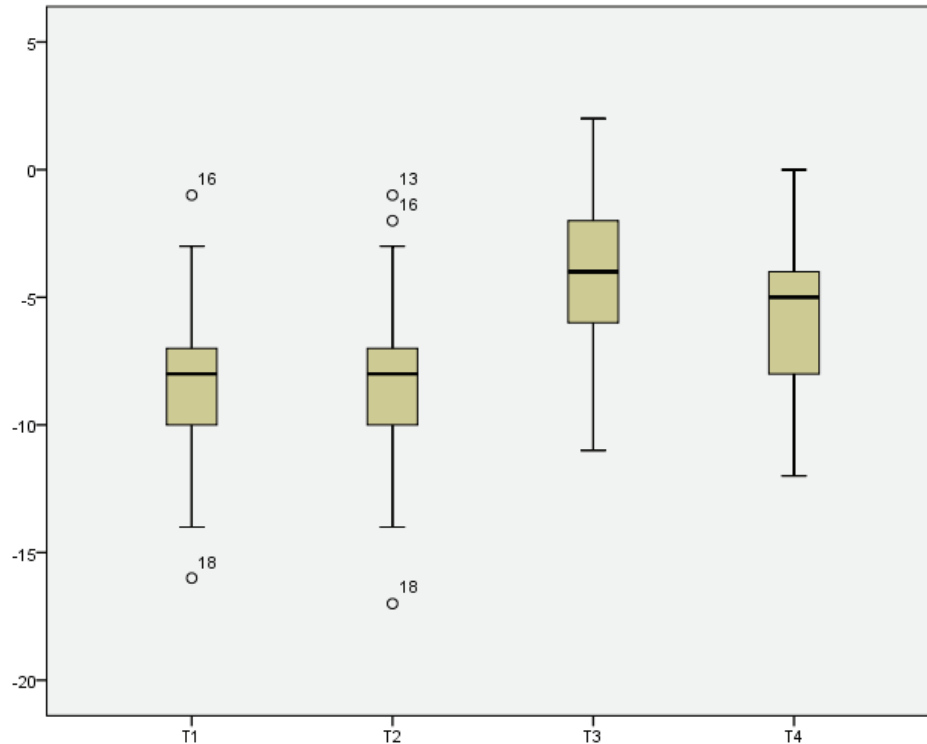


Abb. 33: Die Mittelwerte von LsEL für die Zeitpunkte T1, T2, T3 und T4 für die Gesamtgruppe.

LsEL änderte sich signifikant im Lauf der Behandlung ($p < 0,001$). LsEL wurde in der Gesamtgruppe zwischen T1 und T3 ($p < 0,001$) sowie zwischen T1 und T4 ($p < 0,001$) signifikant größer. In der Gruppe 1 wurden sie zwischen T1 und T3 ($p = 0,003$) signifikant größer. In der Gruppe 2 wurden sie zwischen T1 und T3 ($p < 0,001$) sowie zwischen T1 und T4 ($p < 0,001$) signifikant größer.

Die Vergleiche des Abstandes LsEL zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 zeigten signifikante Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p = 0,001$, Abb. 34) und für die Gruppe 2 ($p = 0,005$). Für die Gruppe 1 ($p = 0,098$) konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die geschlechtsspezifische Untersuchung zeigte signifikante Unterschiede (männlich $p = 0,016$, weiblich $p = 0,022$).

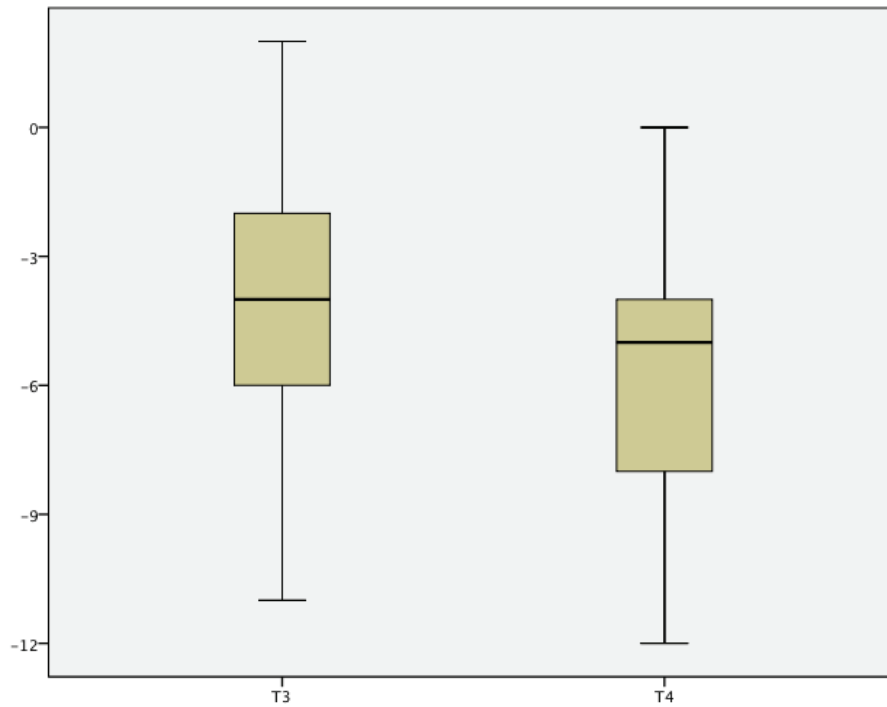


Abb. 34: Vergleich des Abstandes LsEL für die Gesamtgruppe zwischen T3 und T4.

Abstand Li-EL (mm):

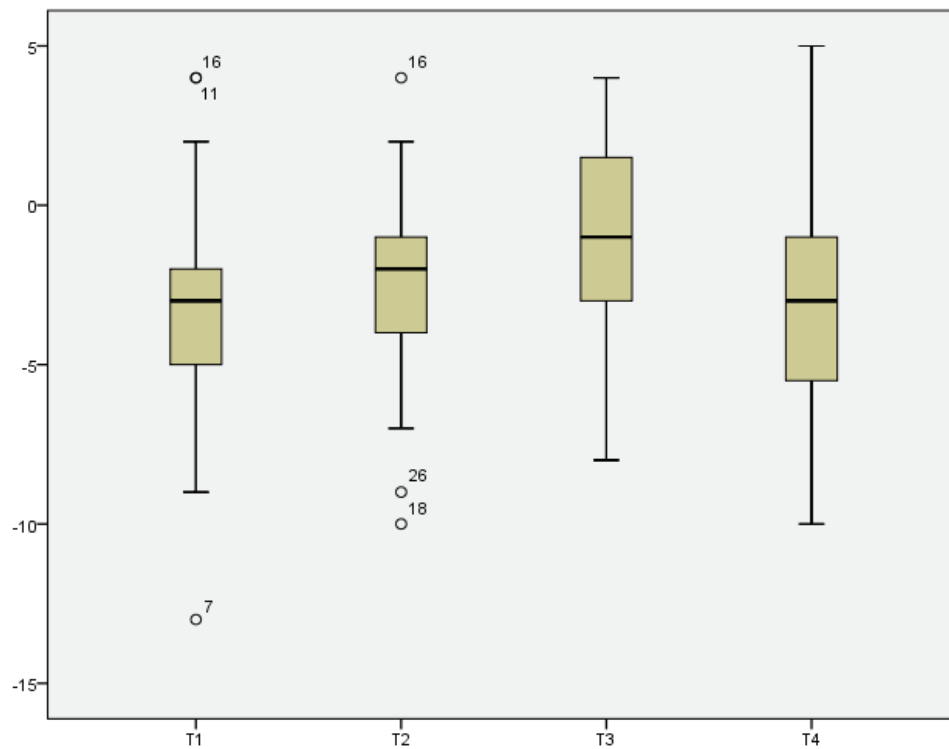


Abb. 35: Die Mittelwerte von LiEL zwischen T1 und T4 Gesamtgruppe.

LiEL änderte sich signifikant im Lauf der Behandlung ($p < 0,001$). LiEL wurde zwischen T1 und T3 sowohl in der Gesamtgruppe ($p < 0,001$) als auch in der Gruppe 1

($p=0,001$) und in der Gruppe 2 ($p=0,004$) signifikant größer. Die Vergleiche des Abstandes LiEL zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 zeigten signifikante Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p=0,001$, Abb. 36), für die Gruppe 2 ($p=0,017$) und für die Gruppe 1 ($p=0,011$). Geschlechtsspezifisch konnten signifikanten Unterschiede festgestellt werden (männlich $p=0,025$, weiblich $p=0,007$).

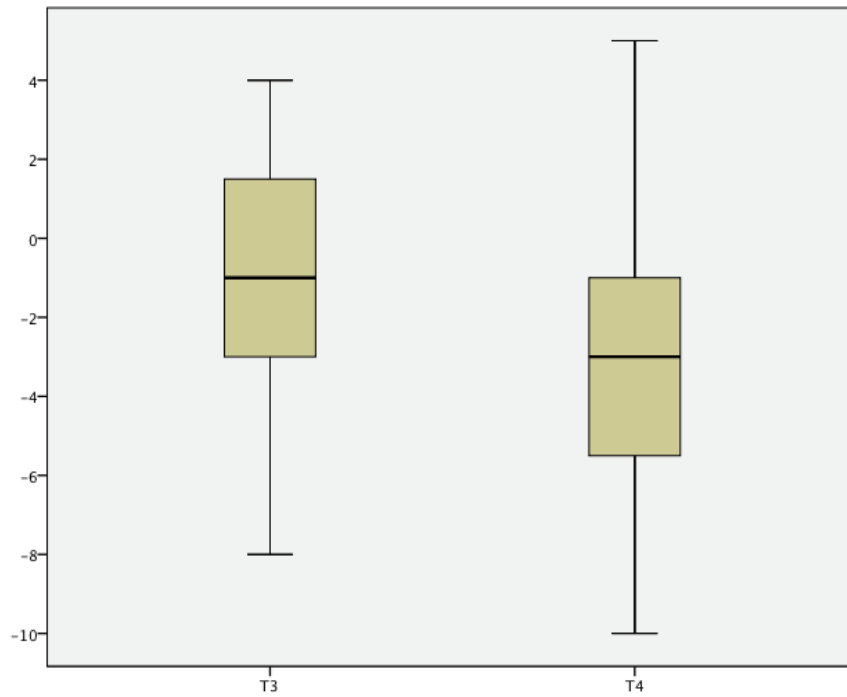


Abb. 36: Vergleich des Abstandes LiEL für die Gesamtgruppe zwischen T3 und T4.

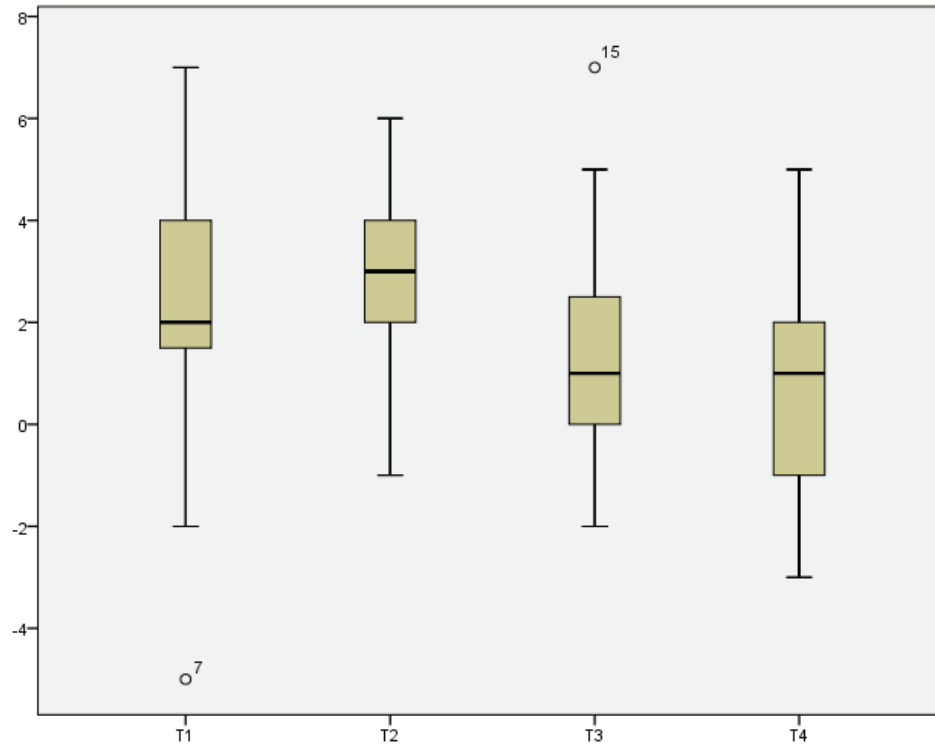
Abstand Li-H-Linie (mm)

Abb. 37: Darstellung der Werte Li-H-Linie über den Zeitraum T1-T4 (MW, SD) für die Gesamtgruppe.

Li-H-Linie änderte sich signifikant im Lauf der Behandlung ($p < 0,001$). Der Abstand wurde in der Gesamtgruppe zwischen T1 und T4 ($p = 0,006$) signifikant kleiner. In der Gruppe 2 wurden sie zwischen T1 und T3 ($p = 0,005$) sowie zwischen T1 und T4 ($p = 0,019$) signifikant kleiner. Die Vergleiche der Li-H-Linie zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 zeigten keine signifikanten Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p = 0,106$), für die Gruppe 2 ($p = 0,819$) und geschlechtsspezifisch (männlich $p = 0,177$, weiblich $p = 0,388$). Für die Gruppe 1 ($p = 0,049$, Abb. 38) konnten signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

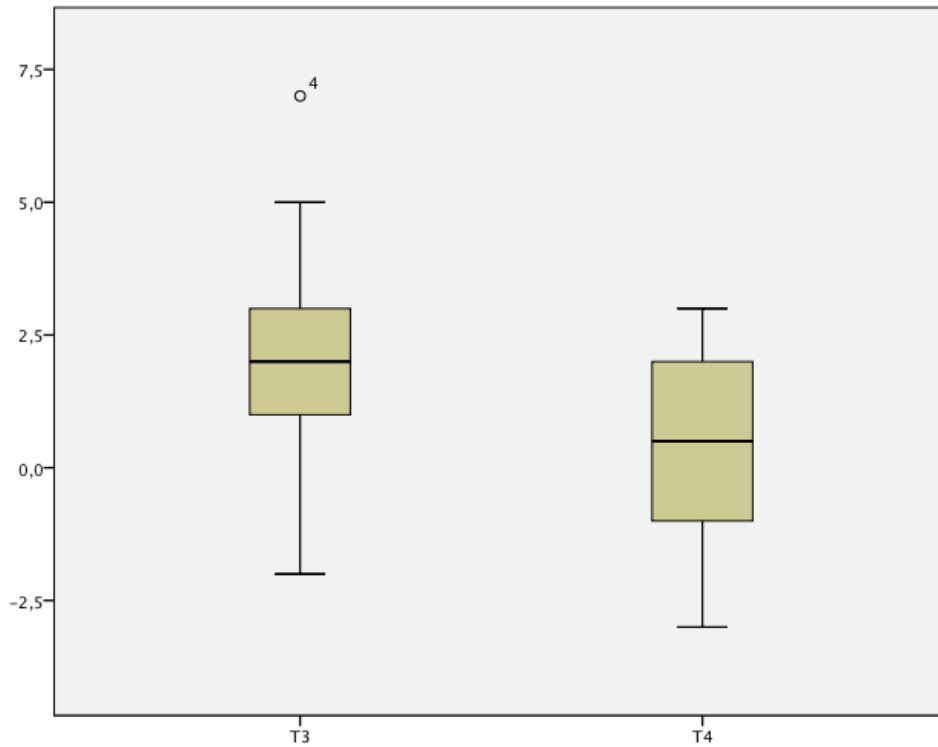


Abb. 38: Vergleich Der Li-H-Linie für die Gruppe 1 zwischen T3 und T4.

H-Winkel [°]

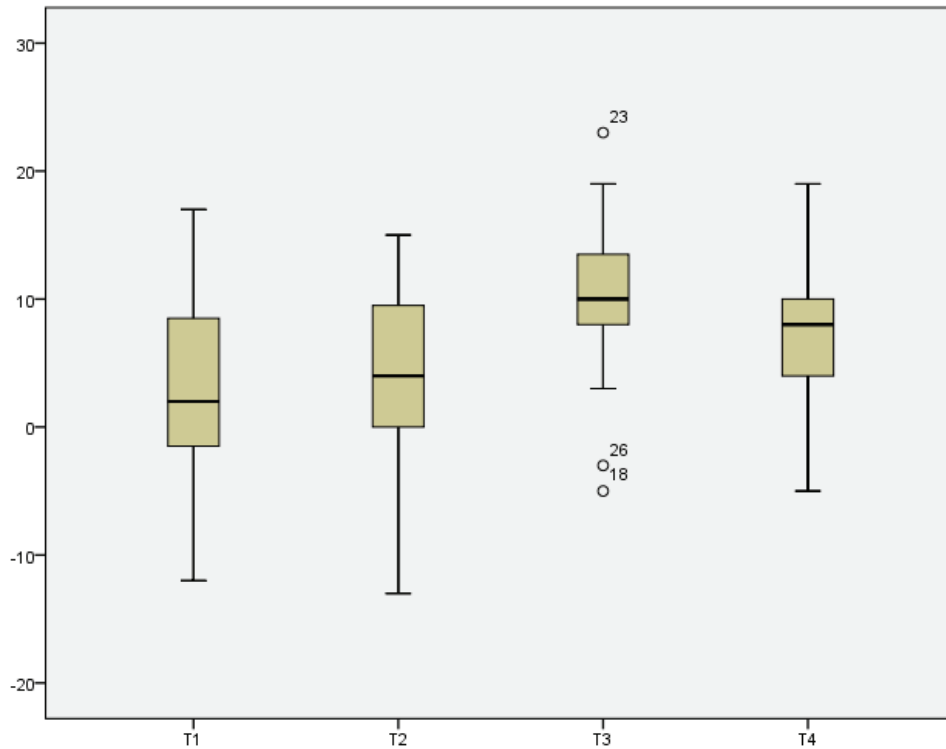


Abb. 39: Vergleich der Werte für den H-Winkel über den Zeitraum T1-T4 (MW, SD).

Der H-Winkel änderte sich im Lauf der Behandlung in der Gesamtgruppe signifikant ($p < 0,001$). Er wurde in der Gesamtgruppe zwischen T1 und T3 ($p < 0,001$) sowie zwi-

schen T1 und T4 ($p < 0,001$) signifikant größer. In der Gruppe 1 wurde er zwischen T1 und T3 ($p = 0,002$) und zwischen T1 und T4 ($p = 0,013$) signifikant größer. In der Gruppe 2 wurde er zwischen T1 und T3 ($p < 0,001$) sowie zwischen T1 und T4 ($p = 0,001$) signifikant größer. Die Vergleiche des H-Winkels zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 zeigten signifikante Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p = 0,001$, Abb. 40), für die Gruppe 2 ($p = 0,001$) und geschlechtsspezifisch (männlich $p = 0,015$, weiblich $p = 0,012$). Für die Gruppe 1 ($p = 0,095$) konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

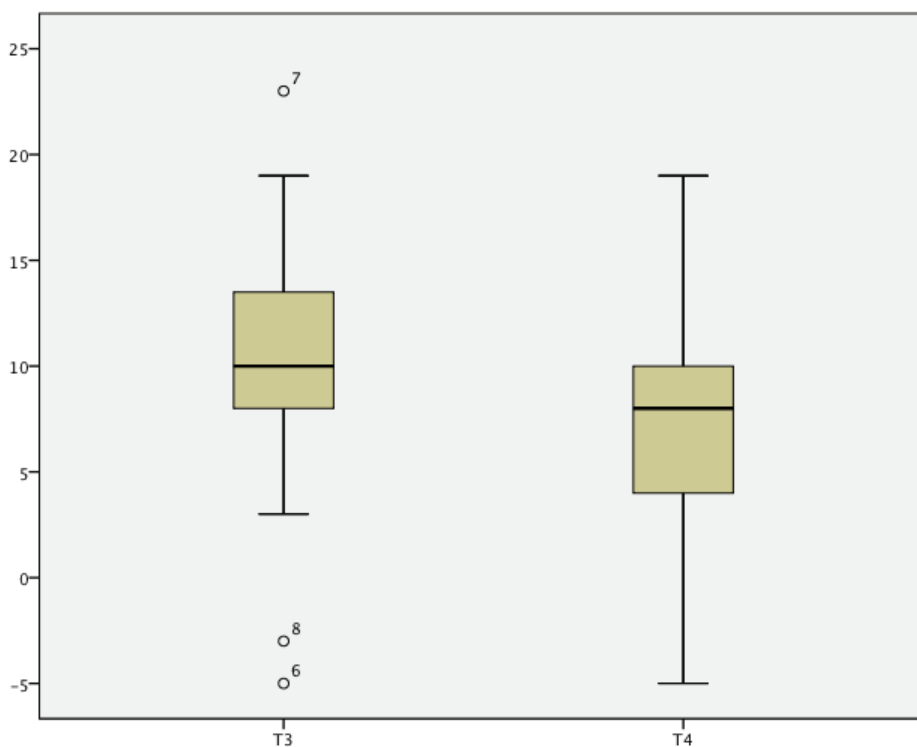


Abb. 40: Vergleich Des H- Winkels für die Gesamtgruppe zwischen T3 und T4.

Nasolabialwinkel [°]

Der Nasolabialwinkel änderte sich im Lauf der Behandlung für die Gesamtgruppe nicht signifikant ($p = 0,227$). Der Vergleich des Nasolabialwinkels zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 ergaben keine signifikanten Unterschiede für die Gesamtgruppe ($p = 0,850$), für die Gruppe 1 ($p = 0,953$) sowie die Gruppe 2 ($p = 0,641$). In Hinblick auf die Geschlechterverteilung gab es ebenso keine signifikanten Unterschiede (männlich $p = 0,396$, weiblich $p = 0,181$).

4.3. Methodenfehler

Die Ergebnisse der Fehlerberechnung sind für alle Parameter in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tab. 1: Methodenfehler nach Dahlberg.

NSBa	0,070	Is1o-NA	0,783
SNA	0,705	OK1-NA	0,505
SNB	0,566	OK1-NL	0,252
SNPog	0,540	Is1u-NB	0,548
Pog-NB	0,635	UK1-NB	0,844
ANB	0,409	UK1-ML	1,071
WIT's-Wert	0,775	II	0,966
NL/NSL	1,044	Ls - EL	1,828
ML/NSL	0,392	Li - EL	2,176
ML/NL	1,010	Li - H-Linie	1,132
arGoMe	1,079	H-Winkel	1,828
NSp'	0,783	Nasolabialwinkel	2,002

Die grau markierten Werte zeigen einen Methodenfehler von >1. Dies betrifft in dieser Untersuchung die Messungen für die Kieferbasen sowie die Weichgewebeparameter.

5. Diskussion

5.1. Patienten

5.1.1. Alter und Geschlecht der Patienten

In einer Literaturrecherche untersuchten Mucedero *et al.* (2008) die Wertigkeit von Studien zum Thema Stabilität der Angle Klasse III nach bignather Umstellungstosteotomie. Gleichzeitig wurden die Faktoren, die die langzeitige Stabilität beeinflussen ermittelt. Diese Studie erstreckte sich über einen Zeitraum von 48 Jahren und umfasste 1783 Artikel [51].

Zu den Ergebnissen der genannten Studie zogen die Autoren 15 ausgewählte Studien heran, die ihren Kriterien der Auswertbarkeit entsprachen. Zu den Einschlusskriterien der Studie gehörten erwachsene Patienten mit permanenter Dentition (abgeschlossenes aktives Wachstum), ein Beobachtungszeitraum von mindestens 12 Monaten, randomisierte/nicht randomisierte klinische Studien, prospektive/retrospektive Studien mit unbehandelten und eugnathen Kontrollgruppen.

Als Ausschlusskriterien wurden die chirurgische Therapie im Wechselgebiss, Patienten vor Abschluss des aktiven Wachstums, Patienten mit Kiefergelenksproblematik, genetischen Syndromen, kongenitale oder erworbene kraniofaziale Anomalien sowie degenerative und neoplastische kranio-maxillofaziale Pathologien gewertet.

Mucedero *et al.* gelangten zu dem Ergebnis, dass die meisten von ihnen ausgewerteten Artikel eine ausreichende Qualität haben. Des Weiteren erwiesen sich die ausreichende Patientenzahl sowie die Bedeutung der Methodenfehleranalyse und der Anwendung adäquater statistischer Methoden als relevant. Die Patientenanzahl variierte zwischen 15 und 91 Patienten mit einer durchschnittlichen Fallzahl von 40,3 Patienten. Die hier vorliegende Studie entspricht mit 40 Patienten somit exakt der angestrebten Fallzahl und orientiert sich an den oben genannten Einschluss- und Ausschlusskriterien. Das Studiendesign und die Methodenfehleranalyse sowie die Anwendung adäquater statistischer Methoden basieren ebenfalls auf den Anforderungen. Die Anzahl der männlichen und weiblichen Patienten ist in dieser Studie annähernd gleich (19 w, 21 m) und deckt sich mit anderen Studien [2, 15, 49, 60]. Dagegen fanden die Autoren in der Studie von Mucedero *et al.* (2008) ein deutliches Überwiegen weiblicher Patienten bei Umstellungstosteotomien [51].

Shaw (1981) betonte, dass besonders weibliche Patienten motiviert sind, ihre KFO-Behandlung erfolgreich abzuschließen. Als Gründe nannte er den Wunsch nach Verbesserung des Aussehens. Das äußere Erscheinungsbild wird durch das Ausmaß der Dysgnathie bzw. der Zahnfehlstellung geprägt. Dies kann zu psychischen Problemen der Patienten führen, da Patienten mit einer »normalen« Zahnstellung bzw. Profilbild von ihrem Umfeld eine höhere soziale Akzeptanz erhalten. Patienten mit einer Klasse III werden von ihrem Umfeld oft als aggressiv, »dickköpfig« und ästhetisch unvorteilhaft angesehen. Andererseits werden Männer mit einem charakteristischen Klasse III Profil als markant wahrgenommen [67].

In seiner Habilitationsschrift untersuchte Michel 1990 die Ätiologie von Dysgnathien. Er stellte fest, dass endogene, exogene sowie genetische Faktoren die Ätiologie bestimmen [47]. Es konnte jedoch keine geschlechtsspezifische Häufung nachgewiesen werden. Daher schließt Michel, dass der überwiegend weibliche Anteil der Patienten im Rahmen einer kieferorthopädisch-chirurgischen Therapie auf ästhetische Gründe zurückzuführen sei. Frauen sind eher geneigt, für diese die Belastungen einer Operation und der kieferorthopädischen Behandlung auf sich zunehmen als Männer [47].

Proffit *et al.* (2003) empfehlen bei starker psychosozialer Belastung der Patienten mit Klasse III Anomalie eine frühe chirurgische Behandlung auch schon im Wachstumsalter, obwohl die Wahrscheinlichkeit eines Rezidivs bei jugendlichen Patienten vor Beendigung des mandibulären Wachstums eher gegeben ist. Hier liegen die Rezidiv-Ursachen in dem postoperativen Wachstum der Mandibula [58].

Das durchschnittliche Alter der hier untersuchten Patienten betrug zum Zeitpunkt der Umstellungsoperation $25,99 \pm 5,71$ mit einer Streubreite von 17,04 Jahren bis 47,66 Jahren und lag damit mindestens nach abgeschlossenem pubertären Wachstumsmaximum. Bei vergleichbaren Studien variierte das durchschnittliche Alter zwischen 21,1 bis 27,8 Jahre und lag damit ebenfalls nach dem abgeschlossenen aktiven Wachstum [51].

Weaver *et al.* stellten 1998 fest, dass weibliche Patienten frühestens ab einem Alter von 14,9 Jahren und männliche Patienten ab 16,5 Jahren ohne erhöhtes Rezidivrisi-

ko operativ behandelt werden können [73]. Methoden zur Beurteilung der Wachstumsreife sind die Handwurzel Aufnahme sowie die Bestimmung des zervikalem Halswirbelreifestadiums (cervical maturation method, CVM) anhand von Ferröntgenseitenbildern [27, 29, 39]. Die CVM-Methode basiert auf der Analyse der morphometrischen Änderungen der Form und der Größe der zweiten (C2), dritten (C3) und vierten (C4) Halswirbelkörper in Bezug auf das Wachstumsmaximum bzw. der skelettalen Reifung. Im Vergleich zur anderen Methoden werden hier keine zusätzlichen Röntgenuntersuchungen benötigt. Die CVM-Methode kann nicht den genauen Zeitpunkt des Wachstums bestimmen. Sie kann jedoch Aussagen dazu treffen, ob das individuelle Wachstumsmaximum bereits überschritten wurde [28].

Das Untersuchungsgut dieser Studie umfasst Patientendaten zu Operationen, die im Laufe von 15 Jahren durchgeführt wurden. Der postoperative Beobachtungszeitraum betrug dabei 21,6 Monate. Bei vergleichbaren Studien betrug der postoperative Beobachtungszeitraum 23,5 Monate und variierte zwischen 12 und 63 Monaten, wobei der kürzeste Beobachtungszeitraum 12 Monate, der längste 63 Monate war [18, 51]. Patienten mit dentofazialen Fehlbildungen wie der Angle-Klasse III zeigen teilweise das Problem der sozialen Anpassung mit einer negativen Auswirkung auf ihre mentale Gesundheit. Die Dysgnathiechirurgie hat eine positive Wirkung auf das Erreichen einer physiologischen Frontzahnstufe und einem adäquaten Weichteilprofil [36] und somit auf die Lebensqualität [3]. Es kann eine Verbesserung emotionaler Aspekte bei weiblichen Patienten erreicht werden [52, 53]. Die weiblichen Patienten zeigten nach erfolgter Umstellungsosteotomie eine bessere Selbstwertschätzung sowie verminderte Depressionssymptome. Dagegen zeigten männlichen Patienten keine Änderung in ihrer Selbstwertschätzung und Depression bedingt durch kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Therapie [52, 53].

5.1.2. Art der Umstellungsosteotomie

Die Umstellungsosteotomien wurden nach Abschluss der aktiven Wachstumsphase zwischen 1995 und 2010 vorgenommen. Das Patientenkollektiv dieser Studie zeichnet sich dadurch aus, dass bewusst auf Probanden mit jeder Form von kraniofazialen Fehlbildungen sowie Distractionsosteogenese verzichtet wurde. Bei allen untersuchten Patienten wurde ebenfalls eine einheitliche Fixationsmethode verwendet. Die Un-

terteilung in monognath OK/UK bzw. bignath entspricht der in der Literatur weitgehend verbreiteten Vorgehensweise.

In einer Studie von Ghassemi *et al.* (2014) wurden prä- und postoperative FRS-Bilder von 191 Klasse III Patienten im Alter zwischen 16 und 58 Jahren retrospektiv untersucht [24]. Diese umfasste 94 weibliche und 97 männliche Patienten mit einem Altersmittelwert von 26,7 Jahren. Alle Patienten unterzogen sich im Zeitraum zwischen 1994 und 2012 einer kombiniert kieferorthopädisch–kieferchirurgischen Behandlung und wurden in drei Gruppen eingeteilt: Oberkiefervorlagerung, bignathe Osteotomie und Unterkieferrückverlagerung. Das große Kollektiv von Klasse III Patienten in dieser Studie konnte wahrscheinlich deswegen akquiriert werden, da kephalometrische Analysen nur zu Beginn der kieferorthopädische Behandlung (Zeitpunkt T1) und mindestens acht Wochen nach der chirurgischen Okklusionskorrektur (Zeitpunkt T2) herangezogen wurden. In der hier durchgeführten Studie wurden zu vier verschiedenen Zeitpunkten kephalometrische Analysen vorgenommen. Das Ziel der Studie von Ghassemi *et al.* (2014) war es, die Auswirkungen unterschiedlicher Operationstechniken auf Profil und Hartgewebe zu evaluieren. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Zahl der bignathen Eingriffe und Oberkiefervorverlagerung im Vergleich zur reinen Unterkieferrückverlagerung kontinuierlich zugenommen hat. Dies ist auf gestiegene ästhetische Ansprüche und eine stetige Weiterentwicklung der Operationsverfahren zurückzuführen. In der hier vorliegenden Studie sind die Zahl der bignathen Eingriffe sowie die monognathe Oberkiefervorverlagerung im Vergleich zur reinen Unterkieferrückverlagerung ebenfalls häufiger vertreten.

Bothur *et al.* (1998) stellten in ihrer Studie fest, dass es keine signifikanten Unterschiede in der post-operativen Stabilität zwischen der bignathen Osteotomie und der Oberkiefervorverlagerung gibt [11]. Die nicht starre Fixation des operierten Oberkiefers reduziert sogar die Notwendigkeit einer post-operativen kieferorthopädischen Behandlung. Die Studie von Jakobson *et al.* (2011) zeigte, dass die bignathe Umstellungsosteotomie bei der Korrektur der Klasse III Malokklusion eine skelettale und okklusale Langzeitstabilität erzielt [35]. Die skelettale Stabilität war dabei abhängig von der Richtung und dem Umfang der chirurgischen Verschiebung. Während die maxilläre Vorverlagerung stabil war, wurde ein Rezidiv bei der mandibulären Rückverlagerung beobachtet. Das skelettale Rezidiv trat am meisten in den ersten sechs Monaten postoperativ auf. Risikofaktoren für ein Rezidiv waren der große Umfang der Rückverlagerung sowie die inferiore Repositionierung des posterioren Teiles des

Oberkiefers. Dagegen wurde mehr Stabilität bei Patienten mit kleiner Rückverlagerung des Unterkiefers und mit einer Impaktion des hinteren Teils des Oberkiefers erreicht. Die Studie von Busby *et al.* (2002) dokumentierte die Stabilität der postoperativen Ergebnisse bei Klasse III Patienten in den ersten fünf Jahren postoperativ [14]. Sie zeigte auf, dass eine monognathe Unterkiefer Rückverlagerung eine geringere Rezidivrate zeigt als eine bignathe Umstellungsosteotomie mit mandibulärer Rückverlagerung und Oberkiefervorverlagerung. Dies wird durch die Ergebnisse der hier vorliegenden Studie bestätigt. Es wurden signifikante Unterschiede für die Gruppe 2 und die Gesamtgruppe zwischen der Untersuchung postoperativ und nach Abschluss der Behandlung gefunden.

5.2. Röntgenaufnahmen

Für diese Studie wurden sowohl eingescannte Röntgenbilder als auch originär digitale Aufnahmen verwendet. Für die Auswertung ergaben sich hieraus keine Schwierigkeiten. Relevant ist jedoch die wiederholte Auswertung durch denselben Untersucher. Trotz der Wiederholung der Messung zeigt sich eine teilweise erhebliche Intra-Observer-Variabilität, die sich in Fehlern >1 widerspiegelt. Trotzdem bleibt dies der einzig sichere Weg, um den Methodenfehler klein zu halten [48]. Beckmann *et al.* (1983) wiesen nach, dass im Vergleich zur manuellen Auswertung der methodische Fehler bei der computerunterstützten Auswertung geringer ist [6]. Bruntz *et al.* (2006) fanden jedoch keine Unterschiede zwischen konventionell ausgewerteten sowie digitalisiert und computergestützt ausgewerteten Röntgenbildern [13]. Miethke beschrieb, dass bestimmte Punkte der FRS-Analyse höhere Fehlerquoten aufweisen [48]. Dies trifft auch für die Parameter bezüglich der Kieferbasen sowie der Weichgewebsparameter in dieser Studie zu.

5.3. Statistische Analyse

Die Verfahren der statistischen Auswertung ergaben sich durch den Typ und Verteilung der Variablen und der generierten Hypothesen. Alle kephalometrischen Variablen sind quantitativ und nicht normalverteilt. Bei Messung einer Variablen zu verschiedenen Zeitpunkten ergeben sich verbundene Stichproben. Daher wurde für den Vergleich der Messwerte zu unterschiedlichen Zeitpunkten der Friedman-Test angewendet. Wenn die Globalhypothese abgelehnt wurde, wurde als Posthoc-Test der Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test angeschlossen, um herauszufinden zwischen wel-

chen Zeitpunkten Unterschiede bestehen. Dafür musste das Signifikanzniveau entsprechend abgesenkt werden. Um die Intra-Observer-Variabilität abzuschätzen, wurde der Methodenfehler nach Dahlberg berechnet [18].

Die grau markierten Werte in der Tabelle 1 auf Seite 51 zeigen einen Methodenfehler von >1 . Dies bedeutet, dass die Messpunkte durch den Untersucher nicht gleichbleibend exakt gesetzt werden. Dies betrifft in dieser Untersuchung die Messungen für die Kieferbasen sowie die Weichgewebeparameter. Beides sind schwer zu lokalisierende Bezugspunkte, die sehr deutlich von der Positionierung des Patienten im Fernröntgenseitengerät abhängen: Bereits durch geringe Neigung des Kopfes entstehen Abweichungen, die zu Messfehlern beitragen können. Bei Messungen zur Beziehung der Kieferbasen zueinander muss beachtet werden, dass gerade bei Dysgnathiechirurgiepatienten die Spinae nasalis anterior und posterior oft schwer aufzufinden sind.

5.4. Bewertung der eigenen Untersuchung

In der Studie von Kwon *et al.* (2000) wurden 25 Patienten (12 weiblich, 13 männlich) mit einer bignathen Umstellungsosteotomie zur Korrektur der skelettal bedingten Klasse III untersucht. Die Studie umfasste die Analyse von drei FRS, jeweils vor chirurgischen Eingriff, unmittelbar danach und sechs Monate danach [38]. Für eine dreidimensionale Untersuchung der postoperativen Stabilität wurden die maxillären Fixationsschrauben der Miniplatten-Osteosynthese als Orientierungshilfe benutzt. Die hier vorliegende Studie zeigte, dass die postoperative Stabilität des Unterkiefers durch eine maxilläre Umstellungsosteotomie und eine vertikale Veränderung von ± 2 mm nicht beeinflusst wird. Das mandibuläre Rezidiv scheint durch die Größe der chirurgischen Lageveränderung des Unterkiefers bzw. die Richtung der mandibulären Umpositionierung beeinflusst zu sein [17, 16, 22, 70]. Dies bestätigen die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung. Die durchschnittliche Vorverlagerung des Oberkiefers betrug 3,7 mm. Es wurde kein Rezidiv in der sagittalen, vertikalen und transversalen Ebene im Oberkiefer festgestellt ($p>0,05$). Bei einer mittleren mandibulären Rückverlagerung von 5,7 mm betrug das durchschnittliche Rezidiv 1,1 mm ($p<0,05$). Das mandibuläre Rezidiv wurde durch die postoperativen skelettalen Veränderungen im Oberkiefer nicht signifikant beeinflusst ($p>0,05$).

Bailey *et al.* (2008) untersuchten bei 104 Klasse III Patienten den Zusammenhang zwischen dem Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation, Art der Umstellungsosteotomie und dem postoperativen Wachstum [4]. Sie zeigten, dass jüngere Patien-

ten (<18 Jahre für weibliche und <20 Jahre für männlichen Patienten) die gleiche Prognose wie ältere Patienten (≥ 18 Jahre für weibliche und ≥ 20 Jahre für männlichen Patienten) haben, vorausgesetzt, dass kein oder ein geringes postoperatives Wachstum der Mandibula stattfand. Die Ergebnisse der Studie belegen eine Veränderung des Weichteilprofils durch die Umstellungsosteotomie und bestätigen die Ergebnisse weiterer Studien [45]. So zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen dem Beginn der Behandlung (T1) und postoperativ (T3) für alle Weichteilparameter (LSEL, LIH-Linie, H-Winkel) insbesondere bei der 2. Gruppe. Dies deckt sich mit Ergebnissen aus der Literatur [51]. Diese Werte blieben auch nach Abschluss der Behandlung (T4) signifikant unterschiedlich gegenüber dem Ausgangsbefund. Dies deutet auf ein stabiles Behandlungsergebnis hin. Bei der monognathen Gruppe fand vor allem eine Veränderung für den LSEL und H-Winkel statt, was auf die operative Verlagerung der Maxilla rückzuführen ist [16, 17]. Die Betrachtung der skelettalen Parameter ANB und Wits-Wert zeigten ebenfalls im Vergleich T1 zu T3 sowie T1 zu T4 signifikante Unterschiede in der Gruppe bignath und der Gesamtgruppe, so dass sich für beide Gruppen eine erfolgreiche Therapie bestätigen lässt. Die Gruppe monognath zeigte lediglich in dem Vergleich zwischen Beginn und postoperativ signifikante Unterschiede bei den skelettalen Parametern

Die Winkel SNA und SNB sowie SNPog zeigten ebenfalls in der bignathen und Gesamtgruppe einen signifikanten Unterschied, sowohl zwischen T1-T3 als auch zwischen T1-T4. Dies lässt sich vermutlich dadurch erklären, dass eine bignathe Umstellungsosteotomie vor allem bei ausgeprägten skelettalen Abweichungen durchgeführt wird, in deren Rahmen auch weite Strecken in der Sagittalen korrigiert werden müssen.

Um eine exakte Bewertung der Stabilität nach Umstellungsosteotomie zu erhalten, wurde ein besonderes Augenmerk auf den Vergleich zwischen den Zeitpunkten postoperativ (T3) und dem letzten angefertigten FRS (T4) gelegt. Bei dem Wert OK1-NA sowie OK1-NL ließen sich signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten T3 und T4 für die Gruppe 2 feststellen. Dies lässt sich damit erklären, dass postoperativ noch die Feineinstellung der Zahnstellung durch die festsitzende Multibracketapparatur erfolgt. Bei der kombinierten Therapie der Klasse III Patienten erfolgt präoperativ häufig eine Dekompensationsbehandlung lediglich so lange, bis

eine stabile Operationsposition erreicht werden kann. Daher findet die endgültige Zahnbewegung erst postoperativ in der korrekten skelettalen Position statt.

Vor allem die Weichteilparameter (Ls1U-NB, LS-EL, LI-EL, Li-H, H-Winkel) zeigten einen signifikanten Unterschied zwischen den Zeitpunkten T3 zu T4. Dies zeigte sich sowohl für die Gruppe 2, 1 und »Gesamtgruppe«. Es lässt sich diskutieren, dass gerade die Winkel und Strecken bezüglich der Oberlippe stark von der Inklination der Oberkieferfrontzähne abhängen. Zusätzlich spielen postoperative Weichteilschwellungen eine Rolle, die individuell auch länger persistieren können. Die postoperativen Röntgenbilder werden aber zeitnah nach der Operation angefertigt und zeigen daher ausgeprägtere Weichteilformen, während zum Zeitpunkt der letzten verfügbaren Aufnahme eine komplette Abschwellung der Weichteile angenommen werden kann. Die Ausprägung einer Schwellung ist zudem von der Art der Operation (bignath/monognath) sowie vom Ausmaß der skelettalen Verlagerungsstrecke und natürlich dem Operateur abhängig. Das postoperative Ödem ist normalerweise innerhalb der ersten drei Wochen nach OP abgeklungen. Eine frühe funktionelle Kieferbelastung, die durch eine rigide interne Fixation (RIF) ermöglicht wird, fördert die Reduzierung der postoperativen Gewebeschwellung [60, 37].

Für die Gruppen 2 und 3 ließen sich signifikante Unterschiede für den ANB Winkel zwischen T3 und T4 feststellen. Es waren jedoch keine signifikanten Veränderungen für den SNA und SNB zu erkennen. Von daher muss hinterfragt werden, wieso sich für den ANB Winkel signifikante Unterschiede feststellen ließen. Es ist anzunehmen, dass auch bei nicht signifikanter Veränderung der einzelnen Winkel SNA und SNB die Summe der Veränderung, die durch den ANB erfasst wird, signifikant sein kann. Dies entspräche jedenfalls dem klinischen Effekt der Behandlungsmaßnahme. Letztlich kann auch der individuelle Fehler beim Setzen der Punkte eine Rolle spielen. Es wurde zwar versucht, den individuellen Fehler zu minimieren, aber ganz auszuschließen ist dies bei individuellem Setzen der Punkte auch mit EDV-Unterstützung derzeit noch nicht. Die Qualität der Aufnahme spielt hierbei eine nicht zu unterschätzende Rolle, da im Nachhinein die Wiederholung von Aufnahmen nicht möglich ist.

5.5. Schlussfolgerungen

Die Interpretation der Ergebnisse zeigt, dass die Stabilität postoperativ primär von der Art der durchgeführten Operation abhängig zu sein scheint. So lassen sich für die Patienten, die bignath operiert worden sind, günstige Veränderungen für den ANB Winkel sowie den WITS-Wert zwischen den Zeitpunkten postoperativ und nach Abschluss der Behandlung feststellen.

Da die Mitarbeit der Patienten, die Dauer der Behandlung sowie die Art der Behandlungsapparaturen nicht in die Untersuchung aufgenommen wurden, konnten mögliche Kofaktoren nicht ausreichend gewürdigt werden. Ebenso wurden Komplikationen intraoperativ beziehungsweise postoperative Wundheilungsstörungen nicht in die Auswertung integriert. Es sind daher weiterführende Untersuchungen nötig, welche die oben genannten Kofaktoren und gegebenenfalls weitere Aspekte in die Bewertung mit integrieren.

6. Literaturverzeichnis

1. Angle EH (1899) Classification of malocclusion. *Dental Cosmos* 41: 248-264
2. Ayoub AF, Millett DT, Hasan S (2000) Evaluation of skeletal stability following surgical correction of mandibular prognathism. *Br J Oral Maxillofac Surg* 38: 305-311
3. Bailey LJ, Duong HL, Proffit WR (1998) Surgical Class III treatment: long-term stability and patient perceptions of treatment outcome. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 13: 35-44
4. Bailey LJ, Phillips C, Proffit WR (2008) Long-term outcome of surgical Class III correction as a function of age at surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 133: 365-370
5. Banse, M (2009) Blutverluste in der Dysgnathie-Chirurgie: ihre Erfassung und Beeinflussung. Düsseldorf, Univ., Diss.
6. Beckmann G, Wingberg J, Hasund A (1983) Computerunterstützte Kephalemetrie in der Bergen-Technik. *J Orofac Orthop* 44: 359-369
7. Bell, WH (1975) Le Forte I osteotomy for correction of maxillary deformities. *J Oral Surg* 33: 412-426
8. Bell WH, Jacobs JD (1981) Tridimensional planning for surgical/orthodontic treatment of mandibular excess. *Am J Orthod* 80: 263-288
9. Berg, C (2008) Zur Änderung des Weichteilprofils und der Schneidezahnstellung bei Extraktionstherapie. Homburg, Univ., Diss.
10. Blair, VP (1907) Operations on jaw bones and face. *Surg Gyn Obstetr* 4: 67-78
11. Bothur S, Blomquist JE, Isaksson S (1998) Stability of Le Fort I osteotomy with advancement: a comparison of single maxillary surgery and two-jaw procedure. *Am J Oral Maxillofac Surg* 56: 1029-1033
12. Botzenhart UU, Seeliger JH, Gedrange T (2015) Aktuelle Aspekte der kieferorthopädischen Frühbehandlung-Maßnahmen im Milchgebiss und frühem Wechselgebiss. *ZWR* 124: 382-388
13. Bruntz LQ, Palomo JM, Baden S, Hans MG (2006) A comparison of scanned lateral cephalograms with corresponding original radiographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 130: 340-348
14. Busby BR, Bailey LJ, Proffit WR, Phillips C, White RP Jr. (2002) Long-term stability of surgical class III treatment: a study of 5-year postsurgical results. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 17: 159-170
15. Choi HS, Rebellato J, Yoon HJ, Lund BA (2005) Effect of mandibular setback via bilateral sagittal split ramus osteotomy on transverse displacement of the proximal segment. *J Oral Maxillofac Surg* 63: 908-916
16. Costa F, Robiony M, Sembronio S, Polini F, Politi M (2001) Stability of skeletal Class III malocclusion after combined maxillary and mandibular procedures. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 16: 179-192
17. Costa F, Robiony M, Zorzan E, Zerman N, Politi M (2006) Stability of skeletal Class III malocclusion after combined maxillary and mandibular procedures: titanium versus

- resorbable plates and screws for maxillary fixation. *J Oral Maxillofac Surg* 64: 642-651
18. Dahlberg G (1940) *Statistical Methods for Medical and Biological Students*. *Br Med J* 2: 358
19. Dal Pont GD (1959) L'osteotomia retromolare per la correzione della progenia. *Minerva Chir* 14: 1138-1141
20. Fränkel R (1970) Maxillary retrusion in Class III and treatment with the function corrector III. *Trans Eur Orthod Soc* 46: 249-259
21. Franchi L, Baccetti T, Tollaro I (1997) Predictive variables for the outcome of early functional treatment of Class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 112: 80-86
22. Franco JE, Van Sickels JE, Thrash WJ (1989) Factors contributing to relapse in rigidly fixed mandibular setbacks. *J Oral Maxillofac Surg* 47: 451-456
23. Gattinger B, Obwegeser J, Schwenger N, Ehrenfeld M (2002) *Chirurgische Kieferorthopädie und kraniofaziale Fehlbildungschirurgie. Spezielle Chirurgie-Lehrbuch zur Aus- und Weiterbildung*. 3rd ed. Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York
24. Ghassemi M, Jamilian A, Becker JR, Modabber A, Fritz U, Ghassemi A (2014) Soft-tissue changes associated with different surgical procedures for treating class III patients. *J Orofac Orthop* 75: 299-307
25. Girod S, Keeve E, Girod B (1995) Advances in interactive craniofacial surgery planning by simulation and visualisation. *Int J Oral Maxillofac Surg* 24 : 120–125
26. Gonçalves FA, Siqueira VCV (2012) Stability of bimaxillary surgery on Class III malocclusion treatment. *Dental Press J Orthod* 17: 41-51
27. Grave KC, Brown T (1976) Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. *Am J Orthod* 69: 611-619
28. Gray S, Bennani H, Kieser JA, Farella M (2015) Morphometric analysis of cervical vertebrae in relation to mandibular growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 149: 92-98
29. Greulich W, Pyle S (1959) *Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist*. 2nd ed. Stanford University Press, Stanford
30. Hammoudeh JA, Howell LK, Boutros S, Scott MA, Urata MM (2015) Current status of surgical planning for orthognathic surgery: traditional methods versus 3D surgical planning. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 3: 307
31. Harzer W (2011) *Kieferorthopädie. Checklisten der Zahnmedizin*. 1st ed. Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York
32. Hoffmeister B (2007) *Chirurgie der Dysgnathien. Lehrbuch der der MKG-Chirurgie*. 4th ed. Elsevier, Philadelphia Pennsylvania
33. Hotz R (1980) *Orthodontie in der täglichen Praxis*. 5th ed. Huber, Bern
34. Jackson TH, Mitroff SR, Clark K, Proffit WR, Lee JY, Nguyen TT (2013) Face symmetry assessment abilities: Clinical implications for diagnosing asymmetry. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 144: 663-671

35. Jakobson G, Stenvik A, Sandvik L, Espeland L (2011) Three-year follow-up of bimaxillary surgery to correct skeletal Class III malocclusion: stability and risk factors for relaps. *Am J of Orthod Dentofacial Orthop* 139: 80-89
36. Johnston C, Burden D, Kennedy D, Harradine N, Stevenson M (2006) Class III surgical-orthodontic treatment: a cephalometric study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 130: 300-309
37. Khechoyan DY (2013) Orthognathic surgery: general considerations. *Semin Plast Surg* 27: 133-136
38. Kwon TG, Mori Y, Minami K, Lee SH, Sakuda M (2000) Stability of simultaneous maxillary and mandibular osteotomie for treatment of class III malocclusion: an analysis of three-dimensional cephalograms. *Am J Craniomaxillofac Surg* 28: 272-277
39. Lamparski DG (1975) Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 67: 458-459
40. Lin SS, Kerr WJ (1998) Soft and hard tissue changes in Class III patients treated by bimaxillary surgery. *Eur J Orthod* 20: 25-33
41. Luhr HG, Pfeiffer G (eds) (1985) Skelettverlagernde Operation zur Harmonisierung des Gesichtsprofils - Probleme der stabilen Fixation von Osteotomiesegmenten. Die Ästhetik von Form und Funktion in der Plastischen- und Wiederherstellungschirurgie. Springer, Berlin Heidelberg New York
42. Luhr HG, Schauer W, Jäger A, Kublin-Meeseburger D (1986) Formveränderung des Unterkiefers durch kieferorthopädisch-chirurgische Maßnahmen mit stabiler Fixation der Segmente. *J Orofac Orthop* 47: 39-47
43. Marchetti C, Gentile L, Bianchi A, Bassi M (1991) Semirigid fixation of the mandible in bimaxillary orthognathic surgery: stability after 18 months. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 14: 37-45
44. Maurer P, Otto C, Eckert AW, Schubert J (2001) Complications in surgical treatment of malocclusions. Report of 50 years experience. *Mund Kiefer Gesichtschir* 5: 357-361
45. McCance AM, Moss JP, Wright WR, Linney AD, James DR (1992) A three-dimensional soft tissue analysis of 16 skeletal class III patients following bimaxillary surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg* 30: 221-232
46. McNamara JA, Brudon WL (1993) Orthodontic and Orthopedic Treatment in the Mixed Dentition. 2nd ed. Needham Press, Ann Arbor
47. Michel C (1990) Zur Problematik der Gelenkposition in der orthopädischen Chirurgie des Kiefer Gesichtsschädels. Würzburg, Univ., Habil.
48. Miethke RR (1989) Zur Lokalisationsgenauigkeit kephalometrischer Referenzpunkte. *Prakt Kieferorth* 3: 107-122
49. Moldez MA, Sugawara J, Umemori M, Mitani H, Kawamura H (2000) Long-term dentofacial stability after bimaxillary surgery in skeletal Class III open bite patients. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 15: 309-319
50. Mouakeh M (2001) Cephalometric evaluation of craniofacial pattern of Syrian children with Class- III malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 119: 640-649

51. Mucedero M, Coviello A, Baccetti T, Franchi L, Cozza P (2008) Stability factors after double-jaw surgery in class III malocclusion. A systematic review. *Angle Orthod* 78: 1141-1152
52. Nicodemo D, Pereira MD, Ferreira LM (2008) Effect of orthognathic surgery for class III correction on quality of life as measured by SF-36. *Int J Oral Maxillofac Surg* 37: 131-134
53. Nicodemo D, Pereira MD, Ferreira LM (2008) Self-esteem and depression in patients presenting angle class III malocclusion submitted for orthognathic surgery. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 13: 48-51
54. Obwegeser H (1962) Chirurgia del »mordex apertus«. *Rev. Ass. Odont. Argentina* 50: 429-436
55. Obwegeser H (1965) Eingriffe am Oberkiefer zur Korrektur des progeneren Zustandsbildes. *Schweiz Mschr Zahnheilkde* 75: 365-362
56. Obwegeser H (1970) Die einzeitige Vorbewegung des Oberkiefers und Rückbewegung des Unterkiefers zur Korrektur der extremen Progenie. *Schweiz Mschr Zahnheilkde* 80: 347-356
57. Peiró-Guijarro MA, Guijarro-Martínez R, Hernández-Alfaro F (2016) Surgery first in orthognathic surgery: A systematic review of the literature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 149: 448-462
58. Proffit WR, Phillips C, White RP, Sarver D (eds) (2003) Physiologic responses to treatment and post-surgical stability. *Contemporary treatment of dentofacial deformity.* Mosby, St Louis
59. Proffit WR, Phillips C, Turvey TA (1991) Stability after surgical-orthodontic correction of skeletal Class III malocclusion. 3. Combined maxillary and mandibular procedures. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 6: 211-225
60. Politi M, Costa F, Robiony M, Soldano F, Isola M (2002) Stability of maxillary advancement for correction of skeletal Class III malocclusion after combined maxillary and mandibular procedures: preliminary results of an active control equivalence trial for semirigid and rigid fixation of the maxilla. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 17: 98-110
61. Politi M, Costa F, Cian R, Polini F, Robiony M (2004) Stability of skeletal class III malocclusion after combined maxillary and mandibular procedures: rigid internal fixation versus wire osteosynthesis of the mandible. *J Oral Maxillofac Surg* 62: 169-181
62. Renzi G, Becelli R, Di Paolo C, Iannetti G (2003) Indications to the use of condylar repositioning devices in the surgical treatment of dental-skeletal class III. *J Oral Maxillofac Surg* 61: 304-309
63. Sander FG (1988) Die Vorschubdoppelplatte - Ein hervorragender Behandlungsbefehl. *Dental-Labor* 6: 750-758
64. Sander FG (1988) Indikation für die Anwendung der Vorschubdoppelplatte. *Prakt Kieferorthop* 2: 209-222
65. Schwenzer N (ed) (1995) Die bimaxilläre Osteotomie bei skelettalen Dysgnathien, Dentoalveoläre Chirurgie: Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York
66. Schuchardt K (1954) Die Chirurgie als Helferin der Kieferorthopädie. *J Orofac Orthop*

15: 1-25

67. Shaw WC (1981) The influence of children's dentofacial appearance on their social attractiveness as judged by peers and lay adults. *Am J Orthod* 79: 399-415
68. Sinclair PM (1988) Orthodontic considerations in adult surgical orthodontic cases. *Dent Clin North Am* 32: 509-528
69. Trauner W, Obwegeser, H (1957) Mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty: Part I- Surgical procedures to correct mandibular prognathism and reshaping of the chin. *Oral Surg* 10: 677
70. Ueki K, Marukawa K, Shimada M, Nakagawa K, Alam S, Yamamoto E (2006) Maxillary stability following Le Fort I osteotomy in combination with sagittal split ramus osteotomy and intraoral vertical ramus osteotomy: a comparative study between titanium miniplate and poly-L-lactic acid plate. *J Oral Maxillofac Surg* 64: 74-80
71. Vig KD, Ellis E (1990) 3rd. Diagnosis and treatment planning for the surgical-orthodontic patient. *Dent Clin North Am* 34: 361-384
72. Wassmund M (1935) *Lehrbuch der praktischen Chirurgie des Mundes und der Kiefer*. Meusser, Leipzig
73. Weaver N, Glover K, Major P, Varnhagen C, Grace M (1998) Age limitation of orthopedic therapy and orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 113: 156-164
74. Wolford LM, Schendel SA, Epker BN (1979) Surgical orthodontic correction of mandibular deficiency in growing children. *J Maxillofac Surg* 7: 61

7. Danksagung

- Hiermit danke ich Univ.-Prof. Dr. med. dent. Jörg Lisson für die Vergabe des Themas und der hervorragenden Betreuung.
- Ich danke allen Mitarbeitern der Klinik für Kieferorthopädie unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. med. dent. Jörg Lisson sowie der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Wolfgang J. Spitzer für die Unterstützung und Bereitstellung der Unterlagen.
- Dr. med. dent. Daniel Haßdenteufel und Dr. med. dent. Constanze Mayer danke ich für die gute Betreuung.
- Frau Dr. med. dent. Constanze Mayer danke ich sehr für die Hilfe bei der Abfassung des Textes.
- Meiner Frau Dr. med. dent. Samah Hasan und meiner Familie danke ich für ihre Unterstützung und Motivation, um diese Arbeit fertig zu stellen.