

Aus dem Universitätsklinikum Münster
Klinik und Poliklinik für Kieferorthopädie
Direktorin: Univ.-Prof. Dr. med. dent. Ulrike Ehmer

**PROGNOSEFAKTOREN FÜR DIE ENTSCHEIDUNG
MONO- ODER BIGNATHER EINGRIFF IN DER
ORTHOGNATHEN CHIRURGIE**

INAUGURAL – DISSERTATION

zur

Erlangung des doctor medicinae dentium
der Medizinischen Fakultät der
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von:
Nadine Gerle
aus Recklinghausen

2004

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Heribert Jürgens

1. Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Ulrike Ehmer

2. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. Dr. Johannes Kleinheinz

Tag der mündlichen Prüfung: 13. Dezember 2004

Aus dem Universitätsklinikum Münster
Poliklinik für Kieferorthopädie
- Direktorin: Univ.-Prof. Dr. med. dent. Ulrike Ehmer -

Referent: Univ.-Prof. Dr. Ulrike Ehmer
Korreferent: Priv.-Doz. Dr. Dr. Johannes Kleinheinz

Zusammenfassung

PROGNOSEFAKTOREN FÜR DIE ENTSCHEIDUNG MONO- ODER BIGNATHER EINGRIFF IN DER ORTHOGNATHEN CHIRURGIE

Nadine Gerle

Im Rahmen einer Dysgnathie-Operation ist in vielen Fällen eine Vorbehandlung notwendig, um den Patienten in eine operable Situation zu versetzen. Zwischen Therapieplanung und Operation kann je nach Art der Vorbehandlung ein Zeitraum von bis zu zwei Jahren liegen. Voraussetzung für den Erfolg aller geplanten Maßnahmen, ist dabei die exakte Vorhersage der letztendlich notwendigen Operationsweise. In vielen Fällen kann ein erfahrenes Operationsteam aufgrund der vorliegenden medizinischen Befundunterlagen in der Erstberatung gut abschätzen, ob ein Eingriff in einem Kiefer ausreichend ist oder ob die Verlagerungen besser auf beide Kiefer verteilt werden sollten. Es gibt jedoch auch Grenzfälle, die nicht so eindeutig sind. Dies bedeutet Unsicherheit in der Planung der Vorbehandlung und mögliche Versäumnisse in der Risikoaufklärung.

Ziel unserer Untersuchung war es daher, sichere Prognosefaktoren zu finden, die in Grenzfällen eine frühzeitige und valide Entscheidungshilfe für einen bignathen oder einen monognathen Eingriff darstellen, um Planung und Aufklärung zu optimieren.

Hierzu wurden die Patientenunterlagen von 1053 Dysgnathiepatienten des Universitätsklinikums Münster retrospektiv evaluiert und von jedem Patientenfall neben Alter und Geschlecht die Operationsart (mono- oder bimaxillärer Eingriff bzw. isolierter Oberkiefer- oder isolierter Unterkiefereingriff) und die einzelnen Werte der präoperativen Fernröntgenseitenbildanalyse zur Auswertung mit Hilfe der logistischen Regressionsanalyse herangezogen.

Die von der Analyse als signifikant dargestellten Variablen wurden mit ihren Regressionskoeffizienten über die logistische Funktion in einen Wahrscheinlichkeitskalkulator für die klinische Routineanwendung überführt.

Es hat sich herausgestellt, dass sich monognathe von bignathen Eingriffen über vier Variablen der Münsteraner Fernröntgenseitenbildanalyse (Gesichtstiefe, Mandibularplanumwinkel, Unterkieferschneidezahnposition und sagittale Molarendistanz) in der Vorhersage abgrenzen lassen. Im Falle eines monognathen Eingriffs wurden das Geschlecht, der Mandibularplanumwinkel, der innere Gonionwinkel, die untere Gesichtshöhe und die Konvexität im Punkt A als signifikante Variablen zur Unterscheidung zwischen isoliertem Oberkiefer- und isoliertem Unterkiefereingriff ausgewiesen.

Aufgrund der gleichbedeutenden Beteiligung der dentalen Parameter gegenüber den skelettalen lässt sich schlussfolgern, dass der Kieferorthopäde in Grenzfällen zwischen mono- und bignathem Eingriff in der Vorbehandlung durch Positionsveränderungen der unteren Schneidezähne und der oberen Molaren in der Lage ist, die chirurgische Therapie in Richtung eines Einkiefereingriffs zu beeinflussen.

Daher stellt dieser einfache Kalkulator neben dem klinischen Erscheinungsbild des Patienten eine valide und frühzeitige Entscheidungshilfe bei der Behandlungsplanung und -kontrolle von Dysgnathie-Operationen dar.

Tag der mündlichen Prüfung: 13. Dezember 2004

Meiner Familie in Dankbarkeit für die Unterstützung während des Studiums
gewidmet

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG.....	1
1.1	ORTHOGNATHE CHIRURGIE	1
1.2	HISTORISCHE ENTWICKLUNG DER ORTHOGATHEN CHIRURGIE	2
1.3	DIE ORTHOGNATHE CHIRURGIE HEUTE - DAS MÜNSTERANER KONZEPT.....	11
1.4	OPERATIONSTECHNIKEN	22
1.4.1	<i>Unterkieferosteotomien</i>	<i>22</i>
1.4.2	<i>Oberkieferosteotomien.....</i>	<i>25</i>
1.5	PROBLEMSTELLUNG.....	26
1.6	ZIELSETZUNG VORLIEGENDER ARBEIT	27
2	MATERIAL UND METHODE.....	28
2.1	PATIENTEN	28
2.2	METHODE	28
2.3	STATISTIK.....	29
3	ERGEBNISSE.....	32
3.1	PATIENTEN	32
3.1.1	<i>Geschlechtsverteilung.....</i>	<i>32</i>
3.1.2	<i>Altersverteilung</i>	<i>33</i>
3.1.3	<i>Verteilung auf die Operationsart.....</i>	<i>34</i>
3.1.4	<i>Operationsart und Geschlecht.....</i>	<i>35</i>
3.1.5	<i>Ausmaß der operativen Verlagerung.....</i>	<i>36</i>
3.2	ERGEBNISSE DER LOGISTISCHEN REGRESSIONSANALYSE	43
3.2.1	<i>Wahrscheinlichkeit für einen bignathen Eingriff</i>	<i>43</i>
3.2.2	<i>Wahrscheinlichkeit für einen isolierten Oberkiefereingriff.....</i>	<i>47</i>
4	DISKUSSION	51
4.1	DISKUSSION DES PATIENTENGUTES UND DER METHODE	51
4.1.1	<i>Patienten.....</i>	<i>51</i>
4.1.2	<i>Methode</i>	<i>51</i>

4.1.3	<i>Art der durchgeführten Operation und Verlagerungsausmaß</i>	52
4.2	DISKUSSION DER ERGEBNISSE	54
4.2.1	<i>Interpretation der Regressionsschätzung</i>	54
4.2.2	<i>Wahrscheinlichkeit für einen bignathen Eingriff</i>	55
4.2.3	<i>Wahrscheinlichkeit für einen isolierten Oberkiefereingriff</i>	56
4.3	EINORDNUNG DER ERGEBNISSE IN DIE PLANUNG KOMBINIERT KIEFERORTHOPÄDISCH-KIEFERCHIRURGISCHER BEHANDLUNGEN.....	58
4.4	PERSPEKTIVEN UND SCHWACHPUNKTE DER ERGEBNISSE	64
5	ZUSAMMENFASSUNG	67
6	LITERATURVERZEICHNIS	69
7	DANKSAGUNG	76
8	LEBENS LAUF	77
9	ANHANG	I
9.1	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	I
9.2	TABELLENVERZEICHNIS	III
9.3	VARIABLENKODIERUNG	IV
9.4	SOURCE-CODE DES KALKULATORS	VIII

1 Einleitung

1.1 Orthognathe Chirurgie

Die orthognathe Chirurgie ist eine differentialtherapeutische Möglichkeit zur Behandlung ausgeprägter angeborener oder erworbener Dysgnathien, d.h. skelettaler Form- und Lageanomalien der Kiefer. Diese entstehen häufig durch unterschiedliches Wachstum von Ober- und Unterkiefer und können zu Störungen des stomatognathen Systems und der Gesichtsästhetik führen. Es sind hierbei Über- oder Unterentwicklungen in allen drei räumlichen Ebenen möglich, die beide Kiefer betreffen oder sich auf einen Kiefer beschränken und sowohl einseitig als auch symmetrisch auftreten können. Oft handelt es sich um Kombinationen verschiedener Fehlbildungen. Die Häufigkeit skelettaler Deformitäten ist regional sehr unterschiedlich. Für Klasse-II Bissbeziehungen variieren die Angaben zwischen 20 und 40% [64]. Unterkieferunterentwicklungen mit Indikation für einen chirurgischen Eingriff bestehen nach Schätzungen in der Literatur bei ca. 10% der Bevölkerung [64]. Das Ausmaß der Dysgnathie wird häufig durch dentoalveoläre Kompensation, bei der die skelettale Diskrepanz durch die Zahnstellung ausgeglichen wird, verdeckt [28].

Kraniofaziale Fehlbildungen, die z. B. bei zahlreichen Syndromen auftreten, bedürfen in der Regel ebenfalls eines chirurgischen Eingriffs. Sie sind jedoch weniger weit verbreitet [64].

Ein Großteil der Anomalien lässt sich bei Kindern mit vorhandenem Körperwachstum mit kieferorthopädischen Hilfsmitteln erfolgreich behandeln. Jenseits der Wachstumsphase kann bei kleineren Diskrepanzen unter der Prämisse akzeptabler Ästhetik und Funktion zu Behandlungsende [28] eine orthodontische Korrektur, d.h. eine dentoalveoläre Kompensation erfolgen.

Für schwerwiegende Fälle wurde eine Vielzahl von Umstellungsosteotomien im Unter- und Oberkiefer entwickelt. Durch die Einführung moderner Operationstechniken hat sich die Dysgnathie-Chirurgie in den letzten 3 Jahrzehnten innerhalb der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie mit stetig steigender Anzahl von Operationen etabliert [50].

Um einen zufriedenstellenden Behandlungserfolg zu erzielen, ist eine exakte Planung in enger interdisziplinärer Zusammenarbeit von Kieferchirurg und Kieferorthopäde erforderlich [27].

1.2 Historische Entwicklung der orthognathen Chirurgie

Die geschichtliche Entwicklung der orthognathen Chirurgie lässt sich bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts zurückverfolgen.

Die erste dokumentierte Osteotomie im alveolären Bereich des Unterkiefers zur Behandlung eines offenen Bisses geht auf den amerikanischen Chirurgen Hüllihen im Jahre 1849 zurück. 1897 entwickelten Vilray Papin Blair und Edward Hartley Angle die Kontinuitätsresektion im horizontalen Ast [60]. Es folgte das Verfahren der queren Osteotomie im aufsteigenden Ast, welches sich jedoch nicht eindeutig einem bestimmten Operateur zuschreiben lässt. Diese Methode erfuhr eine Reihe von Modifikationen, bis Hugo Obwegeser 1955 die sagittale, stufenförmige Spaltung des aufsteigenden Unterkieferastes einführte. Sie ist bis heute die am meisten verwendete Osteotomie im Unterkiefer.

Oberkieferosteotomien wurden erstmalig 1894 von Cunningham und 1896 von Talbot eingeführt [60]. 1859 gelang Bernhard von Langenbeck die erste Le-Fort-I-Osteotomie. Auch hier entwickelten sich zahlreiche Modifikationen. Genauere Dokumentationen lieferten 1927 Wassmund und 1934 Axhausen. Obwohl die Beschreibung von Osteotomien des Oberkiefers historisch so weit zurückzuverfolgen sind wie diejenigen des Unterkiefers, wurden sie aufgrund der anatomischen Situation als komplizierter angesehen und zunächst nicht routinemäßig angewendet. Erst nachdem 1969 Obwegeser das operative Vorgehen und 1975 Bell die Down-Fracture-Technik detaillierter beschrieben, etablierte sich die Methode allmählich zum Standardverfahren [64].

In den letzten 50 Jahren war die orthognathe Chirurgie Veränderungen ausgesetzt, aus denen sich drei Epochen deutlich herauskristallisieren. Die Eingriffe orientierten sich in den 60er Jahren lediglich an der Okklusion [60]. Ein Jahrhundert später verlagerte sich der Schwerpunkt durch die Etablierung der bima-

xillären Eingriffe auf die Profilverbesserung. Schließlich wurde unter Berücksichtigung funktioneller Aspekte operiert [60].

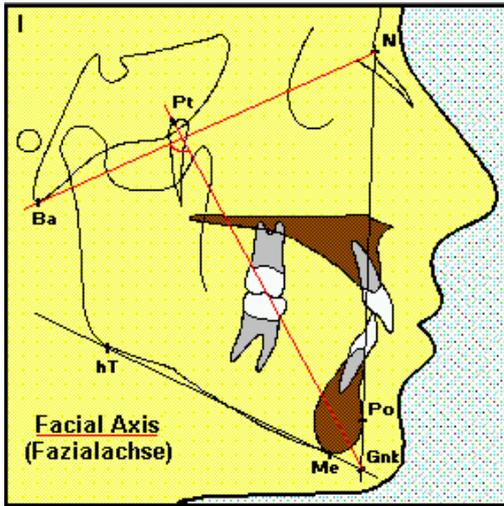
Der vorgehend genannte Trend spiegelt sich auch in der Häufigkeit der durchgeführten Operationen wieder. Zwischen 1978 und 1985 wurde die Hälfte aller Patienten mit Klasse III mittels sagittaler Spaltung des aufsteigenden Unterkieferastes behandelt. Durch die Weiterentwicklung der Le-Fort-I-Osteotomie nahm die Anzahl der isolierten Unterkiefereingriffe zwischen 1985 und 1990 rapide ab, während sie sich im Oberkiefer verdoppelte. Ebenso stieg die Anzahl der bimaxillären Operationen [6].

Ein wesentliches Hilfsmittel in der Diagnostik, Behandlungsplanung, Verlaufs- und Rezidivkontrolle der orthognathen Chirurgie stellt die Analyse des Fernröntgenseitenbildes dar [11]. Hierbei werden die Schädel- und Gesichtsstrukturen vermessen und durch Vergleiche mit „Normwerten“ erfolgt die Diagnose der Anomalie. Nach Durchzeichnung der Konturen auf Acetatfolie lässt sich das Ausmaß der knöchernen Verlagerung zweidimensional simulieren.

Die erste standardisierte Röntgenaufnahme des Schädels wurde 1922 von Pacini entwickelt. 1931 verfeinerten Hofrath und Broadbent die Technik der Kephalometrie und führten sie in die Kieferorthopädie ein. Eine Methode zur Verwendung kephalometrischer Messwerte bei der Diagnose und Behandlungsplanung in der Kieferorthopädie wurde 1952 von Downs vorgestellt. Daraus gingen zahlreiche Analyseverfahren zur Diagnose und Messung kraniofazialer Wachstumsmuster hervor [37].

Die Fernröntgenseitenaufnahme wird in Münster nach der XX-Punkte-Analyse in der Kombination nach Prof. Dr. U. Ehmer ausgewertet. Der Ursprung des Verfahrens liegt in der Ricketts-Analyse.

1. Schädel-Kiefer-Relationen



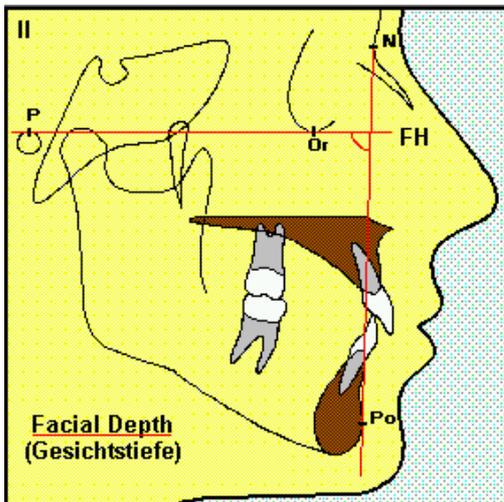
[73]

I Fazialachsenwinkel

Winkel nach hinten gemessen zwischen Ba-N und Pt-GnK (Fazialachse); zur Bestimmung des Wachstumstyps oder des skelettalen Typs bei Erwachsenen. Dieser Winkel ist nicht altersabhängig und kann nur therapeutisch verändert werden.

Normwerte:	SD	9 J.	18 J. w	18 J. m
	± 3	90°	90°	90°

90° = neutrales Wachstum.
 < 90° = vertikaler Wachstumstyp (Gesicht länger). UK wächst nach unten hinten.
 > 90° = horizontales Wachstum. UK wächst nach vorne oben.



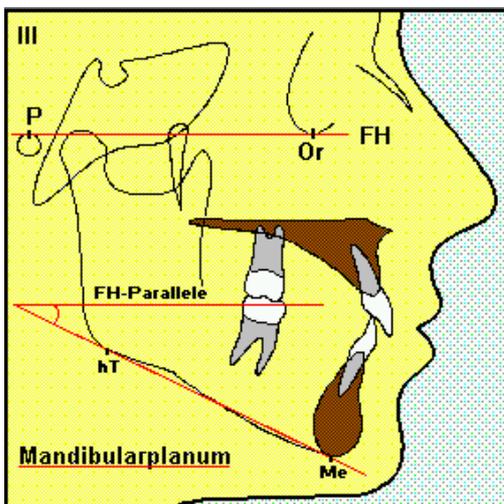
[73]

II Gesichtstiefe - Facial Depth

Winkel nach hinten gemessen zwischen FH (P-Or) und FP (N-Po).

Normwerte:	SD	9 J.	18 J. w	18 J. m
	± 3	87°	89°	90°

Bestimmung der UK-Position zum Schädel, wird im Alter größer. Kleine Winkel zeigen eine UK-Rücklage, große entsprechend eine Vorlage. Vergrößert auch bei Vorlage des Kinns. Po wächst stärker als N.



[73]

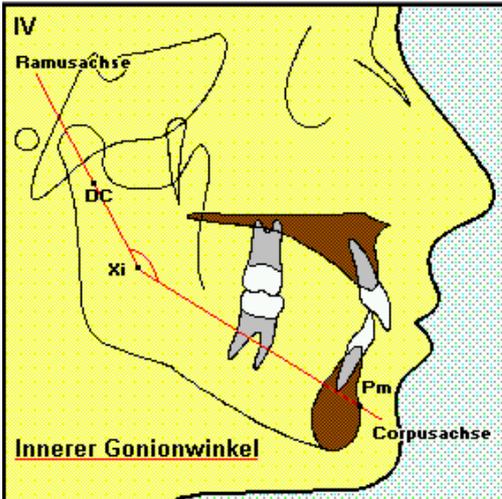
III Mandibularplanumwinkel (MP)

UK-Grundebene, Tangente am UK-Körper durch hT-Me. Bei starken Masseterprotuberanzen entstehen Differenzen zum eigentlichen basalen Mandibularplanum, der sog. klassischen UK-Grundebene.

Der Mandibularplanumwinkel ist der erste der in der Analyse mehrfach anzutreffenden sogenannten Wachstums-Scherenwinkel.

Normwerte:	SD	9 J.	18 J. w	18 J. m
	± 4	26°	24°	23°

kleine Winkel = horizontales Wachstum
 große Winkel = vertikales Wachstum



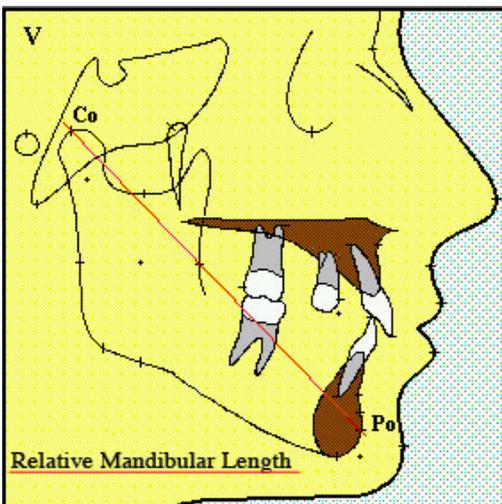
[73]

IV Innerer Gonionwinkel

Winkel nach vorne gemessen zwischen DC-Xi (Ramus-Achse) und Xi-Pm (Corpus-Achse). Der innere Gonionwinkel ist einer der in der Analyse mehrfach anzutreffenden sogenannten Wachstums-Scherenwinkel.

Normwerte:	SD	9 J.	18 J. w	18 J. m
	± 5	154°	151°	149°

Beschreibt die UK-Form und gibt Informationen zum Wachstumstyp. Wird im Wachstum kleiner, da sich der UK nach horizontal vorne bewegt.



[73]

V Relative mandibuläre Länge

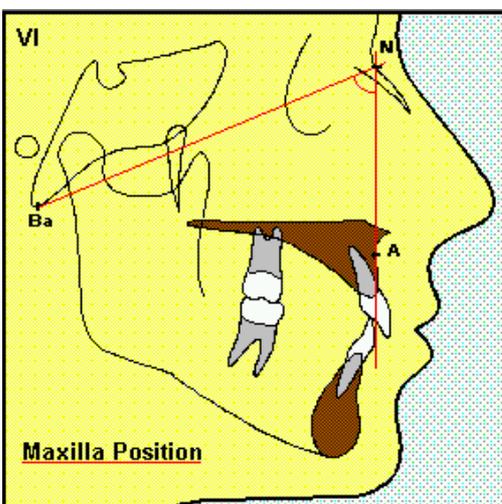
Relative UK-Länge. Linearer Wert (mm) zwischen Co-Po;

Normwerte:	SD	9 J.	18 J. w	18 J. m
in mm	± 6	106	121	131

Zeigt während des Wachstums eine deutliche Zunahme.

Vergrößerung: bei Akromegalie, Gigantismus, starkem UK. Verkleinerung: FRANCESCHETTI-, ROBIN-Syndrom.

2. Maxilla



[73]

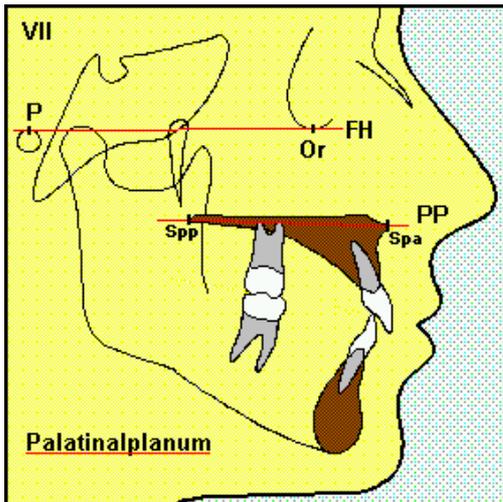
VI Maxillaposition

Winkel nach hinten unten gemessen zwischen Ba-N und N-A. Position der Maxilla zum Schädel. Bleibt während des Wachstums konstant.

Normwerte:	SD	9 J.	18 J. w	18 J. m
	± 2	64°	64°	64°

Verkleinerung: maxilläre Retrognathie

Vergrößerung: maxilläre Prognathie



[73]

VII Palatinalplanum

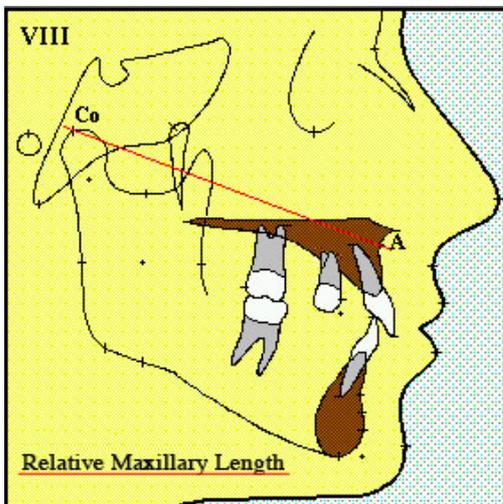
Winkel nach vorne gemessen zwischen FH und PP.

FH und PP sollten annähernd parallel sein.

Normwerte:	SD	9 J.	18 J. w	18 J. m
	± 4	+1°	+1°	+1°

Positive Werte: nach oben gekippt z.B. Daumenlutscher

Negative Werte: PP nach vorne unten geneigt (skelettaler Tiefbiß)



[73]

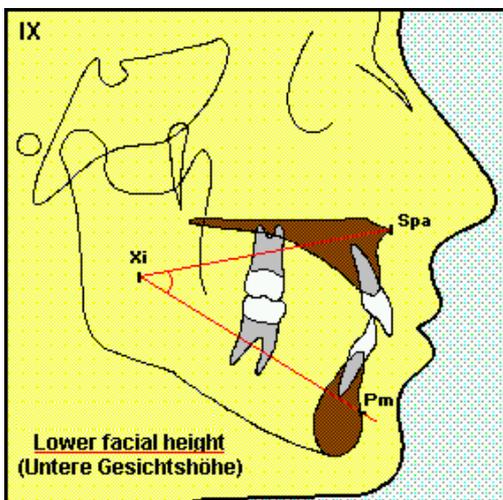
VIII Relative maxilläre Länge

Linearer Wert (in mm) zwischen Co-A. Eigentlich nicht für den Oberkiefer spezifisch, da Co beteiligt ist.

Wird im Wachstum größer. Aus der relativen UK-Länge kann die relative OK-Länge errechnet werden. Dadurch kann die Harmonie von OK zu UK bestimmt werden (1:1,2).

Normwerte:	SD	9 J.	18 J. w	18 J. m
in mm	± 6	86	92	95

3. Maxilla - Mandibula Relationen



[73]

IX Untere Gesichtshöhe - Lower Facial Height

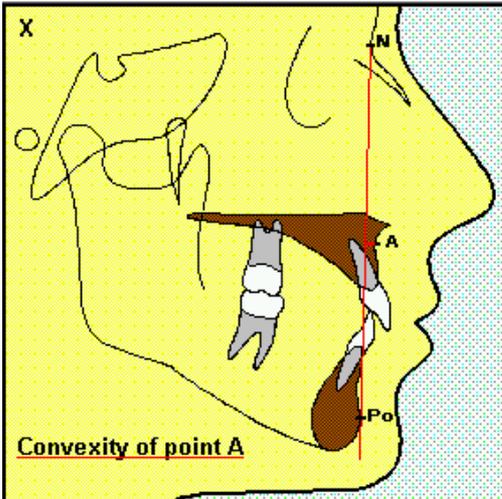
Untere Gesichtshöhe. Der nach vorne offene Winkel zwischen Spa- Xi und Xi-Pm (Corpusachse).

Zur Bestimmung der vertikalen Relation, bleibt im Wachstum unverändert. Bei Wachstumsentgleisung hingegen kann man Veränderungen von IX feststellen. Wichtigster Winkel bei vertikalem Wachstum! Findet auch in der Total-Prothetik zur Feststellung der Bisshöhe Verwendung.

Normwerte:	SD	9 J.	18 J. w	18 J. m
	± 4	45°	45°	45°

vergrößert = vertikales Wachstum

verkleinert = horizontales Wachstum



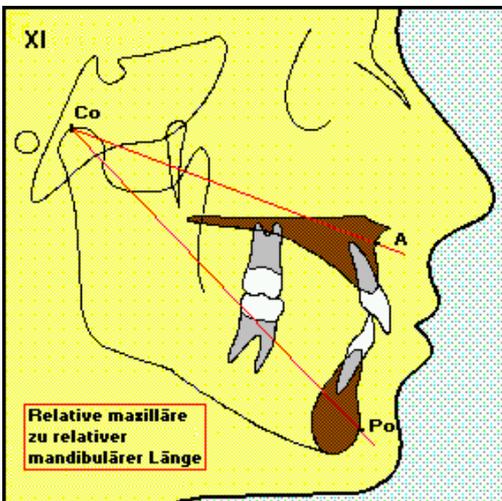
[73]

X Konvexität von Punkt A - Convexity of Point A

Wird linear (mm) zwischen A und N-Po (Fazialplanum) senkrecht zu N-Po gemessen. Wenn A ventral der N-Po Linie liegt, spricht man von einer positiven Konvexität, liegt A dorsal von N-Po von einer negativen Konvexität. X ist eine wichtige Beziehung (funktionelle Linie) und sollte etwa auf dem Fazialplanum liegen.

Normwerte:	SD	9 J.	18 J. w	18 J. m
in mm	±2	+2	0	0

positiver Wert: A liegt vor N-Po
negativer Wert: A liegt hinter N-Po



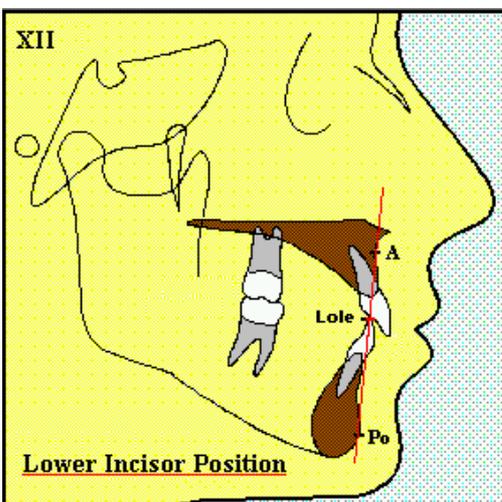
[73]

XI Relative maxilläre zu relativer mandibulärer Länge

Wird errechnet aus dem Verhältnis (Dreisatz), Co-A zu Co-Po. Der UK muss ein Fünftel größer als der OK sein.

Normwerte:	SD	9 J.	18 J. w	18 J. m
	± 0	1:1,2	1:1,3	1:1,3

4. Dentale Relationen

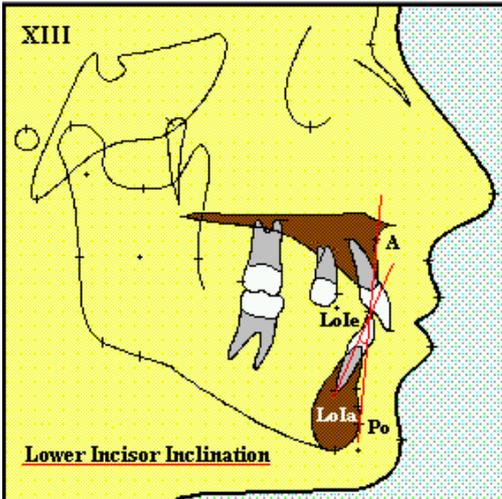


[73]

XII Unterkiefer-Schneidekantenposition - Lower Incisor Position

Abstand der unteren Schneidezahnkante (Lole) von der A-Po-Ebene in (mm), senkrecht zur A-Po gemessen. Es wird der am weitesten vorn stehende Zahn betrachtet.

Normwerte:	SD	9 J.	18 J. w	18 J. m
in mm	± 2	+1	+1	+1

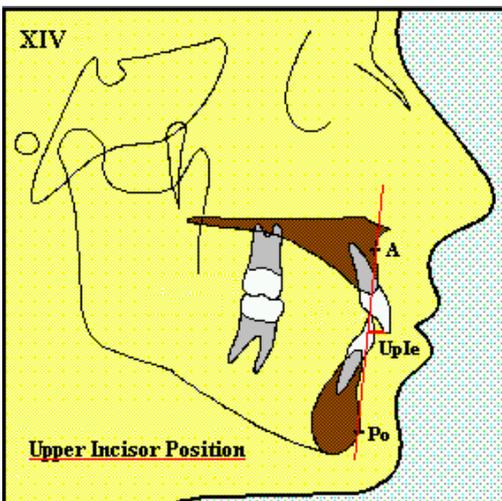


[73]

XIII Unterkiefer-Schneidekanteninklination - Lower Incisor Inclination

Winkel zwischen der Zahnachse des unteren 1er LALol (Lole-Lola) und A-Po, nach caudal gemessen.

Normwerte:	SD	9 J.	18 J. w	18 J. m
	± 4	22°	22°	22°

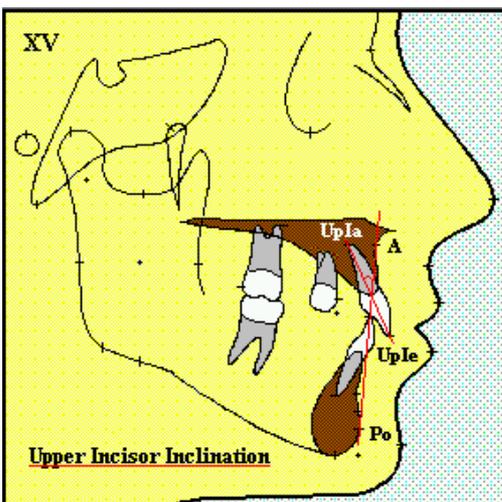


[73]

XIV Oberkiefer-Schneidekantenposition - Upper Incisor Position

Abstand zwischen der Schneidekante des oberen 1er (Uple) und der A-Po-Ebene in (mm), senkrecht zur A-Po gemessen.

Normwerte:	SD	9 J.	18 J. w	18 J. m
in mm	2	+4	+4	+4

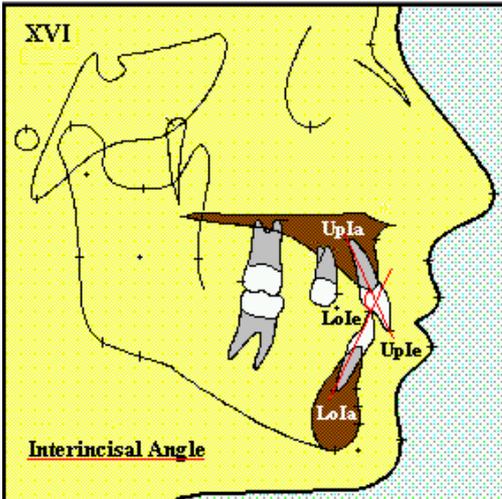


[73]

XV Oberkiefer-Schneidekanteninklination - Upper Incisor Inclination

Winkel zwischen der Achse des oberen Schneidezahnes LAUpl (Upla-Uple) und A-Po, nach kaudal gemessen.

Normwerte:	SD	9 J.	18 J. w	18 J. m
	± 4	28°	28°	28°



[73]

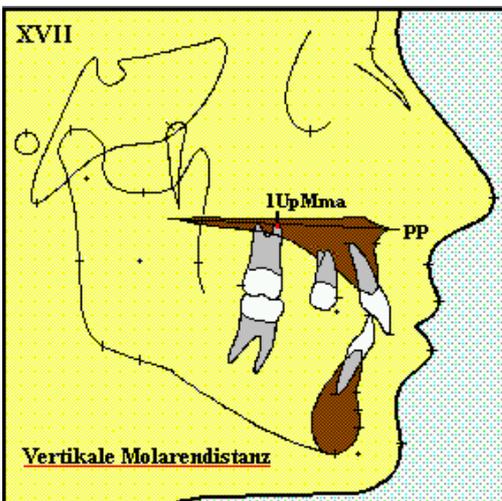
XVI Interinzisalwinkel - Interincisal Angle

Winkel nach vorne gemessen zwischen LAUpI und LALoI.

Bei richtiger Inklination der Frontzähne muss der Interinzisalwinkel stimmen.

Normwerte:	SD	9 J.	18 J. w	18 J. m
	± 5	130°	130°	130°

größerer Wert: Front inkliniert
 kleinerer Wert: Front prokliniert



[73]

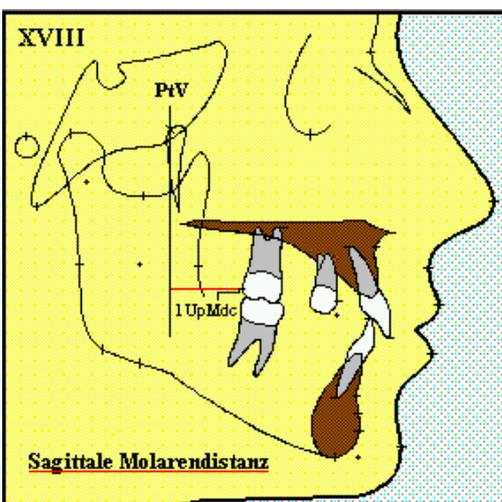
XVII Vertikale Molarendistanz

Senkrechter Abstand des mesialen Wurzelapex des oberen ersten Molaren (1UpMma) von PP in (mm).

Liegt 1UpMma wesentlich unter PP resultiert ein vertikales Gesicht durch einen überentwickelten OK-Alveolarfortsatz (vertikale, alveoläre, superiore, posteriore Überentwicklung) mit Neigung zum offenen Biss.

Liegt 1UpMma über dem PP, liegt ein extremer Tiefbiss bei unterentwickeltem Alveolarfortsatz mit horizontalem Wachstum vor.

Normwerte:	SD	9 J.	18 J. w	18 J. m
in mm	± 2	0	0	0



[73]

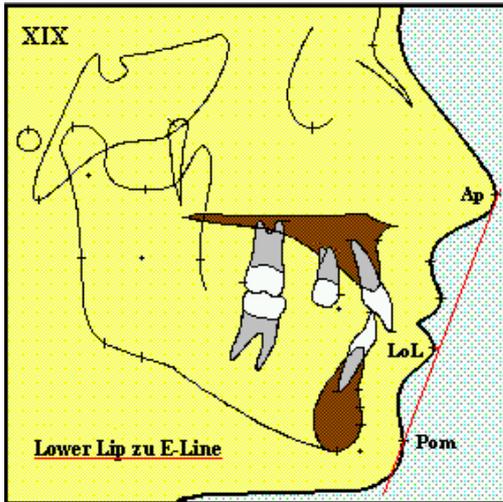
XVIII Sagittale Molarendistanz

Abstand zwischen dem distalen Kontaktpunkt des oberen ersten Molaren (1UpMdc) und der Pterygoidvertikalen (PtV) in (mm).

Damit ist feststellbar, wo der 6-Jahr-Molar im Kiefer steht.

Normwerte:	SD	9 J.	18 J. w	18 J. m
in mm	± 2	12	18	20

5. Weichteilrelation



[73]

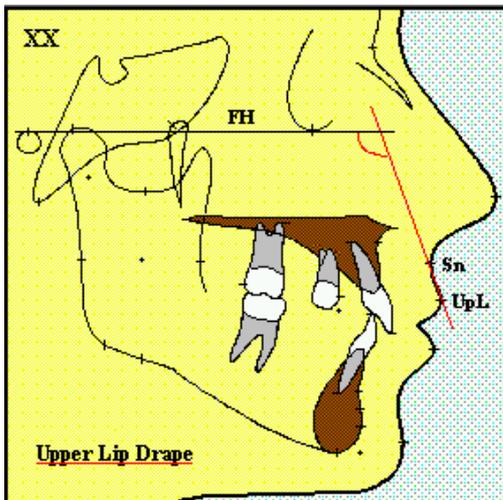
XIX Unterlippe zu E-Linie - Lower Lip zur E-line

Senkrecht zur Esthetic-Linie (Ap-Pom) gemessen.

Die Unterlippe sollte normalerweise auf der E-Linie liegen. Lower Lip zur E-Linie wird durch die UK-Position beeinflusst.

Normwerte:	SD	9 J.	18 J. w	18 J. m
in mm	± 2	0	-2	-2

negativer Wert: LoL liegt hinter der E-Linie
positiver Wert: LoL liegt vor der E-Linie



[73]

XX Oberlippenneigung - Upper lip drape

Nach hinten gemessener Winkel zwischen der Verbindung Upper Lip und Subnasale (UpL-Sn) und FH (P-Or).

Die Oberlippe wird vorwiegend durch die Frontzähne gestützt. Der Winkel wird mit zunehmendem Alter kleiner.

Normwerte:	SD	9 J.	18 J. w	18 J. m
	± 5	99°	99°	97°

1.3 Die orthognathe Chirurgie heute - das Münsteraner Konzept

Im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (ZMK) des Universitätsklinikums Münster erhalten Patienten mit einer Dysgnathie zunächst eine Erstberatung, bei der eine eingehende klinische und radiologische Diagnostik, Behandlungsplanung und Aufklärung stattfindet. Die chirurgische Korrektur einer Dysgnathie kommt in der Regel erst nach Wachstumsabschluss, der gegebenenfalls mit Handröntgenaufnahmen und Skelettszintigraphie sichergestellt wird, in Betracht. Es müssen v. a. auch anamnestisch Kontraindikationen für einen solchen Wahleingriff, wie z. B. Herz-Kreislaufkrankungen oder Infektionskrankheiten, ausgeschlossen werden. Am Ende der Erstberatungssprechstunde wird ein interdisziplinärer Bericht mit Befund, Therapieplanung einschließlich wahrscheinlicher Operationsmethode, Art der Vorbehandlung und begleitenden Maßnahmen (Prothetik, Logopädie o. ä.) erstellt.

Zu den Standardunterlagen gehören ein manuelles Zentrikregistrat, Modelle, OPG, FRS sowie en face- und Profilfotos.

Es erfolgt eine Weichteilanalyse, bei welcher der Verlauf der Lippen im Hinblick auf die oberen Frontzähne kritisch beurteilt wird. Vorhandene Asymmetrien sowie Diskrepanzen zwischen dentaler und Gesichtsmitte und darüber hinaus die Kippung der Okklusalebene werden diagnostiziert.

Diagnoseabhängig sind weitere Unterlagen unverzichtbar. Bei Asymmetrien und isolierten Oberkiefereingriffen mit vertikalen Veränderungen kann z. B. eine individuelle Scharnierachsbestimmung notwendig werden. Bei einer Asymmetrie, Laterognathie oder einem transversal unterentwickelten Oberkiefer sollte eine FRF angefertigt werden, die nach der XV-Punkte-Analyse (Kombination nach Prof. Dr. U. Ehmer) ausgewertet wird. [24].

Es muss bereits zu Beginn der kieferorthopädischen Behandlungsphase festgelegt sein, ob die Therapie rein orthodontisch ausgerichtet oder mit einem chirurgischen Eingriff kombiniert werden soll, da in solchen Fällen die Zahnbewegungen entgegen denen der konservativen Behandlung verlaufen [69].

Bevor mit der kieferorthopädischen Vorbehandlung begonnen werden kann, müssen Allgemeinerkrankungen, insbesondere Infektionen oder Störungen des Hals-Nasen-Rachen-Raumes therapiert werden. Das Kauorgan sollte parodontal, konservierend und endodontisch saniert und provisorisch prothetisch versorgt sein. Des Weiteren müssen Habits und kranio-temporo-mandibuläre Dysfunktionen therapiert werden.

Nach Auflösung von Engständen, Derotation und Zahnaufrichtungen erfolgt also eine dentoalveoläre Dekompensation, bei der der dentoalveoläre Ausgleich skelettaler Diskrepanzen aufgehoben wird. Die Zähne werden in Relation zu ihrer apikalen Basis ideal positioniert, es resultiert eine „Verschlimmerung“ der Dysgnathie [19]. Der Verlauf der Zahnbögen ist so zu koordinieren, dass in der postoperativen Zielposition eine stabile Okklusion mit einer annähernden Klasse-I-Bissbeziehung erreicht wird. Jedoch gilt in Münster der Grundsatz: „Vor Chirurgie nur soviel Vorbehandlung wie notwendig und keine volle Ausbehandlung im Sinne der Feineinstellung“ [19].

Eine eventuell erforderliche Entfernung dritter Molaren sollte frühzeitig erfolgen, im Unterkiefer mindestens 6 Monate vor einer geplanten sagittalen Unterkiefer-spaltung [27], um dem Risiko eines „bad splittings“ vorzubeugen.

Innerhalb der Vorbehandlungsphase sollte der Patient nochmals zu einer interdisziplinären Therapie-Verlaufssprechstunde erscheinen, wobei die einzelnen Schritte der Vorbehandlung kontrolliert werden und eventuelle Fehlverläufe zu korrigieren sind.

Die aktive Phase der prächirurgischen Vorbehandlung sollte 4-6 Wochen vor dem Eingriff beendet sein und der erreichte Status mit verblockten, passiven, ausreichend dimensionierten Bögen (mind. $0,016 \times 0,22$) aufrecht erhalten werden.

Aus Sicherheitsgründen müssen die Patienten bei dysgnathie-chirurgischen Eingriffen im Universitätsklinikum Münster eine Eigenblutspende leisten. Hierfür wird 3 Wochen vor der stationären Aufnahme beginnend wöchentlich eine Blutkonserve entnommen und während der Operation als Erythrozytenkonzentrat refundiert.

Eine Woche vor der Operation findet der ambulante Vorbereitungstermin statt. Es werden aktuelle diagnostische Unterlagen wie zuvor beschrieben angefertigt, mit der Besonderheit, dass die Ober- und Unterkieferabformungen zweimal mit Gips ausgegossen werden. Das erste Modellpaar wird mit breiten Basen für die spätere Operationssimulation im Artikulator angefertigt, der Zweitausguß dient der Herstellung herkömmlicher Zwischenmodelle.

Die 2-dimensionale Behandlungs-Vorhersagekonstruktion der Operation erfolgt mit Hilfe der FRS und Durchzeichnungen auf Acetatfolie. Als Markierungs-Linien-System wird das Münsteraner 8-Ebenen-System mit der Achs-Orbital-Ebene (AOE) als Referenzebene verwendet (Abbildung 4). Diese lässt sich 7° kaudal der Frankfurter Horizontalen ausgehend von Orbitale konstruieren (Abbildung 1).

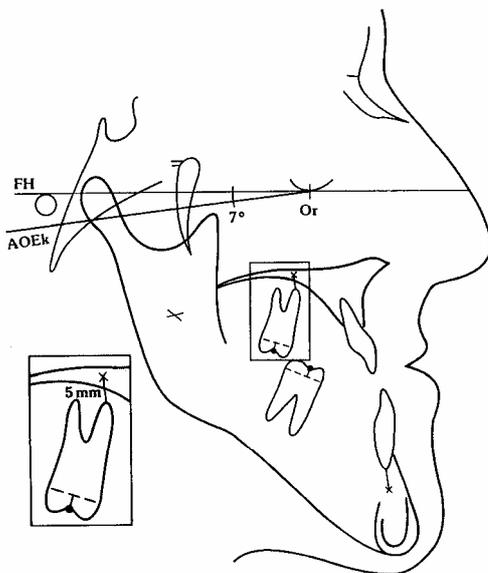


Abbildung 1: Einzeichnen der Referenzebene.

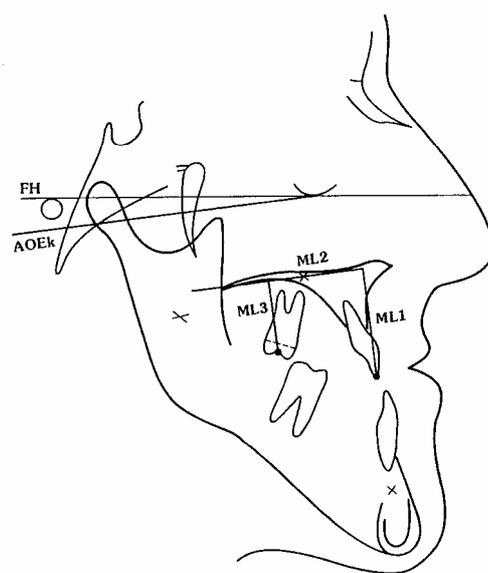


Abbildung 2: Einzeichnen der Oberkiefer-Markierungslinien (ML 1-3).

Als nächstes werden die Oberkiefer-Markierungslinien (ML 1-3) eingezeichnet (Abbildung 2). ML 1 verläuft senkrecht zur AOE durch die Inzisalkante der ersten Oberkieferinzisivi. ML 2 stellt 5 mm kranial der kranialsten Wurzelspitze der Molaren die Osteotomiebereiche parallel zur AOE im Oberkiefer dar. Ebenfalls

senkrecht zur AOE durch den Molarenbezugspunkt des oberen 6ers wird ML 3 konstruiert. Die Molarenbezugspunkte wiederum erhält man, indem man die Verbindungslinie der mesialen und distalen Kontaktpunkte der 6-Jahr-Molaren halbiert und ein Lot auf die Okklusalfäche zieht. Anschließend werden die Markierungslinien für den Unterkiefer (ML 4-8) eingezeichnet (Abbildung 3).

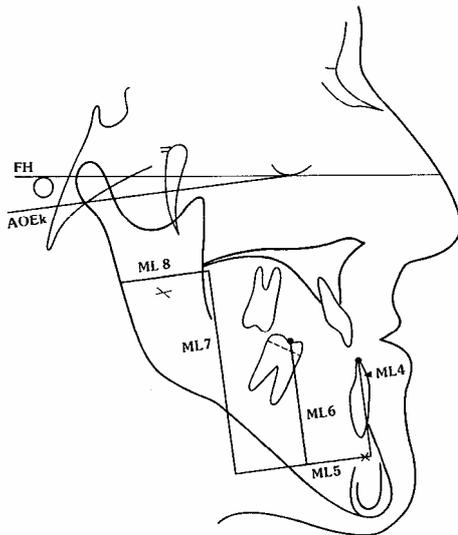


Abbildung 3: Einzeichnen der Unterkiefer-Markierungslinien (ML 4-8).

ML 4 verläuft entsprechend ML 1 im Oberkiefer senkrecht zu AOE durch die Inzisalkante der mittleren Inzisivi des Unterkiefers. ML 5 stellt wiederum die sagittale Unterkiefermarkierungslinie dar und trennt nach kaudal den Kinnanteil ab, der bei einer Genioplastik höchstens verlagert werden kann. Die Linie verläuft 5mm kaudal der kaudalsten Wurzelspitze der Unterkieferfrontzähne parallel zur AOE. Durch den Molarenbezugspunkt des unteren 6ers senkrecht zur AOE erhält man ML 6. Zur Darstellung der Osteotomiebereiche im Unterkiefer wird eine Senkrechte zur AOE durch den Übergang vom Corpus zum Ramus mandibulae (ML 7) und eine Parallele zur AOE 5 mm kranial des Punktes Xi (ML 8) gezogen.

Auf einer zweiten Acetatfolie erfolgt anschließend in einer neuen Farbe eine weitere Durchzeichnung des Oberkiefers, bei der jedoch lediglich die Hartgewebsstrukturen, einschließlich der Markierungslinien, berücksichtigt werden.

Analog wird für den Unterkiefer verfahren. Es lassen sich nun verschiedene Operationen durch Verschieben der Folien zu Normwerten simulieren. Die Distanzen der Verlagerungen können an den Differenzen zwischen korrespondierenden Markierungslinien abgelesen werden.

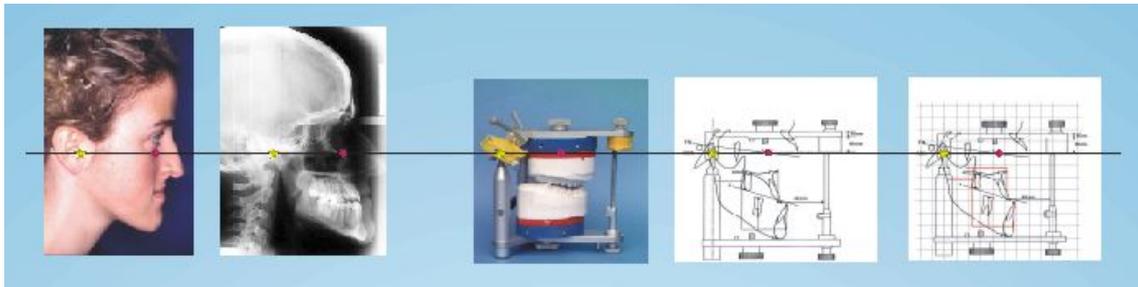


Abbildung 4: Übertragung des chirurgisch-orthodontisch visualisierten Therapieziels auf die Modelle [20].

Die Weichteilveränderungen werden auf einer dritten Folie an Hand der Prozent-Werte nach WOLFORD, HILLARD und DUGAN simuliert [21]. Anschließend werden die Markierungslinien auf die im Artikulator montierten Modelle übertragen (Abbildung 4). Nun kann die dreidimensionale Operationssimulation erfolgen, in dem das in der FRS ermittelte Ausmaß der sagittalen und vertikalen Verlagerung auf weitgehend identische Punkte an den Modellen übertragen wird.

Durch die Modelloperation kann die Qualität der postoperativen Okklusion besser als anhand gemittelter Durchzeichnungen der rechten und linken Kieferhälfte beurteilt werden. Zusätzlich werden Kippungen in der Transversalen evident, die in der zweidimensionalen Darstellung unerkant bleiben.

Die 3-dimensionale Operations-Planung wird mit dem Münsteraner kalibrierten Doppelsockelverfahren (KD-MMS) durchgeführt (Abbildung 5).

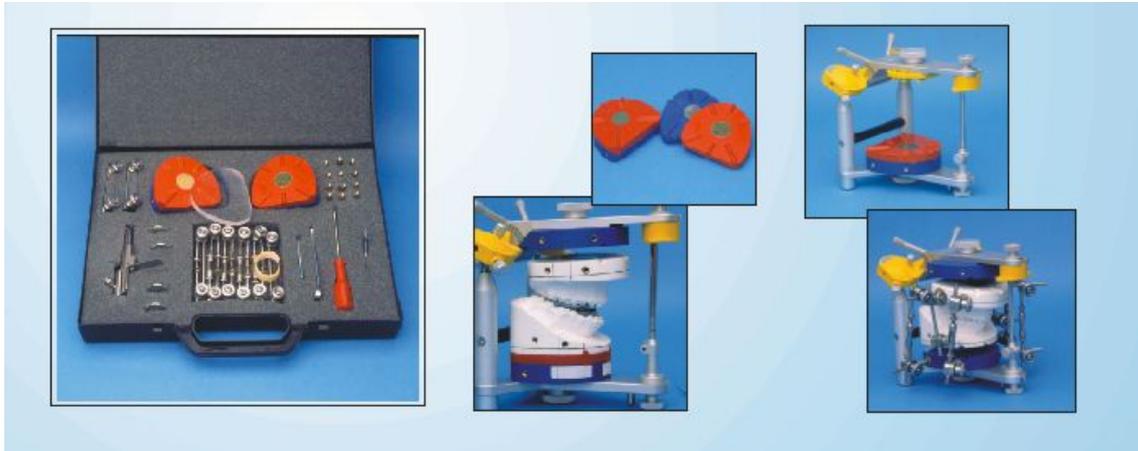


Abbildung 5: Übersicht über die Bestandteile des KD-MMS-Systems [22].

Das System besteht im Wesentlichen aus blauen und roten Sockelplatten als Austausch zu den herkömmlichen Montageplatten, einer Messwertübertragungslehre, Fixations- und Positionierungselementen zur Verbindung der Modelle untereinander oder mit dem Artikulatorober- bzw. -unterteil. Konfektionierte, transparente Platten dienen der Simulation einer sagittalen Vor- oder Rückverlagerung ohne Vertikalverlust (Abbildung 6).



Abbildung 6: Koffer mit Fixations- und Positionierungselementen [22].



Abbildung 7: Artikulator mit blauen und roten Sockelplatten [22].

Das Oberkiefermodell wird mit der Montagehilfe schädelbezüglich einartikuliert. Die Montage des Unterkiefermodells erfolgt unter Berücksichtigung der Sperrung durch das Zentrikregistrat mit Hilfe des Zentrikbisses. Nach dem Trimmen der Modelle bündig zu den Sockelplatten werden die Markierungslinien von der FRS auf die Modelle übertragen (Abbildung 8).



Abbildung 8: Modelle mit skelettalen und dentalen Referenzlinien [22].

Je nach Art des Eingriffs werden die Fixations- und Positionierungselemente angebracht.

Bei einem Ein-Kiefer-Eingriff wird die rote Sockelplatte im zu operierenden Kiefer entfernt und das Modell in gewünschter Position nach Isolierung Gips gegen Gips gegen die blaue Sockelplatte einartikuliert.

Beim Zwei-Kiefer-Eingriff werden zunächst die Positionierungselemente zwischen Oberkiefermodell und blauer Unterkiefersockelplatte angebracht (Abbildung 9).



Abbildung 9: Modelle mit Positionierungselementen [22].

Danach kann die rote Sockelplatte des Artikulatoroberteils entfernt und der Oberkiefer ausgerichtet werden. In der neuen Position der Maxilla wird nun nach Isolierung der Modelloberfläche und Einlegen eines Magneten der Raum zwischen blauer Sockelplatte und Oberkiefermodell mit Gips aufgefüllt. Der OP-Sockel, der die dreidimensionale Information der chirurgischen Bewegung enthält, ist somit fertiggestellt. Anschließend wird die rote Unterkiefersockelplatte entfernt und Ober- und Unterkiefermodell in Okklusion fixiert. Es wird analog zum Vorgehen im Oberkiefer der OP-Sockel für den Unterkiefer hergestellt.

Das Bewegungsausmaß lässt sich nun durch die Differenzmessung der Markierungslinien ablesen. Die Werte werden in ein Operations-Protokoll (s. Abbildung 10) eingetragen [22].

Name: _____ Datum: _____

OP-Planung: _____ Telefon: _____

Protokoll Modell-OP Maßangaben im Bereich der Osteotomielinien ML 1 – ML 8	Maxilla:				
	Mandibula:				
	re 6	re 3	Mitte 1 1	li 3	li 6
Maxilla vertikal ↑ hoch					
↓ tief					
Maxilla sagittal ➡ vor					
← zurück					
Mandibula vertikal ↑ hoch					
↓ tief					
Mandibula sagittal ➡ vor					
← zurück					
Mandibula Autorotation (bei isoliertem OK-Eingriff) nach vorne oben					
nach hinten unten					
Bemerkungen:	Segmente:				

Artikulator-Nr.: _____ Sockel-Platten-Nr.: _____

Abbildung 10: Operations-Protokoll [22].

Das vorgehend erläuterte Verfahren verfügt über den Vorteil der räumlichen Modellbeweglichkeit und Messbarkeit in allen drei Ebenen an operationstechnisch relevanten Punkten bei Beibehaltung der Möglichkeit, jeder Zeit die Ausgangssituation wiederherstellen zu können [23].

Nach der Modell-Operation erfolgt die labortechnische Splintherstellung, wobei bei Einkiefereingriffen direkt der definitive Splint und bei Zweikiefereingriffen zunächst ein temporärer Splint zur Einstellung des Oberkiefers und dann der definitive Splint in Zielposition hergestellt wird.

Die Operation ist mit einer stationäre Aufnahme von ca. 10 Tagen verbunden. Vor dem OP-Termin findet die Splint-Anprobe statt.

Je nach durchgeführtem Eingriff wird eine intermaxilläre Immobilisation für 3 bis 5 Tage durchgeführt und die Ernährung erfolgt über eine Magensonde.

Der Splint ist während des stationären Aufenthaltes fixiert, wird anschließend herausnehmbar gestaltet und nach 4 Wochen reduziert.

Frühestens 6 Wochen postoperativ kann mit der orthodontischen Feineinstellung begonnen werden.

1.4 Operationstechniken

1.4.1 Unterkieferosteotomien

In der ZMK Münster wird die sagittale, stufenförmige Spaltung des aufsteigenden Astes nach Obwegeser in der Modifikation nach Dal Pont durchgeführt. Hierbei erfolgt der intraorale Zugang über eine Schleimhautinzision im Molarenbereich des unteren Vestibulums entlang der Vorderkante des aufsteigenden Astes. Anschließend wird die Innenkompakta zwischen Inzisura semilunaris und Lingula durchtrennt. Die Osteotomie der Außenkompakta bei der Dal-Pont-Modifikation verläuft im Molarenbereich rechtwinklig ins Vestibulum (Abbildung 11) [64].

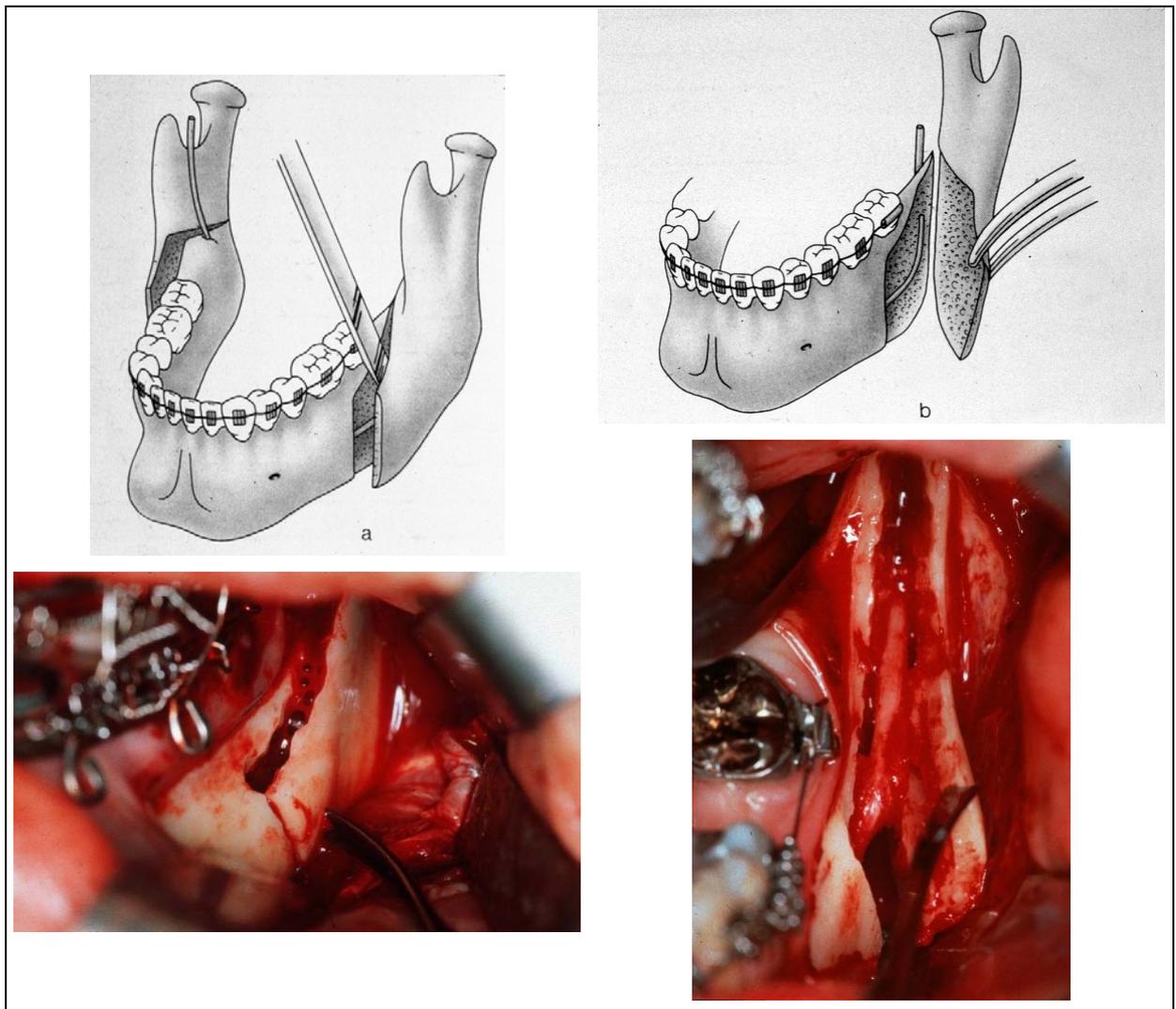


Abbildung 11 (a und b): Sagittale Spaltung der aufsteigenden Unterkieferäste nach Obwegeser/Dal Pont.

Desweiteren wird gelegentlich die anteriore Osteotomie nach Delaire/Joos angewendet. Hierbei handelt es sich um eine Osteotomie des horizontalen Astes (Abbildung 12). Der Indikationsbereich dieser Technik beschränkt sich jedoch auf sagittale und vertikale Lageanomalien, die durch den Unterkiefer hervorgerufen werden. Voraussetzung für die technische Durchführung der Osteotomie ist eine Lücke im Prämolaren- oder Molarenbereich. Muss eine solche zunächst geschaffen werden, sollten vorzugsweise die zweiten Prämolaren entfernt werden [35]. Lücken >4 mm postoperativ können orthodontisch möglicherweise nicht ganz geschlossen werden und müssen prothetisch versorgt werden, wenn das Risiko von Kippungen und/oder Elongation besteht [35]. Bei Rückverlagerungen von mehr als 6mm besteht die Gefahr der Entstehung von Inkongruenzen in der distalen Knochenregion, so dass hier eher das Verfahren nach Obwegeser/Dal Pont empfohlen wird. Es können jedoch auch beide Techniken miteinander kombiniert werden [35].

Der operative Zugang erfolgt ebenfalls von intraoral in der bukkalen Molaren- und Prämolarenregion. Die Osteotomie der Außenkortikalis ist treppenförmig gestaltet beginnend auf dem Alveolarkamm der Prämolarenregion, dann horizontal nach distal verlaufend und kaudal in der Molarenregion endend. Lingual erfolgt die Osteotomie ausschließlich vertikal. Anschließend wird im Falle einer Rückverlagerung so viel Alveolarknochen wie nötig entfernt und das vordere Segment mit Miniplatten in der gewünschten Position fixiert, die durch den mit Drahtligaturen am Oberkiefer befestigten Splint vorgegeben ist.

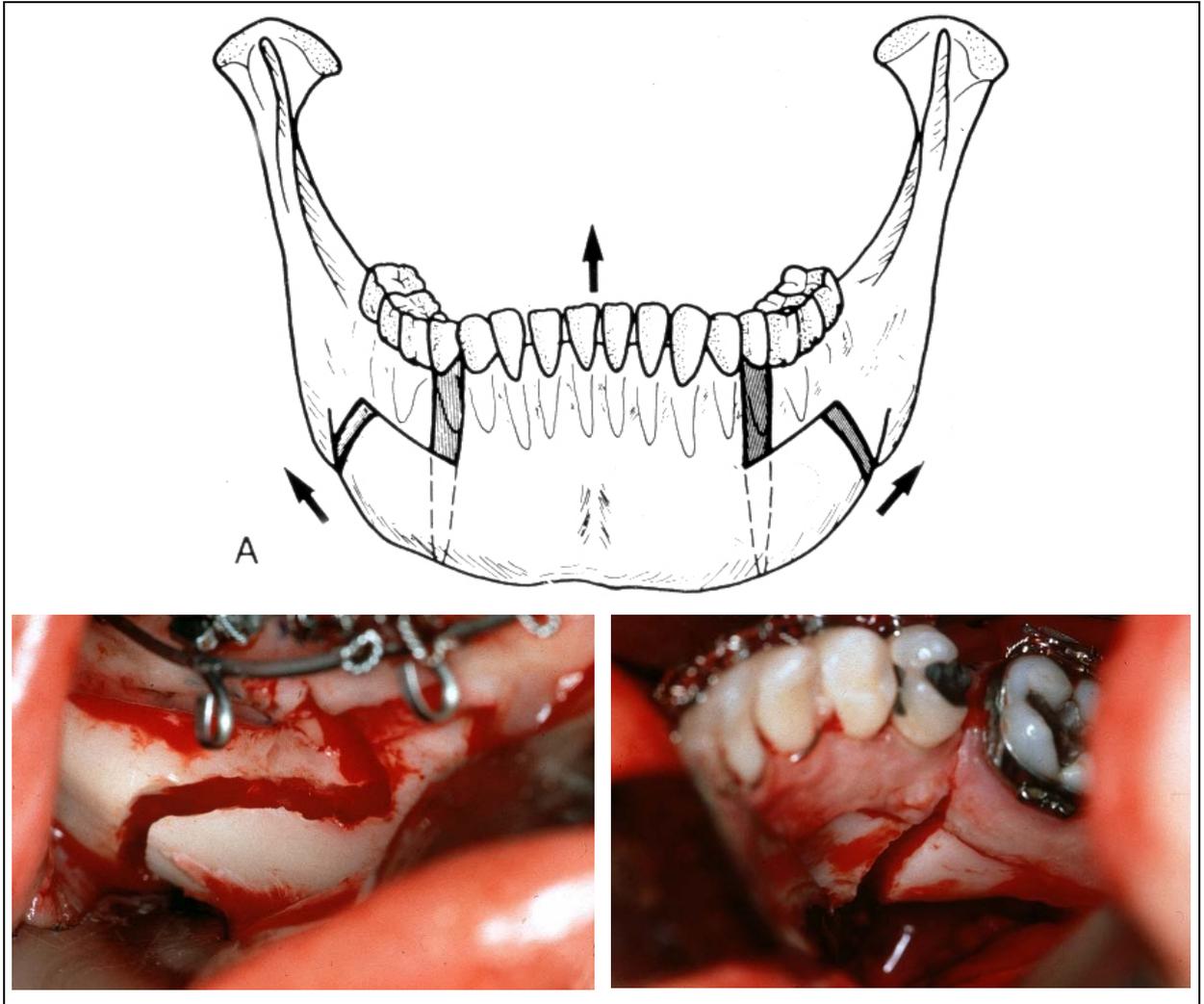


Abbildung 12: Anteriore Osteotomie nach Delaire/Joos.

1.4.2 Oberkieferosteotomien

Im Oberkiefer erfolgt die Osteotomie in der ZMK Münster standardisiert in der Le-Fort-I Ebene. Der Ablauf stellt sich wie folgt dar:

Über eine horizontale, zirkumvestibuläre Inzision 3mm oberhalb der mukogingivalen Grenze von Zahn 17 bis 27 erfolgt die subperiostale Freilegung der Aperturae piriformes, der Foramina infraorbitalia, der Jochbeinansätze und der dorsolateralen Kieferhöhlenwände bis zu den Fossae pterygopalatinae. Anschließend wird das Mukoperiost der Nasenhöhle vom Nasenboden, der Basis des Nasenseptums und der lateralen Nasenwand abgehoben. Die Neigung der Osteotomieebene mit einem Mindestabstand von 4mm zu den Apices richtet sich innerhalb der realisierbaren anatomischen Grenzen nach der geplanten Verlagerungsrichtung. Apertura piriformis, Processus zygomaticoalveolaris, dorsale und mediale Kieferhöhlenwand und Nasenseptum werden durchtrennt, das Tuber maxillae vom Flügelfortsatz abgelöst und das Fragment nach kaudal mobilisiert (Abbildungen 13 und 14).

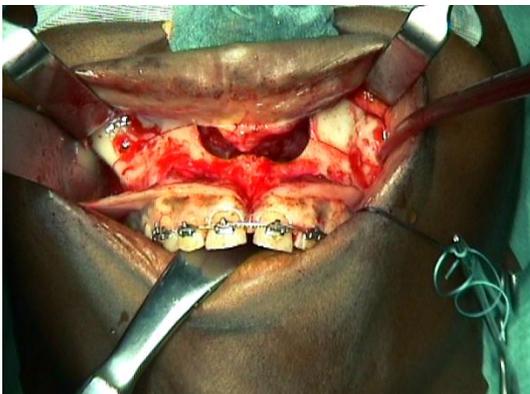


Abbildung 13: Le-Fort-I Osteotomie.

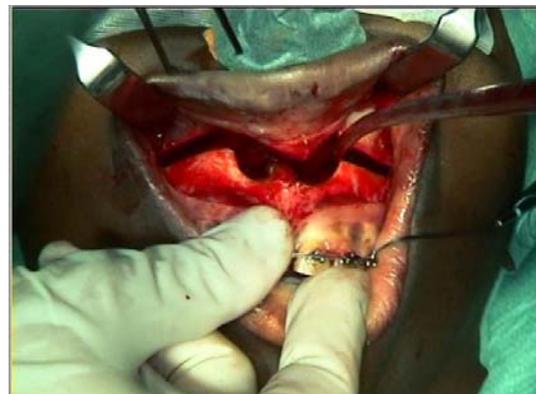


Abbildung 14: Down-Fracture.

Weiterhin kommen im Oberkiefer verschiedene Segmentosteotomien, die chirurgische Gaumennahterweiterung durch mechanische Ruptur der Gaumennaht unterhalb der Spina nasalis und Schwächung der Cristae zygomaticoalveolares und die anteriore Segmentosteotomie nach Zisser zur Anwendung. Bei letzterer erfolgt die Osteotomie mesial des ersten Molaren. Sie wird vornehmlich bei voroperierten Lippen-Kiefer-Gaumenspalten mit Velopharyngoplastik verwendet.

1.5 Problemstellung

Die Dysgnathie-Operation nimmt in der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie eine Sonderstellung ein. Zum Einen muss eine Vorbehandlung durchgeführt werden, um den Patienten in eine operable Situation zu bringen, so dass zwischen Planung und Operation ein Zeitraum von bis zu zwei Jahren liegen kann. Zum Anderen handelt es sich hier um einen Wahleingriff. Dies bedeutet, dass allein der Patient darüber entscheidet, ob der Eingriff durchgeführt wird oder nicht. Um diese Entscheidung überhaupt treffen zu können, muss er umfangreich über die Behandlung und vor allem über mögliche Risiken aufgeklärt werden. Voraussetzung dafür und für ein ästhetisch und funktionell optimales Ergebnis ist die frühzeitige definitive Festlegung des chirurgischen Vorgehens. Hiervon hängt die Art der Vorbehandlung und der Umfang der Risikoaufklärung ab. In vielen Fällen kann ein erfahrenes Behandlungsteam prognostizieren, ob ein Eingriff in einem Kiefer ausreichend ist oder ob eine bimaxilläre Operation erforderlich ist. Es gibt jedoch Grenzfälle, bei denen bisher erst nach dreidimensionaler Operationssimulation die definitive therapeutische Entscheidung für eine mono- oder bimaxilläre Operation getroffen werden konnte.

Die Risiken bei Dysgnathie-Operationen, über die die Patienten umfassend aufzuklären sind, stellen sich für den Unter- und Oberkiefer different dar.

Typische Risiken bei Unterkiefereingriffen sind:

- Nervschädigungen [62, 50, 55, 49, 54, 17]
- Atypischer Osteotomieverlauf („bad split“) [62, 50, 55, 17]
- Erhöhte Infektionsgefahr [55, 17, 76, 7, 59]
- Kondylenresorption [62, 55, 15, 52]
- Atemwegsprobleme bei engem Pharynx [40].

Als typische Risiken bei Oberkiefer- bzw. bimaxillären Eingriffen sind der Literatur zu entnehmen:

- Erhöhte Blutungsgefahr [62, 50, 55, 17, 2, 44, 30, 72]
- Gefahr der Pseudoaneurysmabildung/Bildung arteriovenöser Fisteln [45, 8]
- Erhöhte Gefahr der Nekrose [62, 55, 43, 26]

- Ausweitung der Osteotomie bis zur Schädelbasis [29, 46]
- Ophthalmologische Komplikationen (Abnahme der Sehschärfe bis hin zur Blindheit, extraoculare Muskeldysfunktion) [62, 55, 29, 46]
- Nasolakrimale Probleme [29, 46].

Bei selektiven Wahleingriffen sollten die Risiken nach Möglichkeit gering gehalten werden [50]. Die Entscheidung für oder gegen den Wahleingriff trifft letztendlich der Patient.

1.6 Zielsetzung vorliegender Arbeit

Ziel dieser Untersuchung war es, zur Erhöhung der Planungssicherheit bereits in der Erstberatung und zur differenzierten Risikoaufklärung sichere Prognosefaktoren basierend auf vorherigen OP-Fällen zu finden, so dass für Grenzfälle eine frühzeitige und valide Entscheidungshilfe für „*monognathe oder bignathe*“ Osteotomien geschaffen wird. Weiterhin sollten für den Fall eines monognathen Eingriffs Prädiktoren für die Vorhersage „*isolierter Unterkiefer oder isolierter Oberkiefereingriff*“ inauguriert werden.

2 Material und Methode

2.1 Patienten

In die Studie wurden 1053 Patienten inkludiert, bei denen im Zeitraum vom 13.06.1986 bis 19.12.2001 in der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde des Universitätsklinikums Münster eine Dysgnathieoperation durchgeführt wurde. Da die kieferorthopädische Vor- und Nachbehandlung des Großteils der Patienten beim niedergelassenen Kieferorthopäden erfolgte, mussten fehlende Unterlagen beim Behandler angefordert werden.

2.2 Methode

Von jedem Patienten wurden retrospektiv aus ambulanter und stationärer Synopse sowie aus den Röntgenbildern und den Planungsbögen der Modell-Operation die aus Tabelle 1 ersichtlichen Daten evaluiert.

Tabelle 1: Variablen der Analyse

Variable	n Variable
1. Alter	1
2. Geschlecht	1
3. Operationsart	1
4. die präoperativen Werte der kephalometrischen Analyse (XX-Punkte Analyse)	20

In den Fällen, in denen keine Analyse des Fernröntgenseitenbildes in der Computerdatenbank der Poliklinik für Kieferorthopädie zu finden waren, wurden die Röntgenaufnahmen angefordert, durchgezeichnet und ausgewertet.

Unter dem Begriff *Unterkiefereingriff* wurden diejenigen Patienten zusammengefasst, bei denen die Methode nach Obwegeser/Dal-Pont oder Delaire angewendet wurde. Definitionsgemäß fielen die Le-Fort-I Osteotomie, die OP-Methode nach Zisser, weitere Oberkiefer-Segmentosteotomien und die chirurgische Gaumennahterweiterung unter den Terminus *Oberkiefereingriff* (zur Kodierung der Variablen siehe Anhang 9.3).

2.3 Statistik

Die Auswertung der Patientendaten erfolgte computergestützt mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS 10.0. Jeder Patient wurde als eigener Fall eingegeben und durch die in Tabelle 1 beschriebenen Variablen charakterisiert.

Es wurde die logistische Regressionsanalyse durchgeführt. Es handelt sich hierbei um eine multivariate Analyseverfahren, die den strukturprüfenden Verfahren zuzuordnen ist. Die Analyse ermittelt über einen Regressionsansatz die Eintrittswahrscheinlichkeit P für die jeweilige Operationsart (Punkt 3, Tabelle 1) in Abhängigkeit der 22 Einflussgrößen (Punkte 1, 2 und 4, Tabelle 1). Letztere bilden die unabhängigen Variablen (Kovariaten). Die Operationsart stellt die binäre abhängige Variable mit den Ausprägungen 1 (bignath) und 0 (monognath) dar. Wahrscheinlichkeiten dürfen definitionsgemäß nur Werte im Intervall $[0-1]$ annehmen, so dass die Eintrittswahrscheinlichkeit $y=1$ „bignather Eingriff“ und $y=0$ „monognather Eingriff“ bedeutet (Abbildung 15). Daraus ergibt sich die Beziehung:

$$P(y=0) + P(y=1) = 1$$

$$\text{und } P(y=0) = 1 - P(y=1)$$

Das Programm schätzt eine Konstante a zur Beschreibung der Lage der logistischen Funktion in der Horizontalen und für die unabhängigen Variablen jeweils einen Regressionskoeffizienten, der die Einflussstärke dieser Variablen auf die Höhe der Eintrittswahrscheinlichkeit widerspiegelt. Die Schätzung der Modellparameter erfolgt mit Hilfe der Maximum Likelihood-Methode. Sie werden so bestimmt, dass die Wahrscheinlichkeit, die beobachteten Erhebungsdaten zu erhalten, maximiert wird [4].

Über eine schrittweise Vorwärtsselektion wurden dann die signifikanten Variablen für die Eintrittswahrscheinlichkeit einer bignathen Operation herausgefiltert. Das Signifikanzniveau wurde hierfür auf $p < 0,05$ festgelegt. Bei der Vorwärtsselektion wird zunächst nur die Konstante einbezogen und anschließend schrittweise die Variablen aufgenommen, welche die höchste Korrelation zur abhängigen Variablen aufweisen. Gleichzeitig wird überprüft, welche Variablen wieder entfernt werden müssen [10].

In einem zweiten Schritt wurde als abhängige Variable die Operationsart eines Einkiefereingriffs mit den Ausprägungen 1=isolierter Oberkiefereingriff und 0=isolierter Unterkiefereingriff festgelegt. Auch hier wurde die Abhängigkeit der Eintrittswahrscheinlichkeit für einen isolierten Oberkiefereingriff von den unabhängigen Variablen über das gleiche Verfahren untersucht.

Die Ergebnisse der Auswertung sollten daraufhin der direkten klinischen Anwendung zugänglich gemacht werden. Hierfür wurde anhand der signifikanten Variablen und der Modellparameter mit Hilfe der Programmiersprache Java ein Internet-basierter Wahrscheinlichkeitskalkulator für den Einsatz in der klinischen Routine programmiert. Dieser Kalkulator berechnet nach Eingabe der entsprechenden Patientenwerte für die signifikanten Variablen zunächst die Wahrscheinlichkeit für einen Zweikiefereingriff über die logistische Funktion

$$P = \frac{1}{1 + e^{-z}}$$

mit: $e = 2,71828183$ (Eulersche Zahl)

wobei der Prädiktor $z = b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + \dots + b_n * x_n + a$

die binäre Ausprägung (bignath/monognath) der abhängigen Variablen in Abhängigkeit der Ausprägungen der unabhängigen Variablen erzeugen kann. X_n sind die Werte der unabhängigen Variablen, b_n die Regressionskoeffizienten und a die Konstante.

Der Source-code des Kalkulators ist dem Anhang 9.4 zu entnehmen.

Bei P-Werten zwischen 0,5 und 1 tritt das Ereignis „bignather Eingriff“ ein, bei Werten zwischen 0 und 0,5 tritt es nicht ein.

Im Falle eines Einkiefereingriffs berechnet der Kalkulator anschließend bei Eingabe der Patientenwerte der hierfür signifikanten Variablen die Wahrscheinlichkeit für einen isolierten Oberkiefereingriff.

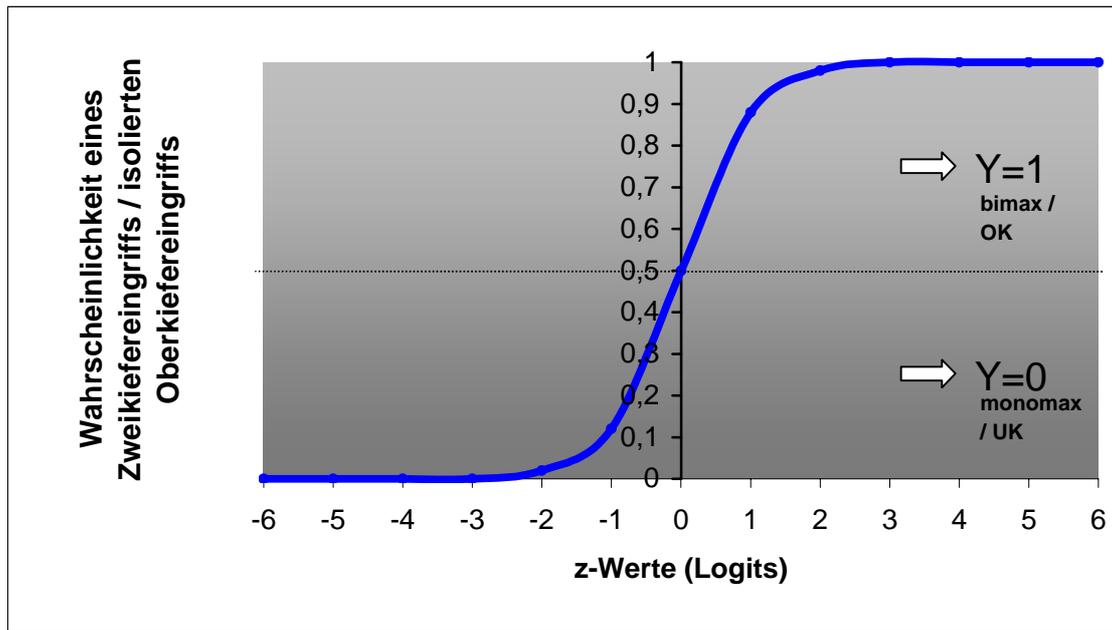


Abbildung 15: Verlauf der logistischen Regressionskurve.

3 Ergebnisse

3.1 Patienten

3.1.1 Geschlechtsverteilung

Von den 1053 inkludierten Patienten waren 59,9% (n=631) Frauen, und 38,1% (n=401) Männer. In 2% der Fälle (n=21) konnte das Geschlecht nicht evaluiert werden.

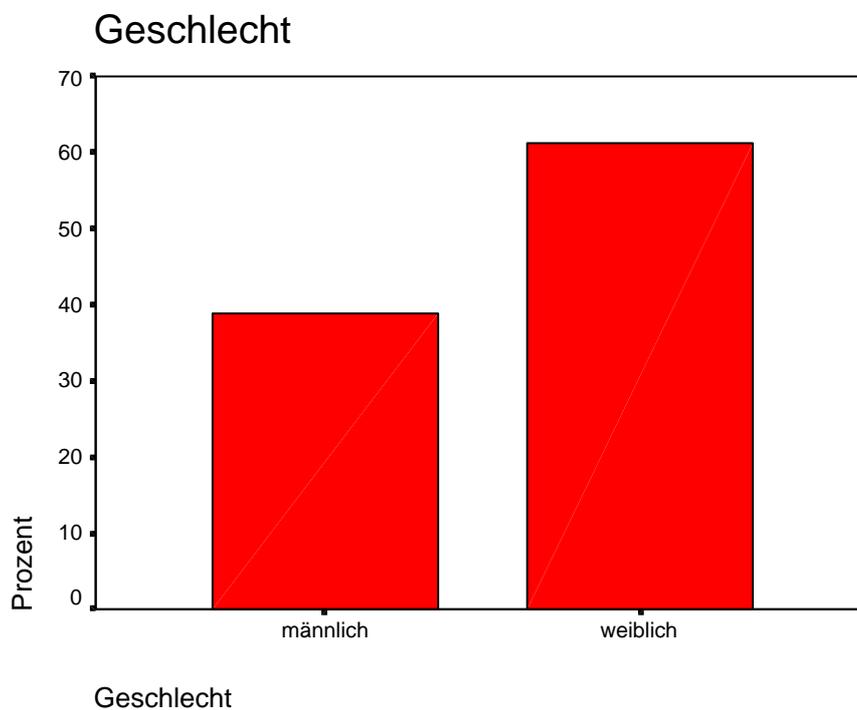


Abbildung 16: Geschlechtsverteilung.

Anhand der Geschlechtsverteilung aus Abbildung 16 ist ersichtlich, dass die weiblichen Patienten gegenüber den männlichen bei dysgnathie-chirurgischen Eingriffen dominieren.

3.1.2 Altersverteilung

Das Durchschnittsalter betrug bei den weiblichen Probanden 25,5 Jahre (Minimum 13,1, Maximum 56,1, Standardabweichung 7,6794), bei den männlichen Patienten 25,6 Jahre (Minimum 13,1, Maximum 63,3, Standardabweichung 6,8558).

Bei 132 Patienten war das Alter zum Operationszeitpunkt nicht zu ermitteln.

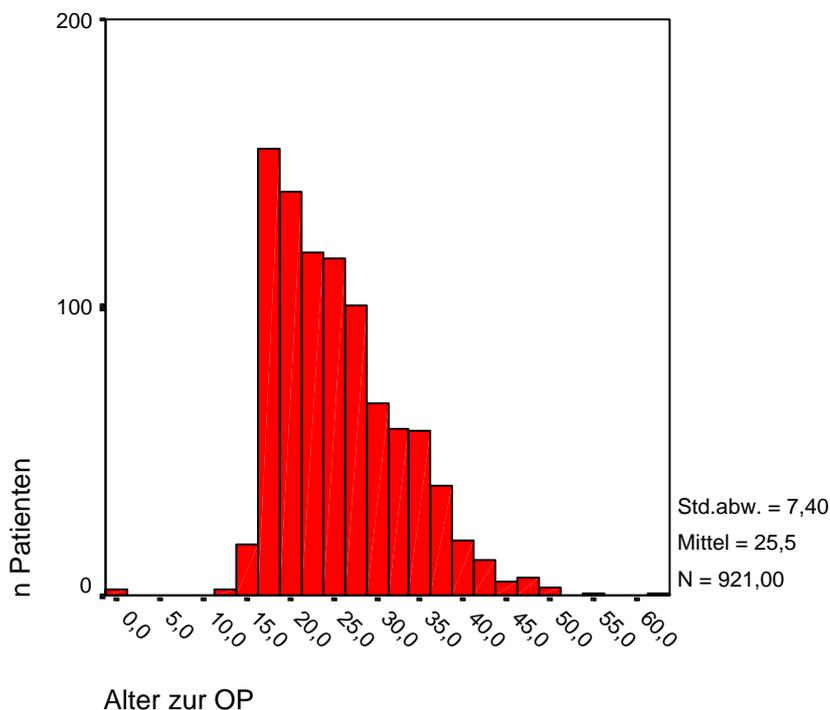


Abbildung 17: Altersverteilung zum Operationszeitpunkt.

Bei der Betrachtung des Alters zum Operationszeitpunkt (Abbildung 17) wird deutlich, dass die meisten Patienten zwischen 17 und 19 Jahren operiert werden, also direkt nach Wachstumsabschluß, wobei keine wesentlichen Unterschiede im Hinblick auf das Geschlecht zu verzeichnen sind.

3.1.3 Verteilung auf die Operationsart

In 45,3% (n=477) der Fälle wurden isolierte Unterkiefereingriffe, in 16,1% (n=170) isolierte Oberkiefereingriffe durchgeführt. Bei 26,2% (n=276) der Patienten erfolgte eine bimaxilläre Operation. 1,5 % (n=16) erhielten ausschließlich eine Genioplastik.

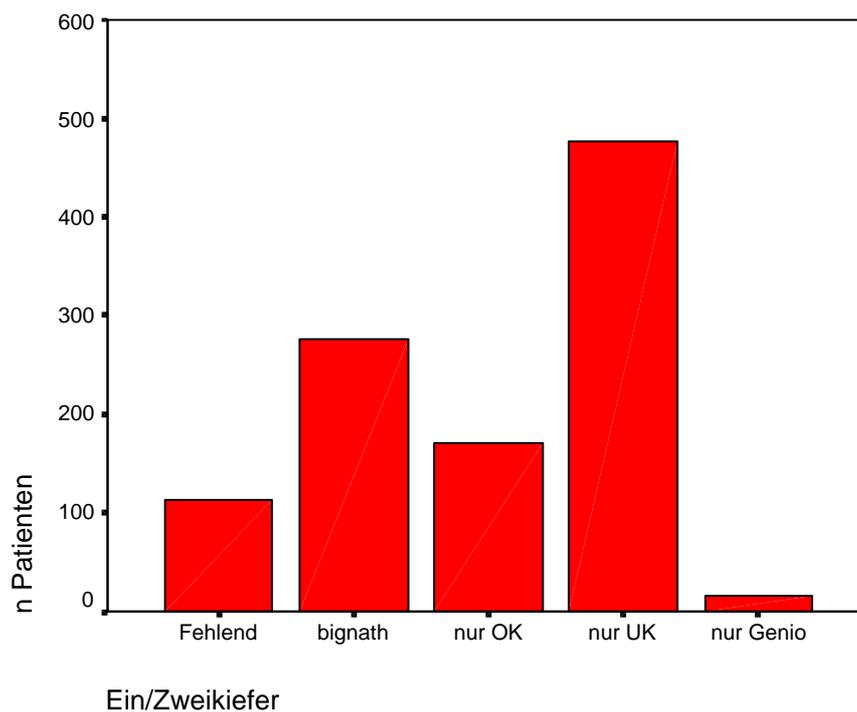


Abbildung 18: Patientenverteilung auf die Operationsart.

Weiterhin zeigt sich, dass in der Häufigkeit der durchgeführten Operationsart (Abbildung 18) die isolierten Unterkiefereingriffe eindeutig an erster Stelle stehen. Die isolierten Oberkiefereingriffe machen mit 16,1% nur einen geringen Anteil aus.

3.1.4 Operationsart und Geschlecht

Frauen wurden in 53,6% (n=304) der Fälle im Unterkiefer und in 15,5% (n=88) der Fälle im Oberkiefer operiert. Bei den weiblichen Probanden erfolgte in 28,9% (n=164) der Fälle ein bignather Eingriff, bei 1,9% (n=11) eine isolierte Genioplastik.

Die männlichen Patienten unterzogen sich zu 45,3% (n=159) einem isolierten Unterkiefer- und zu 22,5% (n=79) einem isolierten Oberkiefereingriff. In 30,8% (n=108) erfolgte ein bignather Eingriff und in 1,4% (n=5) ausschließlich eine Genioplastik.

Aufgrund fehlender Angaben konnten 114 Fälle nicht zugeordnet werden.

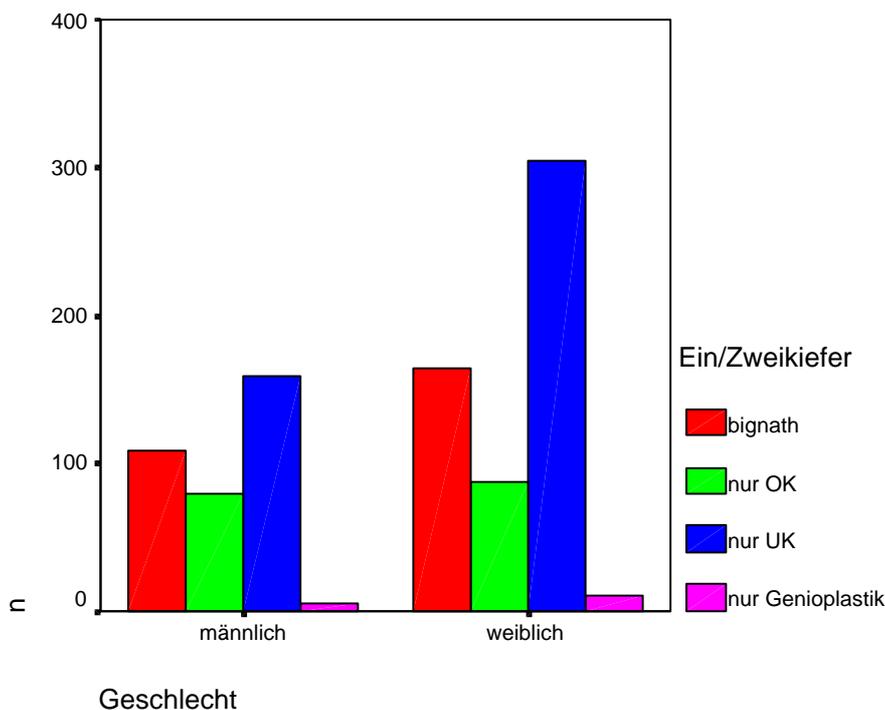


Abbildung 19: Geschlechtsverteilung auf die Operationsart.

Wie Abbildung 19 zu entnehmen ist, sind auch hier keine auffälligen Unterschiede im Bezug auf das Geschlecht ersichtlich. Lediglich bei den Einkiefereingriffen werden die männlichen Patienten geringfügig häufiger im Oberkiefer operiert als die weiblichen.

3.1.5 Ausmaß der operativen Verlagerung

Die Abbildungen 20-23 zeigen die Ausmaße der Verlagerungsrichtungen in mm, die bei der Modell-Operation an den einzelnen Messpunkten (Regio 46, 43, 41, 33 und 36) bei isolierten Unterkiefereingriffen gemessen und dem Operationsprotokollen (s. Abbildung 10) entnommen wurden.

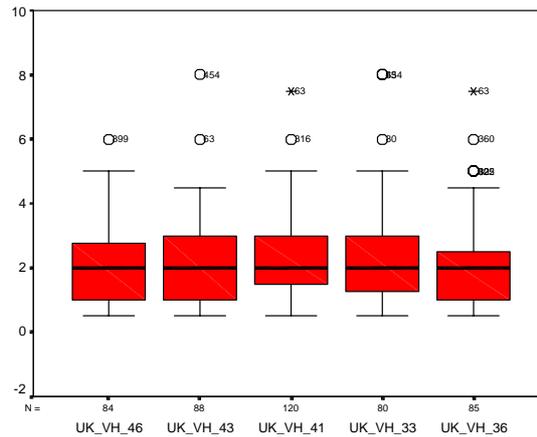


Abbildung 20: Ausmaße der vertikalen Hochverlagerung bei isolierten Unterkiefereingriffen.

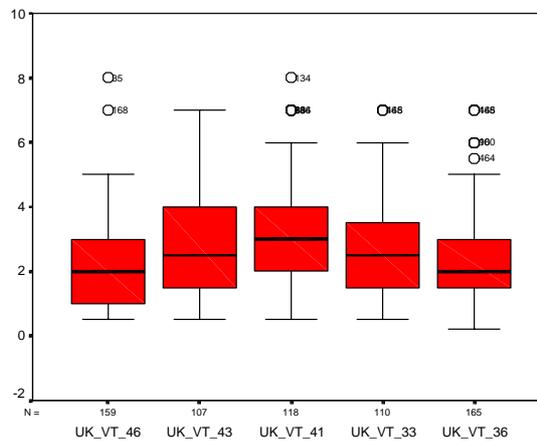


Abbildung 21: Ausmaße der vertikalen Tiefverlagerung bei isolierten Unterkiefereingriffen.

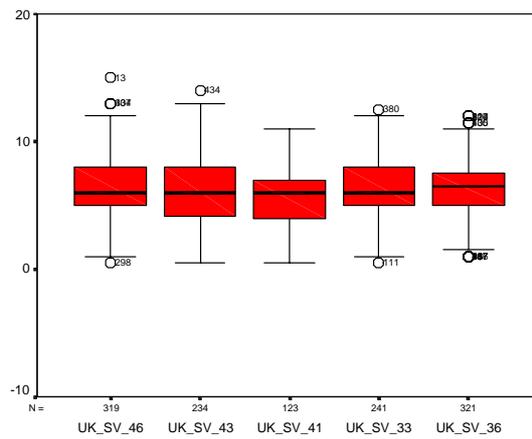


Abbildung 22: Ausmaße der sagittalen Vorverlagerung bei isolierten Unterkiefereingriffen.

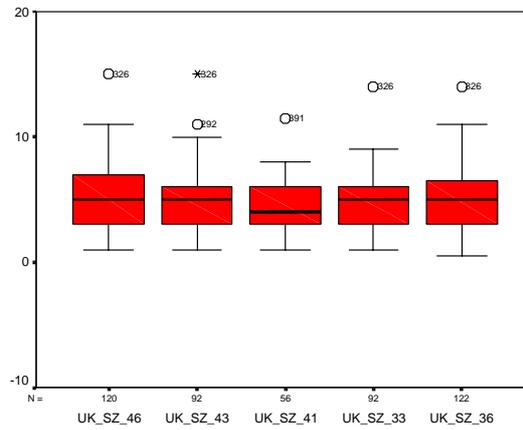


Abbildung 23: Ausmaße der sagittalen Rückverlagerung bei isolierten Unterkiefereingriffen.

Die Abbildungen 24-27 stellen entsprechend die Verlagerungs-
 ausmaße an den Messpunkten Regio 16, 13, 11, 23 und 26 bei
 isolierten Oberkiefereingriffen dar.

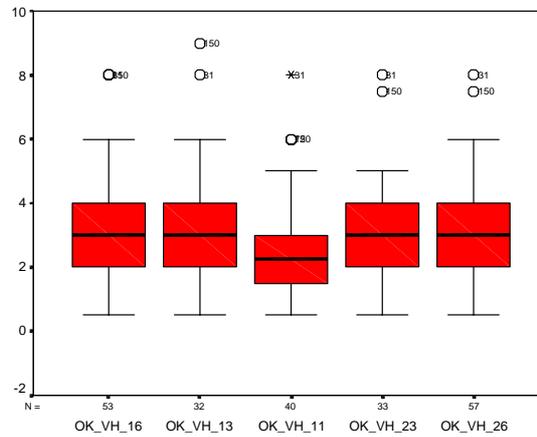


Abbildung 24: Ausmaße der vertikalen Hochverlagerung bei isolierten Oberkiefereingriffen.

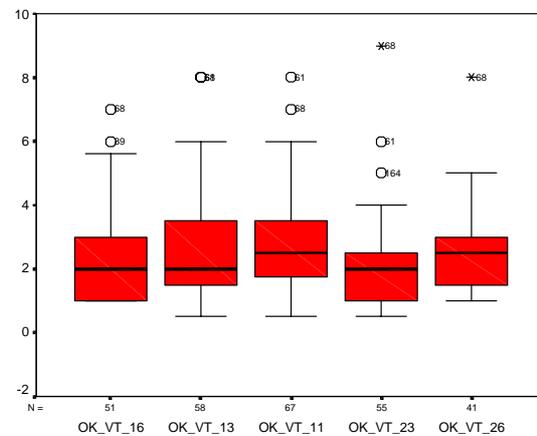


Abbildung 25: Ausmaße der vertikalen Tiefverlagerung bei isolierten Oberkiefereingriffen.

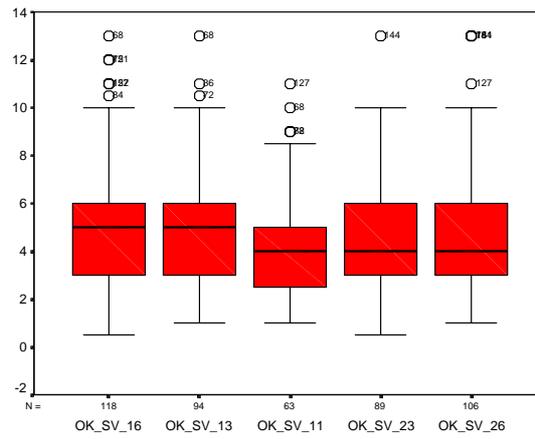


Abbildung 26: Ausmaße der sagittalen Vorverlagerung bei isolierten Oberkiefereingriffen.

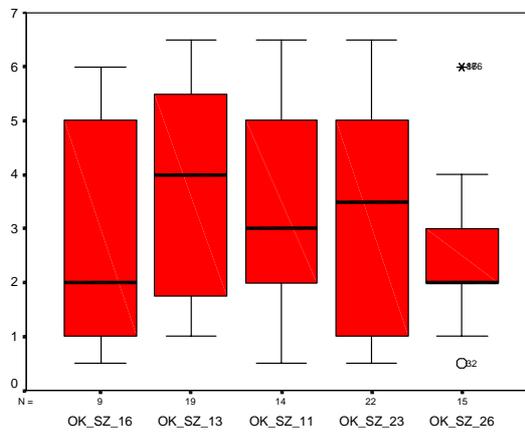


Abbildung 27: Ausmaße der sagittalen Rückverlagerung bei isolierten Oberkiefereingriffen.

Die Verlagerungsausmaße der bimaxillären Eingriffe nach der Modell-Operation sind den Abbildungen 28-35 zu entnehmen.

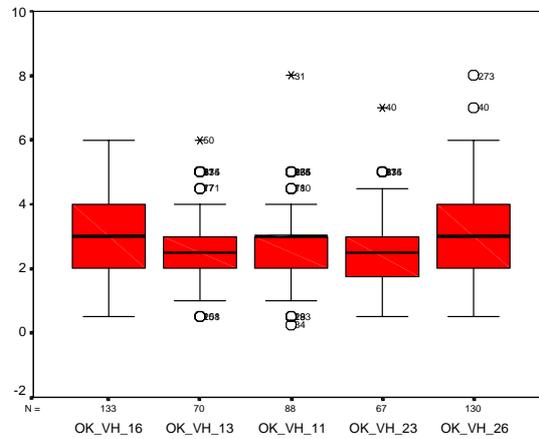


Abbildung 28: Ausmaße der vertikalen Hochverlagerung im Oberkiefer bei bimaxillären Eingriffen.

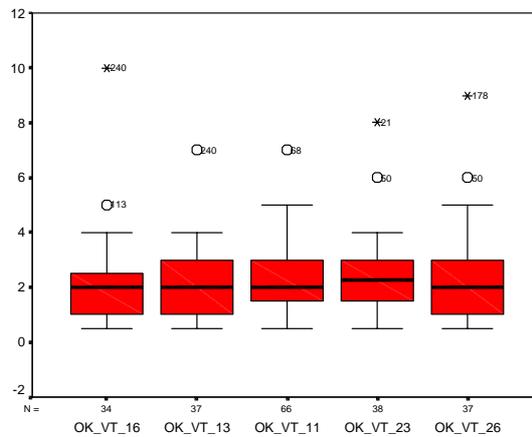


Abbildung 29: Ausmaße der vertikalen Tiefverlagerung im Oberkiefer bei bimaxillären Eingriffen.

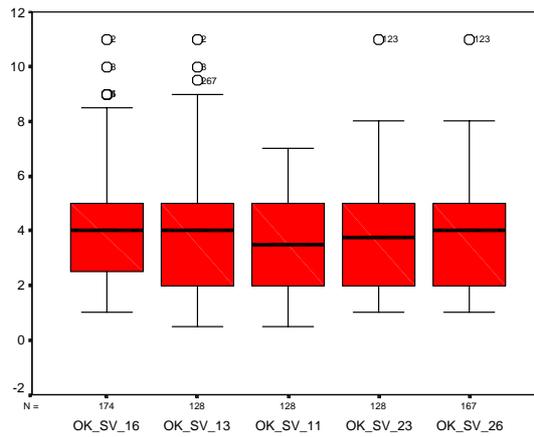


Abbildung 30: Ausmaße der sagittalen Vorverlagerung im Oberkiefer bei bimaxillären Eingriffen.

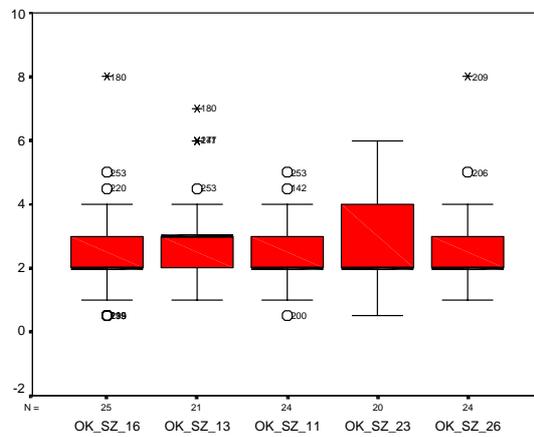


Abbildung 31: Ausmaße der sagittalen Rückverlagerung im Oberkiefer bei bimaxillären Eingriffen.

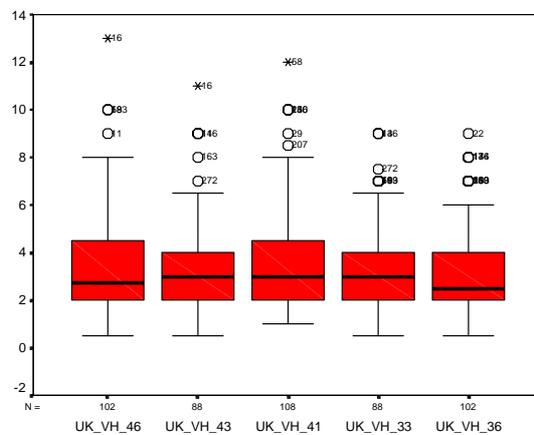


Abbildung 32: Ausmaße der vertikalen Hochverlagerung im Unterkiefer bei bimaxillären Eingriffen.

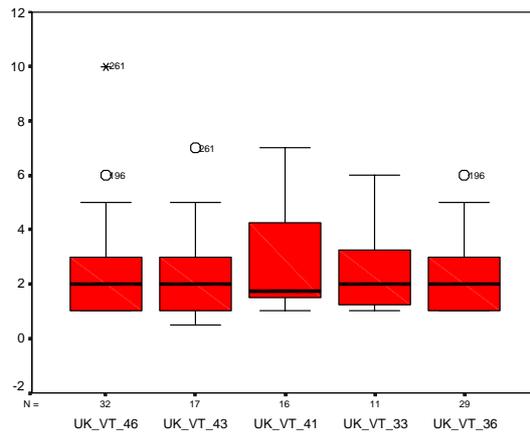


Abbildung 33: Ausmaße der vertikalen Tiefverlagerung im Unterkiefer bei bimaxillären Eingriffen.

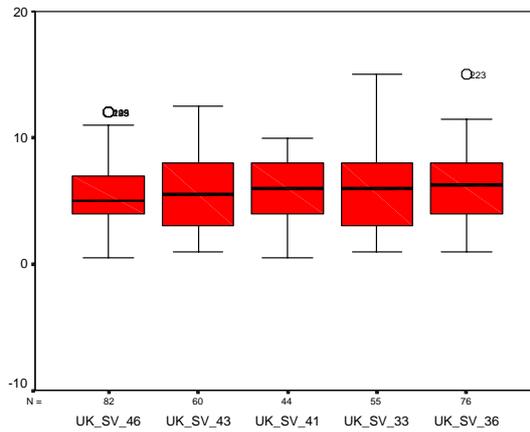


Abbildung 34: Ausmaße der sagittalen Vorverlagerung im Unterkiefer bei bimaxillären Eingriffen.

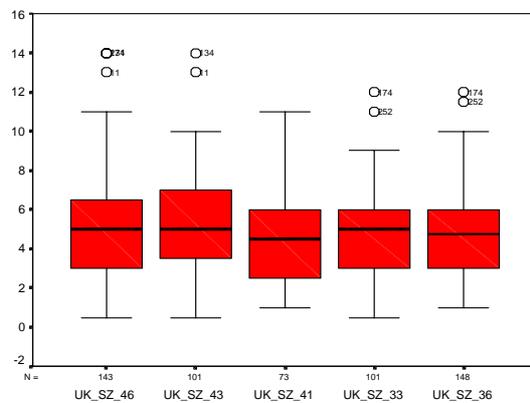


Abbildung 35: Ausmaße der sagittalen Rückverlagerung im Unterkiefer bei bimaxillären Eingriffen.

3.2 Ergebnisse der logistischen Regressionsanalyse

3.2.1 Wahrscheinlichkeit für einen bignathen Eingriff

Nach Durchlaufen von 4 Schritten der logistischen Regressionsanalyse wurden von 442 monognath operierten Patienten 406 richtigerweise als monognath erkannt. Die anderen 36 wurden fälschlicherweise als bignath klassifiziert. Dies entspricht einer Treffgenauigkeit von 91,9%.

Von 187 bignath operierten wurden 63 richtig positiv und 124 falsch negativ klassifiziert. Der Prozentsatz der Richtigen beträgt somit 33,7%.

Insgesamt wurden 469 von 629 korrekt beurteilt, was zu einer Gesamttrefferquote von 74,6% führt (Tabelle 2).

Tabelle 2: Klassifizierungstabelle monognath/bignath (zur Kodierung der Variablen siehe Anhang 9.3).

Klassifizierungstabelle^a

Beobachtet			Vorhergesagt		
			BI_RC		Prozentsatz der Richtigen
			monognath	bignath	
Schritt 1	BI_RC	monognath	415	27	93,9
		bignath	151	36	19,3
	Gesamtprozentsatz				71,7
Schritt 2	BI_RC	monognath	409	33	92,5
		bignath	147	40	21,4
	Gesamtprozentsatz				71,4
Schritt 3	BI_RC	monognath	404	38	91,4
		bignath	128	59	31,6
	Gesamtprozentsatz				73,6
Schritt 4	BI_RC	monognath	406	36	91,9
		bignath	124	63	33,7
	Gesamtprozentsatz				74,6

a. Der Trennwert lautet ,500

Die Analyse stellte in 4 Schritten bei der Wahrscheinlichkeit für einen bignathen gegenüber einem monognathen Eingriff die FRS-Parameter

- II (Gesichtstiefe)
- III (Mandibularplanumwinkel)
- XII (Unterkieferschneidezahnposition) und
- XVIII (sagittale Molarendistanz)

als signifikante Entscheidungsparameter dar (Tabelle 3, Abbildung 36).

Tabelle 3: Signifikante Variablen für die Wahrscheinlichkeit eines bignathen Eingriffs (zur Kodierung der Variablen siehe Anhang 9.3).

Variablen in der Gleichung

		Regressions koeffizient B	Standard- fehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Schritt 1	LIP_1	,177	,024	53,325	1	,000	1,194
	Konstante	-1,356	,122	123,406	1	,000	,258
Schritt 2	MPLA_1	,043	,012	13,469	1	,000	1,044
	LIP_1	,157	,025	38,956	1	,000	1,170
	Konstante	-2,501	,344	52,814	1	,000	,082
Schritt 3	FDEP_1	,123	,023	27,998	1	,000	1,130
	MPLA_1	,110	,018	37,223	1	,000	1,117
	LIP_1	,081	,029	7,684	1	,006	1,084
	Konstante	-15,048	2,425	38,496	1	,000	,000
Schritt 4	FDEP_1	,136	,024	31,889	1	,000	1,145
	MPLA_1	,106	,018	34,618	1	,000	1,112
	LIP_1	,080	,029	7,527	1	,006	1,083
	SAGMO_1	-,049	,021	5,472	1	,019	,952
	Konstante	-15,204	2,434	39,009	1	,000	,000

- a. In Schritt 1 eingegebene Variablen: LIP_1.
- b. In Schritt 2 eingegebene Variablen: MPLA_1.
- c. In Schritt 3 eingegebene Variablen: FDEP_1.
- d. In Schritt 4 eingegebene Variablen: SAGMO_1.

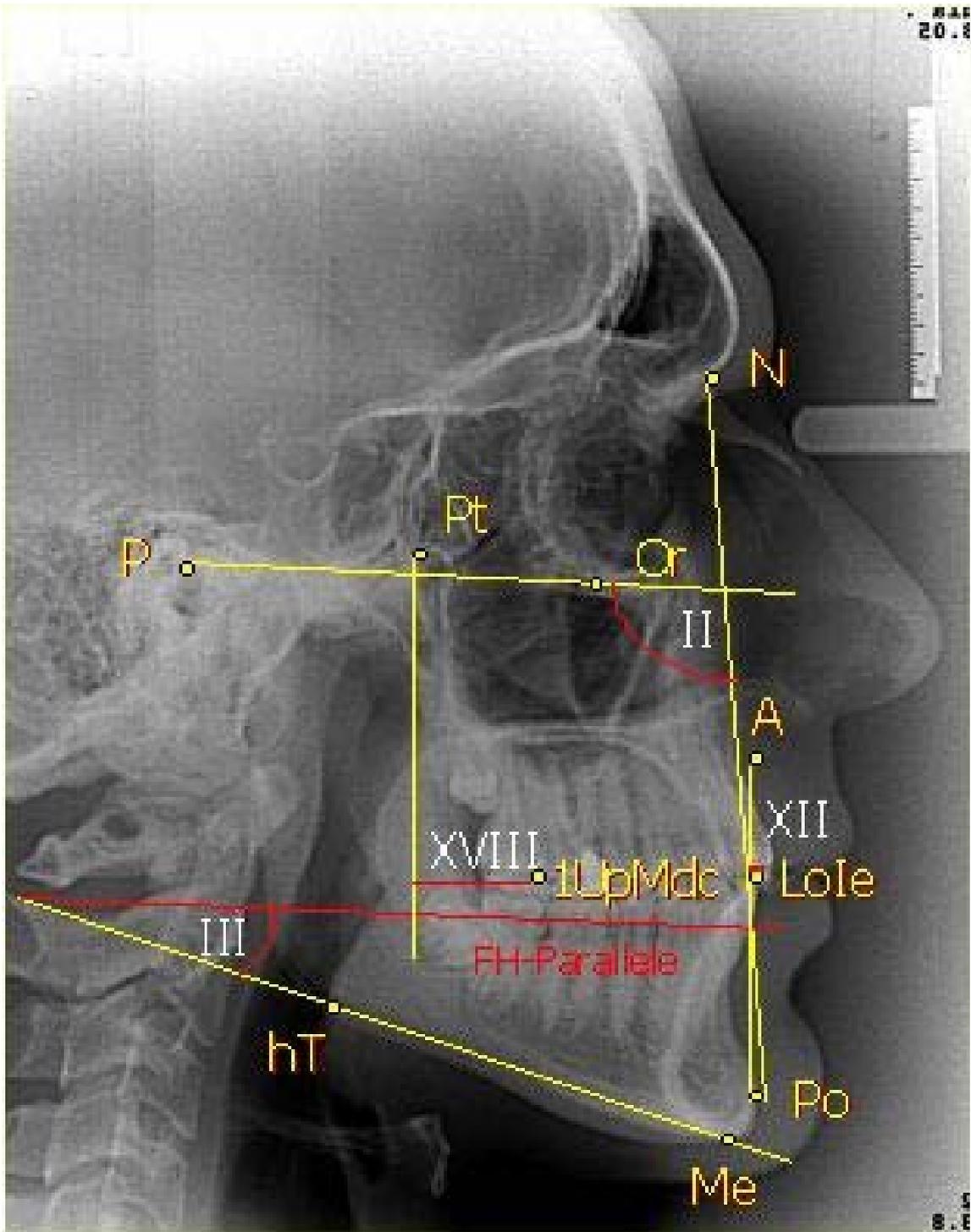


Abbildung 36: signifikante Analysepunkte für die Entscheidung „monognath“ oder „bignath“.

Als Konstante a wurde ein Wert von $-15,204$ ermittelt und als Regressionskoeffizienten wurden die Werte

- $0,136$ für II (Gesichtstiefe)
- $0,106$ für III (Mandibularplanumwinkel)
- $0,080$ für XII (Unterkieferschneidezahnposition) und
- $-0,049$ für XVIII (sagittale Molarendistanz)

zugeordnet (Tabelle 3).

Die Signifikanzniveaus der Variablen sind ebenfalls Tabelle 3 zu entnehmen und betragen $0,000$ für die Gesichtstiefe und den Mandibularplanumwinkel, $0,006$ für die Unterkieferschneidezahnposition und $0,019$ für die sagittale Molarendistanz.

Durch Einsetzen der Konstante und der Regressionskoeffizienten in den Prädiktor z ergibt sich die Wahrscheinlichkeit für einen bignathen Eingriff über die logistische Funktion

$$P = \frac{1}{1 + e^{-z}}$$

mit $z = -15,204 + 0,136 \cdot \text{II} + 0,106 \cdot \text{III} + 0,080 \cdot \text{XII} - 0,049 \cdot \text{XVIII}$

Es hat sich bei der klinischen Überprüfung des Wahrscheinlichkeitskalkulators jedoch herausgestellt, dass bei P-Werten zwischen $0,45$ und $0,65$ ein gewisser Unsicherheitsbereich liegt, so dass erst ab Werten von $0,65$ eine valide Vorhersage eines bignathen Eingriffs möglich ist.

3.2.2 Wahrscheinlichkeit für einen isolierten Oberkiefereingriff

Bei der Wahrscheinlichkeitsberechnung für einen isolierten Oberkiefereingriff wurden insgesamt 5 Schritte durchlaufen. Letztendlich wurden von 336 Fällen mit isoliertem Unterkiefereingriff 319 als richtig und 17 als falsch negativ erkannt, was einer Trefferquote von 94,9% entspricht. Bei den 106 Patienten mit isoliertem Oberkiefereingriff wurden 69 von der Analyse falsch und 37 richtig positiv beurteilt. Insgesamt beträgt die Treffgenauigkeit 80,5% bei 356 von 442 korrekt klassifizierter Fälle (Tabelle 4).

Tabelle 4: Klassifizierungstabelle isolierter OK-/isolierter UK-Eingriff (zur Kodierung der Variablen siehe Anhang 9.3).

Klassifizierungstabelle^a

Beobachtet			Vorhergesagt		
			OK UK RC		Prozentsatz der Richtigen
			nur UK	nur OK	
Schritt 1	OK_UK_RC	nur UK	330	6	98,2
		nur OK	99	7	6,6
Gesamtprozentsatz					76,2
Schritt 2	OK_UK_RC	nur UK	320	16	95,2
		nur OK	73	33	31,1
Gesamtprozentsatz					79,9
Schritt 3	OK_UK_RC	nur UK	320	16	95,2
		nur OK	70	36	34,0
Gesamtprozentsatz					80,5
Schritt 4	OK_UK_RC	nur UK	319	17	94,9
		nur OK	68	38	35,8
Gesamtprozentsatz					80,8
Schritt 5	OK_UK_RC	nur UK	319	17	94,9
		nur OK	69	37	34,9
Gesamtprozentsatz					80,5

a. Der Trennwert lautet ,500

Bei der Wahrscheinlichkeit eines isolierten Oberkiefereingriffs gegenüber einem isolierten Unterkiefereingriff wurden die Variablen

- Geschlecht
- III Mandibularplanumwinkel
- IV innerer Gonionwinkel
- IX untere Gesichtshöhe
- X Konvexität Punkt A

nach dem 5. Schritt als signifikant ausgewiesen (Tabelle 5, Abbildung 37).

Tabelle 5: Signifikante Variablen für einen isolierten Oberkiefereingriff (zur Kodierung der Variablen siehe Anhang 9.3).

Variablen in der Gleichung

		Regressions koeffizient B	Standard- fehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Schritt 1	CONA_1	-,145	,024	34,957	1	,000	,865
	Konstante	-1,135	,118	92,404	1	,000	,321
Schritt 2	LFAHI_1	,118	,020	36,280	1	,000	1,126
	CONA_1	-,191	,027	51,422	1	,000	,826
	Konstante	-6,648	,945	49,460	1	,000	,001
Schritt 3	IGON_1	-,010	,005	3,999	1	,046	,990
	LFAHI_1	,129	,021	39,336	1	,000	1,138
	CONA_1	-,192	,027	50,922	1	,000	,825
	Konstante	-5,676	1,072	28,026	1	,000	,003
Schritt 4	SEX	-,561	,259	4,683	1	,030	,571
	IGON_1	-,011	,005	4,578	1	,032	,989
	LFAHI_1	,129	,021	39,527	1	,000	1,138
	CONA_1	-,179	,027	42,937	1	,000	,836
	Konstante	-4,687	1,144	16,770	1	,000	,009
Schritt 5	SEX	-,591	,261	5,118	1	,024	,554
	MPLA_1	,058	,028	4,249	1	,039	1,060
	IGON_1	-,011	,005	4,389	1	,036	,989
	LFAHI_1	,081	,031	6,847	1	,009	1,084
	CONA_1	-,195	,029	45,805	1	,000	,823
	Konstante	-3,879	1,227	9,992	1	,002	,021

- In Schritt 1 eingegebene Variablen: CONA_1.
- In Schritt 2 eingegebene Variablen: LFAHI_1.
- In Schritt 3 eingegebene Variablen: IGON_1.
- In Schritt 4 eingegebene Variablen: SEX.
- In Schritt 5 eingegebene Variablen: MPLA_1.

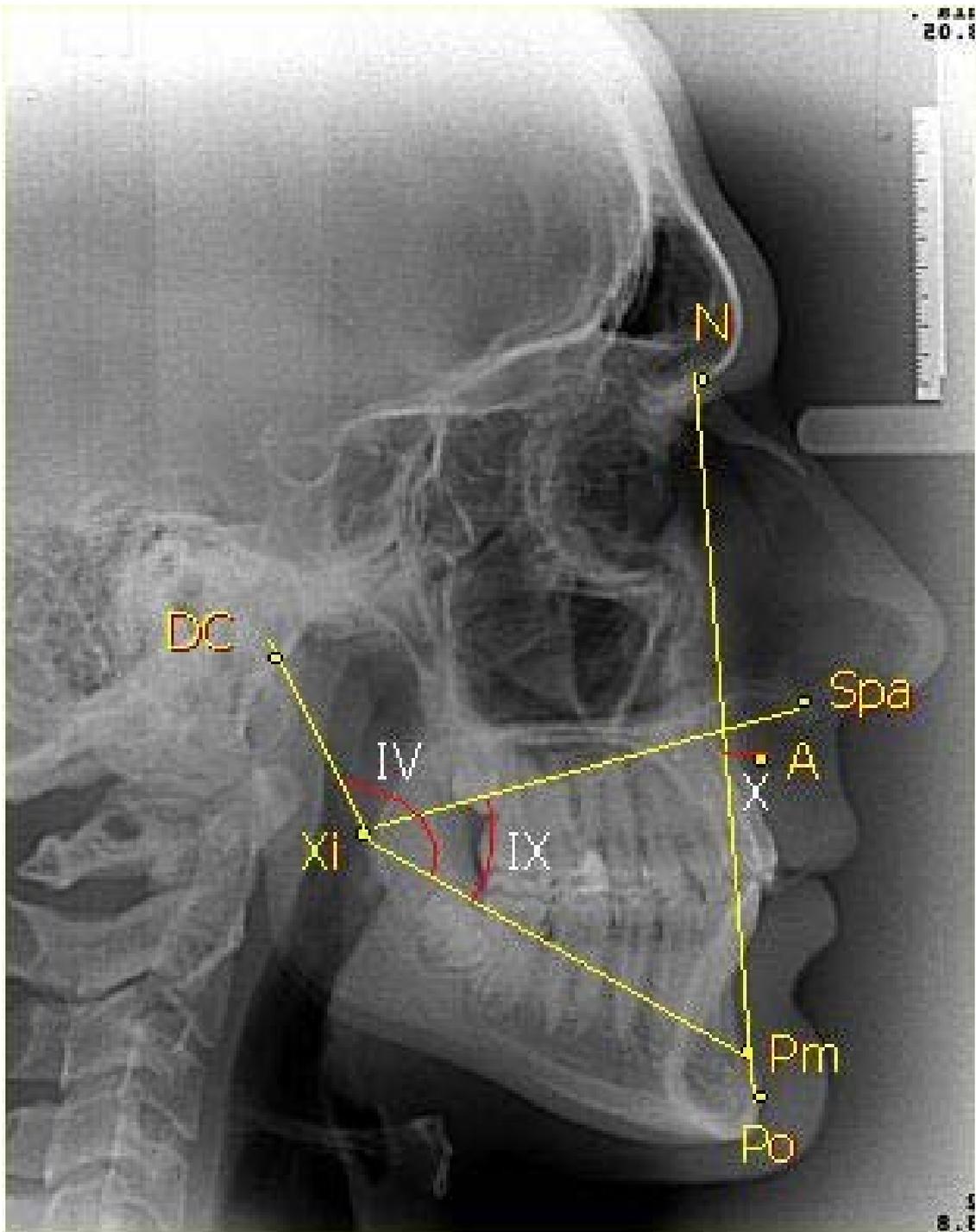


Abbildung 37: Signifikante Analysepunkte für die Entscheidung „isolierter Oberkiefer-eingriff“ oder „isolierter Unterkiefereingriff“ (III Mandibularplanumwinkel s. Abbildung 36).

Als Konstante a wurde hier ein Wert von $-5,061$ ermittelt und als Regressionskoeffizienten gab die Analyse folgende Werte an:

- $0,591$ für das Geschlecht
- $0,058$ für III (Mandibularplanumwinkel)
- $-0,011$ für IV (inneren Gonionwinkel)
- $0,081$ für IX (untere Gesichtshöhe) und
- $-0,195$ für X (Konvexität im Punkt A) (Tabelle 5).

Die zugehörigen Signifikanzen sind Tabelle 5 zu entnehmen. Sie betragen $0,024$ für das Geschlecht, $0,039$ für den Mandibularplanumwinkel, $0,036$ für den inneren Gonionwinkel, $0,009$ für die untere Gesichtshöhe und $0,000$ für die Konvexität im Punkt A.

Es ergibt sich hierbei der Prädiktor

$$z = -5,061 + 0,591 \cdot \text{Sex} + 0,058 \cdot \text{III} - 0,011 \cdot \text{IV} + 0,081 \cdot \text{IX} - 0,195 \cdot \text{X}$$

und durch Einsetzen in die logistische Funktion die Wahrscheinlichkeit für einen isolierten Oberkiefereingriff.

4 Diskussion

4.1 Diskussion des Patientengutes und der Methode

4.1.1 Patienten

Bezüglich der Behandlungsplanung von Dysgnathie-Patienten sind in der Literatur größtenteils Untersuchungen zu finden, die sich auf einen bestimmten Dysgnathie-Typ, überwiegend Fälle der Angle-Klasse III, beschränken [75, 66, 39, 48, 25, 56, 5, 12, 57]. Patienten, die dem syndromalen Formenkreis angehören, werden von den Analysen häufig ausgeschlossen. Die Fallzahlen in diesen Studien sind weitaus geringer, als die der vorliegenden Untersuchung. In der vorliegenden Studie wurden bewusst alle Fälle untersucht, um den Wahrscheinlichkeitskalkulator auf möglichst viele Patientengruppen anwendbar zu machen und die Validität der Aussage durch große Fallzahlen zu erhöhen.

Das Alter sowie Geschlecht der Patienten war in 12,5% respektive 2% nicht zu ermitteln. Das Geschlecht wurde jedoch als signifikante Variable für die Wahrscheinlichkeit eines isolierten Oberkiefereingriffs herausgestellt, so dass aufgrund der Fehlrate ein Einfluss auf die Regressionsanalyse nicht auszuschließen ist.

4.1.2 Methode

Bei den präoperativen kephalometrischen Analysen wurden in der vorliegenden Untersuchung die Auswertungen der jeweiligen Behandler verwendet. Es erfolgte keine erneute Durchzeichnung durch einen Untersucher zur Verkleinerung des interindividuellen Fehlers, um die Gültigkeit des Wahrscheinlichkeitskalkulators ebenfalls auf möglichst viele Behandler zu übertragen.

Für die statistische Auswertung wurde eine multivariate Analyseverfahren gewählt, da hiermit eine gleichzeitige Analyse von Kombinationen der Faktoren möglich ist, die am Aufbau eines individuellen Gesichtsschädels beteiligt sind [39]. Auch andere Autoren halten univariate statistische Analysen zur Darstellung der komplexen kraniofazialen Beziehungen für unzulänglich [66, 70]. Die logistische Regressionsanalyse hat gegenüber der Diskriminanzanalyse den

Vorteil, wesentlich robuster und an weniger strenge Prämissen gebunden zu sein [4].

4.1.3 Art der durchgeführten Operation und Verlagerungsausmaß

In etwa 10% der Fälle war die Operationsart nicht zu ermitteln. Auch hier ist ein Einfluss dieser unbekanntem Größe auf die Ergebnisse nicht auszuschließen.

Aus den Verlagerungsausmaßen (Abbildungen 20-35) geht hervor, dass im Unterkiefer sowohl bei den monomaxillären als auch bei den bimaxillären Eingriffen Verlagerungen von bis zu 15 mm und im Oberkiefer von bis zu 13 bzw. 11 mm durchgeführt wurden. Bisherige Auffassungen, bei sagittaler Diskrepanz zwischen Maxilla und Mandibula von mehr als 8 mm im Bereich der Okklusion sei ein bimaxillärer Eingriff indiziert [47], werden hierdurch der Allgemeingültigkeit enthoben; dies schließt jedoch nicht die Notwendigkeit aus, das mögliche Verlagerungsausmaß individuell zu überprüfen, da in Abhängigkeit z.B. der Unterkieferform große Verlagerungen zu einem Klaffen der Osteotomiesegmente führen können [36]. Andererseits muss bei der Betrachtung der Extremwerte bedacht werden, dass die während der Modell-Operation gemessenen Strecken u. a. auch von der Sockeldicke des Modells abhängen. Je nachdem an welcher Stelle gemessen wird, können die Strecken größer erscheinen. Schwenkungen der Kiefer fließen ebenfalls in die Verlagerungsausmaße mit ein. Letztendlich sind auch Messfehler möglich.

Ayoub et al. [3] stellten fest, dass Oberkiefereingriffe grundsätzlich stabiler als Unterkiefereingriffe sind. Desweiteren gingen sie der Frage nach, inwieweit Oberkieferhochverlagerungen die Stabilität von Unterkieferverlagerungen zur Korrektur des skelettal offenen Bisses in Kombination mit einer Unterentwicklung des Unterkiefers erhöhen, da einige Autoren [33, 9] eine Verbesserung der Stabilität nachweisen konnten und andere [32, 71] vergleichbare Rezidive wie bei Einkiefereingriffen erhielten. Ayoub et al. konnten ebenfalls keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen mono- und bimaxillär operierten Patienten aufzeigen.

Kwon et al. [42] untersuchten die Stabilität von Oberkiefer- und Unterkieferverlagerungen bei Klasse-III Patienten. Es zeigte sich, dass im Oberkiefer

ein Rezidiv lediglich in transversaler Richtung auftrat, nicht jedoch in sagittaler und vertikaler. Sie geben daher die Empfehlung, bei horizontalen Verlagerungen wie z. B. zur Korrektur von Mittellinienabweichungen eine leichte Überkorrektur einzuplanen. Im Unterkiefer war das Ausmaß der Rezidive mit denen von Einkiefereingriffen vergleichbar. Es bestand kein Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Oberkieferbewegung und dem maxillären oder mandibulären Rezidiv; der Grad der Oberkieferverlagerung beeinflusste nicht die postoperative Stabilität des Unterkiefers. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass bei Unterkieferrück- und Oberkiefervorverlagerungen mit geringen vertikalen Veränderungen das Rezidiv des Unterkiefers nicht von Veränderungen der Oberkieferposition, sondern von Ausmaß und Richtung der Unterkieferverlagerung beeinflusst wird.

Gurstein et al. [31] konnten in ihrer Untersuchung zur Stabilität nach Oberkiefer- und Tiefverlagerungen ebenfalls keine signifikanten Rezidive nachweisen. Auffällig waren lediglich weite Vorverlagerungen in Kombination mit Drahtosteosynthese, die jedoch im Zeitalter der Miniplattenosteosynthese in der Dysgnathie-Chirurgie des Universitätsklinikums Münster nicht mehr verwendet werden.

Schatz et al. [63] erhielten in ihrer Studie zur Stabilität nach Unterkieferrückverlagerungen mit Hilfe der sagittalen Unterkieferspaltung bei Klasse-III Patienten signifikante Rezidive in horizontaler Richtung. Dennoch vertreten sie die Auffassung, dass mit Ausnahme von eindeutigen Oberkieferunterentwicklungen die Unterkieferrückverlagerung die angemessene Behandlung darstellt, weil sie günstige ästhetische Ergebnisse erzielt und die von einigen Autoren zur Verbesserung der Stabilität befürwortete Oberkiefervorverlagerung bei Kombination mit vertikalen Verlagerungen ausgedehnte Rezidive aufweist, so dass zusätzlich ein Einkiefereingriff erforderlich wird.

Diesbezüglich wäre eine Auswertung der postoperativen Fernröntgenseitenbilder unseres Patientenkollektivs zur Evaluation der Stabilität nach dem Münsteraner Konzept interessant.

4.2 Diskussion der Ergebnisse

4.2.1 Interpretation der Regressionsschätzung

Die Interpretation der Regressionskoeffizienten gestaltet sich schwierig, da die unabhängigen Variablen den Exponenten der e-Funktion bestimmen und somit kein linearer Zusammenhang zwischen ihnen und der Eintrittswahrscheinlichkeit für einen bignathen bzw. isolierten Oberkiefereingriff besteht. Man kann die Regressionskoeffizienten nicht untereinander vergleichen und der Einfluss der signifikanten Variablen auf die Eintrittswahrscheinlichkeit ist nicht über das gesamte Ausmaß ihrer Werte konstant. Durch die logistische Funktion entsteht ein Sättigungseffekt, so dass es bei Änderungen in den Extrembereichen des Prädikators z nicht mehr zu wesentlichen Änderungen der Eintrittswahrscheinlichkeit kommt (Abbildung 15). Ebenso lassen sich die Unsicherheiten des Wahrscheinlichkeitskalkulators bei p -Werten zwischen 0,45 und 0,65 anhand des Kurvenverlaufs erklären, da in diesem Bereich ein steilerer Anstieg zu verzeichnen ist und hier winzige Änderungen große Auswirkungen nach sich ziehen. Je steiler die Kurve verläuft, desto größer wird der Unsicherheitsbereich.

Die Regressionsschätzung lässt sich nur dahin gehend interpretieren, dass die Konstante a die Lage der logistischen Funktion in der Horizontalen bestimmt, während die Regressionskoeffizienten ihren Verlauf beschreiben. Weiterhin lässt sich die Richtung des Einflusses der unabhängigen Variablen erkennen [4].

4.2.2 Wahrscheinlichkeit für einen bignathen Eingriff

Aus der Regressionsschätzung für die Wahrscheinlichkeit eines bignathen Eingriffs gegenüber eines monognathen lässt sich folgendes erkennen:

1. Konstante a:

Durch das negative Vorzeichen kommt es zu einer Rechtsverschiebung der logistischen Funktion in der Horizontalen.

2. Höhe der Regressionskoeffizienten:

Die Regressionskoeffizienten sind alle <1 , so dass die Wahrscheinlichkeitswerte in Abhängigkeit der Variablen nur sehr langsam ansteigen und ein flacher Kurvenverlauf resultiert.

3. Positive Regressionskoeffizienten:

Die Regressionskoeffizienten der Analysepunkte

- II Gesichtstiefe
- III Mandibularplanumwinkel und
- XII Unterkieferschneidezahnposition

weisen ein positives Vorzeichen auf und führen daher bei steigenden Werten der jeweiligen unabhängigen Variablen zu einem Anstieg der Eintrittswahrscheinlichkeit für einen bignathen Eingriff.

4. Negative Regressionskoeffizienten:

Der Regressionskoeffizient des Analysepunktes

- XVIII sagittale Molarendistanz

weist ein negatives Vorzeichen auf, so dass es bei steigenden Werten zu einer kleineren Wahrscheinlichkeit für einen bignathen Eingriff kommt.

Überraschenderweise sind nur zwei skelettale Variablen (II und III) an der Entscheidung zwischen einem bignathen oder monognathen Eingriff beteiligt.

Zwei dentale Variablen (XII und XVIII) stellten sich als ebenso bedeutend heraus. Hieraus lässt sich schlussfolgern, dass der Kieferorthopäde in der Lage ist, in der Vorbehandlung durch Positionsveränderungen der unteren Schneidezäh-

ne und der oberen Molaren in Grenzfällen die chirurgische Therapie in Richtung eines Einkiefereingriffs zu beeinflussen.

Aufgrund des oben dargestellten Interpretationsproblems lässt sich jedoch nicht unmittelbar festlegen, wie genau die signifikanten dentalen Analysepunkte verändert werden müssen. Hierbei sind vielmehr die Werte der Analysepunkte mit Hilfe des Kalkulators sukzessiv zu verändern und dabei die Änderungen der Eintrittswahrscheinlichkeit zu beobachten. Ebenso wenig lässt sich schließen, ob eher kleine oder große Werte der Gesichtstiefe und des Mandibularplanumwinkels zur Entscheidung für einen bignathen Eingriff führen. Es muss immer der *gesamte* Exponent betrachtet werden, der folglich individuell sehr unterschiedlich ausfällt.

4.2.3 Wahrscheinlichkeit für einen isolierten Oberkiefereingriff

Die Regressionsschätzung für die Wahrscheinlichkeit eines isolierten Oberkiefereingriffs gegenüber einem isolierten Unterkiefereingriff lässt folgende Schlüsse zu:

1. Konstante a:

Auch hier kommt es durch das negative Vorzeichen zu einer Rechtsverschiebung der logistischen Funktion in der Horizontalen.

2. Höhe der Regressionskoeffizienten:

Die Regressionskoeffizienten sind ebenfalls <1 , die Wahrscheinlichkeitswerte steigen also nur sehr langsam an und der Kurvenverlauf ist auch hier flach.

3. Positive Regressionskoeffizienten:

Die Regressionskoeffizienten der signifikanten Variablen

- Geschlecht
- III Mandibularplanumwinkel und
- IX untere Gesichtshöhe

weisen ein positives Vorzeichen auf, so dass steigende Werte der jeweiligen unabhängigen Variablen die Eintrittswahrscheinlichkeit für einen isolierten Oberkiefereingriff erhöhen.

4. Negative Regressionskoeffizienten:

Die Regressionskoeffizienten der Analysepunkte

- IV innerer Gonionwinkel und
- X Konvexität im Punkt A

weisen ein negatives Vorzeichen auf, was bei steigenden Werten dieser Analysepunkte wiederum zu einer Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeit für einen isolierten Oberkiefereingriff führt.

Bei der Entscheidung eines isolierten Oberkiefer- oder isolierten Unterkiefereingriffs sind ebenfalls die Parameter des Unterkiefers (III, IV und IX) gegenüber denen des Oberkiefers (X) dominant.

Auch hier lässt sich keinerlei Aussage z. B. darüber machen, ob sich eher Frauen oder Männer einem isolierten Oberkiefereingriff unterziehen. Wie bei der Entscheidung zwischen einem mono- oder bignathem Eingriff kann ebenso wenig abgeleitet werden, ob kleinere oder größere Werte des Mandibularplanumwinkels, der unteren Gesichtshöhe, des inneren Gonionwinkels und der Konvexität im Punkt A zu einem isolierten Oberkiefereingriff führen. Auch in diesem Fall hängt die Eintrittswahrscheinlichkeit vom gesamten Exponenten ab.

Entgegen der Auffassung vieler Autoren, dass der Analyse des Weichteilprofils bei der Behandlungsplanung ein höherer Stellenwert als der kephalometrischen Analyse zuzuschreiben ist, stellten sich in der vorliegenden Untersuchung die Weichteilrelationen (Punkte XIX und XX der FRS-Analyse) nicht als signifikante Entscheidungsparameter für einen bignathen gegenüber eines monognathen und eines isolierten Oberkiefer gegenüber eines isolierten Unterkiefereingriffs dar [1, 48, 11, 41]. Dies bedeutet jedoch nicht, dass das Weichteilprofil zu vernachlässigen ist. Der Wahrscheinlichkeitskalkulator soll lediglich eine erste Entscheidungshilfe liefern, ohne die anfangs beschriebene, umfangreiche Diagnostik und Behandlungsplanung überflüssig zu machen. Die Ergebnisse müssen immer mit dem klinischen Gesamteindruck im Einklang stehen.

4.3 Einordnung der Ergebnisse in die Planung kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgischer Behandlungen

Die Indikation einer kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Therapie ist allgemein dann gegeben, wenn ausgeprägte skelettale und dentoalveoläre Anomalien durch konservative kieferorthopädische und/oder orthodontische Behandlungsmaßnahmen allein nicht zufriedenstellend korrigiert werden können [28].

Im Besonderen bedeutet dies nach Proffit et al. [28], dass eine rein orthodontische Retraktion der Oberkieferinzisivi in sagittaler Richtung auf 7 mm begrenzt ist. Bei Kombination mit orthopädischen Hilfsmitteln sind insgesamt 12 mm möglich [28], was jedoch an die Prämisse noch vorhandenen Körperwachstums gebunden ist. Für die Unterkieferinzisivi gelten für orthodontische Bewegungen nach anterior Grenzwerte von 3 mm, für orthopädisch-orthodontische 5 mm. In vertikaler Richtung sind orthodontische Bewegungen von 2-4 mm erreichbar. Durch zusätzliche orthopädische Methoden lässt sich der Grenzwert etwa verdoppeln [28].

Weiterhin hängt das Ausmaß der möglichen orthodontischen Bewegungen von der Breite der Alveolarfortsätze ab, da nach Untersuchungen von Edwards [18] die Zähne nicht über die vestibuläre und bukkale Kortikalis hinausbewegt werden können. Daher bieten breite Alveolarfortsätze günstigere Voraussetzungen für orthodontische Zahnbewegungen als dünne [74].

Nach Ackermann et al. [1] wirken sich sagittale Frontzahnbewegungen >2 mm und eine transversale Dehnung des Unterkiefers $>4-5$ mm negativ auf die Stabilität aus. Desweiteren besteht bei einer Labialbewegung der Unterkieferinzisivi $>2-3$ mm bei den meisten Patienten eine erhöhte Rezessionsgefahr.

Für Proffit et al. [58] gelten folgende Diskrepanzen als limitierende Faktoren für eine nicht-chirurgische Therapie:

- schwerer Engstand (Treatment Priority Index ≥ 8)
- lingualer/bukkaler Kreuzbiss ≥ 3 Zähne
- Overjet ≥ 7 mm
- umgekehrter Overjet ≥ 2 mm

- offener Biss ≥ 4 mm
- Overbite ≥ 6 mm.

Speziell Patienten der Angle-Klasse II benötigen nach Proffit et al. [57] eine kombiniert kieferorthopädisch-chirurgische Therapie, wenn

- der Overjet >10 mm
- die Distanz zur Pogonion-Nasion-Senkrechten >18 mm
- der Gonion-Pogonion-Abstand <70 mm und
- die vordere Gesichtshöhe >125 mm beträgt.

Bei Patienten der Angle-Klasse III stellten Stellzig-Eisenhauer et al. [66] vier Parameter ihrer kephalometrischen Analyse zur Unterscheidung einer Chirurgie- und einer Nicht-Chirurgie-Gruppe heraus. Hierbei handelt es sich um

- die Wits appraisal
- die Länge der vorderen Schädelbasis (S-N)
- das Verhältnis OK/UK-Länge (M/M ratio)
- den unteren Gonionwinkel.

Ist bei einem Patienten die Indikation für eine chirurgische Korrektur der Dysgnathie gegeben, lehnt dieser einen Eingriff jedoch ab, kann die Dysgnathie zwar durch dentoalveoläre Kompensation behandelt werden, es müssen allerdings mehr oder weniger zufriedenstellende Kompromisse akzeptiert werden [74].

Die Hauptmotive des erwachsenen Patienten für eine kieferorthopädische Behandlung sind laut Witt [74] eine Verbesserung der dentalen und fazialen Ästhetik, funktionelle Verbesserungen in Form der Kaufunktion, Sprache, des Mundschlusses und der Atmung, sowie die Beseitigung von Schmerzzuständen, insbesondere des Kiefergelenkes, der Kaumuskulatur und der Mundschleimhaut.

Das Ziel der chirurgischen Kieferverlagerung sollte nach Tompach et al. [69] eine Klasse-I-Eckzahnbeziehung, eine gute gnathologische Funktion, okklusale Vielpunktkontakte, sowie eine Mittellinienübereinstimmung sein.

Die Indikation für einen bimaxillären Eingriff ist nach der Auffassung von Luhr [47] dann gegeben, wenn

- eine sagittale Diskrepanz zwischen Maxilla und Mandibula von mehr als 8 mm im Bereich der Okklusion (umgekehrter Frontzahnüberbiss von mehr als 8 mm) besteht.
- eine mandibuläre Pro- oder Retrognathie mit einem frontal offenen Biss assoziiert ist.
- sagittale Abweichungen der Mandibula mit einem extremen Schmalkiefer im Bereich der Maxilla bestehen.
- sagittale Diskrepanzen und transversale Asymmetrien in Maxilla und Mandibula kombiniert sind.
- die Verlagerung der Maxilla bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten nur in eingeschränktem Ausmaß möglich ist.

Patienten der Angle-Klasse III weisen oft Asymmetrien in allen drei räumlichen Ebenen auf. Bailey et al. [6] sind der Meinung, dass bei dieser Patientengruppe ein bimaxillärer Eingriff die einzige Behandlungsmöglichkeit darstellt.

Enacar et al. [25] geben die Empfehlung, Patienten, bei denen der Okklusionalwinkel verändert werden soll, in beiden Kiefern zu operieren.

Park et al. [56] kamen in ihren Untersuchungen zur Behandlung verschiedener Klasse-III-Patienten zu dem Schluss, dass Patienten mit maxillärer und mandibulärer Überentwicklung, bei denen die mandibuläre Überentwicklung jedoch stärker ausgeprägt ist, woraus ein spitzer Nasolabialwinkel und ein weiter anterior gelegener Punkt A resultieren, nicht nur einen Unterkiefer-, sondern auch einen Oberkieferingriff mit Rückverlagerung benötigen.

In einem Fallbericht von Conley et al. [14] wurde ein Patient mit einer Angle-Klasse II Bissbeziehung, vertikaler Oberkieferüber- und transversaler Unterentwicklung, sowie einem offenen Biss mit einem bimaxillären Eingriff (Oberkieferhoch- und Unterkieferverlagerung) in Kombination mit einer chirurgisch unterstützten Gaumennahterweiterung und einer Genioplastik erfolgreich therapiert.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen allerdings, dass weder das Ausmaß der sagittalen Kieferverlagerungen, noch das Weichteilprofil signifikant an der Entscheidung „monognather oder bignather“ bzw. „isolierter Unterkiefer- oder isolierter Oberkieferingriff“ beteiligt sind.

Valide Prognosefaktoren für die Entscheidungsfindung in der orthognathen Chirurgie sind unter Anwendung des in der vorliegenden Arbeit vorgestellten Konzeptes eindeutig die Parameter des Unterkiefers (Gesichtstiefe, Mandibularplanumwinkel, Unterkieferschneidezahnposition für die Entscheidung monognath oder bignath, Mandibularplanumwinkel, untere Gesichtshöhe und innerer Goniowinkel für die Entscheidung isolierter Oberkiefer- oder isolierter Unterkiefereingriff), insbesondere Analysepunkte zur Bestimmung von vertikalen Diskrepanzen. Der Mandibularplanumwinkel ist sowohl für die Entscheidung bignath oder monognath, als auch für die Entscheidung isolierter Oberkiefer- oder isolierter Unterkiefereingriff ein signifikanter Parameter. Lediglich die sagittale Molarendistanz (Entscheidung monognath oder bignath) und die Konvexität im Punkt A (Entscheidung isolierter Oberkiefer- oder isolierter Unterkiefereingriff) beziehen den Oberkiefer in den Entscheidungsprozeß mit ein. Jedoch ist bei der Konvexität im Punkt A auch der Unterkiefer wieder indirekt beteiligt, da der Analysepunkt die Beziehung des Oberkiefers zum Unterkiefer beschreibt.

Durch die gleichbedeutende Beteiligung der beiden dentalen Parameter (Unterkieferschneidezahnposition und sagittale Molarendistanz) ist es möglich, in Grenzfällen in der kieferorthopädischen Vorbehandlung einen Einkiefereingriff und somit eine Minimierung der Operationsrisiken herbeizuführen.

Ähnliche Untersuchungen zur Vorhersage der Operationsweise anhand kephalometrischer Parameter sind in der Literatur rar und mit unseren kaum zu vergleichen:

Jäger et al. [39] analysierten 45 Dysgnathie-Patienten der Angle-Klasse III retrospektiv bezüglich der Bedeutung verschiedener kephalometrischer Parameter für die Wahl des chirurgischen Eingriffs. Sie verwendeten hierfür eine Kombination skelettaler, dentaler und Weichteilparameter aus den Analysen von Segner u. Hasund [65], McNamara [51], Jacobsen [38], Ricketts [61] und Moshiri et al [53]. Zur statistischen Auswertung diente die Diskriminanzanalyse, mit deren Hilfe eine Zuordnung der Patienten in die Operationsgruppen „isolierte Osteotomie der Maxilla“, „isolierte sagittale Spaltung der Mandibula“ und „bimaxillärer Eingriff“ ermöglicht werden sollte. Zur Differenzierung der bimaxillär operierten Patienten von den monomaxillär operierten stellten sich die *maxilloman-*

dibuläre Differenz, die *WITS-Appraisal*, die Winkel *ANB* und *ML-NL*, der *Goni-onwinkel* und die *Länge der Mandibula* als bedeutsam heraus. Bei der Zuordnung der Patienten mit isoliertem Eingriff in der Maxilla oder isolierten Eingriff in der Mandibula waren die *Position des Subnasalpunktes zur N'-Senkrechten (FHN`Sn)*, der *Abstand der Unterlippe zur Ästhetiklinie* und die *Neigung der unteren Inzisivi* signifikant. In unserer Studie stellte sich der Abstand der Unterlippe zur Ästhetiklinie allerdings nicht als signifikant heraus, was durch unterschiedliche Fallzahlen beider Studien bedingt sein kann. Weitere Vergleiche können nicht gezogen werden, da sich sowohl die übrigen Punkte der kephalometrischen Analyse, als auch das Verfahren der statistischen Auswertung unterscheiden. Es kommt hinzu, dass sich die Untersuchung von Jäger et al. auf den Dysgnathie-Typ der Angle-Klasse III beschränkt.

Magalhaes et al. [48] untersuchten, welche Bedeutung die klinische und kephalometrische Diagnose zur Bestimmung der durchgeführten Operationsart (Oberkieferverlagerung und/oder Unterkieferrückverlagerung) aufweist. Sie analysierten die präoperativen Fernröntgenseitenbilder, sowie Fotos En face und im Profil von 20 Klasse-III Patienten. Die Ergebnisse der anthropometrischen Gesichtsanalyse wurden als *klinische*, die der kephalometrischen Analyse als *kephalometrischen Diagnose* bezeichnet. Sie fanden mit Hilfe von Korrelationen und durch Anwendung der multiplen Regressionsanalyse heraus, dass die kephalometrische Diagnose grundsätzlich keinen signifikanten Zusammenhang mit der durchgeführten Operationsart aufweist. Hierfür waren die anthropometrischen Gesichtsmerkmale aussagekräftiger. Allerdings zeigten zwei kephalometrische Parameter ebenfalls eine statistisch signifikante Korrelation zur durchgeführten Operationsart: *erster Oberkiefermolar zur Pterygoidvertikalen* und *Mandibularplanumwinkel*. Ersterer entspricht exakt der sagittalen Molaren-distanz der Münsteraner XX-Punkte Analyse. Obwohl die Autoren eine andere statistische Analyse-methode wählten und zum Teil kephalometrische Analysepunkte verwendeten, die sich von unserer unterscheiden, kamen sie zu einem ähnlichen Ergebnis. Leider beschränkt sich auch hier das Patientenkollektiv auf Klasse-III Patienten.

Stellzig-Eisenhauer et al. [66] (s.o.) verwendeten die Diskriminanzanalyse zur Abgrenzung von Klasse-III Patienten, die einen kombiniert kieferorthopädisch-chirurgischen Eingriff benötigen von solchen, bei denen eine rein orthodontische Korrektur der Dysgnathie ausreichend war. Hierfür analysierten sie die Fernröntgenseitenbilder von 175 Patienten (87 Nichtchirurgie- und 88 Chirurgie-Patienten). Sie bezogen ausschließlich kephalometrische Parameter in ihre Untersuchung ein. Auch diese Studie ist mit der vorliegenden Arbeit nicht vergleichbar, da eine Abgrenzung zwischen einer Chirurgie- und einer Nicht-Chirurgiegruppe vorgenommen wurde, anstatt einer Unterscheidung zwischen einer Patientengruppe, bei der ein monomaxillärer Eingriff ausreichend ist und einer, bei der ein bimaxillärer Eingriff erforderlich ist, bzw. einer Unterteilung der monomaxillär zu operierenden Patienten in eine Gruppe mit isoliertem Eingriff im Oberkiefer und einer Gruppe mit isoliertem Eingriff im Unterkiefer. Weiterhin wurde eine Analysemethode der Fernröntgenseitenbilder verwendet, die sich durch die Referenzpunkte und Winkel von der XX-Punkte Analyse unterscheidet. Sie stellt lediglich einen ähnlichen Ansatz dar.

Throckmorton et al. [68] erarbeiteten anhand von 201 Patientenfällen (121 Chirurgie-Patienten und einer Kontrollgruppe), welche morphologischen Merkmale bei der Wahl des chirurgischen Eingriffs die höchste Relevanz haben. Mit Hilfe der Faktorenanalyse kamen sie zu dem Ergebnis, dass die Parameter mit der größten Bedeutung für die Auswahl der Behandlungsmethode Unterschiede in der Ober- und Unterkieferlänge und der vorderen und hinteren Gesichtshöhe beschreiben.

Auffällig ist allerdings, dass sich in mehreren Untersuchungen ebenfalls der Gonionwinkel, sei es nun der innere oder der untere, zur Bestimmung der vertikalen Unterkieferform als signifikant herausstellt. Dies bekräftigt unser Ergebnis bezüglich seiner Bedeutung für die Behandlungsplanung.

In der Literatur besteht darüber Einigkeit, dass immer alle diagnostischen Unterlagen bei der Planung von Dysgnathieoperationen für die therapeutische Entscheidungsfindung zu berücksichtigen sind, wobei im Zweifelsfall der klinische Eindruck mehr Einfluss auf die Wahl der geeigneten Behandlung hat, als die kephalometrische Diagnose [39, 34, 48]. Takada et al. [67] leiteten hierzu ein

Regressionsmodell ab, um eine Reihe kephalometrischer Variablen hervorzuheben, die den unbewussten Einfluss des fazialen Erscheinungsbildes präzise erklären und zur Vorhersage der visuellen Interpretation der anteroposterioren Kieferlagebeziehung verwendet werden können. Sie ließen eine Gruppe erfahrener Kieferorthopäden (n=15) 230 Patienten in Bezug auf ihre sagittale Kieferlagebeziehung anhand intra- und extraoraler Fotos (en Face und im Profil), einer Fernröntgenseitenaufnahme und einer kephalometrischen Durchzeichnung auf Acetatfolie ohne Informationen über die kephalometrischen Werte visuell klassifizieren. Mittels schrittweiser multipler Regressionsanalyse zwischen der visuellen Beurteilung und 18 kephalometrischen Variablen stellte sich eine lineare Kombination des *ANB-Winkels*, der *anteroposterioren Position von Gnathion*, der *SN-Länge* und der *Unterkieferkörperlänge* als signifikant heraus. Die Autoren sehen in ihren Ergebnissen unter anderem für unerfahrene Kieferorthopäden die Möglichkeit einer Entscheidungshilfe für die Diagnosestellung und die entsprechende Behandlungsplanung.

Auch Jacobson [37] ist der Meinung, dass ein zweidimensionales Fernröntgenseitenbild nicht den dreidimensionalen Eindruck, den man bei der klinischen Untersuchung erhält, abbilden kann und computergestützte Technologien zwar als zusätzliches diagnostisches Werkzeug hilfreich sind, die letztendliche Entscheidung jedoch anhand des klinischen Eindrucks gefällt wird.

4.4 Perspektiven und Schwachpunkte der Ergebnisse

Der mit Hilfe unserer Untersuchung programmierte Wahrscheinlichkeitskalkulator soll eine erste Entscheidungshilfe darstellen. Erfahrenen Kieferorthopäden und –chirurgen dient er bei der Entscheidungsfindung in unsicheren Grenzfällen und unterstützt die Minimierung der Operationsrisiken dieser Wahleingriffe durch die Möglichkeit, über die dentalen Variablen einen Zweikiefereingriff in Richtung eines Einkiefereingriffs zu verlagern. Weiterhin bereichert er die studentische und fachärztliche Ausbildung, indem noch unerfahrene Behandler mehr Sicherheit und Routine erhalten. Schließlich kann der Kalkulator noch zu Qualitätskontrollen verwendet werden, da auf einfache Weise überprüft werden kann, ob die Art der durchgeführten Operation korrekt war. Es sei noch einmal

betont, dass er nicht die Notwendigkeit der gezielten Auswertung diagnostischer Unterlagen und das detaillierte Prozedere der Behandlungsplanung ersetzt. Auch hier entscheidet in Zweifelsfällen der klinische Eindruck, wenn sich dieser nicht mit der Vorhersage deckt.

Einen Schwachpunkt der vorliegenden Untersuchung stellt sicherlich die ausschließliche Beschränkung auf die Sagittalebene dar. Dies bedeutet unter Umständen eine fehlerhafte Vorhersage für Patienten, die z. B. Asymmetrien aufweisen, welche sich lediglich in der Frontalebene darstellen. Folglich könnte die Korrektur einen Zweikiefereingriff erforderlich machen, obwohl die Werte der signifikanten Analysepunkte einen Einkiefereingriff als ausreichend erscheinen lassen. Ähnliches gilt für transversale Diskrepanzen, die sich aus der Modellanalyse ergeben. Dies unterstreicht noch einmal die Wichtigkeit, grundsätzlich immer alle klinischen Parameter zu betrachten und bietet Ansätze für weiterführende Studien, die z. B. die Analyse der Fernröntgenfrontalaufnahme und die Fotoanalyse mit einbeziehen.

In diesem Zusammenhang sollte auch die ethnische Herkunft des Patienten berücksichtigt werden, da signifikante Unterschiede in den kephalometrischen Normwerten verschiedener ethnischer Gruppen auftreten. Clemente-Panichella et al. [13] stellten in ihrer Untersuchung zum Verhältnis von Weich- zu Hartgewebsverlagerungen bei Dysgnathie-Patienten der hispanischen Population Vergleiche zur europäisch-amerikanischen Bevölkerung an. Sie fanden heraus, dass die gängigen Verhältnisse, vor allem in der Oberkieferregion, für Patienten hispanischer Abstammung nicht angemessen sind und somit zu einem unbefriedigenden Ergebnis führen können. So benötigt z. B. ein Patient hispanischer Herkunft mit einer skelettalen Klasse-III eine geringere Oberkieferverlagerung als ein europäisch-amerikanischer Patient um das gleiche Profil zu erhalten.

Baik et al. [5] vertreten in ihrer Studie zu kephalometrischen Charakteristika koreanischer Klasse-III Patienten die Auffassung, dass bei dieser Patientengruppe im Vergleich zu kaukasischen Patienten häufiger eine Unterkieferverlagerung als eine Oberkieferverlagerung indiziert ist. Für letztere halten

sie zur Vermeidung des unerwünschten „Doppelkinn-Effekts“ bei ausgedehnten Unterkieferrückverlagerungen die Oberkiefervorverlagerung für die günstigere Methode. Bei Koreanern bzw. der asiatischen Population allgemein würde dabei jedoch die ohnehin schon breite Nase noch mehr erweitert. Außerdem liegt die Ursache der Klasse-III Bissbeziehung bei koreanischen Patienten mehr als doppelt so häufig in einem prognathen Unterkiefer, als bei amerikanischen Patienten mit Klasse-III, so dass die Autoren empfehlen, bei Asiaten eher eine Unterkieferrückverlagerung in Betracht zu ziehen.

Schließlich ist zu bedenken, dass der Wahrscheinlichkeitskalkulator streng auf der Münsteraner XX-Punkte Analyse und ihren Normwerten basiert.

5 Zusammenfassung

Im Rahmen einer Dysgnathie-Operation ist in vielen Fällen eine Vorbehandlung notwendig, um den Patienten in eine operable Situation zu versetzen. Zwischen Therapieplanung und Operation kann je nach Art der Vorbehandlung ein Zeitraum von bis zu zwei Jahren liegen. Voraussetzung für den Erfolg aller geplanten Maßnahmen, ist dabei die exakte Vorhersage der letztendlich notwendigen Operationsweise. In vielen Fällen kann ein erfahrenes Operationsteam aufgrund der vorliegenden medizinischen Befundunterlagen in der Erstberatung gut abschätzen, ob ein Eingriff in einem Kiefer ausreichend ist oder ob die Verlagerungen besser auf beide Kiefer verteilt werden sollten. Es gibt jedoch auch Grenzfälle, die nicht so eindeutig sind. Dies bedeutet Unsicherheit in der Planung der Vorbehandlung und mögliche Versäumnisse in der Risikoaufklärung. Ziel unserer Untersuchung war es daher, sichere Prognosefaktoren zu finden, die in Grenzfällen eine frühzeitige und valide Entscheidungshilfe für einen bignathen oder einen monognathen Eingriff darstellen, um Planung und Aufklärung zu optimieren.

Hierzu wurden die Patientenunterlagen von 1053 Dysgnathiepatienten des Universitätsklinikums Münster retrospektiv evaluiert und von jedem Patientenfall neben Alter und Geschlecht die Operationsart (mono- oder bimaxillärer Eingriff bzw. isolierter Oberkiefer- oder isolierter Unterkiefereingriff) und die einzelnen Werte der präoperativen Fernröntgenseitenbildanalyse zur Auswertung mit Hilfe der logistischen Regressionsanalyse herangezogen.

Die von der Analyse als signifikant dargestellten Variablen wurden mit ihren Regressionskoeffizienten über die logistische Funktion in einen Wahrscheinlichkeitskalkulator für die klinische Routineanwendung überführt.

Es hat sich herausgestellt, dass sich monognathe von bignathen Eingriffen über vier Variablen der Münsteraner Fernröntgenseitenbildanalyse (Gesichtstiefe, Mandibularplanumwinkel, Unterkieferschneidezahnposition und sagittale Molarendistanz) in der Vorhersage abgrenzen lassen. Im Falle eines monognathen

Eingriffs wurden das Geschlecht, der Mandibularplanumwinkel, der innere Gonionwinkel, die untere Gesichtshöhe und die Konvexität im Punkt A als signifikante Variablen zur Unterscheidung zwischen isoliertem Oberkiefer- und isoliertem Unterkiefereingriff ausgewiesen.

Aufgrund der gleichbedeutenden Beteiligung der dentalen Parameter gegenüber den skelettalen lässt sich schlussfolgern, dass der Kieferorthopäde in Grenzfällen zwischen mono- und bignathem Eingriff in der Vorbehandlung durch Positionsveränderungen der unteren Schneidezähne und der oberen Molaren in der Lage ist, die chirurgische Therapie in Richtung eines Einkiefereingriffs zu beeinflussen.

Daher stellt dieser einfache Kalkulator neben dem klinischen Erscheinungsbild des Patienten eine sichere und frühzeitige Entscheidungshilfe bei der Behandlungsplanung und –kontrolle von Dysgnathie-Operationen dar.

6 Literaturverzeichnis

- [1] Ackermann JL, Proffit WR: Soft tissue limitations in orthodontics: treatment planning guidelines. *Angle Orthod* 1997;67:327-36.
- [2] Ayoub AF, Lalani Z, Moos KF, Wood GA: Complications following orthognathic surgery that required early surgical intervention: fifteen years` experience. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 2001;16:138-44.
- [3] Ayoub AF, Stirrups DR, Moos KF: Stability of sagittal split advancement osteotomy: single- versus double-jaw surgery. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1995;10:181-92.
- [4] Backhaus K, Erichson B, Plinke W, Weiber R: *Multivariate Analysemethoden*. Springer-Verlag; Berlin, Heidelberg, New York; 2003.
- [5] Baik HS, Han HK, Kim DJ, Proffit WR: Cephalometric characteristics of Korean Class III surgical patients and their relationship to plans for surgical treatment. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 2000;15:119-28.
- [6] Bailey LJ, Proffit WR, White RP: Trends in surgical treatment of Class III skeletal relationships. *Int J Adult Orthod Orthogath Surg* 1995;10:108-18.
- [7] Bentley KC, Head TW, Aiello GA: Antibiotic prophylaxis in orthognathic surgery: a 1-day versus 5-day regimen. *J Oral Maxillofac Surg* 1999;57:226-30.
- [8] Bradley JP, Elahi M, Kawamoto HK: Delayed presentation of pseudoaneurysm after Le Fort I osteotomy. *J Craniofac Surg* 2002;13:746-50.
- [9] Brammer J, Finn R, Bell WH: Stability after bimaxillary osteotomy to correct vertical maxillary excess and mandibular deficiency. *J Oral Surg* 1980;38:664-70.
- [10] Bühl A, Zöfel P: *SPSS Version 10. Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows*. Addison Wesley Verlag, München 2000.
- [11] Burstone CJ, James RB, Legan H, Murphy GA, Norton LA: Cephalometrics for orthognathic surgery. *J Oral Surg* 1978;36: 269-77.

- [12] Cassidy DW Jr, Herbosa EG, Rotskoff KS, Johnston LE Jr: A comparison of surgery and orthodontics in "borderline" adults with Class II, division I malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;104:455-70.
- [13] Clemente-Panichella D, Suzuki S, Cisneros GJ: Soft to hard tissue movement ratios: orthognathic surgery in Hispanic population. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 2000;15:255-64.
- [14] Conley RS, Legan HL: Correction of severe vertical maxillary excess with anterior open bite and transverse maxillary deficiency. *Angle Orthod* 2002; 72: 265-74.
- [15] Cutbirth M, Van Sickels J, Thrash W. Condylar resorption after bicortical screw fixation of mandibular advancement *J Oral Maxillofac Surg.* 1998;56:178-82.
- [16] De Clercq CA, Neyt LF, Mommaerts MY, Abeloos JV, De Mot BM: Condylar resorption in orthognathic surgery: a retrospective study. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1994;9:233-40.
- [17] Dimitroulis G: A simple classification of orthognathic surgery complications. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1998;13:79-87.
- [18] Edwards JG: A study of the anterior portion of the palate as it relates to orthodontic therapy. *Am J Orthodont* 1976;69:249-73.
- [19] Ehmer U, Dörr-Neudeck K, Stamm T, Mischke K-L
http://www.klinikum.uni-muenster.de/institute/zmk/einrichtungen/kfo/therapie/therapiekonzept/f_index.html (16.08.2003)
- [20] Ehmer U, Dörr-Neudeck K, Stamm T, Mischke K-L:
http://www.klinikum.uni-muenster.de/institute/zmk/einrichtungen/kfo/lehre/bildung/kdmms/therapie/therapieplanung/2d/8ebenen/f_index.html (12.01.2004)
- [21] Ehmer U, Dörr-Neudeck K, Stamm T, Mischke K-L:
http://www.klinikum.uni-muenster.de/institute/zmk/einrichtungen/kfo/therapie/therapieplanung/2d/f_index.html (16.08.2003)
- [22] Ehmer U, Dörr-Neudeck K, Stamm T, Mischke K-L:
http://www.klinikum.uni-muenster.de/institute/zmk/einrichtungen/kfo/therapie/therapieplanung/3d/f_index.html (16.08.2003)

- [23] Ehmer U, Röhling J, Klang K-D, Becker R: Ein kalibriertes Doppelsockelverfahren zur Modellsimulation in der chirurgischen Kieferorthopädie. Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir 1987;11:59-66.
- [24] Ehmer U., Dörr-Neudeck K., Stamm T., Mischke K.-L.: http://www.klinikum.uni-muenster.de/institute/zmk/einrichtungen/kfo/lehre/bildung/kdmms/diagnostik/f_index.html (16.08.2003)
- [25] Enacar A, Taner T, Manav O: Effects of single- or double-jaw surgery on vertical dimension in skeletal Class III patients. Int J Adult Orthod Orthognath Surg 2001;16:30-5.
- [26] Epker BN: Vascular considerations in orthognathic surgery. II. Maxillary osteotomies. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1984;57:473-8.
- [27] Fridrich KL, Tompach PC, Wheeler JJ: Coordination of the orthosurgical treatment program. Int J Adult Orthod Orthognath Surg 1994;9:195-9.
- [28] Fuhrmann RAW: Die kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Behandlung. In: Diedrich P: Praxis der Zahnheilkunde III. Urban & Fischer, München; 2002: 102-136.
- [29] Giroto JA, Davidson J, Wheatly M, Redett R, Muehlberger T, Robe B, Zinreich J, Iliff N, Miller N, Manson PN: Blindness as a complication of Le Fort osteotomies: role of atypical fracture patterns and distortion of the optic canal. Plast Reconstr Surg 1998;102:1409-21.
- [30] Gong SG, Krishnan V, Waak D: Blood transfusion in bimaxillary orthognathic surgery: are they necessary? Int J Adult Orthod Orthognath Surg 2002;17:314-7.
- [31] Gurstein KW, Sather AH, An KN, Larson BE: Stability after inferior and anterior maxillary repositioning by Le Fort I osteotomy: a biplanar stereocephalometric study. Int J Adult Orthod Orthognath Surg 1998; 13; 131-43.
- [32] Hennes AJ, Wallen TR, Bloomquist DS, Crouch DL: Stability of simultaneous mobilization of the maxilla and mandible utilizing internal rigid fixation. Int J Adult Orthod Orthognath Surg 1988;3:127-41.

- [33] Hiranaka DK, Kelly JP: Stability of simultaneous orthognathic surgery on the maxilla and the mandible: A computer assisted cephalometric study. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1987;2:193-214.
- [34] Hoffman GR, Staples G, Moloney FB: Cephalometric alterations following facial advancement surgery: 1. Statistical evaluation. *J Craniomaxillofac Surg* 1994;22:214-19.
- [35] Hohoff A, Stamm T, Kaied I, Danesh G, Ehmer U, Joos U: Combined space management through Delaire/Joos osteotomy and postoperative orthodontic treatment. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2003;33:19-24.
- [36] Hohoff A, Meier N, Stamm T, Ehmer U, Joos U: Optimizing presurgical orthodontic planning by means of the transverse coordinate simulation system (TCSS). *J Craniomaxillofac Surg* 2002;30:75-86.
- [37] Jacobson A: Planning for orthognathic surgery-art or science? *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1990;5:217-24.
- [38] Jacobson A: The „Wits“ appraisal of jaw disharmony. *Am J Orthod* 1975;67:125-38.
- [39] Jäger A, Zittlau O, Luhr HG: Zur differentialdiagnostischen Wertigkeit von skelletalen, dentalen und Weichteilanalysen bei der Planung der kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Therapie. *Fortschr Kieferorthop* 1994;55:269-78.
- [40] Joos U, Göz G, Schilli W: Komplikationsrate als Auswahlkriterium bei kieferorthopädischen Operationen. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 1985;30:86-88.
- [41] Kerr WJS, Miller S, Dawber JE: Class III malocclusion: surgery or orthodontics? *Br J Orthod* 1992;19: 21-4.
- [42] Kwon TG, Mori Y, Minami K, Lee SH, Sakuda M: Stability of simultaneous maxillary and mandibular osteotomy for treatment of class III malocclusion: an analysis of three-dimensional cephalograms. *J Craniomaxillofac Surg* 2000;28:272-7.
- [43] Lanigan DT, Hey JH, West RA: Aseptic necrosis following maxillary osteotomies: report of 36 cases. *J Oral Maxillofac Surg* 1990;48:142-56.

- [44] Lanigan DT, Hey JH, West RA: Major vascular complications of orthognathic surgery: hemorrhage associated with Le Fort I osteotomies. *J Oral Maxillofac Surg* 1990;48:561-73.
- [45] Lanigan DT, Hey JH, West RA: Major vascular complications of orthognathic surgery: false aneurysms and arteriovenous fistulas following orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 1991;49:571-7.
- [46] Lanigan DT, Romanchuk K, Olson CK: Ophthalmic complications associated with orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 1993;51:480-94.
- [47] Luhr HG, Jäger A: Indikation, Technik und Ergebnisse der bimaxillären Chirurgie. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 1995;40:20-32.
- [48] Magalhaes AE, Stella JP, Epker BN: Facial anthropometrics versus cephalometry as predictors for surgical treatment in patients with Class III dentofacial deformities. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1995;10:295-302.
- [49] Maurer P, Otto C, Bock JJ, Eckert AW, Schubert J: Patientenzufriedenheit mit dem Ergebnis eines orthognath-chirurgischen Eingriffs und Einfluß von ästhetischen und funktionellen Kriterien. *Mund Kiefer Gesichtschir* 2002;6:15-8.
- [50] Maurer P, Otto C, Eckert AW, Schubert J: Komplikationen bei der chirurgischen Behandlung von Dysgnathien. 50-jähriger Erfahrungsbericht. *Mund Kiefer Gesichtschir* 2001;5(6):357-61.
- [51] Mcnamara JAJr: A method of cephalometric evaluation. *Am J Orthod* 1984;86:449-69.
- [52] Merckx MA, Van Damme PA: Condylar resorption after orthognathic surgery. Evaluation of treatment in 8 Patients. *J Craniomaxillofac Surg* 1994;22:53-8.
- [53] Moshiri F, Jung ST, Sclaroff A, Marsh JL, Gay EWD: Surgical diagnosis and treatment planning: a visual approach. *J clin Orthod* 1982;16:37-59.
- [54] Neal CE, Kiyak HA: Patient perceptions of pain, paresthesia, and swelling after orthognathic surgery. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1991;6:169-81.

- [55] Panula K, Finne K, Oikarinen K: Incidence of complications and problems related to orthognathic surgery: a review of 655 patients. *J Oral Maxillofac Surg* 2001;59:1128-36.
- [56] Park JU, Baik SH: Classification of Angle Class III malocclusion and its treatment modalities. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 2001;16:19-29.
- [57] Proffit WR, Phillips C, Tulloch JF, Medland PH: Surgical versus orthodontic correction of skeletal Class II malocclusion in adolescents: effects and indications. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1992;7:209-20.
- [58] Proffit WR, White RP: Who needs surgical-orthodontic treatment. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1990;5:81-89.
- [59] Reinhart E, Reuther J, Michel C, Kubler N, Ordnung R, Bosebeck H: Perioperative Antibiotikaprophylaxe bei skelettverlagernden Operationen des Gesichtsschädels. *Mund Kiefer Gesichtschir* 1998;2:194-201.
- [60] Reuther J: Orthognathe Chirurgie: Skelettverlagernde Operationen. *Mund Kiefer Gesichtschir* 2000;4: 237-48.
- [61] Ricketts RM: Foundation for cephalometric communication. *Am J Orthod* 1960;46:330-57.
- [62] Sailer HF, Haers, PE: Komplikationen bei bimaxillären chirurgischen Eingriffen. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 1995;40:41-9.
- [63] Schatz JP, Tsimas P: Cephalometric evaluation of surgical-orthodontic treatment of skeletal Class III malocclusion. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1995;10:173-80.
- [64] Schwenzer N, Ehrenfeld M: Zahn-Mund-Kieferheilkunde, Spezielle Chirurgie, Thieme 2002.
- [65] Segner D, Hasund A: Individualisierte Kephalemetrie. (Ohne Verlagsangabe) Hamburg 1991.
- [66] Stelzig-Eisenhauer A, Lux CJ, Schuster G: Treatment decision in adult patients with Class III malocclusion. Orthodontic therapy or orthognathic surgery? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;122:27-38.
- [67] Takada K, Sorihashi Y, Stephens CD, Itoh S: An inference modelling of human visual judgement of sagittal jaw-base relationships based on cephalometry: part I. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;117:140-6.

- [68] Throckmorton GS, Buschang PH, Ellis E 3rd: Morphologic and biomechanical determinants in the selection of orthognathic surgery procedures. *J Maxillofac Surg* 1999;57:1044-56.
- [69] Tompach PC, Wheeler JJ, Fridrich KL: Orthodontic considerations in orthognathic surgery. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1995;10:97-107.
- [70] Tourne LPM, Bevis RL, Cavanaugh G: A validity test of cephalometric variables as a measure of clinical applicability in anteroposterior profile assessment. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1993;8:95-112.
- [71] Turvey TA, Philips C, Zaytoun HS, Proffit WR: Simultaneous superior repositioning or the maxilla and mandibular advancement. *Am J Orthod* 1988;49:372-82.
- [72] Umstadt HE, Weippert-Kretschmer M, Austermann KH, Kretschmer V: Transfusionsbedarf bei Dysgnathieoperationen. *Mund Kiefer Gesichtschir* 2000;4:228-33.
- [73] Universitätsklinikum Münster: XX-Regionen Fernröntgenseitenbildanalyse- Kombination nach Univ.-Prof. Dr. Ulrike Ehmer. http://www.klinikum.uni-muenster.de/institute/zmk/einrichtungen/kfo/lehre/bildung/analysen/frs/f_index.html (10.08.2003)
- [74] Witt E: Möglichkeiten und Grenzen der kieferorthopädischen Behandlung Erwachsener. *Fortschr Kieferorthop* 1991;52:1-7.
- [75] Zentner A, Doll GM, Peylo SM: Morphological parameters as predictors of successful correction of Class III malocclusions. *Eur J Orthod* 2001;23:383-92.
- [76] Zijdeveld SA, Smeele LE, Kostense PJ, Tuinzing DB: Preoperative antibiotic prophylaxis in orthognathic surgery: a randomized, double-blind, and placebo-controlled clinical study. *J Oral Maxillofac Surg* 1999;57:1403-6.

7 Danksagung

Hiermit bedanke ich mich bei Frau Professor Dr. Ulrike Ehmer für die Bereitstellung des Themas der vorliegenden Arbeit und bei Herrn Dr. Thomas Stamm für die gute Betreuung bei der Erarbeitung.

Herrn Prof. Dr. Dr. Ulrich Joos sowie den Mitarbeitern der Poliklinik für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums Münster danke ich für Bereitstellung von Patientenunterlagen und Bildmaterial.

Bei Herrn Priv.-Doz. Dr. H.-J. Heinecke bedanke ich mich ausdrücklich für die Mitwirkung bei der statistischen Auswertung der Daten.

Außerdem gilt mein Dank Frau Dr. Ariane Hohoff für die wertvollen Anregungen zur Strukturierung der Arbeit und für die Unterstützung in fachlichen Fragen.

8 Lebenslauf

Name: Gerle
Vorname: Nadine
Geburtsdatum: 22.02.1976
Geburtsort: Recklinghausen
Staatsangehörigkeit: deutsch
Familienstand: ledig
Eltern: Annegret Gerle, geb. Böck, Beamtin
Armin Gerle, Architekt
Geschwister: Myriam Gerle, Handelsassistentin

Schulausbildung:

1982-1985 Besuch der Kurfürstenwallschule (Grundschule)
in Recklinghausen
1985-1986 Besuch der Ewaldschule (Grundschule)
in Oer-Erkenschwick
1986-1995 Besuch des Willy-Brandt-Gymnasiums
in Oer-Erkenschwick
Juni 1995 Abschluss mit allgemeiner Hochschulreife

Studienverlauf:

Oktober 1995 Immatrikulation an der Westfälischen
Wilhelms-Universität Münster
im Studienfach Zahnmedizin
23.09.1996 Naturwissenschaftliche Vorprüfung
30.03.1998 Zahnärztliche Vorprüfung
24.07.2001 Approbation als Zahnärztin

Beruflicher Werdegang:

01.11.2001- Assistenz Zahnärztin bei Dr. Burghard Berlin in Münster

31.03.2004

Seit 01.04.2004 Assistenz Zahnärztin bei Dr. Felicitas Schlinkert in Dortmund

Recklinghausen, den 18.08.2004

9 Anhang

9.1 Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: EINZEICHNEN DER REFERENZ-EBENE.....	13
ABBILDUNG 2: EINZEICHNEN DER OBERKIEFER-MARKIERUNGSLINIEN (ML 1-3)	13
ABBILDUNG 3: EINZEICHNEN DER UNTERKIEFER-MARKIERUNGSLINIEN (ML 4-8).....	14
ABBILDUNG 4: ÜBERTRAGUNG DES CHIRURGISCH-ORTHODONTISCH VISUALISIERTEN THERAPIEZIELS AUF DIE MODELLE [20].	15
ABBILDUNG 5: ÜBERSICHT ÜBER DIE BESTANDTEILE DES KD-MMS-SYSTEMS [22].	16
ABBILDUNG 6: KOFFER MIT FIXATIONS- UND POSITIONIERUNGSELEMENTEN [22].....	17
ABBILDUNG 7: ARTIKULATOR MIT BLAUEN UND ROTEN SOCKELPLATTEN [22].....	17
ABBILDUNG 8: MODELLE MIT SKELETTALEN UND DENTALEN REFERENZLINIEN [22].	17
ABBILDUNG 9: MODELLE MIT POSITIONIERUNGSELEMENTEN [22].	18
ABBILDUNG 10: OPERATIONS-PROTOKOLL [22].....	20
ABBILDUNG 11 (A UND B): SAGITTALE SPALTUNG DER AUFSTEIGENDEN UNTERKIEFERÄSTE NACH OBWEGESER/DAL PONT.....	22
ABBILDUNG 12: ANTERIORE OSTEOTOMIE NACH DELAIRE/JOOS.	24
ABBILDUNG 13: LE-FORT-I OSTEOTOMIE.....	25
ABBILDUNG 14: DOWN-FRACTURE	25
ABBILDUNG 15: VERLAUF DER LOGISTISCHEN REGRESSIONSKURVE.....	31
ABBILDUNG 16: GESCHLECHTSVERTEILUNG.	32
ABBILDUNG 17: ALTERSVERTEILUNG ZUM OPERATIONSZEITPUNKT.	33
ABBILDUNG 18: PATIENTENVERTEILUNG AUF DIE OPERATIONSART.....	34
ABBILDUNG 19: GESCHLECHTSVERTEILUNG AUF DIE OPERATIONSART.....	35
ABBILDUNG 20: AUSMAßE DER VERTIKALEN HOCHVERLAGERUNG BEI ISOLIERTEN UNTERKIEFEREINGRIFFEN	36
ABBILDUNG 21: AUSMAßE DER VERTIKALEN TIEFVERLAGERUNG BEI ISOLIERTEN UNTERKIEFEREINGRIFFEN	36
ABBILDUNG 22: AUSMAßE DER SAGITTALEN VORVERLAGERUNG BEI ISOLIERTEN UNTERKIEFEREINGRIFFEN	37

ABBILDUNG 23: AUSMAßE DER SAGITTALEN RÜCKVERLAGERUNG BEI ISOLIERTEN UNTERKIEFEREINGRIFFEN	37
ABBILDUNG 24: AUSMAßE DER VERTIKALEN HOCHVERLAGERUNG BEI ISOLIERTEN OBERKIEFEREINGRIFFEN.....	38
ABBILDUNG 25: AUSMAßE DER VERTIKALEN TIEFVERLAGERUNG BEI ISOLIERTEN OBERKIEFEREINGRIFFEN.....	38
ABBILDUNG 26: AUSMAßE DER SAGITTALEN VORVERLAGERUNG BEI ISOLIERTEN OBERKIEFEREINGRIFFEN.....	39
ABBILDUNG 27: AUSMAßE DER SAGITTALEN RÜCKVERLAGERUNG BEI ISOLIERTEN OBERKIEFEREINGRIFFEN.....	39
ABBILDUNG 28: AUSMAßE DER VERTIKALEN HOCHVERLAGERUNG IM OBERKIEFER BEI BIMAXILLÄREN EINGRIFFEN	40
ABBILDUNG 29: AUSMAßE DER VERTIKALEN TIEFVERLAGERUNG IM OBERKIEFER BEI BIMAXILLÄREN EINGRIFFEN	40
ABBILDUNG 30: AUSMAßE DER SAGITTALEN VORVERLAGERUNG IM OBERKIEFER BEI BIMAXILLÄREN EINGRIFFEN	41
ABBILDUNG 31: AUSMAßE DER SAGITTALEN RÜCKVERLAGERUNG IM OBERKIEFER BEI BIMAXILLÄREN EINGRIFFEN	41
ABBILDUNG 32: AUSMAßE DER VERTIKALEN HOCHVERLAGERUNG IM UNTERKIEFER BEI BIMAXILLÄREN EINGRIFFEN	41
ABBILDUNG 33: AUSMAßE DER VERTIKALEN TIEFVERLAGERUNG IM UNTERKIEFER BEI BIMAXILLÄREN EINGRIFFEN	42
ABBILDUNG 34: AUSMAßE DER SAGITTALEN VORVERLAGERUNG IM UNTERKIEFER BEI BIMAXILLÄREN EINGRIFFEN	42
ABBILDUNG 35: AUSMAßE DER SAGITTALEN RÜCKVERLAGERUNG IM UNTERKIEFER BEI BIMAXILLÄREN EINGRIFFEN	42
ABBILDUNG 36: SIGNIFIKANTE ANALYSEPUNKTE FÜR DIE ENTSCHEIDUNG „MONOGNATH“ ODER „BIGNATH“	45
ABBILDUNG 37: SIGNIFIKANTE ANALYSEPUNKTE FÜR DIE ENTSCHEIDUNG „ISOLIERTER OBERKIEFEREINGRIFF“ ODER „ISOLIERTER UNTERKIEFEREINGRIFF“ (III MANDIBULARPLANUMWINKEL S. ABBILDUNG 36).	49

9.2 Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: VARIABLEN DER ANALYSE.....	28
TABELLE 2: KLASSIFIZIERUNGSTABELLE MONOGNATH/BIGNATH (ZUR KODIERUNG DER VARIABLEN SIEHE ANHANG 9.3).	43
TABELLE 3: SIGNIFIKANTE VARIABLEN FÜR DIE WAHRSCHEINLICHKEIT EINES BIGNATHEN EINGRIFFS (ZUR KODIERUNG DER VARIABLEN SIEHE ANHANG 9.3).	44
TABELLE 4: KLASSIFIZIERUNGSTABELLE ISOLIERTER OK-/ISOLIERTER UK-EINGRIFF (ZUR KODIERUNG DER VARIABLEN SIEHE ANHANG 9.3).	47
TABELLE 5: SIGNIFIKANTE VARIABLEN FÜR EINEN ISOLIERTEN OBERKIEFEREINGRIFF (ZUR KODIERUNG DER VARIABLEN SIEHE ANHANG 9.3).	48

9.3 Variablenkodierung

Name	Typ	Variablenlabel	Wertelabel	Messniveau
name	String	Patientenname	Keine	Nominal
geb_dat	Datum	Geburtsdatum des Patienten	Keine	Metrisch
roe_datc	Datum	Datum der FRS	Keine	Metrisch
mod_dat	Datum	Datum der Modell-OP	Keine	Metrisch
op_datc	Datum	OP-Datum	Keine	Metrisch
age_op	Numerisch	Alter zur OP	Keine	Metrisch
sex	Numerisch	Geschlecht	1= männlich 2= weiblich	Ordinal
ok_uk_rc	Numerisch	OK- oder UK-Eingriff	0= nur UK 1= nur OK	Ordinal
bi_rc	Numerisch	monognath oder bignath	0= monognath 1= bignath	Ordinal
op_art_0	Numerisch	Ein/Zweikiefer/Genio	1= bignath 2= nur OK 3= nur UK 4= nur Genio	Ordinal
uk_schwr	Numerisch	Schwenk des UK nach rechts (in mm)	Keine	Metrisch
uk_schwl	Numerisch	Schwenk des UK nach links (in mm)	Keine	Metrisch
ok_schwr	Numerisch	Schwenk des OK nach rechts (in mm)	Keine	Metrisch
ok_schwl	Numerisch	Schwenk des OK nach links (in mm)	Keine	Metrisch
ok_vh_16	Numerisch	OK vertikal hoch Regio 16 (in mm)	Keine	Metrisch
ok_vh_13	Numerisch	Ok vertikal hoch Regio 13 (in mm)	Keine	Metrisch
ok_vh_11	Numerisch	Ok vertikal hoch Regio 11 (in mm)	Keine	Metrisch
ok_vh_23	Numerisch	Ok vertikal hoch Regio 23 (in mm)	Keine	Metrisch
ok_vh_26	Numerisch	Ok vertikal hoch Regio 26 (in mm)	Keine	Metrisch
ok_vt_16	Numerisch	OK vertikal tief Regio 16 (in mm)	Keine	Metrisch
ok_vt_13	Numerisch	OK vertikal tief Regio 13 (in mm)	Keine	Metrisch

Name	Typ	Variablenlabel	Wertelabel	Messniveau
ok_vt_11	Numerisch	OK vertikal tief Re- gio 11 (in mm)	Keine	Metrisch
ok_vt_23	Numerisch	OK vertikal tief Re- gio 23 (in mm)	Keine	Metrisch
ok_vt_26	Numerisch	OK vertikal tief Re- gio 26 (in mm)	Keine	Metrisch
ok_sv_16	Numerisch	OK sagittal vor Re- gio 16 (in mm)	Keine	Metrisch
ok_sv_13	Numerisch	OK sagittal vor Re- gio 13 (in mm)	Keine	Metrisch
ok_sv_11	Numerisch	OK sagittal vor Re- gio 11 (in mm)	Keine	Metrisch
ok_sv_23	Numerisch	OK sagittal vor Re- gio 23 (in mm)	Keine	Metrisch
ok_sv_26	Numerisch	OK sagittal vor Re- gio 26 (in mm)	Keine	Metrisch
ok_sz_16	Numerisch	OK sagittal zurück Regio 16 (in mm)	Keine	Metrisch
ok_sz_13	Numerisch	OK sagittal zurück Regio 13 (in mm)	Keine	Metrisch
ok_sz_11	Numerisch	OK sagittal zurück Regio 11 (in mm)	Keine	Metrisch
ok_sz_23	Numerisch	OK sagittal zurück Regio 23 (in mm)	Keine	Metrisch
ok_sz_26	Numerisch	OK sagittal zurück Regio 26 (in mm)	Keine	Metrisch
uk_vh_46	Numerisch	UK vertikal hoch Regio 46 (in mm)	Keine	Metrisch
uk_vh_43	Numerisch	UK vertikal hoch Regio 43 (in mm)	Keine	Metrisch
uk_vh_41	Numerisch	UK vertikal hoch Regio 41 (in mm)	Keine	Metrisch
uk_vh_33	Numerisch	UK vertikal hoch Regio 33 (in mm)	Keine	Metrisch
uk_vh_36	Numerisch	UK vertikal hoch Regio 36 (in mm)	Keine	Metrisch
uk_vt_46	Numerisch	UK vertikal tief Re- gio 46 (in mm)	Keine	Metrisch
uk_vt_43	Numerisch	UK vertikal tief Re- gio 43 (in mm)	Keine	Metrisch
uk_vt_41	Numerisch	UK vertikal tief Re- gio 41 (in mm)	Keine	Metrisch

Name	Typ	Variablenlabel	Wertelabel	Messniveau
uk_vt_33	Numerisch	UK vertikal tief Re- gio 33 (in mm)	Keine	Metrisch
uk_vt_36	Numerisch	UK vertikal tief Re- gio 36 (in mm)	Keine	Metrisch
uk_sv_46	Numerisch	UK sagittal vor Re- gio 46 (in mm)	Keine	Metrisch
uk_sv_43	Numerisch	UK sagittal vor Re- gio 43 (in mm)	Keine	Metrisch
uk_sv_41	Numerisch	UK sagittal vor Re- gio 41 (in mm)	Keine	Metrisch
uk_sv_33	Numerisch	UK sagittal vor Re- gio 33 (in mm)	Keine	Metrisch
uk_sv_36	Numerisch	UK sagittal vor Re- gio 36 (in mm)	Keine	Metrisch
uk_sz_46	Numerisch	UK sagittal zurück Regio 46 (in mm)	Keine	Metrisch
uk_sz_43	Numerisch	UK sagittal zurück Regio 43 (in mm)	Keine	Metrisch
uk_sz_41	Numerisch	UK sagittal zurück Regio 41 (in mm)	Keine	Metrisch
uk_sz_33	Numerisch	UK sagittal zurück Regio 33 (in mm)	Keine	Metrisch
uk_sz_36	Numerisch	UK sagittal zurück Regio 36 (in mm)	Keine	Metrisch
au_rot_v	Numerisch	Autorotation UK nach vorne	Keine	Metrisch
au_rot_o	Numerisch	Autorotation UK nach oben	Keine	Metrisch
au_rot_h	Numerisch	Autorotation UK nach hinten	Keine	Metrisch
au_rot_u	Numerisch	Autorotation UK nach unten	Keine	Metrisch
op_ok	Numerisch	durchgeführte OP- Art OK		Ordinal
op_uk	Numerisch	durchgeführte OP- Art UK		Ordinal
fax_1	Numerisch	Facial Axis prae-OP	Keine	Metrisch
fdep_1	Numerisch	Facial Depth prae- OP	Keine	Metrisch
mpla_1	Numerisch	Mandibular Plane prae-OP	Keine	Metrisch
igon_1	Numerisch	Inner Gonion Angle prae-OP	Keine	Metrisch

Name	Typ	Variablenlabel	Wertelabel	Messniveau
rm_1	Numerisch	Relative Mandibular Length prae-OP	Keine	Metrisch
mapos_1	Numerisch	Maxilla Position prae-OP	Keine	Metrisch
ppl_1	Numerisch	palatal plane prae-OP	Keine	Metrisch
rma_1	Numerisch	Relative Maxillary Length prae-OP	Keine	Metrisch
lfahi_1	Numerisch	Lower Facial Height prae-OP	Keine	Metrisch
cona_1	Numerisch	Convexity Of Point A prae-OP	Keine	Metrisch
rmarm_1	Numerisch	Relative Maxillary To Relative Mandibular Length prae-OP	Keine	Metrisch
lip_1	Numerisch	Lower Incisor Position prae-OP	Keine	Metrisch
lii_1	Numerisch	Lower Incisor Inclination prae-OP	Keine	Metrisch
uip_1	Numerisch	Upper Incisor Position prae-OP	Keine	Metrisch
uii_1	Numerisch	Upper Incisor Inclination prae-OP	Keine	Metrisch
ia_1	Numerisch	Interincisal Angle prae-OP	Keine	Metrisch
vermo_1	Numerisch	Vertical Molar Distance prae-OP	Keine	Metrisch
sagmo_1	Numerisch	Sagittal Molar Distance prae-OP	Keine	Metrisch
lowli_1	Numerisch	Lower Lip To E-Line prae-OP	Keine	Metrisch
upli_1	Numerisch	Upper Lip Drape prae-OP	Keine	Metrisch

9.4 Source-code des Kalkulators

```
function predict ()
{
var
ac-
cept,accept2,fdep,mpla,lip,sagmo,pred,pred2,e,x,x2,z,z2,k,k2,ausgabe,sex,igon
,lfahi,cona;

e
= 2.718281828459;

accept = confirm ("This is a test version!\n NO WARRANTY FOR
CORRECTNESS \n© Poliklinik fuer Kieferorthopaedie, WWU Muenster");

if
(accept==true)
{

    fdep = prompt ("Eingabe: \nFacial Depth (II), norm
value (9-jear old indiv.) = 87");
    mpla = prompt ("Eingabe: \nMandibular
plane (III), norm value (9-jear old indiv.) = 26");
    lip = prompt ("Eingabe:
\nLower Incisor Position (XII), norm value (9-jear old indiv.) = 1");
    sagmo
= prompt ("Eingabe: \nSagittal Molar Distance (XVIII), norm value (9-jear old
indiv.) = 12");

    z = -15.204+0.136*fdep+0.106*mpla+0.80*lip-0.049*sagmo;

    x = z*(-1);
    k = Math.pow (e,x);
    pred = 1/(1+k);

    if (pred <
0.7)
    {
        ausgabe = "1 = two jaw / 0 = one jaw / 0.5 = I don't know
\nThe probability of bignathic surgery is p = " +pred;
        accept2 = confirm
(ausgabe + "\n\nDo you want to calculate the probability of exclusive Maxilla
surgery ?");

        if (accept2 == true)
        {
```

```

sex =
prompt ("Eingabe: \nmale (1) oder female (2) ?");
igon = prompt
("Eingabe: \nInner Gonion angle (IV), norm value (9-year old indiv.) = 154");

lfahi = prompt ("Eingabe: \nLower Facial Height (IX), norm value (9-year
old indiv.) = 45");
cona = prompt ("Eingabe: \nConvexity of Point A
(X), norm value (9-year old indiv.) = 2");

z2 =
-5.061+0.591*sex+0.058*mpla-0.011*igon+0.081*lfahi-0.195*cona;
x2 =
z2*(-1);
k2 = Math.pow (e,x2);
pred2 = 1/(1+k2);

alert ("The probability of exclusive Maxilla surgery is p = "+pred2);

}

}
else
{
alert ("The
probability of bignathic surgery is p = " + pred);
}

}

}

```