

Aus der  
Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Tübingen  
Abteilung Poliklinik für Kieferorthopädie

**Charakteristika der kephalometrischen Entwicklung  
von Spaltkindern vor, während und nach der  
pubertären Wachstumsphase und deren Veränderung**

**Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Zahnheilkunde**

**der Medizinischen Fakultät  
der Eberhard Karls Universität  
zu Tübingen**

**vorgelegt von  
Kretschmer, Corinna  
2022**

Dekan: Professor Dr. B. Pichler

1. Berichterstatter: Professor Dr. B. Koos

2. Berichterstatter: Professor Dr. A. Godt

Tag der Disputation: 11.11.2022

## **Meinen Eltern und meiner Großmutter**

# Inhaltsverzeichnis

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b>                               | <b>1</b>  |
| 1.1      | Lippen-Kiefer-Gaumenspalten                     | 1         |
| 1.2      | Wachstumsrhythmus                               | 4         |
| 1.3      | Gesichtsschädelwachstum                         | 5         |
| 1.4      | Fernröntgenseitenbild                           | 8         |
| 1.5      | Interdisziplinäres Behandlungskonzept           | 11        |
| 1.6      | Zielsetzung                                     | 18        |
| <b>2</b> | <b>Material und Methoden</b>                    | <b>19</b> |
| 2.1      | Patientengut                                    | 19        |
| 2.2      | Ethikvotum                                      | 19        |
| 2.3      | Studienaufbau                                   | 19        |
| 2.4      | Röntgenkephalometrische Auswertung              | 20        |
| 2.4.1    | Röntgenbildscanner                              | 20        |
| 2.4.2    | Fernröntgenseitenbild                           | 20        |
| 2.4.3    | OnyxCeph <sup>3TM</sup> Dental Imaging Software | 21        |
| 2.4.4    | Kephalometrische Referenzpunkte                 | 22        |
| 2.4.5    | PAS-Referenzpunkte                              | 28        |
| 2.4.6    | Kephalometrische Referenzlinien                 | 29        |
| 2.4.7    | Kephalometrische Winkel und Strecken            | 32        |
| 2.4.8    | PAS-Referenzlinien                              | 44        |
| 2.4.9    | Harmoniebox nach Hasund                         | 46        |
| 2.5      | Statistische Analyse                            | 48        |
| 2.5.1    | Datenerhebung und Datenverarbeitung             | 48        |
| 2.5.2    | Allgemeine Statistik                            | 48        |
| 2.5.3    | Methodenfehler nach Dahlberg                    | 49        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| <b>3</b> | <b>Ergebnisse</b>   | <b>50</b>  |
| 3.1      | Patientenpool   | 50         |
| 3.2      | Auswertung der Fernröntgenseitenbilder                                    | 53         |
| 3.2.1    | Veränderung in der Sagittalen   | 53         |
| 3.2.2    | Veränderung in der Vertikalen   | 64         |
| 3.2.3    | Dentale Veränderung   | 75         |
| 3.2.4    | Veränderung des Weichteilprofils  | 85         |
| 3.2.5    | Veränderung des PAS   | 89         |
| 3.3      | Veränderungen in der Harmoniebox nach Hasund                              | 103        |
| 3.3.1    | Veränderungen in der Harmoniebox bei den bilateralen Spaltpatienten       | 103        |
| 3.3.2    | Veränderungen in der Harmoniebox bei den unilateralen Spaltpatienten      | 104        |
| 3.4      | Fehlereinschätzung: Methodenfehler nach Dahlberg: Intra-Rater-Reliability | 105        |
| <b>4</b> | <b>Diskussion</b>   | <b>107</b> |
| 4.1      | Patientenpool   | 107        |
| 4.2      | Material und Methoden   | 109        |
| 4.3      | Ergebnisse  | 110        |
| 4.3.1    | Sagittale Relation  | 110        |
| 4.3.2    | Vertikale Relation  | 117        |
| 4.3.3    | Dentale Relation  | 120        |
| 4.3.4    | Weichteil Relation  | 122        |
| 4.3.5    | Veränderung der PAS-Werte   | 125        |
| 4.4      | Schlussfolgerung  | 127        |
| <b>5</b> | <b>Zusammenfassung</b>  | <b>129</b> |
| <b>6</b> | <b>Literaturverzeichnis</b>   | <b>131</b> |
| <b>7</b> | <b>Tabellenverzeichnis</b>  | <b>137</b> |

|           |                                  |                                    |
|-----------|----------------------------------|------------------------------------|
| <b>8</b>  | <b>Abbildungsverzeichnis</b>     | <b>140</b>                         |
| <b>9</b>  | <b>Erklärung zum Eigenanteil</b> | <b>143</b>                         |
| <b>10</b> | <b>Veröffentlichung</b>          | <b>144</b>                         |
| <b>11</b> | <b>Danksagung</b>                | Fehler! Textmarke nicht definiert. |
| <b>12</b> | <b>Lebenslauf</b>                | Fehler! Textmarke nicht definiert. |

## Abkürzungsverzeichnis

|       |                            |
|-------|----------------------------|
| Abb.  | Abbildung                  |
| FKO   | Funktionskieferorthopädie  |
| FRS   | Fernröntgenseitenbild      |
| GNE   | Gaumennahterweiterung      |
| HNO   | Hals-Nasen-Ohren           |
| LJ    | Lebensjahr                 |
| LKG   | Lippen-Kiefer-Gaumenspalte |
| MSR   | Münchener-Schule-Rudzki    |
| MW    | Mittelwert                 |
| N     | Anzahl der Patienten       |
| NAM   | Nasoalveolar Molding       |
| n. s. | nicht signifikant          |
| OK    | Oberkiefer                 |
| PAS   | posterior airway space     |
| SD    | Standardabweichung         |
| SSW   | Schwangerschaftswoche      |
| Tab.  | Tabelle                    |
| T1    | Behandlungsbeginn          |
| T2    | Behandlungsende            |
| UK    | Unterkiefer                |

# 1 Einleitung

## 1.1 Lippen-Kiefer-Gaumenspalten

Lippen-Kiefer-Gaumenspalten sind angeborene Fehlbildungen, die mit einer Häufigkeit von ca. 1:500 pro Geburt auftreten (Schwenzer und Ehrenfeld, 2011: S. 186). Sie werden nach Horch (2012: S. 306) „als Entwicklungsanomalie auf genetischer Basis im Bereich der embryonalen Kopfanlage und der ersten beiden Viszeralbögen entstandene angeborene Fehlbildung (kraniofaziale Dysplasie)“ verstanden.

Die Gesichts- und Mundhöhlenentwicklung findet in der 4. bis 10. Embryonalwoche statt (Horch, 2012: S. 307). Dabei bilden sich in der sechsten Embryonalwoche die Oberlippe (Philtrum), der Zwischenkiefer und der primäre Gaumen (Lippe und Kiefer). Der sekundäre Gaumen, der aus hartem und weichem Gaumen besteht, entsteht im zweiten bis dritten Embryonalmonat (Gnoinski und Jacobsen, 2013: S. 246).

Der Zeitpunkt einer möglichen Spaltentstehung im Gesicht liegt zum einen zwischen der 5. und 7. Embryonalwoche und zum anderen am Übergang vom 2. zum 3. Embryonalmonat. Zu einer Spaltentstehung kommt es nach Horch (2012: S. 307) aufgrund einer Störung des Mesenchymdurchbaues zwischen den Gesichtswülsten. Bleibt die Verschmelzung der seitlichen Oberkieferwülste mit der medianen Nasenwulst aus, so handelt es sich um eine primäre Spaltbildung, eine sekundäre Spaltbildung hingegen ist durch eine vorerst stattfindende Verschmelzung der Gewebeanteile gekennzeichnet, die jedoch später wieder ein- bzw. durchreißt (Horch, 2012: S. 307).

Die Entstehung von Lippen-Kiefer-Gaumenspalten ist weitgehend ungeklärt. Es wird von einem multifaktoriellen genetischen System ausgegangen, das sowohl von Polygenie als auch Exogenie beeinflusst wird (Horch, 2012: S. 307). Dieses wird durch schädigende Umwelteinflüsse begünstigt, wie z. B. Nikotinkonsum, Folsäuremangel, Mangelernährung, teratogene Medikation, Strahlenbelastung, Stress, Virusinfektionen von Mutter und Kind, Alkoholabusus und Sauerstoffmangel (Daratsianos et al., 2014, Horch, 2012: S. 307). Darüber

hinaus kann die Spaltentstehung auch durch eine „Überreife des Eies, zu niedriges oder zu hohes Alter der Mutter sowie Störungen der Eierstockfunktion“ (Horch, 2012: S. 307) verursacht werden. Weitere genetisch bedingte Faktoren, die noch nicht vollständig bekannt sind, spielen bei der Spaltentstehung eine übergeordnete Rolle gegenüber den exogenen Faktoren (Birnbaum et al., 2009, Mangold et al., 2011, Saleem et al., 2019). Ausnahmen bilden dabei die Spalten, die im Zusammenhang mit Syndromen auftreten, deren genetischer Hintergrund bereits bekannt ist, wie z. B. das ECC-Syndrom (Gnoinski und Jacobsen, 2013: S. 246).

Das Auftreten einer Lippen-Kiefer-Gaumenspalte (LKG) ist wahrscheinlicher, wenn bereits ein Kind oder ein blutsverwandter Erwachsener innerhalb einer Familie eine Spalte aufweist. Darüber hinaus treten durchgehende Lippen-Kiefer-Gaumenspalten mit 40–65 % innerhalb der Spaltmorphologie am häufigsten auf und linksseitige Spalten deutlich häufiger als rechtsseitige (Schwenzer und Ehrenfeld, 2011: S. 186). Außerdem liegt das Verhältnis des Spaltauftretens von Jungen zu Mädchen bei 3:2 (Schwenzer und Ehrenfeld, 2011: S. 186).

Lippen-Kiefer-Gaumenspalten unterliegen je nach Spaltform unterschiedlichen anatomischen Ausprägungsgraden, daher sind Lokalisation und Morphologie von Bedeutung:

**Lippenspalten** können partiell, einseitig oder doppelseitig auftreten. Außerdem können sie isoliert oder in Kombination mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten vorkommen (Schwenzer und Ehrenfeld, 2011: S. 193).

**Kieferspalten** können einseitig und beidseitig auftreten. Dabei kommen sie nur in Kombination mit Gaumen- oder Lippenspalten und niemals isoliert vor. Sie sind „an der Grenze zwischen dem Zwischenkiefer und dem seitlichen Oberkiefersegment“ lokalisiert (Schwenzer und Ehrenfeld, 2011: S. 194).

Bei **Gaumenspalten** wird im Allgemeinen die Kontinuität der Nasenschleimhäute, des Mukoperiost des Hartgaumens und der darunterliegenden Knochenplatte unterbrochen (Schwenzer und Ehrenfeld, 2011: S. 195).

Die **Hartgaumenspalte** tritt ausschließlich in Kombination mit der Weichgaumenspalte oder als durchgehende Lippen-Kiefer-Gaumenspalte auf (Schwenzer und Ehrenfeld, 2011: S. 195). Sie befindet sich zwischen dem Foramen incisivum und der Spina nasalis posterior und kann einseitig links / rechts oder doppelseitig, vollständig oder partiell auftreten (Schwenzer und Ehrenfeld, 2011: S. 195). Die **Weichgaumenspalte** liegt zwischen Spina nasalis posterior und Uvula in der Mitte des Weichgaumens und kann somit isoliert und in Kombination (Lippen-Kiefer- und Hartgaumenspalten) vorkommen (Schwenzer und Ehrenfeld, 2011: S. 195). Darüber hinaus kann sie vollständig und partiell angelegt sein, sowie submukös, also als alleinige Spaltbildung der Muskulatur bei intakter oronasaler Schleimhaut.

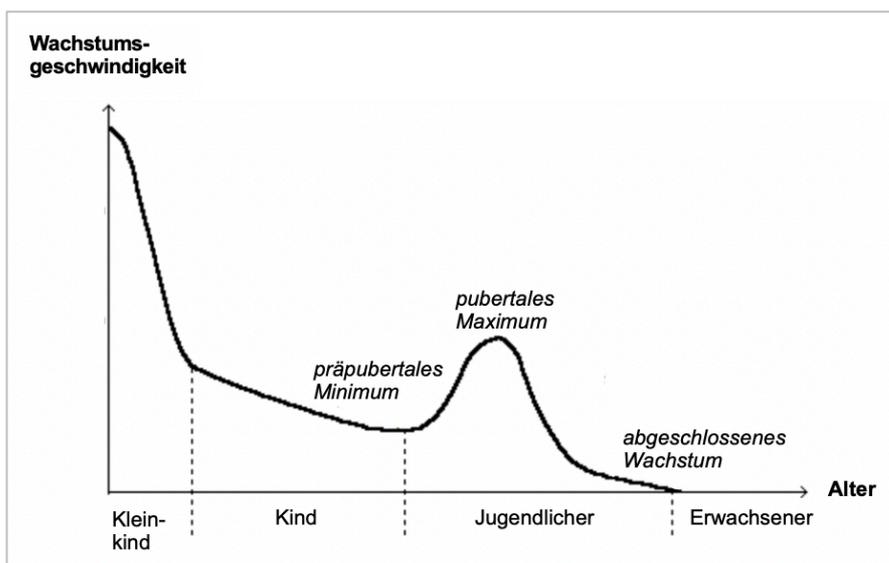
Als Mikroform der Weichgaumenspalte wird die **Uvula bifida** (zweigeteiltes Gaumenzäpfchen) bezeichnet (Schwenzer und Ehrenfeld, 2011: S. 195). Zu den Mikroformen zählen außerdem die Lippen- oder Kieferkerben.

Um Lippen-Kiefer-Gaumenspalten einheitlich klassifizieren zu können, wurden über mehrere Jahrzehnte Konzepte entwickelt, angefangen von den Amerikanern Davis und Ritchie (Davis und Ritchie, 1922) über Fogh-Anderson (Fogh-Anderson, 1942), bis zu Millard (Allori et al., 2017), die zu der heute verwendeten LAHS-Kodierung führten.

## 1.2 Wachstumsrhythmus

Die Kenntnis über den Wachstumsrhythmus des Gesichtsschädels ist vor allem für die kieferorthopädische Behandlungsplanung und -durchführung ausschlaggebend. Das Gesichtsschädelwachstum entspricht dem allgemeinen Körperwachstum, sodass eine Zunahme des Wachstums im Kleinkindalter, ein beständiges Wachstum in der Kindheit, eine nochmalige Beschleunigung während der Pubertät und ein Abfall der Wachstumsgeschwindigkeit zum Ende des Wachstums und im Erwachsenenalter stattfinden (Schopf, 2008: S. 31).

Die Wachstumsrhythmuskurve nach Björk (Björk und Helm, 1967) verdeutlicht diesen Verlauf und zeigt, dass das Längenwachstum durch Wachstumspausen unterbrochen wird und daher kein linearer Wachstumsrhythmus zustande kommt (Abb. 1) (Nötzel et al., 2007: S. 240). Der pubertäre Wachstumsschub liegt bei Mädchen zwischen dem 10. und 12. Lebensjahr und bei Jungen zwischen dem 12. und 14. Lebensjahr mit einem Spielraum von 3 bis 6 Jahren (Rakosi und Jonas, 1989: S. 107). Eine Abweichung zwischen dem biologischen und chronologischen Alter von zwei Jahren gilt als Störung im Wachstumsverlauf (Nötzel et al., 2007: S. 240). Die Wachstumsprozessdauer und die Wachstumsprozessgeschwindigkeit sind geschlechtsabhängig und beeinflussen die geschlechts-unabhängigen Wachstumsschübe innerhalb der Pubertät.



**Abb. 1:** Wachstumsrhythmuskurve modifiziert nach Björk (Björk und Helm, 1967)

### 1.3 Gesichtsschädelwachstum

Im Laufe der Zeit haben sich unterschiedliche Theorien über die Ursache des Gesichtsschädelwachstums entwickelt. Basierend auf seinen Studien vertrat Sicher 1947 die Meinung, dass die Suturen die treibende Kraft für das Gesichtswachstum seien (Schopf, 2008: S. 31). Scott sah 1953 diese nicht in den Suturen, sondern benannte den Knorpel als Ursprung (Schopf, 2008: S. 31). Moss stellte 1959 dagegen die Theorie der funktionellen Matrix auf, wonach interne genetische Faktoren für den Wachstumsbeginn verantwortlich sind und der Knochen durch verschiedene Weichteileinflüsse und physiologische Faktoren eine Differenzierung und Instandhaltung erfährt (Schopf, 2008: S. 31–32). Die Theorie des äquivalenten Wachstums stellte dagegen Enlow 1968 auf. Diese besagt, dass der Unterkiefer, das Obergesicht, das Schädeldach und das Mittelgesicht vier eigenständige Bereiche darstellen, die durch ihre Wachstumsvorgänge die anderen Bereiche beeinflussen (Schopf, 2008: S. 32).

Heute geht man davon aus, dass das Wachstum auf den Mechanismen von Knochenumbau (Remodellierung), Größenzunahme und Knochenverlagerung (Displacement) basiert, die durch exogene und endogene Einflüsse kontrolliert und beeinflusst werden (Rakosi und Jonas, 1989: S. 6).

Die Position der Maxilla ist abhängig von dem Wachstum der sphenoethmoidalen und spheno-okzipitalen Synchondrosen (Schopf, 2008: S. 32). Aufgrund von Knochenapposition und -resorption am Tuber maxillae kommt es zur dorsalen Oberkieferverlängerung und Verlagerung der Fossa pterygopalatina nach dorsal. Kombiniert ist dies mit einer gleichzeitigen Ventralverlagerung der Maxilla (primäres Displacement). Im Zuge des sekundären Displacement wird die Maxilla abermals, durch das Wachstum und die Expansion der mittleren Schädelgrube, passiv nach ventral verlagert (Rakosi und Jonas, 1989: S. 23).

Durch die Sutura palatina media erfährt die apikale Basis der Maxilla eine transversale Zunahme, die Suture zwischen der Prämaxilla und Maxilla ist dagegen für das Wachstum nicht ausschlaggebend (Schopf, 2008: S. 32).

Der Unterkieferknochen verschmilzt direkt nach der Geburt zu einem einheitlichen u-förmigen Knochen und weist im Gegensatz zum Oberkiefer keine

Sutur auf. Mit Hilfe der Remodellierung des aufsteigenden Unterkieferastes verlängert sich der Unterkiefer um den gleichen Wert nach posterior wie der Oberkiefer und wird gleichzeitig im Rahmen des primären Displacement nach anterior verlagert. Durch das posteriore Wachstum des hinteren Ramusanteils und des Kondylus wird der Unterkiefer ebenfalls nach vorne und unten verlagert. Das Wachstum der mittleren Schädelgrube liegt anterior von den Unterkieferkondylen und führt dazu, dass der Unterkiefer im Vergleich zum Oberkiefer nicht so stark nach vorne verlagert wird und so ein geringeres sekundäres Displacement vorliegt. Das horizontale Wachstum des aufsteigenden Unterkieferastes gleicht die sagittale Diskrepanz der Ober- und Unterkieferlage aus und richtet die Kauebene nach kaudal aus (Rakosi und Jonas, 1989: S. 25).

Die ventrale Vergrößerung der mittleren Schädelbasis führt zu einem horizontalen Wachstum des Mittelgesichtes. Durch das Displacement und die Remodellierung von Os nasale und Os ethmoidale ist das horizontale Wachstum des Mittelgesichts kaudal ausgeglichen im Verhältnis zur Längenveränderung des Oberkiefers und der vorderen Schädelbasis. Aufgrund nasaler Resorptionsvorgänge und palatinaler Appositionsvorgänge verlagern sich die Prämaxilla und das Gaumendach nach kaudal.

Durch die Expansion des umliegenden Weichgewebes wird das Mittelgesicht auch nach kaudal verlagert (primäres Displacement), was wiederum zu einer suturalen Knochenapposition führt. Aufgrund der Knochenverlagerung des nasomaxillären Bereiches und der Umformung der knöchernen Alveole werden die Oberkieferzähne in Position gebracht.

Die Unterkieferzähne driften mit ihren knöchernen Alveolen nach kranial, kippen durch Remodellierung nach lingual und stellen so die endgültige Okklusion ein. Letztendlich ist somit der Zahndurchbruch ausschlaggebend für das vertikale Wachstum des Alveolarfortsatzes (Schopf, 2008: S. 32).

Nebenher lagert sich neues Knochenmaterial am Unterkieferkörper und im Kinnbereich an. Aufgrund von Resorptionsvorgängen an der vorderen

Alveolarfortsatzfläche und Apposition an der Symphysenaußenkontur resultiert eine Verstärkung der Kinnprominenz (Rakosi und Jonas, 1989: S. 26).

Somit wird erkenntlich, dass neben dem Wachstumsrhythmus auch unterschiedliche Wachstumsvorgänge erheblichen Einfluss auf die Planung und Durchführung der kieferorthopädischen Behandlung nehmen.

#### 1.4 Fernröntgenseitenbild

Das Fernröntgenseitenbild (FRS) als Analysegrundlage wurde im Jahr 1936 unabhängig voneinander durch Hofrath in Düsseldorf und Broadbent in Cleveland eingeführt (Schopf, 2008: S. 233). Bei einem Fernröntgenseitenbild handelt es sich um eine 2D Aufnahme in Seitenansicht (Norma lateralis) (Abb. 2) (Nötzel et al., 2007: S. 93).



**Abb. 2:** laterales Fernröntgenseitenbild (FRS)

Zur Anfertigung des FRS wird die Medianebene des Kopfes parallel zur Filmebene angeordnet und mithilfe des Kephalostat fixiert (Abb. 3, 4) (Nötzel und Schultz, 2009: S. 93). Aufgrund der Dreidimensionalität des Gesichtsschädels müssen ein Film-Fokus Abstand von 1,7–4 m und ein kleiner Objekt-Film Abstand eingehalten werden, um auftretende Projektionsfehler möglichst zu reduzieren (Nötzel und Schultz, 2009: S. 93, Segner und Hasund, 2003: S. 9).

Die FRS-Analyse ermöglicht die Analyse des Gesichtsschädelaufbaus, die Analyse der dentalen Relation und der Weichteile, die Bestimmung der sagittalen und vertikalen Kieferrelation sowie die Differenzierung zwischen skelettaler und dentoalveolärer Anomalie (Nötzel et al., 2007: S. 94). Dadurch ergänzt das FRS die Modellanalyse im Rahmen der kieferorthopädischen Diagnostik (Nötzel et al., 2007: S. 93).

Das Analyseverfahren von Hasund, die sog. Bergenanalyse (Hasund et al., 1972), beruht auf der Individualisierung kephalometrischer Normen, indem das Individuum in den Mittelpunkt der Analyse gerückt wird. Ziel der Bergenanalyse ist eine individuelle Behandlungsplanung und ein entsprechend gutes Behandlungsergebnis trotz individueller Abweichungen in der Gesichtsmorphologie des jeweiligen Patienten (Segner und Hasund, 2003: S. 6). Hinsichtlich der Diagnose und Therapie wird infolgedessen von den Bevölkerungsmittelwerten und den daraus resultierenden Normwerten Abstand genommen.



**Abb. 3:** Kephhalostat



**Abb. 4:** Patient fixiert im Kephhalostat

Allgemein gilt das FRS auch heute weiterhin als Mittel der Wahl bei der Bewertung und Planung der kieferorthopädischen und kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Behandlung. Dennoch ist es aufgrund seiner Fehleranfälligkeit bei der Anfertigung und Analyse umstritten. Die Schwierigkeiten bei der Anfertigung bestehen in der genauen Projektion, Bildschärfe und situationsgleichen Aufnahme (Schopf, 2008: S. 234). Darüber hinaus kann die Analyse bezogen auf Durchzeichnung, Interpretation und daraus

resultierender Wachstumsprognose Ungenauigkeiten aufweisen (Dahlberg, 1940, Houston, 1983, Schopf, 2008: S. 234–235).

Durch die Einführung computergestützter Analyseverfahren und der Empfehlung, FRS-Aufnahmen nur durch einen Behandler auswerten zu lassen, sowie einen definierten Film-Fokus Abstand von 1,7–4 m und einem kleinen Objekt-Film Abstand kann einigen dieser Aspekte entgegengewirkt werden (Nötzel et al., 2007: S. 93, Segner und Hasund, 2003: S. 9).

## 1.5 Interdisziplinäres Behandlungskonzept

Um Spaltpatienten umfangreich, früh und erfolgreich behandeln zu können, ist eine interdisziplinäre Zusammenarbeit notwendig (Opitz, 2002: S. 9). Interdisziplinär bedeutet in diesem Zusammenhang u. a. die Zusammenarbeit von Neonatologen, Mund-Kiefer-Gesichtschirurgen, Kieferorthopäden, Logopäden und Hals-Nasen-Ohren-Ärzten. Da kein einheitliches Behandlungskonzept für alle Spaltzentren in Deutschland vorliegt, behandelt jedes Spaltzentrum nach eigenem interdisziplinären Behandlungskonzept, die jedoch nur geringfügig voneinander abweichen.

Der für die Arbeit vorliegende Patientenpool wurde zum einen im Spaltzentrum München und zum anderen in Tübingen behandelt. Die Behandlungskonzepte unterscheiden sich nur im Zeitpunkt des Lippenverschlusses, der im Münchner Spaltzentrum sechs Wochen nach der Geburt stattfindet und im Tübinger Spaltzentrum im 5. bis 7. Monat (Abb. 5, 6).

Zur Erläuterung des Behandlungsablaufs bei einem Spaltpatienten wurde sich an dem Behandlungskonzept des Spaltzentrums Tübingen orientiert (Reinert und Krimmel, 2003), das bis 2016 angewendet wurde (Abb. 5).

Bereits pränatal kann ab der 20. bis 28. SSW mittels eines Ultraschalls eine Spaltbildung bei Kindern festgestellt und die Eltern über das Spaltvorkommen aufgeklärt werden (Krey, 2020, Opitz, 2002: S. 9).

Das postnatale Behandlungskonzept unterteilt sich in eine Primär-, Sekundär- und Tertiärbehandlung. Die **Primärbehandlung**, die sich von 24 Stunden nach der Geburt bis zum Kindergartenalter erstreckt, hat zum Ziel, bei den Spaltpatienten bis zur Einschulung eine normale Kau-, Sprech- und Atmungsfunktion einzustellen (Schwenzer und Arold, 1998). Dazu wird mithilfe einer Abformung direkt nach der Geburt eine Gaumenplatte angefertigt. Diese wird 24 bis 48 Stunden nach der Geburt eingegliedert und kann von den Eltern zum Zwecke der Reinigung zwischenzeitlich herausgenommen werden. Sie dient der Trennung der Mund- und Nasenhöhle, als Widerlager für die Zunge bei der Nahrungsaufnahme, zur Verhinderung eines falschen Saug- und Schluckmusters, zur Wachstumslenkung und Verhinderung des Kollapses der

Seitensegmente (Hausamen et al., 2012: S. 313, Reinert und Krimmel, 2003, Schwenzer und Ehrenfeld, 2011: S. 200). Gegebenenfalls wird je nach Spaltmorphologie ein Nasoalveolar Molding (NAM) ergänzt.

Innerhalb des 4. bis 6. Monats wird dann der Weichgaumen chirurgisch verschlossen, um den Reflexmechanismus der Zunge beim Schlucken, die physiologische Lautbildung und die bessere Belüftung des Mittelohres, meist mithilfe eines Paukenröhrchens, zu erreichen (Rudzki und Ehrenfeld, 2017). Durch den darauffolgenden Lippenverschluss mit dem 5. bis 7. Monat werden die Kontinuität der Lippenmuskulatur (Muskulus orbicularis oris) und die harmonische Lippenform wiederhergestellt sowie die begleitende Nasendeformität bestmöglich korrigiert (Reinert und Krimmel, 2003). Voraussetzung für diesen Eingriff ist ein Gewicht des Säuglings von mindestens 5 kg (Schwenzer und Ehrenfeld, 2011: S. 203). Ein kompetenter Lippenschluss unterstützt die unbelastete Eingliederung des Spaltpatienten in Kindergarten und persönliches Umfeld (Rudzki und Ehrenfeld, 2017). Je nach Spaltzentrum erfolgt daraufhin mit ca. zwei Jahren nach Durchbruch der Milchmolaren der Hartgaumenverschluss (Reinert und Krimmel, 2003). Das Tübinger Behandlungskonzept wurde ab 2016 dahingehend verändert, dass der Hart- und Weichgaumen im Zeitraum vom 6. bis 12. Monat nach der Geburt in einer Operation verschlossen werden (Universitätsklinikum Tübingen, 2020). Die Dauer der Weiterbehandlung im Rahmen der Primärbehandlung hängt von dem Gebissalter des Kindes ab. Dabei spielen der Durchbruch der Milchzähne, die Mundhygiene und die Kieferentwicklung eine Rolle (Rudzki und Ehrenfeld, 2017).

Anschließend folgt die kieferorthopädische Sekundärbehandlung, die im Milchzahngewiss dann erforderlich wird, wenn eine sagittale und transversale Nachentwicklung der Maxilla aufgrund von Wachstumsdefiziten, u. a. hervorgerufen durch Narbenzüge der Lippen- und Gaumenplastik, notwendig ist (Opitz, 2002: S. 53). Des Weiteren können u. a. eine gestörte Lippen- / Zungenfunktion, Mundatmung, traumatischer Einbiss, starke Protrusion der Prämaxilla, Kopf- / Kreuzbiss und progene Verzahnung auftreten (Krey, 2020, Opitz, 2002: S. 53–57). Mittels einer aktiven Platte, Delaire-Maske oder Fränkel Typ III werden die progene Verzahnung und der laterale Kreuzbiss, die im

Vordergrund stehen, behandelt (Krey, 2020). Ziel der kieferorthopädischen Behandlung im Milchgebiss sind neben der maxillären Nachentwicklung die Vermeidung des vorzeitigen Milchzahnverlustes sowie die Verhinderung, Reduktion und Vorbeugung von Habits und Dysfunktionen (Opitz, 2002). Notwendige transversale Nachentwicklungen werden auch durch herausnehmbare aktive Platten oder eine Gaumennahterweiterung (GNE) ermöglicht (Opitz, 2002). Dabei ist zu beachten, dass „eine ausreichende Retention einer transversalen Erweiterung des Oberkiefers im Sinne einer stabilen Milchzahnokklusion in den meisten Fällen wegen den abradieren Kauflächen der Milchzähne nicht realisierbar ist“ (Daratsianos et al., 2014). Demnach werden Zwangsbisse meist durch Einschleifmaßnahmen korrigiert und ein erhöhter Retentionsaufwand notwendig. Regelmäßige Kontrollen und Remotivation des Patienten und der Eltern sind bereits zu diesem Zeitpunkt für den Therapieerfolg ausschlaggebend. Mit Hilfe von Modell-, Foto- und Röntgenanalyse und anhand klinischer Befunde können entsprechende Wachstumsdefizite in der frühen Wechselgebissphase diagnostiziert und frühzeitig behandelt werden (Opitz, 2002: S. 70). Es können vermehrt transversale, sagittale und vertikale Wachstumsdefizite auftreten (z. B. umgekehrte Schneidekantenstufe, Kreuzbiss und regional offener Biss), vor allem wenn eine Disharmonie der zirkumoralen Muskulatur vorliegt und Auffälligkeiten bei der Zungenlage und -funktion bestehen (Opitz, 2002: S. 67). Besonders wichtig ist hierbei die Verbesserung der sagittalen Bisslage. Bei auftretendem frontalen Einzelzahnkreuzbiss werden zur Protrusion der Frontzähne herausnehmbare Apparaturen mit Protrusionsfedern oder Teil-Multiband / Multibracket-Apparaturen verwendet (Daratsianos et al., 2014). Im Rahmen der transversalen Nachentwicklung des Oberkiefers mithilfe von aktiven Platten mit Dehnschrauben, Gaumennahterweiterung und Quadhelix werden seitliche Kreuzbisse behoben, wenn eine ausreichende Stabilität durch die Verzahnung der bleibenden Zähne gewährleistet ist (Daratsianos et al., 2014). Für eine chirurgische Sekundärbehandlung ist ausschlaggebend, ob das Spaltkind vor der Einschulung weitgehend rehabilitiert ist und die Funktionen Hören, Sprechen und Kauen und die Ästhetik nahezu der von gesunden Kindern

gleichen (Reinert und Krimmel, 2003). Bestehen bis zum 5. bis 6. Lebensjahr noch ästhetische Beeinträchtigungen, z. B. auffällige Narbenbildungen, Nasen- und Lippendeformitäten, sollten diese in der **Sekundärbehandlung** korrigiert werden (Reinert und Krimmel, 2003). Diese umfasst u. a. die sekundäre Kieferspaltosteoplastik, die im 8. bis 10. Lebensjahr durchgeführt wird (Reinert und Krimmel, 2003). Sie wird dann angewendet, wenn im Kieferkambereich der Spalte Knochen fehlt, da das Knochenangebot für den Zahndurchbruch und die Einordnung der spaltbegrenzenden Zähne ausschlaggebend ist (Reinert und Krimmel, 2003). Dabei wird Knochenmaterial z. B. aus dem Beckenkamm entnommen und in die Spalte transplantiert. Wichtig ist es, den Knochendefekt nicht zu früh auszugleichen, um eine Wachstumshemmung zu vermeiden. Im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlung im späten Wechsel- und bleibenden Gebiss ist es erforderlich, die Stabilität des Knochentransplantates, den seitlichen Schneidezahndurchbruch, Seitenzahnwechsel und die eventuell wiederauftretenden Dysfunktionen zu kontrollieren und überwachen. Hierbei muss nach Daratsianos (2014) bewertet werden, inwieweit ein horizontaler und vertikaler Überbiss mittels Kieferorthopädie stabil eingestellt werden kann. Anhand der zu diesem Zeitpunkt auftretenden Probleme wird deutlich, ob die Primäroperation und Behandlung im frühen Wechselgebiss schonend abgelaufen sind. Ziel der Behandlung ist die Nachentwicklung des Oberkiefer-Zahnbogens und die Abstimmung von Ober- zu Unterkiefer (Opitz, 2002: S. 103–104). Um einen transversalen Kollaps der Kiefersegmente nach der sekundären Kieferspaltosteoplastik zu verhindern, werden eine Quadhelix, eine herausnehmbare Platte oder ein Transpalatinalbogen eingegliedert (Daratsianos et al., 2014). Danach werden der weitere Zahnwechsel und der Durchbruch der spaltnahen Zähne abgewartet, um ggf. mittels chirurgischer Freilegung den Eckzahn richtig einzuordnen (Daratsianos et al., 2014). Da der seitliche Schneidezahn meist hypoplastisch, dysplastisch, nicht angelegt, doppelt angelegt oder verlagert ist, wird bereits vor der Kieferspaltosteoplastik über den Zahnerhalt entschieden (Daratsianos et al., 2014). Wird sich dagegen entschlossen, erfolgt z. B. ein kieferorthopädischer Lückenschluss durch Mesialisierung der Eck- und Seitenzähne mittels Multibracketapparaturen

(Daratsianos et al., 2014, Opitz, 2002: S. 111). Andernfalls kann die Lücke für spätere prothetische bzw. implantat-prothetische Versorgungen offen gehalten werden (Opitz, 2002: S. 105).

Ist aufgrund einer ausgeprägten maxillären Hypoplasie durch Narbenbildung von vornherein eine Kompensation der Dysgnathie durch Zahnbewegung nicht möglich, stellt dies eine Indikation für eine kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische **Tertiärbehandlung** dar. Die chirurgische Tertiärbehandlung umfasst die Septorhinoplastik, eine Gaumennahterweiterung und ggf. benötigte Umstellungsosteotomie mit Oberkiefervorverlagerung nach Wachstumsabschluss. Manifestiert sich im Laufe des Wachstums trotz Primär- und Sekundärbehandlung äußerlich eine deutliche ästhetische und funktionelle Nasendeformität mit „Nasatmungsbehinderung durch Fehlbildung des Nasenseptums und Nasenbodens“ (Reinert und Krimmel, 2003), wird dies mithilfe der Septorhinoplastik im Alter von ca. 16 bis 18 Jahren behoben (Reinert und Krimmel, 2003). Besteht trotz kieferorthopädischer Sekundärtherapie eine (Angle-) Klasse III mit einem sagittalen und / oder transversalen Oberkieferdefizit und Zahnengständen, kann dies mittels Gaumennahterweiterung behandelt werden. Es folgt die kieferorthopädische Dekompensation mittels Multiband-Multibracket-Apparatur. Anschließend können die Unterentwicklung und Rücklage des Oberkiefers nach Wachstumsabschluss durch eine Umstellungsosteotomie mit Oberkiefervorverlagerung behoben werden (Reinert und Krimmel, 2003).

| Alter                      | Mund- Kiefer-<br>Gesichtschirurgie  | Kieferorthopädie (KFO)   | Logopädie/<br>Physiotherapie             | Neonatologie  |
|----------------------------|---|--|--|---|
| 24–48 h nach<br>der Geburt | Ggf. Entfernung<br>extraalveolärer<br>Zahnkeime   | Gaumenplatte (24–48 h),<br>ggf. Ergänzung mit<br>Nasoalveolar Molding<br>(NAM)                             | Castillo Morales                         | Postnatale<br>Überwachung,<br>Standby<br>während<br>Abdrucknahme<br>der KFO |
| Ab 3. Monat                | Ggf. Entfernung<br>extraalveolärer<br>Zahnkeime   | Kontrolle und ggf.<br>Neuanpassung der<br>Gaumenplatte,<br>Einbindung<br>interdisziplinäre<br>Sprechstunde | Logopädische<br>Therapie                 |   |
| 4.–6. Monat                | Weichgaumen-<br>verschluss mittels<br>intravelärer<br>Veloplastik nach<br>Kriens (ggf. eine<br>Parazentese)   | Kontrolle und ggf.<br>Neuanpassung der<br>Gaumenplatte   | Logopädische<br>Therapie                 |   |
| 5.–7. Monat                | Lippenverschluss<br>(unilaterale Spalten<br>nach Tennison-<br>Randall; bilaterale<br>Spalten nach<br>Pfeifer) | Kontrolle und ggf.<br>Neuanpassung der<br>Gaumenplatte   | Logopädische<br>Therapie                 |   |
| 1. LJ                      |   | Kontrolle und ggf.<br>Neuanpassung der<br>Gaumenplatte   | Logopädische<br>Therapie                 |   |
| 2. LJ                      | Hartgaumen-<br>verschluss   | Kontrolle interdisziplinäre<br>Sprechstunde  | Ggf. weitere<br>logopädische<br>Therapie |   |
| 5.–6. LJ                   | bei Bedarf<br>Nasesteg-<br>verlängerung,<br>Lippenkorrektur und<br>Velopharyngo-<br>plastik                   | Wachstumsfördernde<br>Funktions-<br>kieferorthopädie (FKO)   |  |   |
| 9.–10. LJ                  | Kieferspalt-<br>osteoplastik  | FKO und dento-alveoläre<br>KFO-Therapie  |  |   |
| 16.–18. LJ                 | Septorhinoplastik   | Ggf. kombinierte KFO-/<br>KCH-Therapie   |  |   |
| Nach Wachs-<br>tumsende    | Umstellungs-<br>osteotomie mit<br>Oberkiefer-<br>vorverlagerung   | Ggf. kombinierte KFO-/<br>KCH-Therapie   |  |   |

**Abb. 5:** Interdisziplinäres Behandlungskonzept des Spaltzentrums Tübingen bis 2016 (Koos et al., 2018, Reinert und Krimmel, 2003)

| Alter   | Mund- Kiefer-<br>Gesichtschirurgie  | Kieferorthopädie<br>(KFO)   | Logopädie/<br>Physio-<br>therapie                                   |
|---|---|---|---|
| In den ersten<br>Lebenstagen  |   | KFO<br>Primärbehandlung:<br>Trinkplatte nach<br>Münchener-Schule-<br>Rudzki Platte (MSR)<br>einsetzen |   |
| 14-tägig  |   | Kontrolle der<br>Trinkplatte  |   |
| Zwischen 2.<br>und 3.<br>Lebens-<br>monat                           |   |   | HNO-<br>Untersuchung<br>kombiniert mit<br>logopädischer<br>Beratung |
| 3.–4. Monat<br>Körper-<br>gewicht<br>> 5 kg                         | <u>Unilaterale LKG:</u> Lippenheftung<br>und Weichgaumenverschluss,<br>Gingivoperiostalplastik (+ evtl.<br>Parazentese)<br><u>Bilaterale LKG:</u><br>evtl. Einsetzen der Latham-<br>Apparatur (+ evtl. Parazentese)<br>Nach ca. 4 Wochen Latham-App.<br>entfernen; Lippenheftung und<br>Weichgaumenverschluss,<br>Gingivoperiostalplastik |   |   |
| Nach 6<br>Wochen  | Definitiver Lippenverschluss  |   |   |
| Ca. 2 Jahre   | Hartgaumenverschluss, erste<br>Sekundärkorrekturen<br>(Nasenstegverlängerung,<br>Narbenkorrektur)   |   |   |
| Vor der<br>Einschulung  | Korrekturoperationen, falls<br>indiziert Velopharyngoplastik (von<br>Logopädie abklären lassen)   |   |   |
| Zwischen<br>5–9 Jahren  | Chirurgische<br>Sekundärbehandlung  | KFO Sekundär-<br>behandlung   |   |
| Zwischen<br>8–11 Jahren<br>(abhängig<br>vom<br>Zahndurch-<br>bruch) | Sekundäre Osteoplastik,<br>Chirurgische<br>Sekundärkorrekturen  |   |   |
| Bei<br>Wachstums-<br>ende   | Falls indiziert chirurgische<br>Korrekturen (Harmonisierung der<br>Kieferbasen, Nasenkorrektur,<br>Weichgewebeskorrektur)   | KFO<br>Tertiärbehandlung  |   |

**Abb. 6:** Modifiziertes Interdisziplinäres Behandlungskonzept der LMU München (Universitätsklinikum München, 2006)

## 1.6 Zielsetzung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist, die „Charakteristika der kephalometrischen Entwicklung von Spaltkindern vor, während und nach der pubertären Wachstumsphase und deren Veränderung“ mithilfe von Fernröntgenseiten-aufnahmen aufzuzeigen.

Es sollen bilaterale und unilaterale Spaltpatienten, die im Zeitraum von 1970 bis 2016 behandelt wurden, untersucht werden. Die Analyse soll sich dabei ausschließlich auf die Fernröntgenseitenbilder, die zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende angefertigt wurden, beschränken. Anhand der resultierenden Daten sollen die Veränderungen der kephalometrischen Situation im Wachstumsverlauf nach interdisziplinärer Behandlung statistisch ausgewertet und bewertet werden.

Es wird davon ausgegangen, dass das interdisziplinäre Behandlungskonzept und die kieferorthopädische Behandlung der Spaltpatienten des Spaltzentrums eingehalten wurden.

Anhand der Ergebnisse soll gezeigt werden, inwiefern sich die kephalometrischen Parameter von bilateralen und unilateralen Spaltpatienten zu Behandlungsbeginn und -abschluss verhalten und verändern. Des Weiteren sollen in der vorliegenden Arbeit folgende Fragen genauer untersucht werden:

- Liegt eine signifikante Veränderung bei den Messwerten zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende vor?
- Welche skelettalen, dentalen und Weichgewebsveränderungen resultieren?
- Nähern sich die Werte der Spaltpatienten an die literaturbasierten Normwerte der Nichtspaltpatienten an?

## **2 Material und Methoden**

### **2.1 Patientengut**

Die Basis für die vorliegende Arbeit bildet ein Patientenkollektiv aus Patienten mit einer diagnostizierten und behandelten Gesichtsanomalie. Bei den Gesichtsanomalien handelte es sich um einseitige oder beidseitige Lippen-Kiefer-Gaumenspalten, Lippenspalten, Lippen-Kiefer-Spalten, Gaumenspalten mit oder ohne ein Syndrom (z. B. (Pierre-)Robin-Sequenz).

Alle Patienten des Kollektivs wurden im Zeitraum von 1970 bis 2016 im Spaltzentrum der Poliklinik für Kieferorthopädie des Universitätsklinikum für Zahn- Mund- und Kieferheilkunde Tübingen und der Poliklinik für Kieferorthopädie der LMU München behandelt. Eingeschlossen wurden ausschließlich ein- oder beidseitige Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. Die chirurgische Behandlung wurde dabei u. a. durch eine prächirurgische Gaumenplatte und eine spätere kieferorthopädische Behandlung (Funktionskieferorthopädie (FKO), Gaumennahterweiterung (GNE), Delaire-Maske, transversale Nachentwicklung) ergänzt.

### **2.2 Ethikvotum**

Dem Ethikantrag wurde von der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Eberhard Karls Universität Tübingen am 12.03.2019 unter dem Aktenzeichen 047 / 2019B02 zugestimmt.

### **2.3 Studienaufbau**

Die zu Beginn erforderliche initialalphabetische Sortierung und Auflistung der Patientendaten erfolgte mittels Excel Tabelle (Microsoft Excel 2019, Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA) und Anonymisierung der Patientendaten durch Vergabe einer Patienten ID (datenschutzrechtliche Vorgabe).

Die Datenerhebung selbst basiert auf Fernröntgenseitenbildaufnahmen (FRS) aus kieferorthopädischer und / oder chirurgischer Befunderhebung, Behandlungsplanung und Dokumentation des Behandlungsabschlusses. Eine Digitalisierung derselben wurde mittels Röntgenbildscanners (DosimetryPRO®

Advantage (Red), VIDAR systems corporation a 3D Systems Company, Herndon, Vereinigte Staaten) erstellt. Zusätzliche radiologische Unterlagen wurden nicht generiert.

Die anschließende kephalometrische Auswertung erfolgte nach Anlage der Aufnahmen mit der entsprechenden Patienten ID in der OnyxCeph<sup>3TM</sup> Dental Imaging Software (Image Instruments GmbH, Chemnitz, Deutschland). Danach wurden die Daten in einer Jmp-Tabelle (jmp Statistical Discovery<sup>TM</sup> from SAS, Heidelberg, Deutschland) erfasst und in Folge statistisch ausgewertet.

## **2.4 Röntgenkephalometrische Auswertung**

### **2.4.1 Röntgenbildscanner**

Mit dem Programm Centricity Radiologie RA600 8.0 wurden mittels Röntgenbildscanner (DosimetryPRO® Advantage (Red)) die FRS-Aufnahmen eingescannt. Speicherung, Zuordnung und Import in die Auswertungssoftware (OnyxCeph<sup>3TM</sup> Software 2D Pro) erfolgte im DCM Format auf einem verschlüsselten USB Stick.

### **2.4.2 Fernröntgenseitenbild**

Aufgrund der in der Arbeit verwendeten teilweise über 30 Jahre alten Fernröntgenseitenbildaufnahmen wurde bei fehlender entsprechender Information davon ausgegangen, dass die Fernröntgenseitenbildaufnahmen entsprechend der Vorgaben zur Anfertigung von FRS-Aufnahmen erstellt wurden.

Die Anfertigung einer solchen Aufnahme basiert auf einer stehenden oder sitzenden, aufrechten Haltung des Patienten in Schlussbisslage, wobei der Kopf des Patienten in einem KephaloSTATen durch eine Kopfhalterung und Ohroliven fixiert und dadurch in der richtigen Position gehalten wird (Abb. 3). Dabei muss der Patientenkopf nach der Frankfurter Horizontalen und die Pupillarlinie der Augen horizontal ausgerichtet sein (Sander, 2011: S. 28). Um eine möglichst maßstabsgetreue, gering vergrößerte und unverzerrte Abbildung des Gesichtsschädels zu erhalten, ist ein Film-Fokus Abstand von 1,7 bis 4 m einzuhalten (Segner und Hasund, 2003: S. 9).

### 2.4.3 OnyxCeph<sup>3TM</sup> Dental Imaging Software

Die dentale Bildverwaltungssoftware 2D / 3D zur Archivierung, Diagnostik, Behandlungsplanung, Patientenberatung und Fallstatistik für Zahnärzte, Kieferorthopäden und Kieferchirurgen, OnyxCeph<sup>3TM</sup> Dental Imaging Software erweist sich als besonders geeignet für die in diesem Falle erforderliche Dokumentation (Abb. 7).

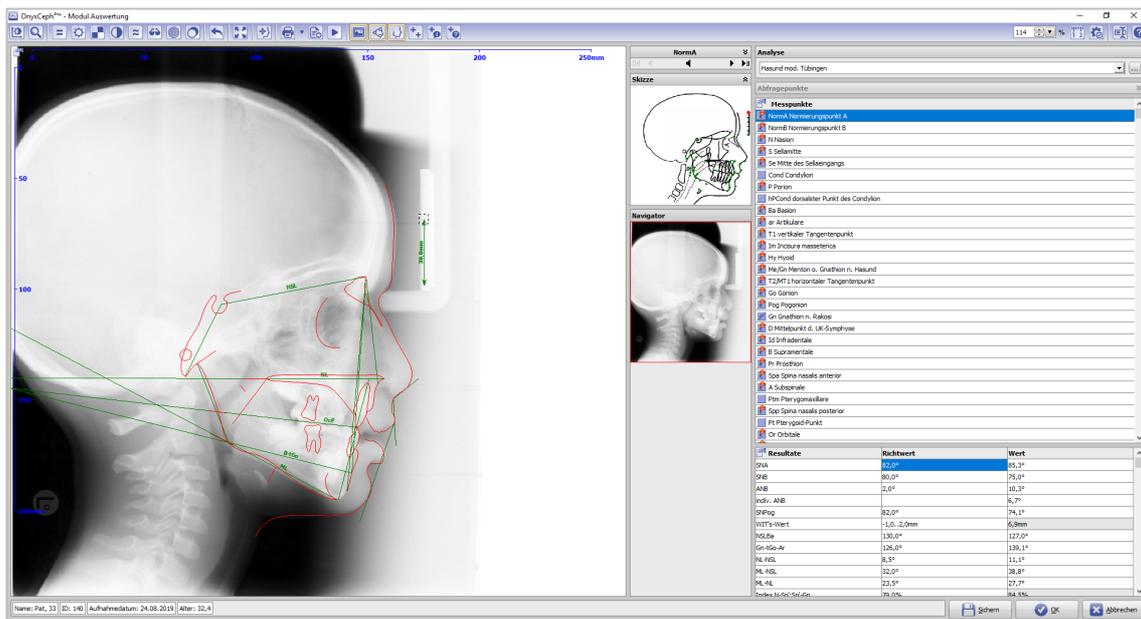


Abb. 7: Analyse des FRS im OnyxCeph 3TM Software 2D Pro

#### 2.4.4 Kephalometrische Referenzpunkte

Die Auswertung der Fernröntgenseitenbilder basiert auf der Bergenanalyse nach Hasund (Hasund, 1974, Segner und Hasund, 2003: S. 13–27) und wurde mit den orientierenden kephalometrischen Bezugspunkten und den daraus resultierenden Referenzlinien, Winkeln und Strecken durchgeführt. Eine Modifikation in Bezug auf die Punktezusammenstellung erfolgte unter Berücksichtigung weiterer Parameter für die Beurteilung der oberen Luftwege sowie der individuellen interbasalen Relation (Tab. 2). Darüber hinaus wurden die von Hasund und Segner (2003: S. 47–66) ermittelten Mittelwerte als Referenz für die Auswertung und Analyse verwendet. Bei der Analyse des posterior airway space (PAS) wurde Bezug auf die Mittelwerte für Nichtspaltpatienten aus den Publikationen von Rose et al. (2003), Pirilä-Parkkinen et al. (2010), Battagel et al. (2000), Hochban et al. (1994) und Johns et al. (1998) genommen.

**Tab. 1:** Kephalometrische Punkte

| <b>Bezeichnung</b>                   | <b>Definition</b>   |
|--------------------------------------|---|
| Normierungspunkt A<br><b>(NormA)</b> | oberer Punkt der Messleiste   |
| Normierungspunkt B<br><b>(NormB)</b> | unterer Punkt der Messleiste  |
| Nasion ( <b>N</b> )                  | „Anteriorster Punkt der Sutura nasofrontalis in der Median-Sagittal-Ebene“ (Nötzel und Schultz, 2009: S. 58)  |
| Sella ( <b>S</b> )                   | Konstruierter Punkt, der im Zentrum der knöchernen Krypte der Sella turcica und in der Median-Sagittal-Ebene liegt. Auffindbar durch Halbierung des größten Durchmessers der Sella (Segner und Hasund, 2003: S. 14) |
| Sella-Eingang ( <b>Se</b> )          | „Sella-Punkt nach A. M. Schwarz: Mitte des Sella-Eingangs“ (Nötzel und Schultz, 2009: S. 58)  |

|   |  |
|---|--|
| Basion ( <b>Ba</b> )                      | „Der am weitesten posterior und kaudal gelegene Punkt des Clivus in der Median-Sagittal-Ebene und damit der anteriorste Punkt des Foramen magnum“ (Segner und Hasund, 2003: S. 16) |
| Porion ( <b>P</b> )                       | „Röntgenologisch superiorster Punkt des knöchernen Gehörganges“ (Nötzel und Schultz, 2009: S. 58)  |
| Articulare ( <b>Ar</b> )                  | „Konstruierter Schnittpunkt des Unterrandes der Schädelbasis mit der dorsalen Kontur des Collum mandibulae“ (Nötzel und Schultz, 2009: S. 58)                                      |
| Vertikaler Tangentenpunkt ( <b>T1</b> )   | „Tangentenpunkt an der posterioren oberen Wölbung des Kieferwinkels, ausgehend vom Articulare“ (Nötzel und Schultz, 2009: S. 59)   |
| Gnathion ( <b>Gn</b> )                    | „Kaudalster Punkt der Unterkiefersymphyse in der Median-Sagittal-Ebene“ (Segner und Hasund, 2003: S. 21)   |
| Horizontaler Tangentenpunkt ( <b>T2</b> ) | „Tangentenpunkt an der posterioren unteren Wölbung des Kieferwinkels“, beginnend vom Gnathion (Nötzel und Schultz, 2009: S. 59)  |
| Gonion ( <b>Go</b> )                      | „Konstruierter Punkt am Tangentenschnittpunkt der hinteren Ramuslinie mit der Linie des Mandibularplanums“ (Nötzel und Schultz, 2009: S. 59)                                       |
| Pogonion ( <b>Pog</b> )                   | „Anteriorster Punkt des knöchernen Kinns in der Median-Sagittal-Ebene“ (Nötzel und Schultz, 2009: S. 58)   |
| Supramentale / B-Punkt ( <b>B</b> )       | „Tiefster Punkt der anterioren Kontur des Unterkieferalveolarfortsatzes in der Median-Sagittal-Ebene“ (Nötzel und Schultz, 2009: S. 58)  |

|  |  |
|--|--|
| Spina nasalis anterior ( <b>Spa</b> )    | „Anteriorster Punkt der knöchernen Spina nasalis in der Median-Sagittal-Ebene“ (Nötzel und Schultz, 2009: S. 58)   |
| Infradentale ( <b>Id</b> )               | „Superiorster und anteriorster Alveolarfortsatzpunkt zwischen den mittleren unteren Incisivi in der Median-Sagittal-Ebene“ (Nötzel und Schultz, 2009: S. 58) |
| Subspinale / A-Punkt ( <b>A</b> )        | „Tiefster Punkt der anterioren Kontur des Oberkieferalveolarfortsatzes in der Median-Sagittal-Ebene“ (Nötzel und Schultz, 2009: S. 58)                       |
| Pterygomaxillare ( <b>Pm</b> )           | „Schnittpunkt der dorsalen Kontur des Corpus maxillae mit der Kontur des harten bzw. weichen Gaumens“ (Segner und Hasund, 2003: S. 18)                       |
| Spina Strich ( <b>Sp´</b> )              | „Schnittpunkt der Nasion-Gnathion Linie mit der Spina-Pterygomaxillare Linie (Nasallinie)“ (Segner und Hasund, 2003: S. 23)                                  |
| Orbitale ( <b>Or</b> )                   | „kaudalster Punkt der röntgenologischen Orbita“ (Nötzel und Schultz, 2009: S. 58)  |
| Prosthion ( <b>Pr</b> )                  | „Inferiorster und anteriorster Alveolarfortsatzpunkt zwischen den mittleren oberen Incisivi in der Median-Sagittal-Ebene“ (Nötzel und Schultz, 2009: S. 58)  |
| Incision superius apicale ( <b>Isa</b> ) | Wurzelspitze des am weitesten labial stehenden mittleren oberen Schneidezahnes (Segner und Hasund, 2003: S. 19)  |
| Labiale superius ( <b>Ls1o</b> )         | „Am weitesten labial gelegener Punkt der mittleren Schneidezähne im Oberkiefer“ (Schopf, 2008: S. 236)   |
| Inzisivus superius ( <b>Iss</b> )        | „Der am weitesten inzisal gelegene Punkt des am weitesten anterior stehenden oberen mittleren Schneidezahnes“ (Segner und Hasund, 2003: S. 19)               |

|   |   |
|---|---|
| Incision inferius ( <b>Iis</b> )                    | „Der am weitesten inzisal gelegene Punkt des am anteriorsten stehenden unteren mittleren Schneidezahnes“ (Segner und Hasund, 2003: S. 21)                             |
| Incision inferius apicale ( <b>Iia</b> )            | „Wurzelspitze des am weitesten labial stehenden mittleren unteren Schneidezahnes“ (Schopf, 2008: S. 237)  |
| Hinterer Punkt des Okklusalplanums ( <b>hPOcP</b> ) | „Konstruierter posteriorer Punkt des Okklusalplanums, der durch den distalen okklusalen Molarenkontaktpunkt definiert ist“ (Nötzel und Schultz, 2009: S. 59)          |
| Vorderer Punkt des Okklusalplanums ( <b>vPOcP</b> ) | „Konstruierter anteriorer Punkt des Okklusalplanums, der durch die Halbierung der Strecke des Schneidezahnüberbisses definiert ist“ (Nötzel und Schultz, 2009: S. 59) |
| Mesialer Höcker des 6o ( <b>M6o</b> )               | „Mesiovestibulärer Höcker des ersten oberen Molaren (nach Ricketts)“ (Nötzel und Schultz, 2009: S. 60)  |
| Mesialer Apex des 6o ( <b>1UpMma</b> )              | „Apexpunkt der mesiovestibulären Wurzel des ersten oberen Molaren (nach Ricketts)“ (Nötzel und Schultz, 2009: S. 60)  |
| Mesialer Höcker des 6u ( <b>M6u</b> )               | Mesiovestibulärer Höcker des ersten unteren Molaren   |
| Mesialer Apex des 6u ( <b>1LoMma</b> )              | Apexpunkt der mesiovestibulären Wurzel des ersten unteren Molaren   |
| Trichion ( <b>Tr</b> )                              | Haaransatzpunkt (Nötzel et al., 2007: S. 131)   |
| Weichteilglabella ( <b>GI'</b> )                    | „Anteriorster Stirnpunkt“ (Nötzel und Schultz, 2009: S. 61)   |
| Hautnasion ( <b>N'</b> )                            | „Tiefster Punkt am Übergang von der Stirn zur Nase“ (Nötzel und Schultz, 2009: S. 61)   |

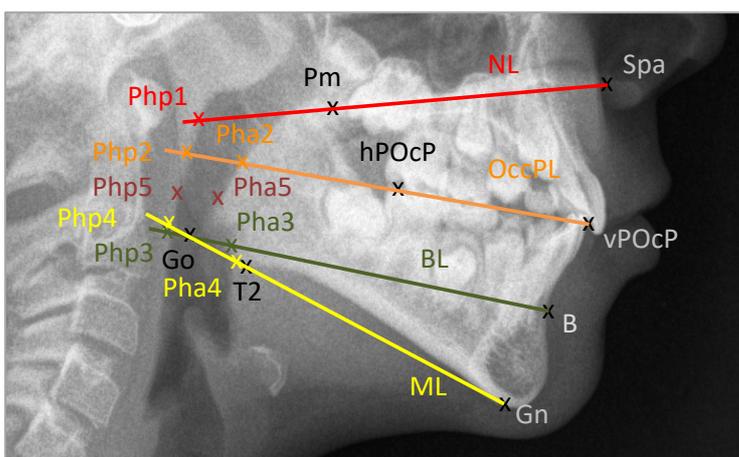
|  |  |
|--|--|
| Nasenspitze ( <b>Ns</b> )                            | „Anteriorster Nasenpunkt“ (Nötzel und Schultz, 2009: S. 61)  |
| Subnasale ( <b>Sn</b> )                              | „Punkt des geringsten Kurvenradius am Übergang des Nasenstegs in die Oberlippe“ (Segner und Hasund, 2003: S. 24)                               |
| Columella-Tangentenpunkt ( <b>ctg</b> )              | „Punkt am Übergang des geraden Teils der Columella in die Konvexität der Nasenspitze“ (Nötzel und Schultz, 2009: S. 61)                        |
| Weichteil-Subspinale ( <b>ss</b> )                   | „Punkt der größten Einbuchtung der Oberlippe zwischen Subnasale und Labrale superius in der Mediansagittalebene“ (Nötzel et al., 2007: S. 131) |
| Oberlippenkante / Oberlippenpunkt ( <b>Ls / UI</b> ) | „Am weitesten anterior liegender Punkt der Oberlippe in der Median-Sagittal-Ebene“ (Segner und Hasund, 2003: S. 24)                            |
| Stomion superior ( <b>Stm-s</b> )                    | Inferiorster Punkt der Oberlippe (Nötzel et al., 2007: S. 132)   |
| Stomion inferius ( <b>Stm-i</b> )                    | „Superiorster Punkt der Unterlippe“ (Nötzel et al., 2007: S. 132)  |
| Unterlippenkante ( <b>Li</b> )                       | „Anteriorster Unterlippenpunkt in der Median-Sagittal-Ebene“ (Nötzel et al., 2007: S. 100)   |
| Weichteil-Supramentale ( <b>Sm</b> )                 | „Tiefste Einziehung der Kinnfalte“ (Nötzel et al., 2007: S. 100)   |
| Weichteil-Pogonion ( <b>Pog´</b> )                   | „Anteriorster Punkt des Weichteilkinns in der Median-Sagittal-Ebene“ (Nötzel et al., 2007: S. 100)   |
| Weichteil-Gnathion ( <b>Gn´</b> )                    | „Anteriorster und inferiorster Punkt des Weichteilkinns“ (Nötzel et al., 2007: S. 100)   |

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Weichteil-Menton<br><b>(Me´)</b> | „Kaudalster Konturpunkt des Weichteilkinns“ (Nötzel et al., 2007: S. 100) |
| Halspunkt <b>(H)</b>             | Übergang zwischen der horizontalen und der vertikalen Kontur des Halses   |
| Hyoid <b>(Hy)</b>                | Anterior kranialster Rand des Os hyoideum                                 |
| Uvulaspitze <b>(Uv)</b>          | Spitze des weichen Gaumens / der Uvula                                    |

## 2.4.5 PAS-Referenzpunkte

**Tab. 2:** Anteriore und posteriore PAS-Punkte

| Bezeichnung | Definition  |
|-------------|---|
| Php1        | Schnittpunkt NL mit der Pharynxhinterwand   |
| Pha2        | Schnittpunkt der Okklusionsebene mit der posterioren Begrenzung der Uvula                 |
| Php2        | Schnittpunkt der Okklusionsebene mit der Pharynxhinterwand                                |
| Pha3        | Schnittpunkt der B-Go-Linie mit dem Zungenhinterrand                                      |
| Php3        | Schnittpunkt der B-Go-Linie mit der Pharynxhinterwand                                     |
| Pha4        | Schnittpunkt ML mit dem Zungenhinterrand  |
| Php4        | Schnittpunkt ML mit der Pharynxhinterwand   |
| Pha5        | Hinterrand der Uvula an engster Stelle des posterior airway space                         |
| Php5        | Pharynxhinterwand auf Höhe der engsten Stelle des posterior airway space hinter der Uvula |



**Abb. 8:** Darstellung der PAS-Referenzpunkte

## 2.4.6 Kephalometrische Referenzlinien

Tab. 3: Horizontale Referenzlinien

| Bezeichnung                          | Definition  |
|--------------------------------------|---|
| Nasion-Sella-Linie<br>( <b>NSL</b> ) | Hauptreferenzlinie; Gerade durch N und S  |
| Nasallinie ( <b>NL</b> )             | Bezugsebene für den Nasenboden und die Oberkieferbasis; Gerade durch Spa und Pm |
| Mandibularlinie ( <b>ML</b> )        | Referenzlinie für den Corpus mandibulae; Gerade durch Gn, T2 und Go             |
| Okklusalplanum<br>( <b>OccPL</b> )   | Okklusionsebene; Verbindungslinie zwischen vPOcP und hPOcP;                     |
| B-Go-Linie ( <b>BL</b> )             | Verbindungslinie zwischen Go und B  |

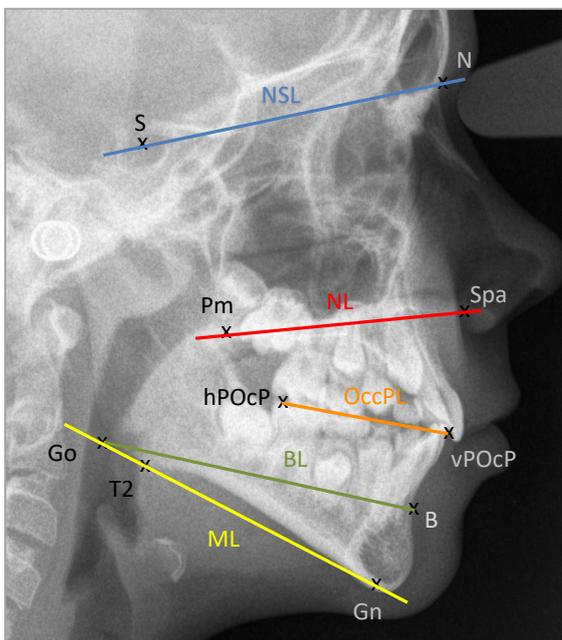


Abb. 9: Horizontale Referenzlinien

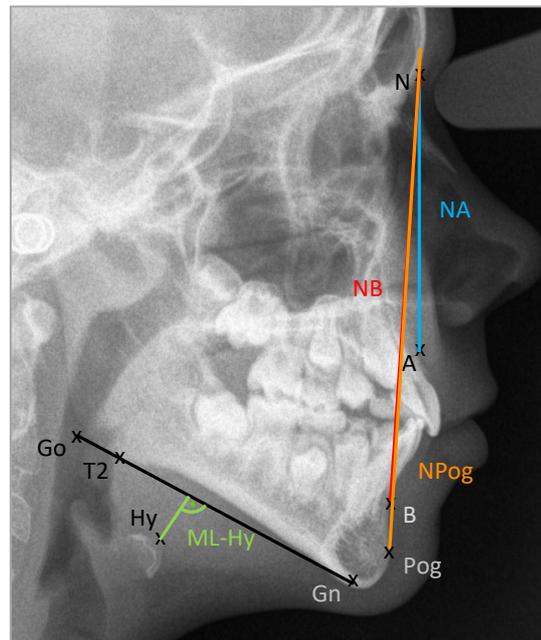


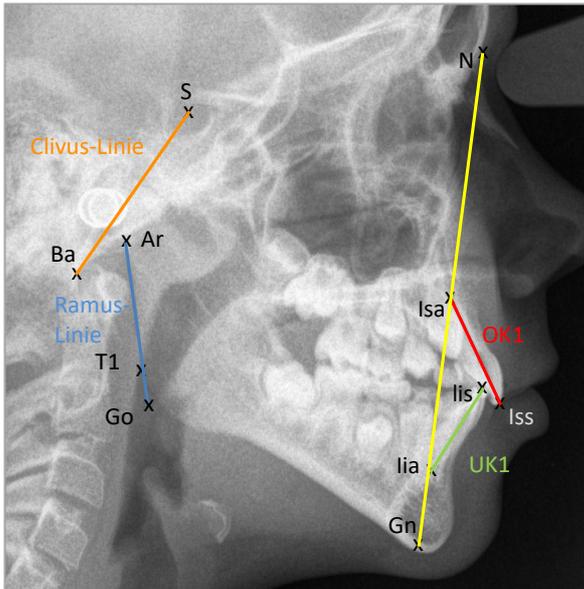
Abb. 10: Vertikale Referenzlinien

**Tab. 4:** Vertikale Referenzlinien

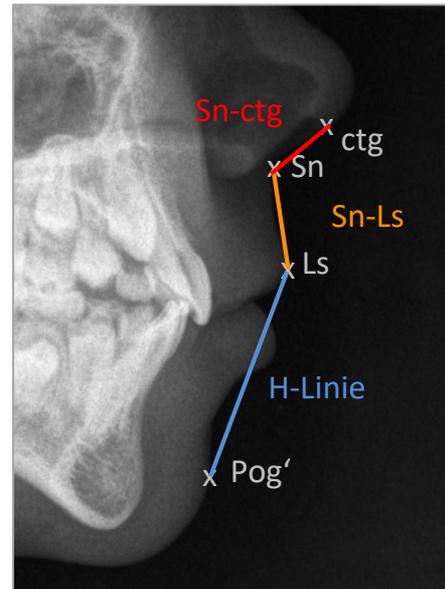
| <b>Bezeichnung</b> | <b>Definition</b>  |
|--------------------|--|
| NA-Linie           | Bestimmung der sagittalen Position des Oberkiefers und Bezugslinie zur Beschreibung der Achsenneigung im OK (vgl. Segner und Hasund, 2003: S. 25)  |
| NB-Linie           | Bestimmung der sagittalen Position des Unterkiefers und Bezugslinie zur Beschreibung der Achsenneigung im UK (vgl. Segner und Hasund, 2003: S. 26) |
| NPog-Linie         | Bestimmung der sagittalen Position des Kinns und Bezugslinie für der Position der UK-Frontzähne (vgl. Segner und Hasund, 2003: S. 26)              |
| ML-Hy              | Abstand Hyoid zum Mandibulaplanum  |

**Tab. 5:** Hilfslinien

| <b>Bezeichnung</b>                      | <b>Definition</b>   |
|---|---|
| Ramus-Linie                             | Verbindung der Punkte Ar, T1 und Go.  |
| Clivus-Linie                            | „Verbindung der Punkte Sella (S) und Basion (Ba)“ (Segner und Hasund, 2003: S. 26).   |
| Oberkiefer-Schneidezahnachse (Iss-Isa)  | „Linie durch den Inzisalpunkt (Iss) und den Apikalpunkt (Isa) des mittleren Oberkiefer-Schneidezahnes“ (Segner und Hasund, 2003: S. 26).  |
| Unterkiefer-Schneidezahnachse (Iis-lia) | „Linie durch den Inzisalpunkt (Iis) und den Apikalpunkt (lia) des mittleren Unterkiefer-Schneidezahnes“ (Segner und Hasund, 2003: S. 26). |
| Nasion-Gnathion                         | Hilfslinie zur Bestimmung des Gesichtshöhenverhältnisses.   |



**Abb. 11:** Darstellung der Hilfslinien



**Abb. 12:** Darstellung der Weichteilreferenzlinien

**Tab. 6:** Weichteilreferenzlinien

| Bezeichnung                          | Definition  |
|--------------------------------------|---|
| Holdaway-Linie ( <b>H-Linie</b> )    | „Verbindungsline vom Hautpogonion zum Oberlippenpunkt“ (Nötzel und Schultz, 2009: S. 63). |
| Columella-Tangente ( <b>Sn-ctg</b> ) | „Verbindung der Punkte Subnasale und Columella“ (Segner und Hasund, 2003: S. 27).         |
| Oberlippen-Tangente ( <b>Sn-Ls</b> ) | „Verbindung der Punkte Subnasale und Oberlippenkante“ (Segner und Hasund, 2003: S. 27).   |

## 2.4.7 Kephalometrische Winkel und Strecken

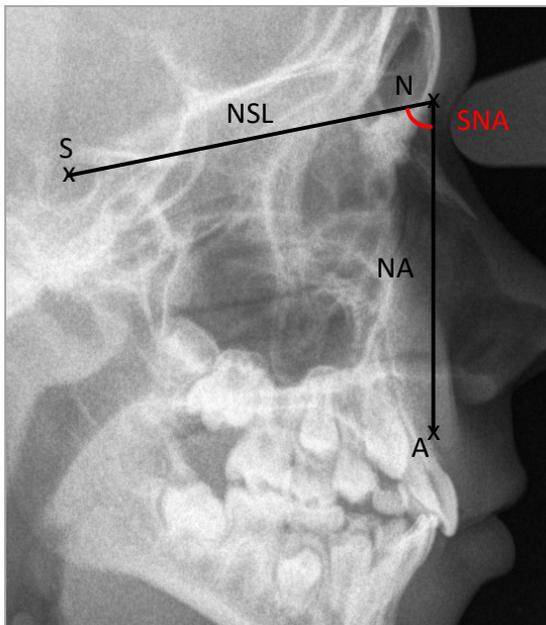
### Sagittale Parameter:

#### SNA-Winkel:

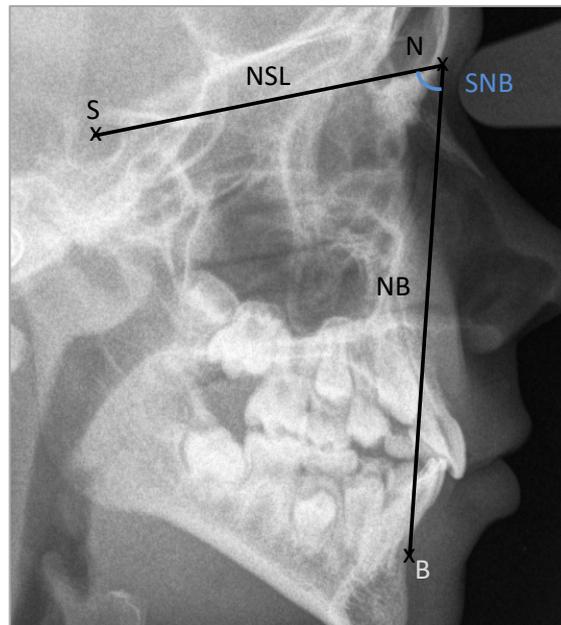
Der SNA-Winkel (Abb. 13) ergibt sich aus der anterior-posterioren Lage des A-Punktes zur vorderen Schädelbasis (NSL) und charakterisiert damit die Einlagerung der Maxilla in den Gesichtsschädel (Segner und Hasund, 2003: S. 47–48). In Bezug auf die sagittale Position der Maxilla kann der Prognathiegrad definiert werden (Segner und Hasund, 2003: S. 47–48).

- $SNA < 79^\circ \rightarrow$  retrognath
- $79^\circ < SNA < 85^\circ \rightarrow$  orthognath
- $SNA > 85^\circ \rightarrow$  prognath

(Segner und Hasund, 2003: S. 47–48).



**Abb. 13:** SNA-Winkel: Winkel zwischen NSL und NA



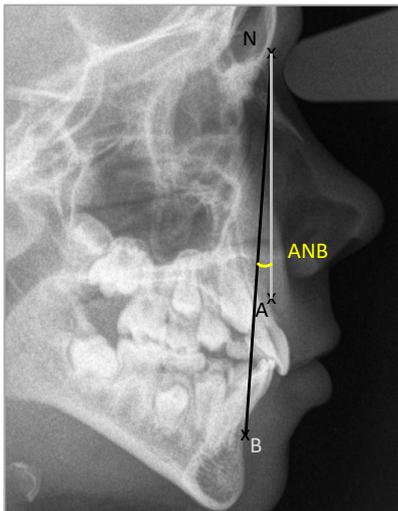
**Abb. 14:** SNB-Winkel: Winkel zwischen NSL und NB

### SNB-Winkel:

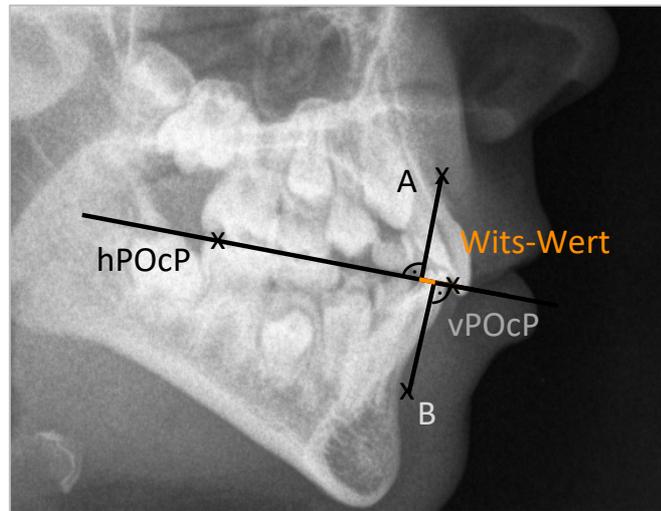
Der SNB-Winkel (Abb.14) wird durch die anterior-posteriore Lage des Supramentale (B) zur vorderen Schädelbasis (NSL) bestimmt und beschreibt die sagittal basale Lage der Mandibula zur Schädelbasis (Segner und Hasund, 2003: S. 48). In Bezug auf die sagittale Position der Mandibula kann der Prognathiegrad bestimmt werden (Nötzel et al., 2007: S. 139).

- $SNB < 77^\circ \rightarrow$  retrognath
- $77^\circ < SNB < 83^\circ \rightarrow$  orthognath
- $SNB > 83^\circ \rightarrow$  prognath

(Segner und Hasund, 2003: S. 48).



**Abb. 15:** ANB-Winkel:  
Winkel zwischen NA und  
NB



**Abb. 16** Wits-Wert: Strecke zwischen Lot A  
und Lot B

### ANB-Winkel

Der ANB-Winkel (Abb. 15) definiert die sagittale Lagebeziehung von Maxilla und Mandibula zueinander (Segner und Hasund, 2003: S. 49–52). Diese wird in drei Klassen unterteilt: distal, neutral und mesial.

Für das orthognathe Gesicht gilt:

- $ANB < 0^\circ \rightarrow$  mesial (skelettale Kl. III)
- $0^\circ < ANB < 4^\circ \rightarrow$  neutral (skelettale Kl. I)
- $ANB > 4^\circ \rightarrow$  distal (skelettale Kl. II)

Für das prognathe Gesicht muss das Intervall um  $2^\circ$  nach oben und für das retrognathe Gesicht um  $2^\circ$  nach unten verschoben werden (Segner und Hasund, 2003: S. 49–52).

#### Individualisierter ANB-Winkel:

Der individualisierte ANB-Winkel ist von SNA und ML-NSL ( $-35,16 + 0,4 \cdot SNA + 0,2 \cdot ML-NSL$ ) abhängig (Panagiotidis und Witt, 1977). Eine Aussage kann erst bei einer Abweichung von  $1^\circ$  des ANB zum individualisierten ANB getroffen werden.

- $ANB < \text{indiv. ANB} - 1^\circ \rightarrow$  skelettale Klasse III
- $ANB > \text{indiv. ANB} + 1^\circ \rightarrow$  skelettale Klasse II

#### Wits-Wert:

„Das Wits-Analyseverfahren nach Jacobson dient der Beurteilung der intermaxillären Beziehungen“ (Nötzel und Schultz, 2009: S. 65). Es wird jeweils ein Lot durch den A- und B-Punkt auf die Okklusionsebene gebildet (Abb. 16). Der Abstand zwischen den projizierten Punkten wird anschließend gemessen, wobei der Wert positiv angegeben wird, wenn das Lot des A-Punktes weiter anterior auf der Okklusionsebene liegt als das des B-Punktes. Der Normwert des Wits-Wertes für eine skelettale Klasse I beträgt bei Männern -1 mm bis 2 mm und bei Frauen 0 mm bis 2 mm.

- Wits-Wert  $< -1$  mm  $\rightarrow$  Skelettale Kl. III
- Wits-Wert  $> 2$  mm  $\rightarrow$  Skelettale Kl. II

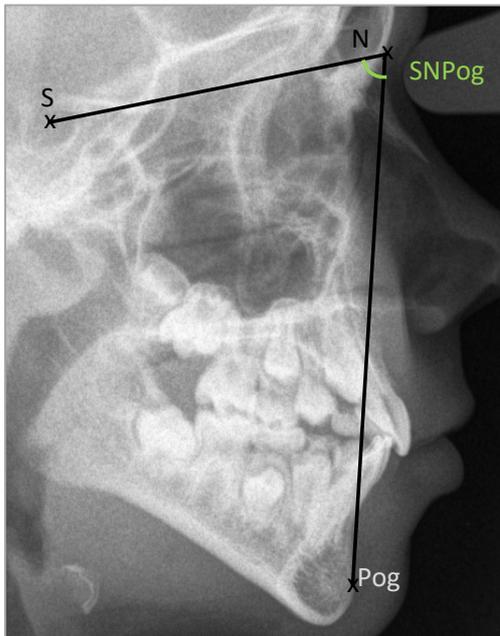
(Nötzel und Schultz, 2009: S. 65–67).

### SNPog:

Der SNPog-Winkel (Abb. 17) beschreibt die anterior-posteriore Position der Mandibula bzw. des knöchernen Kinns bei einem Mittelwert von  $76^\circ$  im 6. Lebensjahr und  $80^\circ$  im 16. Lebensjahr (Nötzel und Schultz, 2009: S. 66). „Bei einer stark ausgeprägten Kinnprominenz ist die Differenz zwischen SNB- und SNPog-Winkel groß“ (Nötzel und Schultz, 2009: S. 66).

- $\text{SNPog} < 73,6^\circ \rightarrow$  retrognath
- $73,6^\circ < \text{SNPog} < 90,4^\circ \rightarrow$  orthognath
- $\text{SNPog} > 90,4^\circ \rightarrow$  prognath

(Segner und Hasund, 2003: S. 53)

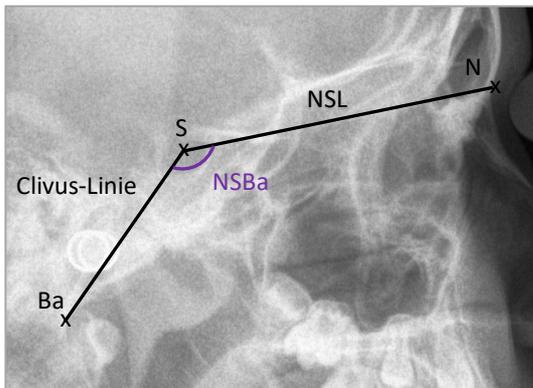


**Abb. 17:** SNPog-Winkel: Winkel zwischen NSL und N-Pog

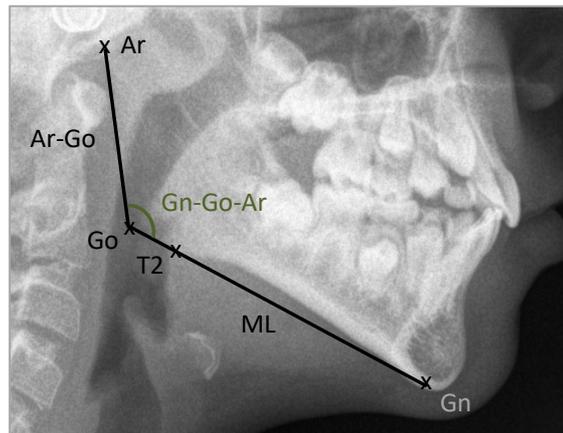
## Vertikale Parameter:

### NSBa:

„Der Schädelbasiswinkel (Abb. 18) beschreibt die Abknickung der Schädelbasis und damit die Relation des Clivus zur anterioren Schädelbasis“ (prognathes Profiltyp  $< 131,7^\circ <$  retrognathes Profiltyp) (Segner und Hasund, 2003: S. 57). Klinischer Richtwert  $130^\circ$  ( $124^\circ$ – $136^\circ$ ) (Nötzel et al., 2007: S. 108).



**Abb. 18:** Winkel NSBa: Winkel durch NSL und S-Ba



**Abb. 19:** Winkel Gn-Go-Ar: Winkel zwischen Ar-Go und Go-Gn

### Gn-Go-Ar:

„Der Kieferwinkel beschreibt die Relation des Ramus zum Corpus mandibulae und bestimmt die Form des Unterkiefers. Die Größe wird von der Wachstumsrichtung der Kondylen beeinflusst“ (Abb. 19) (Segner und Hasund, 2003: S. 57–58). Der Mittelwert beträgt nach Segner und Hasund (2003: S. 57)  $121,8^\circ$ .

- $\text{Gn-Go-Ar} < 121,8^\circ$  mit einem horizontalen Wachstumsmuster mit Tendenz zur anterioren Rotation des Unterkiefers
- $\text{Gn-Go-Ar} > 121,8^\circ$  mit einem vertikalen Wachstumsmuster mit Tendenz zur posterioren Rotation des Unterkiefers (Segner und Hasund, 2003: S. 57–58)

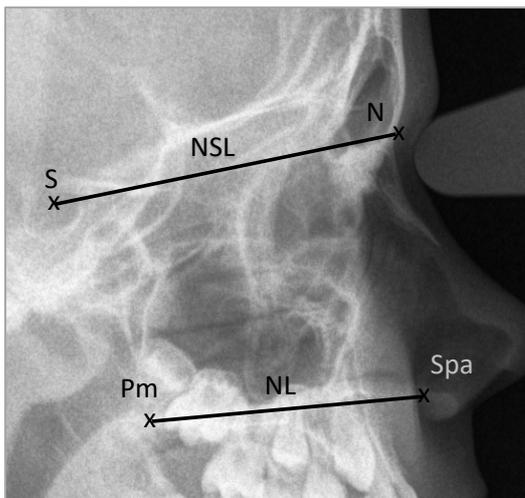
### NL-NSL:

Der Winkel NL-NSL (Abb. 20) bestimmt die Neigung der Maxilla in Relation zur vorderen Schädelbasis, bei einem Mittelwert von  $8,1^\circ$  (anteriore Rotation  $< 8,1^\circ$   $<$  posteriore Rotation) (Segner und Hasund, 2003: S. 55).

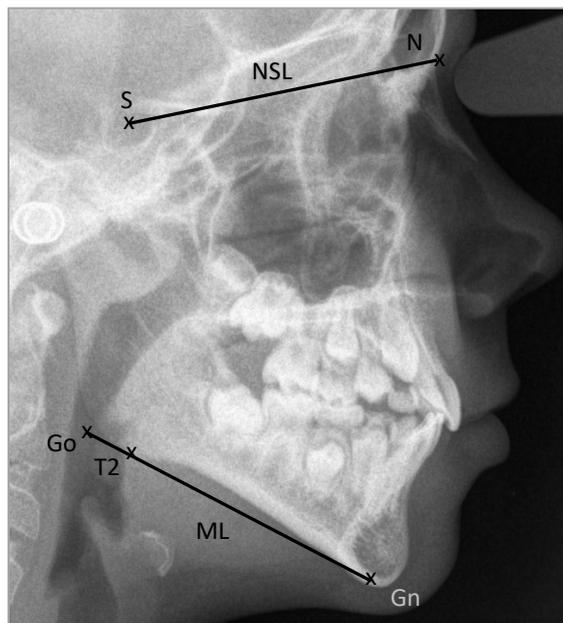
### ML-NSL:

Der Winkel ML-NSL (Abb. 21) bestimmt die Neigung des horizontalen Unterkieferastes in Relation zur vorderen Schädelbasis (Segner und Hasund, 2003: S. 53–54).

- $ML-NSL < 26^\circ \rightarrow$  anteriore Rotation
- $26^\circ < ML-NSL < 30^\circ \rightarrow$  Normrotation
- $ML-NSL > 30^\circ \rightarrow$  posteriore Rotation



**Abb. 20:** Winkel NL-NSL: Winkel zwischen NSL und Spa-Pm



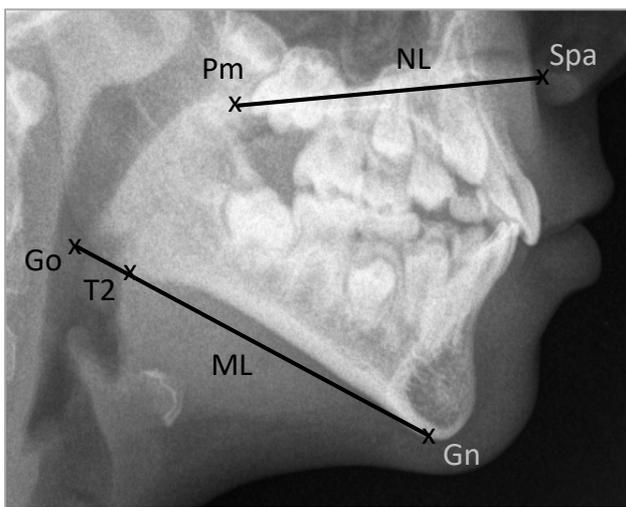
**Abb. 21:** Winkel ML-NSL: Winkel zwischen NSL und Gn-T2-Go

## ML-NL:

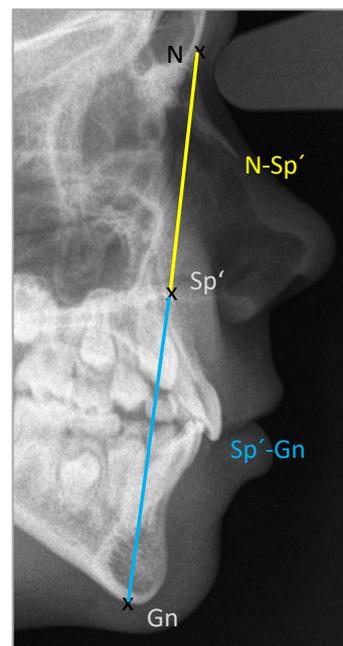
„Der Winkel ML-NL (Interbasiswinkel) beschreibt den Neigungsgrad des Unterkiefers in Relation zur Oberkieferbasis und drückt die Divergenz der Kieferbasen aus“ (Abb. 22) (Segner und Hasund, 2003: S. 56–57).

- $ML-NL < 19,8^\circ \rightarrow$  basal tiefer Biss
- $ML-NL = 19,8$
- $ML-NL > 19,8^\circ \rightarrow$  basal offener Biss

(Segner und Hasund, 2003: S. 56–57).



**Abb. 22:** Winkel ML-NL: Winkel zwischen Spa-Pm und Gn-T2-Go



**Abb. 23:** Index N-Sp':Sp'-Gn:  
Verhältnis zwischen oberer und unterer Gesichtshöhe

### Index N-Sp':Sp'-Gn:

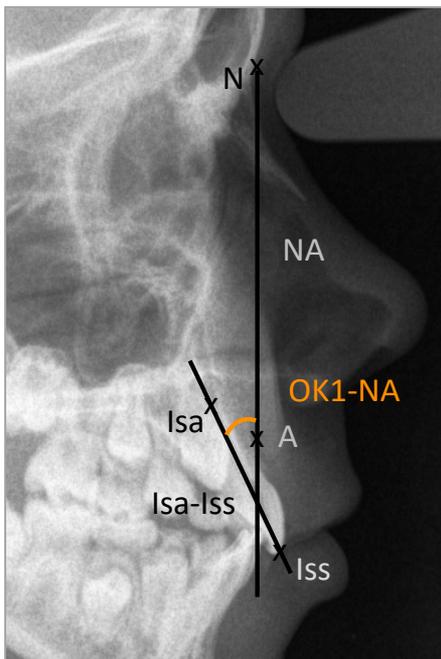
N-Sp':Sp'-Gn bestimmt das Verhältnis zwischen oberer und unterer Gesichtshöhe und ist bei der Beurteilung der vertikalen Relation (offener / tiefer Biss) von Bedeutung (Abb. 23) (Segner und Hasund, 2003: S. 65–66). Entsprechend der sagittalen Basisrelation klassifiziert Hasund (2003: S. 65–66) drei Gruppen:

- O: Index < 71 %
- N: 71 % ≤ Index ≤ 89 %
- T: Index > 89 %

## Dentale Parameter:

### OK1-NA:

Der Winkel OK1-NA (Abb. 24) bestimmt die Achsenstellung der oberen mittleren Schneidezähne in Relation zur Linie N-A, wird durch die Referenzlinien Isa-Iss und N-A gebildet und dient der Bestimmung der Anteinklination, Orthoinklination und Retroinklination der Oberkieferfrontzähne bei einem Mittelwert von  $20,9^\circ$  (Nötzel et al., 2007: S. 140, Segner und Hasund, 2003: S. 61).



**Abb. 24:** Winkel OK1-NA:  
Winkel zwischen NA und  
Isa-Iss



**Abb. 25:** Winkel  
UK1-NB: Winkel  
zwischen NB und  
lia-lis

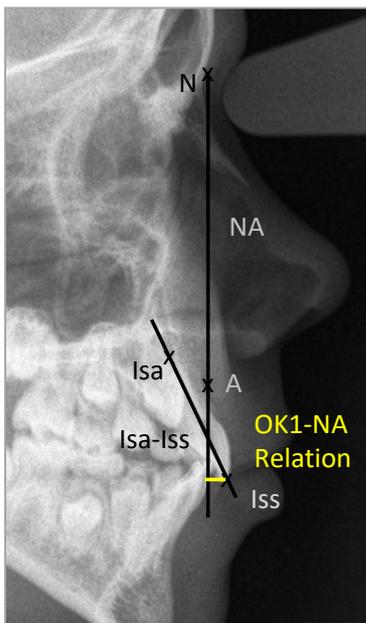
### UK1-NB:

Der Winkel UK1-NB (Abb. 25) bestimmt die Achsenstellung der unteren mittleren Schneidezähne in Relation zur Linie N-B und wird durch die Referenzlinien lia-lis und N-B gebildet.

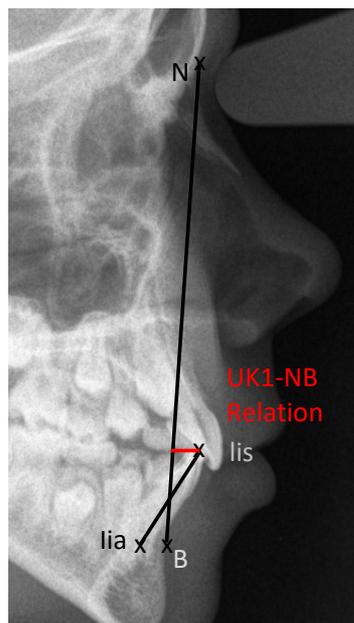
Der Winkel dient der Bestimmung der Anteinklination, Orthoinklination und Retroinklination der Unterkieferfrontzähne bei einem Mittelwert von  $24,1^\circ$  (Nötzel et al., 2007: S. 140, Segner und Hasund, 2003: S. 62).

### OK1-NA Strecke:

Abstand der Schneidekante (Iss) des anteriorsten oberen Inzisivus zur Referenzlinie N-A. Sie bestimmt die Position der oberen Inzisivi in Relation zur vertikalen Linie N-A (Lot auf NA-Linie), bzw. zur apikalen Basis bei einem Mittelwert von 4 mm (+ / - 2 mm) (Nötzel et al., 2007: S. 119) (Abb. 26) in Ante-, Ortho- und Retroposition.



**Abb. 26:** OK1-NA  
Strecke: Abstand  
zwischen Iss und NA



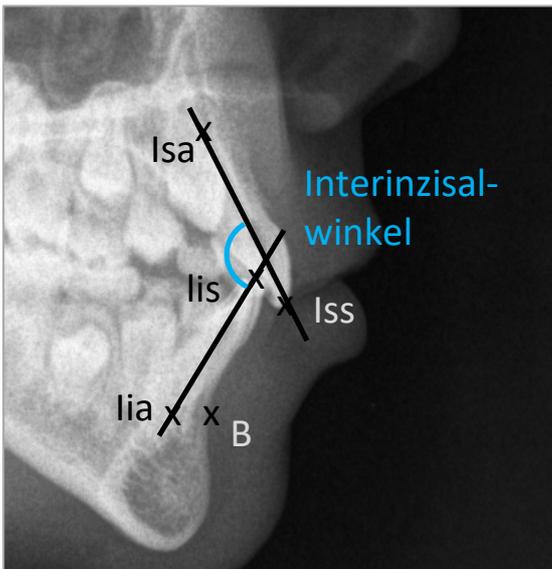
**Abb. 27:** UK1-NB  
Strecke: Abstand  
zwischen lis und NB

### UK1-NB Strecke:

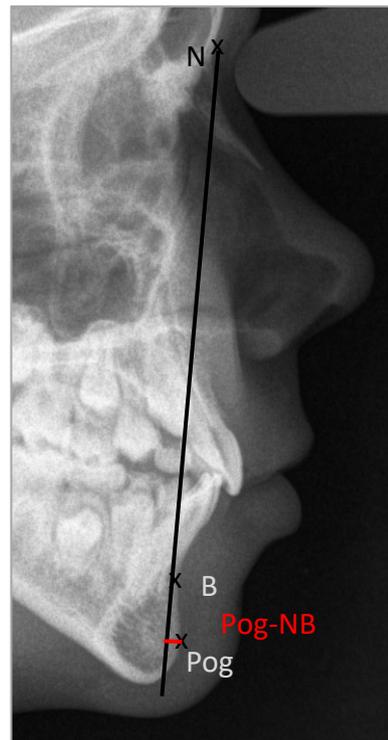
Abstand der Schneidekante (lis) des anteriorsten unteren Inzisivus zur Referenzlinie N-B. Sie bestimmt die Position der unteren Inzisivi in Relation zur vertikalen Linie N-B (Lot auf NB-Linie), bzw. zur apikalen Basis bei einem Mittelwert von 4 mm (+ / - 2mm) (Nötzel et al., 2007: S. 119) (Abb. 27) in Ante-, Ortho- und Retroposition.

### Interinzisalwinkel:

Der Winkel (Abb. 28) wird zwischen den Achsen der oberen und unteren mittleren Schneidezähne gemessen und dient der Beurteilung der Stabilität und Ästhetik des Gebisses (Mittelwert:  $132,9^\circ$ ). Er wird durch die Referenzlinien Iss-Isa und lis-lia gebildet (Nötzel et al., 2007: S. 140, Segner und Hasund, 2003: S. 63).



**Abb. 28:** Interinzisalwinkel: Winkel zwischen Iss-Isa und lis-lia



**Abb. 29:** Abstand Pog-NB: Strecke zwischen Pog und NB

### Pog-NB:

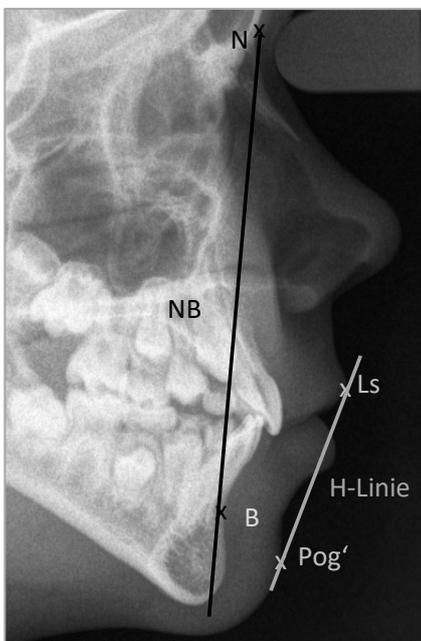
„Der Abstand Pog-NB beschreibt die Prominenz des knöchernen Kinns“ (Segner und Hasund, 2003: S. 64). Er bestimmt die Lage des knöchernen Kinns in Relation zur vertikalen Linie N-B (Lot auf NB-Linie) mit einem von Segner und Hasund berechneten Mittelwert von 2,3 mm (2003: S. 64) (Abb. 29).

## Weichteilparameter:

### Holdawaywinkel (H-Winkel):

Der H-Winkel (Weichteilwinkel) (Abb. 30) wird durch die NB-Linie und die H-Linie gebildet und verringert sich im Laufe des Wachstums. Er gibt die Relation von Weichteilprofil und Hartgewebeprofil wieder und definiert das ästhetische Erscheinungsbild des Patienten (Mittelwert  $9,2^\circ$ ) (Segner und Hasund, 2003: S. 59). Der errechnete H-Winkel ( $H_{\text{errechnet}}$ ), der von einer durchschnittlichen Weichteildicke und -reaktion bei der vorliegenden Gesichtsschädelmorphologie ausgeht, ergibt sich aus der Formel (Segner und Hasund, 2003: S. 96–97):

$$H_{\text{errechnet}} = 1,0 \cdot \text{ANB} - 1,3 \cdot \text{Pog-NB}_{\text{mm}} + 10,5$$



**Abb. 30:** H-Winkel: Winkel zwischen H-Linie und NB



**Abb. 31:** Nasolabialwinkel: Winkel zwischen Sn-ctg und Sn-Ls

### Nasolabialwinkel:

Der Nasolabialwinkel (Abb. 31) gibt die Relation der Oberlippe zur Nase an und dient somit der Beurteilung des Profils (Mittelwert  $109,8^\circ$ ), sowohl in Bezug auf die Nasen-, als auch auf die Lippenprominenz (Segner und Hasund, 2003: S.60). Er wird zwischen der Columellatangente und der Oberlippentangente gebildet.

## 2.4.8 PAS-Referenzlinien

Tab. 7: PAS-Verbindungslinien (Godt et al., 2011)

| Bezeichnung            | Definition                               |
|------------------------|--|
| Nasenlinie (NL)        | Verbindungsline zwischen Spa und Pm      |
| Okklusalplanum (OccPL) | Verbindungsline zwischen vPOcP und hPOcP |
| B-Go-Linie (BL)        | Verbindungsline zwischen B und Go        |
| Mandibularlinie (ML)   | Verbindungsline zwischen Gn, T2 und Go   |

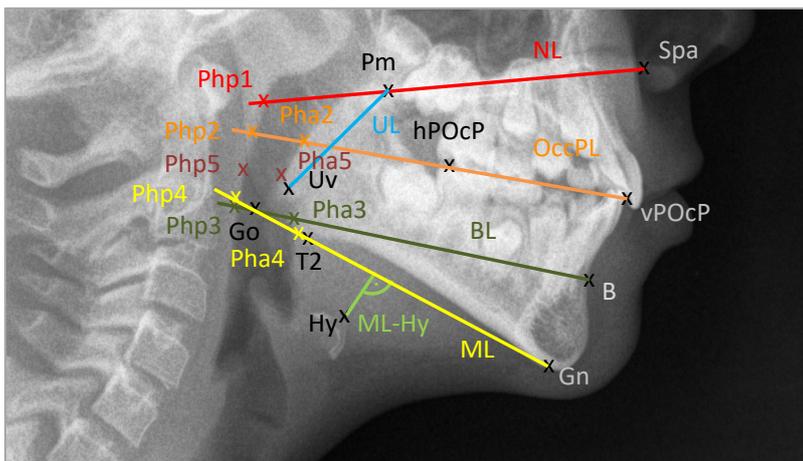


Abb. 32: Darstellung der PAS-Referenzlinien

**Tab. 8:** PAS-Strecken

| <b>Bezeichnung</b> | <b>Definition</b>   |
|--------------------|---|
| <b>ML-Hy</b>       | Lot von Hy auf die Strecke ML   |
| <b>UL</b>          | Strecke zwischen Pm und Uv, kennzeichnet die Länge des weichen Gaumen |
| <b>PAS (NL)</b>    | Strecke zwischen Pm und Php1  |
| <b>PAS (OE)</b>    | Strecke zwischen Pha2 und Php2  |
| <b>PAS (B-Go)</b>  | Strecke zwischen Pha3 und Php3  |
| <b>PAS (ML)</b>    | Strecke zwischen Pha4 und Php4  |
| <b>PAS (Uv)</b>    | Strecke zwischen Pha5 und Php5  |

#### **2.4.9 Harmoniebox nach Hasund**

Die Harmoniebox nach Hasund (Hasund, 1974) wird zur Beurteilung des Gesichtstypes (retrognath, orthognath und prognath) verwendet. 1989 modifiziert durch Segner (Segner, 1989) basiert sie auf den kephalometrischen Winkeln SNA, SNB, NL-NSL, ML-NSL und NSBa.

Das verwendete OnyxCeph Programm generiert die Auswertung der Bergenanalyse und die Erstellung der Harmoniebox automatisch. Um die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit besser zu veranschaulichen, wurde jedoch bei den uni- und bilateralen Spaltarten die Harmoniebox für den Behandlungsanfang und das Behandlungsende manuell erstellt. Als Hilfsmittel wurde dabei das Ceph Template nach Prof. Dr. Hasund (SAM Präzisionstechnik GmbH, Gauting, Deutschland) verwendet.

Die Harmoniebox wird durch das Harmonieschema, blau dargestellt (Abb. 33), ergänzt, um die Beurteilung des Gesichtstypus, der sagittalen und vertikalen Harmonie sowie der Gesamtharmonie zu erleichtern. Die Gesichtstypen sind farblich links am Rande der Harmoniebox abgebildet (Abb. 33). Bei einem harmonischen Gesichtstyp liegen alle hier verwendeten kephalometrischen Werte innerhalb des Harmonieschemas. Liegen einzelne Werte außerhalb, handelt es sich um einen leicht disharmonischen Gesichtstypus. Von einem solchen wird dann ausgegangen, wenn die Mehrzahl der Parameter außerhalb des Schemas liegen.

Mit der zentralen horizontalen Linie in der Mitte des Harmonieschemas (rot dargestellt) wird der Gesichtstyp ermittelt. Alle gemessenen Werte werden in das Diagramm eingezeichnet. Das Harmonieschema wird anschließend so eingestellt, dass möglichst viele der kephalometrischen Winkel SNA, SNB, NL-NSL, ML-NSL und NSBa innerhalb des Schemas liegen. Um Unsicherheiten bezüglich der Positionierung zu umgehen, entwickelte Gesch (1997) eine mathematische Methode zum Berechnen der Position. Die Zentrallinie wird nach dem Einzeichnen aller Werte in das Diagramm auf den jeweiligen Parameterwert verschoben und infolge die Differenz an der überstehenden Skala abgelesen. Der SNA- und der SNB-Wert werden dabei doppelt gezählt. Sind alle Werte

eingetragen und abgelesen, werden sie summiert und durch 7 dividiert. So ergibt sich der Wert, der die Position des Harmonieschemas kennzeichnet, nachdem er auf der Skala links eingestellt wurde und durch den anschließend der Gesichtstyp abgelesen werden kann.

Es folgt die Analyse der Vertikalen, indem das Harmonieschema mit dem gelben Kästchen auf den ermittelten NL-NSL verschoben wird. Folglich wird deutlich, ob sich der ML-NSL Wert innerhalb (2), oberhalb (1) oder unterhalb (3) des gelben Feldes befindet. Somit wird zusammen mit dem Gesichtstyp (O, N, T) die vertikale basale Relation festgestellt. Diese Zahlen geben an, ob die vertikale basale Relation 1 = divergierend, 2 = ausgewogen oder 3 = konvergierend ist.

|   | SNA | NL-NSL | NSBa | ML-NSL | SNB | ML-NL |
|---|-----|--------|------|--------|-----|-------|
| 5 | 62  |        | 141  | 43     | 64  | 28    |
|   | 63  |        |      | 42     | 65  |       |
|   | 64  | 14     | 140  | 41     | 66  | 27    |
|   | 65  | .      |      | 40     | 67  |       |
| 4 | 66  | 13     | 139  | 39     | 68  | 26    |
|   | 67  | .      | 138  | 38     | 69  |       |
|   | 68  | 12     |      | 37     | 70  | 25    |
|   | 69  | .      | 137  | 36     | 71  |       |
| 3 | 70  | 11     | 136  | 35     | 72  | 24    |
|   | 71  | .      |      | 34     | 73  |       |
|   | 72  | 10     | 135  | 33     | 74  | 23    |
|   | 73  | .      | 134  | 32     | 75  |       |
| 2 | 74  | 9      | 133  | 31     | 76  | 22    |
|   | 75  | .      | 132  | 30     | 77  |       |
|   | 76  | 8      | 131  | 29     | 78  | 21    |
|   | 77  | .      | 130  | 28     | 79  |       |
|   | 78  | 7      | 129  | 27     | 80  | 20    |
|   | 79  | .      | 128  | 26     | 81  |       |
| 1 | 80  | 6      | 127  | 25     | 82  | 19    |
|   | 81  | .      | 126  | 24     | 83  |       |
|   | 82  | 5      | 125  | 23     | 84  | 18    |
|   | 83  | .      | 124  | 22     | 85  |       |
|   | 84  | 4      | 123  | 21     | 86  | 17    |
|   | 85  | .      | 122  | 20     | 87  |       |
| 1 | 86  | 3      | 121  | 19     | 88  | 16    |
|   | 87  | .      | 120  | 18     | 89  |       |
|   | 88  | 2      | 119  | 17     | 90  | 15    |
|   | 89  | .      | 118  | 16     | 91  |       |
| 2 | 90  | 1      | 117  | 15     | 92  | 14    |
|   | 91  | .      | 116  | 14     | 93  |       |
|   | 92  | 0      | 115  | 13     | 94  | 13    |
|   | 93  | .      | 114  | 12     | 95  |       |
| 3 | 94  | .      | 113  | 11     | 96  | 12    |
|   | 95  | .      | 112  | 10     | 97  |       |
|   | 96  | .      | 111  | 9      | 98  |       |
| 4 | 97  | .      | 110  | 8      |     |       |
|   | 98  | .      | 109  | 7      |     |       |
|   | 99  | .      | 108  | 6      |     |       |
| 5 | 100 | .      | 107  | 5      |     |       |
|   | 101 | .      | 106  | 4      |     |       |
|   | 102 | .      | 105  | 3      |     |       |
|   | 103 | .      | 104  | 2      |     |       |
| 6 |     | 0      | 103  | 1      |     |       |

**Abb. 33:** Harmoniebox mit Harmonieschema nach Hasund

## **2.5 Statistische Analyse**

### **2.5.1 Datenerhebung und Datenverarbeitung**

Die in einer Excel-Tabelle (Version 16.40) aufgelisteten kephalometrischen Daten der FRS-Aufnahmen wurden mithilfe der Statistiksoftware Jmp® Statistical Discovery™ (Version Jmp® 15.1.0) statistisch ausgewertet.

### **2.5.2 Allgemeine Statistik**

Zur weiteren Datenanalyse wurde der Patientenpool mittels Jmp® in die zwei Gruppen Behandlungsbeginn (Lebensalter 3 bis 10 Jahre) und Behandlungsende (15 bis 29 Jahre) unterteilt und die Patienten, bei denen der Behandlungsbeginn und / oder das -ende nicht in diesem Zeitraum lagen, wurden komplett aus der Untersuchung ausgeschlossen. Anschließend erfolgte eine weitere Unterteilung in die jeweilige Spaltart (einseitig und beidseitig) in Abhängigkeit vom präpubertären Behandlungsbeginn (T1) und postpubertären Behandlungsende (T2).

Aufgrund der bestehenden voneinander abhängigen Stichproben folgte eine Überprüfung der Untersuchungsparameter hinsichtlich der Normalverteilung. Lag keine Normalverteilung vor, wurden der Median-, Maximal-, Minimalwert, 25 % und 75 % angegeben. Anschließend wurde mithilfe des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests die Signifikanz ermittelt und tabellarisch erfasst. Wuch der Median der Differenz aufgrund eines Ausreißers ab und befand sich dennoch im realistischen Rahmen, wurde vollständigshalber der Mittelwert angegeben. Handelte es sich um eine Normalverteilung, wurden die Werte mit dem Mittelwert und der Standardabweichung angegeben. Mittels gepaarten t-Tests wurde die Signifikanz ermittelt und tabellarisch erfasst.

Bei beiden Verfahren umfasste das Signifikanzniveau:

\*\*\* : höchst signifikant  $p < 0,001$

\*\* : hoch signifikant  $p < 0,01$

\* : signifikant  $p < 0,05$

n. s. : nicht signifikant  $p \geq 0,05$

Die Ergebnisse des jeweiligen Parameters bezogen auf die Spaltart wurden zur Veranschaulichung in einem Boxplot grafisch dargestellt.

### 2.5.3 Methodenfehler nach Dahlberg

Bei der kephalometrischen Auswertung sind sowohl bei digitaler als auch bei manueller Auswertung Messfehler unvermeidbar. Daher besteht eine gewisse Toleranz hinsichtlich Restfehlern (Segner und Hasund, 2003: S. 42–46). Zur Ermittlung des Messfehlers wurden zwanzig zufällig ausgewählte Röntgenbilder von der gleichen Person zwei Monate nach der ersten Auswertung erneut analysiert und der Methodenfehler mittels der Dahlberg-Formel (Dahlberg, 1940) berechnet:

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

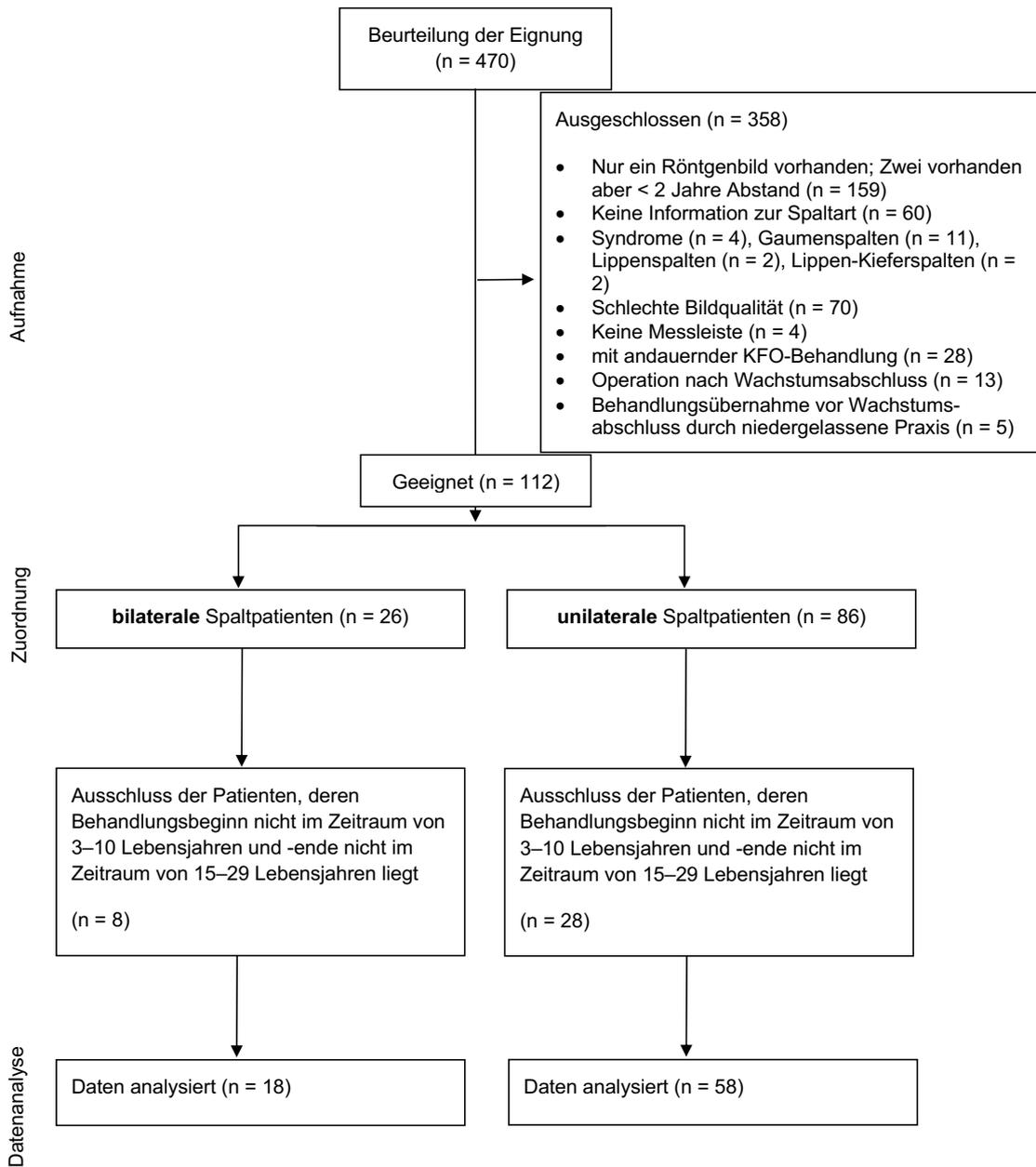
$\delta$  = Methodenfehler

$d$  = Differenz zwischen dem einzelnen Messwert

$n$  = gesamte Anzahl der Messungen (Segner und Hasund, 2003: S. 45)

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Patientenpool



**Abb. 34:** Patientenpoolverteilung

Der Patientenpool bestand ursprünglich aus insgesamt 470 Patienten mit mindestens zwei FRS-Aufnahmen, die den Behandlungsverlauf dokumentieren (Abb. 34). Die Einschlusskriterien für die Aufnahme in den Pool war das Vorliegen einer uni- oder bilateralen Lippen-Kiefer-Gaumenspalte. Darüber hinaus mussten mindestens zwei FRS-Aufnahmen vorliegen, die einen zeitlichen Mindestabstand

von  $\geq$  zwei Jahren hatten. Außerdem sollte die Behandlung abgeschlossen sein. Ausschlusskriterien stellten das Fehlen einer uni- oder bilateralen Lippen-Kiefer-Gaumenspalte und das Vorhandensein einer isolierten Lippenspalte, Lippen-Kiefer-Spalte, Gaumenspalte und / oder ein zusätzliches Syndrom dar, zudem das Nichtvorhandensein von zwei und / oder weniger als zwei Fernröntgenseitenaufnahmen. Darüber hinaus führten FRS-Aufnahmen mit einem unter zwei Jahren zeitlichen Mindestabstand, fehlende vorliegende Informationen zur Spaltart, schlechte Bildqualität sowie eine fehlende Messleiste auf den FRS-Aufnahmen zum Ausschluss. Zudem wurden Patienten mit andauernder kieferorthopädischer Behandlung, Patienten mit einer Operation nach Wachstumsabschluss oder einer Behandlungsübernahme durch eine niedergelassene Praxis vor Wachstumsabschluss nicht berücksichtigt. Aufgrund dieser Kriterien wurden 358 Patienten von der Analyse ausgeschlossen. Es ergab sich ein Patientenpool von 112 Patienten, der sich in 26 bilaterale und 86 unilaterale Spaltpatienten aufteilte.

Nach der kephalometrischen Auswertung mit der OnyxCeph<sup>3TM</sup> Dental Imaging Software wurde für die Datenanalyse ein zeitlicher Rahmen für den Behandlungsbeginn (3 bis 10 Jahre) und für das Behandlungsende (15 bis 29 Jahre) festgelegt, um die präpubertären Wachstumsveränderungen mit in die Betrachtung einbeziehen zu können. Aufgrund eines zu späten Behandlungsbeginns (11 bis 14 Jahre) und zu frühen Behandlungsabschlusses wurden 8 bilaterale und 28 unilaterale Spaltpatienten ausgesondert. Für die Datenanalyse bestand schlussendlich der Patientenpool aus 76 Patienten.

Diese 76 Patienten gliederten sich in 58 unilaterale und 18 bilaterale Spaltpatienten. Die 58 unilateralen Spaltpatienten unterteilten sich in 39 männliche und 19 weibliche Patienten, die 18 bilateralen Spaltpatienten in 16 männliche und 2 weibliche Patienten. Von den unilateralen Spaltträgern wiesen 19 eine rechtsseitige und 39 eine linksseitige Spalte auf.

Das Durchschnittsalter (Tab. 9) bei unilateralen Spaltpatienten zu Behandlungsbeginn (T1) beträgt  $5,87 \pm 1,67$  Jahre und zum Behandlungsende (T2)  $17,39 \pm 2,51$  Jahre. Die bilateralen Spaltpatienten sind im Mittel zu

Behandlungsbeginn  $6,17 \pm 1,82$  Jahre und zum Behandlungsende  $17,50 \pm 1,79$  Jahre alt. Das Patientenalter unterscheidet sich zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende in der jeweiligen Spaltgruppe signifikant, zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende in Abhängigkeit zur Spaltart dagegen nicht signifikant.

**Tab. 9:** Alter der Patienten zu Behandlungsbeginn (T1) und -ende (T2): M (Mittelwert) und SD (Standardabweichung)

| <b>Spaltart</b>    | <b>N</b> | <b>Behandlungsbeginn (T1)</b><br>M $\pm$ SD in Jahren | <b>Behandlungsende (T2)</b><br>M $\pm$ SD in Jahren | <b>Signifikanz</b> |
|--------------------|----------|---|---|--------------------|
| <b>unilateral</b>  | 58       | $5,87 \pm 1,67$                                       | $17,39 \pm 2,51$                                    | ***                |
| <b>bilateral</b>   | 18       | $6,17 \pm 1,82$                                       | $17,50 \pm 1,79$                                    | ***                |
| <b>Signifikanz</b> |          | n. s.   | n. s.   |                    |

## 3.2 Auswertung der Fernröntgenseitenbilder

### 3.2.1 Veränderung in der Sagittalen

#### Veränderung des SNA-Winkels

Der SNA-Winkel liegt bei den analysierten bilateralen Spaltpatienten (Abb. 35, Tab. 10) zu Behandlungsbeginn (T1) im Durchschnitt bei  $86,07^\circ \pm 6,00^\circ$ , wodurch zum präpubertären Behandlungsbeginn die Maxilla prognath in den Gesichtsschädel eingelagert ist. Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende verkleinert sich der Winkel um  $8,07^\circ \pm 4,78^\circ$  höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ). Zum postpubertären Behandlungsende (T2) liegt mit einem SNA-Winkel von im Durchschnitt  $77,99^\circ \pm 5,68^\circ$  eine retrognathe Maxilla vor.

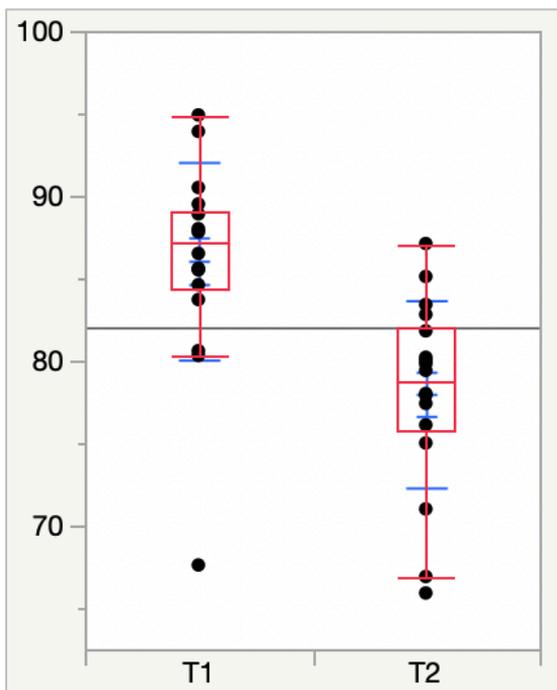
**Tab. 10:** SNA bei bilateralen Spaltpatienten: Normwert SNA  $81,9^\circ$  nach Segner und Hasund (2003: S. 47–48).

| SNA ( $81,9^\circ$ ) | N  | MW    | SD   | T2-T1            | p-Wert     | Signifikanz |
|----------------------|----|-------|------|------------------|------------|-------------|
| T1                   | 18 | 86,07 | 6,00 | $-8,07 \pm 4,78$ | $< 0,0001$ | ***         |
| T2                   | 18 | 77,99 | 5,68 |                  |            |             |

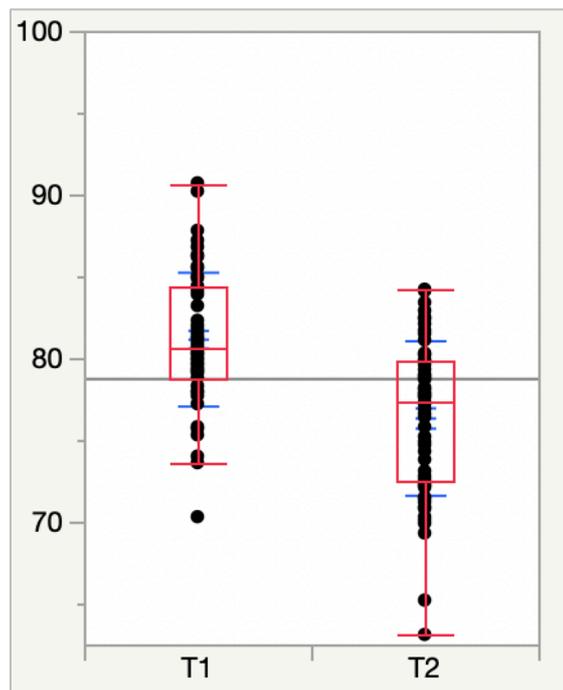
Zum präpubertären Behandlungsbeginn liegt der SNA-Winkel bei Patienten mit einer unilateralen Spalte (Abb. 36, Tab. 11) im Durchschnitt bei  $81,19 \pm 4,09^\circ$ . Es resultiert eine orthognathe Maxillaposition. Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende verkleinert sich der Winkel um  $4,82^\circ \pm 4,11^\circ$  höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ). Zum postpubertären Behandlungsende liegt der SNA-Winkel im Durchschnitt bei  $76,37^\circ \pm 4,72^\circ$  mit einer retrognathen Maxillaposition.

**Tab. 11:** SNA bei unilateralen Spaltpatienten: Normwert SNA 81,9° nach Segner und Hasund (2003: S. 47–48).

| SNA (81,9°) | N  | MW    | SD   | T2-T1        | p-Wert   | Signifikanz |
|-------------|----|-------|------|--------------|----------|-------------|
| T1          | 58 | 81,19 | 4,09 | -4,82 ± 4,11 | < 0,0001 | ***         |
| T2          | 58 | 76,37 | 4,72 |              |          |             |



**Abb. 35:** SNA der bilateralen Spaltpatienten



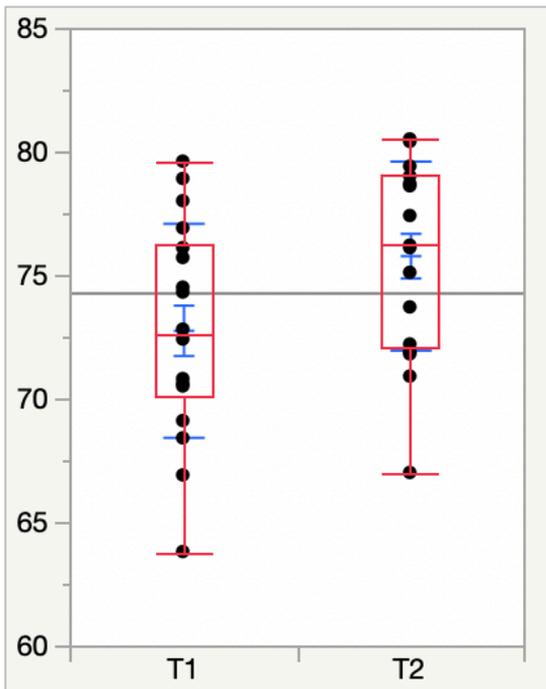
**Abb. 36:** SNA der unilateralen Spaltpatienten

### Veränderung des SNB-Winkels

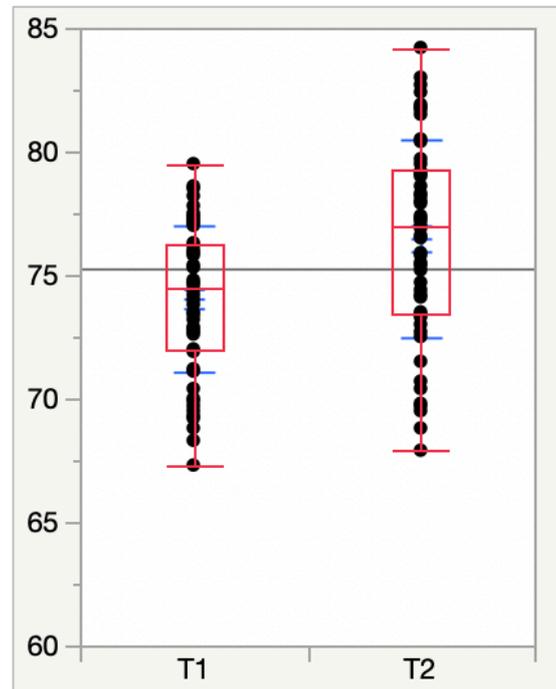
Bei den bilateralen Spaltpatienten (Abb. 37, Tab. 12) beträgt der SNB-Winkel zu Behandlungsbeginn im Durchschnitt  $72,78^\circ \pm 4,33^\circ$ , wodurch die Mandibula retrognath in den Gesichtsschädel eingelagert ist. Der SNB-Winkel vergrößert sich von dem Zeitpunkt T1 zu T2 um  $3,03^\circ \pm 2,28^\circ$  höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ). Zum Behandlungsende ist der SNB-Winkel  $75,81^\circ \pm 3,83^\circ$  groß. Es liegt somit zum Zeitpunkt T2 weiterhin ein retrognather Unterkiefer vor.

**Tab. 12:** SNB bei bilateralen Spaltpatienten: Normwert SNB  $79,8^\circ$  nach Segner und Hasund (2003: S. 48).

| SNB T1 ( $79,8^\circ$ ) | N  | MW    | SD   | T2-T1           | p-Wert     | Signifikanz |
|-------------------------|----|-------|------|-----------------|------------|-------------|
| T1                      | 18 | 72,78 | 4,33 | $3,03 \pm 2,28$ | $< 0,0001$ | ***         |
| T2                      | 18 | 75,81 | 3,83 |                 |            |             |



**Abb. 37** SNB der bilateralen Spaltpatienten



**Abb. 38** SNB der unilateralen Spaltpatienten

Der SNB-Winkel der unilateralen Spaltpatienten (Abb. 38, Tab. 13) liegt zu Behandlungsbeginn, mit einem retrognathen Unterkiefer, im Durchschnitt bei  $74,05^\circ \pm 2,96^\circ$ . Zwischen Behandlungsbeginn und -ende vergrößert sich der Winkel um  $2,44^\circ \pm 2,82^\circ$  höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ). Zum Behandlungsende beträgt der Winkel im Durchschnitt  $76,49^\circ \pm 4,01^\circ$  bei einer weiterhin retrognathen Mandibulaposition.

**Tab. 13:** SNB bei unilateralen Spaltpatienten: Normwert (SNB  $79,8^\circ$ ) nach Segner und Hasund (2003: S. 48).

| SNB ( $79,8^\circ$ ) | N  | MW    | SD   | T2-T1           | p-Wert     | Signifikanz |
|----------------------|----|-------|------|-----------------|------------|-------------|
| T1                   | 58 | 74,05 | 2,96 | $2,44 \pm 2,82$ | $< 0,0001$ | ***         |
| T2                   | 58 | 76,49 | 4,01 |                 |            |             |

### Veränderung des ANB-Winkels

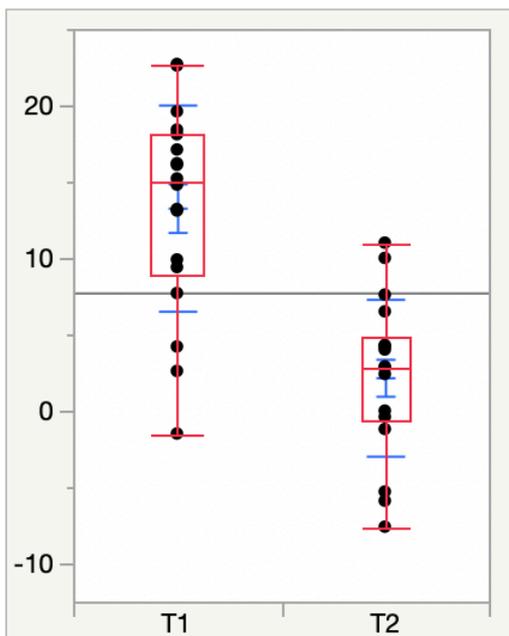
Bei den bilateralen Spaltpatienten (Abb. 39, Tab. 14) besteht zu Behandlungsbeginn im Durchschnitt ein  $13,3 \pm 6,75^\circ$  großer ANB-Winkel. Da in Relation zum SNA- und SNB-Winkel ein retrognathes Gesicht vorliegt, handelt es sich zum Zeitpunkt T1 um eine ausgeprägte skelettale Klasse II mit einer distalen Lagebeziehung von Mandibula zu Maxilla. Der ANB Winkel der bilateralen Spaltpatienten verkleinert sich im Zeitraum T1 zu T2 um  $11,11^\circ \pm 5,35^\circ$  hoch signifikant ( $p < 0,0001$ ). Zum Behandlungsende ist der ANB-Winkel im Durchschnitt  $2,19^\circ \pm 5,14^\circ$  groß. In Relation zum SNA- und SNB-Winkel liegt zum Zeitpunkt T2 bei einem retrognathen Gesicht eine leichte skelettale Klasse II vor.

Der ANB-Winkel der unilateralen Spaltpatienten (Abb. 40, Tab. 15) liegt im Durchschnitt zu Behandlungsbeginn bei  $7,14^\circ \pm 3,34^\circ$ . Da in Relation zum SNA- und SNB-Winkel eine retrognathes Gesicht vorliegt, handelt es sich zum Zeitpunkt T1 um eine ausgeprägte skelettale Klasse II mit einer distalen Lagebeziehung von Mandibula zu Maxilla. Von Behandlungsbeginn bis Behandlungsende zeigt sich eine Winkelveränderung von  $-7,25^\circ \pm 3,56^\circ$ , die

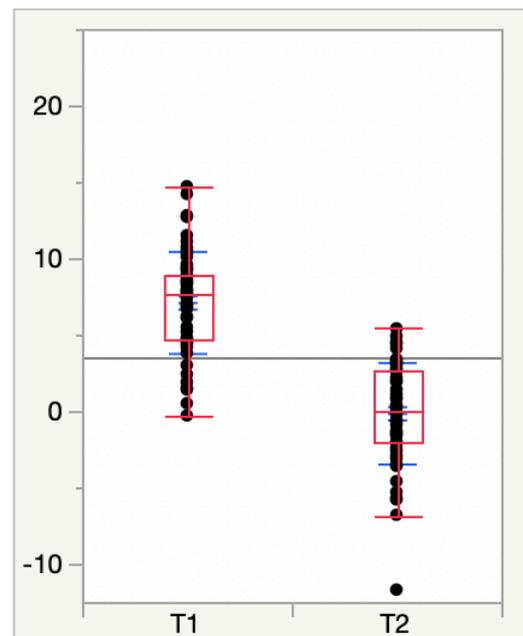
höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ) ist. Zum Behandlungsende liegt der ANB-Winkel im Durchschnitt bei  $-0,12^\circ \pm 3,32^\circ$ , in einem retrognathen Gesicht resultiert daher eine skelettale Klasse I mit neutraler Lagebeziehung von Mandibula zu Maxilla.

**Tab. 14:** ANB bei bilateralen Spaltpatienten: Normwert ANB  $2,1^\circ$  nach Segner und Hasund (2003: S. 49–52).

| ANB ( $2,1^\circ$ ) | N  | MW   | SD   | T2-T1             | p-Wert     | Signifikanz |
|---------------------|----|------|------|-------------------|------------|-------------|
| T1                  | 18 | 13,3 | 6,75 | $-11,11 \pm 5,35$ | $< 0,0001$ | ***         |
| T2                  | 18 | 2,19 | 5,14 |                   |            |             |



**Abb. 39:** ANB der bilateralen Spaltpatienten



**Abb. 40:** ANB der unilateralen Spaltpatienten

**Tab. 15:** ANB bei unilateralen Spaltpatienten: Normwert ANB  $2,1^\circ$  nach Segner und Hasund (2003: S. 49–52).

| ANB ( $2,1^\circ$ ) | N  | MW    | SD   | T2-T1            | p-Wert     | Signifikanz |
|---------------------|----|-------|------|------------------|------------|-------------|
| T1                  | 58 | 7,14  | 3,34 | $-7,25 \pm 3,56$ | $< 0,0001$ | ***         |
| T2                  | 58 | -0,12 | 3,32 |                  |            |             |

### Veränderung des individualisierten ANB-Winkels

Erst bei einer Abweichung des ANB zum individualisierten ANB-Winkel von  $1^\circ$  kann eine Aussage über die skelettale Klasse getroffen werden. Die Patienten, bei denen die Abweichung  $\leq 1^\circ$  betrug, wurden zur skelettalen Klasse I gezählt.

Bei den Patienten mit einer bilateralen Spalte (Tab. 16) liegt bei 14 von 18 Patienten eine skelettale Klasse II vor. Zum Behandlungsende (T2) liegt bei 9 von 18 Patienten eine skelettale Klasse III vor.

**Tab. 16:** Individualisierter ANB bei bilateralen Spaltpatienten

| Indiv. ANB ( $^\circ$ ) | N  | KI. I | KI. II | KI. III |
|-------------------------|----|-------|--------|---------|
| T1                      | 18 | 3     | 14     | 1       |
| T2                      | 18 | 5     | 4      | 9       |

Der individualisierte ANB-Winkel bei unilateralen Spaltpatienten (Tab. 17) zeigt zu Behandlungsbeginn bei 45 von 58 Patienten eine skelettale Klasse II. Zum Behandlungsende weisen 38 von 58 Patienten eine skelettale Klasse II auf.

**Tab. 17:** individualisierter ANB bei unilateralen Spaltpatienten

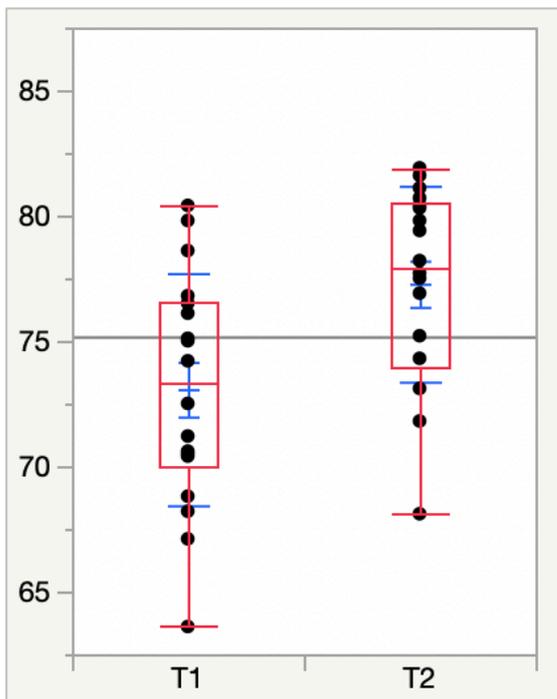
| Indiv. ANB ( $^\circ$ ) | N  | KI. I | KI. II | KI. III |
|-------------------------|----|-------|--------|---------|
| T1                      | 58 | 9     | 45     | 4       |
| T2                      | 58 | 14    | 38     | 6       |

### Veränderung des SNPog Winkels

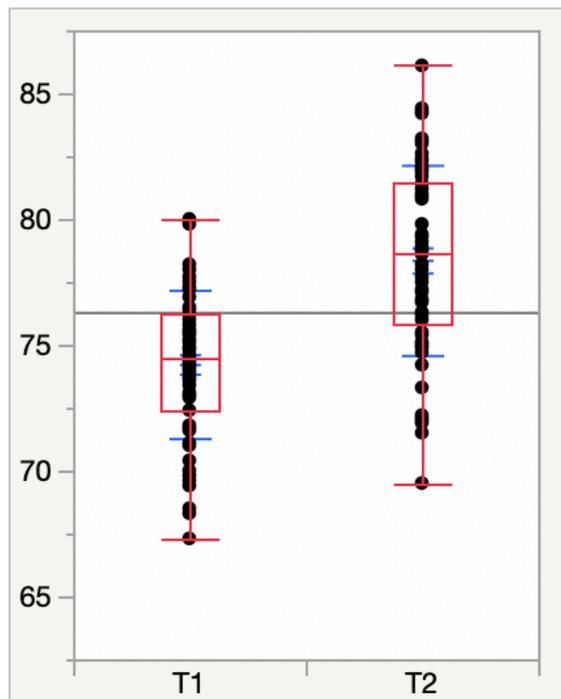
Bei den bilateralen Spaltpatienten (Abb. 41, Tab. 18) beträgt der SNPog-Winkel zu Behandlungsbeginn im Durchschnitt  $73,08^\circ \pm 4,63^\circ$  und kennzeichnet damit eine retrognathe Kinnposition. Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende vergrößert sich der SNPog-Winkel mit  $4,21^\circ \pm 2,30^\circ$  höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ). Der SNPog-Winkel zum Zeitpunkt T2 beträgt im Durchschnitt  $77,28^\circ \pm 3,91^\circ$  bei einer orthognathen Kinnposition.

**Tab. 18:** SNPog der bilateralen Spaltpatienten: Normwert SNPog  $81^\circ$  nach Segner und Hasund (2003: S. 53).

| SNPog ( $81^\circ$ ) | N  | MW    | SD   | T2-T1           | p-Wert     | Signifikanz |
|----------------------|----|-------|------|-----------------|------------|-------------|
| T1                   | 18 | 73,08 | 4,63 | $4,21 \pm 2,30$ | $< 0,0001$ | ***         |
| T2                   | 18 | 77,28 | 3,91 |                 |            |             |



**Abb. 41:** SNPog der bilateralen Spaltpatienten



**Abb. 42:** SNPog der unilateralen Spaltpatienten

Bei den unilateralen Spaltpatienten (Abb. 42, Tab. 19) liegt der SNPog zum Zeitpunkt T1 bei  $74,24^\circ \pm 2,95^\circ$  mit einer orthognathen Kinnposition. Zwischen Behandlungsbeginn und -ende vergrößert sich der SNPog-Winkel um  $4,13^\circ \pm 2,84^\circ$  höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ). Zum Behandlungsende T2 beträgt der SNPog  $78,38^\circ \pm 3,78^\circ$  und legt damit eine orthognathe Kinnlage fest.

**Tab. 19:** SNPog der unilateralen Spaltpatienten: Normwert SNPog  $81^\circ$  nach Segner und Hasund (2003: S. 53).

| SNPog ( $81^\circ$ ) | N  | MW    | SD   | T2-T1           | p-Wert     | Signifikanz |
|----------------------|----|-------|------|-----------------|------------|-------------|
| T1                   | 58 | 74,24 | 2,95 | $4,13 \pm 2,84$ | $< 0,0001$ | ***         |
| T2                   | 58 | 78,38 | 3,78 |                 |            |             |

### Veränderung des Wits-Wertes

Der Wits-Wert (Abb. 43, Tab. 20, 21) beträgt zu Behandlungsbeginn (T1) bei den bilateralen Spaltpatienten 8,9 mm (Median) bei einer ausgeprägten skelettalen Klasse II. Zwischen Behandlungsbeginn und -ende verkleinert sich dieser um 6,7 mm (Median) höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ). Zum Behandlungsende beträgt der Wert 0,5 mm (Median) bei einer skelettalen Klasse I.

**Tab. 20:** Wits-Wert bei bilateralen Spaltpatienten

| Wits-Wert (mm) | N  | Min   | 25 %  | Median | 75 %  | Max  |
|----------------|----|-------|-------|--------|-------|------|
| T1             | 18 | 1,2   | 5,28  | 8,9    | 11,83 | 19,7 |
| T2             | 18 | -11,1 | -3,93 | 0,5    | 4,08  | 8,5  |

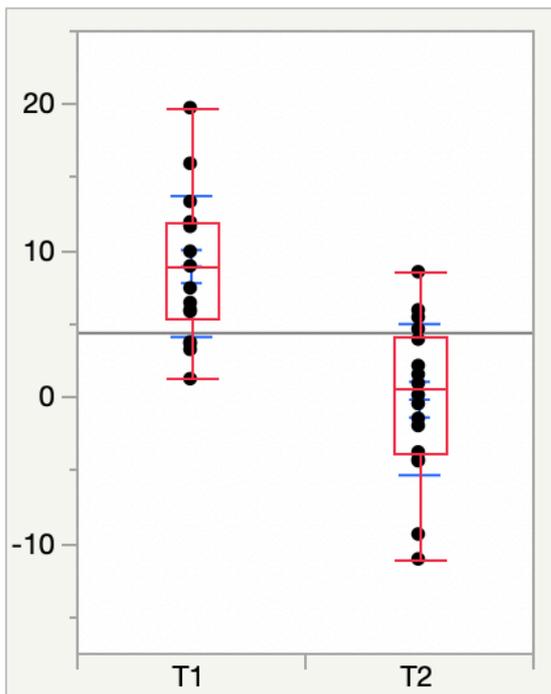
Der Ausgangswert (T1) des Wits-Wertes liegt bei den unilateralen Spaltpatienten (Abb. 44, Tab. 22) im Durchschnitt mit  $2,16 \text{ mm} \pm 3,95 \text{ mm}$  bei einer skelettalen Klasse II. Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende verkleinert sich der Wert um  $4,50 \text{ mm} \pm 4,14 \text{ mm}$  höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ) und beträgt zum Behandlungsende  $-2,33 \text{ mm} \pm 3,79 \text{ mm}$  bei einer skelettalen Klasse III.

**Tab. 21:** Differenz des Wits-Wertes bei bilateralen Spaltpatienten

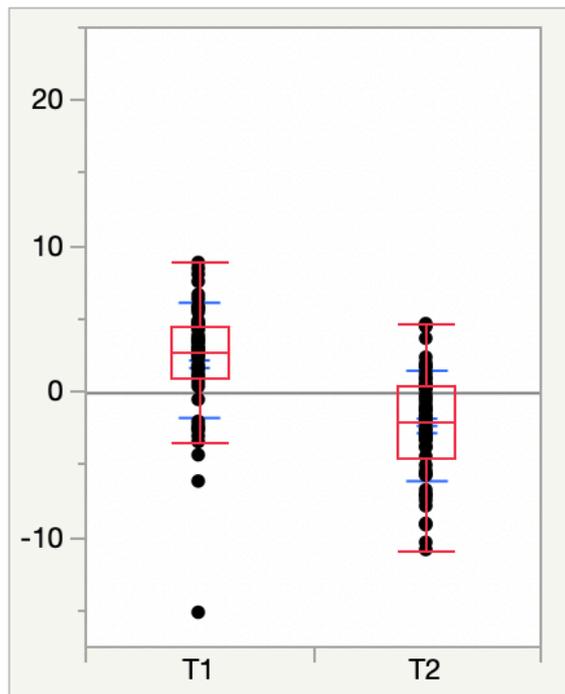
| Wits-Wert (mm) | N  | Min   | 25 %   | Median | 75 % | Max  | p-Wert   | Signifikanz |
|----------------|----|-------|--------|--------|------|------|----------|-------------|
| T2-T1          | 18 | -29,1 | -13,13 | -6,7   | -3,9 | -1,7 | < 0,0001 | ***         |

**Tab. 22:** Wits-Wert bei unilateralen Spaltpatienten

| Wits-Wert (mm) | N  | MW    | SD   | T2-T1        | p-Wert   | Signifikanz |
|----------------|----|-------|------|--------------|----------|-------------|
| T1             | 58 | 2,16  | 3,95 | -4,50 ± 4,14 | < 0,0001 | ***         |
| T2             | 58 | -2,33 | 3,79 |              |          |             |



**Abb. 43:** Wits-Wert der bilateralen Spaltpatienten



**Abb. 44:** Wits-Wert der unilateralen Spaltpatienten

### Veränderung der Strecke Pog-NB

Die Strecke Pog-NB (Abb. 45, Tab. 23, 24) liegt zu Behandlungsbeginn bei Patienten mit bilateraler Spalte bei 0,05 mm (Median) und zeigt eine geringe Kinnprominenz an. Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende vergrößert sie sich um 2,1 mm (Median) höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ). Zum Behandlungsende beträgt die Strecke 2,9 mm (Median) entsprechend einer physiologischen Kinnprominenz.

**Tab. 23:** Pog-NB bei bilateralen Spaltpatienten: Normwert Pog-NB 2,3mm nach Segner und Hasund (2003: S. 64).

| Pog-NB (2,3 mm) | N  | Min  | 25 %  | Median | 75 % | Max | Diff. (Median-Norm) |
|-----------------|----|------|-------|--------|------|-----|---------------------|
| T1              | 18 | -0,8 | -0,35 | 0,05   | 1,05 | 3,7 | -2,25               |
| T2              | 18 | 0,9  | 1,65  | 2,9    | 3,5  | 8,1 | 0,6                 |

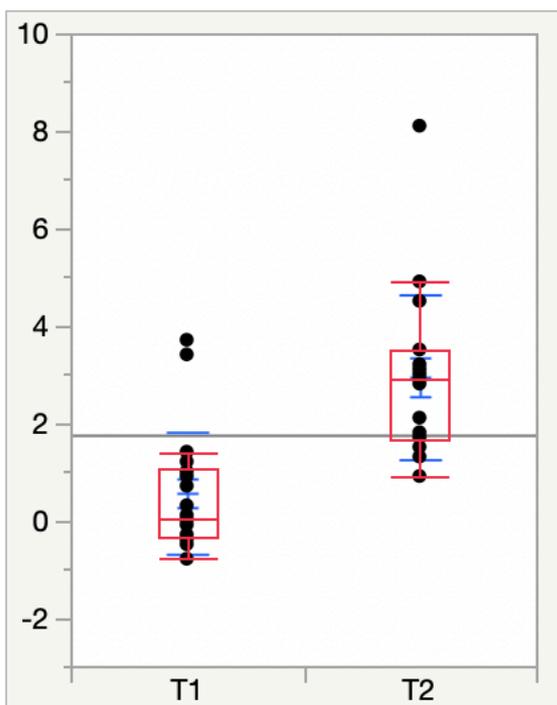
**Tab. 24:** Differenz Pog-NB bei bilateralen Spaltpatienten

| Pog-NB | N  | Min | 25 % | Median | 75 % | Max | p-Wert   | Signifikanz |
|--------|----|-----|------|--------|------|-----|----------|-------------|
| T2-T1  | 18 | 1   | 1,75 | 2,1    | 2,9  | 4,9 | < 0,0001 | ***         |

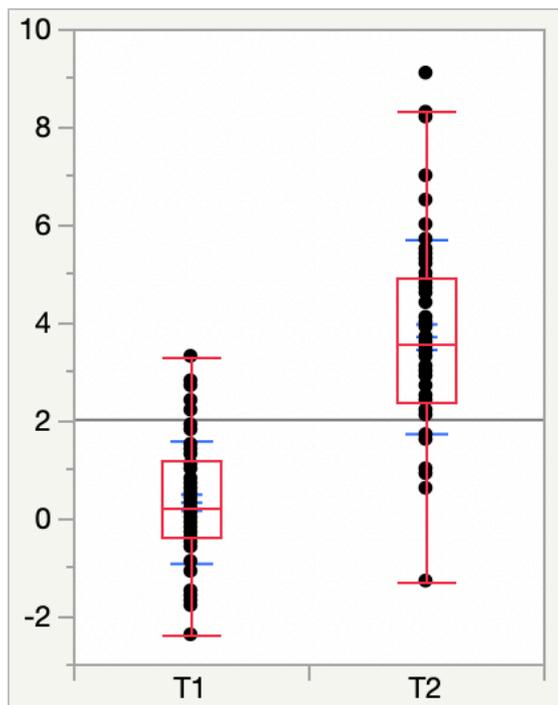
Bei den unilateralen Spaltpatienten (Abb. 46, Tab. 25) liegt die Strecke Pog- NB bei  $0,32 \text{ mm} \pm 1,25 \text{ mm}$  und zeigt eine geringe Kinnprominenz an. Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende vergrößert sie sich um  $3,39 \text{ mm} \pm 1,72 \text{ mm}$  höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ) auf  $3,71 \text{ mm} \pm 1,99 \text{ mm}$  im Durchschnitt entsprechend einer verstärkten Kinnprominenz.

**Tab. 25:** Pog-NB bei unilateralen Spaltpatienten: Normwert Pog-NB 2,3 mm nach Segner und Hasund (2003: S. 64).

| Pog-NB (2,3 mm) | N  | MW   | SD   | T2-T1       | Diff. (T-Norm) | p-Wert   | Signifikanz |
|-----------------|----|------|------|-------------|----------------|----------|-------------|
| T1              | 58 | 0,32 | 1,25 | 3,39 ± 1,72 | -1,98          | < 0,0001 | ***         |
| T2              | 58 | 3,71 | 1,99 |             | 1,41           |          |             |



**Abb. 45:** Pog-NB der bilateralen Spaltpatienten



**Abb. 46:** Pog-NB der unilateralen Spaltpatienten

### 3.2.2 Veränderung in der Vertikalen

#### Veränderung des Winkels NSBa

Zu Behandlungsbeginn beläuft sich der Winkel NSBa bei bilateralen Spaltpatienten (Abb. 47, Tab. 26) im Durchschnitt auf  $133,13^\circ \pm 5,65^\circ$  mit einem daraus resultierenden orthognathen Profiltyp. Im Behandlungsverlauf verkleinert er sich um  $0,84^\circ \pm 3,71^\circ$  nicht signifikant ( $p = 0,3505$ ) und beträgt zum Behandlungsende  $132,29^\circ \pm 5,72^\circ$ . Es resultiert ein orthognather Profiltyp.

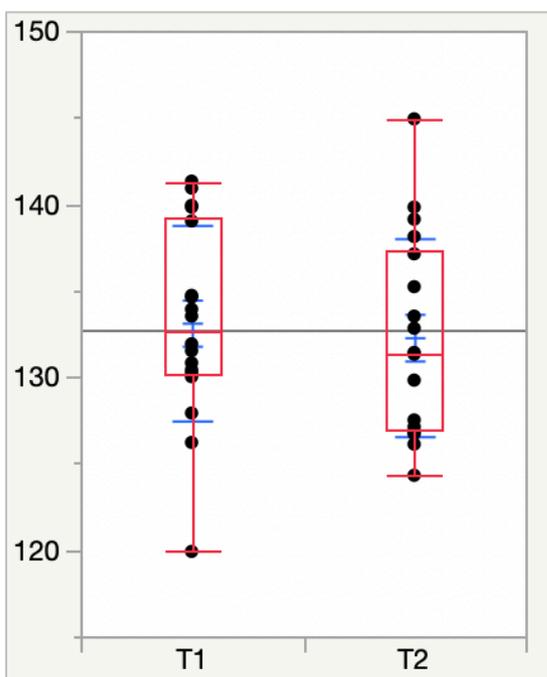
Zu Behandlungsbeginn beträgt der Winkel NSBa bei unilateralen Spaltpatienten (Abb. 48, Tab. 27) im Durchschnitt  $131,42^\circ \pm 5,17^\circ$  mit einem ebenfalls daraus resultierenden orthognathen Profiltyp. Zwischen Behandlungsbeginn und -ende verkleinert sich der Winkel um  $1,74^\circ \pm 3,27^\circ$  hoch signifikant ( $p = 0,0002$ ). Zum Behandlungsende beträgt der Winkel  $129,68^\circ \pm 5,51^\circ$  bei einem daraus resultierenden orthognathen Profiltyp.

**Tab. 26:** NSBa bei bilateralen Spaltpatienten: Normwert NSBa  $131,7^\circ$ ; Toleranzbereich  $124^\circ$ – $136^\circ$  (Nötzel et al., 2007: S. 108) nach Segner und Hasund (2003: S. 57).

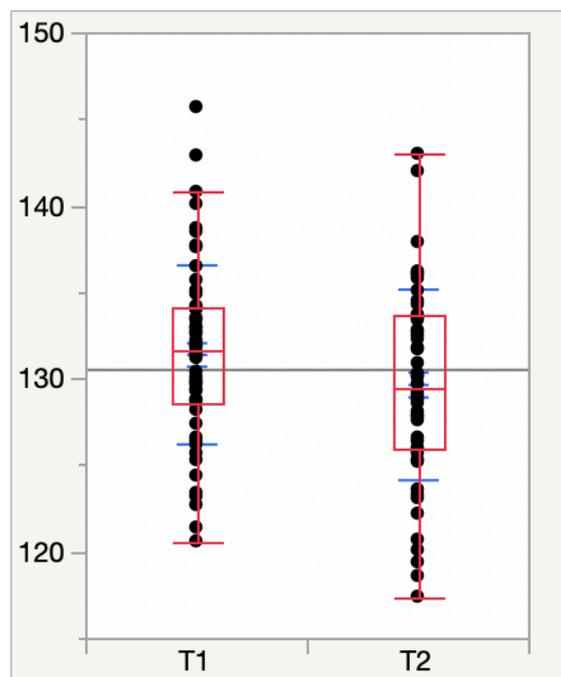
| NSBa<br>( $131,7^\circ$ ) | N  | MW     | SD   | T2-T1            | Diff.(T-<br>Norm) | p-Wert | Signifi-<br>kanz |
|---------------------------|----|--------|------|------------------|-------------------|--------|------------------|
| T1                        | 18 | 133,13 | 5,65 | $-0,84 \pm 3,71$ | 1,43              | 0,3505 | n. s.            |
| T2                        | 18 | 132,29 | 5,72 |                  | 0,59              |        |                  |

**Tab. 27:** NSBa bei unilateralen Spaltpatienten: Normwert NSBa 131,7°; Toleranzbereich 124°–136° (Nötzel et al., 2007: S. 108) nach Segner und Hasund (2003: S. 57).

| NSBa (131,7°) | N  | MW     | SD   | T2-T1        | Diff. (T-Norm) | p-Wert | Signifikanz |
|---------------|----|--------|------|--------------|----------------|--------|-------------|
| T1            | 58 | 131,42 | 5,17 | -1,74 ± 3,27 | -0,28          | 0,0002 | **          |
| T2            | 58 | 129,68 | 5,51 |              | -2,02          |        |             |



**Abb. 47:** NSBa der bilateralen Spaltpatienten



**Abb. 48:** NSBa der unilateralen Spaltpatienten

### Veränderung des Winkels Gn-Go-Ar

Der Winkel Gn-Go-Ar der bilateralen Spaltpatienten (Abb. 49, Tab. 28, 29) liegt zu Behandlungsbeginn bei 129,8° (Median) und setzt so ein vertikales Wachstumsmuster mit Tendenz zur posterioren Rotation des Unterkiefers voraus. Im Laufe der Behandlung verkleinert sich der Winkel im Mittel um -6,35° (Median) signifikant ( $p = 0,0011$ ). Zum Behandlungsende beträgt er 124,2° (Median) mit einem verringert ausgeprägten, aber weiterhin vertikalen Wachstumsmuster und Tendenz zur posterioren Rotation des Unterkiefers.

**Tab. 28:** Gn-Go-Ar bei bilateralen Spaltpatienten: Normwert Gn-Go-Ar 121,8° nach Segner und Hasund (2003: S. 57–58).

| Gn-Go-Ar<br>(121,8°) | N  | Min   | 25 %   | Median | 75 %   | Max   |
|----------------------|----|-------|--------|--------|--------|-------|
| T1                   | 18 | 116,5 | 125,55 | 129,8  | 134,83 | 146,3 |
| T2                   | 18 | 115,1 | 116,33 | 124,2  | 130,4  | 139,2 |

**Tab. 29:** Differenz des Gn-Go-Ar bei bilateralen Spaltpatienten

| Gn-Go-Ar<br>(121,8°) | N  | Min   | 25 %  | Median | 75 % | Max | p-Wert | Signifi-<br>kanz |
|----------------------|----|-------|-------|--------|------|-----|--------|------------------|
| T2-T1                | 18 | -15,4 | -11,1 | -6,35  | -1   | 4   | 0,0011 | **               |

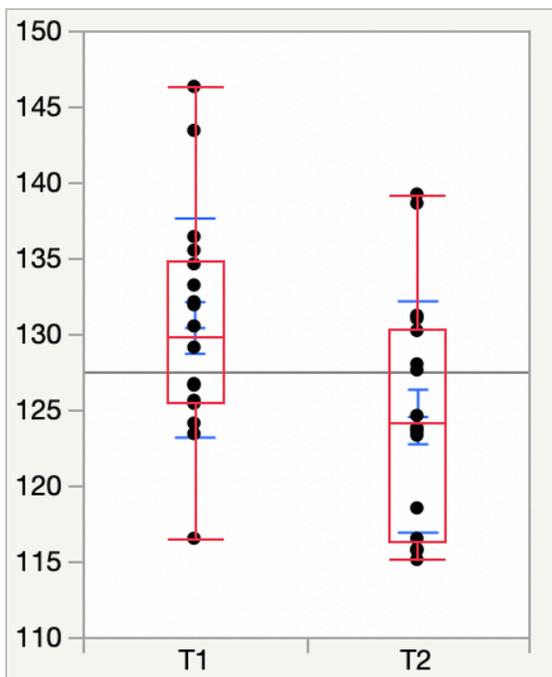
Bei den unilateralen Spaltpatienten (Abb. 50, Tab. 30, 31) beträgt der Winkel Gn-Go-Ar zu Behandlungsbeginn 130,3° (Median). Daraus resultiert ein vertikales Wachstumsmuster mit Tendenz zur posterioren Rotation des Unterkiefers. Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende verkleinert sich der Winkel um 5,35° (Median) höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ). Zum Behandlungsende beträgt der Winkel 124,1° (Median). Es liegt somit ein verringert ausgeprägtes, aber weiterhin vertikales Wachstumsmuster mit Tendenz zur posterioren Rotation des Unterkiefers vor.

**Tab. 30:** Gn-Go-Ar bei unilateralen Spaltpatienten: Normwert Gn-Go-Ar 121,8° nach Segner und Hasund (2003: S. 57–58).

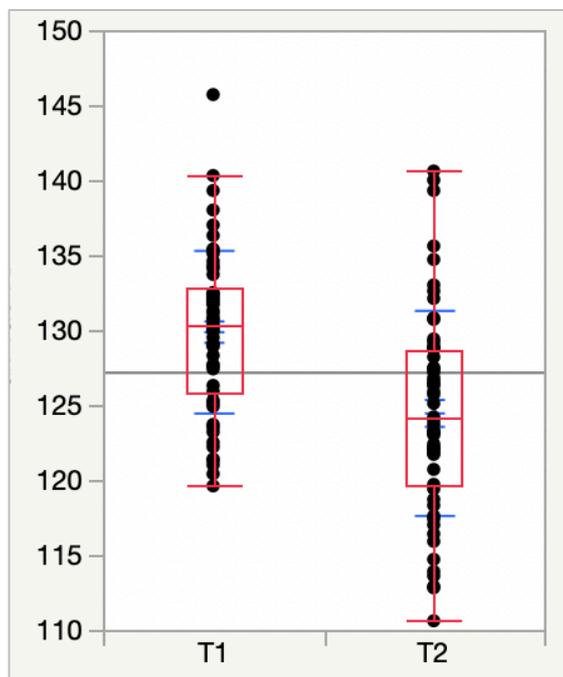
| Gn-Go-Ar (121,8°) | N  | Min   | 25 %   | Median | 75 %   | Max   |
|-------------------|----|-------|--------|--------|--------|-------|
| T1                | 58 | 119,6 | 125,75 | 130,3  | 132,8  | 145,7 |
| T2                | 58 | 110,6 | 119,63 | 124,1  | 128,73 | 140,6 |

**Tab. 31:** Differenz des Gn-Go-Ar bei unilateralen Spaltpatienten

| Gn-Go-Ar (121,8°) | N  | Min   | 25 %  | Median | 75 %  | Max | p-Wert   | Signifi-<br>kanz |
|-------------------|----|-------|-------|--------|-------|-----|----------|------------------|
| T2-T1             | 58 | -22,7 | -8,05 | -5,35  | -2,85 | 7,7 | < 0,0001 | ***              |



**Abb. 49:** Gn-Go-Ar der bilateralen Spaltpatienten



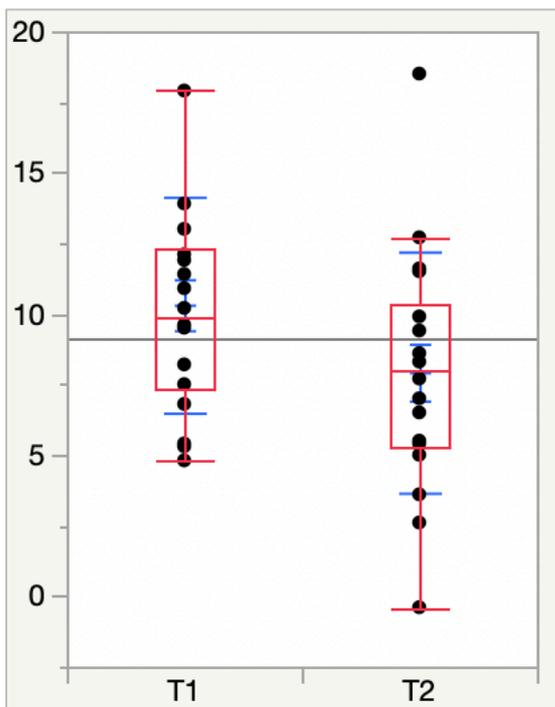
**Abb. 50:** Gn-Go-Ar der unilateralen Spaltpatienten

### Veränderung des Winkels NL-NSL

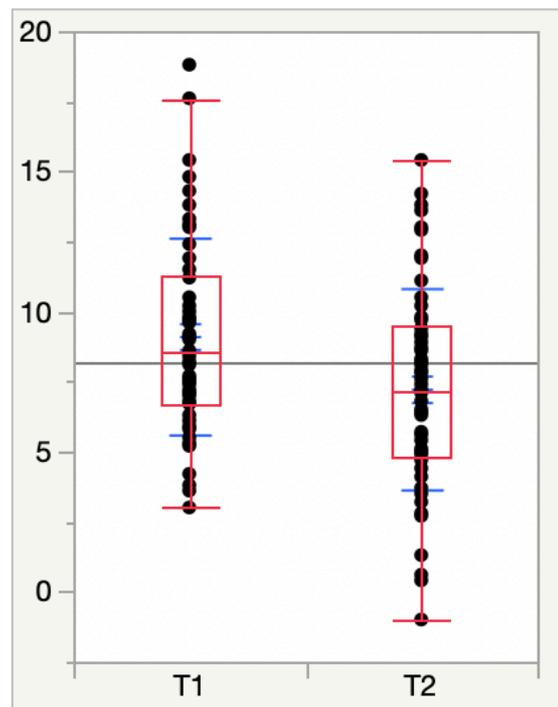
Bei den bilateralen Spaltpatienten (Abb. 51, Tab. 32) beträgt der Winkel NL-NSL zu Behandlungsbeginn im Durchschnitt  $10,32^\circ \pm 3,82^\circ$ . Daraus resultiert eine posteriore Rotation der Maxilla in Relation zur vorderen Schädelbasis. Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende verkleinert sich der Winkel NL-NSL mit  $2,39^\circ \pm 5,59^\circ$  nicht signifikant ( $p = 0,0874$ ). Der NL-NSL Winkel zum Zeitpunkt T2 beträgt im Durchschnitt  $7,93^\circ \pm 4,27^\circ$  bei einer Norminklination der Maxilla in Relation zur vorderen Schädelbasis.

**Tab. 32:** NL-NSL bei bilateralen Spaltpatienten: Normwert NL-NSL  $8,1^\circ$  nach Segner und Hasund (2003: S. 55).

| NL-NSL ( $8,1^\circ$ ) | N  | MW    | SD   | T2-T1            | p-Wert | Signifikanz |
|------------------------|----|-------|------|------------------|--------|-------------|
| T1                     | 18 | 10,32 | 3,82 | $-2,39 \pm 5,59$ | 0,0874 | n. s.       |
| T2                     | 18 | 7,93  | 4,27 |                  |        |             |



**Abb. 51:** NL-NSL der bilateralen Spaltpatienten



**Abb. 52:** NL-NSL der unilateralen Spaltpatienten

Bei den unilateralen Spaltpatienten (Abb. 52, Tab. 33) liegt der Winkel NL-NSL zum Zeitpunkt T1 bei  $9,12^\circ \pm 3,51^\circ$ . Daraus resultiert eine leicht posteriore Rotation der Maxilla (Retroinklination) in Relation zur vorderen Schädelbasis. Während der Behandlung verkleinert sich der Winkel um  $1,88^\circ \pm 3,63^\circ$  höchst signifikant ( $p = 0,0002$ ). Zum Behandlungsende T2 beträgt der Winkel NL-NSL  $7,24^\circ \pm 3,59^\circ$ . Daraus resultiert eine leicht anteriore Rotation der Maxilla in Relation zur vorderen Schädelbasis.

**Tab. 33:** NL-NSL bei unilateralen Spaltpatienten: Normwert NL-NSL  $8,1^\circ$  nach Segner und Hasund (2003: S. 55).

| NL-NSL ( $8,1^\circ$ ) | N  | MW   | SD   | T2-T1            | p-Wert | Signifikanz |
|------------------------|----|------|------|------------------|--------|-------------|
| T1                     | 58 | 9,12 | 3,51 | $-1,88 \pm 3,63$ | 0,0002 | ***         |
| T2                     | 58 | 7,24 | 3,59 |                  |        |             |

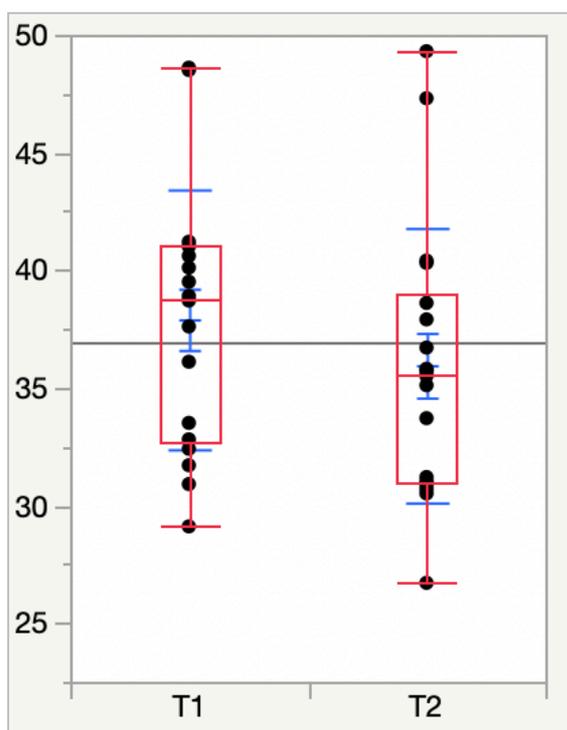
#### Veränderung des Winkels ML-NSL

Der Winkel ML-NSL bei Patienten mit einer bilateralen Spalte (Abb. 53, Tab. 34) liegt zum Zeitpunkt T1 im Durchschnitt bei  $37,91^\circ \pm 5,52^\circ$  und ergibt somit eine ausgeprägte Retroinklination der Mandibula in Relation zur vorderen Schädelbasis. Von Behandlungsbeginn bis Behandlungsende verkleinert sich der ML-NSL-Winkel um  $1,95^\circ \pm 4,03^\circ$  nicht signifikant ( $p = 0,0560$ ), sodass zum Behandlungsende (T2) ein  $35,96^\circ \pm 5,83^\circ$  großer ML-NSL-Winkel besteht mit einer weiterhin ausgeprägten posterioren Rotation der Mandibula in Relation zur vorderen Schädelbasis.

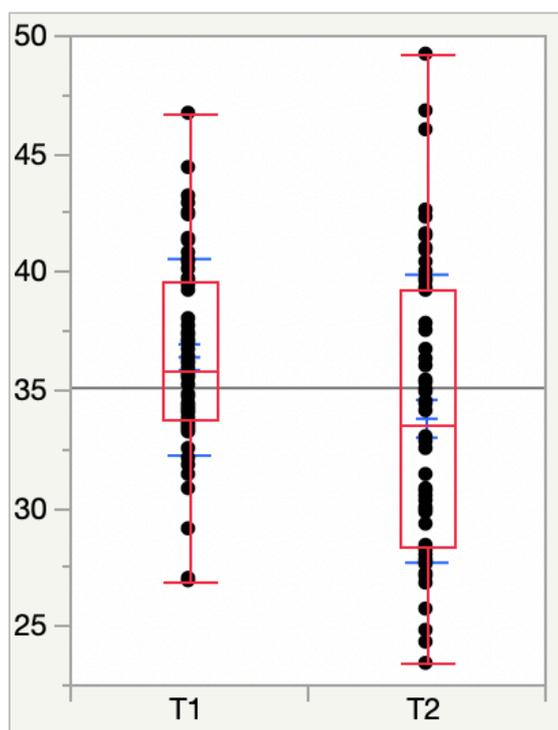
**Tab. 34:** ML-NSL bei bilateralen Spaltpatienten: Normwert ML-NSL  $28^\circ$  nach Segner und Hasund (2003: S. 53–54).

| ML-NSL ( $28^\circ$ ) | N  | MW    | SD   | T2-T1            | p-Wert | Signifikanz |
|-----------------------|----|-------|------|------------------|--------|-------------|
| T1                    | 18 | 37,91 | 5,52 | $-1,95 \pm 4,03$ | 0,0560 | n. s.       |
| T2                    | 18 | 35,96 | 5,83 |                  |        |             |

Bei den unilateralen Spaltpatienten (Abb. 54, Tabelle 35, 36) liegt der ML-NSL zum Zeitpunkt T1 bei 35,8° (Median) mit daraus resultierender ausgeprägter posteriorer Rotation der Mandibula in Relation zur vorderen Schädelbasis. Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende verkleinert sich der ML-NSL um 3,2° (Median) hoch signifikant ( $p < 0,0001$ ). Zum Behandlungsende beträgt der Winkel SN-Pog 33,55° (Median) mit einer weniger ausgeprägten posterioren Rotation der Mandibula in Relation zur vorderen Schädelbasis.



**Abb. 53:** ML-NSL der bilateralen Spaltpatienten



**Abb. 54:** ML-NSL der unilateralen Spaltpatienten

**Tab. 35:** ML-NSL bei unilateralen Spaltpatienten: Normwert ML-NSL 28° nach Segner und Hasund (2003: S. 53–54).

| ML-NSL (28°) | N  | Min  | 25 %  | Median | 75 %  | Max  |
|--------------|----|------|-------|--------|-------|------|
| T1           | 58 | 26,9 | 33,75 | 35,8   | 39,63 | 46,7 |
| T2           | 58 | 23,4 | 28,35 | 33,55  | 39,23 | 49.2 |

**Tab. 36:** Differenz des ML-NSL bei unilateralen Spaltpatienten

| ML-NSL (28°) | N  | Min | 25 %   | Median | 75 % | Max | p-Wert   | Signifikanz |
|--------------|----|-----|--------|--------|------|-----|----------|-------------|
| T2-T1        | 58 | -17 | -5,025 | -3,2   | -0,8 | 6,7 | < 0,0001 | ***         |

### Veränderung des Winkels ML-NL

Bei den bilateralen Spaltpatienten (Abb. 55, Tab. 37) ist der Winkel ML-NL zu Behandlungsbeginn (T1) im Durchschnitt  $27,60^\circ \pm 4,51^\circ$  groß. Daraus resultiert ein basal offener Biss. Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende vergrößert sich der ML-NL-Winkel um  $0,44^\circ \pm 6,88^\circ$  nicht signifikant ( $p = 0,7873$ ), sodass zum Behandlungsende ein  $28,04^\circ \pm 6,50^\circ$  großer ML-NL-Winkel mit einem dementsprechenden basal offenen Biss vorliegt.

**Tab. 37:** ML-NL bei bilateralen Spaltpatienten: Normwert ML-NL  $19,8^\circ$  nach Segner und Hasund (2003: S. 56–57).

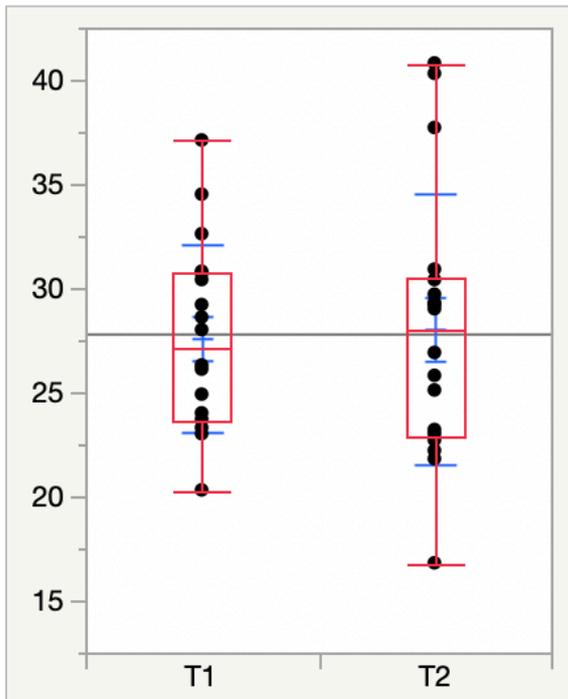
| ML-NL (19,8°) | N  | MW    | SD   | T2-T1           | p-Wert | Signifikanz |
|---------------|----|-------|------|-----------------|--------|-------------|
| T1            | 18 | 27,60 | 4,51 | $0,44 \pm 6,88$ | 0,7873 | n. s.       |
| T2            | 18 | 28,04 | 6,50 |                 |        |             |

**Tab. 38:** ML-NL bei unilateralen Spaltpatienten: Normwert ML-NL  $19,8^\circ$  nach Segner und Hasund (2003: S. 56–57).

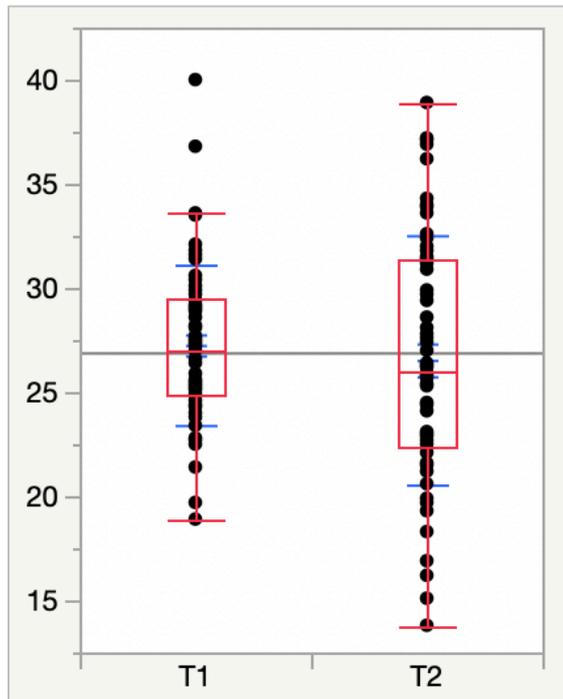
| ML-NL (19,8°) | N  | MW    | SD   | T2-T1            | p-Wert | Signifikanz |
|---------------|----|-------|------|------------------|--------|-------------|
| T1            | 58 | 27,27 | 3,85 | $-0,72 \pm 5,20$ | 0,2959 | n. s.       |
| T2            | 58 | 26,55 | 5,99 |                  |        |             |

Der Winkel ML-NL der unilateralen Spaltpatienten (Abb. 56, Tab. 38) liegt zu Behandlungsbeginn im Durchschnitt bei  $27,27^\circ \pm 3,85^\circ$  und charakterisiert damit

einen basal offenen Biss. Zwischen Behandlungsbeginn und -ende verkleinert sich der Winkel um  $0,72^\circ \pm 5,20^\circ$  nicht signifikant ( $p = 0,2959$ ). Schlussendlich (T2) liegt der ML-NL Winkel im Durchschnitt bei  $26,55^\circ \pm 5,99^\circ$  mit einem daraus resultierenden weiterhin basal offenen Biss vor.



**Abb. 55:** ML-NL der bilateralen Spaltpatienten



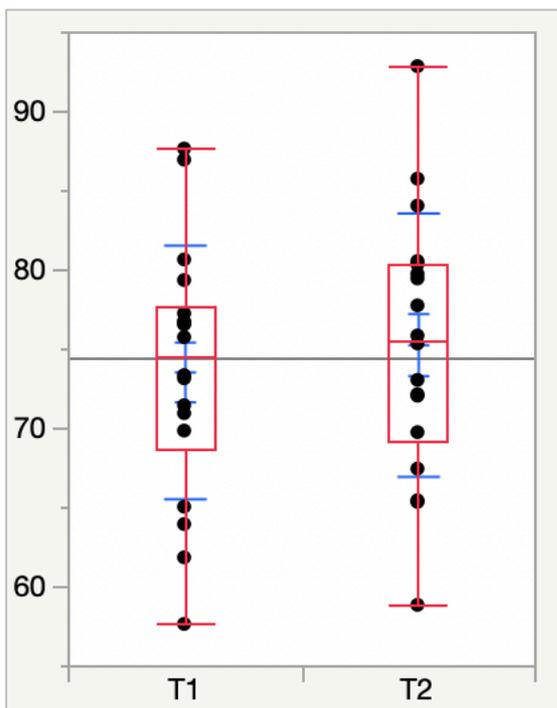
**Abb. 56:** ML-NL der unilateralen Spaltpatienten

### Veränderung des Index

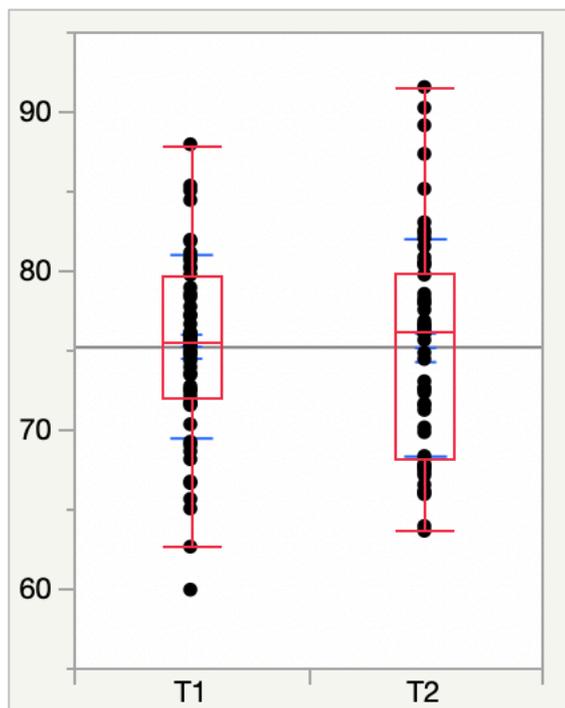
Der Index bei den bilateralen Spaltpatienten (Abb. 57, Tab. 39) beträgt zu Behandlungsbeginn im Durchschnitt 73,55 %  $\pm$  8,00 %. Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende vergrößert sich der Index um 1,72 %  $\pm$  7,95 % nicht signifikant ( $p = 0,3710$ ). Der Index liegt zum Zeitpunkt T2 im Durchschnitt bei 75,27 %  $\pm$  8,31 % und zeigt daher eine unveränderte neutrale Relation zwischen mittlerer und unterer Teilhöhe des Gesichts.

**Tab. 39:** Index bei bilateralen Spaltpatienten: Normwert Index 80,1 % nach Segner und Hasund (2003: S. 65–66).

| Index (80,1 %) | N  | MW    | SD   | T2-T1           | p-Wert | Signifikanz |
|----------------|----|-------|------|-----------------|--------|-------------|
| T1             | 18 | 73,55 | 8,00 | 1,72 $\pm$ 7,95 | 0,3710 | n. s.       |
| T2             | 18 | 75,27 | 8,31 |                 |        |             |



**Abb. 57:** Index der bilateralen Spaltpatienten



**Abb. 58:** Index der unilateralen Spaltpatienten

Der Index bei den unilateralen Spaltpatienten (Abb. 58, Tab. 40) beträgt zu Behandlungsbeginn im Durchschnitt  $75,25 \% \pm 5,77 \%$  und zeigt daher eine neutrale Relation zwischen mittlerer und unterer Teilhöhe des Gesichts. Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende verkleinert sich der Index um  $0,07 \% \pm 6,30 \%$  nicht signifikant ( $p = 0,9305$ ). Der Index beträgt zum Zeitpunkt T2 im Durchschnitt  $75,18 \% \pm 6,83 \%$  mit einem unverändert neutralen anterioren Gesichtshöhenindex.

**Tab. 40:** Index bei unilateralen Spaltpatienten: Normwert Index 80,1 % nach Segner und Hasund (2003: S. 65–66).

| Index (80,1 %) | N  | MW    | SD   | T2-T1        | p-Wert | Signifikanz |
|----------------|----|-------|------|--------------|--------|-------------|
| T1             | 58 | 75,25 | 5,77 | -0,07 ± 6,30 | 0,9305 | n. s.       |
| T2             | 58 | 75,18 | 6,83 |              |        |             |

### 3.2.3 Dentale Veränderung

#### Veränderungen des Winkel OK1-NA

Der Winkel OK1-NA der bilateralen Spaltpatienten (Abb. 59, Tab. 41, 42) liegt zu Behandlungsbeginn bei  $-31,5^\circ$  (Median) entsprechend einer ausgeprägten Retroinklination der OK-Inzisiven. Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende vergrößert sich der Winkel um  $44,65^\circ$  (Median) höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ) und beträgt zum Behandlungsende  $20,15^\circ$  entsprechend einer Norminklination der OK-Inzisiven.

**Tab. 41:** OK1-NA bei bilateralen Spaltpatienten: Normwert OK1-NA  $20,9^\circ$  nach Segner und Hasund (2003: S. 61).

| OK1-NA<br>( $20,9^\circ$ ) | N  | Min   | 25 %   | Median | 75 %   | Max   | Diff. (Median-N) |
|----------------------------|----|-------|--------|--------|--------|-------|------------------|
| T1                         | 18 | -51,5 | -40,58 | -31,5  | -16,25 | -10,5 | -52,4            |
| T2                         | 18 | -16   | 5,03   | 20,15  | 25,05  | 43,5  | -0,75            |

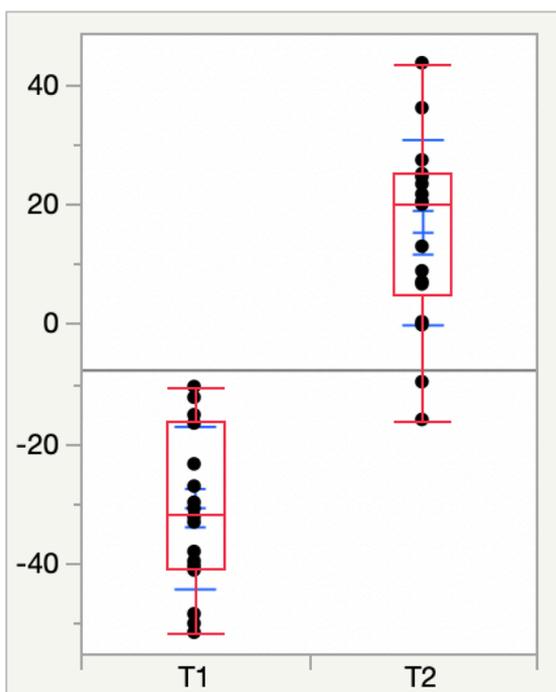
**Tab. 42:** Differenz OK1-NA bei bilateralen Spaltpatienten

| OK1-NA<br>( $20,9^\circ$ ) | N  | Min  | 25 %  | Median | 75 %  | Max  | p-Wert   | Signifi-<br>kanz |
|----------------------------|----|------|-------|--------|-------|------|----------|------------------|
| T2-T1                      | 18 | 11,1 | 39,15 | 44,65  | 53,63 | 87,5 | < 0,0001 | ***              |

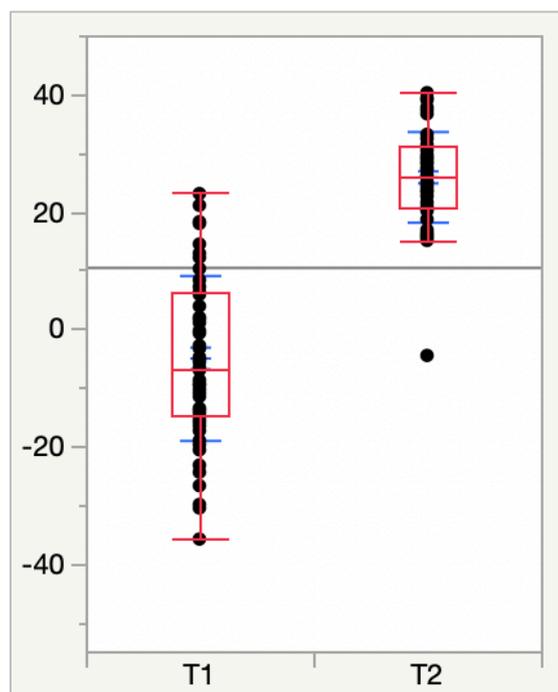
Bei unilateralen Spaltpatienten (Abb. 60, Tab. 43) beträgt der Winkel OK1-NA zum Zeitpunkt T1  $-4,91^\circ \pm 14,06^\circ$  und zeigt eine deutliche Retroinklination der OK-Inzisiven. Im Behandlungsverlauf vergrößert sich der Winkel um  $30,88^\circ \pm 15,80^\circ$  höchst signifikant ( $p = 0,0001$ ). Zum Behandlungsende liegt er bei  $25,98^\circ \pm 7,74^\circ$  und zeigt daher eine leichte Anteinklination der OK-Inzisiven.

**Tab. 43:** OK1-NA bei unilateralen Spaltpatienten: Normwert OK1-NA 20,9° nach Segner und Hasund (2003: S. 61).

| OK1-NA (20,9°) | N  | MW    | SD    | T2-T1         | Diff. (T-Norm) | p-Wert   | Signifikanz |
|----------------|----|-------|-------|---------------|----------------|----------|-------------|
| T1             | 58 | -4,91 | 14,06 | 30,88 ± 15,80 | -25,81         | < 0,0001 | ***         |
| T2             | 58 | 25,98 | 7,74  |               | 5,08           |          |             |



**Abb. 59:** OK1-NA der bilateralen Spaltpatienten



**Abb. 60:** OK1-NA der unilateralen Spaltpatienten

### OK1-NA Strecke

Ergänzend zum OK1-NA-Winkel wurde die OK1-NA Strecke (Abb. 61, Tab. 44) statistisch erfasst. Zu Behandlungsbeginn bei den bilateralen Spaltpatienten beträgt die Strecke im Durchschnitt  $-13,17 \text{ mm} \pm 4,93 \text{ mm}$  und zeigt daher eine deutliche Retroposition der OK-Inzisiven. Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende vergrößert sich die Strecke um  $14,03 \text{ mm} \pm 6,01 \text{ mm}$  höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ). Zum Behandlungsende resultiert eine Strecke von im Durchschnitt  $0,86 \text{ mm} \pm 4,85 \text{ mm}$  entsprechend einer reduzierten, aber weiterhin deutlichen Retroposition.

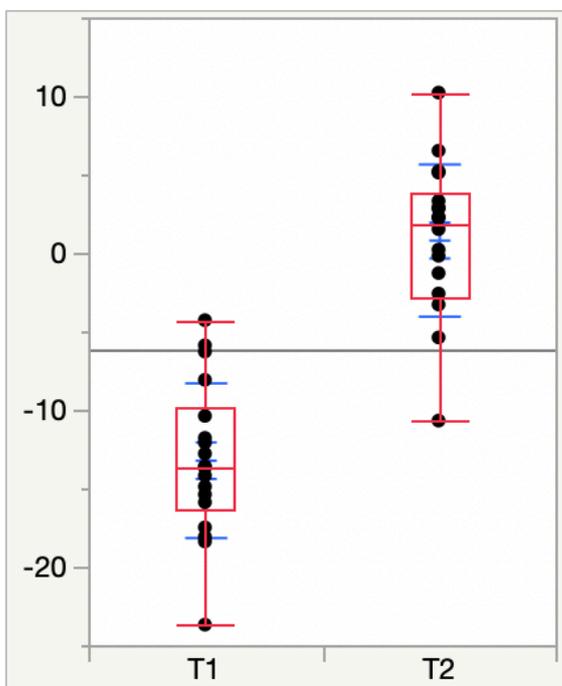
**Tab. 44:** OK1-NA Strecke von bilateralen Spaltpatienten: Normwert OK1-NA Strecke 4 mm (+ / - 2mm) (Nötzel et al., 2007: S. 119).

| OK1-NA Strecke (4 mm) | N  | MW     | SD   | T2-T1        | Diff. (T-Norm) | p-Wert   | Signifikanz |
|-----------------------|----|--------|------|--------------|----------------|----------|-------------|
| T1                    | 18 | -13,17 | 4,93 | 14,03 ± 6,01 | -17,17         | < 0,0001 | ***         |
| T2                    | 18 | 0,86   | 4,85 |              | 3,14           |          |             |

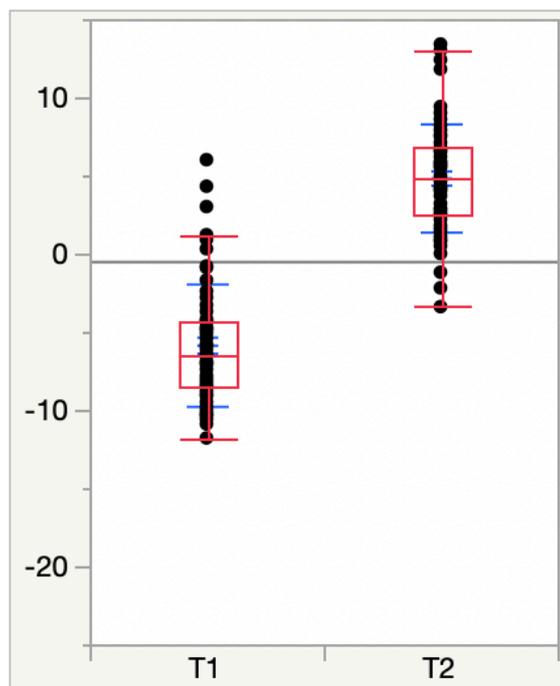
Bei den unilateralen Spaltpatienten (Abb. 62, Tab. 45) beträgt die Strecke zu Behandlungsbeginn (T1) im Durchschnitt  $-5,81 \text{ mm} \pm 3,92 \text{ mm}$  und zeigt eine deutliche Retroposition der OK-Inzisiven. Sie vergrößert sich von Zeitpunkt T1 zu T2 um  $10,69 \text{ mm} \pm 4,46 \text{ mm}$  höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ) auf eine Orthoposition der OK-Inzisiven mit  $4,87 \text{ mm} \pm 3,64 \text{ mm}$ .

**Tab. 45:** OK1-NA Strecke von unilateralen Spaltpatienten: Normwert OK1-NA 4 mm (+ / - 2 mm) (Nötzel et al., 2007: S. 119).

| OK1- NA Strecke (4 mm) | N  | MW    | SD   | T2-T1        | Diff. (T-Norm) | p-Wert   | Signifi-kanz |
|------------------------|----|-------|------|--------------|----------------|----------|--------------|
| T1                     | 58 | -5,81 | 3,92 | 10,69 ± 4,46 | -9,81          | < 0,0001 | ***          |
| T2                     | 58 | 4,87  | 3,64 |              | 0,87           |          |              |



**Abb. 61:** OK1-NA Strecke der bilateralen Spaltpatienten



**Abb. 62:** OK1-NA Strecke der unilateralen Spaltpatienten

### Veränderungen des Winkel UK1-NB

Bei den bilateralen Spaltpatienten (Abb. 63, Tab. 46, 47) liegt der Winkel UK1-NB zu Behandlungsbeginn (T1) im Durchschnitt bei 15,35° (Median) entsprechend einer deutlichen Retroinklination der UK-Inzisiven. Der Winkel vergrößert sich von Zeitpunkt T1 zu T2 um 7,8° (Median) hoch signifikant ( $p = 0,0003$ ). Zum Behandlungsende ist der Winkel UK1-NB 25° (Median) groß und zeigt die Norminklination der UK-Inzisiven.

**Tab. 46:** UK1-NB von bilateralen Spaltpatienten: Normwert UK1-NB 24,1° nach Segner und Hasund (2003: S. 62).

| UK1-NB (24,1°) | N  | Min  | 25 %  | Median | 75 %  | Max  | Diff. (Median-Norm) |
|----------------|----|------|-------|--------|-------|------|---------------------|
| T1             | 18 | 7,7  | 11,53 | 15,35  | 21,65 | 28,6 | -6,05               |
| T2             | 18 | 14,5 | 19,45 | 25,00  | 26,68 | 31,9 | 0,9                 |

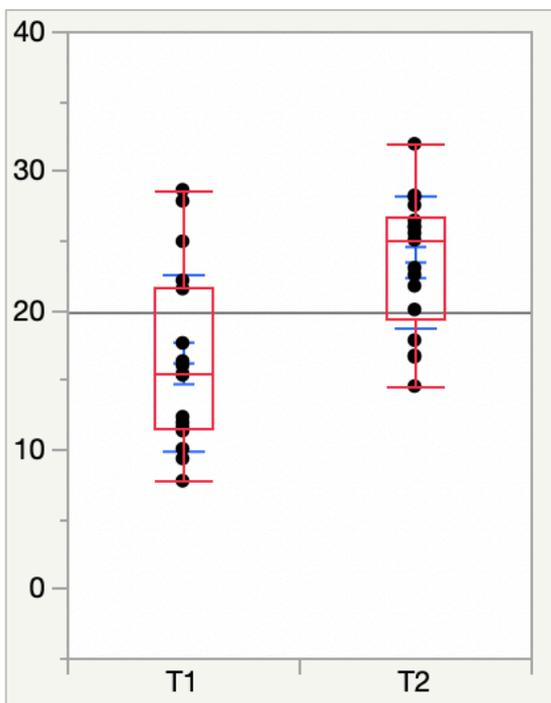
**Tab. 47:** Differenz des UK1-NB von bilateralen Spaltpatienten

| UK1-NB (24,1°) | N  | Min  | 25 % | Median | 75 %  | Max  | p-Wert | Signifikanz |
|----------------|----|------|------|--------|-------|------|--------|-------------|
| T2-T1          | 18 | -2,8 | 2,58 | 7,8    | 12,73 | 18,9 | 0,0003 | ***         |

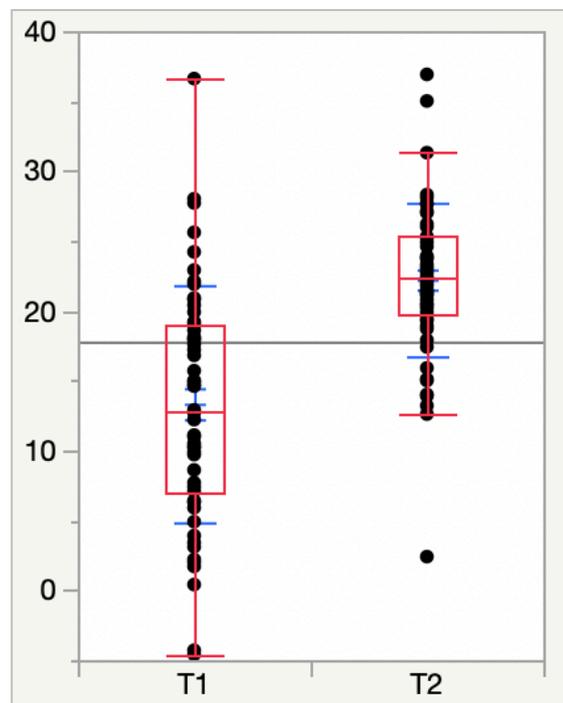
Zu Behandlungsbeginn der unilateralen Spaltpatienten (Abb. 64, Tab. 48) beträgt der UK1-NB im Durchschnitt  $13,35^\circ \pm 8,48^\circ$  entsprechend einer deutlichen Retroinklination der UK-Inzisiven. Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende vergrößert sich der Winkel um  $8,89^\circ \pm 8,08^\circ$  höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ) auf eine leichte Retroinklination von  $22,24^\circ \pm 5,50^\circ$ .

**Tab. 48:** UK1-NB von unilateralen Spaltpatienten: Normwert (UK1-NB 24,1°) nach Segner und Hasund (2003: S. 62).

| UK1-NB (24,1°) | N  | MW    | SD   | T2-T1       | Diff. (T-Norm) | p-Wert   | Signifikanz |
|----------------|----|-------|------|-------------|----------------|----------|-------------|
| T1             | 58 | 13,35 | 8,48 | 8,89 ± 8,08 | -10,75         | < 0,0001 | ***         |
| T2             | 58 | 22,24 | 5,50 |             | -1,86          |          |             |



**Abb. 63:** UK1-NB der bilateralen Spaltpatienten



**Abb. 64:** UK1-NB der unilateralen Spaltpatienten

### UK1-NB Strecke

Ergänzend zum UK1-NB-Winkel wurde die UK1-NB Strecke (Abb. 65, Tab. 49) statistisch erfasst. Zum Zeitpunkt T1 beträgt die Strecke bei den bilateralen Spaltpatienten im Durchschnitt  $1,92 \text{ mm} \pm 1,92 \text{ mm}$  und zeigt eine Retroposition der UK-Frontzähne. Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende vergrößert sie sich um  $2,13 \text{ mm} \pm 1,62 \text{ mm}$  höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ). Zum Behandlungsende resultiert die Strecke im Durchschnitt bei einer Orthoposition von  $4,04 \text{ mm} \pm 2,12 \text{ mm}$ .

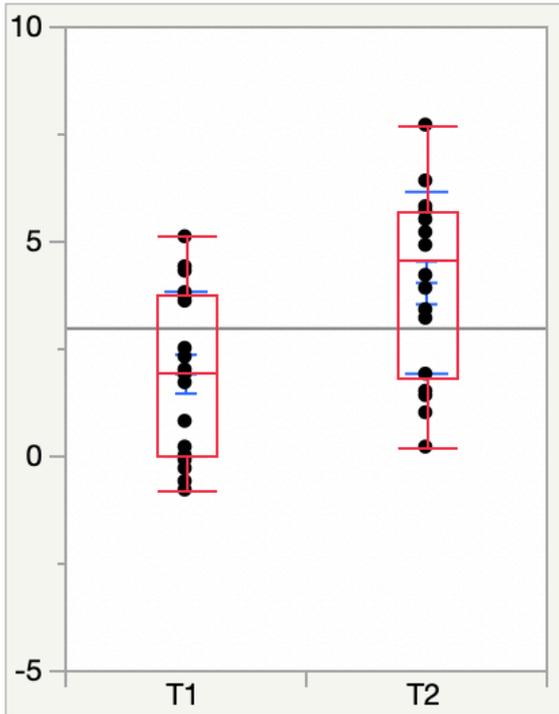
**Tab. 49:** UK1-NB Strecke von bilateralen Spaltpatienten: Normwert UK1-NB 4 mm (+ / - 2 mm) (Nötzel et al., 2007: S. 119)

| UK1- NB<br>Strecke (4 mm) | N  | MW   | SD   | T2-T1      | Diff. (T-<br>Norm) | p-Wert   | Signifi-<br>kanz |
|---------------------------|----|------|------|------------|--------------------|----------|------------------|
| T1                        | 18 | 1,92 | 1,92 | 2,13       | -2,08              | < 0,0001 | ***              |
| T2                        | 18 | 4,04 | 2,12 | $\pm 1,62$ | 0,04               |          |                  |

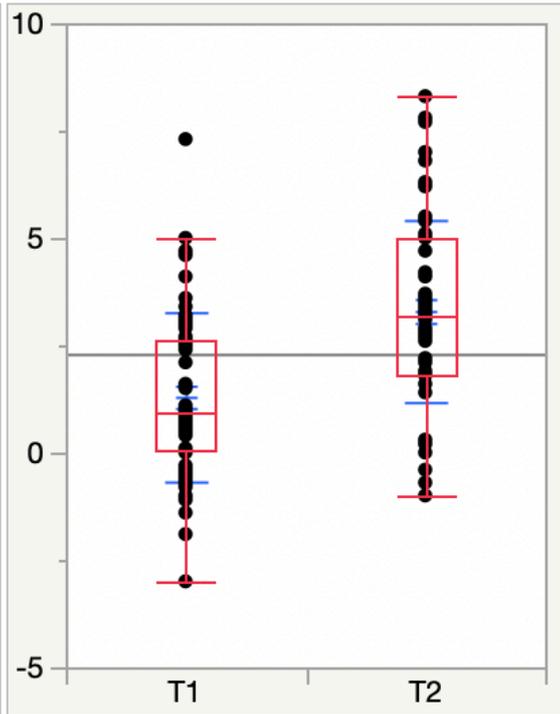
Bei den unilateralen Spaltpatienten (Abb. 66, Tab. 50) ist die Strecke zu Behandlungsbeginn (T1) im Durchschnitt  $1,30^\circ \pm 1,97^\circ$  lang, zeigt eine Retroposition der UK-Frontzähne und vergrößert sich von Zeitpunkt T1 zu T2 um  $2,00^\circ \pm 2,21^\circ$  höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ). Zum Behandlungsende liegt eine Strecke von  $3,30^\circ \pm 2,12^\circ$  vor, die einer Orthoposition entspricht.

**Tab. 50:** UK1-NB Strecke von unilateralen Spaltpatienten: Normwert UK1-NB 4 mm (+ / - 2 mm) (Nötzel et al., 2007: S. 119)

| UK1- NB<br>Strecke (4 mm) | N  | MW   | SD   | T2-T1      | Diff. (T-<br>Norm) | p-Wert   | Signifi-<br>kanz |
|---------------------------|----|------|------|------------|--------------------|----------|------------------|
| T1                        | 58 | 1,30 | 1,97 | 2,00       | - 2,7              | < 0,0001 | ***              |
| T2                        | 58 | 3,30 | 2,12 | $\pm 2,21$ | - 0,7              |          |                  |



**Abb. 65:** UK1-NB Strecke der bilateralen Spaltpatienten



**Abb. 66:** UK1-NB Strecke der unilateralen Spaltpatienten

### Veränderungen des Interinzisalwinkels

Bei den bilateralen Spaltpatienten ist der Interinzisalwinkel (Abb. 67, Tab. 51, 52) zu Behandlungsbeginn  $180,7^\circ$  (Median) groß. Dieser verkleinert sich von Zeitpunkt T1 zu T2 um  $43,1^\circ$  (Median) höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ) und liegt zum Behandlungsende mit  $138,4^\circ$  (Median) in der Nähe des Normwertes.

**Tab. 51:** Interinzisalwinkel bei bilateralen Spaltpatienten: Normwert Interinzisalwinkel  $132,9^\circ$  nach Segner und Hasund (2003: S. 63).

| Interinzisalwinkel<br>( $132,9^\circ$ ) | N  | Min   | 25 %   | Median | 75 %   | Max   | Diff.<br>(Median-Norm) |
|---|----|-------|--------|--------|--------|-------|------------------------|
| T1                                      | 18 | 160,7 | 169,18 | 180,7  | 191,13 | 202,2 | 47,8                   |
| T2                                      | 18 | 118,5 | 128,08 | 138,4  | 146,7  | 169,4 | 5,5                    |

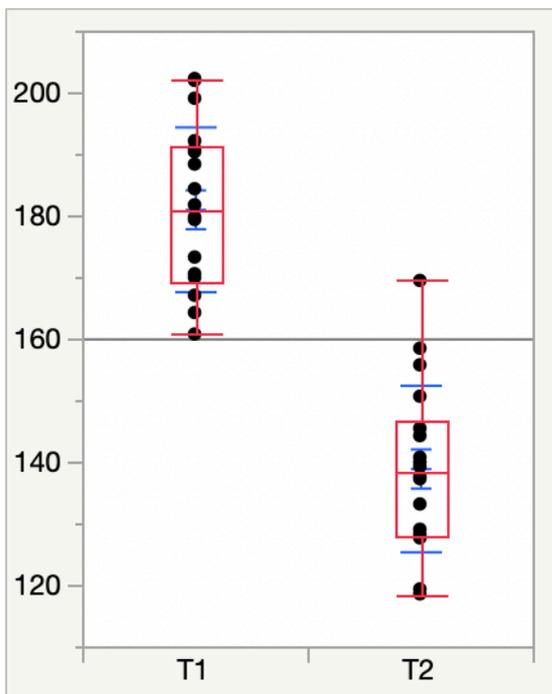
**Tab. 52:** Differenz des Interinzisalwinkel bei bilateralen Spaltpatienten

| Interinzisalwinkel<br>( $132,9^\circ$ ) | N  | Min   | 25 %  | Median | 75 %   | Max   | p-Wert   | Signifikanz |
|---|----|-------|-------|--------|--------|-------|----------|-------------|
| T2-T1                                   | 18 | -83,4 | -48,3 | -43,1  | -35,33 | -10,3 | < 0,0001 | ***         |

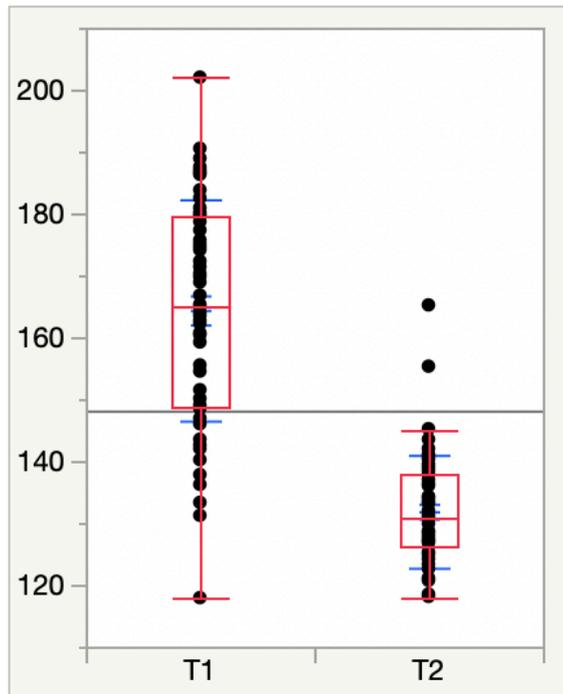
Bei den unilateralen Spaltpatienten (Abb. 68, Tab. 53) verkleinert sich der Interinzisalwinkel von im Durchschnitt  $164,42^\circ \pm 17,88^\circ$  um  $32,53^\circ \pm 19,31^\circ$  höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ) auf  $131,89^\circ \pm 9,12^\circ$  und ist damit normwertig.

**Tab. 53:** Interinzisalwinkel bei unilateralen Spaltpatienten: Normwert Interinzisalwinkel 132,9° nach Segner und Hasund (2003: S. 63).

| Interinzisalwinkel (132,9°) | N  | MW     | SD    | T2-T1  | Diff. (T-Norm) | p-Wert   | Signifikanz |
|-----------------------------|----|--------|-------|--------|----------------|----------|-------------|
| T1                          | 58 | 164,42 | 17,88 | -32,53 | 31,52          | < 0,0001 | ***         |
| T2                          | 58 | 131,89 | 9,12  | ±19,31 | -1,01          |          |             |



**Abb. 67:** Interinzisalwinkel der bilateralen Spaltpatienten



**Abb. 68:** Interinzisalwinkel der unilateralen Spaltpatienten

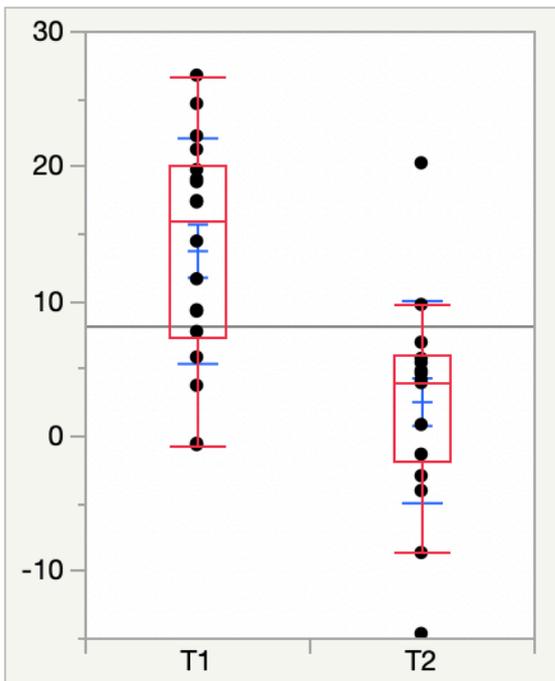
### 3.2.4 Veränderung des Weichteilprofils

#### Veränderung des Holdawaywinkels (H-Winkel)

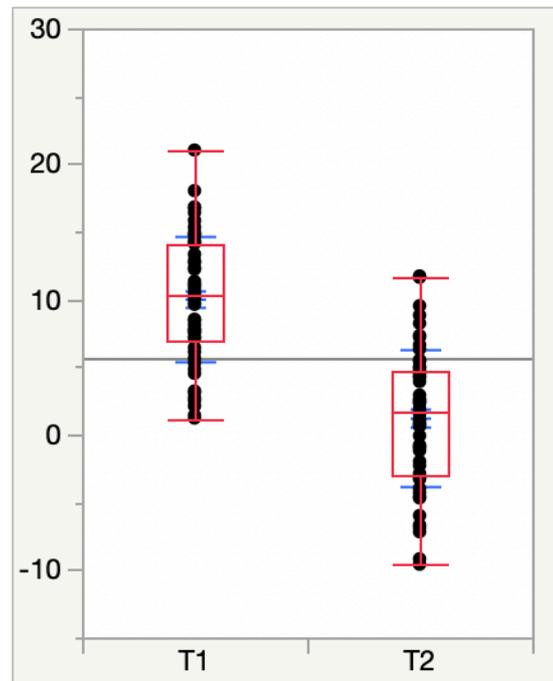
Der Holdawaywinkel liegt bei bilateralen Spaltpatienten (Abb. 69, Tab. 54) zu Behandlungsbeginn im Durchschnitt bei  $13,74^\circ \pm 8,36^\circ$ . Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende verkleinert sich der Winkel um  $11,19^\circ \pm 6,27^\circ$  höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ). Zum Behandlungsende beträgt der Winkel im Durchschnitt  $2,54^\circ \pm 7,49^\circ$ .

**Tab. 54:** Holdawaywinkel bei bilateralen Spaltpatienten: Normwert H-Winkel  $9,2^\circ$  nach Segner und Hasund (2003: S. 58–59).

| H-Winkel<br>( $9,2^\circ$ ) | N  | MW    | SD   | T2-T1             | Diff. (T-<br>Norm) | p-Wert     | Signifi-<br>kanz |
|-----------------------------|----|-------|------|-------------------|--------------------|------------|------------------|
| T1                          | 18 | 13,74 | 8,36 | $-11,19 \pm 6,27$ | 4,54               | $< 0,0001$ | ***              |
| T2                          | 18 | 2,54  | 7,49 |                   | -6,66              |            |                  |



**Abb. 69:** H-Winkel der bilateralen Spaltpatienten



**Abb. 70:** H-Winkel der unilateralen Spaltpatienten

Bei unilateralen Spaltpatienten (Abb. 70, Tab. 55) liegt zu Behandlungsbeginn ein Winkel von im Durchschnitt  $10,04^\circ \pm 4,63^\circ$  vor. Im Laufe der Behandlung vermindert sich dieser um  $8,79^\circ \pm 4,39^\circ$  höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ) auf im Durchschnitt  $1,25^\circ \pm 5,06^\circ$ .

**Tab. 55:** Holdawaywinkel bei unilateralen Spaltpatienten: Normwert H-Winkel  $9,2^\circ$  nach Segner und Hasund (2003: S. 59).

| H-Winkel<br>( $9,2^\circ$ ) | N  | MW    | SD   | T2 -T1           | Diff. (T-<br>Norm) | p-Wert     | Signifi-<br>kanz |
|-----------------------------|----|-------|------|------------------|--------------------|------------|------------------|
| T1                          | 58 | 10,04 | 4,63 | $-8,79 \pm 4,39$ | 0,84               | $< 0,0001$ | ***              |
| T2                          | 58 | 1,25  | 5,06 |                  | -7,95              |            |                  |

### Errechneter H-Winkel

Bei den bilateralen Spaltpatienten zeigt der errechnete H-Winkel im Verhältnis zum ermittelten H-Winkel (Tab. 56) zu Behandlungsbeginn bei 13 von 18 Spaltpatienten eine günstige ästhetische Weichteilsituation auf. Zum Behandlungsende liegt bei 16 von 18 Spaltpatienten eine ungünstige ästhetische Weichteilsituation vor. Der errechnete H-Winkel kennzeichnet in Relation zum ermittelten H-Winkel bei unilateralen Spaltpatienten zu Behandlungsbeginn mit 41 von 58 Spaltpatienten eine günstige ästhetische Weichteilsituation und zeigt zum Behandlungsende wiederum mit 50 von 58 Spaltpatienten eine ungünstige ästhetische Weichteilsituation auf.

**Tab. 56:** Errechneter H-Winkel ( $H_{\text{errechnet}} = 1,0 \cdot \text{ANB} - 1,3 \cdot \text{Pog-NB}_{\text{mm}} + 10,5$ ) (Segner und Hasund, 2003: S. 96–97)

| H <sub>errechnet</sub>            | N  | T1           | T2           |
|-----------------------------------|----|--------------|--------------|
| <b>Bilaterale Spaltpatienten</b>  | 18 | 13 günstig   | 2 günstig    |
|                                   |    | 5 ungünstig  | 16 ungünstig |
| <b>Unilaterale Spaltpatienten</b> | 58 | 41 günstig   | 8 günstig    |
|                                   |    | 17 ungünstig | 50 ungünstig |

### Veränderung des Nasolabialwinkels

Der Nasolabialwinkel ist alters- und geschlechtsunabhängig und für die Beurteilung des Profils wichtig. Bei den bilateralen Spaltpatienten liegt der Nasolabialwinkel (Abb. 71, Tab. 57) zu Behandlungsbeginn bei  $128,14^\circ \pm 19,00^\circ$ . Der Winkel ist hier vergrößert und liegt über dem Normwert  $109,8^\circ$ , d.h. es handelt sich um eine Retrusion der Oberlippe oder um einen steilen Nasensteg. Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende verkleinert sich der Winkel um  $26,02^\circ \pm 19,24^\circ$  höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ) und beträgt zum Behandlungsende im Durchschnitt  $102,12^\circ \pm 21,24^\circ$ . Damit liegt er leicht unter dem Normwert und kennzeichnet entweder eine Protrusion der Frontzähne oder eine maxilläre Hypoplasie / Retrognathie.

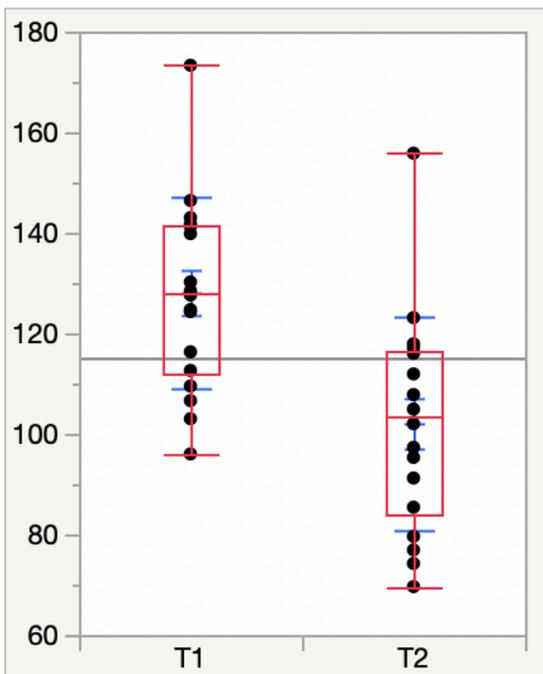
**Tab. 57:** Nasolabialwinkel bei bilateralen Spaltpatienten: Normwert Nasolabialwinkel  $109,8^\circ$  nach Segner und Hasund (2003: S. 60).

| Nasolabial-<br>winkel<br>( $109,8^\circ$ ) | N  | MW     | SD    | T2-T1              | Diff. (T-<br>Norm) | p-Wert     | Signifi-<br>kanz |
|--|----|--------|-------|--------------------|--------------------|------------|------------------|
| T1   | 18 | 128,14 | 19,00 | $-26,02^\circ \pm$ | 18,34              | $< 0,0001$ | ***              |
| T2   | 18 | 102,12 | 21,24 | 19,24              | -7,68              |            |                  |

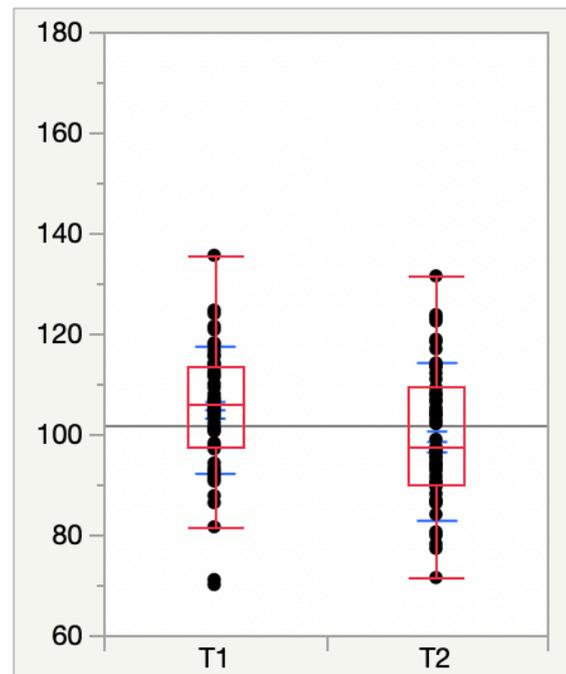
Bei unilateralen Spaltpatienten (Abb. 72, Tab. 58) beträgt der Winkel zu Behandlungsbeginn im Durchschnitt  $104,92^\circ \pm 12,64^\circ$  und ist damit im Verhältnis zur Norm nur leicht verkleinert. Zum Behandlungsende liegt er im Durchschnitt bei  $98,62^\circ \pm 15,70^\circ$ , verkleinert sich demnach um  $6,29^\circ \pm 14,56^\circ$  hoch signifikant ( $p = 0,0017$ ). Insgesamt liegt der Nasolabialwinkel bei den unilateralen Spaltpatienten unterhalb des Normwertes. Somit resultieren eine für Lippen-Kiefer-Gaumenspalten zu erwartende maxilläre Hypoplasie / Retrognathie oder eine Protrusion der Frontzähne.

**Tab. 58:** Nasolabialwinkel bei unilateralen Spaltpatienten: Normwert Nasolabialwinkel 109,8° nach Segner und Hasund (2003: S. 60).

| Nasolabialwinkel (109,8°) | N  | MW     | SD    | T2-T1         | Diff. (T-Norm) | p-Wert | Signifikanz |
|---------------------------|----|--------|-------|---------------|----------------|--------|-------------|
| T1                        | 58 | 104,92 | 12,64 | -6,29 ± 14,56 | -4,88          | 0,0017 | **          |
| T2                        | 58 | 98,62  | 15,70 |               | -11,18         |        |             |



**Abb. 71** Nasolabialwinkel der bilateralen Spaltpatienten



**Abb. 72** Nasolabialwinkel der unilateralen Spaltpatienten

### 3.2.5 Veränderung des PAS

#### Veränderung der Strecke ML-Hy

Die Strecke ML-Hy der bilateralen Spaltpatienten (Abb. 73, Tab. 59) liegt zu Behandlungsbeginn bei  $10,67 \text{ mm} \pm 4,45 \text{ mm}$ . Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende vergrößert sich die Strecke um  $5,45 \text{ mm} \pm 5,19 \text{ mm}$  höchst signifikant ( $p = 0,0003$ ). Zum Behandlungsende beträgt die Strecke  $16,12 \text{ mm} \pm 4,36 \text{ mm}$ .

**Tab. 59:** ML-Hy bei bilateralen Spaltpatienten: Normwert ML-Hy  $10,33 \text{ mm} \pm 3,13 \text{ mm}$  von Kindern mit  $12,1 \pm 2,7$  Jahren nach Rose (2003), Normwert ML-Hy  $21,2 \text{ mm} \pm 6,3 \text{ mm}$  von Erwachsenen im Durchschnitt mit 44 Jahren nach Hochban (1994).

| ML-Hy         | N  | MW    | SD   | T2-T1           | Diff. (T-Norm) | p-Wert | Signifikanz |
|---------------|----|-------|------|-----------------|----------------|--------|-------------|
| T1 (10,33 mm) | 18 | 10,67 | 4,45 | $5,45 \pm 5,19$ | 0,34           | 0,0003 | ***         |
| T2 (21,2 mm)  | 18 | 16,12 | 4,36 |                 | -5,08          |        |             |

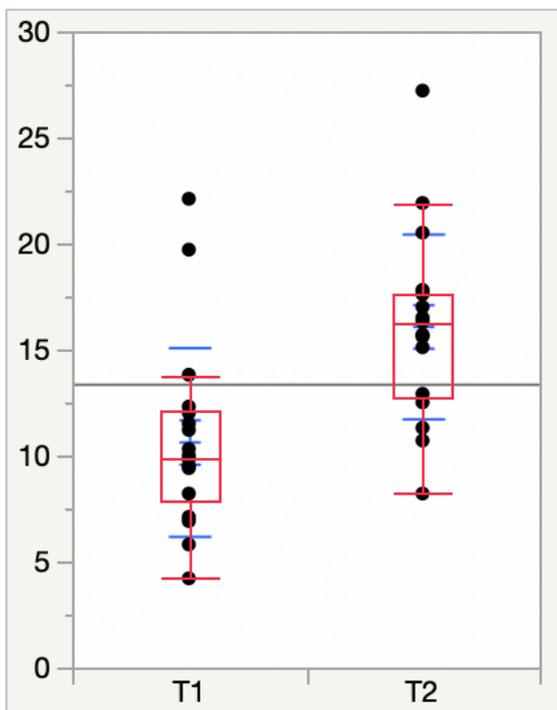
Bei unilateralen Spaltpatienten (Abb. 74, Tab. 60, 61) beträgt die Strecke zu Behandlungsbeginn im  $8,75 \text{ mm}$  (Median). Während der Behandlung vergrößert sich die Strecke um  $5,7 \text{ mm}$  (Median) höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ). Zum Behandlungsende liegt die Strecke bei  $14,25 \text{ mm}$  (Median).

**Tab. 60:** ML-Hy bei unilateralen Spaltpatienten: Normwert ML-Hy 10,33 mm  $\pm$  3,13 mm von Kindern mit 12,1  $\pm$  2,7 Jahren nach Rose (2003), Normwert ML-Hy 21,2 mm  $\pm$  6,3 mm von Erwachsenen im Durchschnitt mit 44 Jahren nach Hochban (1994).

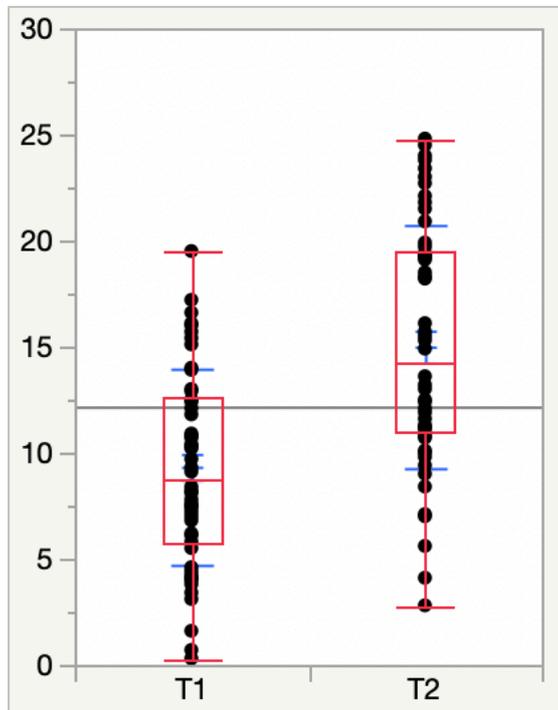
| ML-Hy         | N  | Min | 25 %  | Median | 75 %  | Max  | Diff. (Median-Norm) |
|---------------|----|-----|-------|--------|-------|------|---------------------|
| T1 (10,33 mm) | 58 | 0,3 | 5,73  | 8,75   | 12,6  | 19,5 | -1,58               |
| T2 (21,2 mm)  | 58 | 2,8 | 11,03 | 14,25  | 19,48 | 24,8 | -6,95               |

**Tab. 61:** Differenz ML-Hy bei unilateralen Spaltpatienten

| ML-Hy | N  | Min  | 25 % | Median | 75 % | Max  | p-Wert   | Signifikanz |
|-------|----|------|------|--------|------|------|----------|-------------|
| T2-T1 | 58 | -5,3 | 2,28 | 5,7    | 8,15 | 21,8 | < 0,0001 | ***         |



**Abb. 73:** ML-Hy der bilateralen Spaltpatienten



**Abb. 74:** ML-Hy der unilateralen Spaltpatienten

## Veränderung der Uvulalänge

Die Uvulalänge liegt bei bilateralen Spaltpatienten zu Behandlungsbeginn bei 26,35 mm  $\pm$  7,86 mm (Abb. 75, Tab. 62). Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende vergrößert sich die Strecke um 0,64 mm  $\pm$  8,84 mm nicht signifikant ( $p = 0,7628$ ) und beträgt zum Behandlungsende 26,99 mm  $\pm$  6,06 mm.

**Tab. 62:** UL bei bilateralen Spaltpatienten: Normwert UL 27,25 mm  $\pm$  2,88 mm von Kindern mit 12,1  $\pm$  2,7 Jahre nach Rose (2003), Normwert UL 45,8 mm  $\pm$  5,0 mm von Erwachsenen im Durchschnitt mit 44 Jahren nach Hochban (1994).

| UL                   | N  | MW    | SD   | T2-T1      | Diff. (T-Norm) | p-Wert | Signifikanz |
|----------------------|----|-------|------|------------|----------------|--------|-------------|
| <b>T1 (27,25 mm)</b> | 18 | 26,35 | 7,86 | 0,64 $\pm$ | -0,9           | 0,7628 | n. s.       |
| <b>T2 (45,8 mm)</b>  | 18 | 26,99 | 6,06 | 8,84       | -18,81         |        |             |

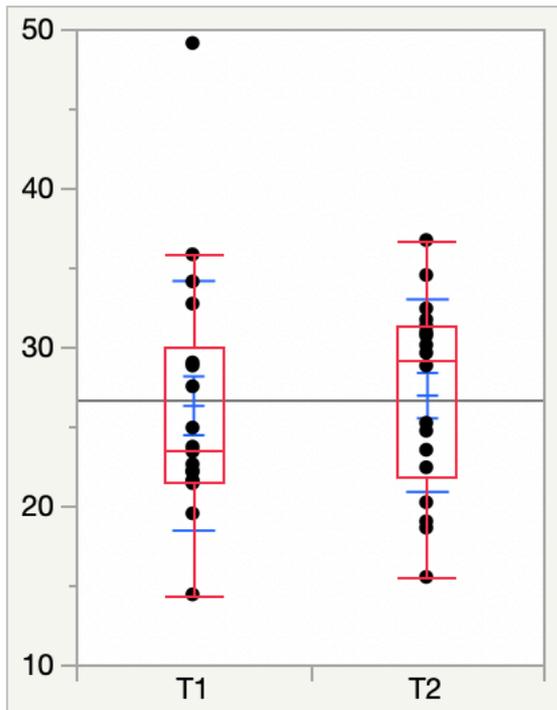
Bei unilateralen Spaltpatienten (Abb. 76, Tab. 63, 64) beträgt die Uvulalänge zu Behandlungsbeginn 24,65 mm (Median). Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende vergrößert sich die Strecke um 5,05 mm (Median) höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ) auf eine Uvulalänge von 30,45 mm (Median).

**Tab. 63:** UL bei unilateralen Spaltpatienten: Normwert UL 27,25 mm  $\pm$  2,88 mm von Kindern mit 12,1  $\pm$  2,7 Jahre nach Rose (2003), Normwert UL 45,8 mm  $\pm$  5,0 mm von Erwachsenen im Durchschnitt mit 44 Jahren nach Hochban (1994).

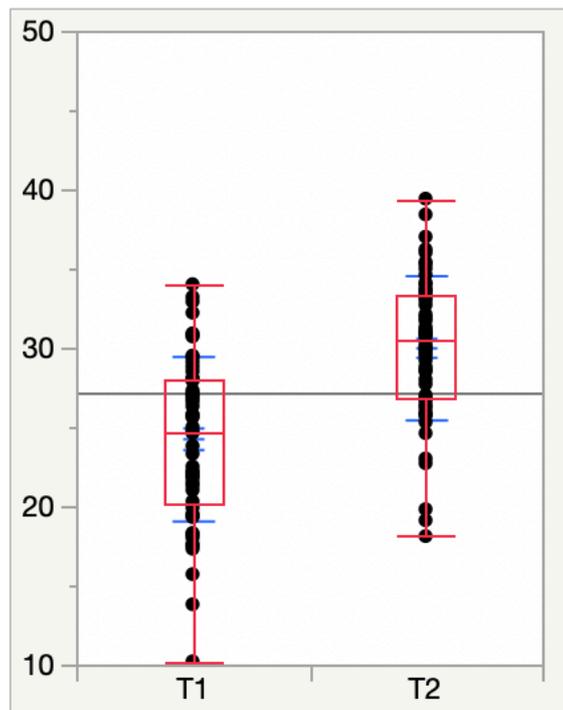
| UL                   | N  | Min  | 25 %  | Median | 75 %  | Max  | Diff. (Median-Norm) |
|----------------------|----|------|-------|--------|-------|------|---------------------|
| <b>T1 (27,25 mm)</b> | 58 | 10,2 | 20,2  | 24,65  | 28,03 | 34   | -2,6                |
| <b>T2 (45,8 mm)</b>  | 58 | 18,1 | 26,78 | 30,45  | 33,4  | 39,4 | -15,35              |

**Tab. 64:** Differenz der UL bei unilateralen Spaltpatienten

| UL    | N  | Min  | 25 % | Median | 75 % | Max  | p-Wert   | Signifikanz |
|-------|----|------|------|--------|------|------|----------|-------------|
| T2-T1 | 58 | -2,9 | 2,4  | 5,05   | 7,95 | 20,6 | < 0,0001 | ***         |



**Abb. 75:** UL der bilateralen Spaltpatienten



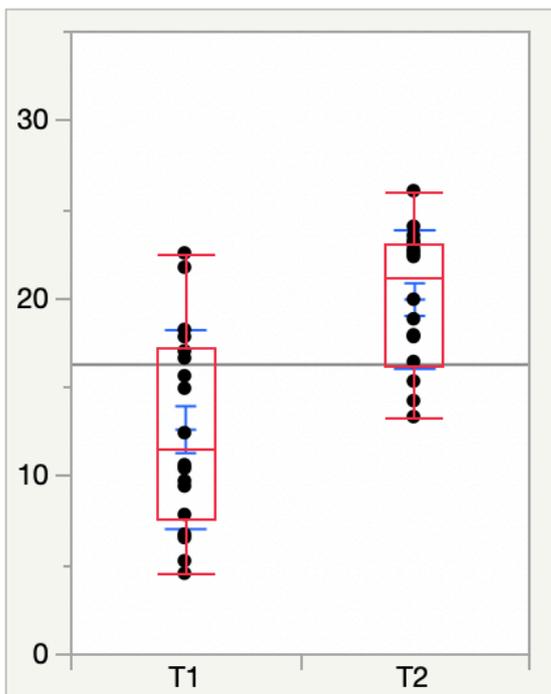
**Abb. 76:** UL der unilateralen Spaltpatienten

### Veränderung der Strecke PAS (NL)

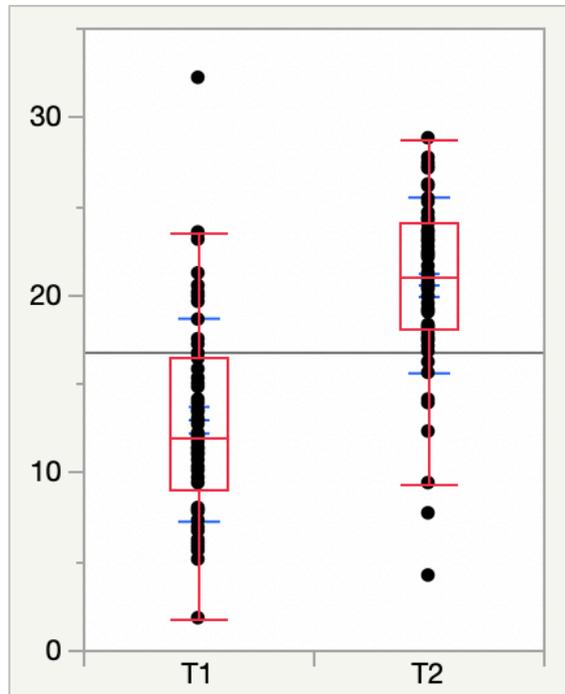
Die Strecke PAS (NL) liegt zu Behandlungsbeginn bei Patienten mit bilateraler Spalte bei  $12,64 \text{ mm} \pm 5,59 \text{ mm}$  (Abb. 77, Tab. 65). Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende vergrößert sich die Strecke um  $7,32 \text{ mm} \pm 5,67 \text{ mm}$  höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ). Zum Behandlungsende beträgt die Strecke im Durchschnitt normwertige  $19,95 \text{ mm} \pm 3,89 \text{ mm}$ .

**Tab. 65:** PAS (NL) bei bilateralen Spaltpatienten: Normwert PAS (NL) 19,55 mm  $\pm$  5,22 mm von Kindern mit 12,1  $\pm$  2,7 Jahre nach Rose (2003), Normwert PAS (NL) 28,2 mm  $\pm$  3,5 mm von Erwachsenen im Durchschnitt mit 44 Jahren nach Hochban (1994).

| PAS (NL)             | N  | MW    | SD   | T2-T1      | Diff. (T-Norm) | p-Wert   | Signifi-<br>kanz |
|----------------------|----|-------|------|------------|----------------|----------|------------------|
| <b>T1 (19,55 mm)</b> | 18 | 12,64 | 5,59 | 7,32 $\pm$ | -6,91          | < 0,0001 | ***              |
| <b>T2 (28,2 mm)</b>  | 18 | 19,95 | 3,89 | 5,67       | -8,25          |          |                  |



**Abb. 77:** PAS (NL) der bilateralen Spaltpatienten



**Abb. 78:** PAS (NL) der unilateralen Spaltpatienten

Bei unilateralen Spaltpatienten (Abb. 78, Tab. 66) beträgt die Strecke PAS (NL) zu Behandlungsbeginn im Durchschnitt 12,98 mm  $\pm$  5,71 mm. und vergrößert sich bis Behandlungsende um 7,58 mm  $\pm$  5,90 mm höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ) auf normwertige 20,56 mm  $\pm$  4,94 mm.

**Tab. 66:** PAS (NL) bei unilateralen Spaltpatienten: Normwert PAS (NL) 19,55 mm  $\pm$  5,22 mm von Kindern mit 12,1  $\pm$  2,7 Jahre nach Rose (2003), Normwert PAS (NL) 28,2 mm  $\pm$  3,5 mm von Erwachsenen im Durchschnitt mit 44 Jahren nach Hochban (1994).

| PAS (NL)            | N  | MW    | SD   | T2-T1      | Diff. (T-Norm) | p-Wert   | Signifi-<br>kanz |
|---------------------|----|-------|------|------------|----------------|----------|------------------|
| <b>T1(19,55 mm)</b> | 58 | 12,98 | 5,71 | 7,58 $\pm$ | -6,57          | < 0,0001 | ***              |
| <b>T2 (28,2 mm)</b> | 58 | 20,56 | 4,94 | 5,90       | -7,64          |          |                  |

### Veränderung der Strecke PAS (OE)

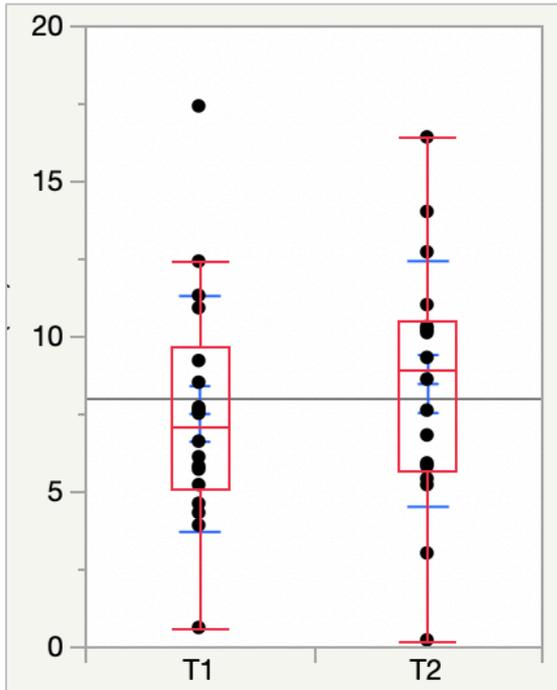
Bei den bilateralen Spaltpatienten (Abb. 79, Tab. 67, 68) liegt die Strecke PAS (OE) zu Behandlungsbeginn (T1) bei 7,05 mm (Median). Zwischen Behandlungsbeginn und -ende vergrößert sich die Strecke um 1,15 mm (Median) nicht signifikant ( $p = 0,2506$ ), sodass zum Behandlungsende (T2) eine annähernd normwertige PAS (OE) Strecke von 8,95 mm (Median) vorliegt.

**Tab. 67:** PAS (OE) bei bilateralen Spaltpatienten: Normwert PAS (OE) 9,25mm  $\pm$  2,05 mm von Kindern mit 12,1  $\pm$  2,7 Jahre nach Rose (2003), Normwert PAS (OE) 9,7 mm  $\pm$  3,4 mm von Erwachsenen im Durchschnitt mit 44 Jahren nach Hochban (1994).

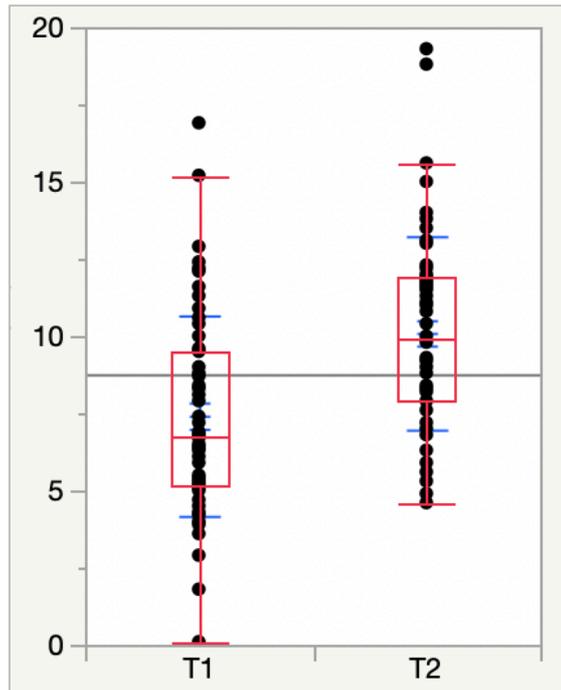
| PAS (OE)            | N  | Min | 25 % | Median | 75 %  | Max  | Diff. (Median-Norm) |
|---------------------|----|-----|------|--------|-------|------|---------------------|
| <b>T1 (9,25 mm)</b> | 18 | 0,6 | 5,05 | 7,05   | 9,63  | 17,4 | -2,2                |
| <b>T2 (9,7 mm)</b>  | 18 | 0,2 | 5,7  | 8,95   | 10,48 | 16,4 | -0,3                |

**Tab. 68:** Differenz der PAS(OE) bei bilateralen Spaltpatienten

| PAS (OE) | N  | Min   | 25 %  | Median | 75 % | Max  | p-Wert | Signifi-<br>kanz |
|----------|----|-------|-------|--------|------|------|--------|------------------|
| T2-T1    | 18 | -12,2 | -1,23 | 1,15   | 2,23 | 10,7 | 0,2506 | n. s.            |



**Abb. 79:** PAS (OE) der bilateralen Spaltpatienten



**Abb. 80:** PAS (OE) der unilateralen Spaltpatienten

Die Strecke PAS (OE) der unilateralen Spaltpatienten (Abb. 80, Tab. 69, 70) liegt zu Behandlungsbeginn (T1) bei 6,75 mm (Median) vor. Zwischen Behandlungsbeginn und -ende vergrößert sich die Strecke um 2,4 mm (Median) höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ), sodass zum Behandlungsende (T2) eine normwertige PAS (OE) Strecke von 9,9 mm (Median) vorliegt.

**Tab. 69:** PAS (OE) bei unilateralen Spaltpatienten: Normwert PAS (OE) 9,25mm  $\pm$  2,05 mm von Kindern mit 12,1  $\pm$  2,7 Jahre nach Rose (2003), Normwert PAS (OE) 9,7 mm  $\pm$  3,4 mm von Erwachsenen im Durchschnitt mit 44 Jahren nach Hochban (1994).

| PAS (OE)     | N  | Min | 25 % | Median | 75 %  | Max  | Diff. (Median-Norm) |
|--------------|----|-----|------|--------|-------|------|---------------------|
| T1 (9,25 mm) | 58 | 0,1 | 5,18 | 6,75   | 9,53  | 16,9 | -2,5                |
| T2 (9,7 mm)  | 58 | 4,6 | 7,9  | 9,9    | 11,93 | 19,3 | 0,65                |

**Tab. 70:** Differenz der PAS (OE) bei unilateralen Spaltpatienten

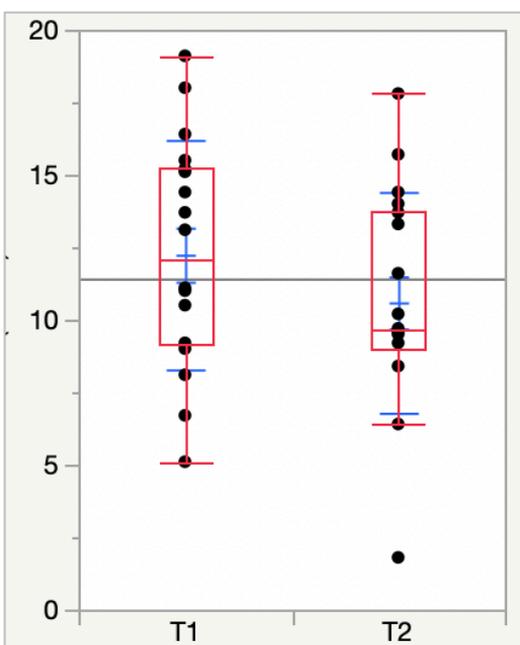
| PAS (OE) | N  | Min  | 25 % | Median | 75 % | Max  | p-Wert   | Signifikanz |
|----------|----|------|------|--------|------|------|----------|-------------|
| T2-T1    | 58 | -9,9 | 0,65 | 2,4    | 4,85 | 10,4 | < 0,0001 | ***         |

## Veränderung der Strecke PAS (B-Go)

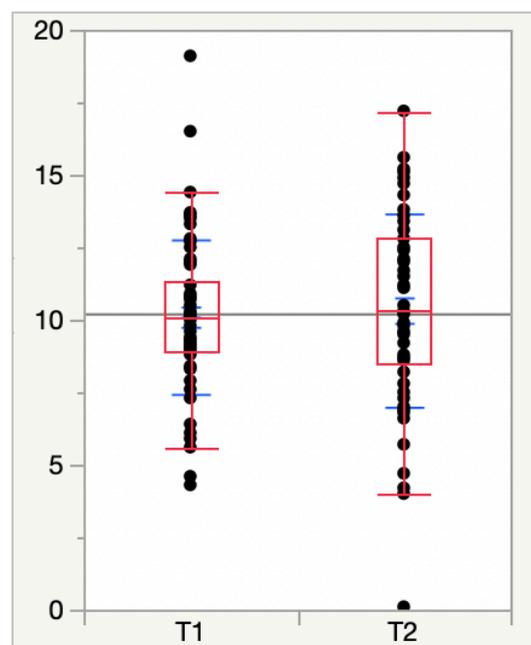
Die Strecke PAS (B-Go) liegt zu Behandlungsbeginn bei Patienten mit bilateraler Spalte bei  $12,24 \text{ mm} \pm 3,96 \text{ mm}$  (Abb. 81, Tab. 71). Im Behandlungsverlauf verkleinert sich die Strecke um  $1,64 \text{ mm} \pm 4,07 \text{ mm}$  nicht signifikant ( $p = 0,1044$ ). Zum Behandlungsende beträgt die Strecke  $10,6 \text{ mm} \pm 3,81 \text{ mm}$  im Durchschnitt.

**Tab. 71:** PAS (B-Go) bei bilateralen Spaltpatienten: Normwert PAS (B-Go)  $11,9 \text{ mm} \pm 3,98 \text{ mm}$  von Kindern mit  $7,3 \pm 2,7$  Jahre nach Pirilä-Parkkinen (2010), Normwert PAS (B-Go)  $9,6 \text{ mm} \pm 3,2 \text{ mm}$  von Erwachsenen im Durchschnitt mit  $28,0 \pm 5,8$  Jahren nach Johns (1998)

| PAS (B-Go)   | N  | MW    | SD   | T2-T1        | Diff. (T-Norm) | p-Wert | Signifikanz |
|--------------|----|-------|------|--------------|----------------|--------|-------------|
| T1 (11,9 mm) | 18 | 12,24 | 3,96 | -1,64 ± 4,07 | 0,34           | 0,1044 | n. s.       |
| T2 (9,6 mm)  | 18 | 10,60 | 3,81 |              | 1,00           |        |             |



**Abb. 81:** PAS(B-Go) der bilateralen Spaltpatienten



**Abb. 82:** PAS(B-Go) der unilateralen Spaltpatienten

Die Strecke PAS (B-Go) liegt zu Behandlungsbeginn bei Patienten mit unilateraler Spalte (Abb. 82, Tab. 72) bei  $10,11 \text{ mm} \pm 2,66 \text{ mm}$  und vergrößert sich um  $0,23 \text{ mm} \pm 3,15 \text{ mm}$  nicht signifikant ( $p = 0,5873$ ). Zum Behandlungsende beträgt die Strecke  $10,33 \text{ mm} \pm 3,34 \text{ mm}$  im Durchschnitt.

**Tab. 72:** PAS (B-Go) bei unilateralen Spaltpatienten: Normwert PAS (B-Go)  $11,9 \text{ mm} \pm 3,98 \text{ mm}$  von Kinder mit  $7,3 \pm 2,7$  Jahre nach Pirilä-Parkkinen (2010), Normwert PAS (B-Go)  $9,6 \text{ mm} \pm 3,2 \text{ mm}$  von Erwachsenen im Durchschnitt mit  $28,0 \pm 5,8$  Jahren nach Johns (1998).

| PAS (B-Go)          | N  | MW    | SD   | T2-T1           | Diff. (T-Norm) | p-Wert | Signifikanz |
|---------------------|----|-------|------|-----------------|----------------|--------|-------------|
| <b>T1 (11,9 mm)</b> | 58 | 10,11 | 2,66 | $0,23 \pm 3,15$ | -1,79          | 0,5873 | n. s.       |
| <b>T2 (9,6 mm)</b>  | 58 | 10,33 | 3,34 |                 | 0,73           |        |             |

### Veränderung der Strecke PAS (ML)

Die Strecke PAS (ML) liegt zu Behandlungsbeginn bei Patienten mit bilateraler Spalte bei 12,54 mm  $\pm$  3,93 mm (Abb. 83, Tab. 73). Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende verkleinert sich die Strecke um 1,58 mm  $\pm$  4,41 mm nicht signifikant ( $p = 0,1461$ ), sodass die Strecke zum Behandlungsende 10,96 mm  $\pm$  3,89 mm im Durchschnitt beträgt.

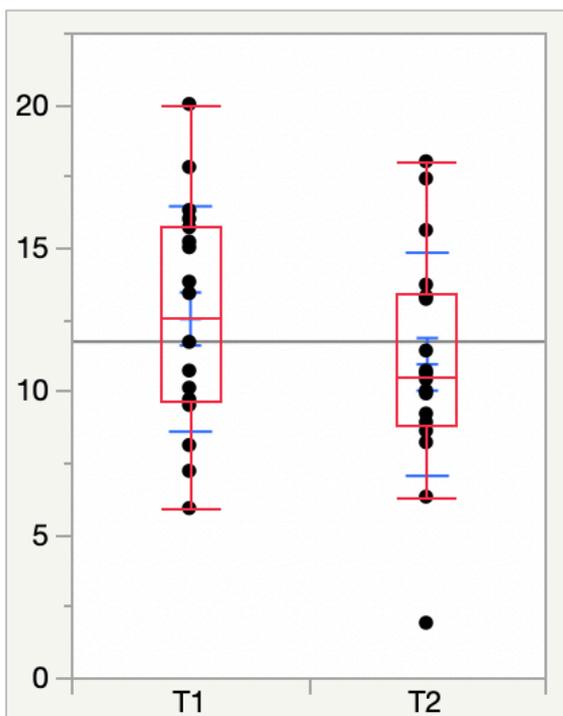
**Tab. 73:** PAS (ML) bei bilateralen Spaltpatienten: Normwert PAS (ML) 13,10 mm  $\pm$  2,40 mm von Kindern mit 12,1  $\pm$  2,7 Jahre nach Rose (2003), Normwert PAS (ML) 13,40 mm  $\pm$  4,0 mm von Erwachsenen im Durchschnitt mit 44 Jahren nach Hochban (1994).

| PAS (ML)      | N  | MW    | SD   | T2-T1            | Diff. (T-Norm) | p-Wert | Signifikanz |
|---------------|----|-------|------|------------------|----------------|--------|-------------|
| T1 (13,10 mm) | 18 | 12,54 | 3,93 | -1,58 $\pm$ 4,41 | -0,56          | 0,1461 | n. s.       |
| T2 (13,40 mm) | 18 | 10,96 | 3,89 |                  | -2,44          |        |             |

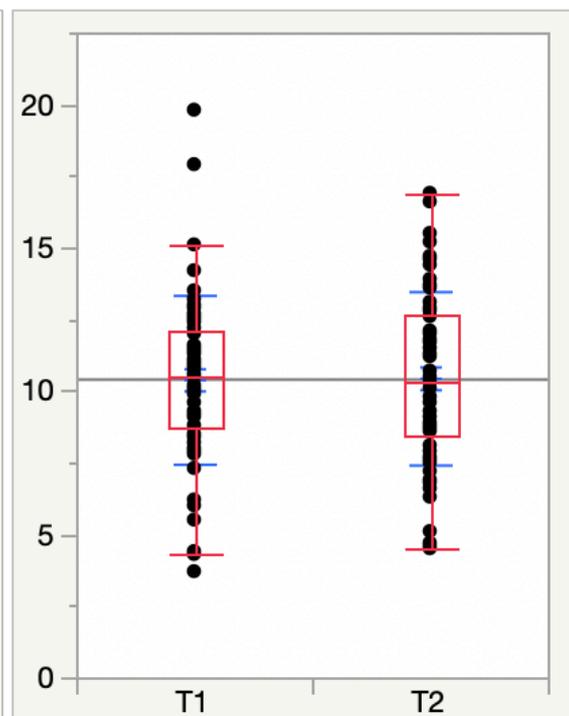
Zu Behandlungsbeginn beträgt die Strecke PAS (ML) bei Patienten mit unilateraler Spalte im Durchschnitt 10,40 mm  $\pm$  2,95 mm (Abb. 84, Tab. 74). Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende vergrößert sich die Strecke um 0,05 mm  $\pm$  2,84 mm nicht signifikant ( $p = 0,8902$ ). Zum Behandlungsende beträgt die Strecke 10,46 mm  $\pm$  3,03 mm.

**Tab. 74:** PAS (ML) bei unilateralen Spaltpatienten: Normwert PAS (ML) 13,10 mm  $\pm$  2,40 mm von Kindern mit 12,1  $\pm$  2,7 Jahre nach Rose (2003), Normwert PAS (ML) 13,40 mm  $\pm$  4,0 mm von Erwachsenen im Durchschnitt mit 44 Jahren nach Hochban (1994).

| PAS (ML)      | N  | MW    | SD   | T2-T1           | Diff.(T-Norm) | p-Wert | Signifi-<br>kanz |
|---------------|----|-------|------|-----------------|---------------|--------|------------------|
| T1 (13,10 mm) | 58 | 10,40 | 2,95 | 0,05 $\pm$ 2,84 | -2,7          | 0,8902 | n. s.            |
| T2 (13,40 mm) | 58 | 10,46 | 3,03 |                 | -2,94         |        |                  |



**Abb. 83:** PAS (ML) der bilateralen Spaltpatienten



**Abb. 84:** PAS (ML) der unilateralen Spaltpatienten

## Veränderung der Strecke PAS (Uv)

Bei den bilateralen Spaltpatienten liegt zu Behandlungsbeginn die Strecke PAS (Uv) im Durchschnitt bei 5,14 mm  $\pm$  2,40 mm (Abb. 85, Tab. 75). Zwischen Behandlungsbeginn und -ende vergrößert sich die Strecke um 2,16 mm  $\pm$  3,24 mm signifikant ( $p = 0,0115$ ), sodass zum Behandlungsende eine annähernd normwertige PAS (Uv) Strecke von im Durchschnitt 7,3 mm  $\pm$  3,17 mm vorliegt.

**Tab. 75:** PAS (Uv) bei bilateralen Spaltpatienten: Normwert PAS (Uv) 8,00 mm  $\pm$  1,81 mm von Kindern mit 12,1  $\pm$  2,7 Jahre nach Rose (2003), Normwert PAS (UV) 8,7 mm  $\pm$  3,0 mm von Erwachsenen im Durchschnitt mit 41,8  $\pm$  9,0 Jahren nach Battagel (2000)

| PAS (Uv)    | N  | MW   | SD   | T2-T1           | Diff. (T-Norm) | p-Wert | Signifikanz |
|-------------|----|------|------|-----------------|----------------|--------|-------------|
| T1 (8 mm)   | 18 | 5,14 | 2,40 | 2,16 $\pm$ 3,24 | -2,86          | 0,0115 | *           |
| T2 (8,7 mm) | 18 | 7,3  | 3,17 |                 | -1,40          |        |             |

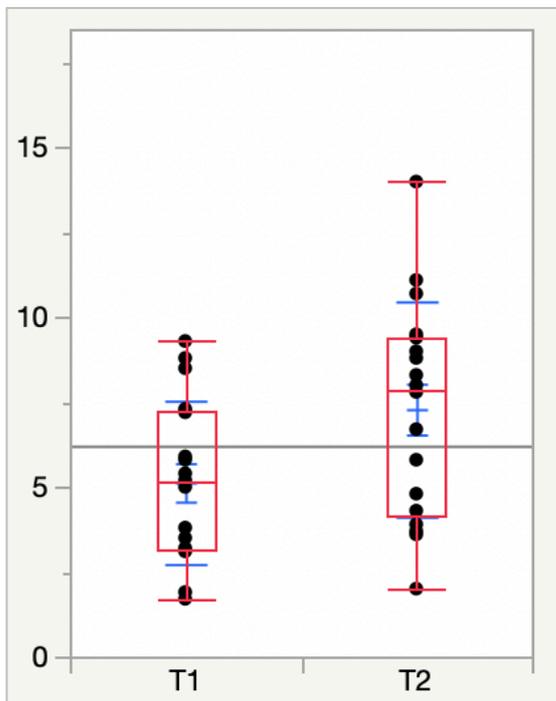
Zu Behandlungsbeginn beträgt die Strecke PAS (Uv) bei Patienten mit unilateraler Spalte 4,1 mm (Median) (Abb. 86, Tab. 76, 77). Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende vergrößert sich die Strecke um 2,8 mm (Median) höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ). Zum Behandlungsende beträgt die Strecke annähernd normwertige 7,4 mm (Median).

**Tab. 76:** PAS (Uv) bei unilateralen Spaltpatienten: Normwert PAS (Uv) 8,00 mm  $\pm$  1,81 mm von Kindern mit 12,1  $\pm$  2,7 Jahre nach Rose (2003), Normwert PAS (UV) 8,7 mm  $\pm$  3,0 mm von Erwachsenen im Durchschnitt mit 41,8  $\pm$  9,0 Jahren nach Battagel (2000)

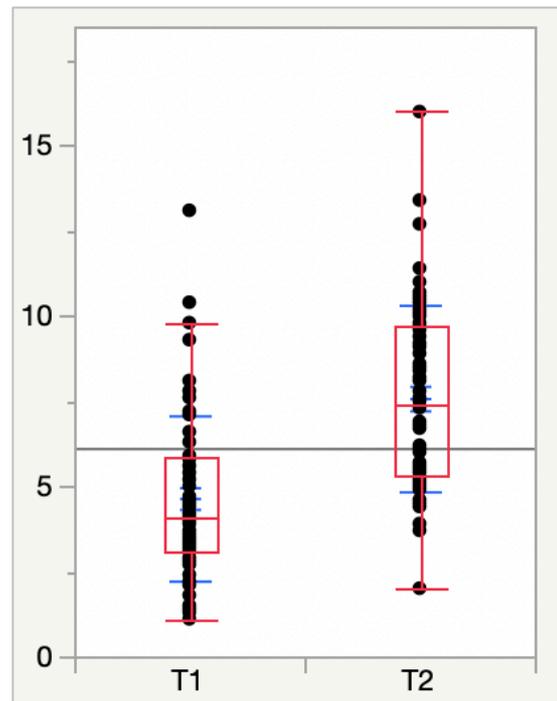
| PAS (Uv)    | N  | Min | 25 % | Median | 75 % | Max  | Diff. (Median-Norm) |
|-------------|----|-----|------|--------|------|------|---------------------|
| T1 (8 mm)   | 58 | 1,1 | 3,05 | 4,1    | 5,83 | 13,1 | -3,9                |
| T2 (8,7 mm) | 58 | 2   | 5,35 | 7,4    | 9,73 | 16   | -1,3                |

**Tab. 77:** Differenz der PAS (Uv) bei unilateralen Spaltpatienten

| PAS (Uv) | N  | Min  | 25 % | Median | 75 % | Max  | p-Wert   | Signifikanz |
|----------|----|------|------|--------|------|------|----------|-------------|
| T2-T1    | 58 | -6,9 | 1,4  | 2,8    | 4,2  | 12,7 | < 0,0001 | ***         |



**Abb. 85:** PAS (Uv) der bilateralen Spaltpatienten

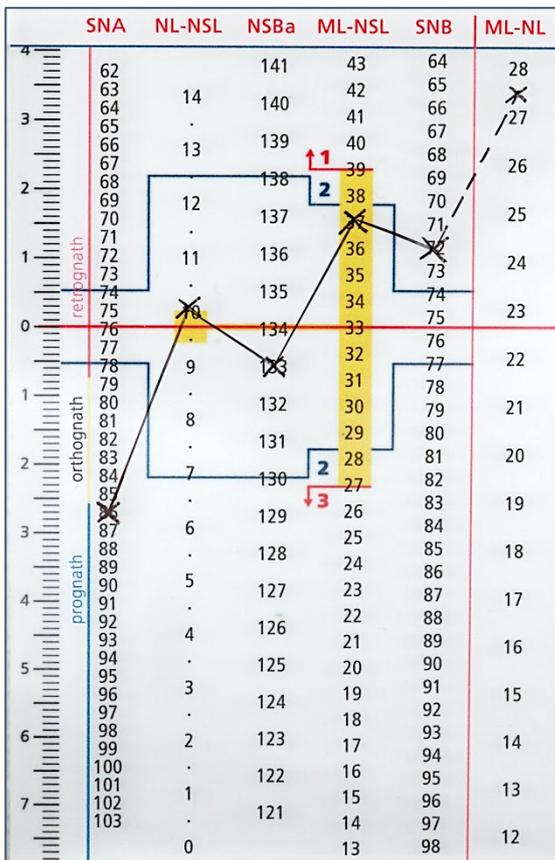


**Abb. 86:** PAS (Uv) der unilateralen Spaltpatienten

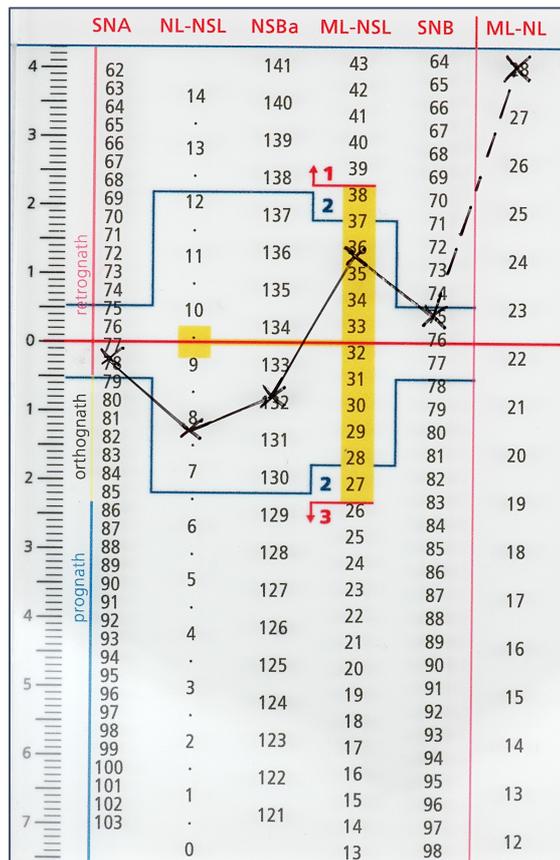
### 3.3 Veränderungen in der Harmoniebox nach Hasund

#### 3.3.1 Veränderungen in der Harmoniebox bei den bilateralen Spaltpatienten

Das Harmonieschema zeigt zu Behandlungsbeginn bei den bilateralen Spaltpatienten gemittelt einen disharmonisch retrognathen Gesichtstypen mit einer maxillären Prognathie, einer mandibulären Retrognathie sowie einer ausgewogenen vertikalen basalen Relation mit einem Index N2 (Abb. 87). Im Behandlungsverlauf verändert sich dies und es resultiert zum Behandlungsende (Abb. 88) ein harmonisch retrognather Gesichtstyp mit einer divergierenden vertikalen basalen Relation (Index N1).



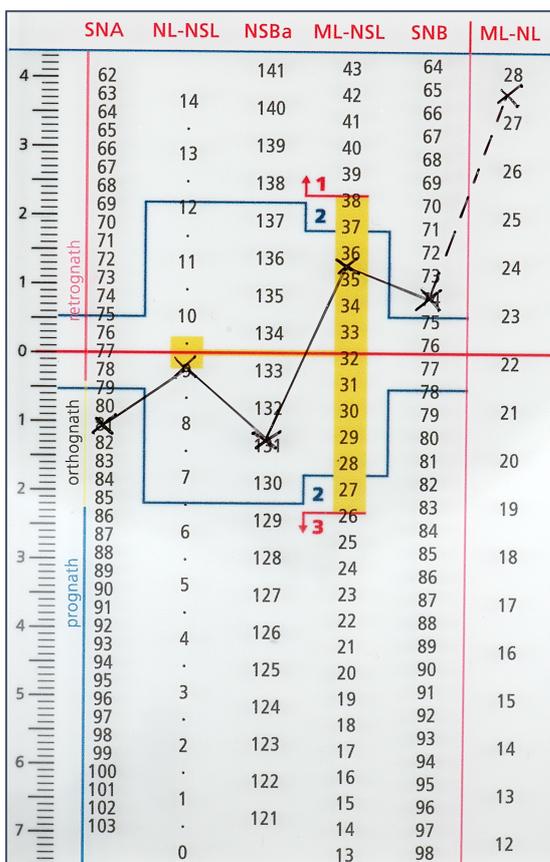
**Abb. 87:** Harmoniebox der bilateralen Spaltpatienten zu Behandlungsbeginn



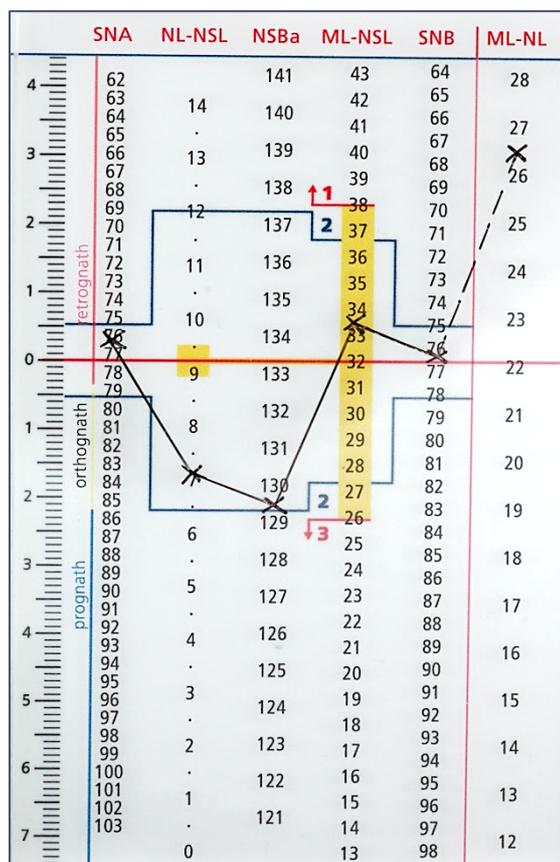
**Abb. 88:** Harmoniebox der bilateralen Spaltpatienten zu Behandlungsende

### 3.3.2 Veränderungen in der Harmoniebox bei den unilateralen Spaltpatienten

Bei den analysierten unilateralen Spaltpatienten liegt zu Behandlungsbeginn ein gemittelt disharmonisch retrognathes Gesichtstyp mit einer mandibulären Retrognathie und einer ausgewogenen vertikalen basalen Relation (Index N2) vor (Abb. 89). Zum Behandlungsende bildet die Harmoniebox dagegen einen harmonischen retrognathen Gesichtstypen mit einer ausgewogenen vertikalen basalen Relation ab (Index N2) (Abb. 90).



**Abb. 89:** Harmoniebox der unilateralen Spaltpatienten zum Behandlungsanfang



**Abb. 90:** Harmoniebox der unilateralen Spaltpatienten zum Behandlungsende

### 3.4 Fehlereinschätzung: Methodenfehler nach Dahlberg: Intra-Rater-Reliability

Je kleiner der Methodenfehler, desto genauer ist die Messung. Um eine ausreichende Messgenauigkeit sicherstellen zu können, sollte der Methodenfehler nach Dahlberg den Referenzwert von 1,0 nicht überschreiten (Dahlberg, 1940). Bei der Auswertung des Methodenfehlers ergaben sich die in Tabelle 78 dargestellten Werte. Der Methodenfehler nach Dahlberg des untersuchten Patientenkollektives beträgt im Mittelwert 1,84.

**Tab. 78:** Methodenfehler nach Dahlberg

|                            | <b>Methodenfehler</b> |
|----------------------------|-----------------------|
| <b>Vertikale Parameter</b> |                       |
| SNA                        | 1,36                  |
| SNB                        | 1,12                  |
| ANB                        | 0,81                  |
| indiv. ANB                 | 0,42                  |
| SNPog                      | 0,91                  |
| Wit's-Strecke              | 1,83                  |
| <b>Sagittale Parameter</b> |                       |
| NSBa                       | 1,53                  |
| Gn-Go-Ar                   | 1,68                  |
| NL-NSL                     | 1,93                  |
| ML-NSL                     | 0,85                  |
| ML-NL                      | 1,56                  |
| Index N-Sp':Sp'-Gn         | 1,69                  |
| <b>Dentale Parameter</b>   |                       |
| OK1-NA                     | 2,73                  |
| UK1-NB                     | 2,01                  |
| OK1-NA Strecke             | 1,03                  |
| UK1-NB Strecke             | 0,77                  |
| Interinzisalwinkel         | 3,61                  |
| Pog-NB                     | 0,84                  |

|                           |      |
|---------------------------|------|
| <b>Weichteilparameter</b> |      |
| Holdaway-Winkel           | 0,92 |
| Nasolabialwinkel          | 3,54 |
| <b>PAS-Analyse</b>        |      |
| ML-Hy                     | 1,24 |
| UL                        | 5,10 |
| PAS (NL)                  | 2,51 |
| PAS (OE)                  | 2,88 |
| PAS (B-Go)                | 2,49 |
| PAS (ML)                  | 2,47 |
| PAS (Uv)                  | 1,84 |

## **4 Diskussion**

Lippen-Kiefer-Gaumenspalten gehören zu den häufigsten orofazialen Fehlbildungen. Aufgrund der Variationsbreite und steigenden Häufigkeit des Auftretens dieser Fehlbildung bei 1:500 Geburten bleiben die Optimierung der Behandlung und Therapie von Spaltpatienten heutzutage weiterhin aktuell. Eine effiziente Therapie erfordert die interdisziplinäre Zusammenarbeit mehrerer Fachrichtungen z. B. Kieferorthopädie und Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie. Kontinuierlich werden dabei die Behandlungsmethoden und -zeitpunkte weiterentwickelt und angepasst, um das bestmögliche Ergebnis zu erzielen und damit den Patienten ein unbeschwertes Leben zu ermöglichen.

### **4.1 Patientenpool**

Der Patientenpool umfasst Patienten aus der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universitätsklinik Tübingen und der Poliklinik für Kieferorthopädie der LMU München. Es handelt sich somit um einen heterogenen Patientenpool. Da jedoch beide Spaltzentren ähnliche interdisziplinäre Therapiekonzepte verfolgen, wurden die Patienten innerhalb eines Patientenpool analysiert. Nach Abschluss der Datenerhebung und Auswertung im Zuge dieser Arbeit resultierte ein Patientenpool mit 76 Spaltpatienten. In anderen Publikationen werden ähnlich große Pools verwendet (Gaggl et al., 1999, Lisson et al., 2004, Treutlein et al., 2003). Dies zeigt, dass der hier vorliegende Patientenpool hinsichtlich seiner Größe ausreichend statistische Aussagekraft aufweist. Der aus insgesamt 76 Spaltpatienten bestehende Patientenpool teilt sich in 18 bilaterale und 58 unilaterale Spaltpatienten. Das vermehrte Auftreten einseitiger Spaltenträger weist gleichermaßen die Studie von Shapira et al. (1999) nach, die zu dem Ergebnis kamen, dass einseitige Spalten des primären und sekundären Gaumens dreimal häufiger auftreten als bilaterale Spalten. Außerdem wurde eine erhöhte Häufigkeit der linksseitigen Spalten festgestellt (Shapira et al., 1999), die durch die hier vorliegende Aufteilung der 58 unilateralen Spaltträger in 19 rechtsseitige und 39 linksseitige Spaltpatienten bestätigt werden kann. Weitere Analysen zu Unterschieden zwischen rechts- und linksseitigen Spaltträgern wurden aufgrund der geringen Gruppengröße und damit zu geringer Validität nicht durchgeführt. Weiterhin teilt sich die bilaterale und unilaterale Spaltgruppe

in männliche und weibliche Personen auf. Aufgrund der geringen Anzahl und ungleichen Verteilung weiblicher zu männlicher Spaltpatienten wurde auch hier auf eine weitere statistische Analyse verzichtet.

Die Festlegung der Zeitspanne des präpubertären Behandlungsbeginns vom 3. bis 10. Lebensjahr erfolgte anhand der Primär- und Sekundärbehandlung (Rudzki und Ehrenfeld, 2017). Der postpubertäre Behandlungsabschluss umfasst den Zeitraum vom 15. bis zum 29. Lebensjahr, dem Ende der Sekundärbehandlung.

Spaltträger, bei denen eine chirurgische Tertiärtherapie im Sinne einer Umstellungsosteotomie durchgeführt wurde, wurden in dieser Studie nicht berücksichtigt. In der vorliegenden Arbeit konnte keine Kontrollgruppe aus unbehandelten Spaltträgern berücksichtigt werden, da zum einen in dem Patientenpool keine unbehandelten Spaltträger vorhanden waren und zum anderen auch außerhalb des Pools kein entsprechendes Belegmaterial zur Verfügung stand. Diese Tatsache beruht darauf, dass heutzutage v. a. in europäischen Ländern sämtliche Spaltkinder interdisziplinär behandelt werden. Auffallend ist, dass es dennoch Veröffentlichungen gibt, die eine unoperierte Kontrollgruppe aufweisen. Diese unoperierten Spaltträger stammen meist aus den Regionen der Welt, in denen die medizinische Versorgung von Spaltpatienten aufgrund fehlender finanzieller Mittel und medizinischer Ausstattung nicht möglich ist bzw. war. Darüber hinaus ist die generelle Vergleichbarkeit dieser Kohorten miteinander letztendlich allein aufgrund ethnischer Unterschiede eingeschränkt. Daher wurden die analysierten Patienten hauptsächlich mit den Normwerten von Segner und Hasund (2003: S. 47–66) verglichen. Um zusätzlich eine Vorstellung der Vergleichbarkeit zu unbehandelten Spaltpatienten zu bekommen, wurde die Publikation von da Silva Filho et al. (1998), die sich mit der kraniofazialen Morphologie unoperierter Spaltträger aus Brasilien beschäftigt, herangezogen. Zum Vergleich der PAS Werte, die bei Segner und Hasund nicht berücksichtigt wurden, dienten die Veröffentlichungen von Rose et al. (2003), Pirilä-Parkkinen et al. (2010), Battagel et al. (2000), Hochban et al. (1994) und Johns et al. (1998).

Alle Publikationen beschäftigen sich mit dem posterior airway space, wobei Rose die kephalometrische Beurteilung desselben bei Patienten mit einer Gaumenspalte nach Gaumenverschluss untersucht und mit Nichtspaltpatienten als Kontrollgruppe vergleicht. Aufgrund der Vergleichbarkeit wurden in der vorliegenden Arbeit nur die Kontrollgruppen verwendet, bei denen keine Spalten vorlagen, da u. a. isolierte Gaumenspalten aus der Analyse von Anfang an ausgeschlossen wurden. Pirilä-Parkinnen hingegen untersuchte Kinder mit schlafbezogener Atemstörung und verglich diese mit gesunden Kindern. Auch hier wurde für die vorliegende Arbeit aufgrund der Vergleichbarkeit nur die Kontrollgruppe verwendet. Battagel, Hochban und Johns untersuchten dagegen Erwachsene mit obstruktiver Schlafapnoe. In der vorliegenden Arbeit wurde ebenfalls aufgrund der Vergleichbarkeit nur die Kontrollgruppen verwendet.

#### **4.2 Material und Methoden**

Die konventionell entwickelten FRS-Aufnahmen wurden für die kephalometrische Auswertung mithilfe eines Röntgenbildscanners eingescannt und digital ausgewertet.

Messfehler treten u. a. aufgrund von Fehlerquellen bei der Anfertigung und aufgrund der Reproduzierbarkeit bei der Auswertung der Bilder auf. Daher wird bei der Auswertung von FRS-Aufnahmen generell mit einem Messfehler gerechnet. Dieser kann minimiert werden, indem z. B. nur ein Betrachter die Bilder analysiert und auswertet. Sayinsu et al. (2007) stellten fest, dass der Messfehler bei computergestützter Auswertung nicht von dem der manuellen Auswertung abweicht. Um den dennoch unvermeidbar auftretenden Fehler zu ermitteln und aussagekräftigere Ergebnisse erzielen zu können, entwickelte Dahlberg (1940) den sogenannten Methodenfehler und empfiehlt dabei einen Referenzbereich von  $< 1,0$ .

In der Dissertation von Gahl (2019) beträgt der Methodenfehler im Mittel 2,33 und wurde von Seiten der Autorin als vertretbar angesehen. Der Methodenfehler aus der Dissertation von Heib (2009) beträgt im Mittel 0,95 und liegt damit innerhalb des von Dahlberg empfohlenen Referenzbereiches  $< 1,0$ . Im Vergleich zu den oben genannten Publikationen findet sich der Methodenfehler der vorliegenden

Arbeit im Mittel bei 1,84. Er lässt sich durch die schlechte Bildqualität im Frontzahn- und im Weichteilbereich erklären. Bezugnehmend auf die Methodenfehler in den genannten Publikationen wird der hier vorliegende Wert als vertretbar angesehen.

### **4.3 Ergebnisse**

#### **4.3.1 Sagittale Relation**

In der vorliegenden Arbeit wurde die kephalometrische Entwicklung von dentalen, skelettalen und Weichgewebsbereichen bei Lippen-Kiefer-Gaumenspalten getrennt voneinander sowie im Zusammenhang untersucht.

Der SNA-Winkel, der die Lage der Maxilla zur vorderen Schädelbasis kennzeichnet, verkleinert sich sowohl bei den untersuchten bilateralen als auch unilateralen Spaltpatienten. Trotman und Ross (1993) untersuchten bilaterale Lippen-Kiefer-Gaumenspaltpatienten hinsichtlich ihrer Wachstumsveränderungen im Kindes- und Erwachsenenalter und kamen zu dem Ergebnis, dass die Prämaxilla bei diesen Spaltpatienten im Wachstumsverlauf retrognath wird. Lambrecht et al. (2000) analysierten in einem Review die Position, Form und Dimension der Maxilla bei unoperierten Patienten mit einseitiger Lippen-Kiefer-Gaumenspalte. Sie legten dar, dass bei einer Vielzahl von unoperierten einseitigen Lippen-Kiefer-Gaumenspaltpatienten unterschiedlicher Publikationen eine deutliche Tendenz zur prognathen Maxilla vorliegt, und im Vergleich dazu bei chirurgisch behandelten einseitigen Lippen-Kiefer-Gaumenspaltpatienten nach der Behandlung häufiger eine retrognathe Maxilla auftritt, dabei aber keine klare Tendenz erkennbar ist. Basierend auf den Betrachtungen von Lambrecht et al., Trotman und Ross kann bei den in der Arbeit analysierten uni- und bilateralen Spaltpatienten demnach von einer Verkleinerung des SNA-Winkels durch die Retrognathie der Prämaxilla im Wachstumsverlauf ausgegangen werden. Dies kann mit der Harmoniebox von Hasund verdeutlicht werden. Die in der Arbeit betrachteten bilateralen Spaltpatienten weisen zu Behandlungsbeginn eine maxilläre Prognathie auf, die sich im Laufe der Behandlung zu einer rethronathen Maxillaposition bei bestehender retrognather Mandibulaposition entwickelt. Bei den analysierten unilateralen Spaltpatienten liegt eine anfänglich

und bis zum Behandlungsende bestehende mandibuläre Retrognathie mit einer orthognathen Prämaxillaposition vor, die sich jedoch später zu einer retrognathen Prämaxillaposition ändert, wie bei Lambrecht et al. (2000) beschrieben. Zudem fand Vargervik (1983) heraus, dass bei den unoperierten bilateralen Lippen-Kiefer-Gaumenspalten die Prämaxilla bis zum Alter von 12 Jahren prognath verbleibt, danach retrognath wird und am Wachstumsende so gut wie keine auffällig prognathe Position mehr aufweist. Er folgerte daraus, dass die initial prognathe Position der Maxilla einen Vorteil darstellt, da die Maxilla im Vergleich zur Mandibula ein langsames Wachstum nach vorne aufweist. Außerdem zeigte er, dass eine frühe Operation der Prämaxilla zur Verringerung ihrer Prominenz im späteren Wachstumsverlauf zu einer schweren Mittelgesichtsretrusion führt. Bezogen auf das Gesichtsprofil wiesen Da Silva Filho et al. (1998) nach, dass bei unoperierten bilateralen Spalten aufgrund einer stark ausgeprägten Prämaxilla ein konvexes Gesichtsprofil vorliegt. Demnach kann bei den in der Arbeit untersuchten Spaltpatienten aus einer retrognath stehenden Prämaxilla ein konkaves Gesichtsprofil resultieren. Schlussendlich können somit die Retrognathie der Maxilla und die damit verbundene Verkleinerung des SNA-Winkels des vorliegenden Patientenkollektivs durch eine Operation der Prämaxilla verstärkt worden sein. Dies führt wiederum zu einem konkaven Gesichtsprofil und einer gegebenenfalls negativen Beeinflussung der Ästhetik. Aufgrund der fehlenden Profilaufnahmen konnte dieser Aspekt nicht näher analysiert werden. Dabei muss beachtet werden, dass die einzige Operation der Prämaxilla des vorliegenden Patientenpools die Spaltosteoplastik ist.

Die Lage der Mandibula wird mithilfe des SNB-Winkels untersucht. Der SNB-Winkel des vorliegenden Patientenkollektivs vergrößert sich im Wachstumsverlauf bei beiden Spaltarten. Obwohl die Mandibula nur kieferorthopädisch behandelt wurde, liegt bei dem SNB-Winkel in Bezug zum Mittelwert von Nichtspaltpatienten von  $79,8^\circ$  nach Hasund und Segner (2003: S. 48) in der vorliegenden Arbeit eine mandibuläre Retrognathie vor. Diese kann auf eine tendenzielle Wachstumshemmung von Maxilla und Mandibula aufgrund des

Spaltvorkommens hinweisen oder u. a. nach Habersack und Hasund (2013) auch durch einen zu kurzen Mandibulakörper bedingt sein.

Der SNPog-Winkel gibt Aufschluss über die sagittale Position der Mandibula, aber vor allem über die des Kinns. Bei den Ergebnissen des vorliegenden Patientenkollektivs vergrößert sich der SNPog-Winkel bei beiden Spaltgruppen höchst signifikant im Wachstumsverlauf und nähert sich dem Normwert von  $81^\circ$  nach Segner und Hasund (2003: S. 53) an. Folglich wird deutlich, dass das mandibuläre Wachstum bei Spaltpatienten nur unwesentlich von der Norm abweicht. Dies unterstreicht die Gegenüberstellung der analysierten Werte mit den Mittelwerten nach Nötzel et al. (2007: S. 105), die im 6. Lebensjahr bei  $76^\circ$  und im 16. Lebensjahr  $80^\circ$  betragen. Die Werte bei Behandlungsbeginn und -ende liegen bei beiden Spaltarten ca.  $2^\circ$  bis  $3^\circ$  unterhalb dieser Mittelwerte.

Die Korrelation des SNPog mit dem SNB ermöglicht es dem Behandler, die Prominenz des Kinns und dessen sagittale Stellung auf den Corpus mandibulae zu ermitteln. Nach Segner und Hasund (2003: S. 53) beträgt die Differenz zwischen SNB und SNPog für das orthognathe Gesicht im Mittel  $1,2^\circ$ . Aufgrund der positiven Differenz von  $0^\circ$  bis  $2^\circ$  von T1 und T2 zum jeweils gemittelten SNB des vorliegenden Patientenkollektivs kann von einer alterstypisch harmonischen Kinnprominenz in Relation zur mandibulären Basis ausgegangen werden. Die Differenz des SNPog zum SNB beider analysierter Spaltarten liegt zum Behandlungsende über dem für das orthognathe Gesicht und lässt nach Hasund und Segner (2003: S. 53) daher eine alveoläre Retrusion vermuten. Dieses Erkenntnis basiert darauf, dass aus dem in der vorliegenden Arbeit ermittelten SNB-Winkel beider analysierter Spaltarten eine Retrognathie der Mandibula resultiert, aus dem SNPog-Winkel hingegen eine orthognathe Lage der Mandibula, abgeleitet vom Mittelwert von Nichtspaltträgern von  $81^\circ$  (Segner und Hasund, 2003: S. 53).

Der ANB-Winkel gibt Aufschluss über die die sagittale Lagebeziehung von Maxilla und Mandibula. Gnoinski und Rutz (2009) legten dar, dass sich dieser bei 5-jährigen bilateralen Lippen-Kiefer-Gaumenspaltpatienten im Wachstumsverlauf verkleinert und später dem der Allgemeinbevölkerung entspricht.

Weiterhin stellten beide Autoren fest, dass durch die Aufrechterhaltung der protrusiven Prämaxillaposition durch eine passive Platte sowie chirurgische Eingriffe mit begrenzter retrusiver Wirkung ein positiver ANB-Winkel im jungen Erwachsenenalter resultiert. Der ANB-Winkel des untersuchten Patientenkollektivs verkleinert sich im Wachstumsverlauf bei beiden Spaltarten signifikant: Es resultiert zum Behandlungsabschluss bei den bilateralen Spaltpatienten ein positiver Wert von  $2,19^\circ \pm 5,14^\circ$  und bei den unilateralen Spaltpatienten ein leicht negativer Wert von  $-0,12^\circ \pm 3,32^\circ$ . Aufgrund der hohen Anfangswerte kann von einer Verbesserung des ANB-Winkels gesprochen werden.

Wird der ANB-Winkel in Bezug zu dem SNA-Winkel gesetzt, zeigt sich, dass bei dem vorliegenden Patientenkollektiv zu Behandlungsbeginn bei den bilateralen Spaltpatienten eine skelettale Klasse II bei einem prognathen Gesichtstyp und bei den unilateralen Spaltpatienten eine skelettale Klasse II bei einem orthognathen Gesichtstyp resultiert. Dies verändert sich zum Behandlungsende bei den bilateralen Spaltpatienten zu einer Tendenz zur skelettalen Klasse II bei einem retrognathen Gesichtstyp und bei den unilateralen Spaltpatienten zu einer Klasse I bei einem retrognathen Gesichtstyp.

Laut Segner und Hasund (2003: S. 90–97) beeinflusst der ANB-Winkel außerdem die Inzisivenstellung im Ober- und Unterkiefer: „Je größer der ANB-Winkel, desto protrudierter stehen die unteren Inzisivi“. Bei einer Änderung des ANB-Winkels von  $1^\circ$  resultiert eine protrudierte Position um 0,5 mm der UK Inzisivi (Segner und Hasund, 2003: S. 93). Eine  $1^\circ$  Vergrößerung des ANB-Winkels führt im Oberkiefer zu einer 0,9 mm palatinaleren Position der Inzisalkanten der Oberkieferinzisivi (Segner und Hasund, 2003: S. 93). Folglich müssen bei einer Verkleinerung des ANB-Winkels die unteren Inzisivi retrudierter stehen und im Oberkiefer zu einer protrudierteren Position der Inzisiven führen. Diese dentale Kompensation wird bei Nichtspaltträgern beobachtet.

Werden darauf basierend die dentalen Parameter mit den sagittalen Parametern in Bezug gesetzt, ist bei dem hier vorliegenden Patientenkollektiv auffällig, dass bei den bilateralen Spaltpatienten die zu Behandlungsbeginn stark reklinierten Oberkieferinzisivi mit einer skelettalen Klasse II zum Behandlungsende nur noch

leicht rekliniert stehen mit einer Tendenz zur skelettalen Klasse II. Die Unterkieferinzisivi verändern sich von einer Retroinklinkation zu Behandlungsbeginn zu einer Anteinklination mit Anteposition zum Behandlungsende. Bei den unilateralen Spaltpatienten liegt bei den Oberkieferinzisivi eine Retroinklination bei einer skelettalen Klasse II vor, die sich zum Behandlungsende zu einer Anteinklination mit Anteposition bei einer skelettalen Klasse I verändert. Die Unterkieferinzisivi starten mit einer Retroinklination bei einer skelettalen Klasse II und enden mit einer leichten Retroinklination bei einer skelettalen Klasse I.

Es wird deutlich, dass bei beiden Spaltarten des untersuchten Patientenkollektives eine dentale Kompensation, allerdings jeweils nur im Oberkiefer, stattfindet. Aufgrund der Entwicklung der skelettalen Klasse II zu einer leichten skelettalen Klasse II bei den bilateralen Spaltpatienten kompensiert der Oberkiefer diese Veränderungen, wobei die Unterkieferinzisivi sich in eine Anteinklination bewegen und dementsprechend letztendlich keine Kompensation erforderlich wird. Bei den unilateralen Spaltpatienten verändert sich die Retroinklination zu einer leichten Retroinklination im Unterkiefer und die Oberkieferfrontzähne gleichen die Diskrepanz zur Klasse I mit einer Anteinklination aus.

Panagiotidis und Witt (1977) untersuchten die Diskrepanz zwischen der Bisslage als Modellbefund (sagittale Kieferrelation) und der skelettalen Kieferrelation im FRS (ANB-Winkel). Die Autoren zeigten, dass bei unveränderter Unterkieferneigung (ML-NSL) eine Verkleinerung des SNA mit einer Verkleinerung des ANB einhergeht und dass sich wiederum bei einer Vergrößerung des SNA eine Vergrößerung des ANB ergibt: Bei einer Änderung des SNA um  $1^\circ$  resultiert eine  $0,4^\circ$  Änderung des ANB (Panagiotidis und Witt, 1977). Darüber hinaus beobachteten beide einen weiteren Zusammenhang zwischen den ANB-, SNA- und ML-NSL-Winkeln. Bei einer Vergrößerung des ML-NSL Winkels findet eine gleichzeitige Vergrößerung des ANB-Winkels bei einem gleichbleibenden SNA-Winkel statt. Bei einer Verkleinerung des ML-NSL-Winkels findet eine Verkleinerung des ANB-Winkels bei einem gleichbleibenden SNA-Winkel statt. Bei einer Änderung des ML-NSL um  $1^\circ$  resultiert eine  $0,2^\circ$  Änderung des ANB (Panagiotidis und Witt, 1977). Diese gleichzeitige

Verkleinerung des ANB- mit dem SNA-Winkel und des ANB- mit dem ML-NSL-Winkel bestätigen die Ergebnisse der in der vorliegenden Arbeit untersuchten Spaltträger. Die Änderungen des SNA um  $1^\circ$  bei gleichzeitiger  $0,4^\circ$  Änderung des ANB, des ML-NSL um  $1^\circ$  bei gleichzeitiger  $0,2^\circ$  Änderung des ANB konnten allerdings nicht bestätigt werden. Dies ist vermutlich darin begründet, dass sich die Angaben von Panagiotidis und Witt auf Nichtspaltpatienten beziehen.

Um die Abhängigkeit des ANB-Winkels von SNA- und ML-NSL-Winkel, individuell und bezogen auf eine durch eine Bissverschiebung hervorgerufene Veränderung, besser beurteilen zu können, definierten Panagiotidis und Witt (Panagiotidis und Witt, 1977) den individualisierten ANB. Dieser wurde bei jedem Patienten einzeln berechnet. Die Patienten, deren Abweichung des ANB zum individualisierten ANB kleiner als  $1^\circ$  war, wurden bei dieser Betrachtung zur skelettalen Klasse I gezählt.

Aus den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit wird ersichtlich, dass bei beiden betrachteten Spaltarten zum Behandlungsanfang eine deutliche Mehrheit der Patienten eine skelettale Klasse II aufweist (gemessener ANB > individualisierter ANB). Zum Behandlungsende liegt bei den bilateralen Spaltpatienten bei der Mehrheit eine skelettale Klasse III (gemessener ANB < individualisierter ANB) und bei den unilateralen Spaltpatienten mit einer deutlichen Mehrheit eine skelettale Klasse II (gemessener ANB > individualisierter ANB) vor. Diese Beobachtungen zeigen abermals das normale Wachstum des Unterkiefers in Bezug auf ein gleichzeitig verlangsamtes Wachstum des Oberkiefers und daraus resultierender maxillärer Retrognathie.

Der Wits-Wert, der durch die A- und B-Punkte im Lot auf die Okklusionsebene ermittelt wird, wird zur Beurteilung der intermaxillären Beziehungen verwendet (Jacobson, 1975). Dadurch, dass dieser sich im Wachstumsverlauf bei beiden analysierten Spaltarten verkleinert, kommt es zu einer Veränderung einer skelettalen Klasse II zu einer skelettalen Klasse I bei den bilateralen Spaltträgern und einer Tendenz zur skelettalen Klasse III bei den unilateralen Spaltträgern. Der A-Punkt liegt somit zu Behandlungsbeginn bei beiden Spalttypen vor dem B-Punkt. Bei den unilateralen Spalten liegt der A-Punkt zu Behandlungsabschluss

hinter dem B-Punkt und bei den bilateralen liegt der A-Punkt um 0,5 mm vor dem B-Punkt. In Bezug zu der Inzisivenstellung im Ober- und Unterkiefer bestätigt dies wiederum die dentale Kompensation der skelettalen Klassen I und III bezogen auf den Wits-Wert.

Letztendlich dürfen die Variabilität des A-Punktes, bedingt durch die spaltbedingte Verlagerung der Spina nasals anterior, und die Veränderung des A-Punktes z. B. durch Narbenzüge, bei der Analyse nicht außer Acht gelassen werden.

Weiterhin ist zu beachten, dass sich im Laufe des Wachstums ein knöcherner Kinnvorsprung entwickelt. Neben der Analyse der sagittalen Position des Kinns mithilfe des SNPog- und SNB-Winkels kann die Prominenz dieses knöchernen Elementes außerdem durch die Strecke Pog-NB ausgedrückt werden (Segner und Hasund, 2003: S. 64). Bei den untersuchten Spaltpatienten vergrößert sich die Strecke Pog-NB bis zum Behandlungsende über den Durchschnittswert der Nichtspaltpatienten von 2,3 mm hinaus (Segner und Hasund, 2003: S. 64). Segner und Hasund (2003: S. 64) gehen bei einer großen Pog-NB Strecke davon aus, dass eine Retroposition des Alveolarfortsatzes in Bezug zur Unterkieferbasis vorliegt. Weiter beschreiben beide, dass die Strecke Pog-NB eng mit der Stellung der Inzisiven zusammenhängt. Liegt laut Segner und Hasund (2003: S. 64) der Alveolarfortsatz (B-Punkt) weit retral in Relation zum Pogonion, so stehen die Inzisiven auch retrudierter. Dies bestätigend stehen die Inzisiven des hier untersuchten Patientenkollektivs bei der vorliegenden vergrößerten Pog-NB Strecke weiter retral auf dem Unterkieferkörper.

Eine vergrößerte Pog-NB Strecke kann außerdem für eine dentoalveoläre Kompensation einer skelettalen Klasse III stehen. Dies spricht wiederum gegen eine dentale Kompensation des Oberkiefers. Da das Ventralwachstum des mandibulären Alveolarfortsatzes (B-Punkt) durch die Unterkieferfront gehemmt wird, die z. B. durch eine KFO-Apparatur oder einen vergrößerten Overbite oder eine steil stehende OK-Front beeinflusst wird, kann die Basis (Pog) weiter nach ventral wachsen.

Bei den unilateralen Spalten ist anzunehmen, dass die dentoalveoläre Kompensation der skelettalen Klasse III durch die Protusion der OK-Front stattfindet, da die skelettale Klasse III zum Behandlungsende deutlicher wird. Darüber hinaus ist die Pog-NB-Strecke zum Behandlungsende stärker ausgeprägt. Dies kann wiederum auf das größere Ausmaß der zu kompensierenden skelettal sagittalen Diskrepanz zurückzuführen sein. Bei den bilateralen Spalten muss aufgrund der initial viel weiter anterior liegenden Prämaxilla keine starke dentale Kompensation stattfinden, sodass hier eine Anteinklination und -position der UK-Front bestehen bleiben kann und sich folglich die Kinnprominenz nicht so stark ausprägt.

#### **4.3.2 Vertikale Relation**

Bei den untersuchten bilateralen Spaltträgern verkleinert sich der Schädelbasiswinkel (NSBa) nicht signifikant, bei den unilateralen Spaltpatienten im Wachstumsverlauf hingegen hoch signifikant. Nach Nötzel et al. (2007: S. 108) beträgt der klinische Richtwert für eine orthognathe Schädelkonfiguration für Nichtspaltträger  $130^\circ$  mit einem Toleranzbereich zwischen  $124^\circ$ – $136^\circ$ . Im Vergleich dazu setzen Segner und Hasund (2003: S. 57) den Normwert des NSBa-Winkels von Nichtspaltpatienten bei  $131,7^\circ$  an. Da die Werte des Patientenkollektives im Toleranzbereich von Nötzel und um den Normwert von Segner und Hasund liegen, werden diese als nicht abweichend von den Normwerten von Nichtspaltträgern verstanden. Damit bleibt eine orthognathe Schädelkonfiguration im Wachstumsverlauf bestehen. Habersack und Hasund (2013) fanden heraus, dass ein vergrößerter ANB-Winkel durch einen vergrößerten NSBa-Winkel bedingt ist. Folglich könnte ein verkleinerter ANB-Winkel durch einen verkleinerten NSBa-Winkel bedingt sein. Da bei dem untersuchten Patientenkollektiv ein verkleinerter ANB-Winkel mit einem NSBa-Winkel im Normbereich vorliegt, kann dieser Einflussfaktor ausgeschlossen werden. Aufgrund der minimalen Verkleinerung im Toleranzbereich des NSBa-Winkels ist dennoch anzunehmen, dass sich der Schädelbasiswinkel im Wachstumsverlauf verändert.

Der Kieferwinkel (Gn-Go-Ar) weist bei beiden analysierten Spaltarten zu Behandlungsbeginn und -ende auf ein vertikales Wachstumsmuster mit einer Tendenz zur posterioren Rotation der Mandibula hin. Weise und Dilmaghani (1973) stellen in ihrer Publikation bei LKG-Spalten einen vergrößerten Unterkieferwinkel im Vergleich zu Patienten ohne LKG-Spalte fest, und deuten dies als funktionelles Anpassungsgeschehen an die Unterentwicklung der Maxilla bei LKG. Der Kieferwinkel in der vorliegenden Untersuchung verkleinert sich bei den untersuchten Spaltträgern im Wachstumsverlauf hoch bis höchst signifikant. Dennoch liegt der Kieferwinkel zum Behandlungsende noch bei beiden Spaltarten über dem der Nichtspaltträger nach Segner und Hasund (2003: S. 57–58) ( $121,8^\circ$ ). Dieses Ergebnis unterstützt die Beobachtungen von Weise und Dilmaghani (1973). Dabei darf allerdings die generelle altersbedingte Veränderung des Kieferwinkels nicht vernachlässigt werden. Wie bereits in weiteren Studien (Lisson et al., 2004, Opitz, 2002, Öztürk und Cura, 1996, Paulin und Thilander, 1991) beschrieben, liegt zu Behandlungsbeginn bei beiden betrachteten Spaltarten eine Retroinklination der Maxilla vor, die durch den NL-NSL-Winkel ermittelt wird. Dieser verkleinert sich bei beiden untersuchten Spaltarten im Wachstumsverlauf, sodass sich die anfängliche Retroinklination der Maxilla zum Behandlungsende in eine Norminklination bzw. Anteinklination verändert. Die bereits von Smahel et al. (1992a) beschriebene leichte Retroinklination der Mandibula in der präpubertären Wachstumsphase bei Kindern mit einer einseitigen Lippen-Kiefer-Gaumenspalte, ermittelt durch den Winkel ML-NSL, konnte bei den untersuchten Patienten bestätigt werden. Anders als in der Literatur von Lisson et al. (2004) bei ein- und beidseitigen LKG-Spalten dargestellt, jedoch in der Publikation von Smahel et al. (1993) über das Wachstum und Entwicklung des Gesichts bei einseitigen vollständigen Lippen-Kiefer-Gaumenspalten bestätigt, bleibt die posteriore Wachstumsrotation der Mandibula bei beiden untersuchten Spaltarten bis zum Behandlungsende bestehen.

Bei dem Basiswinkel (ML-NL), der die Neigung der Mandibula in Relation zur Maxilla beschreibt, weichen die vorliegenden Ergebnisse bei beiden Spaltarten ebenfalls von der Literatur ab. Bei Lisson et al. (2004) resultiert bei ein- und

beidseitigen LKG-Spalten ein kleinerer Basiswinkel im Vergleich zur Kontrollgruppe und daraus ein skelettal tiefer Biss. Bei den in der vorliegenden Untersuchung analysierten Spaltarten entwickelt sich im Wachstumsverlauf ein skelettal offener Biss bei einem bei den bilateralen und den unilateralen Spaltträgern vergrößerten Basiswinkel zum Mittelwert  $19,8^\circ$  nach Senger und Hasund (2003: S. 56–57).

Der Index der vorderen Gesichtshöhe bestimmt das Verhältnis zwischen oberer und unterer Gesichtshöhe. In der Publikation von Gaggl et al. (1999) liegt bei LKG-Spaltpatienten ein vorderer Gesichtshöhenindex von 72 % (42 % zu 58 %) mit einer daraus resultierenden Reduktion der Mittelgesichtshöhe mit einer vergrößerten Untergesichtshöhe vor. Mithilfe des Index und des Winkels ML-NL kann eine Aussage über die posteriore Gesichtshöhe getroffen werden. (Habersack und Hasund, 2013). Dies wurde in der vorliegenden Arbeit mithilfe der Harmoniebox von Hasund veranschaulicht. Bei den analysierten bilateralen Spaltpatienten liegt zum präpubertären Behandlungsbeginn ein vorderer Gesichtshöhenindex von 73,55 % mit einem basal offenen Interbasiswinkel, d.h. die posteriore Gesichtshöhe ist relativ zu klein. Zum postpubertären Behandlungsende resultiert ein vorderer Gesichtshöhenindex von 75,27 % mit einem basal offenen Interbasiswinkel. Zum präpubertären Behandlungsbeginn resultieren bei den analysierten unilateralen Spaltpatienten ein vorderer Gesichtshöhenindex von ca. 75,25 %, d.h. ein offener Interbasiswinkel. Es findet dahingehend zum postpubertären Behandlungsende keine ausschlaggebende Veränderung statt. In Bezug zum vorderen Gesichtshöhenindex schneiden die uni- und bilateralen Spaltpatienten demnach im Vergleich zu Gaggl et al. (1999) besser ab und liegen damit näher am Mittelwert (80,1 %) der Nichtspaltträger (Segner und Hasund, 2003: S. 65–66).

Zusammenfassend ist ersichtlich, dass sich die Ergebnisse der untersuchten uni- und bilateralen LKG im Vergleich zu unoperierten Spaltträgern nur zum Teil in der vertikalen Relation ähneln. Diese Beobachtung bezieht sich u. a. auf das vertikale Wachstumsmuster, die steile Unterkieferebene und den stumpfen Kieferwinkel. Dies stützen auch Lisson et al. (2004) in ihrer Publikation. Die Autoren erläutern, dass in vielen Studien keine bis nur minimale Abweichungen

der vertikalen Befunde von Nichtspaltträgern zu Spaltträgern aufgezeigt werden konnten. Daher ist anzunehmen, dass die minimalen Veränderungen in der Vertikalen auf den chirurgischen Spaltverschluss bzw. die plastische Deckung der Spalte zurückzuführen ist (Lisson et al., 2004).

#### **4.3.3 Dentale Relation**

In den vorliegenden Ergebnissen befinden sich sowohl bei den untersuchten bilateralen als auch bei den unilateralen Spaltpatienten die Neigung und Position der Oberkieferschneidezähne in einer Retroinklination bei einer Retroposition. Trotz Vergrößerung des OK1-NA-Winkels im Wachstumsverlauf liegt zum Behandlungsende bei den bilateralen Spaltpatienten eine noch leichte Retroinklination bei einer Retroposition vor. Bei den unilateralen Spaltpatienten dagegen kommt es am Behandlungsende zu einer Anteinklination mit einer Anteposition der Oberkieferschneidezähne in Relation zur Oberkieferbasis. Diese Ergebnisse werden durch die Publikation von Lisson et al. (2004) über die Änderungen in der Vertikalen bei Patienten mit vollständiger ein- und beidseitigen Lippen-Kiefer-Gaumenspalten gestützt. Die Studie (Lisson et al., 2004) zeigt u. a., dass die zu Beginn der späten Wechselgebissphase meist retrudierten Schneidezähne bei LKG im Ober- und Unterkiefer im Wachstumsverlauf protrudieren. Außerdem verbleiben sie im Vergleich zu Nichtspaltpatienten retrudiert (Lisson et al., 2004). Dies lässt sich wiederum auf die bereits erwähnte dentale Kompensation der jeweils vorliegenden skelettalen Klasse zurückführen. Lisson et al. (2004) vermuten darüber hinaus, dass auch die Spannung der Oberlippe nach Lippenspaltplastik die Ursache für die Retrusion der Oberkieferzähne ist.

Ebenso zeigt sich bei der Neigung und Position der Unterkieferfrontzähne (UK1-NB-Winkel und UK1-NB Strecke) bei beiden Spaltarten eine Retroinklination bei einer Retroposition der Unterkieferfrontzähne in Relation zur Unterkieferbasis. Nur bei den bilateralen Spaltträgern verändert sich die Retroinklination zu einer Anteinklination mit Anteposition der Unterkieferfrontzähne. Zu diesem Ergebnis kamen auch Lisson et al. (2004) in ihrer Publikation. Semb (1991) stellte in diesem Zusammenhang bei bilateralen Lippen-Kiefer-Gaumenspalten fest, dass

die Oberkieferinzisiven bereits retroinkliniert durchbrechen. Lisson et al. (1995) folgerten daraus, dass die Unterkieferinzisiven dies zu kompensieren versuchen. Es ist daher anzunehmen, dass die Oberkiefer- und Unterkieferinzisiven im Wachstumsverlauf protrudieren, sodass von einer Verbesserung der Inklination und Position ausgegangen werden kann.

Wird die Reduktion des ANB-Winkels im Wachstumsverlauf im Zusammenhang mit der Protrusion der Oberkieferfrontzähne und der Protrusion der Unterkieferfrontzähne gesehen, wird deutlich, dass ein frontaler Kreuzbiss vermieden und eine positive Frontzahnstufe beibehalten wird. Demnach kann, wie bereits erwähnt, von einer dentalen Kompensation der skelettalen Klasse II bei den bilateralen Spaltpatienten und der skelettalen Klasse III bei den unilateralen Spaltpatienten ausgegangen werden. Ebenfalls ist es möglich, dass die Lippenplastik und das retrudierte Durchbrechen der Oberkieferinzisiven einen Einfluss auf die Stellung der Oberkieferzähne haben. Inwieweit die kieferorthopädische Therapie und / oder das „natürliche“ Wachstum Einfluss darauf hatten oder haben, kann mittels der vorliegenden Analyseergebnisse hier nicht differenziert werden.

Der Interinzisalwinkel dient entsprechend zur Beurteilung der Stellung der Inzisiven zueinander. Im Wachstumsverlauf der hier untersuchten Spaltträger verkleinert sich der Interinzisalwinkel erheblich: Zu Behandlungsbeginn liegt der Winkelwert bei beiden untersuchten Spaltarten deutlich über dem Normwert der Nichtspaltpatienten, der im Mittel  $132,9^\circ$  beträgt (Segner und Hasund, 2003: S. 63), was mit der bereits diskutierten deutlichen Retroinklination der Inzisiven im Ober- und Unterkiefer erklärt werden kann. Im Wachstumsverlauf nähert sich der Winkel unter zunehmender Protrusion der Fronten dem Normwert an. Bei den unilateralen Spaltträgern verändert er sich soweit, dass dies zum Behandlungsende zu einer leichten Anteinklination führt. Dies kann auf die anfangs genannte Protrusion der Ober- und Unterkiefer Inzisiven im Wachstums- und Behandlungsverlauf zurückgeführt werden (Lisson et al., 2004).

#### 4.3.4 Weichteil Relation

Um die Relation von bedeckenden Weichteilen zum Hartgewebe analysieren zu können, wird der Holdawaywinkel (H-Winkel) (Holdaway, 1956) herangezogen. Allgemein verringert sich der H-Winkel im Laufe des Wachstums (Nötzel et al., 2007: S. 140) und ist somit bei jüngeren Kindern meist größer als bei Erwachsenen. Die sagittale Basisrelation (ANB-Winkel), die Kinnprominenz (PogNB), die Weichteildicke von Kinn und Oberlippe und die Stellung der oberen Inzisiven (OK1-NA) nehmen Einfluss auf den H-Winkel (Hasund et al., 1980, Nötzel et al., 2007: S. 104).

Bei beiden vorliegenden Spaltarten verkleinert sich der H-Winkel im Wachstumsverlauf höchst signifikant. Der Winkelwert beider untersuchter Spaltarten liegt zu Behandlungsbeginn näher an dem Normwert ( $9,2^\circ$ ) von Nichtspaltträgern (Segner und Hasund, 2003: S. 59) als zum Behandlungsende.

Um das ästhetische Erscheinungsbild nicht in Mitleidenschaft zu ziehen, sollte bei einer kieferorthopädischen Behandlung im Allgemeinen darauf geachtet werden, dass der H-Winkel nicht über die Norm hinaus negativ beeinflusst wird (Segner und Hasund, 2003: S. 96–97). Dies basiert darauf, dass ein verkleinerter H-Winkel u. a. für ein flacheres unteres Gesichtsprofil verantwortlich ist. Wird der Winkel in Relation zum Nasolabialwinkel gesetzt, führt nach Segner und Hasund (2003: S. 121–122) die Verstärkung eines bereits kleinen H-Winkels zu einem vergrößerter Nasolabialwinkel und folglich, aufgrund des weiter anterior liegenden Kinns, zu einem konkaven Weichgewebsprofil. Bezogen auf den vorliegenden Patientenpool resultiert zum Behandlungsende ein flacheres unteres Gesichtsprofil mit einem konkaven Weichgewebsprofil. Zusätzlich kann aufgrund der Narbenzüge an der Oberlippe und die dadurch bedingte geringe Oberlippenfülle ein verkleinerter H-Winkel resultieren. Wird der H-Winkel des untersuchten Patientenkollektives beider Spaltarten im Zusammenhang mit dem OK1-NA-Winkel betrachtet, fällt die bereits erwähnte Einflussnahme des OK1-NA-Winkels auf den H-Winkel auf. Holdaway zeigte mithilfe der von ihm entwickelten Formel zum Errechnen des Norm H-Winkels den Zusammenhang zwischen H-Winkel, ANB-Winkel und der Strecke Pog-NB auf. Danach liegt der Idealwert des H-Winkels zwischen  $7^\circ$  und  $9^\circ$  und der des ANB-Winkels zwischen

1° bis 3° (Segner und Hasund, 2003: S. 96–97). Darüber hinaus soll bei einer Veränderung des ANB um 1° eine synchrone Änderung des H-Winkels stattfinden (Segner und Hasund, 2003: S. 96–97). Außerdem zeigte Holdaway, dass „je größer der Pog-NB ist, desto kleiner ist der H-Winkel zu erwarten“ (Segner und Hasund, 2003: S. 96–97).

Bei den analysierten unilateralen und bilateralen Spaltpatienten weist der errechnete H-Winkel zu Behandlungsbeginn größtenteils eine gute Weichteilkompensation auf. Zu Behandlungsende resultiert bei beiden Spaltarten vermehrt eine ungünstige Weichteilkompensation. Somit verändert sich die anfangs günstige Situation, bei der die Weichteile die ästhetisch nicht optimale sagittale basale Relation kompensieren, zu einer ungünstigen Situation, bei der die ästhetisch nicht optimale sagittale basale Relation nicht komplett kompensiert werden kann (Segner und Hasund, 2003: S. 96–97).

Somit ergibt sich basierend auf dem H-Winkel und dem errechneten H-Winkel eine Verschlechterung des ästhetischen Erscheinungsbildes aufgrund der geringen Weichteilkompensation. Dabei ist zu beachten, dass sich die ästhetischen Richtlinien von Holdaway, Segner und Hasund auf Nicht-Spaltpatienten beziehenden. Berücksichtigt werden muss außerdem, dass diese Weichteilkompensation durch die Narbenkontrakturen der Spaltpatienten beeinflusst wird. Schlussendlich darf bei der Beurteilung der Ästhetik die subjektive Betrachtung nicht außer Acht gelassen werden. Werden die oben genannten Ergebnisse in Relation zu den Resultaten der Harmoniebox nach Hasund gesetzt, wird deutlich, dass die skelettalen Parameter im Wachstum harmonischer werden, die Weichteile aber dennoch ein Defizit in der Kompensation der skelettalen Parameter aufweisen. Um eine noch genauere Aussage bzgl. der Weichteile und der Ästhetik treffen zu können müsste die Fotostatanalyse in die Betrachtung mit einbezogen werden.

Bei der Weichteilanalyse ist neben dem H-Winkel der alters- und geschlechtsunabhängige Nasolabialwinkel maßgeblich zu berücksichtigen, der für die Beurteilung des Profils ausschlaggebend ist, indem er die Relation der Oberlippe zur Nase angibt. Smahel et al. (1992b) kamen zu dem Ergebnis, dass

vor allem bei einseitigen vollständigen Lippen-Kiefer-Gaumenspaltpatienten im Wachstumsverlauf eine Verkleinerung des Nasolabialwinkels stattfindet, basierend auf der horizontalen Neigung der Columella,. Bei bilateralen Lippen-Kiefer-Gaumenspaltpatienten bleibt dieser aufgrund der vorstehenden Prämaxilla allerdings unverändert (Smahel et al., 1992b). Anders als von Smahel dargelegt, verkleinert sich der Nasolabialwinkel auch bei den betrachteten bilateralen Spaltpatienten im Wachstumsverlauf bis zum Behandlungsende. Es ist anzunehmen, dass den Ergebnissen des untersuchten Patientenkollektives die extreme Veränderung des OK1-NA-Winkels Richtung Normwert und die Retrusion der Prämaxilla zugrunde liegt. Nötzel et al. (2007: S. 140) folgern aus einem vergrößerten Nasolabialwinkel eine Veränderung der Nase oder eine Retrusion der Oberlippe. Aus einem verkleinerten Nasolabialwinkel resultieren nach Nötzel et al. (2007: S. 140) eine bimaxilläre Protrusion oder eine starke maxilläre Hypoplasie. Aufgrund des zu Behandlungsbeginn vergrößerten Nasolabialwinkels bei den untersuchten bilateralen Spaltpatienten kann entsprechend von einer Veränderung der Nase oder einer Retrusion der Oberlippe ausgegangen werden. Dies wiederum bestätigen die prominente Prämaxillalage und das Erscheinungsbild der bilateralen Lippen-Kiefer-Gaumenspalte. Im Wachstumsverlauf verkleinert sich der Winkel so erheblich, dass er zum Behandlungsende unter dem Normwert nach Segner und Hasund (2003: S. 60) liegt und nach Nötzel et al. (2007: S. 140) auf eine maxilläre Hypoplasie schließen lässt. Bei den analysierten unilateralen Spaltpatienten liegt zu Behandlungsbeginn ein verkleinerter Nasolabialwinkel vor, der sich im Wachstumsverlauf weiter verkleinert. Demnach manifestiert sich bei den unilateralen Spaltpatienten im Wachstumsverlauf eine stärker werdende maxilläre Hypoplasie. Die Beurteilung des Profils sollte dennoch nicht ausschließlich mithilfe des Nasolabialwinkels und des H-Winkels erfolgen.

#### 4.3.5 Veränderung der PAS-Werte

Im Rahmen der kephalometrischen Analyse der Fernröntgenseitenbilder von unilateralen und bilateralen Spaltträgern wurde die Position des Hyoid zum Mandibulaplanum (ML-Hy) untersucht.

Die Stellung des Hyoids wird nach Rose et al. (2002) durch das Verhältnis von supra- und infrahyoidaler Muskulatur und durch die Zungenlage bedingt. Kaduk et al. (2003) und Wahaj et al. (2014), die die Lage des Zungenbeins bei Spalt- und Nichtspaltpatienten untersuchten, fanden heraus, dass ein signifikanter Unterschied zwischen der Hyoidposition bei Spalt- und Nichtspaltträgern vorliegt, da sich bei Spaltträgern das Zungenbein kaudaler und anteriorer befindet. Die kaudoventrale Lage tritt darüber hinaus bei Kindern mit größeren Adenoiden und Tonsillen auch ohne Spalte auf (Rose et al., 2002). Bei den analysierten Spaltträgern wird im Wachstumsverlauf eine höchst signifikante Verlängerung der Strecke ML-Hy über den Normwert von Nichtspaltträgern 10,33 mm (Rose et al., 2003) hinaus deutlich. Da in der vorliegenden Arbeit weder die Zungenlage noch die supra- und infrahyoidale Muskulatur und die ventrale Hyoidlage untersucht wurden, kann nur vermutet werden, dass sich der Abstand des Hyoids zum Mandibulaplanum aufgrund des normalen Wachstums vergrößert. Zudem wurde die Uvulalänge (UL) der Patienten des Pools zum Zeitpunkt T1 und T2 gemessen. Bei den untersuchten unilateralen Spaltpatienten verlängert sich diese im Wachstumsverlauf höchst signifikant. Im Vergleich zu Nichtspaltpatienten, deren Mittelwert nach Rose et al. (2003) bei  $27,25^\circ \pm 2,88^\circ$  liegt, liegt die Uvulalänge bei den untersuchten Spaltpatienten über dem Normwert, aber unter dem Mittelwert von Gaumenspaltpatienten von  $31,03^\circ \pm 4,30^\circ$  (Rose et al., 2003). In Hinblick auf die Untersuchung der Uvulalänge letzterer stellten Rose et al. (2003) fest, dass diese eine nach unten gerichtete Zungenposition und eine längere Uvula aufweisen. Folglich kann hier bei uni- und bilateralen Spaltpatienten von einer verlängerten Uvula zum Behandlungsende gesprochen werden. Des Weiteren wurde der posterior airway space mit Hilfe von vier Streckenabschnitten (s. Material und Methoden Kap. 2.4.8) weiter analysiert. Die Strecke von der Pterygomaxillare (Pm) zur Pharynxhinterwand (PAS(NL)) ist präpubertär bei beiden vorliegenden Spaltarten verkleinert, wobei

im Wachstums- bzw. Behandlungsverlauf jeweils eine Verlängerung der Strecke stattfindet. So liegt postpubertär bei den analysierten Spaltpatienten zum Behandlungsende die Strecke PAS (NL) über dem Normwert von  $19,55 \text{ mm} \pm 5,22 \text{ mm}$  der Nichtspaltträger (Rose et al., 2003). Auch die Strecke PAS (OE), die auf Höhe des Okklusalplanums liegt, vergrößert sich im Wachstumsverlauf bei den untersuchten einseitigen Spaltträgern höchst signifikant und bei den untersuchten bilateralen Spaltträgern nicht signifikant. Dem hier verwendeten Normwert der Nichtspaltpatienten von  $9,25 \text{ mm} \pm 2,05 \text{ mm}$  (Rose et al., 2003) nähert sich der PAS (OE) Wert der untersuchten Spaltpatienten um  $-0,3 - 0,65 \text{ mm}$  an. Darüber hinaus wurde die Strecke PAS (B-Go) analysiert, die bei den Nichtspaltträgern nach Pirilä-Parkkinen et al. (2010)  $11,9 \text{ mm} \pm 3,98 \text{ mm}$  beträgt. Die Strecke verändert sich bei den analysierten Spaltarten nicht signifikant. Sie liegt mit  $10,33 \text{ mm}$  bei den analysierten unilateralen Spaltträgern und mit  $10,60 \text{ mm}$  bei den bilateralen in unmittelbarer Nähe zum Normwert  $11,9 \text{ mm} \pm 3,89 \text{ mm}$  bei Nichtspaltpatienten. Außerdem verkleinert sich im Wachstumsverlauf die Strecke PAS (ML), die sich auf Höhe des Mandibulaplanums befindet. Im Verhältnis zum Normwert  $13,10 \text{ mm} \pm 2,40 \text{ mm}$  von Nichtspaltpatienten aus der Untersuchung von Rose et al. (2003) weicht die PAS (ML) Strecke beider Spaltarten ab und bleibt unterhalb des Normwertes der Nichtspaltpatienten. Die Strecke PAS (Uv) dagegen vergrößert sich im Wachstumsverlauf und nähert sich so dem Normwert  $8 \text{ mm} \pm 1,81 \text{ mm}$  von Nichtspaltträgern (Rose et al., 2003) an. Insgesamt ist zu beobachten, dass sich die PAS-Werte der analysierten Spaltpatienten zum Behandlungsende den von Rose ermittelten Werten der Nichtspaltträger annähern und so im Verlauf der Behandlung eine Verbesserung der PAS-Werte und eine Vergrößerung des posterior airway space festgestellt werden kann. Dies kann auf die interdisziplinäre Therapie zurückzuführen sein.

#### **4.4 Schlussfolgerung**

Auf Grundlage der Untersuchungen der vorliegenden Arbeit hinsichtlich der Charakteristika der kephalometrischen Entwicklung von Spaltkindern vor, während und nach der pubertären Wachstumsphase und deren Veränderung können folgende Schlüsse gezogen werden:

Bei allen analysierten sagittalen Parametern findet eine signifikante Veränderung der Messwerte zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende statt. Die protrudierte Prämaxilla wird vor allem bei den bilateralen Spaltpatienten durch die Wachstumsvorgänge des Unterkiefers kompensiert. Somit muss klinisch darauf geachtet werden, dass keine wachstumshemmenden Maßnahmen durch die Kieferorthopädie stattfinden, um die ventrale Lage der Prämaxilla nicht therapeutisch nach dorsal zu verändern.

Außerdem sollte auf eine frühzeitige Operation der Prämaxilla und eine frühzeitige Repositionierung i. S. einer Latham-Apparatur (Henkel und Gundlach, 1998, Latham, 1980, Schwenzer et al., 2003) mittels einer sehr strengen Indikationsstellung verzichtet werden, um abermals die im Wachstumsverlauf bestehenden Defizite nicht zu verstärken und eine Mittelgesichtsretrusion nicht zu provozieren (Vargervik, 1983). Aufgrund der geringen und somit nicht signifikanten Veränderungen der vertikalen Parameter im Wachstumsverlauf werden diese, wie bereits von Lisson et al. (2004) aufgezeigt, auf die chirurgische Rehabilitation zurückgeführt. Bei den dentalen Parametern wurde eine signifikante Veränderung der Messwerte deutlich, die auf einer dentalen Kompensation der Oberkieferinzisiven der skelettalen Klasse basiert. Die Weichteilparameter zeigten eine signifikante Veränderung der Messwerte im Wachstumsverlauf auf. Aufgrund der Verkleinerung des Nasolabialwinkels kann von einer maxillären Hypoplasie ausgegangen werden. Darüber hinaus wurde zum Behandlungsende ein flacheres unteres Gesichtsprofil mit einem konkaven Weichgewebsprofil erkenntlich. In Relation zum errechneten H-Winkel wird bei einer Vielzahl der untersuchten Spaltpatienten deutlich, dass die nicht optimale ästhetische sagittal basale Relation in geringem Maße durch die Weichteile kompensiert werden kann.

Die Auswertung von Spaltpatienten nach einem bevölkerungsrepräsentativen Mittelwert erlaubt insofern keine eindeutige Aussage, als dass die Ergebnisse und die Interpretation nach Mittelwert und Median partiell widersprüchlich sind und Spaltpatienten durch deren Abweichung in der kraniofazialen Konfiguration nicht als Mittelwertpatienten einzustufen sind. Als zielführend erweist sich dagegen die patientenindividuelle Betrachtung mittels entsprechender Kephalometrien nach Segner und Hasund. So konnte mit Hilfe der Harmoniebox nach Hasund gezeigt werden, dass sich das zu Behandlungsbeginn bei beiden Spaltarten vorliegende disharmonische zu einem harmonischen Gesamtbild verändert und somit basierend auf den skelettalen Parametern von einer verbesserten Ästhetik ausgegangen werden kann. Dies wiederum kann als Therapieerfolg gesehen werden, da es das Ziel ist, bei Spaltpatienten wie auch bei Nichtspaltträgern zum Behandlungsende einen in sich harmonischen Schädel- und Gesichtstyp zu erzielen.

Auch bei der Untersuchung der PAS-Werte zeigt sich bei beiden Spaltarten bei der Strecke ML-Hy und PAS (NL) eine signifikante Veränderung zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende. Es nähern sich die PAS-Parameter denen der Nichtspaltpatienten deutlich an (Pirilä-Parkkinen et al., 2010, Rose et al., 2003), wodurch ersichtlich wird, dass sich der posterior airway space im Wachstumsverlauf mithilfe einer interdisziplinären Behandlung vergrößert.

Schlussendlich wird deutlich, dass u. a. die Prämaxillaposition, das skelettale Gesichtsprofil und der posterior airway space bei Spaltpatienten verbessert werden, die bei nichtoperierten Spaltpatienten im Wachstumsverlauf bestehen bleiben. Trotz dessen wurden die Defizite der Spalterkrankung z. B. die Weichteilkomensation und die Zahnstellung deutlich. Es wurde außerdem festgestellt, dass sich diese teilweise mit dem Wachstum verstärken. Dennoch kann mithilfe der vorliegenden Ergebnisse gezeigt werden, dass die spaltbedingte kraniofaziale Konfiguration mithilfe der interdisziplinären Behandlung verringert werden kann und die Spaltpatienten somit weitestgehend rehabilitiert werden und dadurch ein annähernd normales Leben führen können.

## 5 Zusammenfassung

Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten stellen eine der häufigsten pränatalen Störungen der Gesichtsentwicklung mit kieferorthopädischer Relevanz dar. In der vorliegenden Arbeit wurden die kephalometrischen Veränderungen von uni- und bilateralen Lippen-Kiefer-Gaumenspalt-Patienten im Wachstumsverlauf vom präpubertären Behandlungsbeginn bis zum postpubertären Behandlungsende bestimmt.

Dafür wurden retrospektiv Fernröntgenseitenbilder von 76 Patienten, selektiert aus einem Gesamtpool von 470 Patienten, mit uni- (n=58) oder bilateralen (n=18) Lippen-Kiefer-Gaumenspalten, zu einem präpubertären (3 bis 10 Jahre) und einem postpubertären Zeitpunkt (15 bis 29 Jahre) untersucht. Die Röntgenaufnahmen wurden während der regulären kieferorthopädischen Behandlung der Patienten angefertigt.

Bei der durchgeführten Untersuchung zeigte sich bei den meisten Parametern eine Annäherung an den Mittelwert der Nichtspaltpatienten. Der zu Behandlungsbeginn v. a. bei den beidseitigen Spalten auffällig vergrößerte SNA-Winkel, zurückzuführen auf das bei Geburt nach ventral verlagerte Zwischenkiefersegment, retrudiert im Wachstumsverlauf und zeigt zum Behandlungsabschluss keine ausgeprägte maxilläre Prognathie mehr. Vor allem bei bilateralen Spalten reduziert sich die Retroposition der Oberkieferfront im Behandlungsverlauf deutlich. Die initial retrognathe Mandibula verbleibt zum Behandlungsende leicht retrognath und zeigt eine alveoläre Retrusion. Durch die Annäherung des SNA- und des SNB-Winkels und die Reduktion des Wits-Wertes im Behandlungsverlauf entwickelt sich die initial ausgeprägte skelettale Klasse II zu einer Klasse I, bei den unilateralen Spalten mit Klasse-III-Tendenz, bei den bilateralen Spalten mit Klasse-II-Tendenz. Es resultiert eine dentale Kompensation des Oberkiefers der skelettalen Klassen II und III.

Die vertikalen Parameter zeigen eine vertikale Wachstumsrichtung bei posteriorer Rotation der Mandibula und vergrößertem Kieferwinkel. Darüber hinaus bildet sich im Verlauf eine dem physiologischen Wachstum entsprechende Kinnprominenz aus.

Auf Grundlage der gemessenen Wachstumsrichtung des Gesichtsschädels bei Spaltpatienten wird deutlich, dass vor allem bei bilateralen Spalten die geburtlich nach ventral verlagerte Prämaxillaposition belassen werden und auf frühzeitige chirurgische sowie kieferorthopädische Maßnahmen wie z. B. die Latham-Apparatur, die dazu beitragen, dass die Prämaxilla vorpubertär nach dorsal bewegt und den SNA-Winkel verkleinern wird, verzichtet werden sollte, um spätere schwere Mittelgesichtsdefizite und daraus resultierende „Notwendigkeit weiterer operativer Eingriffe zu vermeiden“ (Kretschmer et al., 2021).

Die Relation des H-Winkel zum Nasolabialwinkel und zum errechneten H-Winkel zeigt, dass die zum Behandlungsende vorliegende nicht optimale ästhetische sagittal basale Relation nur geringfügig durch die Weichteile kompensiert werden kann. Darüber hinaus verdeutlicht die Harmoniebox nach Hasund die Verbesserung des harmonischen Gesamtbildes basierend auf den skelettalen Parametern der Spaltpatienten vom Behandlungsanfang und -ende.

Die PAS-Werte der untersuchten Spaltpatienten nähern sich im Wachstumsverlauf den von anderen Autoren ermittelten Werten der Nichtspaltträger an und zeigen so im Verlauf der Behandlung eine Verbesserung und gleichzeitig eine Vergrößerung des posterior airway space.

Trotz entsprechender heterogener kieferorthopädischer Behandlung stellte sich bei den untersuchten Spaltpatienten im Vergleich zu Nichtspaltpatienten ein fortbestehendes bzw. sich verstärkendes Entwicklungsdefizit ein. Aus den Untersuchungsergebnissen wird primär klinisch die Dringlichkeit einer genauen Behandlungsplanung und -abfolge hinsichtlich einer nicht zu frühen und nicht zu späten chirurgischen und kieferorthopädischen Intervention erkenntlich. Ebenso zeigt sich, dass eine Beurteilung der Ästhetik in Hinsicht auf den Behandlungserfolg nicht allein auf der FRS-Analyse basieren sollte, sondern auch die subjektive Betrachtung fern der Referenzwerte mit einbezogen werden muss, um ein zielführendes Behandlungsergebnis erzielen zu können.

## 6 Literaturverzeichnis

- Allori, A. C., Mulliken, J. B., Meara, J. G., Shusterman, S. und Marcus, J. R. (2017) *Classification of Cleft Lip/Palate: Then and Now*. *Cleft Palate Craniofac J*, 54: 175–188.
- Battagel, J. M., Johal, A. und Kotecha, B. (2000) *A cephalometric comparison of subjects with snoring and obstructive sleep apnoea*. *Eur J Orthod*, 22: 353–365.
- Birnbaum, S., Reutter, H., Mende, M., De Assis, N. A., Diaz-Lacava, A., Herms, S., Scheer, M., Lauster, C., Braumann, B., Schmidt, G., Martini, M., Hemprich, A., Potzsch, S., Knapp, M., Nothen, M. M., Kramer, F. J. und Mangold, E. (2009) *Further evidence for the involvement of MYH9 in the etiology of non-syndromic cleft lip with or without cleft palate*. *Eur J Oral Sci*, 117: 200–203.
- Björk, A. und Helm, S. (1967) *Prediction of the age of maximum puberal growth in body height*. *Angle Orthod*, 37: 134–143.
- Da Silva Filho, O. G., Carvalho Lauris, R. C., Capelozza Filho, L. und Semb, G. (1998) *Craniofacial morphology in adult patients with unoperated complete bilateral cleft lip and palate*. *Cleft Palate Craniofac J*, 35: 111–119.
- Dahlberg, G. (1940) *Statistical methods for medical and biological students*. *British Medical Journal*, 2(4158): 358–359.
- Daratsianos, N., Mangold, E. und Martini, M. (2014) *Orofaziale Spalten*. *Zahnmedizin up2date*, 8: 391–424.
- Davis, J. S. und Ritchie, H. P. (1922) *Classification of congenital clefts of the lip and palate: With a suggestion for recording these cases*. *Journal of the American Medical Association*, 79: 1323–1327.
- Fogh-Anderson (1942) *Inheritance of harelip and cleft palate*. pp.15–65. Copenhagen: Arnold Busck / Nyt Nordisk Forlag.
- Gaggl, A., Schultes, G., Prager, K. und Kärcher, H. (1999) *Dreidimensionale Gebiss- und Fernröntgenanalyse bei Patienten mit Spaltbildungen des Gesichtsschädels*. *Acta Chir Austriaca*, 3: 170–176.
- Gahl, C. M. (2019) *Die klinische Effizienz des Benesliders zur Distalisation von Molaren – eine kephalometrische Studie*. Med. Diss., Technischen Universität München.
- Gesch, D. (1997) *Wachstum der unbehandelten Angle-Klasse II/1-Malokklusion*. Med. Diss., Universität Hamburg.

- Gnoinski, W. M. und Rutz, G. (2009) *A longitudinal cephalometric study from age 5 to 18 years on individuals with complete bilateral cleft lip and palate*. J Craniofac Surg, 20 Suppl 2: 1672–1682.
- Gnoinski, W. und Jacobsen, C. (2013) *Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten*, 245–257. In: Facharztwissen Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie (Hrsg.): Gujer, K., Jacobsen, C. und Grätz, K. W., Berlin: Springer.
- Godt, A., Koos, B., Hagen, H. und Göz, G. (2011) *Changes in upper airway width associated with Class II treatments (headgear vs activator) and different growth patterns*. The Angle Orthodontist, 81: 440-446.
- Habersack, K. und Hasund, A. (2013) *Klinische Anwendung der individualisierten Kephalmetrie Ceph Template ein praktisches Hilfsmittel*. Gauting: SAM Präzisionstechnik GmbH.
- Hasund, A., Boe, O., Jenatschke, F., Norderval, K., Thunold, K. und Wisth, P., J. (1972) *Klinische Kephalmetrie für die Bergen-Technik*. 1. Aufl., Universität Bergen
- Hasund, A. (1974) *Klinische Kephalmetrie für die Bergen-Technik*. Kieferorthopädische Abteilung des zahnärztlichen Institutes der Universität Bergen, Bergen: Norwegen.
- Hasund, A., Wisth, P. J. und Böe, O. E. (1980) *Der H-Winkel in der kieferorthopädischen Diagnostik*. Fortschritte der Kieferorthopädie, 41: 40–46.
- Hausamen, J. E., Machtens, E., Reuther, J., Eufinger, H., Kübler, A. und Schliephake, H. (2012) *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 309–344, 4. Aufl., Berlin: Springer
- Heib, N. (2009) *Vergleichende Untersuchung von Behandlungsergebnissen bei beiderseitigen Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten - Eine Longitudinal- und Querschnittstudie*. Med. Diss., Universität des Saarlandes.
- Henkel, K. O. und Gundlach, K. K. H. (1998) *Welchen Effekt hat der Gebrauch des Latham-Geräts auf das kraniofaziale Wachstum bei ein- und doppelseitigen Lippen-Kiefer-Gaumenspalten*. Oral and Maxillofacial Surgery, 2: 55–57.
- Hochban, W., Brandenburg, U. und Schürmann, R. (1994) *Zur Gesichtsskelettmorphologie beim obstruktiven Schlafapnoe-Syndrom und ihrem Einfluß auf die Atemwegobstruktion*. Dtsch Zahnärztl Z, 49: 777–782.
- Holdaway, R. A. (1956) *Changes in relationship of points A and B during orthodontic treatment*. American Journal of Orthodontics, 42: 176–193.

- Horch, H.-H. (2012) *Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten (LKG-Spalten)*, 306–313, In: *Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten (LKG-Spalten)*. (Hrsg.): Siewert, J. R. und Stein, H. J., Berlin: Springer.
- Houston, W. J. (1983) *The analysis of errors in orthodontic measurements*. Am J Orthod, 83: 382–390.
- Jacobson, A. (1975) *The "Wits" appraisal of jaw disharmony*. Am J Orthod, 67: 125-38.
- Johns, F. R., Stollo, P. J., Jr., Buckley, M. und Constantino, J. (1998) *The influence of craniofacial structure on obstructive sleep apnea in young adults*. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 56: 596–602.
- Kaduk, W. M., Grabowski, R. und Gundlach, K. K. (2003) *Position of the hyoid bone in cleft lip, alveolus, and palate: variation of normal anatomy or sign accompanying the malformation?* Cleft Palate Craniofac J, 40: 1–5.
- Koos, B., Reinert, S. und Poets, C. F. (2018) *Kindliche Fehlbildungen im Kiefer- und Gesichtsbereich: Therapiekonzepte an der Schnittstelle*. ZM online Fortbildung Kieferorthopädie, 108(23-24): 52-61.
- Kretschmer, C., Rudzki, I., Koos, B. und Finke, H. (2021) *Gesichtsschädelentwicklung bei Spaltpatienten während der kieferorthopädischen Behandlung im Kindes- und Jugendalter*. Online Vortrag, Wiesbaden: 93. Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. DGKFO.
- Krey, K.-F. (2020) *Aktuelle kieferorthopädische Aspekte bei der Behandlung von Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten*. Quintessenz Zahnmedizin, 04/2020: 408–420.
- Lambrecht, J. T., Kreusch, T. und Schulz, L. (2000) *Position, shape, and dimension of the maxilla in unoperated cleft lip and palate patients: review of the literature*. Clin Anat, 13: 121–133.
- Latham, R. A. (1980) *Orthopedic advancement of the cleft maxillary segment: a preliminary report*. Cleft Palate J, 17: 227–233.
- Lisson, J. A. (1995) *Quer- und Längsschnittuntersuchungen von Patienten mit beidseitiger Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalte, Behandlungsverläufe nach dem Hannoveraner Konzept*. Med Diss., Universität Hannover.
- Lisson, J. A., Hanke, I. und Tränkmann, J. (2004) *Vertical changes in patients with complete unilateral and bilateral cleft lip, alveolus and palate*. J Orofac Orthop, 65: 246–258.

- Mangold, E., Ludwig, K. U. und Nöthen, M. M. (2011) *Breakthroughs in the genetics of orofacial clefting*. Trends in Molecular Medicine, 17: 725-733.
- Nötzel, F., Schultz, C. und Hartung, H. (2007) *Fernröntgenseitenbild-Analyse: mit 90 Tabellen*, Köln: Dt. Zahnärzte-Verlag.
- Nötzel, F. und Schultz, C. (2009) *Leitfaden der kieferorthopädischen Diagnostik: Analysen und Tabellen für die Praxis*, Köln: Dt. Zahnärzte-Verlag.
- Opitz, C. (2002) *Kieferorthopädische Behandlung von Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten*, Berlin: Quintessenz Verlags-GmbH.
- Öztürk, Y. und Cura, N. (1996) *Examination of Craniofacial Morphology in Children with Unilateral Cleft Lip and Palate*. The Cleft Palate-Craniofacial Journal, 33: 32–36.
- Panagiotidis, G. und Witt, E. (1977) *Der individualisierte ANB-Winkel*. Fortschritte der Kieferorthopädie, 38: 408–416.
- Paulin, G. und Thilander, B. (1991) *Dentofacial relations in young adults with unilateral complete cleft lip and palate. A follow-up study*. Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg, 25: 63–72.
- Pirilä-Parkkinen, K., Löppönen, H., Nieminen, P., Tolonen, U. und Pirttiniemi, P. (2010) *Cephalometric evaluation of children with nocturnal sleep-disordered breathing*. Eur J Orthod, 32: 662–671.
- Rakosi, T. und Jonas, I. (1989) *Kieferorthopädie - Diagnostik*, Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Reinert, S. und Krimmel, M. (2003) *Das Tübinger Konzept zur chirurgischen Behandlung von Lippen-Kiefer-Gaumenspalten*. Forum Logopädie, 17: 6–11.
- Rose, E. C., Staats, R., Lehner, M. und Jonas, I. E. (2002) *Cephalometric Analysis in Patients with Obstructive Sleep Apnea Part I: Diagnostic Value*. Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte der Kieferorthopädie, 63: 143–153.
- Rose, E., Thissen, U., Otten, J.-E. und Jonas, I. (2003) *Cephalometric Assessment of the Posterior Airway Space in Patients with Cleft Palate after Palatoplasty*. The Cleft Palate-Craniofacial Journal, 40: 498–503.
- Rudzki, I. und Ehrenfeld, M. (2017) *Neugeborene mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalte - Interdisziplinäre Zusammenarbeit*. Dentista, 04/2017: 24-26

- Saleem, K., Zaib, T., Sun, W. und Fu, S. (2019) *Assessment of candidate genes and genetic heterogeneity in human non syndromic orofacial clefts specifically non syndromic cleft lip with or without palate*. *Heliyon*, 5(12): e03019.
- Sander, F. G. (2011) *Kieferorthopädische Diagnostik*, 15–42, In *Kieferorthopädische Diagnostik*. (Hrsg.): Sander, F. G., Schwenzer, N. und Ehrenfeld, M., 2. Aufl., Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Sayinsu, K., Ozdemir, F., Trakyali, G. und Arun, T. (2007) *An evaluation of the errors in cephalometric images and conventional tracings*. *European journal of orthodontics*, 29: 105–8.
- Schopf, P. (2008) *Curriculum Kieferorthopädie Band I*, Berlin: Quintessenz Verlags-GmbH.
- Schwenzer, N. und Arold, R. (1998) *Lippen-Kiefer-Gaumenspalten*. *Deutsches Ärzteblatt*, Heft 37: 46-51.
- Schwenzer, K., Holberg, C., Hagenmaier, C., Bacher, M., Kunz, B., Cornelius, C., Schwenzer, N. und Ehrenfeld, M. (2003) *Positionierung der Oberkieferelemente mit der Latham-Apparatur bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten*. *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 7: 25-30.
- Schwenzer, N. und Ehrenfeld, M. (2011) *Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie*. 4. Aufl. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Segner, D. (1989) *Floating norms as a means to describe individual skeletal patterns*. *Eur J Orthod*, 11: 214–220.
- Segner, D. und Hasund, A. (2003) *Individualisierte Kephalemetrie*. Hamburg: Segner Verlag
- Semb, G. (1991) *A study of facial growth in patients with bilateral cleft lip and palate treated by the Oslo CLP Team*. *Cleft Palate Craniofac J*, 28: 22–39; 46–48.
- Shapira, Y., Lubit, E., Kuftinec, M. M. und Borell, G. (1999) *The distribution of clefts of the primary and secondary palates by sex, type, and location*. *Angle Orthod*, 69: 523–528.
- Smahel, Z., Machová, P., Müllerová, Z. und Skvarilová, B. (1992a) *Growth and development of the face in complete unilateral cleft lip and palate during prepubertal and pubertal periods*. *Acta Chir Plast*, 34: 163-77.
- Smahel, Z., Polivková, H., Skvarilová, B. und Horák, I. (1992b) *Configuration of facial profile in adults with cleft lip with or without cleft palate*. *Acta Chir Plast*, 34: 190–203.

- Smahel, Z., Betincová, L., Müllerová, Z. und Skvarilová, B. (1993) *Facial growth and development in unilateral complete cleft lip and palate from palate surgery up to adulthood*. J Craniofac Genet Dev Biol, 13: 57–71.
- Treutlein, C., Berten, J. L., Swennen, G. und Brachvogel, P. (2003) *Comparative Cephalometric Study of 10-year-old Patients with Complete Unilateral Cleft Lip and Palate*. Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte der Kieferorthopädie, 64: 27–39.
- Trotman, C. A. und Ross, R. B. (1993) *Craniofacial growth in bilateral cleft lip and palate: ages six years to adulthood*. Cleft Palate Craniofac J, 30: 261–273.
- Universitätsklinikum München (2006) *Interdisziplinäres Konzept für die Behandlung von Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten an der Ludwig-Maximilians-Universität München* [Online]. Available: <http://www.klinikum.uni-muenchen.de/Poliklinik-fuer-Kieferorthopaedie/download/inhalt/patienten/gesamtkonzept-deutsch.pdf> [18.03.2021].
- Universitätsklinikum Tübingen (2020) *Therapie von Lippen-Kiefer-Gaumenspalten* [Online]. Available: <https://www.medizin.uni-tuebingen.de/de/das-klinikum/einrichtungen/zentren/zentrum-fuer-lippen-kiefer-gaumenspalten-und-kraniofaziale-fehlbildungen/lippen-kiefer-gaumenspalten-lkg#therapie> [16.03.2021].
- Vargervik, K. (1983) *Growth characteristics of the premaxilla and orthodontic treatment principles in bilateral cleft lip and palate*. Cleft Palate J, 20: 289–302.
- Wahaj, A., Gul E, E. und Ahmed, I. (2014) *Comparison of hyoid bone position among cleft lip palate and normal subjects*. J Coll Physicians Surg Pak, 24: 745–748.
- Weise, W. und Dilmaghani, Y. (1973) *Entwicklungsabweichungen im Bereich des Unterkiefers bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalte*. Fortschritte der Kieferorthopädie, 34: 307–315.

## 7 Tabellenverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| <b>Tab. 1:</b> Kephalometrische Punkte.....                                      | 22 |
| <b>Tab. 2:</b> Anteriore und posteriore PAS-Punkte.....                          | 28 |
| <b>Tab. 3:</b> Horizontale Referenzlinien.....                                   | 29 |
| <b>Tab. 4:</b> Vertikale Referenzlinien.....                                     | 30 |
| <b>Tab. 5:</b> Hilfslinien .....   | 30 |
| <b>Tab. 6:</b> Weichteilreferenzlinien.....                                      | 31 |
| <b>Tab. 7:</b> PAS-Verbindungslinien .....                                       | 44 |
| <b>Tab. 8:</b> PAS-Strecken .....  | 45 |
| <b>Tab. 9:</b> Alter der Patienten zu Behandlungsbeginn (T1) und -ende (T2)..... | 52 |
| <b>Tab. 10:</b> SNA bei bilateralen Spaltpatienten.....                          | 53 |
| <b>Tab. 11:</b> SNA bei unilateralen Spaltpatienten.....                         | 54 |
| <b>Tab. 12:</b> SNB bei bilateralen Spaltpatienten.....                          | 55 |
| <b>Tab. 13:</b> SNB bei unilateralen Spaltpatienten.....                         | 56 |
| <b>Tab. 14:</b> ANB bei bilateralen Spaltpatienten.....                          | 57 |
| <b>Tab. 15:</b> ANB bei unilateralen Spaltpatienten.....                         | 57 |
| <b>Tab. 16:</b> Individualisierter ANB bei bilateralen Spaltpatienten .....      | 58 |
| <b>Tab. 17:</b> individualisierter ANB bei unilateralen Spaltpatienten .....     | 58 |
| <b>Tab. 18:</b> SNPog der bilateralen Spaltpatienten.....                        | 59 |
| <b>Tab. 19:</b> SNPog der unilateralen Spaltpatienten.....                       | 60 |
| <b>Tab. 20:</b> Wits-Wert bei bilateralen Spaltpatienten.....                    | 60 |
| <b>Tab. 21:</b> Differenz des Wits-Wertes bei bilateralen Spaltpatienten.....    | 61 |
| <b>Tab. 22:</b> Wits-Wert bei unilateralen Spaltpatienten.....                   | 61 |
| <b>Tab. 23:</b> Pog-NB bei bilateralen Spaltpatienten.....                       | 62 |
| <b>Tab. 24:</b> Differenz Pog-NB bei bilateralen Spaltpatienten .....            | 62 |
| <b>Tab. 25:</b> Pog-NB bei unilateralen Spaltpatienten.....                      | 63 |
| <b>Tab. 26:</b> NSBa bei bilateralen Spaltpatienten.....                         | 64 |
| <b>Tab. 27:</b> NSBa bei unilateralen Spaltpatienten.....                        | 65 |
| <b>Tab. 28:</b> Gn-Go-Ar bei bilateralen Spaltpatienten.....                     | 66 |
| <b>Tab. 29:</b> Differenz des Gn-Go-Ar bei bilateralen Spaltpatienten.....       | 66 |
| <b>Tab. 30:</b> Gn-Go-Ar bei unilateralen Spaltpatienten.....                    | 67 |
| <b>Tab. 31:</b> Differenz des Gn-Go-Ar bei unilateralen Spaltpatienten.....      | 67 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Tab. 32:</b> NL-NSL bei bilateralen Spaltpatienten.....                            | 68 |
| <b>Tab. 33:</b> NL-NSL bei unilateralen Spaltpatienten.....                           | 69 |
| <b>Tab. 34:</b> ML-NSL bei bilateralen Spaltpatienten. ....                           | 69 |
| <b>Tab. 35:</b> ML-NSL bei unilateralen Spaltpatienten. ....                          | 70 |
| <b>Tab. 36:</b> Differenz des ML-NSL bei unilateralen Spaltpatienten .....            | 71 |
| <b>Tab. 37:</b> ML-NL bei bilateralen Spaltpatienten.....                             | 71 |
| <b>Tab. 38:</b> ML-NL bei unilateralen Spaltpatienten.....                            | 71 |
| <b>Tab. 39:</b> Index bei bilateralen Spaltpatienten.....                             | 73 |
| <b>Tab. 40:</b> Index bei unilateralen Spaltpatienten.....                            | 74 |
| <b>Tab. 41:</b> OK1-NA bei bilateralen Spaltpatienten .....                           | 75 |
| <b>Tab. 42:</b> Differenz OK1-NA bei bilateralen Spaltpatienten.....                  | 75 |
| <b>Tab. 43:</b> OK1-NA bei unilateralen Spaltpatienten .....                          | 76 |
| <b>Tab. 44:</b> OK1-NA Strecke von bilateralen Spaltpatienten.....                    | 77 |
| <b>Tab. 45:</b> OK1-NA Strecke von unilateralen Spaltpatienten.....                   | 78 |
| <b>Tab. 46:</b> UK1-NB von bilateralen Spaltpatienten. ....                           | 79 |
| <b>Tab. 47:</b> Differenz des UK1-NB von bilateralen Spaltpatienten .....             | 79 |
| <b>Tab. 48:</b> UK1-NB von unilateralen Spaltpatienten .....                          | 80 |
| <b>Tab. 49:</b> UK1-NB Strecke von bilateralen Spaltpatienten .....                   | 81 |
| <b>Tab. 50:</b> UK1-NB Strecke von unilateralen Spaltpatienten .....                  | 81 |
| <b>Tab. 51:</b> Interinzisalwinkel bei bilateralen Spaltpatienten. ....               | 83 |
| <b>Tab. 52:</b> Differenz des Interinzisalwinkel bei bilateralen Spaltpatienten ..... | 83 |
| <b>Tab. 53:</b> Interinzisalwinkel bei unilateralen Spaltpatienten .....              | 84 |
| <b>Tab. 54:</b> Holdawaywinkel bei bilateralen Spaltpatienten.....                    | 85 |
| <b>Tab. 55:</b> Holdawaywinkel bei unilateralen Spaltpatienten.....                   | 86 |
| <b>Tab. 56:</b> Errechneter H-Winkel.....   | 86 |
| <b>Tab. 57:</b> Nasolabialwinkel bei bilateralen Spaltpatienten.....                  | 87 |
| <b>Tab. 58:</b> Nasolabialwinkel bei unilateralen Spaltpatienten.....                 | 88 |
| <b>Tab. 59:</b> ML-Hy bei bilateralen Spaltpatienten.....                             | 89 |
| <b>Tab. 60:</b> ML-Hy bei unilateralen Spaltpatienten.....                            | 90 |
| <b>Tab. 61:</b> Differenz ML-Hy bei unilateralen Spaltpatienten .....                 | 90 |
| <b>Tab. 62:</b> UL bei bilateralen Spaltpatienten.....                                | 91 |
| <b>Tab. 63:</b> UL bei unilateralen Spaltpatienten.....                               | 91 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Tab. 64:</b> Differenz der UL bei unilateralen Spaltpatienten .....       | 92  |
| <b>Tab. 65:</b> PAS (NL) bei bilateralen Spaltpatienten .....                | 93  |
| <b>Tab. 66:</b> PAS (NL) bei unilateralen Spaltpatienten .....               | 94  |
| <b>Tab. 67:</b> PAS (OE) bei bilateralen Spaltpatienten.....                 | 94  |
| <b>Tab. 68:</b> Differenz der PAS(OE) bei bilateralen Spaltpatienten .....   | 95  |
| <b>Tab. 69:</b> PAS (OE) bei unilateralen Spaltpatienten.....                | 96  |
| <b>Tab. 70:</b> Differenz der PAS (OE) bei unilateralen Spaltpatienten ..... | 96  |
| <b>Tab. 71:</b> PAS (B-Go) bei bilateralen Spaltpatienten .....              | 97  |
| <b>Tab. 72:</b> PAS (B-Go) bei unilateralen Spaltpatienten .....             | 98  |
| <b>Tab. 73:</b> PAS (ML) bei bilateralen Spaltpatienten.....                 | 99  |
| <b>Tab. 74:</b> PAS (ML) bei unilateralen Spaltpatienten.....                | 100 |
| <b>Tab. 75:</b> PAS (Uv) bei bilateralen Spaltpatienten .....                | 101 |
| <b>Tab. 76:</b> PAS (Uv) bei unilateralen Spaltpatienten .....               | 102 |
| <b>Tab. 77:</b> Differenz der PAS (Uv) bei unilateralen Spaltpatienten.....  | 102 |
| <b>Tab. 78:</b> Methodenfehler nach Dahlberg .....                           | 105 |

## 8 Abbildungsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| <b>Abb. 1:</b> Wachstumsrhythmuskurve modifiziert nach Björk .....                             | 4  |
| <b>Abb. 2:</b> laterales Fernröntgenseitenbild (FRS) .....                                     | 8  |
| <b>Abb. 3:</b> Kephhalostat .....  | 9  |
| <b>Abb. 4:</b> Patient fixiert im Kephhalostat.....  | 9  |
| <b>Abb. 5:</b> Interdisziplinäres Behandlungskonzept des Spaltzentrums Tübingen bis 2016 ..... | 16 |
| <b>Abb. 6:</b> Modifiziertes Interdisziplinäres Behandlungskonzept der LMU München .....       | 17 |
| <b>Abb. 7:</b> Analyse des FRS im OnyxCeph 3TM Software 2D Pro .....                           | 21 |
| <b>Abb. 8:</b> Darstellung der PAS-Referenzpunkte .....  | 28 |
| <b>Abb. 9:</b> Horizontale Referenzlinien .....  | 29 |
| <b>Abb. 10:</b> Vertikale Referenzlinien .....   | 29 |
| <b>Abb. 11:</b> Darstellung der Hilfslinien .....  | 31 |
| <b>Abb. 12:</b> Darstellung der Weichteilreferenzlinien.....                                   | 31 |
| <b>Abb. 13:</b> SNA-Winkel.....  | 32 |
| <b>Abb. 14:</b> SNB-Winkel.....  | 32 |
| <b>Abb. 15:</b> ANB-Winkel.....  | 33 |
| <b>Abb. 16:</b> Wits-Wert.....   | 33 |
| <b>Abb. 17:</b> SNPog-Winkel.....  | 35 |
| <b>Abb. 18:</b> Winkel NSBa .....  | 36 |
| <b>Abb. 19:</b> Winkel Gn-Go-Ar .....  | 36 |
| <b>Abb. 20:</b> Winkel NL-NSL.....   | 37 |
| <b>Abb. 21:</b> Winkel ML-NSL .....  | 37 |
| <b>Abb. 22:</b> Winkel ML-NL.....  | 38 |
| <b>Abb. 23:</b> Index N-Sp':Sp'-Gn .....   | 38 |
| <b>Abb. 24:</b> Winkel OK1-NA.....   | 40 |
| <b>Abb. 25:</b> Winkel UK1-NB .....  | 40 |
| <b>Abb. 26:</b> OK1-NA Strecke.....  | 41 |
| <b>Abb. 27:</b> UK1-NB Strecke .....   | 41 |
| <b>Abb. 28:</b> Interinzisalwinkel .....   | 42 |
| <b>Abb. 29:</b> Abstand Pog-NB .....   | 42 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Abb. 30:</b> H-Winkel.....                                      | 43 |
| <b>Abb. 31:</b> Nasolabialwinkel .....                             | 43 |
| <b>Abb. 32:</b> Darstellung der PAS-Referenzlinien .....           | 44 |
| <b>Abb. 33:</b> Harmoniebox mit Harmonieschema nach Hasund.....    | 47 |
| <b>Abb. 34:</b> Patientenpoolverteilung.....                       | 50 |
| <b>Abb. 35:</b> SNA der bilateralen Spaltpatienten .....           | 54 |
| <b>Abb. 36:</b> SNA der unilateralen Spaltpatienten .....          | 54 |
| <b>Abb. 37</b> SNB der bilateralen Spaltpatienten .....            | 55 |
| <b>Abb. 38</b> SNB der unilateralen Spaltpatienten .....           | 55 |
| <b>Abb. 39:</b> ANB der bilateralen Spaltpatienten .....           | 57 |
| <b>Abb. 40:</b> ANB der unilateralen Spaltpatienten .....          | 57 |
| <b>Abb. 41:</b> SNPog der bilateralen Spaltpatienten .....         | 59 |
| <b>Abb. 42:</b> SNPog der unilateralen Spaltpatienten .....        | 59 |
| <b>Abb. 43:</b> Wits-Wert der bilateralen Spaltpatienten.....      | 61 |
| <b>Abb. 44:</b> Wits-Wert der unilateralen Spaltpatienten.....     | 61 |
| <b>Abb. 45:</b> Pog-NB der bilateralen Spaltpatienten.....         | 63 |
| <b>Abb. 46:</b> Pog-NB der unilateralen Spaltpatienten.....        | 63 |
| <b>Abb. 47:</b> NSBa der bilateralen Spaltpatienten .....          | 65 |
| <b>Abb. 48:</b> NSBa der unilateralen Spaltpatienten .....         | 65 |
| <b>Abb. 49:</b> Gn-Go-Ar der bilateralen Spaltpatienten .....      | 67 |
| <b>Abb. 50:</b> Gn-Go-Ar der unilateralen Spaltpatienten.....      | 67 |
| <b>Abb. 51:</b> NL-NSL der bilateralen Spaltpatienten.....         | 68 |
| <b>Abb. 52:</b> NL-NSL der unilateralen Spaltpatienten.....        | 68 |
| <b>Abb. 53:</b> ML-NSL der bilateralen Spaltpatienten .....        | 70 |
| <b>Abb. 54:</b> ML-NSL der unilateralen Spaltpatienten .....       | 70 |
| <b>Abb. 55:</b> ML-NL der bilateralen Spaltpatienten.....          | 72 |
| <b>Abb. 56:</b> ML-NL der unilateralen Spaltpatienten.....         | 72 |
| <b>Abb. 57:</b> Index der bilateralen Spaltpatienten.....          | 73 |
| <b>Abb. 58:</b> Index der unilateralen Spaltpatienten.....         | 73 |
| <b>Abb. 59:</b> OK1-NA der bilateralen Spaltpatienten .....        | 76 |
| <b>Abb. 60:</b> OK1-NA der unilateralen Spaltpatienten .....       | 76 |
| <b>Abb. 61:</b> OK1-NA Strecke der bilateralen Spaltpatienten..... | 78 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Abb. 62:</b> OK1-NA Strecke der unilateralen Spaltpatienten .....                       | 78  |
| <b>Abb. 63:</b> UK1-NB der bilateralen Spaltpatienten .....                                | 80  |
| <b>Abb. 64:</b> UK1-NB der unilateralen Spaltpatienten .....                               | 80  |
| <b>Abb. 65:</b> UK1-NB Strecke der bilateralen Spaltpatienten .....                        | 82  |
| <b>Abb. 66:</b> UK1-NB Strecke der unilateralen Spaltpatienten .....                       | 82  |
| <b>Abb. 67:</b> Interinzisalwinkel der bilateralen Spaltpatienten .....                    | 84  |
| <b>Abb. 68:</b> Interinzisalwinkel der unilateralen Spaltpatienten .....                   | 84  |
| <b>Abb. 69:</b> H-Winkel der bilateralen Spaltpatienten.....                               | 85  |
| <b>Abb. 70:</b> H-Winkel der unilateralen Spaltpatienten.....                              | 85  |
| <b>Abb. 71</b> Nasolabialwinkel der bilateralen Spaltpatienten.....                        | 88  |
| <b>Abb. 72</b> Nasolabialwinkel der unilateralen Spaltpatienten.....                       | 88  |
| <b>Abb. 73:</b> ML-Hy der bilateralen Spaltpatienten.....                                  | 90  |
| <b>Abb. 74:</b> ML-Hy der unilateralen Spaltpatienten.....                                 | 90  |
| <b>Abb. 75:</b> UL der bilateralen Spaltpatienten.....                                     | 92  |
| <b>Abb. 76:</b> UL der unilateralen Spaltpatienten.....                                    | 92  |
| <b>Abb. 77:</b> PAS (NL) der bilateralen Spaltpatienten .....                              | 93  |
| <b>Abb. 78:</b> PAS (NL) der unilateralen Spaltpatienten .....                             | 93  |
| <b>Abb. 79:</b> PAS (OE) der bilateralen Spaltpatienten.....                               | 95  |
| <b>Abb. 80:</b> PAS (OE) der unilateralen Spaltpatienten.....                              | 95  |
| <b>Abb. 81:</b> PAS(B-Go) der bilateralen Spaltpatienten .....                             | 97  |
| <b>Abb. 82:</b> PAS(B-Go) der unilateralen Spaltpatienten .....                            | 97  |
| <b>Abb. 83:</b> PAS (ML) der bilateralen Spaltpatienten.....                               | 100 |
| <b>Abb. 84:</b> PAS (ML) der unilateralen Spaltpatienten.....                              | 100 |
| <b>Abb. 85:</b> PAS (Uv) der bilateralen Spaltpatienten .....                              | 102 |
| <b>Abb. 86:</b> PAS (Uv) der unilateralen Spaltpatienten .....                             | 102 |
| <b>Abb. 87:</b> Harmoniebox der bilateralen Spaltpatienten zu Behandlungsbeginn<br>.....   | 103 |
| <b>Abb. 88:</b> Harmoniebox der bilateralen Spaltpatienten zu Behandlungsende .            | 103 |
| <b>Abb. 89:</b> Harmoniebox der unilateralen Spaltpatienten zum Behandlungsanfang<br>..... | 104 |
| <b>Abb. 90:</b> Harmoniebox der unilateralen Spaltpatienten zum Behandlungsende<br>.....   | 104 |

## 9 Erklärung zum Eigenanteil

Die vorliegende Arbeit wurde in der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde unter der Leitung von Prof. Dr. Bernd Koos angefertigt.

Die Betreuung der Arbeit fand ergänzend durch Frau Dr. Hannah Finke aus der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde statt.

Die Konzeption der Studie erfolgte in Zusammenarbeit mit dem ärztlichen Direktor Prof. Dr. Bernd Koos und Frau Dr. Hannah Finke.

Die Daten wurden durch die Poliklinik für Kieferorthopädie des Universitätsklinikums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und durch Fr. Prof. em. Dr. Ingrid Rudzki der Ludwig-Maximilian-Universität München zur Verfügung gestellt. Die Daten-Archivierung, Daten-Recherche und Daten-Auswertung wurden von mir durchgeführt.

Die statistische Auswertung erfolgte nach Beratung durch das Institut für Klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie in Zusammenarbeit mit Dr. Gunnar Blumenstock, stellvertretender Institutsleiter und Lehrbeauftragter.

Ich versichere, das Manuskript selbständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Tübingen, den 15.03.2022

## 10 Veröffentlichung

### **Gesichtsschädelentwicklung bei Spaltpatienten während der kieferorthopädischen Behandlung im Kindes- und Jugendalter**

Autor: C. Kretschmer, I. Rudzki, B. Koos, H. Finke

Veröffentlicht als Online Vortrag bei der 93. Wissenschaftlichen Jahrestagung 2021 der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. (DGKFO)