

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

**PROGNOSEFAKTOREN FÜR DIE  
ENTSCHEIDUNG MONO- ODER BIGNATHER  
EINGRIFFE IN DER ORTHOGNATHEN  
CHIRURGIE HINSICHTLICH DER MODELL-OP  
MIT DEM KDMMS-SYSTEM**

**INAUGURAL – DISSERTATION**

zur

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

vorgelegt von:  
Gronau, Marny  
aus Herten  
2010

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

Dekan: Prof. Dr. Wilhelm Schmitz

1. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr.med.dent. Thomas Stamm

2. Berichterstatter: Prof. Dr.med. Dr.med.dent. Johannes Kleinheinz

Tag der mündlichen Prüfung: 1. Oktober 2010

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

Referent: Priv.-Doz. Dr.med.dent. Thomas Stamm  
Koreferent: Prof. Dr.med. Dr.med.dent. Johannes Kleinheinz

### **Zusammenfassung**

#### **PROGNOSEFAKTOREN FÜR DIE ENTSCHEIDUNG MONO- ODER BIGNATHER EINGRIFFE IN DER ORTHOGNATHEN CHIRURGIE HINSICHTLICH DER MODELL-OP MIT DEM KDMMS-SYSTEM**

Gronau, Marny

Für eine kombiniert kieferchirurgisch-kieferorthopädische Therapie ist eine interdisziplinäre Zusammenarbeit Voraussetzung. Dabei ist eine optimale Therapieplanung wichtig und entscheidend für den Erfolg der geplanten Maßnahme. Grundlegend dabei ist eine frühzeitige Entscheidung für eine Operationsart, um eine entsprechend gute Vorbehandlung zu leisten und den Patienten schnellstmöglich über den Behandlungsablauf und die daraus hervorgehenden Risiken aufklären zu können. Mit den vorliegenden Befundunterlagen sollte dies bei der Erstberatung mit dem Patienten besprochen werden. Trotz umfangreicher diagnostischer Auswertungen zur Bestimmung einer passenden Therapieform gibt es selbst für erfahrene Behandler Grenzfälle bei der Entscheidung, ob ein mono- oder bignather Eingriff notwendig ist.

Ziel dieser Arbeit ist, Faktoren zu finden, die zu einer Entscheidung zwischen mono- oder bignather Operation verhelfen, um dem Patienten idealerweise bei der Erstberatung eine differenzierte Risikoaufklärung zu ermöglichen und gleichzeitig die hierfür notwendige Planungssicherheit für den Behandler zu erhöhen.

Dazu wurden 1354 Patientenfälle untersucht, bei denen eine Dysgnathieoperation in der ZMK Münster durchgeführt worden ist. Hierfür wurden retrospektiv von jedem Patienten die Daten der Planungsbögen der Modelloperation mit dem KDMMS System evaluiert und die dazu entsprechenden Werte mit einer Logistischen Regressionsanalyse ausgewertet. Durch eine schrittweise Vorwärtsselektion wurde das multivariate Modell auf die signifikanten Variablen reduziert und im Anschluss einzeln in einem univariaten Modell bewertet. Um die Auswertung direkt für die klinische Anwendung zugänglich zu machen, wurden direkt für jeden Wert die Fälle 0 bis 6 mm Verlagerung berechnet.

Dabei ergaben sich für 15 Werte entsprechende Tabellen, anhand derer man die Wahrscheinlichkeit für einen bignathen Eingriff in Prozent ablesen kann. Vor allem eine Hochverlagerung in dem Bereich des anterioren Oberkiefers (ant. Gummy-Smile) zeigte sich dabei als signifikanter Prädiktor für eine bignathe Operation, ebenso eine Hochverlagerung im posterioren Oberkiefer, sowie die sagittale Rückverlagerung der Maxilla.

Der Behandler hat somit eine Entscheidungshilfe und kann in Grenzfällen den Entschluss für eine mono- oder bignathe Operation besser treffen. Dementsprechend kann der Patient über den Ablauf seiner Behandlung und den damit verbundenen Risiken aufgeklärt werden.

Tag der mündlichen Prüfung: 1. Oktober 2010

Für Mama

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>1</b>
1.1	Chirurgische Kieferorthopädie- Orthognathe Chirurgie	1
1.2	Entwicklung der orthognathen Chirurgie – ein historischer Rückblick	2
1.3	Heutiger Stand der orthognathen Chirurgie – Das Konzept an der ZMK Münster	6
1.3.1	Allgemein	6
1.3.2	Praktischer Ablauf der kombiniert kieferchirurgisch-kieferorthopädische Therapie	8
1.4	Operationstechniken	21
1.4.1	Unterkieferosteotomien	21
1.4.2	Oberkieferosteotomien	24
1.4.3	Kombination verschiedener Osteotomieverfahren	25
1.5	Problemstellung	25
1.6	Zielsetzung vorliegender Arbeit	26
<b>2</b>	<b>MATERIAL UND METHODE</b>	<b>27</b>
2.1	Patienten	27
2.2	Methode	27
2.3	Statistik	27
<b>3</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>29</b>
3.1	Patienten	29
3.1.1	Geschlechtsverteilung	29
3.1.2	Altersverteilung	30
3.1.3	Verteilung auf die Operationsart	31
3.1.4	Operationsart und Geschlecht	32
3.1.5	Ausmaß der operativen Verlagerung	33
3.2	Ergebnisse der Logistischen Regressionsanalyse	41
3.2.1	Wahrscheinlichkeiten für einen bignathen Eingriff	41

<b>4</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>53</b>
<b>4.1</b>	<b>Diskussion der Methode und der Patientendaten</b>	<b>53</b>
4.1.1	Methode	53
4.1.2	Patientendaten	53
4.1.3	Art der durchgeführten Operationen und Verlagerungsausmaß	54
<b>4.2</b>	<b>Diskussion der Ergebnisse</b>	<b>55</b>
4.2.1	Interpretation der Regressionsschätzung	55
4.2.2	Wahrscheinlichkeiten für einen bignathen Eingriff	55
<b>4.3</b>	<b>Bedeutung der Ergebnisse für die Planung kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgischer Patientenfälle</b>	<b>55</b>
<b>4.4</b>	<b>Kritische Beurteilung und Schlussfolgerung</b>	<b>60</b>
<b>5</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>61</b>
<b>6</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>63</b>
<b>7</b>	<b>DANKSAGUNG</b>	<b>71</b>
<b>8</b>	<b>LEBENS LAUF</b>	<b>72</b>
<b>9</b>	<b>ANHANG</b>	<b>I</b>
9.1	Abbildungsverzeichnis	I
9.2	Tabellenverzeichnis	IV
9.3	Variablenkodierung	VI

# **1 Einleitung**

## **1.1 Chirurgische Kieferorthopädie- Orthognathe Chirurgie**

Spricht man von chirurgischer Kieferorthopädie, so spricht man von allen operativen Maßnahmen, die zur Korrektur von angeborenen und erworbenen Dysgnathien zählen. Dabei handelt es sich um eine anormale Lage beziehungsweise Gestalt einer oder beider Kiefer, die oft einhergehen mit funktionellen Störungen des Kauorgans oder Deformitäten der Kiefer-Gesichtsregion [68]. Eine Dysgnathie kann symmetrisch oder asymmetrisch mit gestörter Okklusion und Artikulation auftreten, wobei eine gestörte Lagebeziehung der Kiefer zueinander oder zur Schädelbasis vorkommen kann. Dysgnathien haben unterschiedlichste Ursachen, die häufig mit der Entwicklung einhergehen. Es gibt syndromale und nichtsyndromale Wachstumsstörungen. Syndromale Wachstumsprobleme äußern sich je nach Art des bei Patienten vorhandenen Syndroms. Bei den nichtsyndromalen Wachstumsproblemen ist das Gleichgewicht der verschiedenen Einflussfaktoren gestört, wobei die Möglichkeit der Vererbung diskutiert wird, aber auch eine gestörte Funktion kann Auslöser sein. Hingegen haben die Erworbenen Wachstumsstörungen meist traumatische Ursachen, zum Beispiel durch Frakturen. Die so entstehenden falschen Kieferpositionen werden schließlich durch das Wachstum skelettal fixiert und können zu einer Vielzahl an Problemen führen. Unter dem Begriff Dysgnathie wird eine Vielzahl an Krankheitsbilder zusammengefasst, allen gemeinsam jedoch ist, dass erst nach Wachstumsabschluss chirurgische Maßnahmen in Betracht gezogen werden. Während des Wachstums gibt es die Möglichkeit mit kieferorthopädischen Hilfsmitteln erfolgreich zu behandeln. Kleinere Diskrepanzen sind unter Umständen durch eine orthodontische Korrektur, dentoalveoläre Kompensation, regulierbar unter der Voraussetzung einer akzeptablen Funktion und Ästhetik [68]. Was die Häufigkeit von skelettalen Deformationen betrifft, so ist dies regional sehr unterschiedlich. Es gibt keine konkreten Zahlen über die Anzahl der skelettalen Abweichungen, die einer chirurgischen Behandlung bedürfen. Die Therapie erfolgt interdisziplinär mit Kieferorthopäden und Mund-Kiefer-Gesichtschirurgen. Dabei ist die Erstellung von diagnostischen Unterlagen und deren Auswertung sowie eine sorgfältige Anamnese, klinische Untersu-

chung und Erörterung der Patientenwünsche eine Grundvoraussetzung. Für die Diagnostik, Behandlungsplanung, Verlaufs- und Rezidivkontrolle in der orthognathen Chirurgie gibt es unterschiedliche Hilfsmittel. Unabdingbar sind im Normalfall die Modellanalyse, Modell-OP und Röntgenaufnahmen wie bspw. das Orthopantomogramm und das seitliche Fernröntgenbild [11]. Bei der Fernröntgenseitenbildanalyse werden Schädel- und Gesichtsstrukturen vermessen, und durch Vergleiche mit Normwerten wird die Diagnose erstellt. Mit Hilfe der Durchzeichnung der Konturen erhält man eine zweidimensionale Wiedergabe der Situation. Die Modellanalyse und die Modell-OP geben eine dreidimensionale Information, und die weiteren Röntgenbilder dienen zur Vervollständigung der Diagnose.

## **1.2 Entwicklung der orthognathen Chirurgie – ein historischer Rückblick**

Die kieferorthopädische Diagnostik und Therapie wird historisch und zeitlich wie folgt unterteilt: Das kieferorthopädische Altertum, die Zeit der Etrusker, das Mittelalter, auch Vor- Angle- Zeit genannt, und die kieferorthopädische Neuzeit gegen Ende des 19. Jahrhunderts.

Bis ins 1. Jahrhundert v. Chr. und weiter reicht das Bestreben nach Zahnstellungskorrekturen nachweislich zurück. Bei Hippokrates finden sich um 400 v. Chr. erste Beschreibungen von Unregelmäßigkeiten der Zahnstellung. In der Zeit zwischen 25 v. bis 50 n. Chr. empfahl Celsus die Entfernung von Milchzähnen, wenn der bleibende Zahn davon beim Durchbruch abgelenkt wird. Galen beschrieb 129-199 n. Chr. erste Behandlungsmöglichkeiten durch Bearbeitung der Zähne mit Feilen bei Abweichungen der Zahnstellung infolge von Platzmangel. Erste Hinweise auf die Zahnextraktion im Dienste der Zahnregulierung gab Fabricius 1619. Pierre Fauchard veröffentlichte 1728 das Buch „Le Chirurgien Dentiste“ und beschrieb den Labialbogen aus Elfenbein als orthodontische Apparatur. Hunter setzte 1750 einen Metallbogen mit Ligaturen ein. Eine große Zahl unterschiedlichster Regulierungsapparate stand im 19. Jahrhundert zur Auswahl, bei der unterschiedlichste mechanische Möglichkeiten ausgenutzt wurden und die sich im Laufe der Zeit immer weiter entwickelten und verändert wurden [42].

Zu dieser Zeit findet man auch die Ursprünge der orthognathen Chirurgie. Sie wurde primär dazu angewendet, klinisch sichtbare Malformationen durch beispielsweise Verbrennungen oder Frakturen durch eine einzige Operation zu behandeln [32]. Erst Mitte des vergangenen Jahrhunderts kam die Erkenntnis, dass eine umfassende zusätzliche perioperative Therapie der Okklusionsstörungen, die im Zusammenhang mit diesen Kieferfehlstellungen steht, von großer Bedeutung ist. Im Jahre 1849 dokumentierte Hüllihen in den USA die erste Osteotomie an der Mandibula zum Schluss eines offenen Bisses [19, 32, 72]. Dabei führte er eine keilförmige Segmentosteotomie im lateralen vorderen Alveolarabschnitt durch und setzte den mobilisierten fixierten Frontzahnbereich in neuer Position ein [32]. Eine erste Prognathie-Operation, die sog. St.-Louis-Operation [63], wurde 1897 ebenfalls in den USA von Vilray Pappin Blair, dem Zahnarzt James W. Whipple und dem Kieferorthopäden Edward Hartley Angle durchgeführt [32]. Ohne Rücksicht auf den Mandibularkanal wurde der horizontale Unterkiefer gespalten, durch Drahtosteosynthese fixiert und zusätzlich eine mandibuläre-maxilläre Fixation angelegt. Zur zukünftigen besseren Planung schlug Angle danach eine Modelloperation vor dem Eingriff vor. Parallel dazu wurde in Frankreich die Unterkieferrückverlagerung durch eine beidseitige Kondylektomie erreicht [32]. Bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts waren zahlreiche Chirurgen bemüht neue und bessere Methoden der Umstellungsosteotomie zu finden. So zum Beispiel Dingmann 1944, der eine zweizeitige später einzeitige Osteotomie des horizontalen Unterkieferastes durchführte [32]. Diese Methoden waren aber mit Nachteilen verbunden. Durch die kleinen Knochenanlagerungsflächen fiel die Positionierung ungenau aus. Durch eine mangelnde Fixierung und eine daraus resultierende erhöhte Mobilität kam es bei intraoralem Zugang zu einer erhöhten Infektionsgefahr für den Knochen, Pusbildungen und zu einer pathologischen Heilung mit Pseudoarthrosen [66]. Die Gefahr versuchte Blair zu minimieren, in dem er später einen extraoralen Zugang wählte. Anfang des 20. Jahrhunderts wurden dann schließlich die Osteotomiestellen zunehmend in den Bereich des aufsteigenden Unterkieferastes verlegt. Dabei wird die Erstbeschreibung dieser Operation verschiedenen Autoren zugesprochen. Unter anderem William Arbuthnot Lane aus London, Blair in den USA [32] und William Wayne Babcock aus Philadelphia [77]. Es folgten verschiedene Osteotomieverfahren im aufsteigenden Ast des Unterkiefers und im Kieferkörper-

per, so zum Beispiel 1918 durch Bruhn und Lindemann, später Kostecka und 1922 Schloessmann [32]. Diese Modifikationen wurden zunächst von extraoral durchgeführt. Später aber durch die Entwicklung eines geeigneten Instrumentariums und die Entwicklung des Antibiotikums nach enoral verlegt. So entwickelten 1955 Obwegeser und Trauner die sagittale, stufenförmige Spaltung des aufsteigenden Unterkieferastes von enoral, welche immer noch die am meisten verwendete Osteotomie im Unterkiefer ist und bis heute als Standardmethode gilt [63, 77]. Giorgio dal Pont bezog 1958 noch den Unterkieferrand mit ein, um eine größere Knochenanlagerungsfläche zu schaffen. Weitere Modifikationen folgten 1968 durch Hunsrück und 1977 durch Epker [66].

Die erste Osteotomie im Oberkiefer führte 1859 Bernhard von Langenbeck durch. Diese erste Le-Fort-I-Osteotomie diente zur Resektion nasopharyngealer Polypen [19, 63]. Wirklich eingeführt wurde sie 1894 von Cunningham und 1896 von Talbot [63]. 1921 wurde eine frontale Segmentosteotomie von Cohn-Stock angegeben. Wassmund führte 1927 die erste inkomplette und Axhausen 1934 die erste komplette Mobilisation eines Oberkiefers durch [63]. Trotz dieser frühen Dokumentation der Oberkieferosteotomien wurden bis in die 60er-Jahre hinein praktisch nur Unterkieferosteotomien durchgeführt. Die anatomische Situation schien komplizierter und die Sorge vor einer Verletzung der A. maxillaris mit nachfolgender Nekrose des gesamten Oberkiefers war groß. Erst als Studien zeigten, dass die Vaskularisierung auch zu einem beträchtlichen Teil über die palatinale Schleimhaut und angrenzende Weichteilstrukturen erfolgt und nicht nur über die A. maxillaris allein, nahm die Zahl der Oberkieferosteotomien zu [66].

Die erste bignathe Umstellungsosteotomie wurde 1970 von Obwegeser durchgeführt. In nur einer Operation erfolgte die Angleichung des Oberkiefers an den Unterkiefer mit funktionell besseren Ergebnissen bei geringerer Rezidivrate und guter Ästhetik [72]. Später folgte die Entwicklung der Le-Fort-III-Osteotomie durch Tessier und der Plattenosteosynthesen für den Gesichtsschädel, die zu zahlreichen Vorteilen bei der Behandlung führte [66].

Eine routinemäßige Verbreitung der Dysgnathieoperationen begann also erst in der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts. Einerseits durch Köle, der 1959 die Entwicklung der Segmentosteotomien systematisch aufgearbeitet hat, andererseits führten Veröffentlichungen von Obwegeser im Jahre 1955 zu einer weltweiten Verbreitung der sagittalen Spaltung des aufsteigenden Unterkieferastes (Obwegeser 1969) [68]. Des Weiteren führte die detaillierte Beschreibung der Down-Fracture-Technik nach Bell (1975) zu einer Etablierung dieser Methoden als Standardverfahren [68].

Von der anfänglichen Orientierung an der Okklusion, folgend von der Aufgabe der Profilverbesserung und schließlich mit Hinblick auf funktionelle Aspekte entwickelte sich die orthognathe Chirurgie [63]. Erkennbar ist diese Entwicklung auch in der Häufigkeit der durchgeführten Operationen. In der Zeit zwischen 1978 und 1985 wurden die Hälfte aller Patienten mit einer Klasse III mittels sagittaler Spaltung des aufsteigenden Unterkieferastes behandelt. Zwischen 1985 und 1990 nahm die Anzahl der isolierten Unterkiefereingriffe rapide ab, die Anzahl der Eingriffe im Oberkiefer verdoppelte sich jedoch und auch die Anzahl der bimaxillären Eingriffe stieg aufgrund der Weiterentwicklung der Le-Fort-I-Osteotomie [6].

Neben der chirurgischen Entwicklung der Verfahren, entwickelte sich auch die weitere Diagnostik. So entstanden 1922 von Pacini erste standardisierte Röntgenaufnahmen des Schädels. Hofrath und Broadbent verfeinerten die Kephalometrische Technik 1931 und führten sie in die Kieferorthopädie ein. 1952 entwickelte Downs eine Methode, die der Verwendung der kephalometrischen Messwerte bei der Diagnose und Behandlungsplanung dienen und aus der später eine Vielzahl an Analyseverfahren zur Diagnose und Messung kraniofazialer Wachstumsmuster hervorgingen [39].

## **1.3 Heutiger Stand der orthognathen Chirurgie – Das Konzept an der ZMK Münster**

### **1.3.1 Allgemein**

Stellt sich heute ein Patient mit einer Dysgnathie in der Kieferorthopädischen Abteilung des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde des Universitätsklinikums Münster vor, erhält er zunächst eine Erstberatung in der Dysgnathiesprechstunde. Dabei erfolgt eine eingehende klinische und radiologische Untersuchung mit Diagnostik, Besprechung des Behandlungsplanes und -verlaufes, sowie eine Aufklärung über etwaige Probleme und Risiken. Durch Handröntgenaufnahmen und Skelettszintigraphie klärt man bei Unsicherheiten, ob noch Wachstum vorhanden ist und schließt eventuell vorhandene Kontraindikationen aus. Nach der Erstberatung wird ein interdisziplinärer Bericht mit Befund und Therapieplanung einschließlich wahrscheinlicher Operationsmethode, Art der Vorbehandlung und begleitenden Maßnahmen, wie zum Beispiel Logopädie, Prothetik, o.ä., erstellt. Dabei gehören ein Registrat, Modelle, OPG, FRS sowie en face- und Profilfotos zu den Standardunterlagen. Man macht eine Weichteilanalyse, bei der der Verlauf der Lippen hinsichtlich der oberen Frontzähne beurteilt wird. Auch vorhandene Diskrepanzen und Asymmetrien zwischen dentaler und skelettaler Gesichtsmitte und die Lage der Okklusalebene werden untersucht. Je nach Ergebnis werden weitere Untersuchungen notwendig, wie beispielsweise eine individuelle Schanierachsbestimmung bei Asymmetrien und isolierten Oberkiefereingriffen mit vertikalen Veränderungen oder eine FRF (nach der XV-Punkte-Analyse nach Prof. Dr. U. Ehmer) bei Laterognathie, Asymmetrien oder transversal unterentwickeltem Oberkiefer.

Direkt zu Beginn der kieferorthopädischen Behandlung muss festgelegt werden, ob eine Therapie rein orthodontisch oder kombiniert mit einem chirurgischen Eingriff erfolgen soll, da die Zahnbewegung sonst entgegen der konservativen Behandlung verläuft [75].

Vorab werden Allgemeinerkrankungen wie Infektionen oder Störungen des Hals-Nasen-Rachenraumes therapiert. Parodontale, konservierende, endodontische und evtl. prothetische Maßnahmen sollen abgeschlossen sein. Auch müssen eventuell vorhandene Habits und kranio-temporo-mandibuläre Dysfunktionen therapiert werden. Eine eventuell erforderliche Entfernung dritter Molaren sollte ebenfalls frühzeitig erfolgen, im Unterkiefer mindestens sechs Monate vor einer sagittalen Unterkieferspaltung, um dem Risiko eines „bad splittings“ vorzubeugen [25].

Bei den kombiniert kieferorthopädisch chirurgischen Behandlungen beginnt die Therapie mit einer dentoalveolären Dekompensation durch Zahnaufrichtung, Derotation und Auflösung von Engständen, bei der der dentoalveoläre Ausgleich skelettaler Diskrepanzen aufgehoben wird. Die Zähne werden ihrer Basis entsprechend ideal positioniert, was vorübergehend zu einer Verschlimmerung der Dysgnathie führen kann. Somit erhält man zwei optimal ausgeformte Zahnbögen, die man dann intraoperativ in einer Klasse I zuordnen kann, wobei in Münster der Grundsatz gilt: „Vor Chirurgie nur soviel Vorbehandlung wie notwendig und keine volle Ausbehandlung im Sinne der Feinstellung“. Dazu werden passiv angebogene Stahlbögen, auch Null-Bögen genannt, benutzt, die mit Tieback oder Chinchback verblockt werden. Diese Null-Bögen enthalten keine aktiven Elemente und sind keine Idealbögen, sondern dem Status präsens vor Chirurgie angepasste passive Verblockungsbögen, die bei Verwendung der 18er-Technik mindestens eine Stärke von 0,016“ Square oder 0,016“ x 0,22“ besitzen müssen. Eine Feinstellung wird durch postoperative Weiterbehandlung mit Multiband erreicht; der Beginn ist dabei ca. 6 - 8 Wochen postoperativ. Um die einzelnen Schritte der Vorbehandlung zu kontrollieren und eventuelle Fehlverläufe zu korrigieren, sollte der Patient innerhalb der Vorbehandlungsphase zu einer interdisziplinären Therapie-Verlaufssprechstunde erscheinen.

4 - 6 Wochen vor dem Eingriff sollte die aktive Phase der Vorbehandlung beendet sein und der erreichte Status mit verblockten, passiven und ausreichend dimensionierten Bögen, wie oben schon beschrieben, aufrecht erhalten werden.

Der ambulante Vorbereitungstermin findet eine Woche vor der Operation statt. Dabei werden zuvor beschriebene aktuelle diagnostische Unterlagen angefertigt mit der Besonderheit, dass Oberkiefer und Unterkieferabformung zweimal mit Gips ausgegossen werden. Das erste Modell, das mit breiten Basen angefertigt wird, dient der späteren Operationssimulation im Artikulator, der Zweitausguss dient zur Herstellung der herkömmlichen Zwischenmodelle.

### 1.3.2 Praktischer Ablauf der kombiniert kieferchirurgisch-kieferorthopädische Therapie

Zu Beginn steht die 2-dimensionale Operations-Planung. Dazu notwendige Unterlagen sind ein FRS, die FRS-Analyse, eine Durchzeichnung, Acetatfolie und ein Weichteilbogen.

Im ersten Schritt werden die gemeinsamen Referenzebenen von Patient und Artikulator im FRS konstruiert. Dazu zeichnet man zunächst die FH (von Orbitale bis Oberrand des Porus acusticus externus) ein und konstruiert dann die SAO ( $7^\circ$  caudal der FH in orbitale nach SLAVICEK). Anschließend erfolgt die Einzeichnung der ungefähren Osteotomie Ebenen in einer Durchzeichnung; dabei wird das in Münster entwickelte 8-Ebenen-System verwendet (Abb. 1).

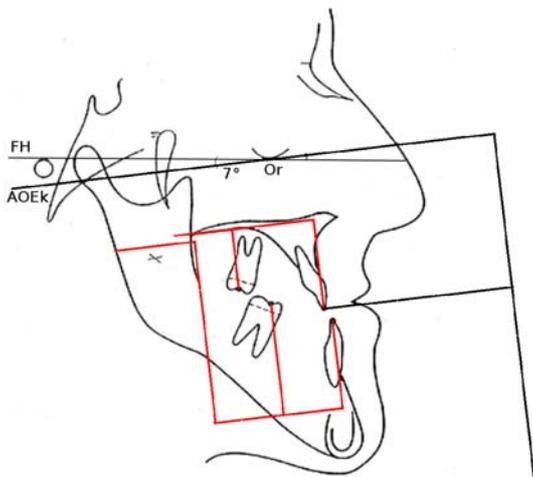


Abbildung 1: Einzeichnen der Osteotomie Ebenen

Das in Münster verwendete Münsteraner AO-MLS (ML 1-ML8) orientiert sich an der Achs-Orbital-Ebene (AO-E), womit identische Referenzebenen sowohl in der FRS als auch für den Artikulator vorliegen. Zusätzlich zu den differenten kephalometrischen Analysen für die Chirurgieplanung wird das Münsteraner Markierungs-Linien-System konstruiert. Zunächst werden die Referenzebenen eingezeichnet, die FH (Frankfurter Horizontale) und die AOEk (Konstruierte Achs-Orbital-Ebene ( $7^\circ$  zur FH)) (Abb. 2).

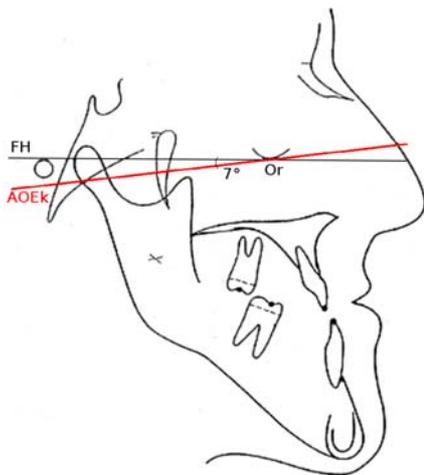


Abbildung 2: Einzeichnen der Referenzebenen FH und AOEk

Anschließend werden die Oberkiefer-Markierungslinien eingezeichnet. Zunächst ML 1, die Inzisalkantensenkrechte. Sie verläuft durch den OK 1er und senkrecht zur AOE. ML 2 markiert den Osteotomiebereich. Sie verläuft parallel zur AOE, dabei 5mm kranial der kranialsten Wurzelspitze der OK Molaren und kann je nach Operationsvariante variiert werden. ML 3 ist die Okklusalfächen-Halbierungssenkrechte des OK 6er. Sie verläuft senkrecht zur AOE durch den konstruierten Molarenbezugspunkt OK 6er (Abb. 3).

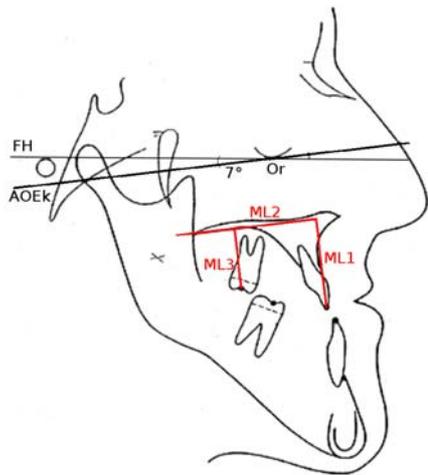


Abbildung 3: Einzeichnen der Oberkiefermarkierungslinien ML 1, ML 2 und ML 3

Als nächstes werden die Molarenbezugspunkte, die okklusalen Mittelpunkte des OK und UK 6-Jahr Molaren, eingezeichnet. Diese haben sich im dreidimensionalen Artikulatormodell und in der zweidimensionalen FRS als am besten lokalisierbar und reproduzierbar erwiesen. Man verbindet den mesialen mit dem distalen Molarenkontaktpunkt, halbiert die Strecke und zieht ein Lot auf die Okklusionsfläche. Dabei sind zum Beispiel durch die Wahl von Molaren-Höcker-Punkten individuelle Variationen möglich. Danach werden die Unterkiefer-Markierungslinien konstruiert. ML 4 ist die Inzisalkantensenkrechte des UK 1er und verläuft senkrecht zu AOE. ML 5 ist die sagittale UK Markierungslinie, die 5 mm kaudal der kaudalsten UK-Front-zahnwurzelspitze und parallel zur AOE verläuft. Sie teilt nach kaudal den für die Planung von Genioplastiken theoretisch maximal verschiebbaren Kinnanteil ab.

ML 6 ist die Okklusalfächen-Halbierungssenkrechte des UK 6er. Sie verläuft senkrecht zur AOE durch den konstruierten Molarenbezugspunkt UK 6er. ML 7 kennzeichnet den Osteotomiebereich der vorderen sagittalen Spaltung. Sie verläuft senkrecht zur AOE durch den Alveolarfortsatzbereich, wo der Corpus in den Ramus des Unterkiefers übergeht. ML 8 kennzeichnet den Osteotomiebereich oberhalb des Foramen mandibulae und verläuft 5mm kranial des Punktes Xi parallel zur AOE (Abb. 4).



Nun folgt die zweidimensionale OP-Simulation per Hand, indem die beiden Acetatfolien auf der FRS-Durchzeichnung auf die jeweils gewünschten Normwerte verschoben werden. Möchte man die Weichteilveränderungen simulieren, werden auf einer dritten Acetatfolie die Weichteilkonturen neu konstruiert, da die Weichgewebe nicht zu 100 % den knöchernen Verlagerungen folgen. Als Hilfe dafür dienen die Prozent-Werte nach WOLFORD, HILLARD und DUGAN.

Eine weitere Möglichkeit besteht auch in der Simulation per EDV, da unterschiedlichste Software-Lösungen zur Verfügung stehen. Die Verschiebung der durchgezeichneten anatomischen Strukturen wird dabei jeweils virtuell auf dem Monitor simuliert.

Nun folgt die Übertragung der 2-dimensionalen Verlagerungswerte und Markierungslinien aus dem FRS auf die im Artikulator montierten Modelle (Abb. 6).

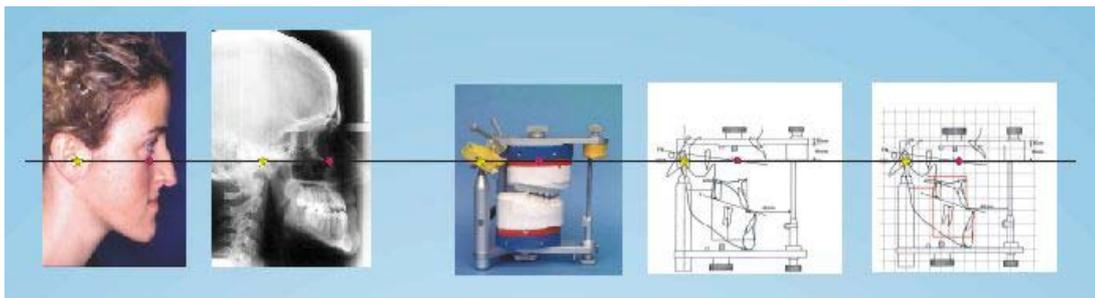


Abbildung 6: Veranschaulichung der Übertragung der 2-dimensionalen Werte und Linien auf die Modelle

Somit kann die dreidimensionale Operationssimulation erfolgen, indem man das in der FRS ermittelte Ausmaß der vertikalen und sagittalen Verlagerung auf weitgehend identische Punkte an den Modellen überträgt. Die Qualität der postoperativen Okklusion kann durch die Modelloperation besser beurteilt werden als anhand gemittelter Durchzeichnungen der beiden Kieferhälften. Auch werden Kippungen in der Transversalen evident, die in der zweidimensionalen Darstellung unerkannt bleiben würden [20].

In Münster wird die 3-dimensionale Operations-Planung mit dem Münsteraner Kalibrierten Doppelsockelverfahren (KD-MMS) durchgeführt (Abb. 7).

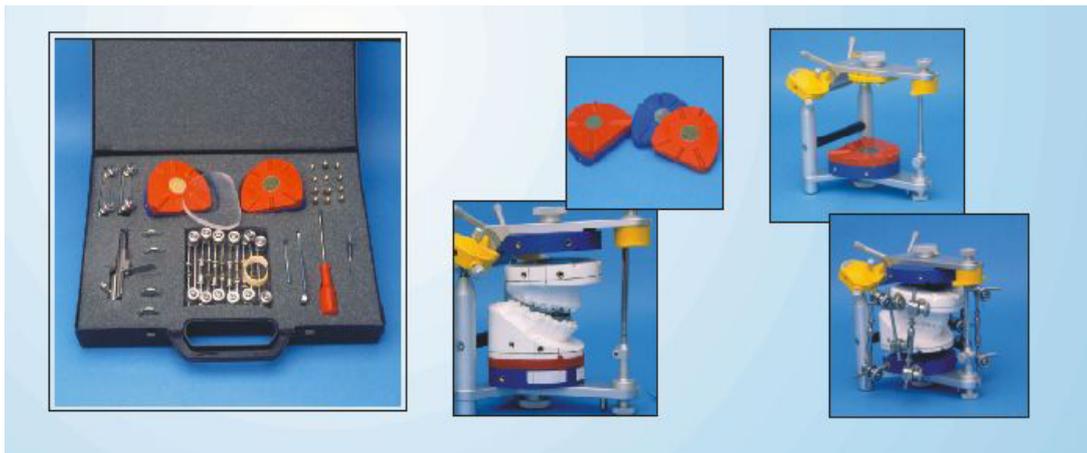


Abbildung 7: Übersicht KDMMS-System Equipment

Im Wesentlichen besteht das System aus roten und blauen Sockelplatten zum Austausch zu den herkömmlichen Montageplatten, einer Messwertübertragungslehre, Positionierungs- und Fixationselementen zur Verbindung der Modelle mit dem Artikulatorober- bzw. -unterteil oder untereinander. Die transparenten, konfektionierten Platten dienen der Simulation einer sagittalen Vor- oder Rückverlagerung ohne Vertikalverlust.

Als erstes bereitet man den Artikulator vor, indem man die üblichen Montageplatten je nach OP-Planung im Ober- und Unterkiefer gegen die kalibrierten blauen und roten Sockelplatten tauscht. Das Oberkiefermodell wird mit der Montagehilfe schädelbezüglich einartikuliert (Abb. 8).



Abbildung 8: Schädelbezügliche Einartikulierung

Der Stützstift wird nun auf die vertikale Veränderung des Zentrikbisses (ca. plus 60 % der interinzisalen Sperrung) eingestellt, sodass der Gegenkiefer einartikuliert werden kann. Entfernt man den überschüssigen Gips, erkennt man, dass die Modellkanten automatisch parallel zur Achs-Orbital-Ebene (AOE) verlaufen (Abb. 9).



Abbildung 9: Einartikulierte Gegenkiefermodell

Nun überträgt man die ungefähren Le Fort I-Osteotomieebene im Oberkiefer. Dabei wird die Messwertübertragungslehre auf den Stützstift im Ober- oder Unterkiefer aufgeschoben (Abb. 10) und der zuvor im Rahmen der 2-dimensionalen OP-Planung ermittelte vertikale Abstand der ungefähren Le Fort I-Osteotomieebene (ML 2) senkrecht zur Inzisalkante übertragen (Abb. 11). Durch die Messwertübertragungslehre ist es möglich, die aus der 2-D OP-Simulation (cVTZ) konstruierten Osteotomielinien auf die Modellsockel zu übertragen. Dadurch wird sichergestellt, dass alle Referenzebenen des cVTZ in vertikaler Richtung mit dem Artikulator übereinstimmen. Alle errechneten operativen Bewegungen können mit der Messlehre in den Artikulator übertragen werden. Auch die Messung in der Sagittalen, also der Abstand der Inzisalkante zur Innenseite des Stützstiftes, wird somit möglich (Abb. 12).



Abbildung 10: Aufschieben der Messwertübertragungslehre auf den Stützstift



Abbildung 11: Übertragung des vertikalen Abstandes der ungefähren Le Fort I-Osteotomieebene (ML 2) senkrecht zur Inzisalkante

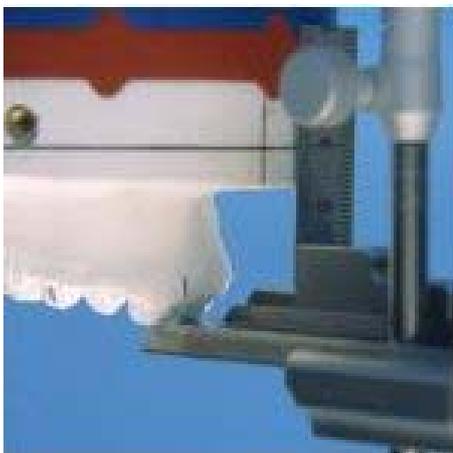


Abbildung 12: Messung in der Sagittalen- Abstand der Inzisalkante zur Innenseite des Stützstiftes

Anschließend werden die skelettalen und dentalen sagittalen Referenzlinien auf die Modelle, den Artikulatorsockel und die betreffenden Zahnkronen übertragen (Abb. 13).



Abbildung 13: Übertragung der Referenzlinien auf den Artikulatorsockel, die Modelle und die entsprechenden Zahnkronen

Die im KDMMS System enthaltenen Fixations- und Positionierungselemente dienen als Ersatz für Klebewachs und Knetgummi. Mit den geraden Stangen (Fixationselemente) verbindet man die Ober- und Unterkiefermodell miteinander, und mit den Gewindestangen (Positionierungselementen) lassen sich Artikulatorober- oder -unterteil mit den Modellen verbinden. Sie werden je nach Art des Eingriffes angebracht und halten somit die Modelle eindeutig in ihrer operativen Position im Artikulator. Die Bohrungen für die Spreizdübel sollte man dabei nicht in den Gips-trennlinien anbringen. Die Modelle werden bei diesem Vorgehen nicht beschädigt, sodass die Okklusion weiterhin gut überprüft werden kann (Abb. 14).



Abbildung 14: Modelle mit angebrachten Fixations- und Positionierungselemente in eindeutiger Operationsposition im Artikulator

Wird ein Ein-Kiefer-Eingriff geplant, so wird die rote Sockelplatte in dem zu operierenden Kiefer entfernt und der fixierte Modellkomplex im nicht zu operierenden Gegenkiefer auf der roten Sockelplatte reponiert. Anhand der Differenzmessung zwischen den Linien auf der blauen Sockelplatte und den Markierungslinien auf dem Gipssockel wird das Ausmaß der Bewegungen in dem zu operierenden Kiefer sichtbar. Liegt das Ausmaß der Bewegungen außerhalb der Grenzwerte, so muss man über eine mögliche Bignathe Operation nachdenken. Liegen die Werte innerhalb der Grenze, so fährt man mit der Herstellung des 3-dimensionalen OP-Sockels fort.

Wird ein Zwei-Kiefer-Eingriff geplant, so gibt es verschiedene Möglichkeiten. Bei einer möglichen Variante werden zunächst die Positionierungselemente zwischen der blauen Unterkiefersockelplatte und dem Oberkiefermodell angebracht und die rote Sockelplatte im Artikulatoroberteil entfernt, sodass ein 3-dimensionaler Simulationspielraum entsteht und der Oberkiefer ausgerichtet werden kann. In dieser Position der Maxilla wird nun nach Isolierung der Modelloberflächen und Einlegung des Magneten der Raum zwischen Oberkiefermodell und blauer Sockelplatte mit Gips aufgefüllt. Somit ist ein OP-Sockel hergestellt, der die 3-dimensionale Information der chirurgischen Bewegung enthält (Abb. 15). Anschließend fixiert man das ausgerichtete Oberkiefermodell mit den Positionierungselementen an der blauen Oberkie-

fersockelplatte. Der Artikulator wird nun umgedreht, die rote Unterkiefersockelplatte wird entfernt, man stellt beide Modelle okklusal ein, stellt wieder wie zuvor beschrieben einen OP-Sockel aus Gips her und fixiert diese Position erneut (Abb. 16). Daraufhin wird der Artikulator wieder geschlossen und umgedreht. Der gesamte Modelkomplex wird nun mit Hilfe der Gewindestangen zwischen Oberkiefermodell und blauer Sockelplatte fixiert, um so die endgültige Ausrichtung zu erhalten. Anhand der Differenzmessung der Markierungslinien lässt sich nun wieder das Bewegungsausmaß ablesen. Für bimaxilläre Eingriffe gibt es somit zwei OP-Sockel. Wechselt man den weißen OP-Sockel gegen den kalibrierten roten Sockel, so lässt sich die Ausgangssituation beliebig häufig mit der OP-Situation vergleichen. Die Messwerte sind ebenfalls jederzeit nachmess- und überprüfbar; und es ist möglich, weitere Modelloperationssituationen herzustellen.



Abbildung 15: Oberkiefer OP-Sockel - mit drei dimensionaler OP-Information



Abbildung 16: Einartikuliert mit drei dimensionaler OP-Information enthaltenden Modellen

Die entsprechend ermittelten Werte werden anschließend in das Operationsprotokoll eingetragen (Abb. 17).

Name	Datum:				
OP- Planung	Telefon				
Protokoll Modell-OP	Maxilla:				
Maßangaben im Bereich der Osteotomielinien ML 1 - ML 8	Mandibula:				
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center;">re 6</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">re 3</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Mitte 1 1</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">li 3</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">li 6</td> </tr> </table>	re 6	re 3	Mitte 1 1	li 3
re 6	re 3	Mitte 1 1	li 3	li 6	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">↑</div> <div>Maxilla vertikal hoch</div> </div>					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">↓</div> <div>Maxilla vertikal tief</div> </div>					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">→</div> <div>Maxilla sagittal vor</div> </div>					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">←</div> <div>Maxilla sagittal zurück</div> </div>					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">↑</div> <div>Mandibula vertikal hoch</div> </div>					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">↓</div> <div>Mandibula vertikal tief</div> </div>					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">→</div> <div>Mandibula sagittal vor</div> </div>					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">←</div> <div>Mandibula sagittal zurück</div> </div>					
Mandibula Autorotation (bei isoliertem OK-Eingriff) nach vorne oben					
nach hinten unten					
Bemerkungen:	Segmente:				
Artikulator-Nr.:	Sockel-Platten-Nr.:				

Abbildung 17: Operations-Protokoll

Das KDMMS-System hat den Vorteil der räumlichen Modellbeweglichkeit und Messbarkeit in allen drei Ebenen an operationstechnisch relevanten Punkten. Die Modelloberkante verläuft parallel zur AOE, die Zentrik ist immer auffindbar, man kann mehrere Operationsvarianten durchspielen, verschiedene Operationssplinte einfach herstellen und jederzeit die Ausgangssituation wieder herbeiführen. Allerdings ist man mit der Parallelität an den Artikulator gebunden; hierbei ist bei Kippungen und Asymmetrien wichtig zu bedenken, dass die Außenkanten der Modelle nicht dem Osteotomiebereich entsprechen.

Nach der Durchführung der Modell-Operation folgt im Anschluss die Splintherstellung im zahntechnischen Labor. Bei Ein-Kiefer-Eingriffen wird nur ein Splint benötigt, bei bimaxillären Eingriffen entsprechend zwei, wobei zunächst der definitive transparente Splint angefertigt wird (Abb. 18). Anschließend wird ein farbiger Zwischensplint hergestellt, der die Situation 'alte UK-Position' - 'neue OK-Position' festlegt (Abb. 19).



Abbildung 18: Modelle mit definitivem transparenten Splint



Abbildung 19: Modelle mit zwei-farbigen Zwischensplint

Bei einer Operation in Münster erfolgt eine ca. 10-tägige stationäre Aufnahme. Die Splint-Anprobe findet vor dem Operationstermin statt; wichtig dabei ist ein eindeutiger Sitz ohne Frühkontakte. Nach dem Eingriff wird eine intermaxilläre Immobilisation über Kobayashis für ca. drei bis fünf Tage je nach Art der Operation durchgeführt. Die Ernährung erfolgt über eine Magensonde. Während des gesamten stationären Aufenthaltes ist der Splint fixiert, wird anschließend herausnehmbar gestaltet und nach sechs Wochen reduziert. Mit einer orthodontischen Feinstellung wird frühestens sechs Wochen postoperativ begonnen.

## **1.4 Operationstechniken**

Die in der kieferorthopädischen Chirurgie stattfindenden Eingriffe verfolgen das Ziel, normale Okklusions- und Artikulationsverhältnisse herzustellen und dabei gleichzeitig die äußere Gesichtsform zu verbessern. Dabei handelt es sich um Osteotomien im Bereich der Kiefer einschließlich der Alveolarfortsätze und Fragmentverlagerungen. Unter Osteotomie versteht man dabei das gezielte chirurgische Durchtrennen eines Knochens bzw. Knochenabschnitts. Die Durchführung erfolgt bis auf wenige Ausnahmen wie Eingriffe am Kiefergelenkbereich sowie am hohen Mittelgesicht von intraoral [68].

### **1.4.1 Unterkieferosteotomien**

Für den Bereich der Mandibula gibt es eine große Anzahl an Operationsmethoden. Das Prinzip für Operationen am aufsteigenden Ast besteht darin, den Unterkieferkörper vom Gelenkbereich zu trennen, um den Zahntragenden Anteil des Kiefers in alle Richtungen des Raumes, wie ventral, dorsal, kranial, kaudal, lateral oder asymmetrisch, verlagern zu können [68]. Die ZMK Münster führt die sagittale, stufenförmige Spaltung des aufsteigenden Astes nach Obwegeser in der Modifikation nach Dal Pont durch (Abb.20). Über einen intraoralen Zugang erfolgt die Schleimhautinzision im Molarenbereich des unteren Vestibulums entlang der Vorderkante des aufsteigenden Astes. Zwischen Inzisura semilunaris und Lingula wird anschließend die

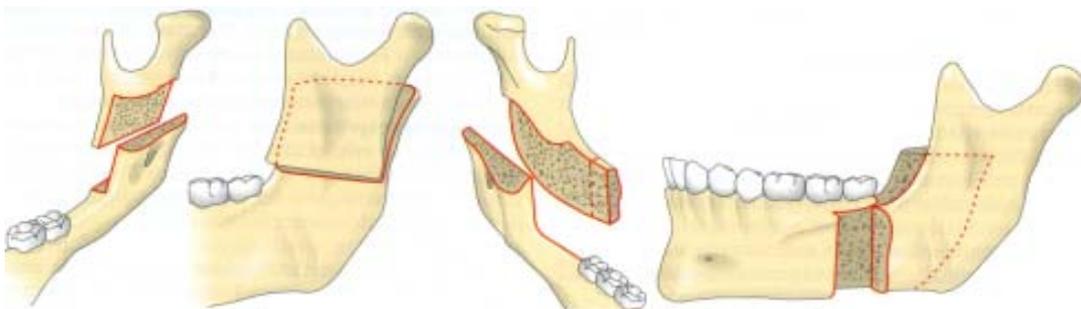
Innenkompakta durchtrennt. Bei der Dal-Pont-Modifikation verläuft die Osteotomie der Außenkompakta im Molarenbereich rechtwinklig ins Vestibulum. Die sagittale Spaltung wird danach mit einem Meißel vollendet, sodass der Zahn tragende Bereich in die gewünschte Position verlagert werden kann. Anschließend erfolgt die Osteosynthese. Durch die großen Knochenberührungsflächen bei der sagittalen Spaltung, sind auch bei ausgedehnten Bewegungen noch ausreichende Berührungsflächen vorhanden, um eine sichere Knochenheilung zu gewährleisten [68].



a



b



c

Abbildung 20: (a, b und c): Sagittale Spaltung des aufsteigenden Unterkieferastes nach Obwegeser/Dal Pont [66, 68]

In einigen Fällen wird auch die anteriore Osteotomie nach Delaire/Joos angewendet. Dies ist eine Osteotomie des horizontalen Astes.

Indikationen für diese Technik sind beschränkt auf vertikale und sagittale Lageanomalien, die durch den Unterkiefer hervorgerufen werden. Für die technische Durchführung ist eine Lücke im Molaren- oder Prämolarenbereich erforderlich. Muss diese noch geschaffen werden, ist der Entfernung der zweiten Prämolaren der Vorzug zu geben [34]. Postoperative Lücken, die größer als 4 mm sind, sind eventuell orthodontisch nicht ganz zu schließen. Diese werden und müssen dann ggf. prothetisch versorgt werden, wenn das Risiko einer Elongation und/oder Kippung besteht. Bei Rückverlagerungen um mehr als 6 mm entsteht die Gefahr einer Entstehung von Inkongruenzen in der distalen Knochenregion; somit wird hier eher das Verfahren nach Obwegeser/Dal Pont empfohlen. Beide Techniken sind jedoch auch miteinander kombinierbar [34]. Der operative Zugang erfolgt ebenfalls von intraoral in der bukkalen Prämolaren- und Molarenregion. Die treppenförmig gestaltete Osteotomie beginnt auf dem Alveolarkamm der Prämolarenregion, verläuft dann horizontal nach distal und endet kaudal in der Molarenregion. Lingual verläuft die Linie ausschließlich vertikal. Im Falle einer Rückverlagerung wird anschließend so viel Alveolarknochen wie nötig entfernt und das vordere Segment mit Miniplatten in der gewünschten und durch den Splint vorgegebenen Position fixiert.

Es gibt noch einige andere Osteotomiemethoden wie beispielsweise die verkehrt L-förmige nach Trauener, die bogenförmige Osteotomie nach Köle zur Verkürzung des Unterkiefers oder die schräge Osteotomie nach Perthes und Schlössmann. Jedoch werden diese nur in Ausnahmefällen angewendet. Auch haben sie den Nachteil, dass es nur geringe Knochenberührungsflächen gibt, was wie zuvor schon erwähnt als Problem bei der Knochenheilung angesehen wird [68]. Wenn Eingriffe am Alveolarfortsatz oder Kinn erfolgen, werden sie meistens in Kombination mit anderen Osteotomien kombiniert eingesetzt.

## 1.4.2 Oberkieferosteotomien

Oberkieferosteotomien wurden erst relativ spät als Routineeingriffe eingesetzt, obwohl sie schon im 19. Jahrhundert beschrieben wurden. Dies liegt im Wesentlichen daran, da die anatomische Situation im Oberkieferbereich komplizierter als im Unterkieferbereich eingeschätzt wurde [68].

In der ZMK Münster ist für den Oberkiefer die Osteotomie in der Le-Fort-I Ebene die standardisierte Methode. Dabei erfolgt über eine horizontale, zirkumvestibuläre Inzision 3 mm oberhalb der Mukogingivalen Grenze von Zahn 17 - 27, die superperiostale Freilegung der Apertura piriformes, der Foramina infraorbitalia, der Jochbeinansätze und der dorsolateralen Kieferhöhlenwände bis zu den Fossae pterygopalatinae (Abb.21). Danach hebt man das Mukoperiost der Nasenhöhle vom Nasenboden, der Basis des Nasenseptums und der lateralen Nasenwand ab. Dabei richtet sich die Neigung der Osteotomieebene nach der geplanten Verlagerungsrichtung, jedoch innerhalb der realisierbaren anatomischen Grenzen und mit einem Mindestabstand von ca. 8 mm zu den Apices, um Pulpaschädigungen zu vermeiden. Anschließend werden Apertura piriformes, Processus zygomaticoalveolaris, mediale und dorsale Kieferhöhlenwand sowie das Nasenseptum durchtrennt, das Tuber maxillae vom Flügelfortsatz abgelöst und das Fragment nach kaudal mobilisiert („down fracture“). Nun kann der Oberkiefer in jede gewünschte Richtung bewegt werden, wie kaudal oder ventral, nach Osteotomie auch dorsal oder kranial. Auch sind Schwenk- und Rotationsbewegungen möglich. Über Osteosyntheseplatten wird der Oberkiefer im Anschluss in der gewünschten Position fixiert [68].

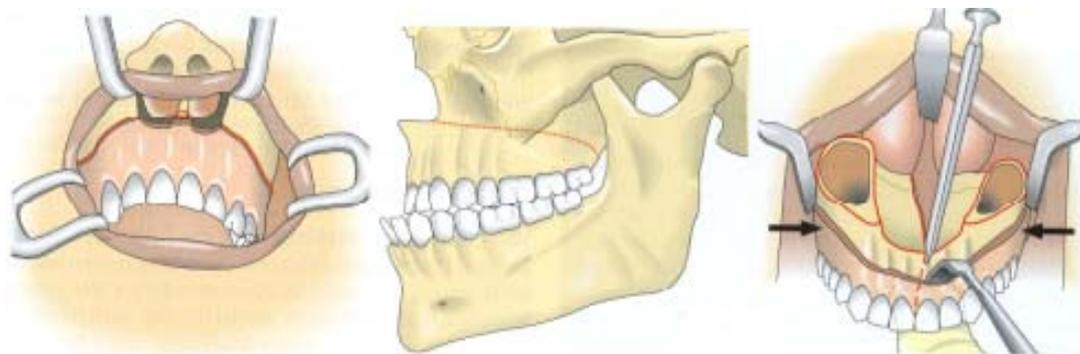


Abbildung 21: Le- Fort-I Osteotomie [68]

Darüber gibt es verschiedene Segmentosteotomien: die anteriore Segmentosteotomie nach Zisser, welche meist bei voroperierten Lippen-Kiefer-Gaumenspalten mit Velopharyngoplastik verwendet wird, und die chirurgische Gaumennahterweiterung durch mechanische Ruptur der Gaumennaht unterhalb der Spina nasalis und Schwächung der Cristae zygomaticoalveolares.

### **1.4.3 Kombination verschiedener Osteotomieverfahren**

Im klinischen Alltag müssen und werden die verschiedenen Osteotomieverfahren häufig kombiniert. Dies gilt sowohl für monognathe Eingriffe, als auch für bignathe Eingriffe[68].

## **1.5 Problemstellung**

In der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie hat die Dysgnathie-Operation eine Sonderstellung. Sie ist vor allem ein Wahleingriff des Patienten. Er allein entscheidet, ob er sich operieren lassen möchte oder nicht. Des Weiteren ist eine Vorbehandlung nötig, um eine optimale Operationssituation zu erreichen. Dieser Zeitraum von Planung über Vorbehandlung mit Multiband bis hin zur Operation kann bis zu zwei Jahre dauern. Daher ist es wichtig, den Patienten möglichst früh und umfangreich aufzuklären, damit er überhaupt eine solche Entscheidung treffen kann. Um die Risikoauflklärung optimal und vollständig zu leisten, sowie die Art der Vorbehandlung durchzuführen, ist eine frühzeitige Festlegung des chirurgischen Vorgehens wichtig. In vielen eindeutigen Fällen stellt dies für einen erfahrenen Behandler kein Problem dar, sodass er gut entscheiden kann, ob ein Eingriff in einem Kiefer ausreichend ist, oder ob eine bimaxilläre Operation erforderlich ist, um zu einem optimalen Ergebnis zu gelangen. Es gibt jedoch eine Vielzahl von Grenzfällen, bei denen erst nach der 3-dimensionalen Operationssimulation mit den Modellen definitiv therapeutisch entschieden werden kann, ob eine mono- oder bignathe Operation durchgeführt wird. Zu diesem Zeitpunkt befindet sich der Patient schon in der bis zu zwei Jahre dauernden Vorbehandlung und steht unmittelbar vor dem Operationstermin. Wird nun die Ent-

scheidung getroffen, statt einem beide Kiefer zu operieren, so kommen auf den Patienten eine Vielzahl weiterer Operationsrisiken zu, über die er möglichst schon zu Beginn der Vorbehandlung aufgeklärt werden sollte.

Zu den Risiken zählen bei Unterkiefereingriffen Nervschädigungen [17, 51, 52, 55, 56, 64], Kondylenresorptionen [16, 53, 56, 64], erhöhte Infektionsgefahr [8, 17, 56, 62, 83], sowie Atemwegsprobleme bei engem Pharynx [41] als typische Risiken. Bei Oberkiefer- bzw. bimaxillären Eingriffen findet man in der Literatur die erhöhte Gefahr der Nekrose [24, 45, 56, 64], erhöhte Blutungsgefahr [1, 17, 27, 47, 52, 56, 64, 79], Gefahr der Pseudoaneurysmabildung bzw. Bildung arteriovenöser Fisteln [9, 46], die Ausweitung der Osteotomie bis zur Schädelbasis [26, 48], Ophthalmologische Komplikationen wie die Abnahme der Sehschärfe bis hin zur Blindheit und extraoculare Muskeldysfunktion [26, 48, 56, 64], sowie nasolakrimale Probleme [26, 48].

## **1.6 Zielsetzung vorliegender Arbeit**

Um dem Patienten möglichst schon bei der Erstberatung eine differenzierte Risikoaufklärung zu ermöglichen, ist eine gesicherte Planung des Ablaufes Voraussetzung. Um die hierfür notwendige Planungssicherheit zu erhöhen, war es Ziel dieser Arbeit, entsprechende Prognosefaktoren zu finden, die in Grenzfällen die Entscheidung zwischen mono- oder bignathen Operationen verbessern. Dazu dienen die entsprechend gesammelten Werte aus den Modelloperationen mit dem KDMMS-System bisheriger Osteotomiefälle.

## **2 Material und Methode**

### **2.1 Patienten**

In diese Studie wurden alle im Zeitraum vom 20.12.1976 bis 16.11.2004 in der ZMK operierten Patienten einbezogen, bei denen eine Dysgnathieoperation durchgeführt wurde. Es handelt sich dabei um 1354 Patienten, bei denen die jeweiligen Werte der Modelloperationen ausgewertet wurden.

### **2.2 Methode**

Retrospektiv wurden von jedem Patienten die Daten der Planungsbögen der Modelloperationen evaluiert. Dabei stellt die Operationsart eine Variable und die Werte der Modelloperation 40 Variablen dar, siehe dazu Abbildung 19.

### **2.3 Statistik**

Die Patientendaten wurden computergestützt ausgewertet mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS 15.0. Dabei wurde jeder Patient als eigener Fall eingegeben und durch die zuvor beschriebenen Variablen charakterisiert (zur Kodierung der Variablen siehe Anhang 9.3). Anschließend wurde eine logistische Regressionsanalyse durchgeführt. Dabei handelt es sich um eine Multivariate Analyseverfahren, die als Auswertungsmethode in Frage kommt, wenn man den Einfluss erklärender Variablen  $X_1, \dots, X_m$  auf eine Zielvariable  $Y$  untersuchen möchte und dabei  $Y$  ein binäres Messniveau, in dem Fall  $Y = \text{bignath ja/nein}$ , besitzt. Ausgehend von der Menge sämtlicher erfasster erklärender Variablen wurde eine schrittweise Vorwärtsselektion durchgeführt, um das multivariate Modell auf die signifikanten Variablen zu reduzieren. Aus den Regressionskoeffizienten lassen sich adjustierte Odds Ratios als Maß für die Stärke des Zusammenhangs berechnen [7].

Die jeweiligen einzelnen als signifikant herausgestellten Variablen wurden im Anschluss einzeln in einem univariaten Modell bewertet. Dazu diente folgende Formel:

$$P(\text{bignath}) = \frac{e^{\text{konst.} + \text{Faktor} \times mm}}{1 + e^{\text{konst.} + \text{Faktor} \times mm}}$$

Dabei ist P die Wahrscheinlichkeit einer Bignathen OP

Konstante und Faktor werden jeweils vom Computer für die einzelnen Varianten berechnet und in die obige Formel eingesetzt. Um die Auswertung direkt für die klinische Anwendung zugänglich zu machen, wurden direkt für jeden Wert die Fälle 0 bis 6 mm Verlagerung berechnet.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Patienten

##### 3.1.1 Geschlechtsverteilung

Insgesamt waren 1354 Patienten in die Untersuchung inkludiert. Davon waren 37,5% (n=508) Männer und 58,1% (n=787) Frauen. In 4,4% (n=59) der Fälle konnte kein Geschlecht evaluiert werden.

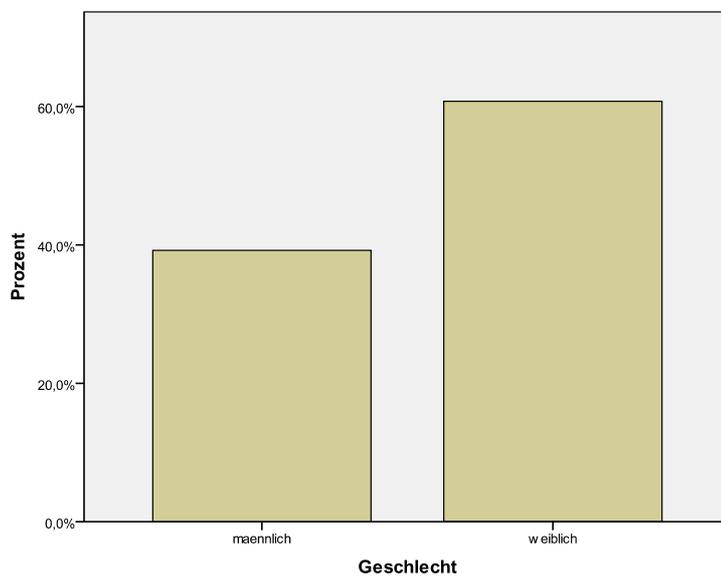


Abbildung 22: Verteilung der Geschlechter

### 3.1.2 Altersverteilung

Im Durchschnitt betrug das Alter der männlichen Patienten 25,55 Jahre (Minimum 13,10, Maximum 63,27, Standardabweichung 6,86) und der weiblichen Patienten 25,59 Jahre (Minimum 13,16, Maximum 56,10, Standardabweichung 7,67). Bei 383 Patienten war das Alter zum Operationszeitpunkt nicht zu ermitteln.

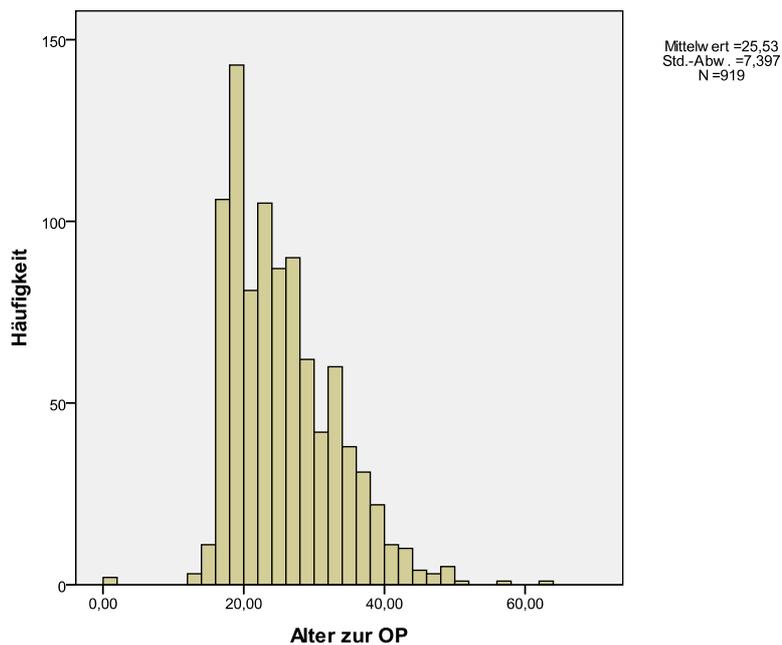


Abbildung 23: Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation

Man erkennt, dass die meisten Patienten zum Operationszeitpunkt ein Alter zwischen 18 und 20 Jahren haben (Abb. 23), ein Alter, in dem das Wachstum abgeschlossen ist. Hinsichtlich des Geschlechts sind dabei keine wesentlichen Unterschiede erkennbar.

### 3.1.3 Verteilung auf die Operationsart

Isolierte Unterkiefereingriffe wurden in 44,6% (n=604) der Fälle durchgeführt, isolierte Oberkiefereingriffe in 15,1% (n=204). Ein bimaxillärer Eingriff erfolgte bei 25,2% (n=341) der Patienten und eine Genioplastik bei 1,2% (n=16). 14% (n=189) konnten aufgrund fehlender Angaben nicht zugeordnet werden.

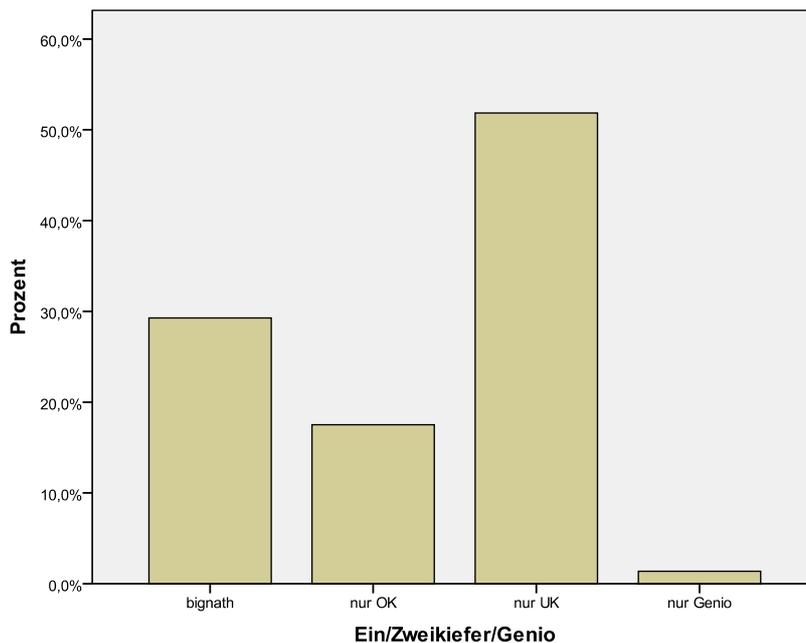


Abbildung 24: Verteilung der Patienten entsprechend der Operationsart

Betrachtet man die Patientenverteilung auf die einzelnen Operationsarten (Abb. 24), so erkennt man, dass der isolierte Unterkiefereingriff am Häufigsten vorkommt, gefolgt von den bignathen Operationen, den isolierten Oberkiefereingriffen und zuletzt den Eingriffen mit Genioplastik.

### 3.1.4 Operationsart und Geschlecht

Untersucht man nun die Verbindung des Geschlechts mit der Operationsart, so zeigt sich, dass bei Männern in 22,2% (n=95) der Fälle der Oberkiefer und in 45,8% (n=196) der Unterkiefer operiert wurde. Ein bignather Eingriff wurde bei 30,8% (n=132) durchgeführt und in 1,2% (n=5) eine isolierte Genioplastik. Bei Frauen gab es 14,4% (n=98) Oberkiefer- und 55,6% (n=378) Unterkiefereingriffe. 28,4% (n=193) wurden bignath operiert und 1,6% (n=11) erhielten eine isolierte Genioplastik. 246 Fälle konnten aufgrund fehlender Angaben nicht zugeordnet werden.

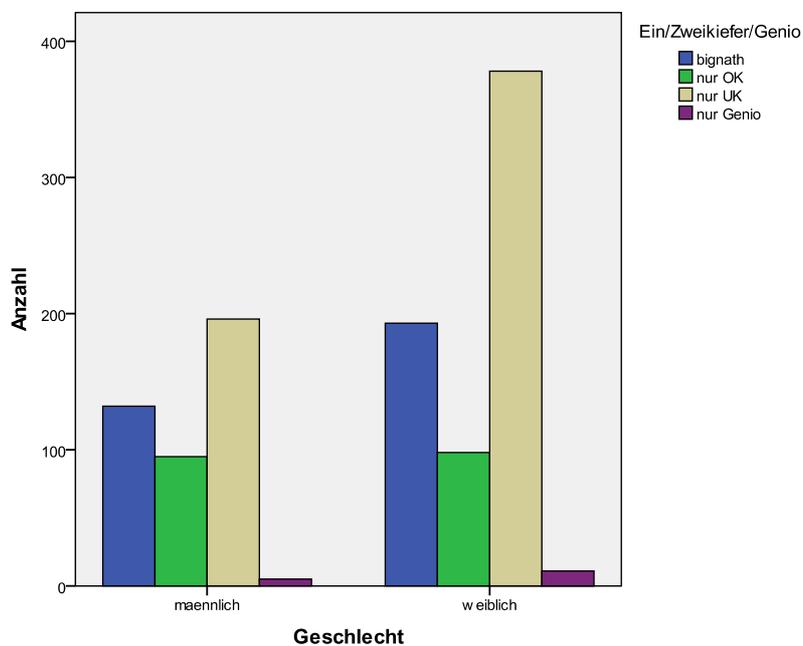


Abbildung 25: Geschlechterverteilung auf die verschiedenen Operationsarten

Man erkennt in Abbildung 25, dass die grundsätzliche Verteilung der Operationsart bei Männern und Frauen sehr ähnlich ist. Isolierte Unterkiefereingriffe kommen jedoch gehäuft bei weiblichen Patienten vor.

### 3.1.5 Ausmaß der operativen Verlagerung

Die folgenden Abbildungen zeigen die Ausmaße der Verlagerungsrichtungen in mm an den einzelnen Messpunkten der Modell-Operation. Die Werte stammen aus den Operationsprotokollen. Zunächst die der isolierten Oberkiefereingriffe an den Messpunkten Regio 16, 13, 11, 23 und 26 ( Abb. 26-29).

#### 3.1.5.1 Isolierte Oberkiefereingriffe in der Vertikalen

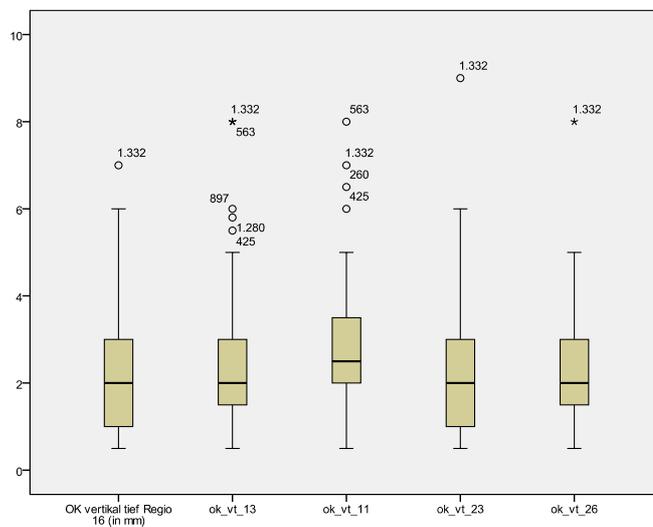


Abbildung 26: Ausmaße der vertikalen Tiefverlagerung bei isolierten Oberkiefereingriffen

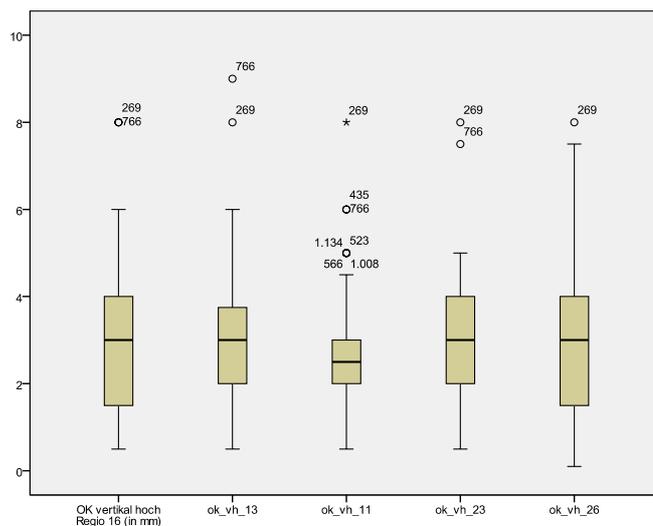


Abbildung 27: Ausmaße der vertikalen Hochverlagerung bei isolierten Oberkiefereingriffen

### 3.1.5.2 Isolierte Oberkiefereingriffe in der Sagittalen

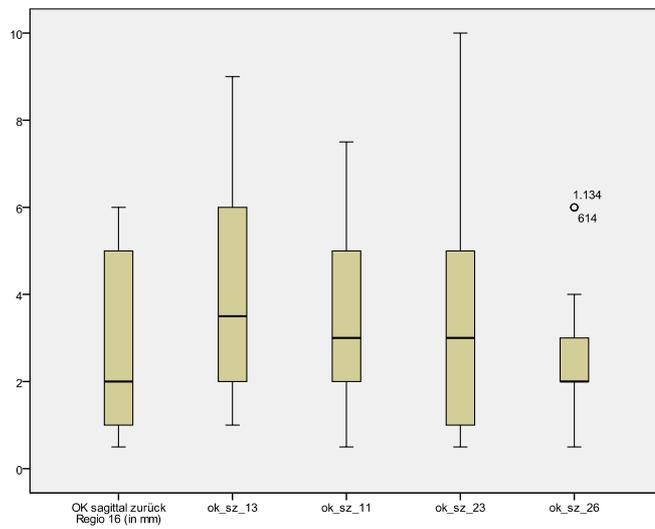


Abbildung 28: Ausmaße der sagittalen Rückverlagerung bei isolierten Oberkiefereingriffen

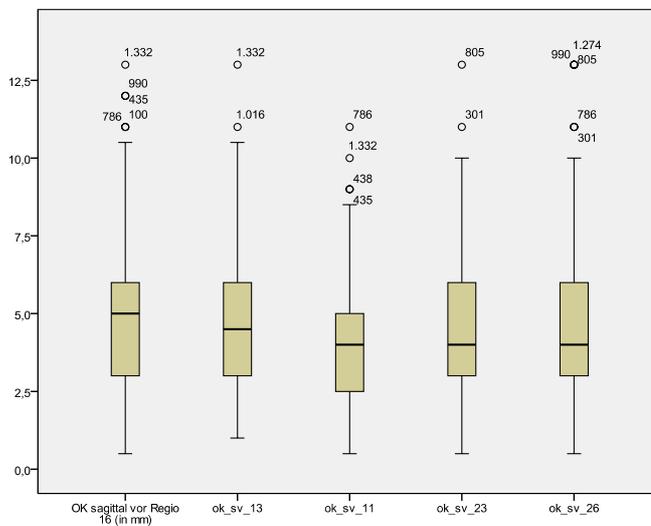


Abbildung 29: Ausmaße der sagittalen Vorverlagerung bei isolierten Oberkiefereingriffen

Die Abbildungen 30-33 zeigen die entsprechenden Werte für die isolierten Unterkiefereingriffe an den Punkten Regio 46, 43, 41, 33 und 36.

### 3.1.5.3 Isolierte Unterkiefereingriffe in der Vertikalen

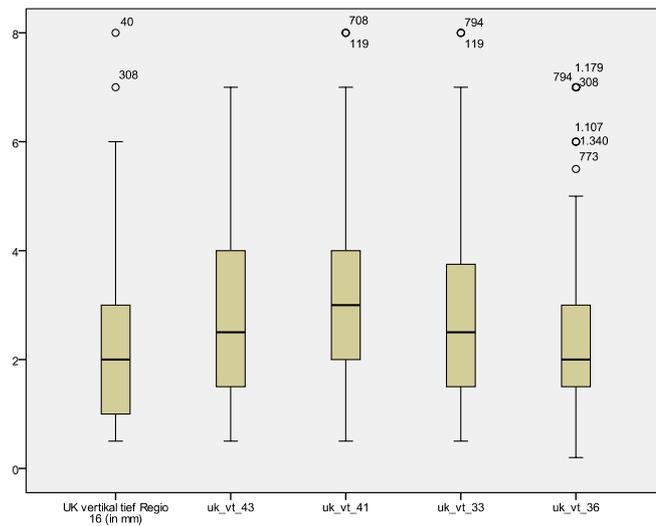


Abbildung 30: Ausmaße der vertikalen Tiefverlagerung bei isolierten Unterkiefereingriffen

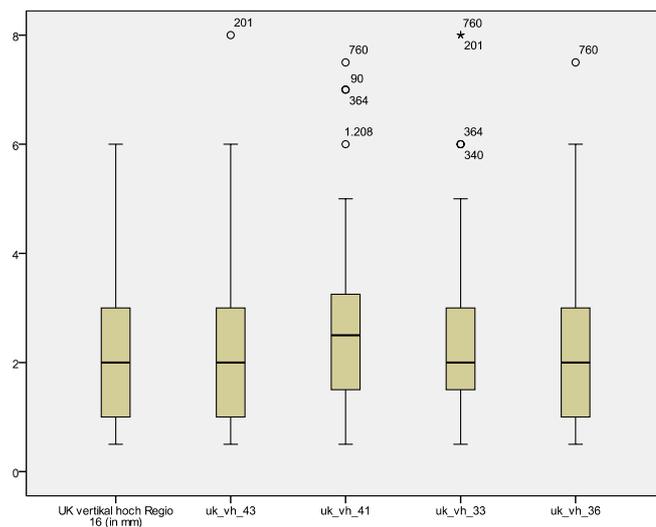


Abbildung 31: Ausmaße der vertikalen Hochverlagerung bei isolierten Unterkiefereingriffen

### 3.1.5.4 Isolierte Unterkiefereingriffe in der Sagittalen

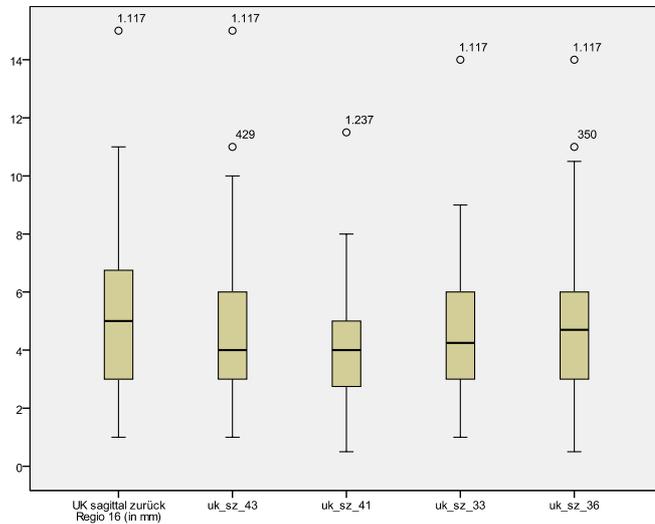


Abbildung 32: Ausmaße der sagittalen Rückverlagerung bei isolierten Unterkiefereingriffen

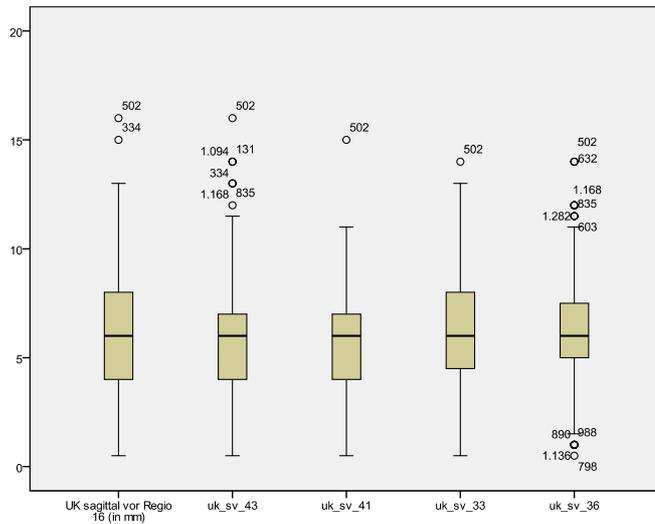


Abbildung 33: Ausmaße der sagittalen Vorverlagerung bei isolierten Unterkiefereingriffen

Die Abbildungen 34-41 zeigen die Verlagerungsausmaße bei bimaxillären Operationen.

### 3.1.5.5 Verlagerungen im Oberkiefer bei bimaxillären Eingriffen in der Vertikalen in Regio 16, 13, 11, 23 und 26

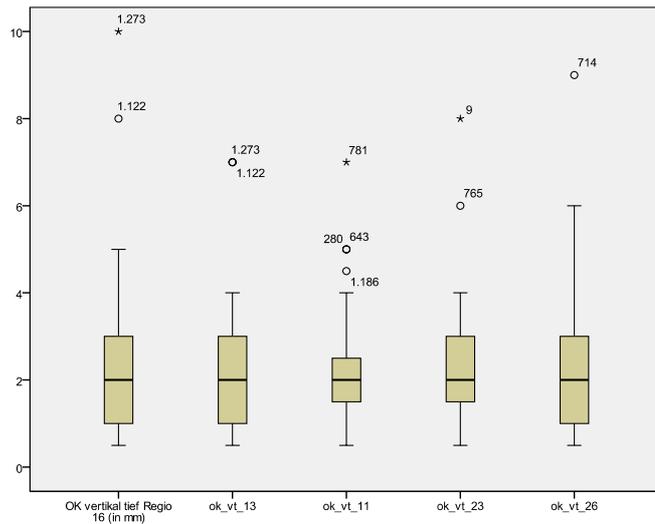


Abbildung 34: Ausmaße der vertikalen Tiefverlagerung im Oberkiefer bei bimaxillären Eingriffen

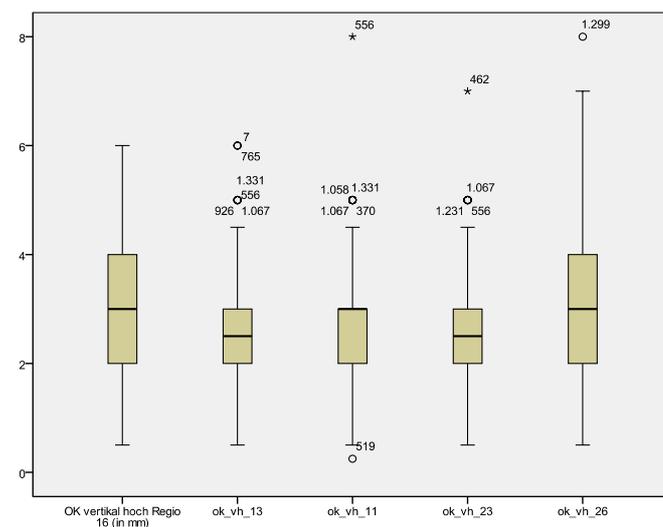


Abbildung 35: Ausmaße der vertikalen Hochverlagerung im Oberkiefer bei bimaxillären Eingriffen

### 3.1.5.6 Entsprechende Werte in der Sagittalen

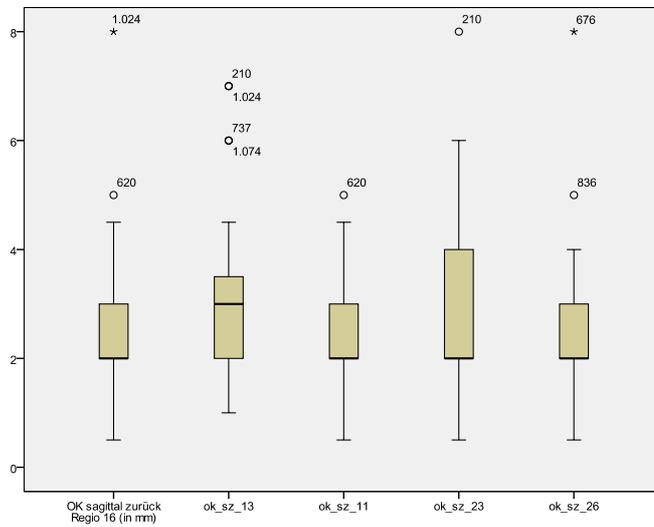


Abbildung 36: Ausmaße der sagittalen Rückverlagerung im Oberkiefer bei bimaxillären Eingriffen

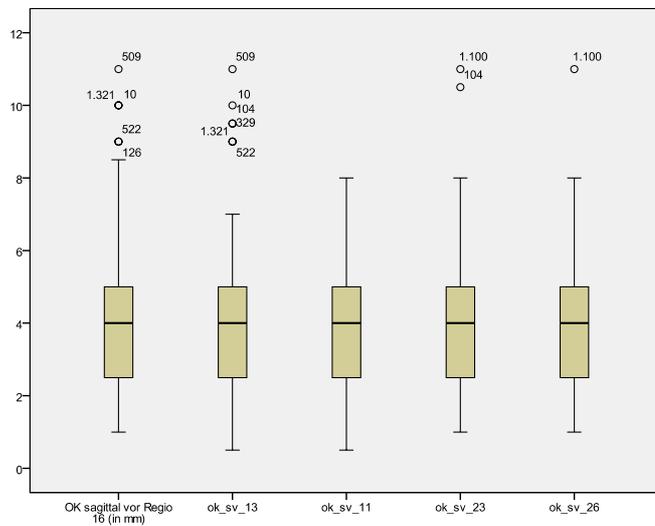


Abbildung 37: Ausmaße der sagittalen Vorverlagerung im Oberkiefer bei bimaxillären Eingriffen

### 3.1.5.7 Werte für den Unterkiefer Regio 46, 43, 41, 33 und 36 bei bimaxillären Operationen in der Vertikalen

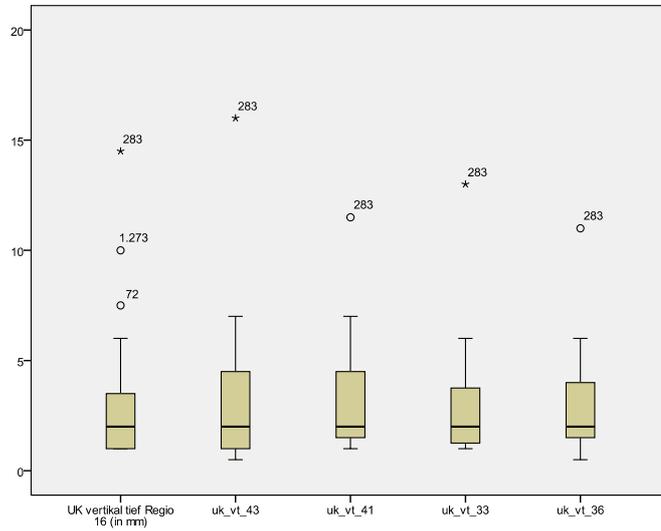


Abbildung 38: Ausmaße der vertikalen Tiefverlagerung im Unterkiefer bei bimaxillären Eingriffen

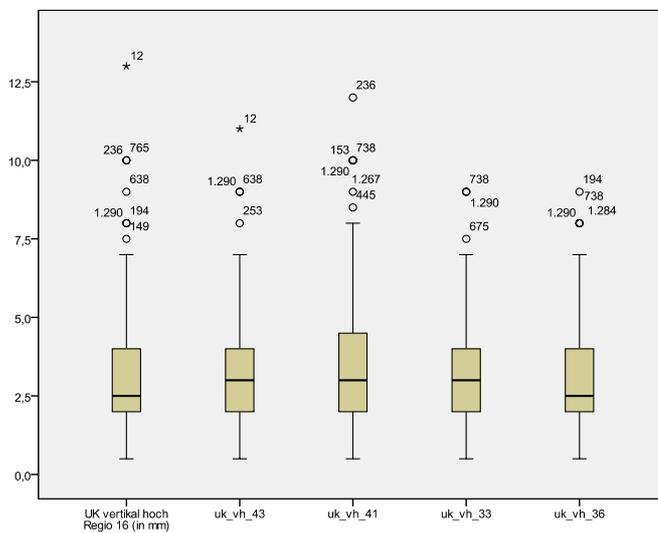


Abbildung 39: Ausmaße der vertikalen Hochverlagerung im Unterkiefer bei bimaxillären Eingriffen

### 3.1.5.8 In der Sagittalen

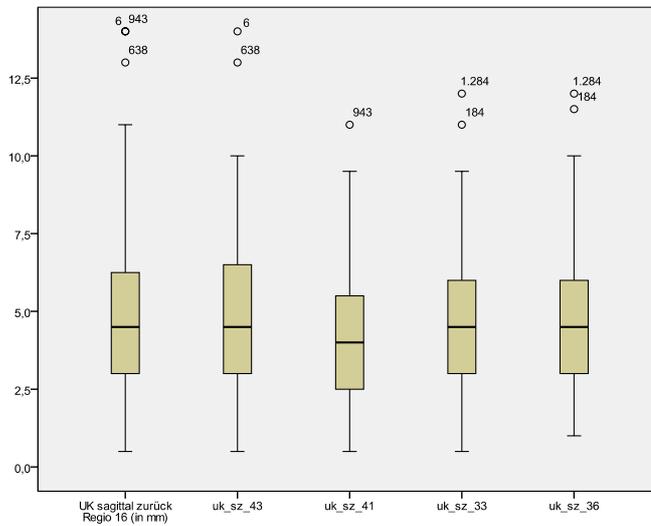


Abbildung 40: Ausmaße der sagittalen Rückverlagerung im Unterkiefer bei bimaxillären Eingriffen

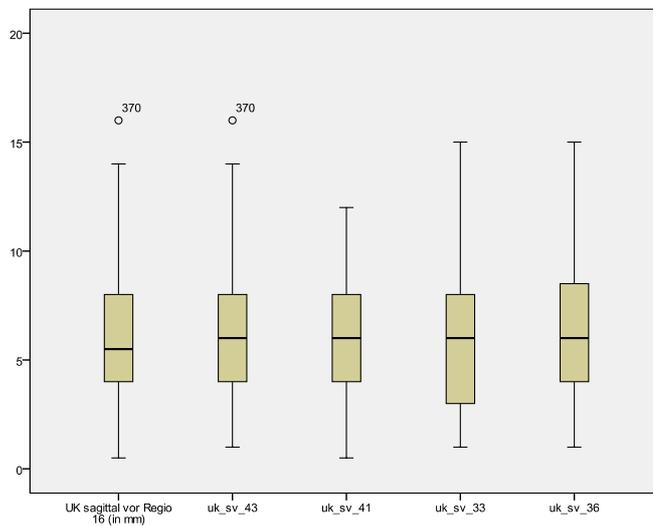


Abbildung 41: Ausmaße der sagittalen Vorverlagerung im Unterkiefer bei bimaxillären Eingriffen

## 3.2 Ergebnisse der Logistischen Regressionsanalyse

### 3.2.1 Wahrscheinlichkeiten für einen bignathen Eingriff

Jeder Patient wurde als eigener Fall eingegeben und durch die entsprechenden Variablen charakterisiert. Anschließend wurde eine logistische Regressionsanalyse durchgeführt. Es erfolgte eine schrittweise Vorwärtsselektion, um das multivariate Modell auf die signifikanten Variablen zu reduzieren. Dabei stellten sich 15 Werte als signifikante Prognosefaktoren heraus (Tab. 1).

Tabelle 1: Variablen in der Gleichung mit einem Signifikanzniveau  $\leq 0,05$ .

Schritt15	Regressionskoeffizient $\beta$	Standardfehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)
ok_vh_16	,603	,086	49,403	1	,000	1,828
ok_vh_11	,274	,112	5,959	1	,015	1,315
ok_vt_11	,303	,096	10,081	1	,001	1,355
ok_sv_11	,388	,061	40,468	1	,000	1,474
ok_sv_26	,328	,049	45,088	1	,000	1,388
ok_sz_16	,412	,154	7,147	1	,008	1,510
ok_sz_11	,445	,161	7,610	1	,006	1,561
uk_vh_46	,297	,103	8,268	1	,004	1,346
uk_vh_41	,381	,076	25,383	1	,000	1,464
uk_vt_46	,244	,102	5,712	1	,017	1,276
uk_sv_41	,121	,049	6,104	1	,013	1,128
uk_sv_36	,125	,044	8,067	1	,005	1,133
uk_sz_43	,215	,063	11,699	1	,001	1,240
uk_sz_33	-,198	,080	6,085	1	,014	,820
uk_sz_36	,447	,059	57,632	1	,000	1,564
Konstante	-4,243	,293	210,361	1	,000	,014

Diese signifikanten Prognosefaktoren wurden danach einzeln in einem univariaten Modell bewertet und direkt jeweils für die Fälle 0 bis 6 mm Verlagerung berechnet. Somit sind die Ergebnisse direkt für die klinische Anwendung zugänglich (Tab. 2.1-2.15).

Tabelle 2.1: Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle ok\_vh\_16 eine Verschiebung zwischen 0-6 mm stattfindet

Verschiebung an Stelle ok_vh_16 in mm	PRE 1	PRE 1 x 100= Wahrscheinlichkeit in %
0	,21847	21,847
1	,34128	34,128
2	,48986	48,986
3	,64025	64,025
4	,76736	76,736
5	,85942	85,942
6	,91890	91,890

Tabelle 2.2: Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle ok\_vh\_11 eine Verschiebung zwischen 0-6 mm stattfindet

Verschiebung an Stelle ok_vh_11 in mm	PRE 2	PRE 2 x 100= Wahrscheinlichkeit in %
0	,25192	25,192
1	,37883	37,883
2	,52481	52,481
3	,66668	66,668
4	,78365	78,365
5	,86772	86,772
6	,92236	92,236

Tabelle 2.3: Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle ok\_vt\_11 eine Verschiebung zwischen 0-6 mm stattfindet

Verschiebung an Stelle ok_vt_11 in mm	PRE 3	PRE 3 x 100= Wahrscheinlichkeit in %
0	,28143	28,143
1	,32924	32,924
2	,38087	38,087
3	,43534	43,534
4	,49143	49,143
5	,54772	54,772
6	,60282	60,282

Tabelle 2.4: Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle ok\_sv\_11 eine Verschiebung zwischen 0-6 mm stattfindet

Verschiebung an Stelle ok_sv_11 in mm	PRE 4	PRE 4 x 100= Wahrscheinlichkeit in %
0	,23313	23,313
1	,30831	30,831
2	,39523	39,523
3	,48933	48,933
4	,58419	58,419
5	,67319	67,319
6	,75126	75,126

Tabelle 2.5 Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle ok\_sv\_26 eine Verschiebung zwischen 0-6 mm stattfindet

Verschiebung an Stelle ok_sv_26 in mm	PRE 5	PRE 5 x 100= Wahrscheinlichkeit in %
0	,21844	21,844
1	,27449	27,449
2	,33869	33,869
3	,40944	40,944
4	,48414	48,414
5	,55956	55,956
6	,63233	63,233

Tabelle 2.6: Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle ok\_sz\_16 eine Verschiebung zwischen 0-6 mm stattfindet

Verschiebung an Stelle ok_sz_16 in mm	PRE 6	PRE 6 x 100= Wahrscheinlichkeit in %
0	,28854	28,854
1	,41381	41,381
2	,55133	55,133
3	,68143	68,143
4	,78829	78,829
5	,86633	86,633
6	,91858	91,858

Tabelle 2.7: Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle ok\_sz\_11 eine Verschiebung zwischen 0-6 mm stattfindet

Verschiebung an Stelle ok_sz_11 in mm	PRE 7	PRE 7 x 100= Wahrscheinlichkeit in %
0	,29087	29,087
1	,36559	36,559
2	,44740	44,740
3	,53216	53,216
4	,61511	61,511
5	,69186	69,186
6	,75930	75,930

Tabelle 2.8: Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle uk\_vh\_46 eine Verschiebung zwischen 0-6 mm stattfindet

Verschiebung an Stelle uk_vh_46 in mm	PRE 8	PRE 8 x 100= Wahrscheinlichkeit in %
0	,23748	23,748
1	,34676	34,676
2	,47500	47,500
3	,60662	60,662
4	,72439	72,439
5	,81751	81,751
6	,88420	88,420

Tabelle 2.9: Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle uk\_vh\_41 eine Verschiebung zwischen 0-6 mm stattfindet

Verschiebung an Stelle uk_vh_41 in mm	PRE 9	PRE 9 x 100= Wahrscheinlichkeit in %
0	,23843	23,843
1	,31216	31,216
2	,39681	39,681
3	,48812	48,812
4	,58024	58,024
5	,66708	66,708
6	,74389	74,389

Tabelle 2.10: Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle uk\_vt\_46 eine Verschiebung zwischen 0-6 mm stattfindet

Verschiebung an Stelle uk_vt_46 in mm	PRE 10	PRE 10 x 100= Wahrscheinlichkeit in %
0	,32309	32,309
1	,26725	26,725
2	,21795	21,725
3	,17557	17,557
4	,13996	13,996
5	,11060	11,060
6	,08677	08,677

Tabelle 2.11: Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle uk\_sv\_41 eine Verschiebung zwischen 0-6 mm stattfindet

Verschiebung an Stelle uk_sv_41 in mm	PRE 11	PRE 11 x 100= Wahrscheinlichkeit in %
0	,30265	30,265
1	,29967	29,967
2	,29670	29,670
3	,29376	29,376
4	,29083	29,083
5	,28792	28,792
6	,28502	28,502

Tabelle 2.12: Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle uk\_sv\_36 eine Verschiebung zwischen 0-6 mm stattfindet

Verschiebung an Stelle uk_sv_36 in mm	PRE 12	PRE 12 x 100= Wahrscheinlichkeit in %
0	,36893	36,893
1	,33866	33,866
2	,30965	30,965
3	,28207	28,207
4	,25603	25,603
5	,23162	23,162
6	,20889	20,889

Tabelle 2.13: Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle uk\_sz\_43 eine Verschiebung zwischen 0-6 mm stattfindet

Verschiebung an Stelle uk_sz_43 in mm	PRE 13	PRE 13 x 100= Wahrscheinlichkeit in %
0	,25225	25,225
1	,29162	29,162
2	,33440	33,440
3	,38008	38,008
4	,42799	42,799
5	,47729	47,729
6	,52703	52,702

Tabelle 2.14: Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle uk\_sz\_33 eine Verschiebung zwischen 0-6 mm stattfindet

Verschiebung an Stelle uk_sz_33 in mm	PRE 14	PRE 14 x 100= Wahrscheinlichkeit in %
0	,25346	25,346
1	,29468	29,468
2	,33956	33,956
3	,38752	38,752
4	,43777	43,777
5	,48932	48,932
6	,54110	54,110

Tabelle 2.15: Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle uk\_sz\_36 eine Verschiebung zwischen 0-6 mm stattfindet

Verschiebung an Stelle uk_sz_36 in mm	PRE 15	PRE 15 x 100= Wahrscheinlichkeit in %
0	,22272	22,272
1	,26854	26,854
2	,31991	31,991
3	,37605	37,605
4	,43573	43,573
5	,49734	49,734
6	,55903	55,903

Anhand der Tabellen kann man die Wahrscheinlichkeit für einen bignathen Eingriff bei entsprechend geplanter Verschiebung ablesen.

Betrachtet man die einzelnen Tabellen genau, erkennt man eine unterschiedliche Wahrscheinlichkeit mit der Veränderung der Größe der Verschiebung.

Bei den Punkten uk\_sz\_43, uk\_sz\_33, uk\_sz\_36 steigt die Wahrscheinlichkeit für einen bignathen Eingriff von 0-6 mm Verschiebung von durchschnittlich 20% auf 50%.

An Punkt ok\_sv\_26 steigt sie von 20% auf 60%, an Punkt ok\_sv\_11 und uk\_vh\_41 von 20% auf 70%.

Von 30% auf 60% steigt sie bei Veränderungen an Punkt ok\_vt\_11 und von 30% auf 70% an Punkt ok\_sz\_11.

An drei Punkten sinkt die Wahrscheinlichkeit mit zunehmender Verschiebung. An uk\_sv\_41 von 30% auf 28% und an uk\_sv\_36 von 36% auf 20%. Die größte Abnahme der Wahrscheinlichkeit erkennt man an uk\_vt\_46, sie fällt von 32% auf 8,6%.

Die letzten drei Punkte sind besonders hervorzuheben. Bei ok\_vh\_16, ok\_vh\_11 und ok\_sz\_16 steigt die Wahrscheinlichkeit für einen bignathen Eingriff schon bei 1 mm Veränderung auf 35-40% und erreicht bei 6 mm Verschiebung eine Wahrscheinlichkeit von 92%. Damit zeigen sie bei Veränderung die größte Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation.

Eine visuelle Darstellung der entscheidenden Werte erhält man anhand der beiden Abbildungen 42 und 43. Es wird deutlich, welche Werte ausschlaggebend für die Entscheidung einer Operationsmethode sind.

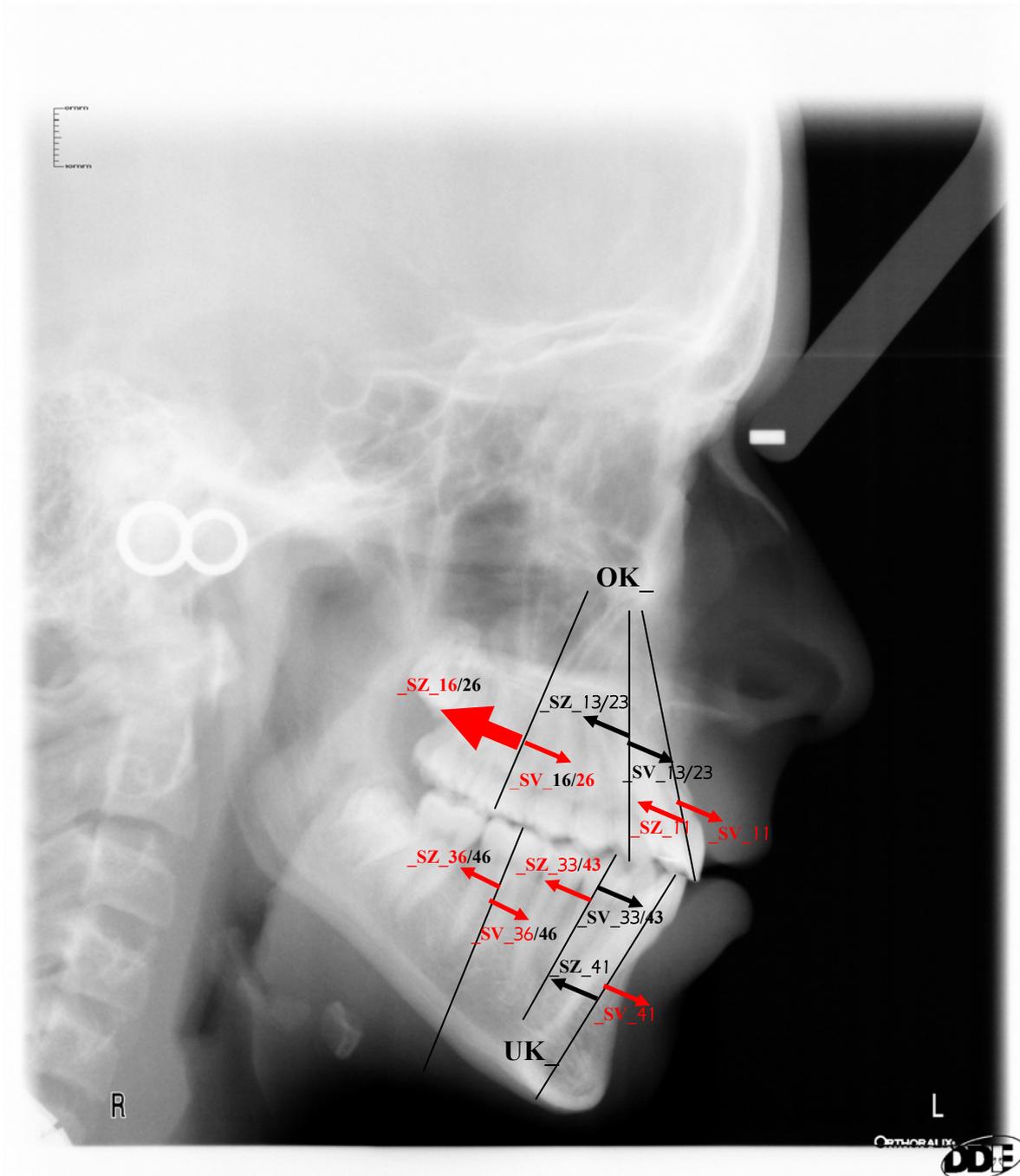


Abbildung 42: Veranschaulichung innerhalb eines FRS Bildes der sagittalen Werte der Modell-OP, mit Darstellung der signifikanten Werte für die Entscheidung „bignathe Operation“ in rot

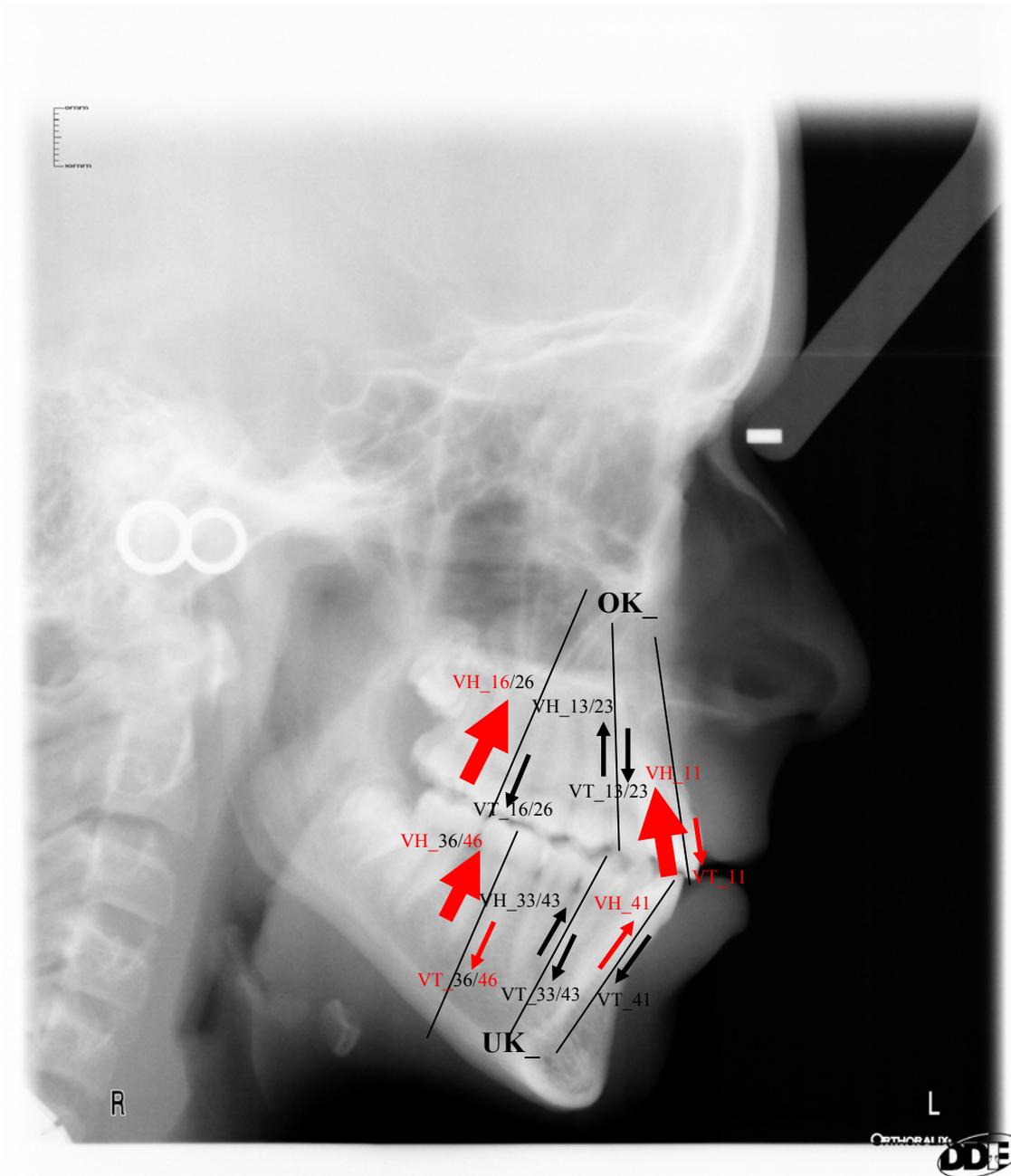


Abbildung 43: Veranschaulichung innerhalb eines FRS Bildes der vertikalen Werte der Modell-OP, mit Darstellung der signifikanten Werte für die Entscheidung „bignathe Operation“ in rot

## **4 Diskussion**

### **4.1 Diskussion der Methode und der Patientendaten**

#### **4.1.1 Methode**

Zur Analyse der Daten wurde eine multivariate Analyseverfahren gewählt, die es erlaubt, eine gleichzeitige Analyse von unterschiedlichen Faktorenkombinationen vorzunehmen. Für derart umfangreiche Datenauswertungen werden in der Literatur die multivariaten den univariaten Methoden bevorzugt [73, 76]. Die logistische Regressionsanalyse hat den Vorteil nur an wenige strenge Prämissen gebunden zu sein und gilt als robuste Methode [4]. Die weitere Anwendung einer monovariaten Analyse auf die zuvor als signifikant herausgestellten Werte dient der klinischen Veranschaulichung und ist für diese Fragestellung eine geeignete Methode.

#### **4.1.2 Patientendaten**

In der vorliegenden Arbeit wurde eine hohe Fallzahl an Patientendaten untersucht. Dabei wurde kein bestimmter Formkreis ausgeschlossen, da allein die chirurgischen Bewegungen im Fokus der Analyse standen. Relationen zu bestimmten Dysgnathiearten wurden nicht gemacht. In der Literatur sind bezüglich der Behandlungsplanung von Dysgnathiepatienten größtenteils Untersuchungen zu finden, die sich auf bestimmte Fälle wie die Angle-Klasse III beschränken und in denen häufig Patienten des syndromalen Formenkreises ausgeschlossen werden [5, 12, 23, 40, 50, 57, 60, 73, 81].

In 4,4% der Fälle konnte das Geschlecht und in 29,6% das Alter zum Operationszeitpunkt nicht bestimmt werden; deshalb wurden diese entsprechend exkludiert. Da aber weder das Alter noch das Geschlecht einen Einfluss auf die Daten der Modelloperation hat, wurden sie für die finale Regressionsanalyse wieder inkludiert.

Alle Daten für die Analyse wurden dem Protokoll der Modell-Operation entnommen. Diese Werte wurden vom jeweiligen Behandler gemessen, entsprechend eingetragen und nicht wiederholt gemessen, sodass eventuelle Fehler bei der individuellen Mes-

sung nicht ausgeschlossen sind. Es ist somit von einem interindividuellen systematischen Fehler bei der Streckenmessung und bei der Übertragung der Werte auszugehen.

#### **4.1.3 Art der durchgeführten Operationen und Verlagerungsausmaß**

Betrachtet und vergleicht man die Verlagerungsausmaße in den Abbildungen 26-41, so erkennt man, dass das Verlagerungsausmaß des Oberkiefers sowohl bei isolierte OK Eingriffe als auch bei bimaxillären Eingriffen zwischen 1 mm und 12 mm liegt (Abb. 28, 29, 36, 37). Im Unterkiefer liegen die Werte zwischen 6 mm und 16 mm und zeigen auch hier keinen Unterschied zwischen isolierten und kombinierten Eingriffen. Dies widerspricht bisherigen Angaben, bei denen ein bimaxillären Eingriff ab einer sagittalen Diskrepanz von 8 mm von Ober- und Unterkiefer durchgeführt werden sollte [49]. Die in dieser Arbeit verwendeten Werte schließen allerdings Distaktionsoperationen mit ein. Somit sind solche allgemeingültigen Aussagen kritisch zu bewerten. Betrachtet man aber die Messwerte der Strecken bei der Modell-Operation, so ist zu bedenken, dass es zu Verzerrungen kommt, da die tatsächliche Osteotomielinie und der Messort am Modell nicht übereinstimmen. Es ist wichtig, jeden einzelnen Fall individuell zu überprüfen, da auch weitere Parameter mit in die Entscheidung einfließen. So kann zum Beispiel die Unterkieferform bei großen Verlagerungen zu einem Auseinanderklaffen der Osteotomiesegmente führen [33].

Ein weiterer Diskussionspunkt ist die Rezidivneigung, die durch die Größe der chirurgischen Bewegung beeinflusst werden könnte. So untersuchten Kwon et al. [44] die Stabilität von Unterkieferrück- und Oberkiefervorverlagerungen. Das Ausmaß der Rezidive im Unterkiefer war dem von Einkiefereingriffen sehr ähnlich. Es konnte kein Zusammenhang zwischen maxillärem und mandibulärem Rezidiv und dem Ausmaß der Oberkieferbewegung festgestellt werden. Auch das Ausmaß der Oberkieferverlagerung hatte keinen Einfluss auf die Stabilität des Unterkiefers. Lediglich das Ausmaß und die Richtung der Unterkieferverlagerung selbst beeinflussen das Rezidivausmaß wenn nur geringe vertikale Veränderungen bestehen. Im Oberkiefer stellten Kwon et al. nur Rezidive bei Transversaler Verlagerung fest, sodass sie empfehlen eine Überkorrektur bei der Operation mit einzuplanen.

Ayoub et al. [2] untersuchten, inwiefern Oberkieferhochverlagerungen die Stabilität von Unterkiefervorverlagerungen zur Korrektur des offenen Bisses erhöhen. Denn es gibt in der Literatur Autoren, die ähnliche Rezidive wie bei Einkiefereingriffen erhielten [29, 78] und andere Autoren, die eine Stabilitätsverbesserung nachweisen konnten [10, 30]. Ayoub et al. konnten keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen mono- und bignath operierten Patienten finden. Ähnliche Ergebnisse fanden auch Gurstein et al. [28] und Schatz et al. [67].

## **4.2 Diskussion der Ergebnisse**

### **4.2.1 Interpretation der Regressionsschätzung**

In dieser Arbeit wurden die ermittelten Regressionskoeffizienten direkt zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeit einer bignathen Operation genutzt. Sie sind daher leicht zu interpretieren, da die Wahrscheinlichkeiten direkt in den Tabellen abzulesen sind. Diese bestimmten Wahrscheinlichkeiten sind als Punktschätzer zu sehen, die immer ein gewisses Maß an Unsicherheiten beinhalten.

### **4.2.2 Wahrscheinlichkeiten für einen bignathen Eingriff**

Die Wahrscheinlichkeiten für einen bignathen Eingriff bei entsprechend geplanten Verschiebungen lassen sich direkt aus den Tabellen ablesen. Soll an Punkt ok\_vh\_11 eine Verschiebung von 6 mm durchgeführt werden, so beträgt die Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation 92,236%.

## **4.3 Bedeutung der Ergebnisse für die Planung kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgischer Patientenfälle**

Bei der Auswertung stellten sich drei Punkte als besonders auffällig heraus: ok\_vh\_16, ok\_vh\_11 und ok\_sz\_16. Bei einer Verlagerung dieser Punkte um nur einen Millimeter, liegt die Wahrscheinlichkeit eines bimaxillären Eingriffs bei 34,1

bis 41,3% (Tabelle 2.1, 2.2 und 2.6). Bei sechs Millimetern Verlagerung steigt die Wahrscheinlichkeit bereits auf 92%. Hinzukommen die entsprechenden Counterparts der drei Punkte. Bei der operativen Verlagerung wird der entsprechende Bereich neu gesetzt und nicht nur ein einzelner Zahn.

In der Erstberatung eines Patienten wird nach Durchsicht aller Befundunterlagen und diagnostischen Auswertungen wie beispielsweise der FRS eine entsprechende Therapieform gewählt. Die Entscheidung zwischen mono- und bignathem Eingriff ist dabei in einigen Grenzfällen schwierig zu treffen. Zusätzlich zu den vorhandenen Befundunterlagen, kann der Behandler klinisch Kippungen der Okklusionsebene und posteriores und/oder anteriores Gummy-Smile überprüfen. Vor allem bei Patienten mit einem Gummy-Smile, wird der entsprechende anteriore und/oder posteriore Bereich hochverlagert. Dies entspricht den Punkten ok\_vh\_11 und ok\_vh\_16, die sich in dieser Arbeit als entscheidende Werte für einen bignathen Eingriff herausstellten, sowie ihre entsprechenden Gegenstücke. Durch diese klinische Betrachtung wird dem Behandler zur Planungssicherheit verholfen und führt in Grenzfällen zu einer Entscheidung. Dies dient dem Patienten dergestalt, dass er frühzeitig eine Risikoauflklärung erhält, die auch seinem weiteren, tatsächlichen Behandlungsablauf entspricht.

Ein Gummy-Smile ist meist für den Patienten ästhetisch störend. Eine Studie von Monaco et al. [54] beschäftigte sich mit dem Thema „Angenehmes Lächeln“ und fand heraus, dass ein Gummy-Smile eine negative Komponente besitzt und es die Ästhetik der nonverbalen Kommunikation beeinflusst. Basierend auf den verschiedenen Ursachen eines Gummy-Smile entwickelten sie eine Klassifizierung als nützliche Angabe für einen therapeutischen Ansatz. Je nach Schweregrad schließt die Behandlung eine kombiniert kieferorthopädisch/kieferchirurgische Therapie mit ein.

Eine alternative Behandlung eines Gummy-Smile untersuchte Polo [59], indem er die Wirkung von Botulinum toxin type A erforschte. Er behandelte 30 Patienten und konnte bei ihnen das Gummy-Smile reduzieren. Jedoch beruht dies lediglich auf der neuromuskulären Wirkung, hat somit nur einen vorübergehenden Effekt und dient nicht dem Langzeiterfolg.

Auch Hwang et al [37] beschäftigten sich mit der Verwendung von Botulinum toxin zur Behandlung eines Gummy-Smile. Vor allem untersuchten sie welches die opti-

malen Einspritzpunkte im Muskel sind. Sie kamen ebenfalls zu dem Ergebnis, dass Botulinum toxin eine wirkungsvolle Behandlungsalternative für Patienten, bei denen das Gummy-Smile durch einen hyperaktiven Lippenaufzugmuskel verursacht wird, darstellt. Auch hier ist der Effekt jedoch nur vorübergehend.

Polat-Ozsoy et al [58] untersuchten die Wirkung der Intrusion der oberen Schneidezähne mit Hilfe von Miniimplantaten auf einen tiefen Biss und ein Gummy-Smile. Sie untersuchten elf Patienten in einem Zeitraum von durchschnittlich 4,5 Monaten und schafften eine durchschnittliche Intrusion von 2 mm, die allerdings keinen Effekt auf das Gummy-Smile hatten.

In der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass die anteriore Hochverlagerung ein entscheidender Faktor zur Entscheidung für eine bignathe Operation ist.

In der Literatur gibt es zahlreiche Untersuchungen darüber, welche Faktoren entscheidend für eine mono- oder bignathe Operation sind. Diese sind schwierig mit der vorliegenden Arbeit zu vergleichen, da sie meist auf Grundlage der Werte aus Röntgenanalysen basieren und zu dementsprechend kephalometrischen Ergebnissen beziehungsweise Aussagen führen oder sich nur auf einen bestimmten Formkreis an Dysgnathiepatienten beschränken [6, 23, 49, 57, 61]. So analysierte beispielsweise Jäger et al. [40] 45 Patienten mit einer Dysgnathieoperation retrospektiv hinsichtlich der Bedeutung unterschiedlicher kephalometrischer Parameter zur Art der Operation mit Hilfe einer Kombination von unterschiedlichen skelettalen, dentalen und Weichteilanalysen. Die Patienten wurden in drei verschiedene Operationsgruppen geordnet: „bimaxillärer Eingriff“, „isolierte Osteotomie der Maxilla“ und „isolierte sagittale Spaltung der Mandibula“. Es stellte sich heraus, dass die Winkel ANB und ML-NL, der Gonionwinkel, die Länge der Mandibula, die maxillomandibuläre Differenz und die WITS-Appraisal von Bedeutung im Hinblick auf die Differenzierung zwischen mono- und bimaxillärem Eingriff sind.

Arbeiten über die Modelloperation beschränken sich auf das Darstellen des Verfahrens [13, 15, 21, 22] oder auf Arbeiten, die eine Genauigkeit der Modell-Operationen im Hinblick auf ihren Gebrauch in der Orthognathen Chirurgie untersuchen [18, 69, 71, 80].

Man findet in der Literatur weiterhin unterschiedlichste Untersuchungen mit kephalometrischen Daten. Hurst et al. [36] interessierten sich für die Ursprünge der kephalometrischen Methodik und ihre aktuelle Entwicklung und Anwendung. Dazu führten sie eine PubMed Suche durch und untersuchten alle englischsprachigen Artikel mit Hilfe der Schlüsselwörter „cephalometric“ und „Cephalometrics“. Sie fanden heraus, dass das Interesse an der Dimension des menschlichen Kopfes schon seit der Antike präsent ist. Erheblichen Nutzen und Entwicklung der Kephalmetrie bezüglich des Menschen gibt es seit Einführung der Radiologie 1931. Alle kephalometrischen Techniken und Analysen, die sie untersuchten, sind vielseitige Werkzeuge, die auf eine Vielzahl von klinischen Szenarien, einschließlich der kraniofazialen Region, angewendet werden können. Dabei versprechen neue Technologien, wie die dreidimensionalen und Non-x-Ray basierenden Bewertungen und erweiterte Anwendungen, weiterhin eine Entwicklung und Anwendung dieser bewährten Methoden.

Incrapera et al. [38] zeigten in ihrer Untersuchung, dass Werte aus 3-dimensionalen Flächen-Erfassungssystemen durchaus mit denen aus herkömmlichen 2-dimensionalen Systemen vergleichbar sind.

Auch Sambataro et al. [65] bediente sich der kephalometrischen Daten. So entwickelte er ein Modell mittels kephalometrischen Variablen zur Früherkennung der Verlagerung der oberen permanenten Eckzähne und zur Prognose für impaktierte Eckzähne. Dazu untersuchte er 43 Patienten mit verschiedensten Fehlstellungen im Wechselgebiss zwischen 5 und 8 Jahren. Er maß den Abstand zwischen den Eckzahnkronen und der sagittalen Mitte, sowie den Abstand zwischen den Processus jugularis und der sagittalen Mitte. Eine erneute Wiedervorstellung und Auswertung erfolgte mit durchschnittlich 14,3 Jahren. Mit seinem somit entwickelten Vorhersagemodell kann für jeden Patienten im Alter von 8 Jahren eine entsprechende Aussage getroffen werden.

Baccetti et al. [3] selektierte ein Modell mit kephalometrischen Variablen aus der FRS Analyse, um die Ergebnisse der frühen Klasse 3 Behandlung mit schneller maxillärer Expansion und Gesichtsmaskentherapie in Kombination mit festsitzenden Apparaturen vorherzusagen. Dazu untersuchte er 42 Patienten mit Klasse 3 im Alter von durchschnittlich 8 +/- 2 Jahren. Eine Evaluation erfolgte nach 8 Jahren. Zur

Auswertung wendete eine Diskriminanzanalyse an, und es stellten sich drei Variablen heraus: die Länge des Ramus mandibulae, der kraniale Basiswinkel und ein steiler Mandibularebene-Winkel. Es wurde eine Gleichung ermittelt, mit der bei Patienten das Ergebnis einer Klasse 3 Behandlung ermittelt werden kann.

Es wird immer weiter an der Verbesserung der Diagnostik gearbeitet, um immer bessere Möglichkeiten für Behandler und Patient zu ermöglichen. So entwickelten Zhang et al. [82] eine Methode (FEM) zur seitlichen 2-dimensionalen Analyse des Weichgewebes zur Ergänzung der traditionellen Radiologischen Weichteilanalyse. Es ist zu bedenken, dass Umstellungsosteotomien häufig mit einer Veränderung des Weichteilprofils einhergehen.

So gibt Hönig [35] Weichteilveränderungen nach Umstellungsosteotomien in entsprechenden prozentualen Werten an. Es folgt beispielsweise nach einer Oberkieferverlagerung die Oberlippe der Bewegung mit 80%, die Nasenspitze mit 35%. Auch diese Arbeit soll der Verbesserung der Diagnostik als Ergänzung zu den üblichen Auswertungen dienen.

Insgesamt gilt, dass zur Planung einer kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Therapie immer alle diagnostischen Unterlagen mit einzubeziehen sind. Es sind nicht immer die kephalometrischen Daten entscheidend für eine Therapiewahl, sondern auch der klinische Gesamteindruck des Patienten [31, 39, 40, 50]. Auch können einzelne kephalometrische Messwerte stark streuen, sodass der Vergleich von Einzelmesswerten einer Analyse häufig nicht zur Diagnostik eines gesamten skelettalen Systems geeignet ist [43]. Als therapeutische Leitlinien für eine langfristige stabile Korrektur einer kraniofazialen Anomalie wird die kausale Therapie an der skelettalen Basis der dentofazialen Formabweichung gesehen, ebenso das geradlinige, symmetrische Durchschnittsgesichter das höchste Maß an Ästhetik besitzen und eine stabile Okklusion langfristig das Behandlungsergebnis stabilisiert [70, 74].

#### **4.4 Kritische Beurteilung und Schlussfolgerung**

Die in dieser Arbeit ermittelten Ergebnisse dienen als Ergänzung zur Entscheidungsfindung einer geeigneten Operationsmethode bei Dysgnathiepatienten. Vor allem der klinisch auffällige Befund eines Gummy-Smile, welches sich indirekt als signifikanter Prognosefaktor für eine bimaxilläre OP herausgestellt hat, kann gut beurteilt werden. Dennoch sind die Ergebnisse dieser Arbeit nur als zusätzliche Entscheidungshilfe und im Rahmen der Aus- und Weiterbildung zu sehen und ersetzen nicht die Gesamtheit der umfangreichen Diagnostik und Auswertung zur Beurteilung eines geeigneten Verfahrens.

Schwachpunkte dieser Arbeit ergeben sich aus den zugrunde liegenden Daten. Der Messort am Modell und die tatsächliche Osteotomielinie stimmen nicht überein, sodass es bei den Messwerten zu Verzerrungen kommen kann. Weiterhin beschränken sich alle Daten auf den Patientenpool der Münsteraner Poliklinik für Kieferorthopädie. Es gibt weltweit eine Vielzahl von ethnischen Gruppen, bei denen nicht immer die allgemeinen kephalometrischen Werte zutreffen und die sich hinsichtlich ihrer Auffassung von Ästhetik unterscheiden [5, 14]. Ausschlaggebend ist auch immer die individuelle Entscheidung des jeweiligen Behandlers, sodass allein dadurch schon unterschiedlichste Ergebnisse hervorgebracht werden können.

Schlussfolgernd ergibt sich, dass die Werte `ok_vh_16`, `ok_vh_11` und `ok_sz_16` und ihre entsprechenden Counterparts eher eine bimaxilläre Operation bedingen. Wird der Oberkiefer anterior und/oder posterior nach oben gesetzt, entsteht eine Nonokklusion zwischen Ober- und Unterkiefer. Der Patient würde nur im posterioren und /oder anterioren Bereich Kontakt finden und hätte somit keinen adäquaten Zubeiß. Um eine stabile Okklusion zu gewährleisten, muss der Unterkiefer ebenfalls neu gesetzt werden. Auch bei einer Rückverlagerung des Oberkiefers wird für eine optimale Interkuspidation ein Eingriff in beiden Kiefern benötigt.

## 5 Zusammenfassung

Für eine kombiniert kieferchirurgisch-kieferorthopädische Therapie ist eine interdisziplinäre Zusammenarbeit Voraussetzung. Dabei ist eine optimale Therapieplanung wichtig und entscheidend für den Erfolg der geplanten Maßnahme. Grundlegend dabei ist eine frühzeitige Entscheidung für eine Operationsart, um eine entsprechend gute Vorbehandlung zu leisten und den Patienten schnellstmöglich über den Behandlungsablauf und die daraus hervorgehenden Risiken aufklären zu können. Mit den entsprechend vorliegenden Befundunterlagen sollte dies bei der Erstberatung mit dem Patienten besprochen werden. Trotz umfangreicher diagnostischer Auswertungen zur Bestimmung einer passenden Therapieform gibt es selbst für erfahrene Behandler Grenzfälle bei der Entscheidung, ob ein mono- oder bignather Eingriff notwendig ist.

Ziel dieser Arbeit war es, Faktoren zu finden, die zu einer Entscheidung zwischen mono- oder bignather Operation verhelfen, um dem Patienten möglichst schon bei der Erstberatung eine differenzierte Risikoaufklärung zu ermöglichen und gleichzeitig die hierfür notwendige Planungssicherheit für den Behandler erhöhen.

Dazu wurden 1354 Patientenfälle untersucht, bei denen eine Dysgnathieoperation in der ZMK Münster durchgeführt wurde. Hierfür wurden retrospektiv von jedem Patienten die Daten der Planungsbögen der Modelloperation mit dem KDMMS System evaluiert und die dazu entsprechenden jeweiligen Werte mit einer Logistischen Regressionsanalyse ausgewertet. Durch eine schrittweise Vorwärtsselektion wurde das multivariate Modell auf die signifikanten Variablen reduziert und im Anschluss einzeln in einem univariaten Modell weiter bewertet. Um die Auswertung direkt für die klinische Anwendung zugänglich zu machen, wurden direkt für jeden Wert die Fälle 0 bis 6 mm Verlagerung berechnet.

Dabei ergaben sich für 15 Werte entsprechende Tabellen, anhand derer man die Wahrscheinlichkeit für einen bignathen Eingriff in Prozent ablesen kann. Vor allem eine Hochverlagerung in dem Bereich des anterioren Oberkiefers (ant. Gummy-Smile) zeigte sich dabei als signifikanter Prädiktor für eine bignathe Operation,

ebenso eine Hochverlagerung im posterioren Oberkiefer sowie die sagittale Rückverlagerung der Maxilla.

Der Behandler hat somit eine Entscheidungshilfe und kann in Grenzfällen den Entschluss für eine mono- oder bignathe Operation besser treffen. Dementsprechend kann der Patient über den Ablauf seiner Behandlung und den damit verbundenen Risiken aufgeklärt werden.

## 6 Literaturverzeichnis

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr.: Cephalometric variables predicting the long-term success or failure of combined rapid maxillary expansion and facial mask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*2004;126:16-22.
- [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 Orthognath Surg* 1995;10:108-18.
- [7] Bender R: Logistische Regression. *Dtsch Med Wochenschr* 2002;127:T11-T13.
- [8] 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.
- [9] Bradley JP, Elahi M, Kawamoto HK: Delayed presentation of pseudoaneurysm after Le Fort I osteotomy: *J Craniofac Surg* 2002;13:746-50.
- [10] 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.

- [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] Choi JH, Song KG, Baek SH: Virtual model surgery and wafer fabrication for orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillifac Surg* 2009;38:1306-10.
- [14] 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.
- [15] Csaszar GR, Brüker-Csaszar B: Die Realisierung bimaxillärer Operationsplanungen mit dem 3-DOss. *Inf Orthod Kieferorthop* 2000;32:343-8.
- [16] Cutbirth M, Van Sickels J, Thrash W: Condylar resorption after bicortical screw fixation of mandibular advancement. *J Oral Maxillofac Surg.* 1998;56:178-82.
- [17] Dimitroulis G: A simple classification of orthognathic surgery complications. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1998;13:79-87.
- [18] Donatsky O, Bjorn-Jorgensen J, Hermund NU, Nielsen H, Holmqvist-Larsen M, Nerder PH: Accuracy of combined maxillary and mandibular repositioning and of soft tissue prediction in relation to maxillary antero-superior repositioning combined with mandibular set back A computerized cephalometric evaluation of the immediate postsurgical outcome using the TIOPS planning system. *J Craniomaxillofac Surg* 2009;37:279-84.
- [19] Drommer, R: The History of the Le fort I osteotomy. *J Max fac Surg* 1986;14,119-122.
- [20] Ehmer U, Röhling J, Dorr K, Becker R: Calibrated double split cast simulations for orthognathic surgery. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1989;4:223-7.
- [21] 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.

- [22] Ellis E: Accuracy of model surgery: evaluation of an old technique and introduction of a new one. *J Oral Maxillofac Surg* 1990;48:1161-7.
- [23] 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.
- [24] Epker BN: Vascular considerations in orthognathic surgery. II. Maxillary osteotomies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984;57:473-8.
- [25] Fridrich KL, Tompach PC, Wheeler JJ: Coordination of the orthosurgical treatment program. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1994;9:195-9.
- [26] 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.
- [27] Gong SG, Krishnan V, Waak D: Blood transfusion in bimaxillary orthognathic surgery: are they necessary? *Int J Adult Orthod Orthognath* 2002;17:314-7.
- [28] 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.
- [29] 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.
- [30] 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.
- [31] Hoffman GR, Staples G, Mononey FB: Cephalometric alterations following facial advancement surgery: 1. Statistical evaluation. *J Craniomaxillofac Surg* 1994;22:214-19.
- [32] Hoffmann-Axthelm, W: *Die Geschichte der Mund- Kiefer- und Gesichtschirurgie*. Quintessenz, Berlin 1995.

- [33] 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.
- [34] 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.
- [35] Hönig J: Maxillomandibuläre Umstellungsosteotomien. Steinkopff, Darmstadt 2002
- [36] Hurst C, Eppley B, Havlik R, Sadove A: Surgical Cephalometrics: Applications and Developments. *Plastic and Reconstructive Surgery* 2007;120:92-104.
- [37] Hwang WS, Hur MS, Hu KS, Song WC, Koh KS, Baik HS, Kim ST, Kim, HJ, Lee KJ: Surface anatomy of the lip elevator muscles for the treatment of gummy smile using botulinum toxin. *Angle Orthod* 2009;79:70-7.
- [38] Incrapera A, Kau C, English J, McGrory K, Sarver D: Soft Tissue Images from Cephalograms Compared With Those from a 3 D SurfaceAcquisition System. *Angle Orthod* 2010;80:58-64.
- [39] Jacobson A: Planning for orthognathic surgery-art or science? *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1990;5:217-24.
- [40] 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.
- [41] Joos U, Göz G, Schilli W: Komplikationsrate als Auswahlkriterium bei kieferorthopädischen Operationen. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 1985;30:86-88.
- [42] Kahl-Nieke B: Einführung in die Kieferorthopädie, Urban & Fischer 2001.
- [43] Kim YH, Vietas JJ: Anteroposterior dysplasia indicator: An adjunct to cephalometric differential diagnosis. *Am J Orthod* 1978;73:619-633.

- [44] Kwon TG, Mori Y, Minami K, Lee SH, Sakuda M: Stability of simultaneous maxillary and mandibular osteotomy for treatment off class III malocclusion: an analysis of three-dimensional cephalograms. *J Craniomaxillofac Surg* 2000;28:272-7.
- [45] Lanigan DT, Hey JH, West RA: Aseptic necrosis following maxillary osteotomies: report of 36 cases. *J Oral Maxillofac Surg* 1990;48:142-56.
- [46] 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.
- [47] 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.
- [48] Lanigan DT, Romanchuk K, Olson CK: Ophthalmic complications associated with orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 1993;51:480-94.
- [49] Luhr HG, Jäger A: Indikation, Technik und Ergebnisse der bimaxillären Chirurgie. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 1995;40:20-32.
- [50] 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.
- [51] Mauer 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.
- [52] Mauer P, Otto C, Eckert AW, Schubert J: Komplikationen bei der chirurgischen Behandlung von Dysgnathien. Ein 50-jähriger Erfahrungsbericht. *Mund Kiefer Gesichtschir* 2001;5:357-61.
- [53] Merckx MA, Van Damme PA: Condylar resorption after orthognathic surgery. Evaluation of treatment in 8 Patients. *J Craniomaxillofac Surg* 1994;22:53-8.
- [54] Monaco A, Streni O, Marci MC, Marzo G, Gatto R, Glannoni M: Gummy smile: clinical parameters useful for diagnosis and therapeutical approach. *J Clin Pediatr Dent* 2004;29:19-25.

- [55] Neal CE, Kiyak HA: Patient perceptions of pain, paresthesia and swelling after orthognathic surgery. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1991;6:169-81.
- [56] 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.
- [57] Park JU, Baik SH: Classification of Angle Class III malocclusion and its treatment modalities. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 2001;16:19-29.
- [58] Polat-Ozsoy O, Arman-Ozairpici A, Veziroglu F: Miniscrews for upper incisor intusion. *Eur J Orthod* 2009;31:412-6.
- [59] Polo M: Botulinum toxin type A (Botox) for the neuromuscular correction of excessive gingival display on smiling (gummy smile). *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133:195-203.
- [60] 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.
- [61] Proffit WR, White RP: Who needs surgical-orthodontic treatment. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1990;5:81-89.
- [62] Reinhart E, Reuther J, Michel C, Kubler N, Ordnung R, Bosebeck H: Perioperative Antibiotikaprophylaxe bei skelettverlagernden Operatonen des Gesichtsschädels. *Mund Kiefer Gesichtschir* 1998;2:194-201.
- [63] Reuther J: Orthognathe Chirurgir: Skelettverlagernde Operationen . *Mund Kiefer Gesichtschir* 2000;4:237-48.
- [64] Sailer HF, Haers PE: Komplikationen bei bimaxillären chirurgischen Eingriffen. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 1995;40:41-9.
- [65] Sambataro S, Baccetti T, Franchi L, Antonini F: Early Predictive Variables for Upper Canine Impaction as Derived from Posteroanterior Cephalograms. *Angle Orthod* 2005;75:28-34.
- [66] Schamsawary S, Esser E: *Dysgnathien*, Urban & Fischer 2007.

- [67] 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.
- [68] Schwenzler N, Ehrenfeld M: *Zahn-Mund-Kieferheilkunde, Spezielle Chirurgie*, Thieme 2002.
- [69] Sharifi A, Jones R, Ayoub A, Moos K, Walker F, Khambay B, McHugh S: How accurate is model planning for orthognathic surgery? *Int J Oral Maxillofac Surg* 2008;37:1089-93.
- [70] Shelly A, Southard T, Southard K, Casco J, Jakobsen J, Fridrich K, Mergen J: Evaluation of profile esthetic change with mandibular advancement surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;117:630-7.
- [71] Song KG, Baek SH: Comparison of the accuracy of the tree-dimensional virtual method and the conventional manual method for model surgery and intermediate wafer fabrication. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:13-21.
- [72] Steinhäuser EW: Historical development of orthognathic surgery. *J Cranio-maxillofacial Surgery* 1996;24:195-204.
- [73] 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.
- [74] Thuer U, Ingerwall B, Vuillemin T: Stability and effect on the soft tissue profile of mandibular advancement with sagittal splint osteotomy and rigid internal fixation. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1994;9:175-85.
- [75] Tompach PC, Wheeler JJ, Fridrich KL: Orthodontic considerations in orthognathic surgery. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1995;10:97-107.
- [76] 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.
- [77] Trauner R, Obwegeser H: Zur Operationstechnik bei der Progenie und anderen Unterkieferanomalien. *Dtsch Zahn-Mund-Kieferhkd* 1955;23:1-26.

- [78] Turvey TA, Philips C, Zaytoun HS, Proffit WR: Simultaneous superior repositioning of the maxilla and mandibular advancement. *Am J Orthod* 1988;49:372-82.
- [79] Umstadt HE, Weippert-Kretschmer M, Austermann KH, Kretschmer V: Trans-fusionsbedarf bei Dysgnathieoperationen. *Mund Kiefer Gesichtschir* 2000;4:228-33.
- [80] Varol A, Basa S: The role of computer-aided 3D surgery and stereolithographic modelling for vector orientation in premaxillary and trans-sinusoidal maxillary distraction osteogenesis. *Int J Med Robot* 2009;5:198-206.
- [81] Zentner A, Doll GM, Peylo SM: Morphological parameters as predictors of successful correction of Class III malocclusions. *Eur J Orthod* 2001;23:383-92.
- [82] Zhang L, Gu XM, Wang Y, Zhu XH, Fang YM, Gao LM, Zheng SY: A finite element analysis system for two-dimension morphological analysis of the soft tissue in orthognathic surgery. *Zhonghua Zheng Xing Wai Ke Za Zhi* 2003;19:207-10.
- [83] 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**

Mein besonderer Dank gilt Herrn Priv.-Doz. Dr. med. dent. Thomas Stamm für die Bereitstellung des Themas, der guten Betreuung während der Erstellung und der Durchsicht und Beurteilung der vorliegenden Dissertation.

Ich bedanke mich bei Frau Prof. Dr. med. dent. Ariane Hohoff für die Möglichkeit, diese Arbeit in der Poliklinik für Kieferorthopädie durchführen zu können.

Bei Herrn Dr. Gerß möchte ich mich ausdrücklich für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung der Daten bedanken.

Weiterhin bedanke ich mich bei Herrn Thorsten Kraft für die Hilfestellung bei Softwareproblemen und der Formatierung meiner Arbeit, sowie bei Frau Franziska Heinze für die Durchsicht meiner Arbeit und die wertvollen Anregungen zur Sprachlichen Struktur.

Mein größter Dank gilt meiner Mutter, welche mir in jeder Hinsicht und Situation liebevoll zur Seite steht und mich mit all ihrer Kraft durch alle Höhen und Tiefen begleitet.

## **8 Lebenslauf**

## 9 Anhang

### 9.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einzeichnen der Osteotomie Ebenen.....	8
Abbildung 2: Einzeichnen der Referenzebenen FH und AOEk.....	9
Abbildung 3: Einzeichnen der Oberkiefermarkierungslinien ML 1, ML 2 und ML 3 .....	10
Abbildung 4: Einzeichnung der Unterkiefermarkierungslinien ML 4 bis ML 8 [10]	11
Abbildung 5: Realisierung des c VTZ.....	11
Abbildung 6: Veranschaulichung der Übertragung der 2-dimensionalen Werte und Linien auf die Modelle.....	12
Abbildung 7: Übersicht KDMMS-System Equipment.....	13
Abbildung 8: Schädelbezügliche Einartikulierung.....	13
Abbildung 9: Einartikuliertes Gegenkiefermodell.....	14
Abbildung 10: Aufschieben der Messwertübertragungslehre auf den Stützstift .....	15
Abbildung 11: Übertragung des vertikalen Abstandes der ungefähren Le Fort I- Osteotomieebene (ML 2) senkrecht zur Inzisalkante .....	15
Abbildung 12: Messung in der Sagittalen- Abstand der Inzisalkante zur Innenseite des Stützstiftes .....	15
Abbildung 13: Übertragung der Referenzlinien auf den Artikulatorsockel, die Modelle und die entsprechenden Zahnkronen .....	16
Abbildung 14: Modelle mit angebrachten Fixations- und Positionierungselemente in eindeutiger Operationsposition im Artikulator .....	17
Abbildung 15: Oberkiefer OP-Sockel mit drei dimensionaler OP-Information - .....	18
Abbildung 16: Einartikuliert mit drei dimensionaler OP-Information enthaltenden Modellen .....	18

Abbildung 17: Operations-Protokoll .....	19
Abbildung 18: Modelle mit definitivem transparenten Spint .....	20
Abbildung 19: Modelle mit zweifarbigen Zwischensplint .....	20
Abbildung 20: (a, b und c): Sagittale Spaltung des aufsteigenden Unterkieferastes nach Obwegeser/Dal Pont [2, 48] .....	22
Abbildung 21: Le- Fort-I Osteotomie [2] .....	24
Abbildung 22: Verteilung der Geschlechter .....	29
Abbildung 23: Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation .....	30
Abbildung 24: Verteilung der Patienten entsprechend der Operationsart .....	31
Abbildung 25: Geschlechterverteilung auf die verschiedenen Operationsarten.....	32
Abbildung 26: Ausmaße der vertikalen Tiefverlagerung bei isolierten Oberkiefereingriffen .....	33
Abbildung 27: Ausmaße der vertikalen Hochverlagerung bei isolierten Oberkiefereingriffen.....	33
Abbildung 28: Ausmaße der sagittalen Rückverlagerung bei isolierten Oberkiefereingriffen .....	34
Abbildung 29: Ausmaße der sagittalen Vorverlagerung bei isolierten Oberkiefereingriffen .....	34
Abbildung 30: Ausmaße der vertikalen Tiefverlagerung bei isolierten Unterkiefereingriffen .....	35
Abbildung 31: Ausmaße der vertikalen Hochverlagerung bei isolierten Unterkiefereingriffen.....	35
Abbildung 32: Ausmaße der sagittalen Rückverlagerung bei isolierten Unterkiefereingriffen.....	36
Abbildung 33: Ausmaße der sagittalen Vorverlagerung bei isolierten Unterkiefereingriffen .....	36

Abbildung 34: Ausmaße der vertikalen Tiefverlagerung im Oberkiefer bei bimaxillären Eingriffen.....	37
Abbildung 35: Ausmaße der vertikalen Hochverlagerung im Oberkiefer bei bimaxillären Eingriffen.....	37
Abbildung 36: Ausmaße der sagittalen Rückverlagerung im Oberkiefer bei bimaxillären Eingriffen.....	38
Abbildung 37: Ausmaße der sagittalen Vorverlagerung im Oberkiefer bei bimaxillären Eingriffen.....	38
Abbildung 38: Ausmaße der vertikalen Tiefverlagerung im Unterkiefer bei bimaxillären Eingriffen.....	39
Abbildung 39: Ausmaße der vertikalen Hochverlagerung im Unterkiefer bei bimaxillären Eingriffen.....	39
Abbildung 40: Ausmaße der sagittalen Rückverlagerung im Unterkiefer bei bimaxillären Eingriffen.....	40
Abbildung 41: Ausmaße der sagittalen Vorverlagerung im Unterkiefer bei bimaxillären Eingriffen.....	40
Abbildung 42: Veranschaulichung innerhalb eines FRS Bildes der sagittalen Werte der Modell-OP, mit Darstellung der signifikanten Werte für die Entscheidung „bignathe Operation“ in rot.....	51
Abbildung 43: Veranschaulichung innerhalb eines FRS Bildes der vertikalen Werte der Modell-OP, mit Darstellung der signifikanten Werte für die Entscheidung „bignathe Operation“ in rot.....	52

## 9.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Variablen in der Gleichung mit einem Signifikanzniveau $\leq 0,05$	41
Tabelle 2.1:	Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle ok_vh_16 eine Verschiebung zwischen 0-6mm stattfindet	42
Tabelle 2.2:	Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle ok_vh_11 eine Verschiebung zwischen 0-6mm stattfindet	42
Tabelle 2.3:	Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle ok_vt_11 eine Verschiebung zwischen 0-6mm stattfindet	43
Tabelle 2.4:	Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle ok_sv_11 eine Verschiebung zwischen 0-6mm stattfindet	43
Tabelle 2.5:	Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle ok_sv_26 eine Verschiebung zwischen 0-6mm stattfindet	44
Tabelle 2.6:	Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle ok_sz_16 eine Verschiebung zwischen 0-6mm stattfindet	44
Tabelle 2.7:	Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle ok_sz_11 eine Verschiebung zwischen 0-6mm stattfindet	45
Tabelle 2.8:	Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle uk_vh_46 eine Verschiebung zwischen 0-6mm stattfindet	45
Tabelle 2.9:	Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle uk_vh_41 eine Verschiebung zwischen 0-6mm stattfindet	46

Tabelle 2.10: Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle uk_vt_46 eine Verschiebung zwischen 0-6mm stattfindet	46
Tabelle 2.11: Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle uk_sv_41 eine Verschiebung zwischen 0-6mm stattfindet	47
Tabelle 2.12: Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle uk_sv_36 eine Verschiebung zwischen 0-6mm stattfindet	47
Tabelle 2.13: Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle uk_sz_43 eine Verschiebung zwischen 0-6mm stattfindet	48
Tabelle 2.14: Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle uk_sz_33 eine Verschiebung zwischen 0-6mm stattfindet	48
Tabelle 2.15: Wahrscheinlichkeit für eine bignathe Operation, wenn an Stelle uk_sz_36 eine Verschiebung zwischen 0-6mm stattfindet	49

### 9.3 Variablenkodierung

Name	Typ	Variablenlabel	Wertelabel	Messniveau
bi_rc	Numerisch	monognath oder bignath	0=monognath 1=bignath	Ordinal
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
ok_vt_11	Numerisch	OK vertikal tief Regio 11 (in mm)	keine	Metrisch
ok_vt_23	Numerisch	OK vertikal tief Regio 23 (in mm)	keine	Metrisch
ok_vt_26	Numerisch	OK vertikal tief Regio 26 (in mm)	keine	Metrisch
ok_sv_16	Numerisch	OK sagittal vor Regio 16 (in mm)	keine	Metrisch
ok_sv_13	Numerisch	OK sagittal vor Regio13 (in mm)	keine	Metrisch

ok_sv_11	Numerisch	OK sagittal vor Regio 11 (in mm)	keine	Metrisch
ok_sv_23	Numerisch	OK sagittal vor Regio 23 (in mm)	keine	Metrisch
ok_sv_26	Numerisch	OK sagittal vor Regio 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 Regio 46 (in mm)	keine	Metrisch
uk_vt_43	Numerisch	UK vertikal tief Regio 43 (in mm)	keine	Metrisch
uk_vt_41	Numerisch	UK vertikal tief Regio 41 (in mm)	keine	Metrisch

uk_vt_33	Numerisch	UK vertikal tief Regio 33 (in mm)	keine	Metrisch
uk_vt_36	Numerisch	UK vertikal tief Regio 36 (in mm)	keine	Metrisch
uk_sv_46	Numerisch	UK sagittal vor Regio 46 (in mm)	keine	Metrisch
uk_sv_43	Numerisch	UK sagittal vor Regio 43 (in mm)	keine	Metrisch
uk_sv_41	Numerisch	UK sagittal vor Regio 41 (in mm)	keine	Metrisch
uk_sv_33	Numerisch	UK sagittal vor Regio 33 (in mm)	keine	Metrisch
uk_sv_36	Numerisch	UK sagittal vor Regio 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