

Diplomarbeit

**Die Wertigkeit einer der vorderen Schädelbasis
äquivalenten Weichteilebene-
Eine retrospektive Studie**

eingereicht von

Dr. Katja Kaiblinger

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktor(in) der Zahnheilkunde
(Dr. med. dent.)**

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt am

**Universitätsklinikum für Zahnmedizin und Mundgesundheit
Abteilung für orale Chirurgie und Kieferorthopädie**

unter der Anleitung von

Ass.-Prof. Dr. Margit Pichelmayer

Univ.-Doz.Dr. Frank Weiland

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 28.07.2020

Katja Kaiblinger eh.

Danksagungen

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen bedanken, die mich während der Anfertigung dieser Diplomarbeit unterstützt haben.

Insbesondere möchte ich mich bei meinen beiden Betreuern, Ass.-Prof. Dr. Pichelmayer und Univ.-Doz. Dr. Weiland bedanken, die mir, trotz zahlreicher anderer Verpflichtungen, jederzeit mit konstruktiver Kritik zur Seite gestanden sind.

Mein Dank gilt ihnen aufgrund ihrer ständigen Informationsbereitschaft und ihren interessanten Beiträgen und Antworten auf meine Fragen.

Zusammenfassung

Das Ziel der Arbeit lag darin, eine Weichteil-Ebene zu ermitteln, welche parallel zur vorderen Schädelbasis ist, um somit die Grundlage für eine strahlenfreie kieferorthopädische Diagnostik zu schaffen.

Zu diesem Zweck wurden 68 laterale Fernröntgen und Profildfotos von Klasse-I-PatientInnen in Form durchsichtiger Layer überlagert. Anschließend wurde dies auch mit 56 Bildern von Klasse-II-PatientInnen durchgeführt, um mögliche Abweichungen bedingt durch skelettale Dysgnathien zu ermitteln.

Die Überlagerung ermöglichte horizontale und vertikale Korrelationsbestimmungen verschiedener anatomischer Strukturen zueinander.

Es wurde der Winkel SNA mit dem Winkel TNS (Tragus-häutiges Nasion-Subnasale), sowie der Winkel SNB mit dem Winkel TNB (Tragus-häutiges Nasion-häutiger B-Punkt) statistisch aufgearbeitet und verglichen. Weiters wurde ein Winkel zwischen den Schnittpunkten der vorderen Schädelbasis und der angenommenen Weichteilebene 1 (Tragus-häutiges Nasion) ermittelt. Außerdem wurde ein Winkel zwischen den Schnittpunkten der vorderen Schädelbasis und der Weichteilebene 2 (Ohransatz-häutiges Nasion)

Folgende Ergebnisse können festgehalten werden:

1. Die Tragus-häutiges Nasion-Ebene ist sehr individuell und nicht äquivalent der Schädelbasis
2. Auch die Ohransatz-häutiges Nasion-Ebene ist individuell und nicht äquivalent der Schädelbasis
3. Die Identifikation von Weichteilpunkten und Knochenstrukturen ist gleich zuverlässig
4. Weichteilwinkel korrelieren zwar mit SNA und SNB, sind aber durch die unterschiedlichen Weichgewebstypen variabler
5. Weichteilwinkel sind im mentalen Bereich zuverlässiger als im subnasalen Bereich
6. Das laterale Fernröntgen bleibt unerlässlicher Teil der kieferorthopädischen Diagnostik und ist zum momentanen Zeitpunkt nicht durch eine Weichgewebsanalyse ersetzbar, lässt sich aber durch diese gut ergänzen

Abstract

The aim of this study was to determine a soft tissue plane, which is parallel to the anterior cranial base as a basis of future radiation free diagnostics in orthodontics.

For this purpose 68 lateral cephalograms and profile pictures of class-I-patients were matched in form of transparent layers. Subsequently the same was done with 56 pictures and cephalograms of class-II-patients in order to establish divergences due to skeletal malocclusions.

The matching enabled the determination of horizontal and vertical correlations of anatomical structures to each other.

The angle SNA was compared to TNS (Tragus-cutaneous Nasion-subnasale), SNB to TNB (Tragus-cutaneous Nasion-cutaneous B). The angle between the intersection point of the anterior cranial base and the determined soft tissue plane 1 (Tragus-cutaneous Nasion) was also calculated and statistically analyzed. The same was done with the intersection point of the anterior cranial base and the soft tissue plane 2 (upper root of the ear – cutaneous Nasion).

Following results can be noted:

1. The Tragus-Nasion-plane is highly individual and not equivalent to the cranial base
2. The second tissue plane (upper root of the ear – cutaneous Nasion) is not equivalent to the cranial base.
3. The reliability of the identification of soft tissue landmarks and skeletal landmarks is the same
4. Soft tissue angles correlate with SNA and SNB but show a higher variability due to different soft tissue types
5. Soft tissue angles are more reliable in the mental region compared to the subnasal area
6. The lateral cephalogram is an essential part in orthodontic diagnostics and can not be replaced by soft tissue analysis. However it can be a good addition to it

Inhaltsverzeichnis

Danksagungen	ii
Zusammenfassung	iii
Abstract	iv
Glossar und Abkürzungen	vi
Abbildungsverzeichnis	vii
Tabellenverzeichnis	viii
1 Einleitung	1
1.1 Vergleich Fernröntgen vs. Profilfoto	1
1.2 Das Fernröntgen	2
1.3 Angle-Klassifikation	2
1.3.1 Klasse I	3
1.3.2 Klasse II	4
1.3.3 Klasse III	5
1.4 Malokklusionen in Relation zum Restschädel	6
1.5 Referenzebenen	7
1.5.1 Sella-Nasion und Frankfurter Horizontale	7
1.5.2 Weitere horizontale Referenzebenen	8
1.6 Weichgewebsanalyse	9
2 Ziel der Untersuchung	10
3 Material und Methoden	11
3.1 Patientenkollektiv	11
3.2 Matching	12
3.3 Punkte	14
4 Ergebnisse – Resultate	20
4.1 Gemessene Werte Arbiträre Achse 1	20
4.1.1 Klasse I Arbiträre Achse 1	20
4.1.2 Klasse II Arbiträre Achse 1	27
4.1.3 Unterschied Klasse I und Klasse II AA1	35
4.2 Gemessene Werte Arbiträre Achse 2	36
4.2.1 Klasse I Arbiträre Achse 2	36
4.2.2 Klasse II Arbiträre Achse 2	43
4.2.3 Unterschied Klasse I und Klasse II AA2	48
5 Diskussion	49
6 Konklusio	54
7 Literaturverzeichnis	55

Glossar und Abkürzungen

SNA	Sella- Nasion- A-Punkt
SNB	Sella- Nasion- B-Punkt
SNPg	Sella- Nasion- Pogonion
TNS	Tragus- häutiges Nasion- Subnasale
TNK	Tragus- häutiges Nasion- Krümmung des Nasenstegs
TNA _{cut}	Tragus- häutiges Nasion- häutiger A-Punkt
TNPg _{cut}	Tragus- häutiges Nasion- häutiges Pogonion
TNB _{cut}	Tragus- häutiges Nasion- häutiger B-Punkt
SNN _{cut} T	Sella- Nasion- häutiges Nasion- Tragus
ONN _{cut} T	Sella- Nasion- häutiges Nasion- Ohransatz
K1	Klasse (Angle-Klassifikation)
AA1	Arbiträre Achse 1
AA2	Arbiträre Achse 2

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Klasse I(3)	3
Abbildung 2: Klasse II/1(3)	5
Abbildung 3: Klasse II/2(3)	5
Abbildung 4: Klasse III(3)	5
Abbildung 5: Ausgangsbilder OnyxCeph	12
Abbildung 6: Markierung von Referenzpunkten	13
Abbildung 7: Überlagerung von lateralem Fernröntgen und Profilbild	13
Abbildung 8: Punkte des Fernröntgens	14
Abbildung 9: Punkte des Profilbildes	15
Abbildung 10: SNA	17
Abbildung 11: SNB	17
Abbildung 12: SNPg	17
Abbildung 13: TNK/ONK	18
Abbildung 14: TNSn/ONSn	18
Abbildung 15: TNB_{cut}/ONB_{cut}	19
Abbildung 16: TNA_{cut}/ONA_{cut}	18
Abbildung 17: $TNPg_{cut}/ONPg_{cut}$	19
Abbildung 18: Winkel überlagertes Bild $SNN_{cut}T/SNN_{cut}O$	19
Abbildung 19: Regressionsgerade SNA u. TNA_{cut} Kl.I	25
Abbildung 20: Regressionsgerader SNA u. TNSn Kl. I	25
Abbildung 21: Regressionsgerade SNA u. TNK Kl.I	25
Abbildung 22: Regressionsgerade SNB u. TNB_{cut} Kl.I	25
Abbildung 23: Regressionsgerade SNPg u. $TNPg_{cut}$ Kl.I	26
Abbildung 24: Boxplot $SNN_{cut}T$ Kl.I AA1	27
Abbildung 25: Boxplot $SNN_{cut}T$ Medianwert Kl.I AA1	27
Abbildung 26: Regressionsgerade SNA u. TNA_{cut} Kl.II	32
Abbildung 27: Regressionsgerade SNA u. TNSn Kl.II	32
Abbildung 28: Regressionsgerade SNA u. TNK Kl.II	32
Abbildung 29: Regressionsgerade SNB u. TNB_{cut} Kl.II	32
Abbildung 30: Regressionsgerade SNPg u. $TNPg_{cut}$ Kl.II	33
Abbildung 31: Boxplot $SNN_{cut}T$ Kl.II	34
Abbildung 32: Boxplot Kl.I u. Kl.II AA1	36
Abbildung 33: Regressionsgerade SNA u. ONK Kl.I	41
Abbildung 34: Regressionsgerade SNA u. ONSn Kl.I	41
Abbildung 35: Regressionsgerade SNA u. ONA_{cut} Kl.I	42
Abbildung 36: Regressionsgerade SNB u. ONB_{cut} Kl.I	42
Abbildung 37: Regressionsgerade SNPg u. $ONPg_{cut}$ Kl.I	42
Abbildung 38: Boxplot $SNN_{cut}O$ Kl.I	42
Abbildung 39: Regressionsgerade SNB u. ONB_{cut} Kl.II	46
Abbildung 40: Regressionsgerade SNPg u. $ONPg_{cut}$ Kl.II	46
Abbildung 41: Boxplot $SNN_{cut}O$ Kl.II	47
Abbildung 42: Boxplot $SNN_{cut}O$ Kl.I u. Kl. II	47

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Winkelmessung Untersucher 1 Kl.I</i>	21
<i>Tabelle 2: Winkelmessung Untersucher 2 Kl.I</i>	23
<i>Tabelle 3: ICC Kl.I Arbiträre Achse 1</i>	23
<i>Tabelle 4: Auswertung Untersucher 1 Kl.I AA1</i>	24
<i>Tabelle 5: Auswertung Untersucher 2 Kl.I AA1</i>	24
<i>Tabelle 6: Auswertung Mittelwert Kl.I AA1</i>	24
<i>Tabelle 7: Deskriptive Statistik Kl.I AA1</i>	26
<i>Tabelle 8: Winkelmessung Untersucher 1 Kl.II AA1</i>	29
<i>Tabelle 9: Winkelmessung Untersucher 2 Kl.II AA1</i>	30
<i>Tabelle 10: ICC Kl.II AA1</i>	30
<i>Tabelle 11: Auswertung Untersucher 1 Kl.II AA1</i>	31
<i>Tabelle 12: Auswertung Untersucher 2 Kl.II AA1</i>	31
<i>Tabelle 13: Auswertung Mittelwert Kl.II AA1</i>	31
<i>Tabelle 14: Deskriptive Statistik Kl.II AA1</i>	33
<i>Tabelle 15: Deskriptive Statistik Kl.I u. Kl.II AA1</i>	35
<i>Tabelle 16: Winkelmessung Untersucher 1 Kl.I AA2</i>	37
<i>Tabelle 17: Winkelmessung Untersucher 2 Kl.I AA2</i>	39
<i>Tabelle 18: ICC Kl.I AA2</i>	39
<i>Tabelle 19: Auswertung Untersucher 1 Kl.I AA2</i>	40
<i>Tabelle 20: Auswertung Untersucher 2 Kl.I AA2</i>	40
<i>Tabelle 21: Auswertung Mittelwert Kl.I AA2</i>	40
<i>Tabelle 22: Deskriptive Statistik Kl.I AA2</i>	41
<i>Tabelle 23: Winkelmessung Untersucher 1 Kl.II AA2</i>	43
<i>Tabelle 24: Winkelmessung Untersucher 2 Kl.II AA2</i>	44
<i>Tabelle 25: ICC Kl.II AA2</i>	45
<i>Tabelle 26: Auswertung Untersucher 1 Kl.II AA2</i>	45
<i>Tabelle 27: Auswertung Untersucher 2 Kl.II AA2</i>	45
<i>Tabelle 28: Auswertung Mittelwert Kl.II AA2</i>	46
<i>Tabelle 29: Deskriptive Statistik Kl.II AA2</i>	46
<i>Tabelle 30: Unterschied Kl.I u. Kl.II AA2</i>	48

1 Einleitung

Seit mehr als 100 Jahren vermessen Anthropologen den menschlichen Schädel und das Gesicht. Diese Vermessungen wurden durch die Einführung des Fernröntgens vorangetrieben und sind seitdem Standard in der kieferorthopädischen Diagnostik.

Allerdings handelt es sich bei der Fernröntgenanalyse um eine Untersuchung mit Strahlenbelastung, was sowohl im Wachstum als auch in weiter fortgeschrittenem Alter zu Schäden führen kann. Liegen zusätzlich Grunderkrankungen vor, erhöht sich das Risiko mitunter um ein Vielfaches.

Bei manchen komplexen Syndromen (z.B. kraniofaziale Malformationen, Lippen-Kiefer-Gaumenspalten etc.) ergibt sich aufgrund der langjährigen Behandlungsdauer und der oft speziell die knöchernen Grundstruktur betreffenden radiologischen Fragestellungen, eine hohe Anzahl an Röntgenbildern und dadurch eine hohe Dosis an Strahlung. Da diese Krankheitsgruppe jedoch nur einen kleinen Prozentsatz des kieferorthopädischen Behandlungsgutes darstellt, ergibt sich die Frage ob nicht beim Routinepatienten doch eine Alternative zur röntgenologischen Bildgebung gefunden werden könnte.

Aus diesem Grund wird die Forschung im Bereich der strahlenfreien Diagnostik immer wichtiger, wobei es weniger um die Frage geht, ob das Fernröntgen in seiner Funktion gänzlich ersetzt werden kann, sondern vielmehr, ob es dazu eine Ergänzung gibt, die eine Einschränkung der Strahlenbelastung erlaubt.

1.1 Vergleich Fernröntgen vs. Profilfoto

Ein Vorteil des Fernröntgens ist die Möglichkeit der Visualisierung von knöchernen Strukturen. Möchte man jedoch die Weichteile darstellen, ist das Profilbild dem Fernröntgen überlegen.

Im Fernröntgen zieht man natürlich am ehesten Knochenstrukturen und knöchern definierte Punkte heran, um Referenzebenen zu bilden. Wollte man solche jedoch am Profilbild erstellen, ergeben sich Einschränkungen, da weniger anatomische Weichteilstrukturen zur Verfügung stehen, die lineare Konstruktionen zulassen.

Trotzdem rechtfertigt die Strahlencausa den Versuch, brauchbare Annäherungen zu suchen und diese auf deren Güte zu prüfen.

1.2 Das Fernröntgen

Das laterale Fernröntgen wurde 1934 von Hofrath in Deutschland und Broadbent in den USA nahezu zeitgleich, aber unabhängig voneinander eingeführt.(1)

Es dient seitdem nicht nur der Wissenschaft, sondern vor allem auch als Grundlage der klinischen Diagnostik zur Evaluation von Malokklusionen und unterliegenden skelettalen Missproportionen.

Der ursprüngliche Verwendungszweck des lateralen Fernröntgens war die Forschung von Wachstumsmustern im kraniofazialen Komplex.

Es handelt sich beim Fernröntgen um eine laterale Schädelaufnahme mit möglichst parallelem Strahlengang. Der Abstand zwischen Anode und Sagittalebene beträgt deshalb standardisiert 1.5m, während der Abstand zwischen Patientenkopf und Röntgenfilm möglichst gering gewählt wird. Damit beträgt die Vergrößerung des Fernröntgens 8% in der Medialebene, welche aber durch die stets gleiche Aufnahmetechnik vernachlässigt werden kann.

Je größer der Abstand zwischen Anode und Sagittalebene, desto geringer die Vergrößerung des Fernröntgens und desto geringer die Bildung von Doppelkonturen. Aus diesem Grund werden auch heute noch, allerdings in seltenen Fällen, größere Distanzen als der Standard von 1.5m verwendet.

Um die Vergleichbarkeit unterschiedlicher Fernröntgen zu gewährleisten, wird der Schädel zur genauen Positionierung mit Ohroliven und einem Nasensteg fixiert (sog. Cephalostat).

Damit nicht nur knöcherne Strukturen beurteilt werden können, sondern vor allem auch das Profil des Patienten, wird für die Röntgenaufnahme ein Weichteilfilter verwendet.

Somit sind sowohl die röntgendichteren Strukturen als auch die Weichteile des Patienten in einem Bild beurteilbar.

1.3 Angle-Klassifikation

Die heute gültige Klassifikation der Verzahnung im Seitenzahnbereich wurde von Edward H. Angle eingeführt. Anhand der ersten Molaren und deren Beziehung zueinander, hat er eine Einteilung in Klasse I, Klasse II und Klasse III vorgenommen. Ist bei einem Patienten/einer Patientin kein 6-Jahres-Molar vorhanden, wird für die Beurteilung in der Regel der 2. Molar herangezogen.

Zusätzlich zur Verzahnungsklassifikation hat Edward Angle Syndromeinteilungen vorgenommen. Einzelsymptome, die sich um die jeweilige Verzahnung scharen, sind mit derselben römischen Ziffer belegt wie die zugrundeliegende dentale Relation.

1.3.1 Klasse I

Die Klasse I-Verzahnung beschreibt die Neutralokklusion. Bei dieser steht in lateraler Ansicht- in Projektion- der mesiobukkale Höcker des oberen 6ers in der Fossa des unteren 6ers. Das bedeutet, dass der mesiopalatinale Höcker des oberen 6ers genau in der zentralen Fossa des unteren 6ers steht.

Allerdings ist wichtig festzuhalten, dass sich die Verzahnung nicht auf die skelettale Relation zwischen Maxilla und Mandibula bezieht, sondern lediglich auf die der Molaren zueinander. Obwohl die Klasse I die Neutralokklusion und somit häufiges Ziel der kieferorthopädischen Therapie ist, kann eine physiologische Verzahnung im Seitenzahnbereich trotzdem mit einer Pro- oder Retrognathie der Maxilla oder Mandibula einhergehen.

Alle Zusatzsymptome die gemeinsam mit einer Klasse-I-Verzahnung auftreten können, werden mit dieser zusammen unter dem Begriff des Klasse-I-Syndroms geführt. Dieses ist mit 59% (lt. Prof. Droschl) das häufigste in der Steiermark (Stand 1984).(2)

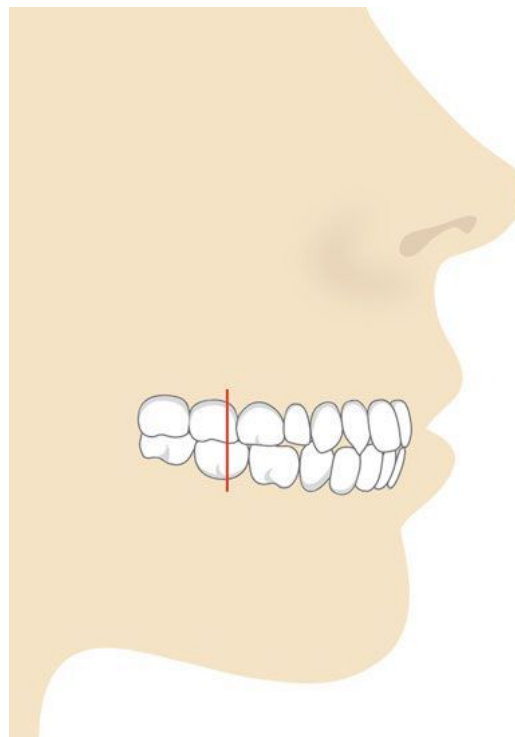


Abbildung 1: Klasse I(3)

1.3.2 Klasse II

Bei der Klasse-II-Verzahnung liegt eine Distalokklusion vor. Der untere 6er ist in Bezug auf den oberen 6er nach distal verschoben.

Die Klasse II lässt sich in 2 Syndrome einteilen, da E. Angle zusätzlich zur Klasse-II-Verzahnung typische Konstellationen entdeckt hat, die der Differenzierung bedurften:

- Klasse-II/1-Syndrom, auch bekannt als Distalbiss und
- Klasse-II/2-Syndrom, auch bekannt als Deckbiss.

Das Klasse-II/1-Syndrom hat eine Prävalenz von etwa 37% in der hiesigen Bevölkerung.(2) Das Leitsymptom der Klasse II/1 ist die protrudierte obere Front, meist in Verbindung mit einer vergrößerten sagittalen Stufe, tiefem Biss und einer schlaffen zirkumoralen Muskulatur.

Wie auch bei der Klasse I, ist es nicht möglich durch die Verzahnung mit Sicherheit auf eine Relation zwischen Maxilla und Mandibula zu schließen. Häufig liegt bei Klasse-II-PatientInnen eine mandibuläre Retrognathie vor (mit einer Verringerung des SNB), allerdings ist auch eine maxilläre Prognathie (Vergrößerung SNA) oder auch eine Kombination beider möglich.

Durch diese genannten Konstellationen ergibt sich in der Seitenansicht ein fliehendes Profil.

Das Klasse-II/2-Syndrom hingegen weist eine völlig andere Frontzahnrelation auf – steilstehende zentrale Incisivi bei überlappenden seitlichen Schneidezähnen.

Das Profil des Deckbisspatienten ist klassischerweise konkav.

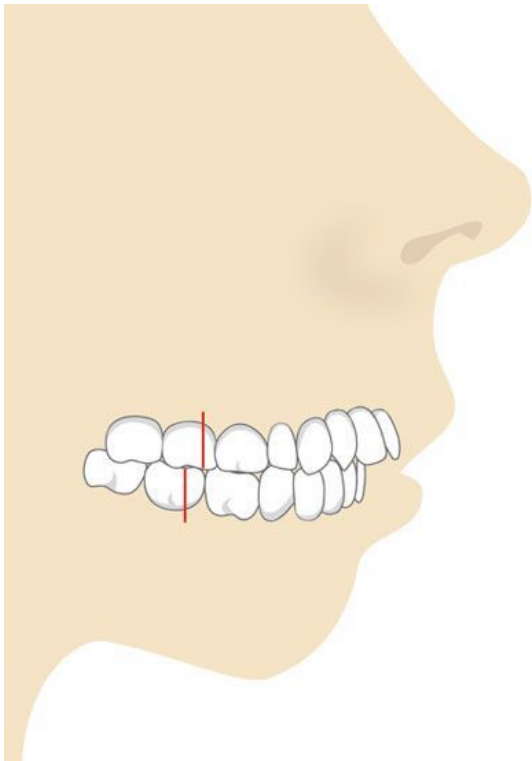


Abbildung 2: Klasse II/1(3)

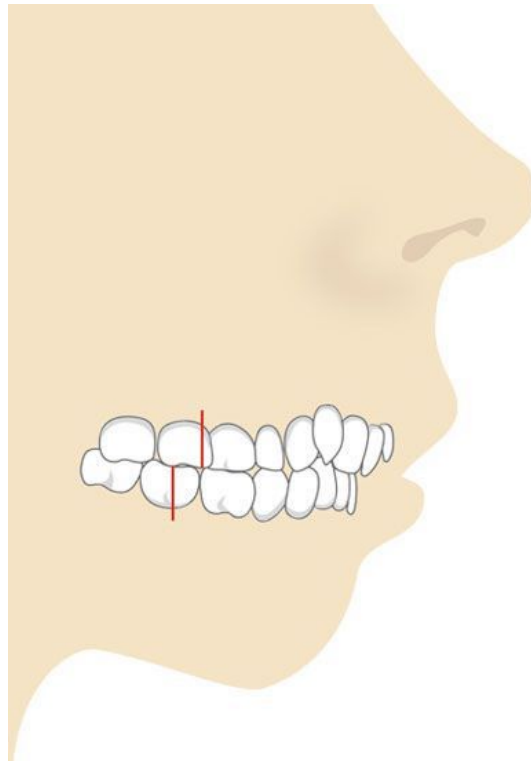


Abbildung 3: Klasse II/2(3)

1.3.3 Klasse III

Durch die Rücklage des Oberkiefers und/oder Vorlage des Unterkiefers ergibt sich ein konkaves Profil.

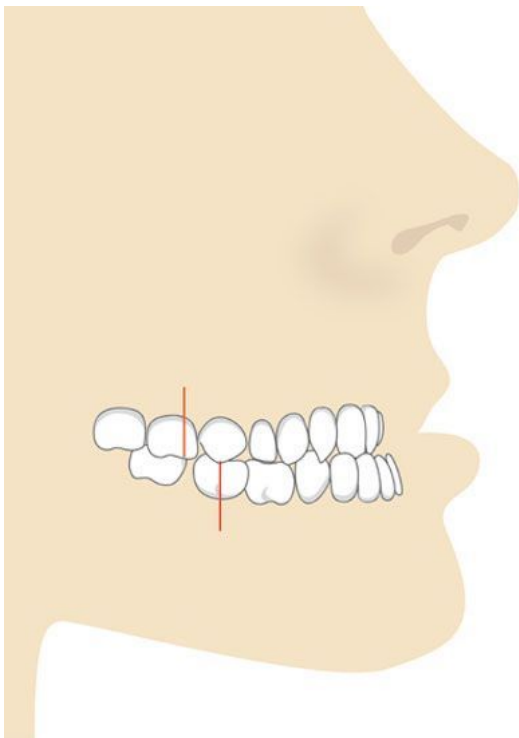


Abbildung 4: Klasse III(3)

1.4 Malokklusionen in Relation zum Restschädel

Teile des knöchernen Schädels spielen eine Schlüsselrolle im kraniofazialen Wachstum. Die funktionelle und räumliche Entwicklung der verschiedenen anatomischen Schädelanteile, sowohl knöcherne wie auch Weichteilorgane betreffend, ist von dem Zusammenspiel dieser Einzelteile abhängig (4).

Betrachtet man den Schädel von außen so gibt es vier Abschnitte - vor allem bei der Sicht von lateral- die die bei einem Patienten auftretenden Wachstumsvorgänge widerspiegeln.

1. Stirn
2. Mittelgesicht
3. Sagittale Oberkieferlage
4. Sagittale Unterkieferlage

Die Entwicklung der Schädelbasis ist nicht nur eng verknüpft mit der Entwicklung des Mittelgesichts, sondern auch mit der mandibulären Position.(5)

Das anterior-posteriore Wachstum der Schädelbasis spielt eine wichtige Rolle beim mandibulären und nasomaxillären Wachstum und wirkt sich folglich auch auf den Grad der Prognathie beider Kiefer aus.(4)

Basierend auf geometrischen Beziehungen kann man darauf schließen, dass jede Änderung der Schädelbasis und deren Inklination, sich auf die Position von Maxilla und Mandibula auswirkt und damit auch auf die Okklusion.(5)

Die Literatur bezüglich der Flexion der Schädelbasis und dessen Auswirkungen auf die Entwicklung von Malokklusionen ist sehr kontrovers. Viele Autoren beschreiben einen Zusammenhang zwischen Schädelbasis und intermaxillärer Beziehung.(6-10)

Hopkins et al. ermittelte in seinen Studien einen geringeren Schädelbasiswinkel bei Klasse-III-PatientInnen (Männer=122.4°; Frauen=122.2°) und einen größeren bei Klasse-II-PatientInnen (Männer=126.7°; Frauen=128.8°)(8)

Durch seine Implantatstudien konnte Björk das Wachstum der Mandibula, in Bezug zur vorderen Schädelbasis, analysieren. Er beschrieb, dass ein signifikanter Anteil der mandibulären Translation und Rotation auf das Condylenwachstum zurückzuführen ist. Dadurch kommt es nicht nur zu einer Verlagerung der knöchernen Mandibula, sondern auch der umliegenden Weichteile. Diese beiden Komponenten rotieren allerdings nicht

zwingend im Gleichtakt, sondern führen auch antagonistische, rotatorische Bewegungen durch.(11)

Isaacson beschrieb, dass die Rotation der Mandibula nicht nur dem condylären Wachstum, sondern auch dem vertikalen Wachstum zugeschrieben werden kann.(12)

Das Condylenwachstum kann vorübergehend durch kieferorthopädische Geräte beeinflusst werden, allerdings nicht permanent. Bei Gerätabnahme kommt es zur Wiederaufnahme des ursprünglichen, genetisch programmierten Wachstums, unabhängig von der kieferorthopädischen Therapie.(13)

1.5 Referenzebenen

1.5.1 Sella-Nasion und Frankfurter Horizontale

Die Sella-Nasion (SN) Ebene ist die horizontale Referenzebene der Schädelbasis, die in der Kieferorthopädie am weitesten verbreitet ist.(14) Sie wurde initial von Renfroe(15), Björk(16) und Ricketts(17) beschrieben. Diese Ebene ist vor allem biologisch bedeutsam, da sie die vordere Schädelbasis repräsentiert.

Die SN-Ebene wird typischerweise benutzt, um Regionen unterhalb der Schädelbasis zu bewerten, aber um dies möglich zu machen, ist eine Bildgebung des gesamten kraniofazialen Komplexes notwendig.(18)

Die SN-Ebene hat sich in vielen Analysen der skelettalen Verhältnisse im Kopfbereich als Referenzlinie etabliert. So verwendete Steiner diese Linie, um die Relation zwischen Maxilla und Mandibula zu analysieren. Dazu setzte er 2 weitere Linien (NA und NB) zur SN-Ebene in Bezug.(14, 19)

Will man die Schädelbasis als Referenz benutzen ist dies nur mit radiologischer Bildgebung möglich. Dadurch ergibt sich im Normalfall das Problem der Strahlenbelastung.

Eine neue Methode, die erfolgsversprechend scheint, ist die kieferorthopädische Diagnostik mit MRT. Dabei werden MR-Datensätze in laterale Fernröntgen umgewandelt. Eine erste Studie aus Heidelberg zeigt, dass die kieferorthopädische Planung damit möglich ist. Inzwischen haben auch Zentren in Österreich mit der Überprüfung dieser Methode begonnen.(20) Auch wenn das MR in der Standarddiagnostik aufgrund von finanziellen und logistischen Gründen noch nicht eingesetzt werden kann, ergibt sich dadurch eine interessante Alternative zu strahlenbelastenden Fernröntgenaufnahmen.

Kieferorthopädische Röntgen werden vor Behandlungsbeginn zur Diagnostik, aber auch während der Behandlung angefertigt. Auch gegen Ende der Behandlung ist eine Kontrollaufnahme häufig indiziert, um zu überprüfen, ob das angestrebte Ausmaß der Korrektur erreicht wurde. Das führt dazu, dass eine Region mehrmals strahlenbelastet wird, welche durch kieferorthopädische Therapie gar nicht beeinflusst werden kann.(18)

Obwohl alle Referenzebenen, die in der Kieferorthopädie verwendet werden, leicht variabel sind und sich von Individuum zu Individuum unterscheiden, zeigen Studien, dass die SN-Ebene gefolgt von der Frankfurter Horizontalen am stabilsten ist.(21)

Die Frankfurter Horizontale wurde ursprünglich an einer anthropologischen Konferenz in Frankfurt 1884 vorgestellt. Sie wird konstruiert durch die Verbindung des inferiorsten Punktes der knöchernen Orbita und dem weitesten superior gelegenen Punkt des Porus acusticus externus.

Der Winkel zwischen der SN- und der FH-Ebene liegt im Durchschnitt bei 7° .(22, 23)

Verschiedene Studien haben allerdings gezeigt, dass der FH-SN Winkel nicht immer konstant bei 7° liegt.(24, 25) Dadurch kann jede Diagnostik, die von der Frankfurter Horizontalen ausgeht, auch dementsprechend von der Schädelbasis abweichen.

Eine Studie von Dr Jamal Giri befasste sich mit der Beziehung zwischen Frankfurter Horizontaler und Sella-Nasion Ebene bei nepalesischen Patienten und kam zu dem Schluss, dass der durchschnittliche FH-SN-Winkel bei $6.71^\circ \pm 3.13^\circ$ lag. Dieser war bei weiblichen Patientinnen leicht größer als bei männlichen Patienten und zeigte keine Abhängigkeit von skelettalen Klassen I-III.(26) Andere Studien wie von Huh YJ(27) und Greiner(28) zeigten, dass der gemessene FH-SN Winkel auch über 7° liegen kann und möglicherweise auch mit dem Lebensalter zunimmt. Nach Moore(29) führt ein größerer FH-SN Winkel zu einer Abnahme von SNA und SNB.

1.5.2 Weitere horizontale Referenzebenen

Diese divergierenden Studien zeigen, dass radiologische Referenzebenen Schwächen haben, vor allem bedingt durch ihre Variabilität, aber auch durch die Identifikation von anatomischen Strukturen durch unterschiedliche Untersucher. Aus diesem Grund wurde von Sassouni(30) vorgeschlagen, eine Ebene zu konstruieren, die auf mehreren, leichter identifizierbaren, anatomischen Strukturen beruht und somit eine größere Genauigkeit aufweisen soll. Diese bezeichnete er als „optic plane“, eine Abänderung der bekannten FH-Ebene. Allerdings konnte sich diese Analyse nie durchsetzen.

Die bereits erwähnten horizontalen Referenzebenen werden als intrakraniale Ebenen bezeichnet.

Extrakraniale Ebenen wie zum Beispiel die True horizontal line (TrH) sollen durch hohe Reproduzierbarkeit weniger fehleranfällig sein. Das seitliche Fernröntgen wird dann in der natürlichen Kopfposition des Patienten angefertigt, als würde der/die PatientIn ein Objekt in der Ferne begutachten.

Allerdings erschwert das die Anfertigung des Fernröntgens für das Röntgenpersonal, insbesondere bei sehr jungen PatientInnen.

Die Verlässlichkeit einer Referenzebene ist vor allem abhängig von der Lokalisierbarkeit der anatomischen Strukturen, ihrem Kontrast zur Umgebung und ihrer Ortsstabilität im Wachstum.

Dadurch ergibt sich, dass eine ideale Referenzebene eine hohe intraindividuelle Reproduzierbarkeit und geringe interindividuelle Variabilität aufweisen sollte und annähernd der natürlichen horizontalen Balance des Kopfes entsprechen sollte.(31)

1.6 Weichgewebsanalyse

Eine der wichtigsten Komponenten der kieferorthopädischen Diagnostik und Behandlungsplanung ist die Evaluierung des Weichgewebes des/der PatientIn. Eine Änderung des Profils durch kieferorthopädische Behandlung ist oft ein Hauptanliegen der PatientInnen. Subtelny(32), Burstone(33) und Bowker(34) et al empfohlen, dass die Analyse des Weichgewebes in die standardisierte kieferorthopädische Diagnostik miteinfließen soll. Wenn entsprechend individueller Weichgewebstypen therapiert wird, können auch ästhetische Ansprüche der PatientInnen erfüllt werden.

Obwohl die ästhetischen Ansprüche zwischen unterschiedlichen Rassen und ethnischen Gruppen sehr verschieden sind, versuchen Kieferorthopäden schon lange den klinischen Eindruck des Profils zu quantifizieren. Dazu müssen allerdings geschwungene Linien in gerade umgewandelt werden, um Winkel und Strecken messen zu können. Dadurch ergibt sich die Frage, ob diese geraden Linien die originale Krümmung auch entsprechend wiedergeben können.(35)

Historisch werden Profildaten sowohl vor Beginn als auch nach Ende der Behandlungsphase angefertigt um die Dokumentation zu vervollständigen.(36)

Zur Messung von Weichgewebswinkeln bedarf es der Konstruktion von zwei geraden Linien. Diese können entweder anatomische Punkte miteinander verbinden oder aber als Tangenten an geschwungene Oberflächen angelegt werden. Auch eine Kombination beider Methoden ist möglich. Allerdings ist es wichtig eine einheitliche Lösung zu finden, da ansonsten kein Vergleich zwischen den einzelnen Messungen möglich ist.

Einer der meist verwendeten Weichgewebssparameter ist der Nasolabialwinkel. Er liegt zwischen dem Nasensteg und dem Philtrum der Oberlippe. Einige Autoren benutzten zur Konstruktion dieses Winkels anatomische Strukturen wie die Nasenspitze, das Subnasale und die Spitze der Oberlippe(37-39), während andere Tangenten benutzten(40, 41) und eine dritte Gruppe diese beiden Möglichkeiten miteinander kombinierte(42, 43).

Da die Autoren der angeführten Literatur so verschiedene Konstruktionsmöglichkeiten zur Anwendung gebracht haben, ist die Spanne des dort als ideal angegebenen Nasolabialwinkels relativ groß- nämlich 90° - 120° .

2 Ziel der Untersuchung

Aufgrund der beschriebenen Wichtigkeit der Schädelbasis, aber auch der damit verbundenen Strahlenbelastung, ergab sich die Frage ob es nicht möglich wäre eine horizontale Referenzebene zu finden, die keines Röntgenbildes bedarf.

Da bei jedem Patienten bei Aufnahme unter anderem routinemäßig ein Profilfoto angefertigt wird, liegt es nahe an diesem eine solche Linie zu kreieren, die in anatomischer Nähe der Schädelbasis liegt.

Um eine der Schädelbasis äquivalente Ebene zu finden, wurden am Profilbild der Tragus, welcher dem Porus acusticus nahe liegt, sowie das häutige Nasion, welches in enger Lagebeziehung mit dem knöchernen Nasion liegt, als Weichteil-Ebene definiert.

Als zweite Weichteilebene wurde die Verbindung zwischen oberem Ohransatz und dem häutigen Nasion kreiert.

Ziel der Arbeit war es herauszufinden, ob diese Linien mit der Schädelbasisneigung korrelieren. Außerdem wurde der Unterschied zwischen den Fernröntgen-Winkeln SNA und SNB und äquivalenten Weichteilwinkeln ermittelt.

Außerdem werden die Patientenvermessungen herangezogen, um eine mögliche Auswirkung der unterschiedlichen Schädelbasisflexionen, bei verschiedenen Malokklusionen erkennen zu können.

Da in unseren Breiten das Klasse-I-Syndrom und das Klasse II/1-Syndrom am häufigsten vertreten sind, wurden die Fragestellungen ausschließlich mit PatientInnen dieser Syndromzugehörigkeit erarbeitet.

3 Material und Methoden

3.1 Patientenkollektiv

Die Ermittlung des Patientenkollektivs wurde mittels eines randomisierten Suchprogrammes der klinischen Abteilung für orale Chirurgie und Kieferorthopädie der Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheits in Graz durchgeführt. Um etwaige Wachstumseinflüsse weitgehend auszuschließen, wurde ein Probandenkollektiv mit einem Mindestalter von 18 Jahren selektiert.

Da aus der Literatur bekannt ist, dass die Region um die Schädelbasis von der Angle Klasse abhängig ist, wurden sowohl Klasse I als auch Klasse II/1-PatientInnen ausgewählt um mögliche Unterschiede analysieren zu können. Die Klasse II/1 als 2. Gruppe wurde ausgewählt, da sie nach der Klasse I im mitteleuropäischen Raum die häufigste ist und somit die größte Relevanz hat.

Durch das Suchprogramm konnten 108 PatientInnen der Klasse I ermittelt werden, 43 Männer und 65 Frauen. Die Dominanz der weiblichen Patientinnen lässt sich am ehesten dadurch erklären, dass Frauen sich statistisch gesehen häufiger im Erwachsenenalter in kieferorthopädische Behandlung begeben.⁽⁴⁴⁾

Anschließend erfolgte die Aushebung der Fernröntgen, der in die Studie aufgenommenen PatientInnen, aus der hauseigenen Röntgensoftware Sidexis¹.

Zusätzlich wurden zeitgleich angefertigte Profilbilder im Kieferorthopädie-Programm Clinicum² gesucht und zwecks weiterer Verarbeitung auf einer externen Festplatte abgespeichert. PatientInnen in dessen Karteien keine Fernröntgen und/oder Profilbilder zum Aufnahmezeitpunkt vorhanden waren oder deren Bilder nicht analysierbar (Brillenträger, schlechte Aufnahmequalität, schräge Kopfhaltung, starke Inklinaton des Schädels) waren, wurden von der Studie ausgeschlossen.

¹ Firma Dentsply Sirona Deutschland GmbH (Fabrikstraße 31, 64625 Bensheim, Deutschland)

² Früher Firma GWI (Gesellschaft für Wirtschaftsberatung und Informatik); heute: AGFA (Actien-Gesellschaft für Anilin-Fabrikation)

Damit ergab sich ein Patientenkollektiv der Klasse I von 68 PatientInnen, 26 Männern und 42 Frauen.

Nach Auswertung der Bilder der Klasse-I-PatientInnen wurde dasselbe Prozedere auch mit Bildern von Klasse-II/1-PatientInnen durchgeführt, um mögliche, auf die Angle-Klasse zurückzuführende Abweichungen, zu erheben.

Dabei wurde ein Patientenkollektiv der Klasse II/1 von 54 PatientInnen rekrutiert -17 Männer und 37 Frauen.

3.2 Matching

Die Fernröntgen und Profilbilder wurden von der externen Festplatte in die Software OnyxCeph³, welche der virtuellen Planung und kieferorthopädischen Behandlungssimulation dient, importiert. Die Überlagerung der beiden Bilder erfolgte durch die Bild-Überlagerungsfunktion der Software.

Durch die Auswahl von Referenzpunkten (häutiges Nasion und häutiger Punkt B) am Fernröntgen und am Profilbild, konnten die Bilder automatisch und dimensionsgetreu überlagert werden. Die Feinjustierung erfolgte manuell.

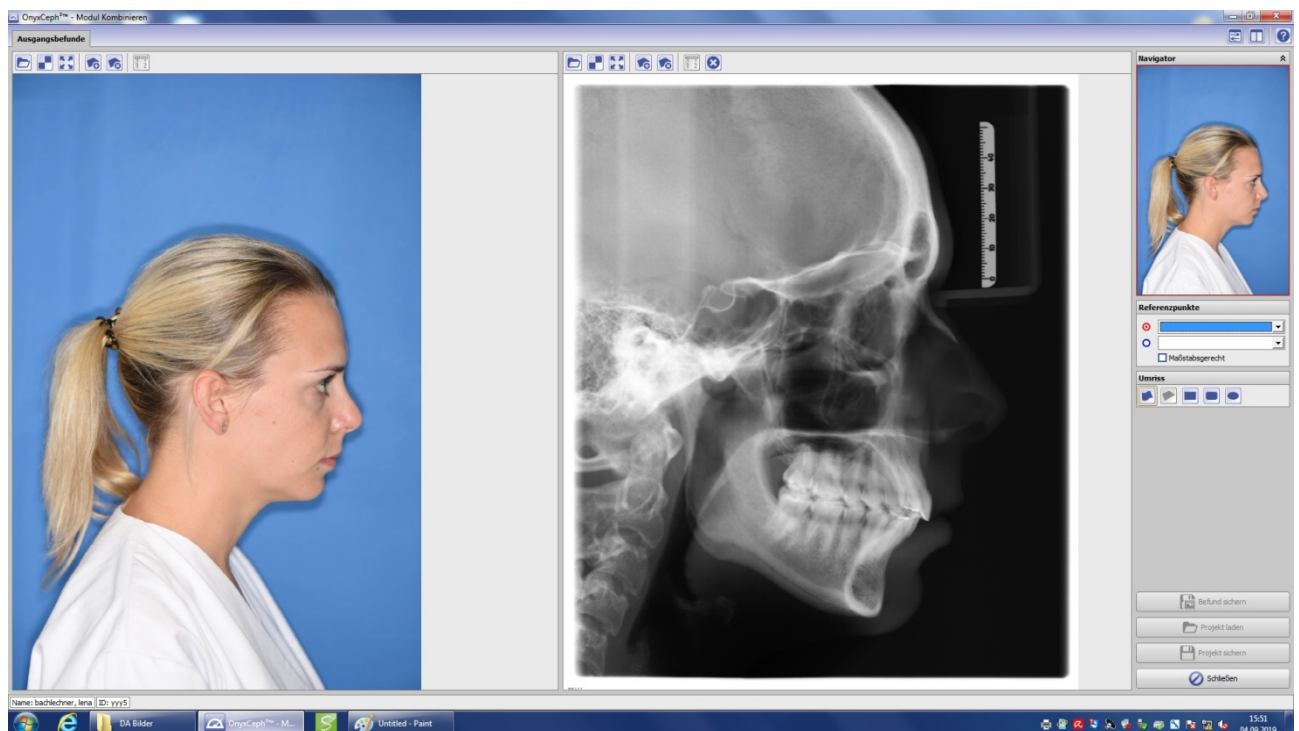


Abbildung 5: Ausgangsbilder OnyxCeph

³ Firma Dentaforum GmbH & Co. KG (Turnstraße 31, 75228 Ispringen, Deutschland)

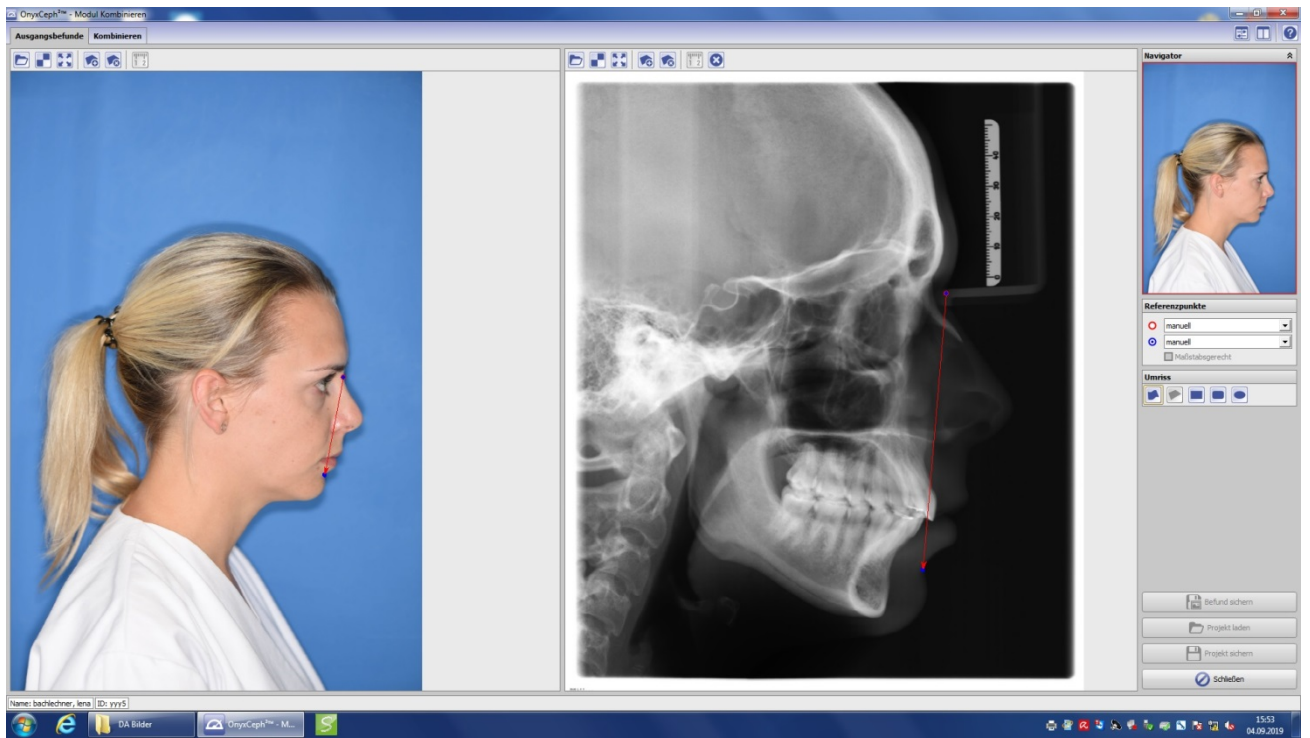


Abbildung 6: Markierung von Referenzpunkten

Das Programm liefert automatisch die Strecke zwischen den Referenzpunkten



Abbildung 7: Überlagerung von lateralem Fernröntgen und Profilbild

3.3 Punkte

An den überlagerten Bildern wurden von zwei unabhängigen Untersuchern folgende Punkte beziehungsweise Linien eingezeichnet:

Punkte des Fernröntgens:

- 1) Sella (S) = Mittelpunkt der Sella turcica
- 2) Nasion (N) = ventralster Punkt der Sutura nasofrontalis
- 3) Punkt A (A) = dorsalster Punkt der ventralen Kontur der Maxilla
- 4) Punkt B (B) = dorsalster Punkt der ventralen Kontur der Mandibula
- 5) Punkt Pogonion (Pg) = ventralster Punkt der Unterkiefer-Symphyse

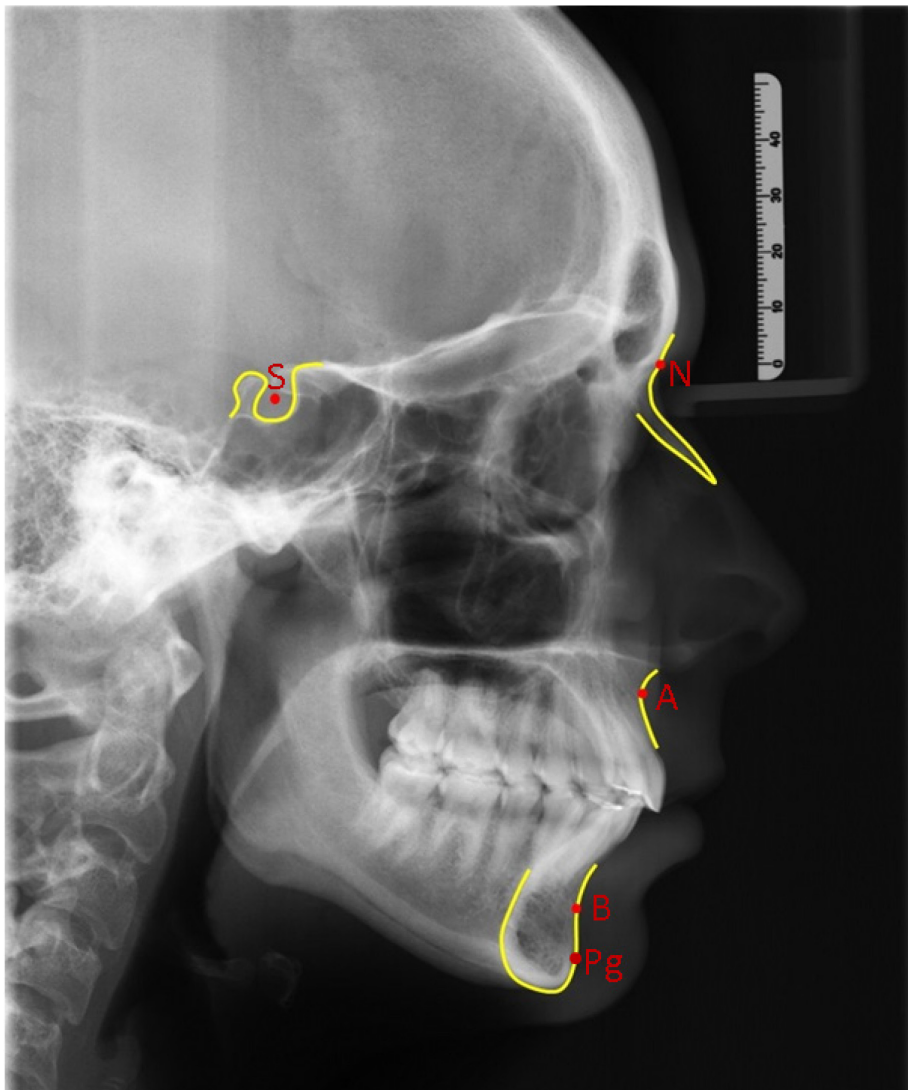


Abbildung 8: Punkte des Fernröntgens

Punkte des Profilbildes:

- 6) Tragushinterrand (T) = dorsalster Punkt des Tragus
- 7) Häutiges Nasion (N_{cut}) = dorsalster Punkt der ventralen Kontur zwischen Nase und Stirn
- 8) Subnasale (Sn) = dorsalster Punkt der nasolabialen Kurvatur
- 9) Kurvatur (K) = Übergang zwischen konvexem und konkavem Anteil des Nasenstegs
- 10) Häutiger Punkt A (A_{cut}) = dorsalster Punkt der ventralen Kontur der Maxilla
- 11) Häutiger Punkt B (B_{cut}) = dorsalster Punkt der ventralen Kontur des Kinns
- 12) Häutiges Pogonion (Pg_{cut}) = ventralster Punkt der Unterkiefer-Symphyse

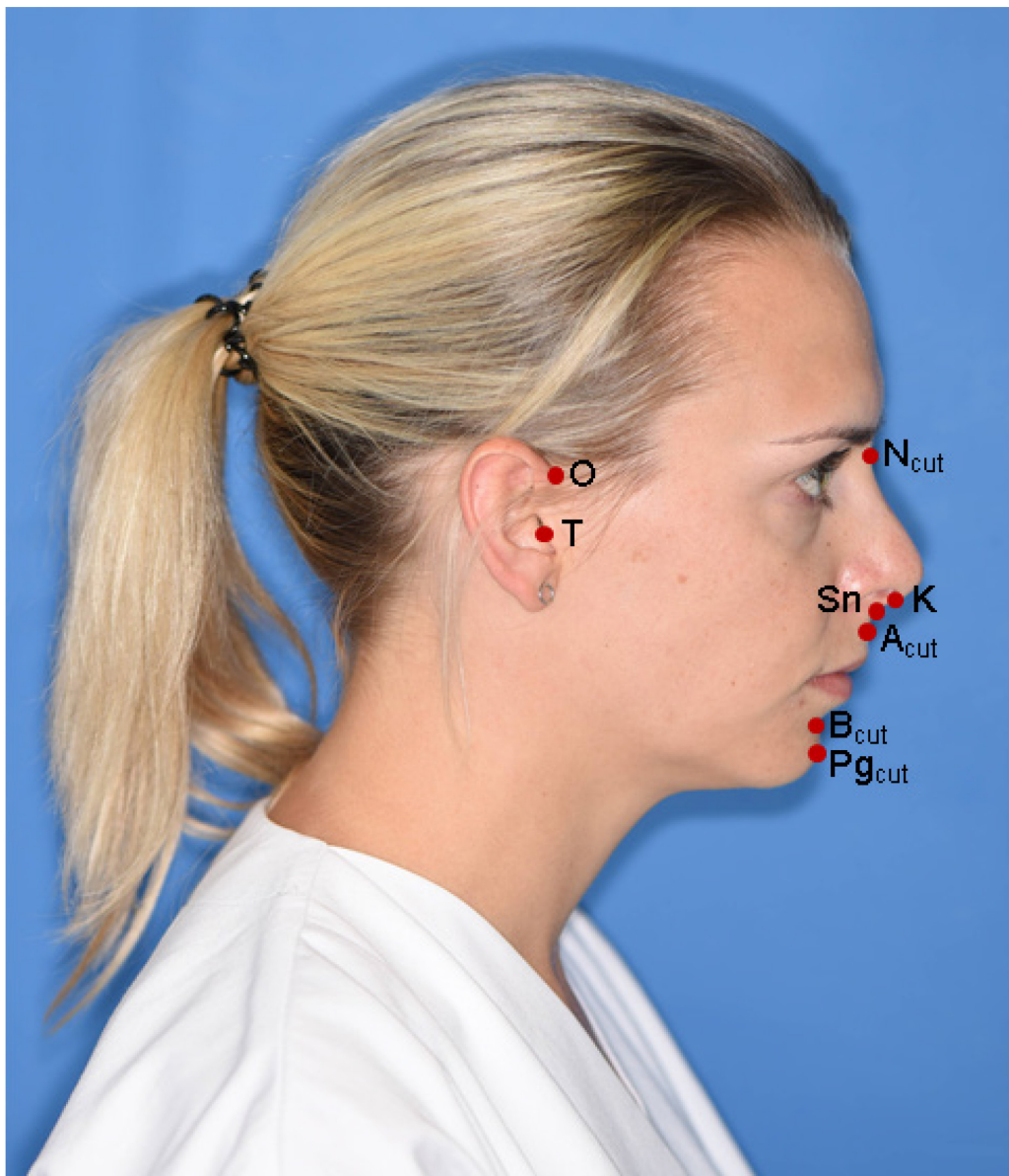


Abbildung 9: Punkte des Profilbildes

Linien:

- 1) S-N = vordere Schädelbasis
- 2) T-N_{cut} = arbiträre Schädelbasis 1
- 3) O-N_{cut} = arbiträre Schädelbasis 2

Anschließend wurden folgende Winkel vermessen:

- 1) SNA
- 2) SNB
- 3) SNP_g
- 4) TNK
- 5) TNS
- 6) ONA_{cut}
- 7) TNB_{cut}
- 8) TNP_{gcut}
- 9) ONK
- 10) ONS
- 11) ONA_{cut}
- 12) ONB_{cut}
- 13) ONP_g
- 14) S-N/N_{cut}-T
- 15) S-N/N_{cut}-O

Im Fernröntgen SNA, SNB und SnPg:

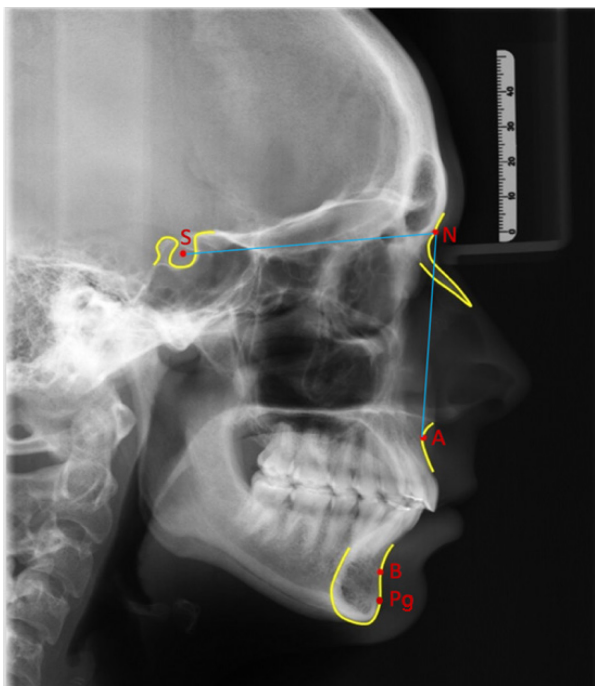


Abbildung 10: SNA

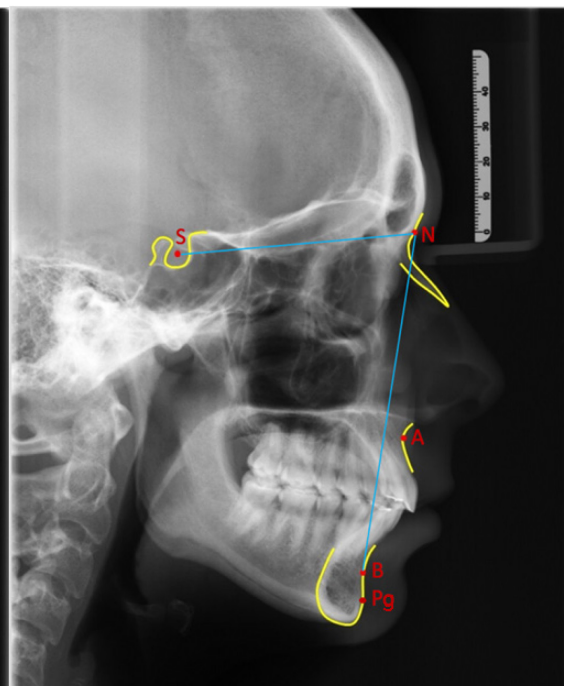


Abbildung 11: SNB

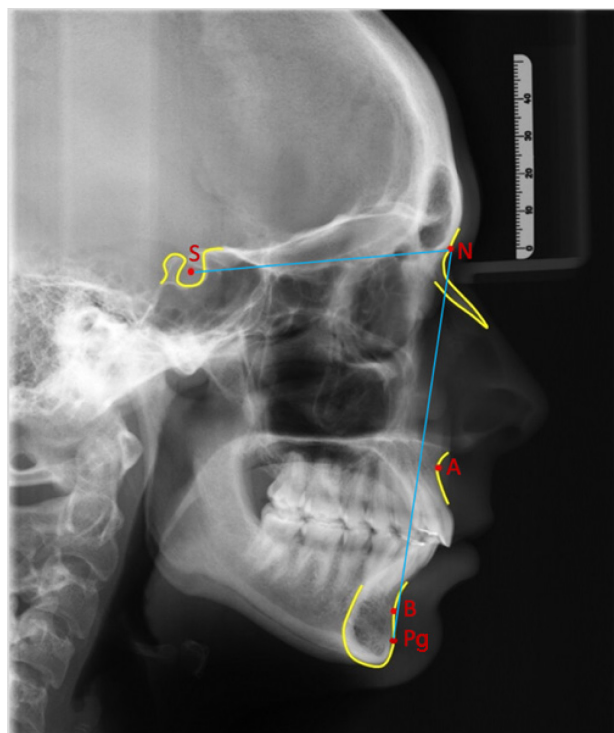


Abbildung 12: SnPg

Im Profilbild TNK, TNSn, TNA_{cut}, TNB_{cut} und TNP_{cut}:

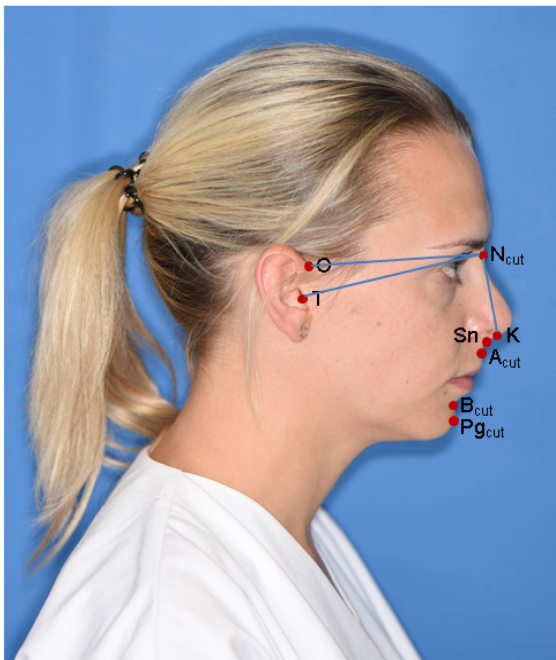


Abbildung 13: TNK/ONK

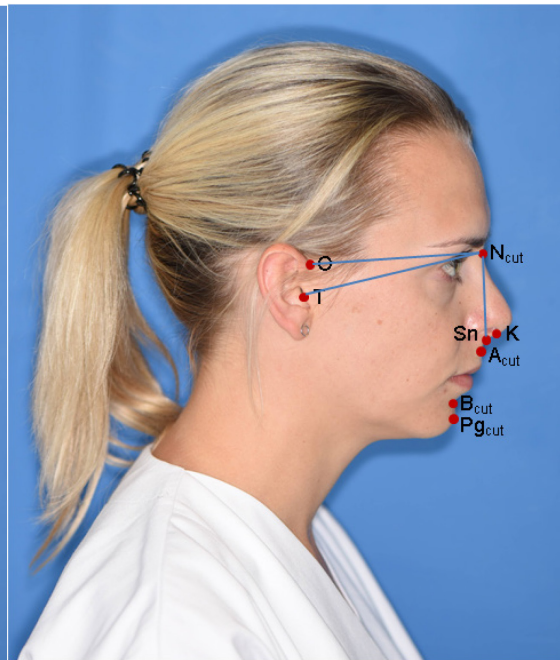


Abbildung 14: TNSn/ONSn

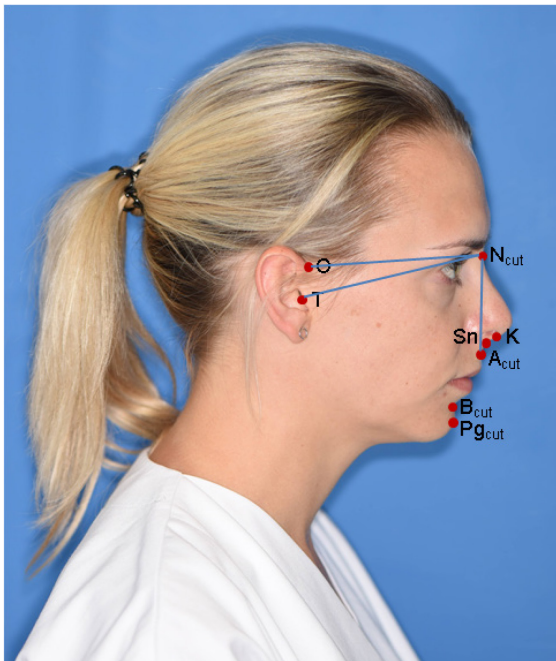


Abbildung 15: TNB_{cut}/ONB_{cut}

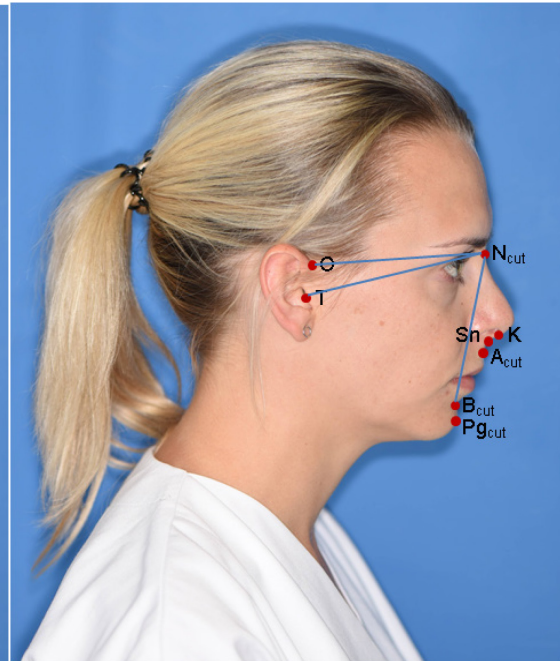


Abbildung 16: TNA_{cut}/ONA_{cut}

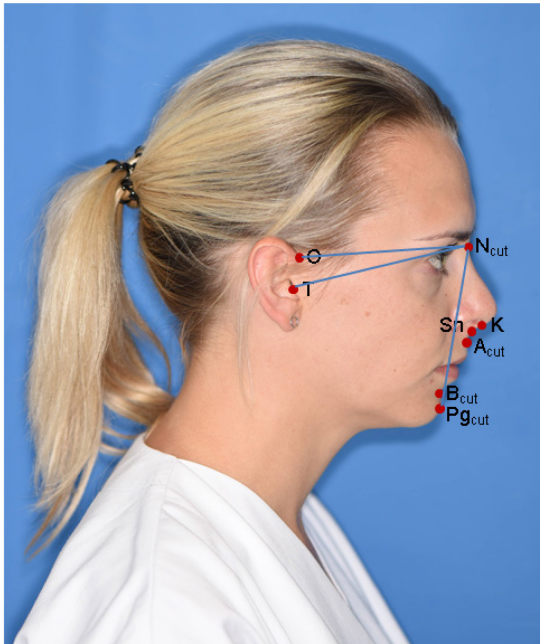


Abbildung 17: $TNPg_{cut}/ONPg_{cut}$

Der Winkel zwischen der vorderen Schädelbasis (S-N) und der arbiträr angenommenen häutigen Schädelbasis (Tragus-häutiges Nasion) wurden am überlagerten Bild vermessen.

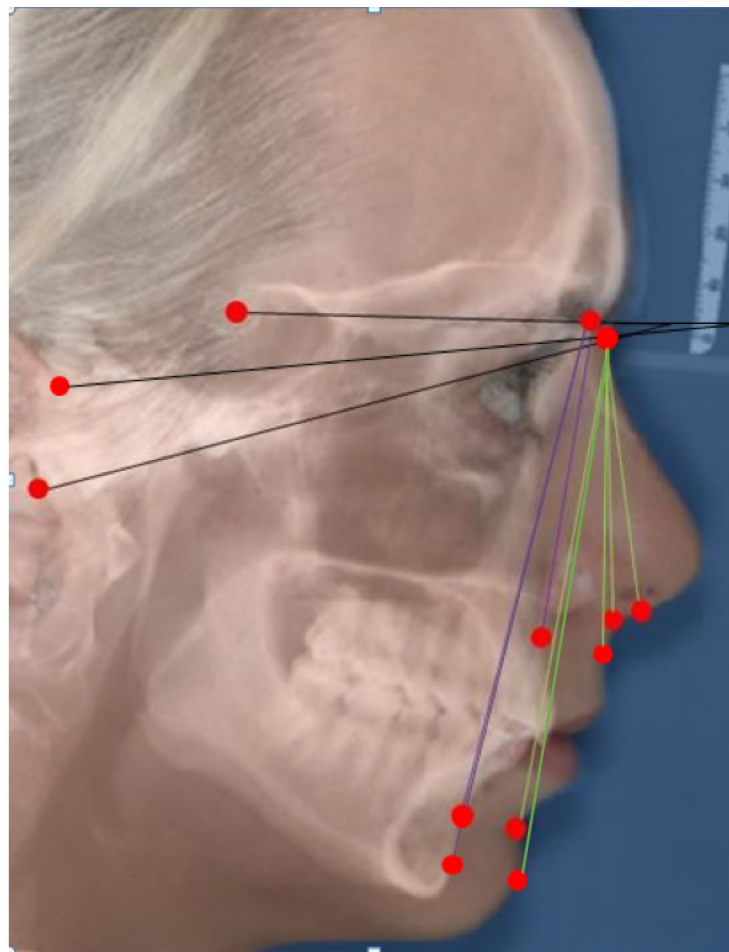


Abbildung 18: Winkel überlagertes Bild $SNN_{cut}T/SNN_{cut}O$

4 Ergebnisse – Resultate

4.1 Gemessene Werte Arbiträre Achse 1

4.1.1 Klasse I Arbiträre Achse 1

Folgende Winkel wurden von 2 unabhängigen Untersuchern an 68 Klasse I-PatientInnen-Bildern gemessen.

Untersucher 1:

Nr.	G	SNA	SNB	SnPg	TNK	TNS	TNA _{cut}	TNB _{cut}	TNP _{gcut}	SNN _{cut} T
1	m	74	74	76	87	80	78	73	74	3
2	w	76	74	75	79	79	79	71	72	7
3	w	83	82	82	78	76	74	71	71	16
4	w	79	76	83	80	80	80	73	72	7
5	w	80	74	75	86	86	84	79	75	5
6	w	86	83	83	79	79	79	73	73	13
7	w	80	78	81	81	78	78	70	74	11
8	w	80	79	81	78	76	72	67	67	16
9	w	80	82	84	80	80	80	74	76	10
10	w	84	81	83	84	80	78	72	73	11
11	m	77	76	78	78	73	73	66	67	13
12	w	78	78	80	80	76	74	71	73	11
13	m	78	79	82	72	72	72	68	69	15
14	w	82	81	84	85	82	80	72	73	17
15	w	83	78	79	80	71	76	66	67	17
16	w	86	81	82	76	76	75	68	69	17
17	m	78	79	80	79	79	79	76	78	6
18	w	80	75	75	74	74	74	66	66	12
19	w	78	77	78	81	76	75	69	71	11
20	w	83	81	81	84	82	81	74	76	10
21	m	85	82	85	84	82	81	77	78	9
22	w	83	81	83	79	79	79	73	75	11
23	m	77	75	76	77	77	76	72	73	6
24	m	85	84	88	87	85	83	79	83	10
25	w	80	79	82	77	71	71	66	68	16
26	m	80	78	80	88	81	80	71	73	10
27	w	78	73	74	86	81	80	70	72	6
28	m	78	73	73	79	75	71	64	65	10
29	m	80	77	79	75	72	72	68	70	15
30	m	88	84	86	86	80	79	72	76	12
31	m	76	74	76	86	80	78	69	71	8
32	w	82	79	82	87	80	76	72	74	10

33	m	87	84	85	86	82	79	70	71	16
34	w	82	76	77	83	78	76	67	67	13
35	w	83	74	74	88	88	87	77	77	6
36	m	74	73	75	86	86	80	73	76	3
37	m	82	77	81	86	86	82	71	74	11
38	m	79	80	84	82	79	74	70	73	15
39	w	79	75	76	89	88	82	76	77	3
40	w	80	77	77	81	78	77	69	69	11
41	w	76	73	73	81	75	72	67	67	9
42	m	70	73	74	81	76	73	69	70	4
43	m	87	84	84	88	83	81	73	74	15
44	w	80	77	78	81	81	80	74	76	5
45	w	77	78	79	84	77	76	70	72	13
46	w	86	82	82	85	85	84	74	75	11
47	w	78	75	78	85	79	79	73	75	4
48	w	84	80	81	82	79	77	69	69	15
49	w	73	69	70	77	75	75	67	68	6
50	w	77	75	78	81	78	76	73	76	7
51	w	80	76	76	78	78	77	71	72	8
52	m	80	78	80	76	76	75	69	70	11
53	w	74	73	77	73	70	70	66	69	12
54	w	78	77	79	81	77	76	70	72	9
55	m	81	78	78	85	81	80	70	72	9
56	w	77	78	79	84	79	79	74	76	8
57	w	79	76	76	87	82	81	73	73	6
58	M	82	81	82	84	82	80	72	74	12
59	w	84	81	82	88	82	82	74	76	8
60	w	79	78	78	86	80	80	74	75	5
61	w	79	76	77	83	79	76	68	70	9
62	m	78	73	76	76	76	73	69	70	11
63	m	81	78	78	75	75	73	67	67	13
64	m	82	80	80	85	82	81	71	71	11
65	w	85	88	87	83	83	84	79	81	14
66	w	79	75	76	89	84	82	72	73	6
67	m	79	77	80	82	82	86	75	80	6
68	m	77	75	75	70	77	68	61	61	19

Tabelle 1: Winkelmessung Untersucher 1 Kl.I

Untersucher 2:

Nr.	G	SNA	SNB	SnPg	TNK	TNS	TNA _{cut}	TNB _{cut}	TNPg _{cut}	SNN _{cut} T
1	m	74	74	76	79	79	78	73	73	5
2	w	75	74	75	80	80	79	72	72	6
3	w	83	82	82	78	76	75	73	73	15
4	w	79	77	78	81	81	81	73	73	8
5	w	81	74	75	91	88	87	79	78	3
6	w	83	81	82	81	81	81	76	75	10
7	w	81	79	82	80	79	76	72	75	12

8	w	81	80	81	78	75	73	67	81	16
9	w	80	82	84	80	79	79	73	75	11
10	w	84	81	82	82	80	78	73	74	11
11	m	79	78	80	77	76	75	67	68	14
12	w	78	79	81	80	77	77	73	75	12
13	m	78	79	82	72	72	73	68	69	16
14	w	82	81	84	85	82	81	73	74	17
15	w	83	79	79	80	78	74	75	66	19
16	w	88	82	83	76	76	75	68	69	17
17	m	79	80	83	80	79	78	76	78	6
18	w	80	75	75	75	74	73	66	66	12
19	w	79	78	80	83	79	76	70	72	11
20	w	85	82	84	84	82	82	75	77	11
21	m	85	83	85	84	83	82	77	79	9
22	w	83	81	83	79	78	78	73	74	11
23	m	77	75	72	77	77	75	70	70	6
24	m	85	84	88	86	85	79	79	79	10
25	w	80	78	81	77	73	70	67	68	15
26	m	80	78	80	87	73	81	71	74	10
27	w	77	73	74	82	81	78	70	71	6
28	m	78	73	74	78	74	70	64	65	11
29	m	80	77	79	74	73	71	67	69	16
30	m	86	82	83	82	78	76	70	73	12
31	m	75	73	77	84	80	79	70	71	6
32	w	83	80	82	87	78	77	72	73	10
33	m	87	84	85	82	80	76	69	69	17
34	w	82	76	76	81	77	76	67	66	14
35	w	84	75	74	88	88	86	77	74	6
36	m	74	73	76	87	84	80	74	76	3
37	m	83	78	80	88	86	81	72	75	11
38	m	79	80	63	79	79	73	70	73	15
39	w	81	76	77	91	88	84	76	77	4
40	w	80	77	77	82	77	76	68	67	12
41	w	77	73	73	81	74	71	65	65	11
42	m	72	74	75	80	77	72	69	71	5
43	m	86	83	81	90	83	81	73	74	14
44	w	79	76	76	83	81	80	74	76	5
45	w	77	79	80	83	77	75	70	72	14
46	w	87	82	83	86	85	85	75	76	11
47	w	79	75	78	83	77	77	72	73	5
48	w	83	80	81	87	79	78	69	70	14
49	w	73	69	70	78	74	74	67	67	7
50	w	78	75	79	82	81	76	72	76	7
51	w	80	76	77	81	78	77	71	72	8
52	m	81	79	79	78	75	75	69	70	12
53	w	75	73	77	74	70	70	65	69	14
54	w	79	78	80	82	78	74	69	70	11
55	m	81	78	79	87	82	80	70	72	10

56	w	80	80	81	83	79	78	73	76	9
57	w	80	74	74	87	81	80	72	71	5
58	M	82	81	82	86	82	79	72	74	12
59	w	83	81	81	88	82	81	74	76	9
60	w	79	78	78	86	80	80	74	75	5
61	w	79	75	77	86	78	76	68	70	10
62	m	75	72	72	80	76	74	69	71	10
63	m	81	78	78	75	74	74	67	67	14
64	m	84	81	81	82	80	78	70	70	13
65	w	86	89	90	82	82	92	78	79	15
66	w	79	75	76	90	84	83	73	73	6
67	m	78	77	79	82	82	80	74	76	9
68	m	76	75	75	77	70	67	60	61	19

Tabelle 2: Winkelmessung Untersucher 2 Kl.I

4.1.1.1 ICC Klasse I

Um die Aussagekraft der Studie bewerten zu können wurde der ICC (intraclass correlation coefficient) berechnet.

Die Übereinstimmung der Winkelmessung beider Untersucherinnen war bei allen Winkeln sehr hoch.

Methode	Winkel	ICC
Fernröntgen	SNA	0,977
	SNB	0,987
Profilbild	TNB _{cut}	0,959
	TNS	0,939
	TNK	0,931
Fernröntgen-Profilbild	SNN _{cut} T	0,983

Tabelle 3: ICC Kl.I Arbiträre Achse 1

4.1.1.2 Korrelation zwischen Fernröntgen- und Profilbildmessung Klasse I

Zur Bestimmung der Übereinstimmung zwischen dem Fernröntgen-Winkel SNA und den Profilbild-Winkeln TNS/TNK sowie der Korrelation zwischen SNB und TNB_{cut} wurde der Pearson Korrelationskoeffizient r berechnet. Diese Berechnung wurde pro Untersucher einmal berechnet und zusätzlich für den Mittelwert der beiden Messungen. Zu jedem Koeffizienten wurde die Irrtumswahrscheinlichkeit p angegeben.

Untersucher 1

	Pearson (r)	Stat. Signifikanz (p)
SNA und TNA	0,407	0,001
SNA und TNS	0,334	0,005
SNA und TNK	0,262	0,031
SNB und TNB _{cut}	0,370	0,002
SNPg und TNPg	0,438	<0,001

Tabelle 4: Auswertung Untersucher 1 Kl.I AA1

Untersucher 2

	Pearson (r)	Stat. Signifikanz (p)
SNA und TNA	0,414	<0,001
SNA und TNS	0,364	0,002
SNA und TNK	0,0278	0,022
SNB und TNB _{cut}	0,395	0,001
SNPg und TNPg	0,422	<0,001

Tabelle 5: Auswertung Untersucher 2 Kl.I AA1

Mittelwert beider Untersucher

	Pearson (r)	Stat. Signifikanz (p)
SNA und TNA	0,423	<0,001
SNA und TNS	0,361	0,003
SNA und TNK	0,287	0,017
SNB und TNB _{cut}	0,390	0,001
SNPg und TNPg	0,474	<0,001

Tabelle 6: Auswertung Mittelwert Kl.I AA1

Bei allen gemessenen Winkeln ergibt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Messung der Weichteil-Winkel und der Fernröntgen-Winkel.

Die Korrelation zwischen SNB und TNB_{cut} ist am stärksten und zwischen SNA und TNK am schwächsten.

Grafisch lässt sich dieser Zusammenhang in einem Streudiagramm mit einer Regressionsgeraden darstellen.

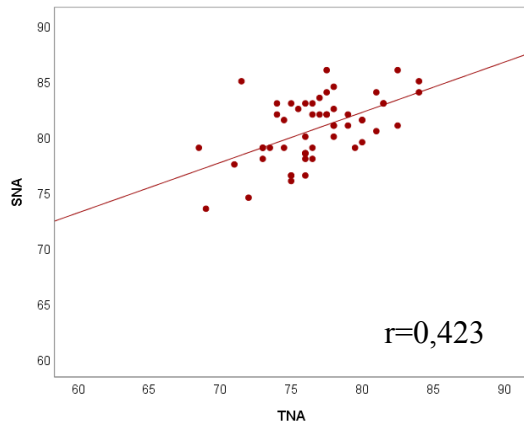


Abbildung 19: Regressionsgerade SNA u. TNA_{cut} Kl.I

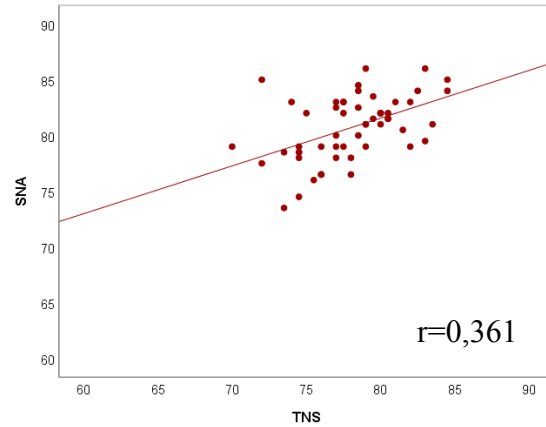


Abbildung 20: Regressionsgerader SNA u. $TNSn$ Kl.I

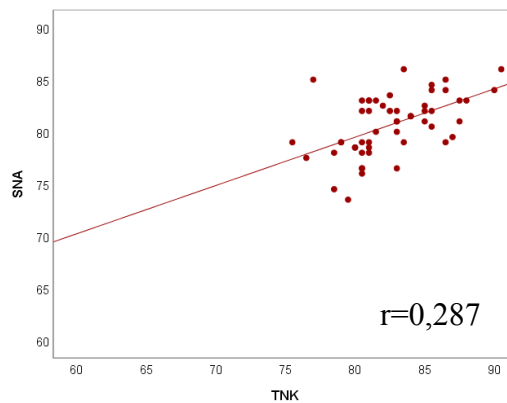


Abbildung 21: Regressionsgerade SNA u. TNK Kl.I

Diese Regressionsgeraden von SNA und TNA_{cut} /TNK/ TNS haben den steilsten Anstieg beim Vergleich von SNA mit TNA_{cut} . Das zeigt, dass die Korrelation zwischen SNA und TNA_{cut} stärker ist als die zwischen SNA und TNK bzw. TNS.

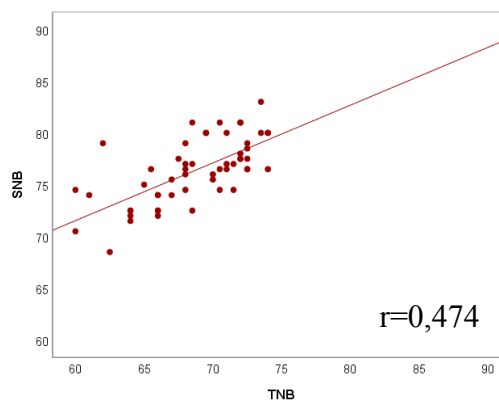


Abbildung 22: Regressionsgerade SNB u. TNB_{cut} Kl.I

Die Regressionsgerade von SNB und TNB_{cut} ist steiler als die von SNA mit allen verglichenen Winkeln.

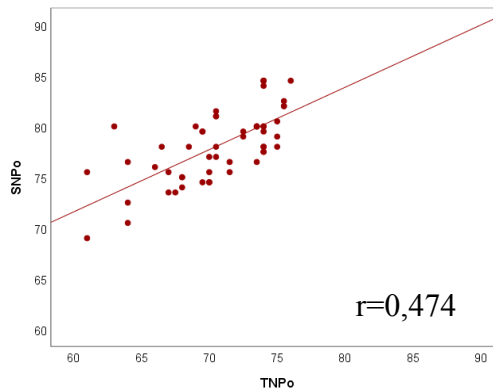


Abbildung 23: Regressionsgerade SNP_g u. $TNP_{g_{cut}}$ Kl.I

Auch die Regressionsgerade von SNP_g und TNP_g ist vergleichbar mit der von SNB und TNB_{cut} .

4.1.1.3 Deskriptive Statistik Klasse I

Die Studie untersuchte 68 PatientInnen mit Klasse I-Verzahnung, 26 Männer (38%) und 42 Frauen (62%). Die Daten wurden auf Normalverteilung geprüft und die Überprüfung mit dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest war erfolgreich. Es liegt also eine Normalverteilung vor.

Der Winkel $SNN_{cut}T$ zwischen der vorderen Schädelbasis im Fernröntgen (S-N) sowie der arbiträren Schädelbasis des Profilbildes ($N_{cut}-T$) wurde mittels deskriptiver Statistik getrennt nach Geschlecht ermittelt.

Untersucher	Geschlecht	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabw.
1	m&w	3	19	10,22	3,96
	m	3	19	10,50	4,14
	w	3	17	10,50	3,89
2	m&w	3	19	10,59	4,01
	m	3	19	10,96	4,11
	w	3	19	10,36	3,98

Tabelle 7: Deskriptive Statistik Kl.I AA1

Der $SNN_{cut}T$ ist bei Männern geringfügig größer als bei Frauen. Dies kann mittels Boxplot visualisiert werden.

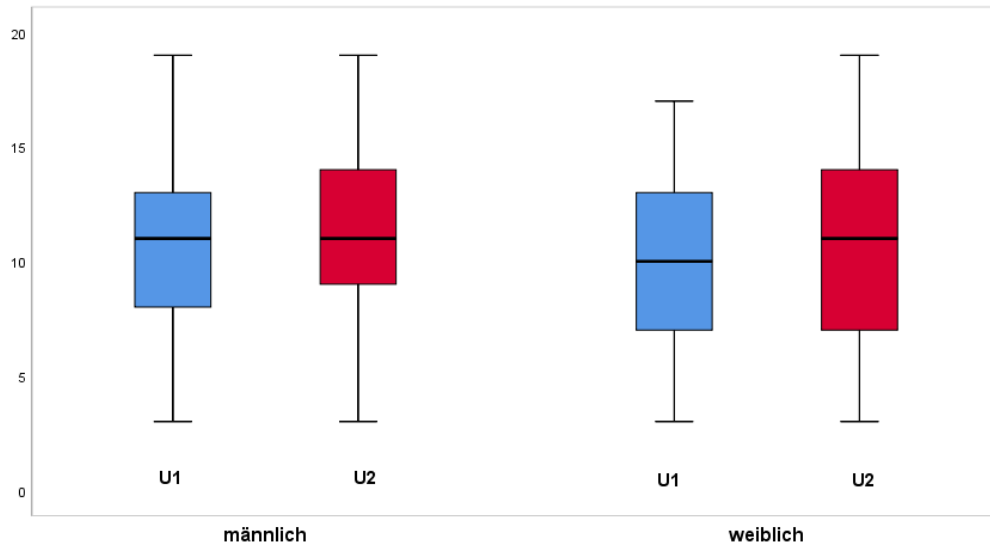


Abbildung 24: Boxplot $SNN_{cut}T$ Kl.I AA1

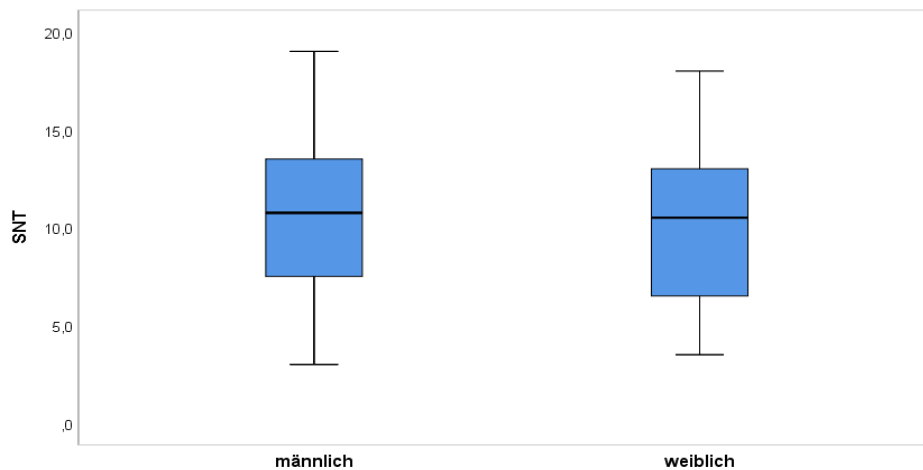


Abbildung 25: Boxplot $SNN_{cut}T$ Medianwert Kl.I AA1

4.1.2 Klasse II Arbiträre Achse 1

Folgende Winkel wurden von 2 unabhängigen UntersucherInnen an 54 Klasse-II-Patientinnen-Bildern gemessen.

Untersucher 1

Nr.	G	SNA	SNB	SNPg	TNK	TNSn	TNA _{cut}	TNB _{cut}	TNP _{gcut}	SNN _{cut} T
1	W	83	81	84	81	78	76	73	75	14
2	M	78	73	74	79	70	76	66	68	10
3	W	79	76	79	84	80	77	70	75	8
4	W	81	79	80	84	79	75	68	69	12
5	W	82	78	81	82	80	77	72	75	7

6	W	80	74	76	85	81	80	70	71	8
7	W	82	74	75	85	80	77	67	68	11
8	M	79	74	75	80	77	76	66	68	12
9	W	83	76	77	82	79	77	68	69	10
10	M	77	72	74	79	76	75	69	70	6
11	W	82	75	76	82	77	75	65	66	12
12	W	80	76	79	83	79	78	71	74	12
13	W	80	76	77	87	84	83	74	75	6
14	M	82	80	84	82	80	78	71	74	11
15	W	84	77	78	82	79	76	69	71	12
16	W	77	75	79	74	71	70	67	69	11
17	W	78	74	76	78	74	72	66	67	11
18	W	79	74	77	73	69	68	61	64	14
19	W	80	75	76	86	83	80	68	70	9
20	m	79	78	80	83	78	75	68	70	12
21	W	85	79	80	77	72	71	62	63	21
22	M	78	75	77	88	82	80	72	74	7
23	W	83	80	82	85	80	79	74	76	9
24	W	81	77	78	85	81	81	73	75	6
25	W	84	79	80	89	83	82	73	75	8
26	W	76	72	75	84	78	76	68	71	8
27	W	74	68	70	77	74	72	62	64	9
28	W	73	70	69	78	76	69	60	61	13
29	W	82	80	82	82	78	77	73	75	9
30	M	86	81	81	83	79	78	69	71	15
31	M	83	78	80	84	78	77	69	70	13
32	M	77	72	74	79	76	75	69	70	6
33	w	81	76	80	83	79	78	71	74	12
34	W	83	81	84	81	78	76	73	75	14
35	M	78	73	73	78	70	76	66	68	10
36	W	82	77	78	87	81	80	72	73	7
37	W	79	76	77	79	76	75	70	69	10
38	W	85	78	79	88	85	84	72	73	10
39	M	77	76	80	81	77	75	69	74	7
40	W	82	80	82	84	80	79	74	76	9
41	M	85	82	84	90	85	84	73	76	11
42	M	82	75	76	80	75	74	60	61	15
43	W	80	71	72	79	74	73	64	64	11
44	W	84	76	78	81	74	74	65	66	14
45	W	81	77	78	85	81	81	73	75	6
46	M	83	78	80	84	78	77	69	70	13
47	M	77	72	74	79	76	75	69	70	6
48	w	80	75	80	83	79	78	71	73	12
49	W	82	81	84	80	78	76	72	75	14
50	M	78	72	73	78	69	76	66	68	10
51	W	82	77	78	87	80	80	71	73	7
52	W	79	75	77	79	75	75	69	69	10
53	W	84	77	78	88	85	84	72	73	10

54	M	77	76	80	80	76	74	69	74	7
----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	---

Tabelle 8: Winkelmessung Untersucher 1 Kl.II AA1

Untersucher 2

Nr.	G	SNA	SNB	SNPg	TNK	TNS	TNA _{cut}	TNB _{cut}	TNP _{gcut}	SNN _{cut} T
1	W	83	81	85	80	77	76	71	73	16
2	M	79	72	74	83	79	76	66	68	9
3	w	79	76	79	83	78	76	70	75	8
4	W	82	79	80	84	80	74	68	69	13
5	W	82	78	80	84	81	77	72	75	7
6	W	81	75	77	86	82	82	71	72	8
7	W	82	74	75	86	80	78	67	68	11
8	M	81	74	75	83	77	76	66	68	13
9	W	84	78	79	83	80	77	68	68	11
10	M	76	73	75	82	76	75	59	70	6
11	W	83	75	76	82	77	76	65	66	11
12	W	82	78	80	83	79	78	72	74	9
13	W	82	77	79	88	83	82	74	75	7
14	M	82	80	84	83	80	77	71	70	12
15	W	82	77	78	81	75	74	68	70	12
16	W	78	76	80	79	73	72	67	70	11
17	W	78	74	75	79	75	74	66	67	10
18	W	79	74	76	78	71	69	61	64	14
19	W	79	74	75	88	83	80	68	70	9
20	m	79	77	79	79	74	74	67	69	12
21	W	85	79	80	77	72	72	62	63	21
22	M	80	74	76	85	82	79	71	73	7
23	W	81	80	82	85	80	79	74	75	10
24	W	82	76	77	83	80	79	72	73	7
25	W	84	79	80	91	82	80	72	73	9
26	W	77	73	76	82	78	76	69	72	8
27	W	75	69	71	80	75	72	63	64	9
28	W	74	71	69	81	71	69	60	61	14
29	W	83	80	83	88	79	79	74	76	10
30	M	86	81	81	84	79	77	68	70	15
31	M	86	82	83	87	79	79	70	71	14
32	M	76	73	75	82	76	75	59	70	6
33	W	81	78	80	83	79	78	71	74	9
34	W	83	81	85	81	77	77	71	73	16
35	M	79	72	74	82	79	76	66	67	9
36	W	84	78	78	89	83	83	73	75	6
37	W	79	77	77	79	79	71	71	71	10
38	W	85	79	80	85	84	84	73	72	11
39	M	79	77	80	81	79	78	67	73	8
40	W	80	80	82	86	80	79	74	75	10
41	M	87	84	85	91	81	81	74	76	11
42	M	82	74	75	82	75	74	60	61	15

43	W	78	72	73	82	75	74	64	64	11
44	W	82	77	78	81	74	74	66	67	14
45	W	82	76	77	83	80	79	72	73	7
46	M	85	82	82	87	79	78	70	71	14
47	M	75	72	75	82	75	75	59	69	6
48	W	80	78	80	83	78	78	71	74	9
49	W	82	81	85	81	77	77	69	73	16
50	M	79	72	74	82	78	76	66	66	9
51	W	84	78	78	88	82	83	73	75	6
52	W	79	76	77	79	79	71	71	72	10
53	W	84	78	80	85	84	84	72	72	11
54	M	79	76	80	81	78	78	67	73	8

Tabelle 9: Winkelmessung Untersucher 2 Kl.II AA1

Im Durchschnitt ergaben sich bei der Klasse II typische SNA und SNB-Werte.

Dabei lag der SNA im Mittel bei etwa 81° (73° - 87°),

der SNB bei etwa 76° (68° - 84°).

Die vergleichbaren Weichteilwinkel waren wie folgt:

TNK hatte die größte Spannweite zwischen 73° - 91° bei einem Mittelwert von 82° .

TNS lag im Durchschnitt bei etwa 78° (69° - 85°).

TNA_{cut} war im Mittel bei ca. 77° (68° - 84°).

TNB_{cut} konnte durchschnittlich mit ca. 69° ermittelt werden (59° - 74°) und

TNPg mit etwa 71° (61° - 76°).

Der SNN_{cut}T lag bei einem mittleren Wert von $10,3^\circ$ allerdings bei einer Streuung von 6° - 21° .

4.1.2.1 ICC Klasse II

Methoden	Winkel	ICC
Fernröntgen	SNA	0,953
	SNB	0,967
	SNPg	0,983
Profilbild	TNK	0,890
	TNS	0,834
	TNA _{cut}	0,946
	TNB _{cut}	0,890
	TNPg	0,979
Fernröntgen-Profilbild	SNN _{cut} T	0,986

Tabelle 10: ICC Kl.II AA1

Der ICC lag auch bei der Klasse II bei allen gemessenen Winkeln über oder bei 0,890.

4.1.2.2 Korrelation zwischen Fernröntgen- und Profilbildmessung Klasse II

Untersucher 1:

	Pearson (r)	Stat. Signifikanz (p)
SNA und TNA	0,500	<0,001
SNA und TNS	0,457	0,001
SNA und TNK	0,500	<0,001
SNB und TNB _{cut}	0,618	<0,001
SNPg und TNPg _{cut}	0,683	<0,001

Tabelle 11: Auswertung Untersucher 1 Kl.II AA1

Untersucher 2:

	Pearson (r)	Stat. Signifikanz (p)
SNA und TNA _{cut}	0,554	<0,001
SNA und TNS	0,472	<0,001
SNA und TNK	0,495	<0,001
SNB und TNB _{cut}	0,654	<0,001
SNPg und TNPg _{cut}	0,664	<0,001

Tabelle 12: Auswertung Untersucher 2 Kl.II AA1

Mittelwert beider Untersucher:

	Pearson (r)	Stat. Signifikanz (p)
SNA und TNA _{cut}	0,541	<0,001
SNA und TNS	0,491	<0,001
SNA und TNK	0,531	<0,001
SNB und TNB _{cut}	0,674	<0,001
SNPg und TNPg _{cut}	0,685	<0,001

Tabelle 13: Auswertung Mittelwert Kl.II AA1

Die statistische Signifikanz der Korrelation zwischen den Fernröntgen- und Weichteilwinkeln war bei allen Winkeln der Klasse II unter oder gleich 0,001.

Es besteht also ein statistisch signifikanter Zusammenhang.

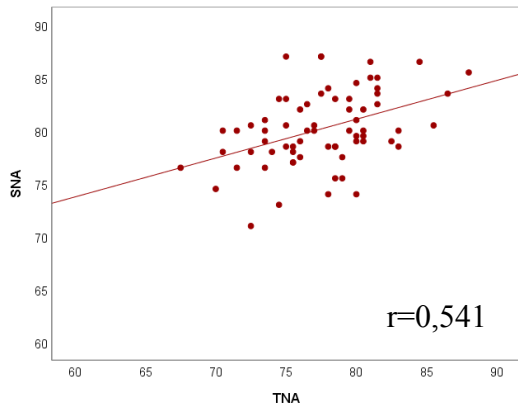


Abbildung 26: Regressionsgerade SNA u. TNA_{cut} Kl.II

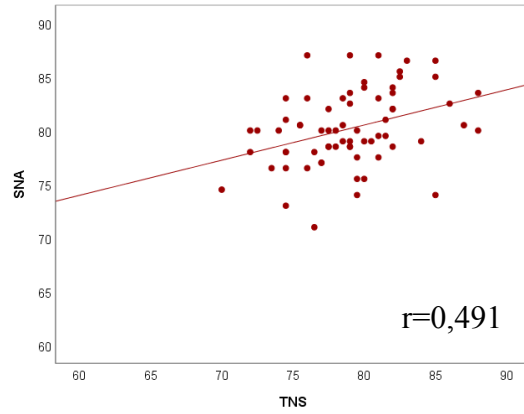


Abbildung 27: Regressionsgerade SNA u. TNSn Kl.II

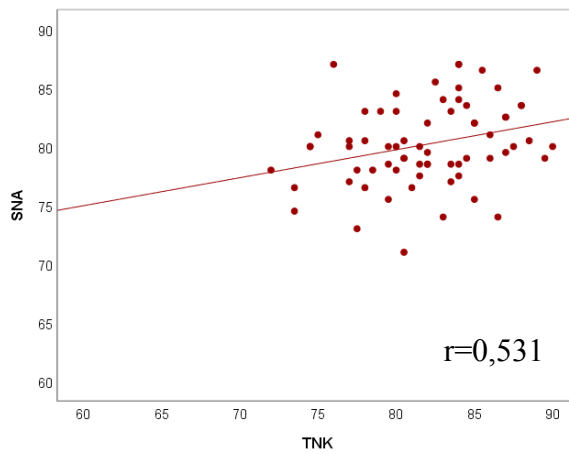


Abbildung 28: Regressionsgerade SNA u. TNK Kl.II

Von den Regressionsgeraden, deren Steilheitsgrad den Zusammenhang mit TNA_{cut} , TNS und TNK visualisieren, ist SNA und TNA_{cut} am steilsten.

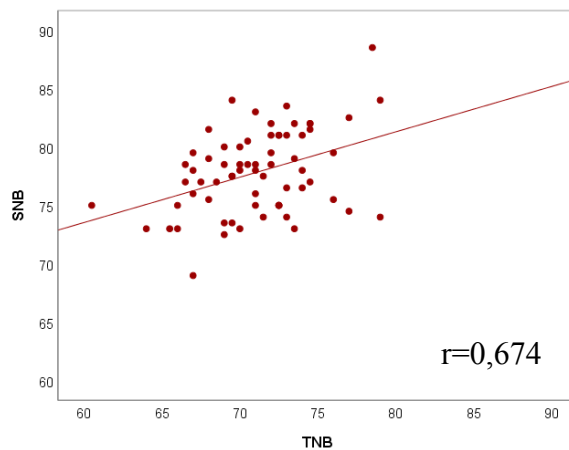


Abbildung 29: Regressionsgerade SNB u. TNB_{cut} Kl.II

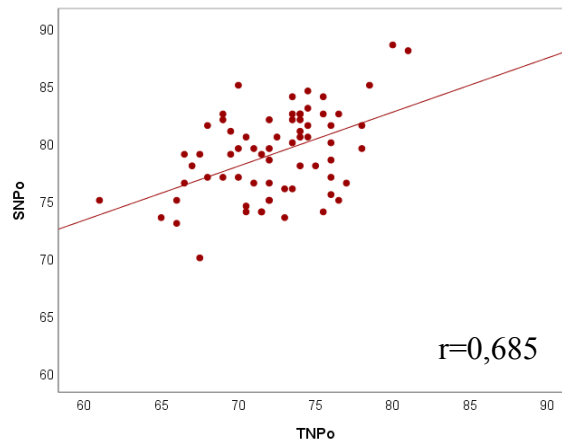


Abbildung 30: Regressionsgerade SNP_{g} u. $TNP_{g_{cut}}$ Kl.II

Auch bei der Klasse II sind die Regressionsgeraden der Winkel SNB und SNP_g steiler als die von SNA.

Deskriptive Statistik Klasse II

Untersucher	Geschlecht	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabw.
1	m&w	6	21	10,31	3,01
	m	6	15	10,06	3,09
	w	6	21	10,43	3,01
2	m&w	6	21	10,46	3,19
	m	6	15	10,24	3,23
	w	6	21	10,57	3,21

Tabelle 14: Deskriptive Statistik Kl.II AA1

Der Winkel $SNN_{cut}T$ lag bei der Klasse II zwischen 6° und 21° und war damit höher als bei der Klasse I. Im Mittel lag der Wert aber auch wie bei der Klasse I bei etwa $10,5^\circ$.

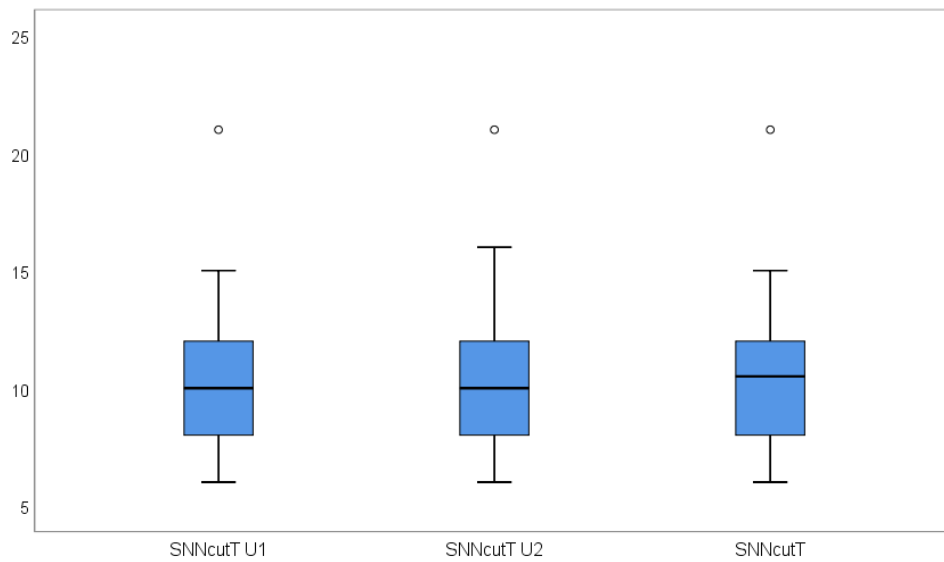


Abbildung 31: Boxplot $SNN_{cut}T$ Kl.II

Der Boxplot visualisiert die Streubreite des $SNN_{cut}T$ bei beiden Untersuchern, sowie die Medianwerte. Er zeigt auch die relativ geringe Abweichung zwischen den Messungen der beiden Untersucher.

4.1.3 Unterschied Klasse I und Klasse II AA1

Winkel	Klasse	Min.	Max.	MW	Stabw.	Sign.p*
SNA	K1.I	73	86	80,7	2,9	0,366
	K1.II	71	87	80,2	3,5	
SNB	K1.I	68	83	76,4	3,1	0,017
	K1.II	69	88	77,8	3,5	
SNPg	K1.I	69	84	78,1	3,5	0,162
	K1.II	70	88	79,1	3,8	
TNK	K1.I	75	90	82,7	3,3	0,281
	K1.II	72	90	81,9	4,3	
TNS	K1.I	70	84	78,1	3,3	0,163
	K1.II	70	88	79,0	3,9	
TNA _{cut}	K1.I	68	84	76,7	3,4	0,254
	K1.II	67	88	77,5	4,1	
TNB _{cut}	K1.I	60	74	68,6	3,8	<0,001
	K1.II	60	79	71,1	3,6	
TNPg _{cut}	K1.I	61	76	70,7	3,9	0,019
	K1.II	61	81	72,4	3,8	
SNN _{cut} T	K1.I	6	21	10,4	3,1	0,981
	K1.II	3	19	10,4	4,0	

Tabelle 15: Deskriptive Statistik Kl.I u. Kl.II AA1

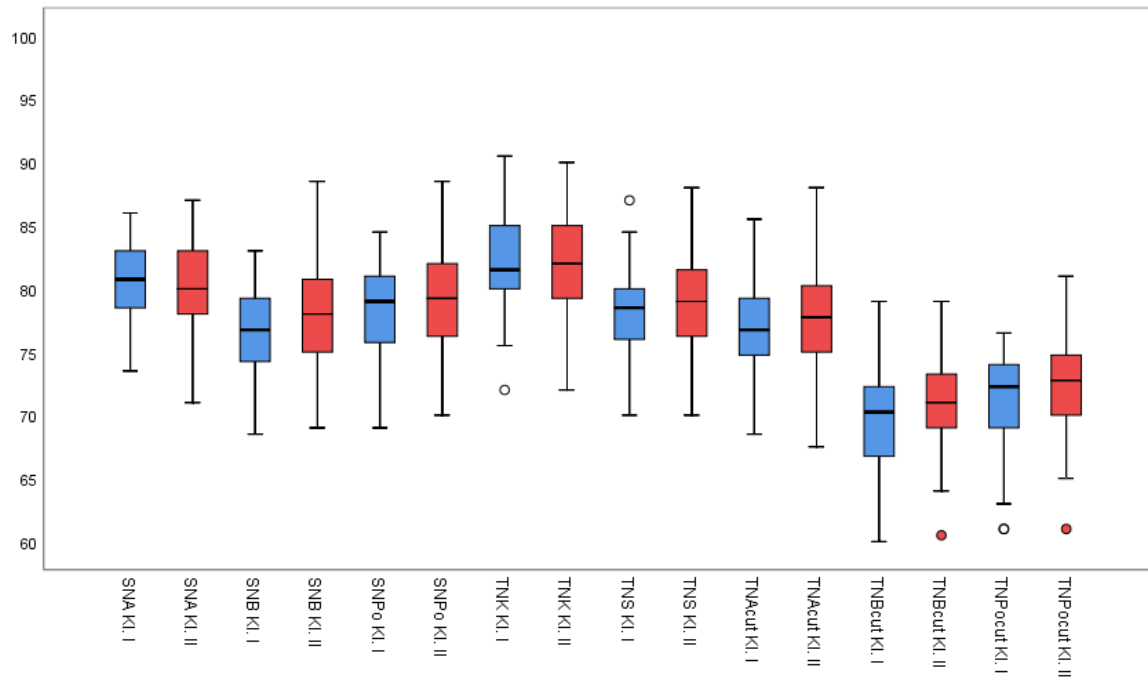


Abbildung 32: Boxplot Kl.I u. Kl.II AA1

4.2 Gemessene Werte Arbiträre Achse 2

4.2.1 Klasse I Arbiträre Achse 2

Die gemessenen Winkel durch 2 unabhängige Untersucher waren bei der Analyse der Ohransatz-Nasion-Ebene und entsprechenden Weichteilwinkeln im Vergleich zu den Fernröntgenwinkeln wie folgt:

Untersucher 1:

Nr.	G	SNA	SNB	SNPg	TNK	TNSn	TNA _{cut}	TNB _{cut}	TNPg _{cut}	SNN _{cut} T
1	m	74	74	76	99	93	90	85	96	-9
2	w	76	74	75	94	93	93	86	87	-8
3	w	83	82	82	93	90	88	85	85	2
4	w	79	76	83	102	96	96	89	89	-10
5	w	80	74	75	98	96	95	86	87	-7
7	w	80	78	81	97	94	92	86	90	-4
8	w	80	79	81	93	88	87	81	82	2
9	w	80	82	84	95	91	89	89	92	-5
10	w	84	81	83	102	98	96	91	92	-11
11	m	77	76	78	94	90	89	81	83	-3
12	w	78	78	80	96	89	89	85	88	-4
13	m	78	79	82	88	88	88	83	85	-2
14	w	82	81	84	98	95	94	85	86	-1
15	w	83	78	79	95	90	89	79	81	4

16	w	86	81	82	90	90	89	81	83	4
17	m	78	79	80	89	89	89	87	89	-5
18	w	80	75	75	83	83	81	73	75	5
19	w	78	77	78	91	91	85	79	81	1
20	w	83	81	81	96	95	94	86	89	-3
21	m	85	82	85	103	100	99	94	96	-9
22	w	83	81	83	87	87	87	81	83	2
25	w	80	79	82	91	86	85	80	83	2
26	m	80	78	80	102	96	94	85	88	-4
27	w	78	73	74	100	94	93	83	85	-7
28	m	78	73	73	93	89	84	78	79	-3
30	m	88	84	86	100	93	92	86	90	-1
31	m	76	74	76	98	92	90	81	83	-4
32	w	82	79	82	96	89	86	80	83	0
33	m	87	84	85	97	93	90	81	82	4
34	w	82	76	77	93	88	87	75	75	3
36	m	74	73	75	101	101	95	88	91	-14
37	m	82	77	81	102	102	98	87	90	-5
38	m	79	80	84	97	94	90	86	89	-2
39	w	79	75	76	104	102	97	90	92	-12
40	w	80	77	77	94	92	90	82	82	-2
41	w	76	73	73	99	93	91	84	85	-9
42	m	70	73	74	97	91	89	84	86	-12
43	m	87	84	84	105	100	98	89	91	-2
44	w	80	77	78	95	95	93	87	89	-9
45	w	77	78	79	102	95	94	88	89	-6
46	w	86	82	82	103	102	102	92	93	-8
47	w	78	75	78	100	93	93	87	89	-11
48	w	84	80	81	102	99	97	89	90	-6
49	w	73	69	70	89	88	86	79	80	-6
50	w	77	75	78	95	92	89	86	89	-8
51	w	80	76	76	95	95	93	87	88	-8
52	m	80	78	80	87	87	86	80	81	1
53	w	74	73	77	87	83	82	80	83	-1
54	w	78	77	79	96	92	90	85	86	-5
55	m	81	78	78	99	96	95	85	87	-6
58	M	82	81	82	99	97	95	88	89	-3
59	w	84	81	82	106	100	99	92	94	-10
60	w	79	78	78	102	97	96	90	91	-8
61	w	79	76	77	97	93	91	82	84	-4
62	m	78	73	76	93	91	91	85	87	-6
63	m	81	78	78	92	90	90	83	84	-3
64	m	82	80	80	99	96	94	85	85	-3
65	w	85	88	87	95	95	95	90	92	-1
67	m	79	77	80	102	102	102	93	96	-10
68	m	77	75	75	91	84	82	75	75	3

Tabelle 16: Winkelmessung Untersucher 1 Kl.I AA2

Untersucher 2:

Nr.	G	SNA	SNB	SNPg	TNK	TNSn	TNA _{cut}	TNB _{cut}	TNP _{gcut}	SNN _{cut} T
1	m	74	74	76	92	91	90	84	86	-7
2	w	75	74	75	93	93	93	86	87	-8
3	w	83	82	82	92	90	89	85	85	3
4	w	79	77	78	106	106	106	88	88	-7
5	w	81	74	75	104	96	95	86	86	-7
7	w	81	79	82	95	94	92	86	90	-4
8	w	81	80	81	96	95	95	89	91	-5
9	w	80	82	84	103	98	96	91	92	-11
10	w	84	81	82	97	95	94	89	90	-5
11	m	79	78	80	94	92	90	83	84	-4
12	w	78	79	81	92	90	89	84	86	-3
13	m	78	79	82	89	89	89	83	85	-1
14	w	82	81	84	101	99	96	88	89	-4
15	w	83	79	79	91	89	97	78	79	-5
16	w	88	82	83	92	92	90	83	84	3
17	m	79	80	83	91	90	89	87	89	-4
18	w	80	75	75	84	83	81	74	74	4
19	w	79	78	80	96	92	88	82	84	-1
20	w	85	82	84	96	94	93	86	88	-1
21	m	85	83	85	103	102	101	97	98	-10
22	w	83	81	83	91	89	89	82	84	1
25	w	80	78	81	94	89	87	83	85	-2
26	m	80	78	80	100	97	94	85	88	-4
27	w	77	73	74	92	91	89	80	81	-5
28	m	78	73	74	93	89	86	80	81	-5
30	m	86	82	83	97	92	91	86	88	-3
31	m	75	73	77	98	93	91	83	84	-5
32	w	83	80	82	99	91	89	83	85	-3
33	m	87	84	85	94	91	88	80	84	5
34	w	82	76	76	91	87	86	76	76	5
36	m	74	73	76	102	99	96	89	92	-13
37	m	83	78	80	105	102	98	89	91	-5
38	m	79	80	63	94	88	88	85	90	-1
39	w	81	76	77	106	103	99	91	92	-12
40	w	80	77	77	93	89	88	79	80	-1
41	w	77	73	73	95	92	88	85	86	-10
42	m	72	74	75	100	93	91	85	85	-9
43	m	86	83	81	106	100	98	90	91	-3
44	w	79	76	76	96	95	94	88	90	-12
45	w	77	79	80	100	95	91	86	88	-4
46	w	87	82	83	104	103	103	92	93	-6
47	w	79	75	78	98	82	82	87	88	10
48	w	83	80	81	105	97	96	87	87	-4
49	w	73	69	70	91	86	86	79	79	-5

50	w	78	75	79	97	96	91	88	90	-9
51	w	80	76	77	96	93	92	86	96	-7
52	m	81	79	79	90	87	86	80	81	0
53	w	75	73	77	87	82	82	78	81	-1
54	w	79	78	80	95	90	86	81	83	-2
55	m	81	78	79	101	97	95	85	86	-4
58	M	82	81	82	102	98	94	87	89	-4
59	w	83	81	81	104	98	97	90	92	-8
60	w	79	78	78	100	94	93	87	88	-8
61	w	79	75	77	99	91	89	80	82	-3
62	m	75	72	72	98	94	91	86	88	-11
63	m	81	78	78	92	91	90	83	83	-3
64	m	84	81	81	97	95	94	86	86	-2
65	w	86	89	90	93	93	93	88	90	4
67	m	78	77	79	99	98	97	90	93	-7
68	m	76	75	75	94	87	84	77	77	4

Tabelle 17: Winkelmessung Untersucher 2 Kl.I AA2

4.2.1.1 ICC Klasse I

Um die Übereinstimmung der durch unabhängige Untersucher gemessenen Winkel überprüfen zu können, wurde der ICC (intraclass correlation coefficient) ermittelt. Der ICC war zwar mit 0,807 bis 0,945 bei den Weichteilwinkeln hoch (bei den Fernröntgenwinkeln natürlich unverändert), allerdings geringer als bei der Ermittlung der Weichteilwinkel über die Tragus-Nasion-Ebene.

Method	Winkel	ICC
Fernröntgen	SNA	0,981
	SNB	0,990
	SNPg	0,821
Profilbild	ONB _{cut}	0,945
	ONS	0,894
	ONK	0,899
	ONA _{cut}	0,884
	ONPg _{cut}	0,922
Fernröntgen-Profilbild	SNN _{cut} O	0,807

Tabelle 18: ICC Kl.I AA2

4.2.1.2 Korrelation zwischen Fernröntgen- und Profilbildmessung Klasse I

Zur Bestimmung der Übereinstimmung zwischen dem Fernröntgen-Winkel SNA und den Profilbild-Winkeln ONS/ONK/ON_{A_{cut}} sowie der Korrelation zwischen SNB und ONB_{cut} wurde der Pearson Korrelationskoeffizient r berechnet. Dieser wurde pro Untersucher einmal und zusätzlich im Mittelwert ermittelt. Zu jedem Koeffizienten wurde wieder die Irrtumswahrscheinlichkeit p angegeben.

Untersucher 1

	Pearson (r)	Stat. Signifikanz (p)
SNA und ONA	0,362	0,004
SNA und ONS	0,305	0,018
SNA und ONK	0,235	0,071
SNB und ONB _{cut}	0,364	0,004
SNPg und ONPg	0,385	0,002

Tabelle 19: Auswertung Untersucher 1 Kl.I AA2

Untersucher 2

	Pearson (r)	Stat. Signifikanz (p)
SNA und ONA	0,336	0,009
SNA und ONS	0,277	0,032
SNA und ONK	0,195	0,135
SNB und ONB _{cut}	0,375	0,003
SNPg und ONPg	0,311	0,016

Tabelle 20: Auswertung Untersucher 2 Kl.I AA2

Mittelwert beider Untersucher

	Pearson (r)	Stat. Signifikanz (p)
SNA und ONA	0,378	0,004
SNA und ONS	0,306	0,017
SNA und ONK	0,223	0,087
SNB und ONB _{cut}	0,378	0,003
SNPg und ONPg	0,390	0,002

Tabelle 21: Auswertung Mittelwert Kl.I AA2

Bei fast allen gemessenen Korrelationen ergab sich ein signifikanter Zusammenhang. Lediglich bei der Ermittlung des Zusammenhangs zwischen SNA und ONK konnte keine statistisch signifikante Korrelation ermittelt werden.

Deskriptive Statistik Kl.I Arbiträre Achse 2

Untersucher	Geschlecht	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabw.
1	m&w	-14	5	-4,12	4,68
	m	-14	4	-4,26	4,38
	w	-12	5	-4,03	4,92
2	m&w	-13	10	-3,82	4,68
	m	-13	5	-4,17	4,25
	w	-12	10	-3,59	4,98

Tabelle 22: Deskriptive Statistik Kl.I AA2

Die Auswertung der deskriptiven Statistik des Winkels SNNO ergab eine breite Spanne bei -14° bis $+10^\circ$, bei einem Mittelwert von $-3,59^\circ$ bis $-4,26^\circ$.

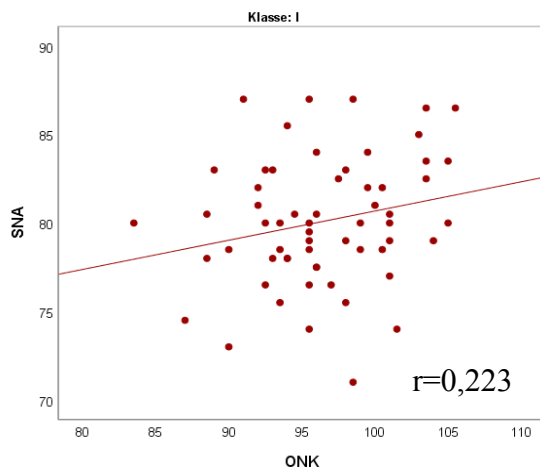


Abbildung 33: Regressionsgerade SNA u. ONK Kl.I

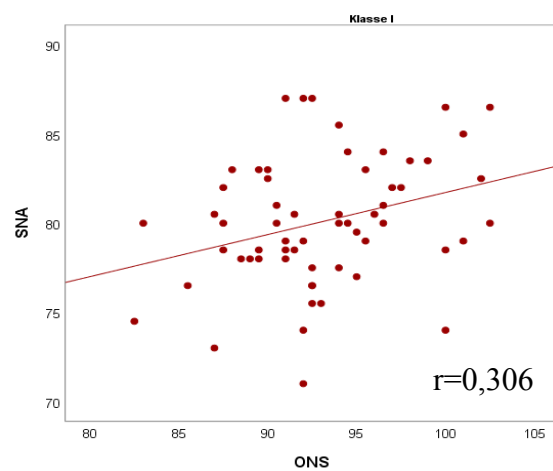


Abbildung 34: Regressionsgerade SNA u. ONSn Kl.I

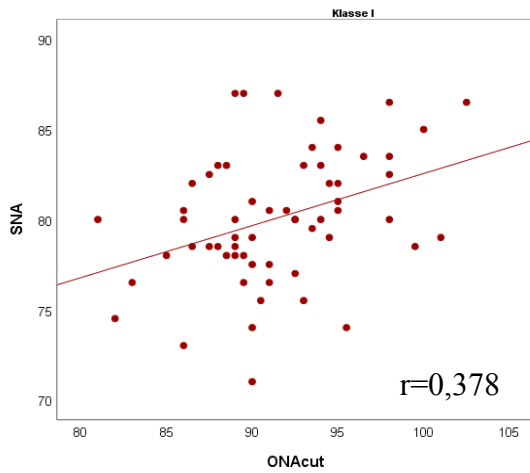


Abbildung 35: Regressionsgerade SNA u. $ONAcut$ Kl.I

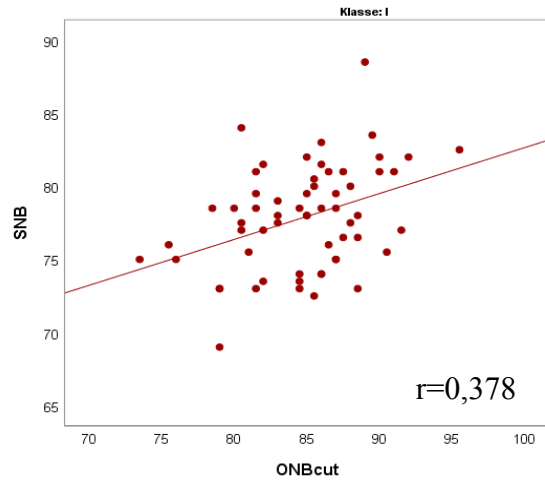


Abbildung 36: Regressionsgerade SNB u. $ONBcut$ Kl.I

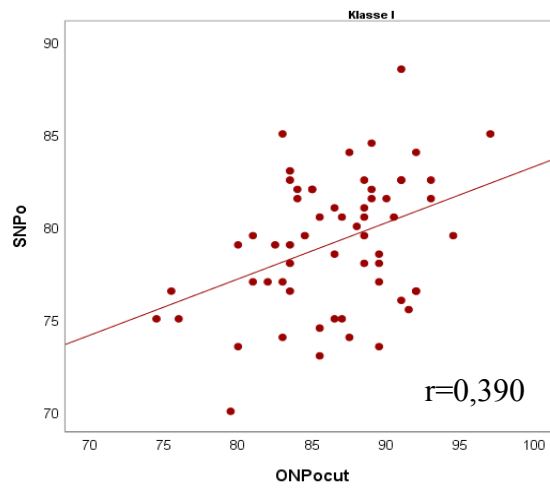


Abbildung 37: Regressionsgerade $SNPg$ u. $ONPg_{cut}$ Kl.I

Die Regressionsgerade von $SNPg$ und $ONPg$ ist die steilste, während die von SNA und ONK am flachsten ist.

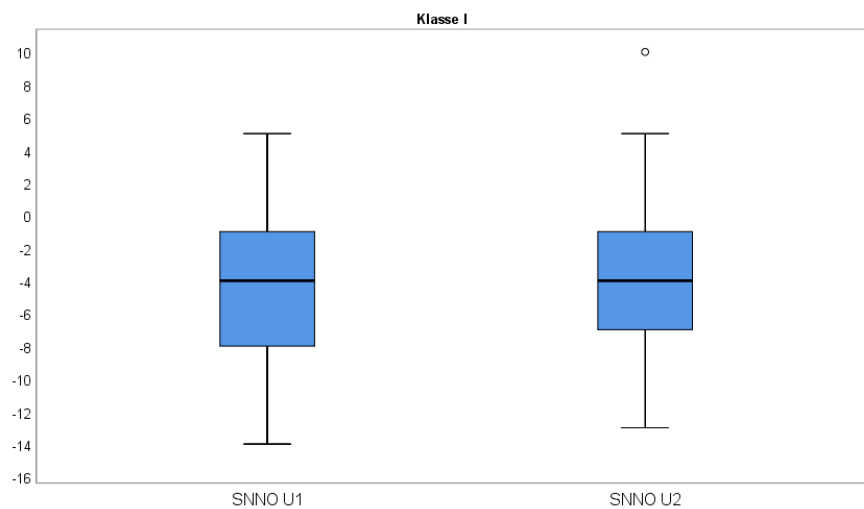


Abbildung 38: Boxplot $SNN_{cut}O$ Kl.I

4.2.2 Klasse II Arbiträre Achse 2

Untersucher 1:

	G	SNA	SNB	SNPg	ONK	ONS	ONA _{cut}	ONB _{cut}	ONPg _{cut}	SNN _{cut} O
2	M	78	73	74	98	94	90	81	83	-5
3	W	79	76	79	94	89	87	81	85	-3
4	W	81	79	80	97	94	89	82	83	-2
5	W	82	78	81	94	92	90	84	87	-2
7	W	82	74	75	100	95	92	83	83	-4
8	M	79	74	75	100	97	96	86	87	-8
9	W	83	76	77	96	94	91	82	83	-4
10	M	77	72	74	91	89	88	82	83	-8
11	W	82	75	76	95	90	89	79	80	-2
12	W	80	76	79	99	94	93	87	89	-6
13	W	80	76	77	102	98	97	87	88	-8
14	M	82	80	84	97	94	93	86	88	-2
15	W	84	77	78	93	90	86	80	82	1
16	W	77	75	79	82	79	78	75	77	1
17	W	78	74	76	89	85	83	77	78	-2
18	W	79	74	77	83	80	79	71	75	2
19	W	80	75	76	98	95	93	80	82	-3
20	m	79	78	80	99	94	91	84	86	4
21	W	85	79	80	91	87	86	76	77	4
23	W	83	80	82	97	91	90	85	87	-2
24	W	81	77	78	102	98	97	89	91	10
25	W	84	79	80	100	94	93	84	86	-3
26	W	76	72	75	96	90	88	80	84	-5
27	W	74	68	70	94	91	90	80	81	9
28	W	73	70	69	93	85	84	75	76	-2
29	W	82	80	82	97	94	93	88	91	-6
30	M	86	81	81	96	92	91	82	84	2
31	M	83	78	80	96	92	91	82	84	2
36	W	82	77	78	103	96	96	88	89	-9
37	W	79	76	77	91	89	87	82	81	-2
39	M	77	76	80	100	97	97	85	85	-3
40	W	82	80	82	95	91	89	83	87	-6
41	M	85	82	84	105	100	98	88	90	-1
42	M	82	75	76	95	90	89	75	76	1
43	W	80	71	72	92	88	87	77	77	-2
44	W	84	76	78	92	85	84	77	78	3

Tabelle 23: Winkelmessung Untersucher 1 Kl.II AA2

Untersucher 2:

Nr.	G	SNA	SNB	SNPg	ONK	ONS	ONA _{cut}	ONB _{cut}	ONPg _{cut}	SNN _{cut} O
2	M	79	72	74	98	94	94	81	84	-7

3	w	79	76	79	96	90	89	83	88	-6
4	W	82	79	80	100	94	90	84	85	-2
5	W	82	78	80	96	93	89	84	87	-5
7	W	82	74	75	101	97	94	84	84	-5
8	M	81	74	75	103	83	97	87	88	-8
9	W	84	78	79	99	95	92	83	84	4
10	M	76	73	75	97	92	91	84	86	-4
11	W	83	75	76	97	92	91	80	81	-4
12	W	82	78	80	104	95	94	87	89	-6
13	W	82	77	79	103	98	96	87	88	-7
14	M	82	80	84	97	94	91	85	88	-2
15	W	82	77	78	95	89	88	82	83	-1
16	W	78	76	80	82	79	78	75	77	1
17	W	78	74	75	93	88	87	80	81	-3
18	W	79	74	76	89	82	81	73	75	4
19	W	79	74	75	104	100	97	84	86	-6
20	m	79	77	79	95	90	90	84	86	4
21	W	85	79	80	91	86	86	76	77	7
23	W	81	80	82	98	91	90	85	86	-2
24	W	82	76	77	95	91	90	76	76	-6
25	W	84	79	80	103	94	92	84	85	-3
26	W	77	73	76	97	92	91	83	86	-6
27	W	75	69	71	99	93	90	81	82	-10
28	W	74	71	69	97	88	85	76	78	-2
29	W	83	80	83	102	93	92	88	89	-3
30	M	86	81	81	97	92	91	82	83	2
31	M	86	82	83	99	91	91	82	83	4
36	W	84	78	78	106	99	99	90	91	-7
37	W	85	79	80	91	91	91	94	93	-11
39	M	79	77	80	100	99	99	87	87	-3
40	W	80	80	82	96	93	92	83	87	-6
41	M	87	84	85	105	100	100	87	89	-2
42	M	82	74	75	96	89	89	75	76	1
43	W	78	72	73	96	89	89	79	79	-4
44	W	82	77	78	94	87	87	79	80	2

Tabelle 24: Winkelmessung Untersucher 2 Kl.II AA2

4.2.2.1 ICC Klasse II Arbiträre Achse 2

Methode	Winkel	ICC
Fernröntgen	SNA	0,927
	SNB	0,970
	SNPg	0,978
Profilbild	ONB _{cut}	0,850

	ONS	0,871
	ONK	0,920
	ON _{A_{cut}}	0,943
	ONP _{g_{cut}}	0,821
Fernröntgen-Profilbild	SNN _{cut} O	0,807

Tabelle 25: ICC Kl.II AA2

Auch bei der Auswertung der Klasse II wurde der ICC im Hinblick auf die Ohransatzhäutiges Nasion-Ebene eruiert. Dieser lag zwischen 0,821 und 0,943 bei den Weichteilwinkeln während bei den Fernröntgenwinkeln der ICC natürlich dem bereits gemessenen entspricht. Der SNN_{cut}O lag mit 0,807 unter den anderen Werten.

4.2.2.2 Korrelation zwischen Fernröntgen- und Profilmessung Klasse I

Untersucher 1

	Pearson (r)	Stat. Signifikanz (p)
SNA und ON _{A_{cut}}	0,256	0,132
SNA und ONS	0,272	0,109
SNA und ONK	0,273	0,108
SNB und ONB _{cut}	0,481	0,003
SNP _g und ONP _g	0,539	0,001

Tabelle 26: Auswertung Untersucher 1 Kl.II AA2

Untersucher 2

	Pearson (r)	Stat. Signifikanz (p)
SNA und ONA	0,322	0,056
SNA und ONS	0,259	0,127
SNA und ONK	0,245	0,149
SNB und ONB _{cut}	0,408	0,014
SNP _g und ONP _g	0,440	0,007

Tabelle 27: Auswertung Untersucher 2 Kl.II AA2

Mittelwert beider Untersucher

	Pearson (r)	Stat. Signifikanz (p)
SNA und ONA	0,309	0,067
SNA und ONS	0,306	0,118

SNA und ONK	0,289	0,129
SNB und ONB _{cut}	0,458	0,005
SNPg und ONPg	0,517	0,001

Tabelle 28: Auswertung Mittelwert Kl.II AA2

Bei der Korrelation zwischen Fernröntgen- und Profilbildwinkeln konnte ein statistisch signifikanter Zusammenhang bei den meisten Winkeln festgestellt werden, jedoch erneut kein Zusammenhang zwischen SNA und ONK sowie in diesem Fall auch zwischen SNA und ONS.

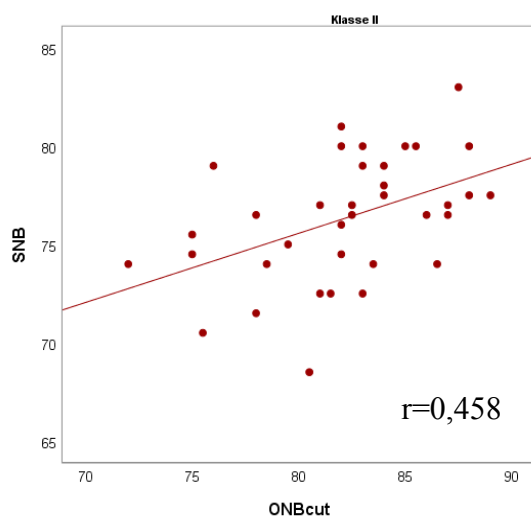


Abbildung 39: Regressionsgerade SNB u. ONB_{cut} Kl.II

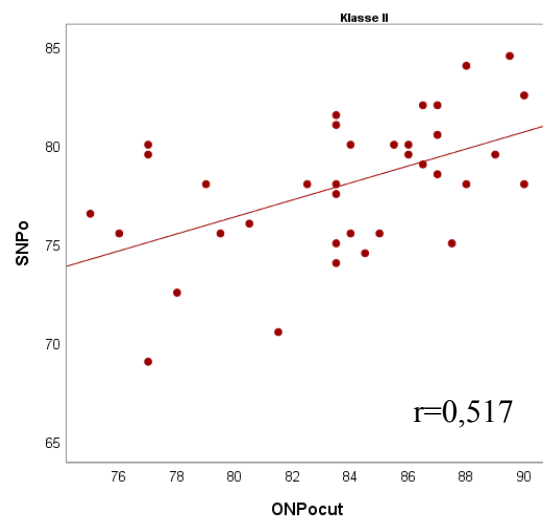


Abbildung 40: Regressionsgerade SNPg u. ONPg_{cut} Kl.II

4.2.2.3 Deskriptive Statistik Kl.II Arbiträre Achse 2

Untersucher	Geschlecht	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabw.
1	m&w	-9	10	-1,69	4,37
	m	-8	4	-1,80	4,21
	w	-9	10	-1,65	4,52
2	m&w	-11	7	-2,83	4,27
	m	-8	4	-1,50	4,22
	w	-11	7	-3,35	4,25

Tabelle 29: Deskriptive Statistik Kl.II AA2

Die deskriptive Statistik der Klasse II in Bezug auf den Winkel $SNN_{cut}O$ ergab erneut eine große Spanne mit Messungen zwischen -11 Grad und +10 Grad bei Medianwerten von -3,35° und -1,65°. Das kann auch mittels Boxplot visualisiert werden.

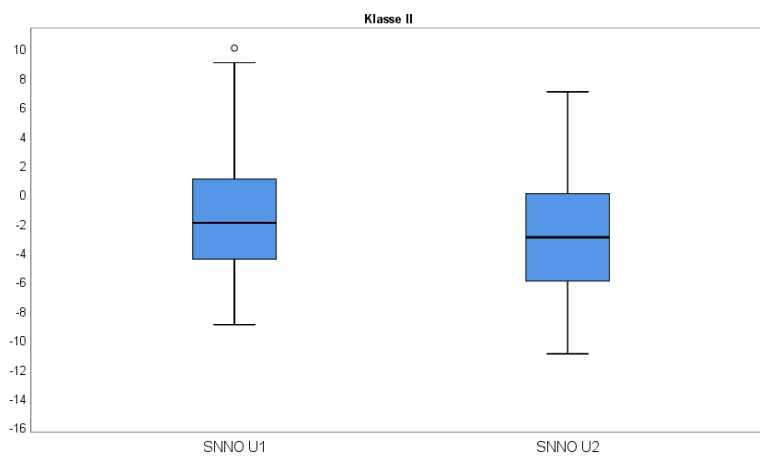


Abbildung 41: Boxplot $SNN_{cut}O$ Kl.II

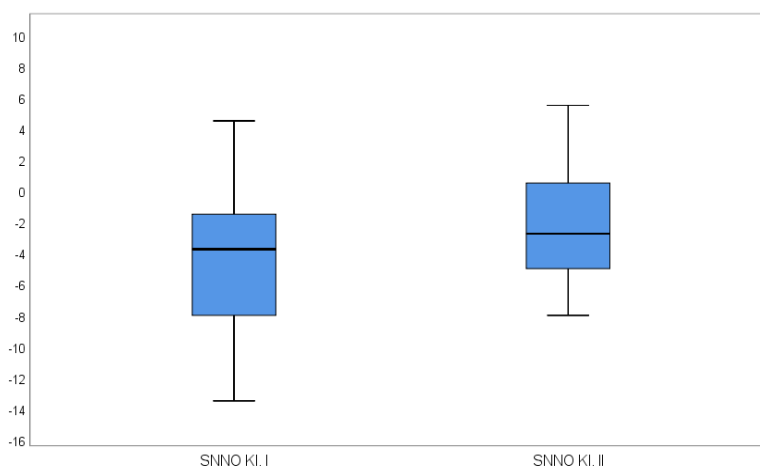


Abbildung 42: Boxplot $SNN_{cut}O$ Kl.I u. Kl.II

4.2.3 Unterschied Klasse I und Klasse II AA2

Winkel	Klasse	Min.	Max.	MW	Stabw.	Sign.p*
SNA	K1.I	71	87	80,09	3,61	0,311
	K1.II	73	86	80,82	2,98	
SNB	K1.I	69	88	77,86	3,57	0,038
	K1.II	68	83	76,33	3,19	
SNPg	K1.I	70	88	79,14	3,63	0,120
	K1.II	69	84	77,96	3,49	
ONK	K1.I	83	105	96,44	4,87	0,900
	K1.II	82	105	96,57	4,69	
ONSn	K1.I	82	102	93,08	4,68	0,133
	K1.II	79	100	91,61	4,49	
ONAcut	K1.I	81	102	91,48	4,59	0,259
	K1.II	78	99	90,39	4,53	
ONBcut	K1.I	73	95	84,75	4,29	0,005
	K1.II	72	89	82,18	4,16	
ONPgcut	K1.I	74	97	86,52	4,65	0,004
	K1.II	75	90	83,75	4,19	
SNNcutO	K1.I	-13	4	-3,97	4,29	0,049
	K1.II	-8	5	-2,26	3,59	

Tabelle 30: Unterschied Kl.I u. Kl.II AA2

5 Diskussion

Das Ziel der Studie war der Vergleich dreier horizontaler Referenzlinien. Einer, die am Fernröntgen und zwei, die am Profilfoto gezeichnet wurden.

Neben der horizontalen Korrelation der Referenzlinien wurden die Bilder auch im Hinblick auf vertikale Übereinstimmung untersucht.

Die Weichteilebene 1 (Tragushinterrand zu häutigem Nasion) wurde aufgrund folgender Überlegungen ausgewählt:

- Da der Außenbogen in der Zahnmedizin weit verbreitet ist und sich dieser als Schädelbasisreferenz etabliert hat, kann daraus geschlossen werden, dass dessen Fixpunkte (Porus acusticus externus und häutiges Nasion) auch in der Kieferorthopädie von Bedeutung sind.
- Da der Porus acusticus externus aber auf Profilbildern nicht sichtbar ist, wurde der Tragushinterrand als Struktur ausgewählt, weil sich dieser in enger Lagebeziehung mit dem Porus acusticus externus befindet.
- Das häutige Nasion, auf welchem auch die Glabellarolle des Außenbogens fixiert wird, ist einerseits in enger Lagebeziehung mit dem knöchernen Nasion, aber andererseits auch leicht identifizierbar.
- Die True Horizontal konnte bei der Studie nicht zur Anwendung kommen, da weder die Profil-, noch die Fernröntgenbilder in der True Horizontal aufgenommen wurden und es sich um eine retrospektive Datenauswertung handelt.

Die Weichteilebene 2 (Ohransatz zu häutigem Nasion) wurde im Anschluss darauf aus folgendem Grund ausgewählt:

- An einigen Profilbildern schien sie parallel zur Schädelbasis zu liegen.
- Da das Ohr die einzigen anatomischen Weichteilstrukturen im Bereich der Sella bietet, die reproduzierbar ausgewählt werden können, wurde eine 2. Ebene mit Referenzpunkt am Ohr konstruiert.

Es wurden sowohl Klasse I als auch Klasse II/1 PatientInnen vermessen (die zwei häufigsten Syndrome in unseren Breiten) um eine mögliche Auswirkung der unterschiedlichen Schädelbasisflexionen, bei verschiedenen Malokklusionen, erkennen zu können.

Zu diesem Zwecke wurde der Winkel $SNN_{cut}T$ analysiert. Der $SNN_{cut}T$ lag bei Klasse-I-PatientInnen zwischen 3° - 19° und bei Klasse-II-PatientInnen zwischen 6° - 21° . Damit war der $SNN_{cut}T$ -Winkel bei Klasse-II-PatientInnen geringfügig größer, allerdings lag der $SNN_{cut}T$ im Durchschnitt bei beiden Klassen bei $10,4^{\circ}$.

Die arbiträre Achse von Tragus und häufigem Nasion liegt also nicht parallel zur Schädelbasis und scheint auch zu individuell zu sein, um sie als mögliche Referenzebene zu benutzen.

Im Vergleich dazu kann man den $SNN_{cut}O$ analysieren. Dieser lag bei Klasse-I-PatientInnen zwischen -14° und $+10^{\circ}$. Auch bei Klasse-II-PatientInnen gab es eine sehr große Spanne zwischen -11° und $+10^{\circ}$.

Die Auswertung der Bilder war auch durch die Tatsache erschwert, dass die Ohransatz-Nasion-Linie die vordere Schädelbasis in allen Formen schneiden kann.

Bei einigen PatientInnen lag die Ohransatz-Nasion-Linie unter der vorderen Schädelbasis und schnitt sie von unten kommend vor oder hinter der Fazialebene, in anderen Fällen lag sie cranial der vorderen Schädelbasis, wobei sich die beiden Ebenen erneut vor oder hinter der Fazialebene schneiden konnte.

Dadurch ergaben sich 4 verschiedene Beziehungen zwischen der Ohransatz-Nasion-Linie und der vorderen Schädelbasis, wobei keine der Formen signifikant häufiger als die andere vorkam und auch kein Zusammenhang zwischen der Schnittart der beiden Ebenen und dem Geschlecht oder Angle-Klasse der ProbandInnen ermittelt werden konnte.

Im Gegensatz zur Tragus-Nasion-Linie, welche immer unterhalb der Schädelbasis lag und somit auch reproduzierbar ausgewertet werden konnte, war eine solche Konstanz bei der Ohransatz-Nasion-Linie nicht erkennbar. Auch konnte kein Muster erkannt werden im Hinblick auf geschlechterspezifische Unterschiede oder Angle-Klassen.

Das Problem der Zuordnung zum Klasse-I-Syndrom besteht darin, dass Fälle auch dann in dieses Syndrom subsumiert werden, wenn eine dentale Klasse-I-Relation im Molarenbereich vorliegt ohne zusätzliche Berücksichtigung der skelettalen Basen. Diese Konstellationen findet man zum Beispiel in jenen Fällen, in welchen im Unterkiefer Verluste der Stützzone stattgefunden hatten und ohne skelettal eugnathe Verhältnisse. Das zeigt sich auch bei der Auswertung der durchschnittlichen SNA und SNB-Werte der Klasse I PatientInnen. Die SNB-Werte lagen bei den Klasse-I-PatientInnen zwischen 69° - 89° . Das zeigt, dass wahrscheinlich sowohl skelettale Klasse-II-PatientInnen als auch Klasse-III-PatientInnen in den Pool der Klasse-I-Syndrome integriert wurden. Eine weitere

Möglichkeit einer derartigen Situation findet man bei kieferorthopädisch vorbehandelten PatientInnen. Diese wurden trotz ihrer mandibulären Prognathie/Retrognathie dental in eine Klasse I gestellt.

Auch bei den Klasse-II-PatientInnen fand sich ein sehr heterogener Pool mit SNB-Werten zwischen 68° - 84° .

Um die Reproduzierbarkeit der Strukturidentifikation durch 2 verschiedene UntersucherInnen zu beurteilen, wurde der ICC bei allen gemessenen Winkeln bestimmt.

Dabei konnte bei allen Winkeln eine sehr hohe „interexaminar reliability“ festgestellt werden – also eine große Zuverlässigkeit, dass bei der unabhängigen Messung von mehreren Untersuchern, das gleiche Ergebnis erzielt wird. Der ICC lag bei den Klasse I-PatientInnen bei der Auswertung über die Tragus-häutiges Nasion-Ebene immer $>0,93$.

Bei Klasse-II-PatientInnen lag der ICC beim Winkel TNS lediglich bei 0,834, was vermutlich auf die schwere Identifikation des Punktes Subnasale gegenüber anderen Weichteilstrukturen zurückzuführen ist. Auch der Weichteilwinkel TNK lag bei Klasse-II-PatientInnen mit 0,890 leicht unter den anderen ICC-Messungen. Im Gegensatz dazu konnte beim Winkel TNA_{cut} mit einem ICC-Wert von 0,946, eine höhere interexaminar reliability festgestellt werden. Auch das lässt sich vermutlich auf die einfachere Identifikation des häutigen A-Punktes gegenüber dem Subnasale und der Kurvatur zurückführen.

Der Ohransatz ist der Punkt, an dem der Oberrand der Ohrmuschel in die Gesichtshaut übergeht. Dieser Übergang stellt sich geometrisch als langgezogene Linie dar, was aufgrund dieser anatomischen Gegebenheit eine exakte Definition erschwert. Das mag der Grund sein warum einzelne Untersucher diesen Punkt unterschiedlich definieren. Aus demselben Grund waren in der vorliegenden Studie die Abweichungen zwischen den 2 Untersuchern größer. Es zeigt sich daher, dass alle langgezogenen Weichteilstrukturen eine geringere interexaminar reliability aufweisen. Zusätzlich haben gelegentlich die Kopfhare den zu identifizierenden Punkt überdeckt, weshalb eine genaue Positionierung des Ohransatzes erschwert war.

Im Hinblick auf die gesamten anderen Punkte, kann jedoch festgehalten werden, dass die generelle Zuverlässigkeit der Lokalisation der Punkte im Gesicht gleich gut ist wie jene von Knochenstrukturen. Das zeigt, dass auch am Profilbild eine reproduzierbare

Strukturfindung möglich ist. Diesbezüglich erwies sich die Profilanalyse im seitlichen Foto als gleichwertig gegenüber der Analyse im seitlichen Fernröntgen.

Klare Diskrepanzen zwischen Fernröntgen- und Profilbildanalysen ergaben sich vor allem in Bereichen von dicken Weichgewebsschichten.

Obwohl beim Vergleich von allen gemessenen Winkeln zumindest schwache statistische Zusammenhänge gefunden wurden, gab es dabei doch signifikante Unterschiede was das Ausmaß des Zusammenhangs betrifft.

Das zeigt sich vor allem bei der Messung von Winkeln im subnasalen Bereich. Während der Vergleich von SNA und TNA_{cut} im Mittel eine statistische Signifikanz von $p < 0,001$ ergab, gab es zwischen SNA und TNS bzw. SNA und TNK größere Diskrepanzen. Das zeigt, dass der Fernröntgenwinkel SNA nur geringgradig mit dem Punkt Subnasale und noch weniger mit der Krümmung der Nase korreliert. Lediglich SNA und TNA_{cut} können miteinander verglichen werden.

Die Korrelation zwischen SNB und TNB_{cut} sowie $SNPg$ und $TNPg_{cut}$ ist aber höher als die der subnasalen Winkel, was auf die geringere Weichgewebssdicke im mentalen Bereich zurückgeführt werden könnte.

Dabei ist zu erwähnen, dass die Patienten und Patientinnen, deren Bilder für die Studie verwendet wurden, bei Betrachtung der Profilbilder, optisch den Durchschnitt der österreichischen Bevölkerung widerspiegelt und somit vermutlich überwiegend kaukasischer Abstammung sind.

Diesbezüglich scheint es wahrscheinlich, dass größere Abweichungen zwischen Fernröntgen- und Weichteilmessungen bei PatientInnen anderer ethnischer Gruppen zu erwarten sein dürften.(45)

Entscheidend ist, dass zwar von den gemessenen Weichteilwinkeln nicht auf die knöcherne Unterlage geschlossen werden kann, aber auch nicht umgekehrt.

Das ist wichtig, weil Kieferorthopäden typischerweise in Hinblick auf skelettale Grundlagen therapieren, diese aber für den Patienten in ästhetischer Hinsicht nicht von Relevanz sind. So kann es sein, dass nach kieferorthopädischen Standards alle Bedingungen erfüllt wurden, aber der Patient mit der Ästhetik seines Profils unzufrieden ist.

Eine Einschätzung des Weichteiltyps muss somit durch den behandelnden Kieferorthopäden vor Behandlungsbeginn erfolgen, um die Ansprüche des Patienten zu

erfüllen. Das kann eine Abweichung von SNA oder SNB in Bezug auf Normwerte bedeuten.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Ermittlung der Schädelbasis vor einem kieferorthopädischen Behandlungsbeginn unerlässlich ist.

Allerdings ist es wahrscheinlich, dass auch die Schädelbasis individuellen Schwankungen unterworfen ist.

Ein gemessener SNA-Winkel von 80° hat aufgrund der unterschiedlichen Inklination der Schädelbasis im Bezug zur Maxilla bei jedem Patienten eine andere Bedeutung.

Derzeit gibt es keine sichere Weichteilebene, die auf die Inklination der Schädelbasis schließen lässt und somit keinen Weg, der an der Anfertigung eines Fernröntgens bei Aufnahme des Patienten/der Patientin vorbeiführt. Nur durch das Fernröntgen kann eine gesicherte kieferorthopädische Diagnose gestellt und ein Behandlungsplan erstellt werden.

Allerdings erscheint es sinnvoll, bei Aufnahmebeginn auch die Weichteile zu analysieren und durch Winkelmessung zu dokumentieren. Die Tatsache, dass statistisch signifikante Korrelationen zwischen den skelettalen Messwerten und den mit ihnen korrelierenden Weichteil-Messwerten vorhanden sind, ermutigt zur Erarbeitung von Weichteil-Normwerten durch zukünftige Studien.

Auch für Verlaufskontrollen in der Sagittalen könnten Fernröntgen durchaus durch Fotos z.T. ersetzt werden. Dadurch könnte in Zukunft bei jahrelangen Behandlungen der Behandlungsfortschritt durch Weichteilwinkelmessung erfolgen und es wäre nicht die ständige Verlaufskontrolle durch das Fernröntgen notwendig. So wäre es möglich, im Behandlungsverlauf häufiger auf die Strahlenbelastung verzichten zu können.

6 Konklusio

Bei der Abschätzung der Wertigkeit einer der vorderen Schädelbasis vergleichbaren horizontalen Referenzlinie für die kieferorthopädische Diagnostik kommt man zu folgenden Ergebnissen:

1. Die Tragus-Nasion-Ebene ist sehr individuell und nicht äquivalent der Schädelbasis
2. Die Ohransatz-Nasion-Ebene ist ebenfalls sehr individuell und nicht äquivalent der Schädelbasis
3. Die Identifikation von Weichteilpunkten und Knochenstrukturen ist gleich zuverlässig
4. Weichteilwinkel korrelieren zwar mit SNA und SNB, sind aber durch die unterschiedlichen Weichgewebstypen variabler
5. Weichteilwinkel sind im mentalen Bereich zuverlässiger als im subnasalen Bereich
6. Zwischen den beiden Syndromklasse I und II/1 besteht kein signifikanter Unterschied

7 Literaturverzeichnis

1. Harzer W., Kieferorthopädie. 2011
2. Droschl H. Die Fernröntgenwerte unbehandelter Kinder zwischen dem 6. und 15. Lebensjahr. Quintessenz. 1984.
3. Neunteufel N. www.kitzortho.at Angle Classification.
4. Polat OO. Changes in cranial base morphology in different malocclusions. *Orthodontics & Craniofacial Research*. 2007
5. Almeida KCM., Raveli TB., Vieira CIV., Santos-Pinto A., Raveli DB. Influence of the cranial base flexion on Class I, II and III malocclusions: a systematic review. *Dental Press Journal of Orthodontics* 2017
6. Björk A. The face in profile. An Anthropological X-ray Investigation on Swedish Children and Conscripts. *Svensk Tandläkare-Tidskrift*. 1947
7. Ricketts RM. A foundation for cephalometric communication. *American Journal of Orthodontics*. 1960
8. Hopkin GB., Houston WJ., James GA. et al. The cranial base as an aetiological factor in malocclusion. *Angle Orthodontics*. 1968
9. Horowitz SL., Converse J. Craniofacial relationships in mandibular prognathism. *Archives of Oral Biology*. 1969
10. Dibbets JM. Morphological association between the Angle Classes. *European Journal of Orthodontics*. 1996
11. Björk A., Skieller V. Normal and abnormal growth of the mandible. A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. *European Journal of Orthodontics*. 1983
12. Isaacson R., Zapfel R, Worms F., Bevis R., Speidel T. Some effects of mandibular growth on the dental occlusion and profile. *American Journal of Orthodontics*. 1977
13. Williams S., Melsen B. Condylar development and mandibular rotation and displacement during activator treatment. *American Journal of Orthodontics*. 1982
14. Proffit WR., Fields HW, Sarver DM. *Contemporary Orthodontics*. 2013
15. Renfroe EW. A study of the facial patterns associated with Class I, Class II, division 1, and Class II, division 2 malocclusions. *Angle Orthodontics*. 1948
16. Björk A. Some biological aspects of prognathism and occlusion of the teeth. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1950

17. Ricketts RM. Facial and denture changes during orthodontic treatment as analyzed from the temporomandibular joint. *Americal Journal of Orthodontics*. 1955
18. Finn SC., Silver MT., Canary B., Kantarci A., Allareddy V., Katebi N. et al. A modified Steiner's analysis that does not require radiographic exposure of the cranial base. *Orthodontics & Craniofac Research*. 2018
19. Cecil CS. Cephalometrics for you and me. *American Journal of Orthodontics*. 1953.
20. Heil A., Gonzales EL., Hilgenfeld T., Kickingereeder P., Bendszus M., Heiland S. Lateral Cephalometric Analysis for Treatment Planning in Orthodontics Based on MRI Compared With Radiographs: A Feasibility Study in Children and Adolescents. 2017.
21. Wei SH. The variability of roentgenographic cephalometric lines of reference. *Angle Orthodontics*. 1968.
22. Burstone CJ., James RB., Legan H, Murphy GA, Norton LA. Cephalometrics for orthognathic surgery. *Journal of Oral Surgery*. 1987
23. Mobarak KA., Espeland L., Krogstad O., Lyberg T. Soft tissue profile changes following mandibular advancement surgery: Predictability and long-term outcome. *American Journal of Orthodontics* 2001
24. Alves PVM., Mazucheli J., Vogel CJ., Bolognese AM. A protocol for cranial base reference in cephalometric studies. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2008.
25. Ellis E., McNamara JA. Components of adult Class III malocclusion. 1984
26. Giri J., Pokharel P., Gyawali R. Angular Relationship between Frankfort Horizontal Plane and Sella-Nasion Plane in Nepalese Orthodontic Patients: A Cephalometric Study. *Orthodontic Journal of Nepal*. 2017
27. Huh YJ., Huh KH., Kim HK., Nam SE., Song HY., Lee JH. et al. Constancy of the angle between the Frankfort horizontal plane and the sella-nasion line: a nine-year longitudinal study. *Angle Orthodontics*. 2014
28. Greiner P., Müller B., Dibbets J. The angle between the Frankfort horizontal and the sella-nasion line. Changes i porion and orbitale position during growth. *Journal of Orofacial Orthopedia*. 2004
29. Moore JW. Variation of the sella-nasion plane and its effect on SNA and SNB. *Journal of Oral Surgery*. 1976
30. Sassouni V. A roentgenographic cephalometric analysis of cephalo-facio-dental relationships. *American Journal of Orthodontics*. 1955

31. Madsen DP., Sampson JS., Townsend GC. Craniofacial reference plane variation and natural head position. *European Journal of Orthodontics*. 2008
32. Subtelny JD. A longitudinal study of soft tissue facial structures and their profile characteristics, defined in relation to underlying skeletal structures. *American Journal of Orthodontics*. 1958
33. Burstone CJ. Integumental contour and extension patterns. *Angle Orthodontics*. 1959
34. Bowker WD., Howard M. A metric analysis of the facial profile. *Angle Orthodontics*. 1959
35. Hwang HS., Kim WS., McNamara JA. A Comparative Study of Two Methods of Quantifying the Soft Tissue Profile. *Angle Orthodontics*. 2000
36. Zhang X., Hans MG., Graham G., Kirchner HL., Redline S. Correlations between cephalometric and facial photographic measurements of craniofacial form. *American Journal of Orthodontics*. 2007
37. Park YC., Burstone C. Soft tissue profile-fallacies of hard-tissue standards in treatment planning. *American Journal of Orthodontics*. 1986
38. Legan HL., Burstone C. Soft tissue cephalometric analysis for orthognathic surgery. *Journal of Oral Surgery*. 1980
39. Nanda RS., Meng H., Kapila S, Goorhuis J. Growth Changes in the soft tissue facial profile. *Angle Orthodontics*. 1992
40. McNamara JA. Jr, Brust EW., Riolo ML. Soft tissue evaluation of individuals with an ideal occlusion and a well-balanced face. *Esthetics and the Treatment of Facial Form*. 1993
41. Scheideman GB., Bell W., Legan HL., Finn RA., Reisch JS. Cephalometric analysis of dentofacial norms. *American Journal of Orthodontics*. 1980
42. Fitzgerald JP., Nanda RS., Currier GF. An evaluation of the nasolabial angle and the relative inclinations of the nose and upper lip. *American Journal of Orthodontics*. 1992
43. Zylinski CG., Nanda R., Kapila S. Analysis of soft tissue facial profile in white males. *American Journal of Orthodontics*. 1992
44. Lagorsse A. Gebeile-Chauty S. Does gender make a difference in orthodontics? A literature review. *L'Orthodontie Francaise*. 2018

45. Freitas LMA., Freitas KMS., Pinzan A.; Janson G., Freitas MR. A comparison of skeletal, dentoalveolar and soft tissue characteristics in white and black Brazilian subjects. *Journal of Applied Oral Science*. 2010

