

Aus Poliklinik für Kieferorthopädie  
der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Mono- und bimaxilläre Dysgnathiechirurgie – Eine retrospektive Analyse hinsichtlich  
chirurgischer und kieferorthopädischer Komplikationen

Inauguraldissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades der  
Zahnmedizin  
der Universitätsmedizin  
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Vorgelegt von

Maria Kadoglu  
aus Groß-Gerau

Mainz, 2021

Tag der Promotion:

07. Dezember 2021

Meinen lieben Eltern gewidmet.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Literaturdiskussion</b> .....	<b>3</b>
2.1	Historische Entwicklung der Operationsmethode in der Dysgnathiechirurgie .....	3
2.2	Definition Eugnathie und Dysgnathie .....	4
2.3	Dentoalveoläre Dysgnathien .....	5
2.3.1	<i>Angle Klassifikationen:</i> .....	5
2.4	Skelettale Dysgnathien .....	6
2.4.1	<i>Sagittalebene</i> .....	6
2.4.2	<i>Frontalebene</i> .....	7
2.4.3	<i>Transversalebene</i> .....	7
2.5	Interdisziplinäres Behandlungskonzept der Dysgnathiebehandlung .....	8
2.6	Komplikationen während der Dysgnathiebehandlung.....	9
2.6.1	<i>Intraoperative Komplikationen</i> .....	9
2.6.2	<i>Postoperative Komplikationen</i> .....	11
2.6.3	<i>Kieferorthopädische Komplikationen</i> .....	13
2.7	Ziele der vorliegenden Arbeit.....	14
<b>3</b>	<b>Material und Methode</b> .....	<b>15</b>
3.1	Studiendesign .....	15
3.2	Datenerhebung .....	15
3.3	Kategorische Einteilung .....	16
3.4	Statistische Auswertung .....	19
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>20</b>
4.1	Patientenverteilung.....	20
4.2	Alter der Patienten.....	21
4.3	Allgemeine Anamnese.....	23
4.4	Medikamentenanamnese .....	24
4.5	Spezielle Anamnese .....	25
4.6	Kieferorthopädische Vorbehandlungsdauer .....	27

4.7	Geplante Therapie .....	27
4.8	Verlagerungstrecken im Oberkiefer .....	29
4.9	Verlagerungstrecken im Unterkiefer .....	30
4.10	Intraoperativer Verlauf .....	31
4.10.1	<i>Durchgeführte Operationsmethode</i> .....	31
4.10.2	<i>Schnittführung im Oberkiefer</i> .....	33
4.10.3	<i>Schnittführung im Unterkiefer</i> .....	34
4.10.4	<i>Intraoperative Komplikationsaufkommen</i> .....	35
4.11	Postoperativer Verlauf .....	37
4.11.1	<i>Stationärer Aufenthalt</i> .....	37
4.11.2	<i>Postoperative Medikamententherapie</i> .....	38
4.11.3	<i>Postoperatives Komplikationsaufkommen</i> .....	41
4.11.4	<i>Postoperative kieferorthopädische Nachbehandlung</i> .....	42
4.12	Komplikationen während kieferorthopädischer Nachbehandlung	43
<b>5</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>44</b>
5.1	Allgemein .....	44
5.2	Intraoperative Komplikationen .....	45
5.2.1	<i>Verstärkte Blutung</i> .....	45
5.2.2	<i>Atypischer Frakturverlauf „Bad Split“</i> .....	46
5.2.3	<i>Intraoperative Nervverletzungen</i> .....	46
5.2.4	<i>Intraoperative Wurzelverletzungen und Zahnlockerungen</i> ..	47
5.3	Postoperative Komplikationen .....	47
5.3.1	<i>Schwellungen</i> .....	47
5.3.2	<i>Postoperative Nervenfunktionsstörungen</i> .....	48
5.3.3	<i>Starke Schmerzen</i> .....	49
5.3.4	<i>Wundheilungsstörungen</i> .....	49
5.3.5	<i>Infektionen im Sinusbereich</i> .....	50
5.3.6	<i>Infektionen des Weichgewebes</i> .....	51
5.3.7	<i>Plattenlockerung</i> .....	52
5.3.8	<i>Pseudarthrosen</i> .....	53

5.4	Kieferorthopädische Behandlungsabschnitte .....	54
5.4.1	<i>Komplikationen in der postoperativen kieferorthopädischen Phase</i> .....	55
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>58</b>
<b>7</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>60</b>
<b>8</b>	<b>Danksagung</b> .....	<b>75</b>

# 1 Einleitung

Die Dysgnathien sind im Pschyrembel definiert als „*Kieferentwicklungen mit fehlerhafter Okklusion, Artikulation und anormaler Lage des Gebisses*“ (1). Etwa 20% der Bevölkerung leidet unter dieser Form der dentofazialen Anomalien (2). Meist manifestieren sich solche Anomalien im mittleren und unteren Teil des Gesichtes und können zusätzlich, zu funktionellen Beeinträchtigungen auch die Ästhetik der Betroffenen beeinflussen (3). Ist eine Korrektur einer Fehlbisslage durch alleinige kieferorthopädische Therapie nicht zielführend, müssen operative Maßnahmen erwogen werden, um ausgeprägte skelettale Diskrepanzen auszugleichen (4).

Die Dysgnathiechirurgie kann diese Diskrepanzen im orofazialen System therapieren, zumal sie eine Kombinationstherapie aus Kieferorthopädie und Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie darstellt. Durch dieses interdisziplinäre Verfahren, welches meistens aus kieferorthopädischer Vorbehandlung, operativem Eingriff und postoperativer kieferorthopädischer Nachbehandlung aufgebaut ist, können skelettale Bisslageanomalien heute mit gut vorhersagbaren Prognosen geplant und durchgeführt werden (3). Die Entwicklungen, die in den letzten Jahren auf dem Feld der Dysgnathiechirurgie entstanden sind, machen es heutzutage möglich, schwierige Anomalien adäquat zu behandeln. Ziele dieser Behandlung sind die Herstellung „einer langfristig stabilen Funktion des stomatognathen Systems und ein ästhetisch-harmonisches Profil“ (3).

Als chirurgisches Standardverfahren werden heute Dysgnathien nach dem Therapiekonzept der *Down-Fracture-Methode* nach Bell (5) in der Le-Fort-I-Ebene durchgeführt. Im Unterkiefer wird häufig nach dem Prinzip von Obwegeser/DalPont therapiert (6, 7). Handelt es sich bei der Therapieform um eine Korrektur in nur einem jeweiligen Kiefer, bezeichnet man dieses Verfahren als monognathe Umstellungsosteotomie. Bei Verlagerung beider Kiefer spricht man von einer bignathen Korrektur. Trotz der Fortschritte können während des Therapieverlaufes, intra- und/-oder postoperativ, unterschiedliche Risiken entstehen, die zu unterschiedlichen Komplikationen führen können (8).

Ziel dieser retrospektiven Analyse war es, die intra- und postoperativen Komplikationshäufigkeiten in der Dysgnathiechirurgie zu erfassen, die im Zeitraum von

2009-2014 in der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Universitätsmedizin Mainz durchgeführt wurden.



## 2 Literaturdiskussion

### 2.1 Historische Entwicklung der Operationsmethode in der Dysgnathiechirurgie

Die Dysgnathiechirurgie ist heute zu Tage eine routinierte Operationsmethode in der modernen Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. Erste Aufzeichnungen darüber wurden 1849 vom Chirurgen Simon Hüllihen publiziert (9). Dort beschreibt er die Korrektur eines deformierten und vernarbten Unterkiefers, entstanden nach Verbrennungen, einer 20-jährigen Patientin. Die Patientin wies eine mandibuläre Prognathie mit dadurch erschwerter Funktion des Mundschlusses auf. Hüllihen gelang, durch eine beidseitige V-förmige Segmentosteotomie eine Aufrichtung des Frontzahnsegmentes im Unterkieferbereich, die zu einer stabilen Verzahnung führte (10). Etwa 50 Jahre später, im Jahre 1897, erfolgte dann die sogenannte „St. Louis-Operation“, benannt nach der Tatsache, dass die beteiligten Personen dieser Operation (Edward Angle ein Kieferorthopäde, Vilray Blair ein Allgemeinchirurg und James Whipple ein Zahnarzt) alle zur gleichen Zeit in St. Louis Mississippi lebten und arbeiteten (11). Ziel dieser Operation, durchgeführt von Vilray Blair, war die Korrektur einer mandibulären Prognathie durch eine Kontinuitätsresektion des horizontalen Unterkieferastes (11, 12).

Die erste partielle Dysgnathiechirurgie im Oberkiefer wurde als En-bloc-Mobilisation von Cohn-Stock 1921 beschrieben und diente zur Behandlung einer Prognathie. Diese fand allerdings in 2 Sitzungen statt (13, 14). Einige Jahrzehnte zuvor hatte schon Bernhard von Langenbeck, im Jahre 1859, den ersten Eingriff als totale Osteotomie des Oberkiefers in der Le-Fort-1 Ebene durchgeführt. Er beschrieb den Eingriff als osteoplastische Resektion der Maxilla (14, 15). 1927 gelang es Martin Wassmund erstmals die partielle maxilläre Osteotomie eines offenen Bisses in einer Sitzung durchzuführen, jedoch ohne vollständige Mobilisation der Maxilla, dennoch konnte durch intermaxilläre Gummizüge der offene Biss des Patienten sukzessiv geschlossen werden (11, 16). Georg Axhausen konnte dann 1934 die erste totale Ablösung der Maxilla durchführen, die er wie bereits seine Kollegen, ebenfalls in der Le-Fort-1-Ebene vollzog, um eine spaltbedingte Fehlstellung im Oberkiefer zu korrigieren (14, 17, 18).

Hugo Obwegeser entwickelte dann im Jahre 1955 die Methode der stufenförmigen, sagittalen Spaltung des Unterkiefers (19). Durch seinen Kollegen und Assistenten

Giorgio Dal Pont wurde seine Methode anschließend weiter modifiziert, indem er den bukkalen Kortikalschnitt weiter anterior verlagerte und so eine breitere Knochenkontaktfläche erhielt. Gleichzeitig konnte dadurch auch die Gefahr einer Dislokation des Processus articularis verringert werden und der Ansatz des Musculus masseter konnte weitestgehend an seiner Position verbleiben (7, 11). Die Operationstechnik der sagittalen Osteotomie nach Obwegeser/Dal Pont zählt bis heute als Standardverfahren in der mandibulären Dysgnathiechirurgie.

Eine weitere erwähnenswerte Operationsmethode, beschrieben Hunsuck und Epker, indem sie die sagittale Osteotomie dorsal des Canalis nervus alveolaris darstellten, sodass nicht die komplette Breite des Unterkieferastes miteinbezogen wurde (20, 21).

Ab 1960 befasste sich Obwegeser damit die Oberkieferosteotomie auf Le-Fort-1-Ebene zur Routineoperation zu etablieren und Techniken dafür zu entwickeln (11). 1969 publizierte er eine Technik, die aus einer Kombination einer Le-Fort-III und Le-Fort-I Osteotomie bestand (22). Anschließend konnte er dann 1970 die erste simultane bimaxilläre Osteotomie durchführen, die bis dato den Höhenpunkt in der Entwicklung der Dysgnathiechirurgie darstellte (11, 23). Durch Bell, Wolford und Epker, die einige Jahre später das Prinzip der Oberkieferosteotomie in der *Down-Fracture*-Methode publizierten, gilt dieses Verfahren der Oberkieferosteotomie in der Le-Fort-I-Ebene zum Routineverfahren in der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie (14, 24, 25).

## 2.2 Definition Eugnathie und Dysgnathie

Unter dem Begriff Eugnathie (gr. eu=recht, gut, gnathos=Kiefer) wird im Kiefer/Gesichtsbereich der fehlerfreie Zustand des stomatognathen Gesamtsystems verstanden (26). Dieses System beinhaltet alle Faktoren, aus denen sich ein funktionelles Gleichgewicht formen lässt. Darunterfallen sowohl Punkte wie eine suffiziente Okklusion und Artikulation ohne Hindernisse oder Fehlbelastungen auf einzelne Zahnregionen, als auch eine Harmonie der Myofunktionalität des orofazialen Gebietes und der Kiefergelenke. Dieses Gleichgewicht kann sich jedoch zu einem Dysgnathiefund entwickeln, sobald eine bestimmte Summe dieser Faktoren von der Norm abweicht (26).

Der Begriff Dysgnathie (griech. Dys= fehl, gnathos= Kiefer) umfasst die Anomalien der Kiefer in Form, Größe oder Lage. Diese können sich durch angeborenen, vererbten

oder erworbenen Ursprungs widerspiegeln (27). Man unterscheidet grundsätzlich zwischen dentoalveolären und skelettalen Dysgnathien, die sowohl symmetrisch/-asymmetrisch, einen oder beide Kiefer miteinbeziehen können (26). Während die dentoalveolären Dysgnathien, im Allgemeinen, Anomalien im Zahnhalteapparat darstellen, spricht man bei der skelettalen Form von der Abweichung der Lage des Ober- und/-oder Unterkiefers zueinander oder zur Schädelbasis, wie z.B. in der transversalen Ebene (Breite des Kiefers), der vertikalen Ebene (durch Hoch- oder Tieflagen des Kiefers) oder der sagittalen Ebene (Vor- oder Rückverlagerung des Kiefers). Trotz der Differenzierung kommen diese Arten nur selten getrennt vor, sondern stellen sich gehäuft als Mischform dar (28). Die Folge einer solchen bestehenden Dysgnathie beschränkt sich dabei nicht nur in einer reinen funktionellen Beeinträchtigung, sondern kann auch eine Disharmonie im Profilverlauf erzeugen, die wiederum zu psychischen Belastungen der betroffenen Personen führen kann (28). Die Therapieform bei dentoalveolären Dysgnathien gestaltet sich meist auf rein kieferorthopädischer Ebene, wohingegen eine ausgeprägte skelettale Anomalie meist ein kombiniertes kieferorthopädisch-kieferchirurgisches Behandlungskonzept benötigt (29).

## 2.3 Dentoalveoläre Dysgnathien

H.E. Angle war der Erste, der 1899, eine Klassifizierung dentoalveolärer Dysgnathien formulierte und als diagnostisches Mittel verwendete (30). Bis heute besitzt diese Klassifizierung ihre Gültigkeit. Angle verwendete dabei den ersten oberen Molaren als Fixpunkt und setzte den unteren ersten Molaren dazu ins Verhältnis (30). Daraus kristallisierten sich drei Lagebeziehungen, die sich rein auf die Okklusionssituationen beziehen, nicht jedoch das skelettale Verhältnis des Ober- und Unterkiefers zur Schädelbasis widerspiegeln (26).

### 2.3.1 Angle Klassifikationen:

#### 2.3.1.1 Angle-Klasse-I: Neutralokklusion

In dieser Form des Bissverhältnisses greift der mesiobukkale Höcker des ersten oberen Molaren in die Fossa zwischen dem mesio- und zentrobukkalen Höcker des unteren ersten Molaren (30).

### 2.3.1.2 Angle-Klasse-II: Distalokklusion:

Der Unterkiefer befindet sich in sagittaler Ebene zum Oberkiefer nach distal verschoben. Der zentrale Höcker des oberen Molaren befindet sich dadurch vor der Querfissur des unteren ersten Molaren. Zur weiteren Unterteilung der Bissituation wird die Oberkieferfront miteinbezogen.

Klasse II/1: Oberkieferfront befindet sich in protrudierter Position

Klasse II/2: Oberkieferfront liegt in retrudierter Position vor (30).

### 2.3.1.3 Angle-Klasse III: Mesialokklusion

Hier liegt der Unterkiefer im Verhältnis zum Oberkiefer weiter nach mesial verschoben, dadurch greift der mesiobukkale Höcker des oberen Molaren hinter die untere Querfissur des unteren Molaren (30).

Die Schwierigkeit der Angle-Klassifikation stellt die ungenügende Charakterisierung und Darstellung anderer komplexerer Dysgnathie Formen dar, da diese nur eine sagittale Abweichung wiedergibt. Abweichungen in anderen Ebenen jedoch, wie z.B. der Frontal-, Vertikal- oder Transversalebene, werden nicht mitberücksichtigt und benötigen zur Diagnostizierung weitere aufwendige Befunderhebungen.

## 2.4 Skelettale Dysgnathien

### 2.4.1 Sagittalebene

Dysgnathien in der Sagittalebene werden unterteilt in horizontal oder vertikal verlagerte Formen und stellen das häufigste Aufkommen dar (28).

- *Horizontale Fehlstellungen:* Hierunter versteht man die veränderte Position des Ober- und/-oder Unterkiefers zur Schädelbasis in dorsoventraler Richtung. Daraus lassen sich vier Formen unterscheiden:
  1. Mandibuläre Prognathie (Vorverlagerung des Unterkiefers)
  2. Mandibuläre Retrognathie (Rückverlagerung des Unterkiefers)
  3. Maxilläre Prognathie (Vorverlagerung des Oberkiefers)
  4. Maxilläre Retrognathie (Rückverlagerung des Unterkiefers) (28).

- *Vertikale Fehlstellungen:* Aus einer Abweichung der Kiefer in vertikaler Ebene, kann ein Tiefbiss bzw. ein offener Biss resultieren. Der offene Biss wird zusätzlich anhand der Region, in der er vorliegt, unterschieden als seitlicher oder frontoffener Biss. Die Ursache der Entstehung eines offenen Bisses lässt sich auf eine Überentwicklung des Ober- und/-oder Unterkiefers in dorsovertikaler Richtung bzw. einer Unterentwicklung des Ober- und/-oder Unterkiefers in anterovertikaler Ebene zurückführen (28).

#### 2.4.2 Frontalebene

Man teilt Dysgnathien, die in der Frontalebene aufkommen, ebenfalls in vertikale und horizontale Formen ein.

- *Horizontale Abweichungen:*
  1. Mandibuläre Laterognahtie: horizontale Unterkieferseitenabweichung von der Mittellinie
  2. Maxilläre Laterognahtie: horizontale Oberkieferseitenabweichung von der Mittellinie (28).
- *Vertikale Abweichungen:* Zählt zu den selteneren Formen der Dysgnathie in der Frontalebene. Es stellt sich eine kondyläre Hypoplasie dar. Daraus entwickelt sich eine Störung in der Kiefergelenkswachstumszone. Auf der ipsilateralen Seite kommt es zu einem Stillstand des Wachstums und die vertikale Ebene verkürzt sich. Bei den Betroffenen stellt sich ein schiefes Untergesicht dar (28).

#### 2.4.3 Transversalebene

Beschreibt die Beziehung des Ober- und Unterkiefers zueinander in transversaler Ebene. Meist stellt sich der Oberkiefer zu breit dar. Kommt es hingegen zu einem breiteren Bogen im Unterkiefer, entsteht ein Kreuzbiss (28).

## 2.5 Interdisziplinäres Behandlungskonzept der Dysgnathiebehandlung

Das interdisziplinäre Konzept einer Dysgnathiebehandlung, die kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgisch geplant wird, baut sich in drei aufeinanderfolgenden Phasen auf. Der Beginn der Therapie wird als präoperative Kieferorthopädie beschrieben, anschließend folgt die operative Behandlung. Den letzten Baustein bildet die postoperative kieferorthopädische Feinkorrektur (26). Als obligate diagnostische Unterlagen gehören, neben der Anamnese und der klinischen Untersuchung auch die Modellanalyse, das Orthopantomogramm (OPG) und das Fernröntgenseitenbild (FRS) dazu (27). Der Vorgang bei dieser interdisziplinären Behandlung, sollte in der präoperativen kieferorthopädischen Phase, eine Ausrichtung bzw. Ausformung der Zahnbögen anstreben, die den Gesetzmäßigkeiten der operativen Therapie folgt (26). Dieser Vorgang wird bezeichnet als prächirurgische Dekompensation. Dabei soll gewährleistet werden, dass während der Operation der gewünschte Raum geschaffen wird, in dem eine Verlagerung ausgeübt werden kann, um die skelettale Anomalie adäquat behandeln zu können (27).

Nach Erzielung dieses Zustandes erfolgt die sogenannte Operationssimulation. Mittels schädelbezüglich fixierter Modelle wird der Verlauf der Operation mit geplanter Verlagerung am Artikulator durchgeführt. Daraus können im Anschluss Operationssplints erstellt werden, die die exakt vorher ermittelte Position in den Operationssitus wiedergeben bzw. übertragen können (27). Bei einer bignathen Umstellungsosteotomie werden zwei oder drei Kunststoffsplints benötigt. Ein sogenannter Zwischensplint gewährleistet die Positionierung des ersten Kiefers und anschließend kann der zweite Splint die endgültige Position nach Osteotomie des zweiten Kiefers fixieren (27). Ein dritter Splint kann als Zentrik-Splint dienen. Die modernen Operationsverfahren setzen heutzutage im Oberkiefer die *Down-Fracture*-Methode nach Bell (24) als Goldstandard fest, während im Unterkiefer die Dysgnathiebehandlung in der Le-Fort-I-Ebene nach dem Prinzip der sagittalen Spaltung nach Obwegeser/DalPont überwiegend erfolgt (11, 14, 19, 22, 23).

Die Ausführung des operativen Eingriffes erfolgt meist von intraoral und unter nasotrachealer Intubationsnarkose. Die Fixierung der neuen Position nach der Osteotomie wird durch funktions-/ übungsstabilen Osteosyntheseplatten und Schrauben gewährleistet. Postoperativ kann nach der primären Wundheilungsphase die kieferorthopädische Feineinstellung durchgeführt werden, die meist mit festsitzenden Apparaturen durchgeführt wird (27).

Die Behandlungsdauer dieses dreiphasigen Therapieaufbaus kann einen Zeitraum von mehreren Monaten bis Jahre in Anspruch nehmen und fordert eine hohe Bereitschaft des Patienten, die eine Voraussetzung darstellt, um das geplante Behandlungsziel bestmöglich umsetzen zu können (28).

## 2.6 Komplikationen während der Dysgnathiebehandlung

Da die Dysgnathiechirurgie eine elektive Behandlung darstellt, sollte ein großes Augenmerk auf das Komplikationsmanagement gelegt werden (31). Aktuelle und modern eingesetzte Verfahren, wie die Verwendung von dreidimensionalen Bildgebungen zur präzisen Planung oder den Einsatz von Piezoultraschallgeräten zur Schonung von Strukturen, minimieren das Auftreten von intra- und/oder postoperativen Komplikationen (31). Auftretende Komplikationen der Dysgnathiechirurgie werden nach neuestem Stand in sechs Schweregrade unterteilt, dabei spiegelt der sechste Grad Beschwerden wieder, die länger als sechs Monate anhalten können. In diese Kategorie fallen etwa 10% der behandelten Patienten, die meist unter Sensibilitätsstörungen im Unterlippenbereich (30%), Kiefergelenksbeschwerden (22%) oder Rezidiven (22%) leiden (31). Aber nicht nur die Verwendung bestimmter Instrumente haben Einfluss auf die Komplikationsentstehung, sondern auch die Operationsart und bestimmte Patientenparameter wie das Alter oder Vorerkrankungen können diese begünstigen (32). So zeigt die Ausführung der Osteotomie in sagittaler Ebene ein größeres Verletzungsrisiko gegenüber des Nervus alveolaris inferior als die vertikalen Osteotomien (32). Somit lässt sich in erster Linie festhalten, dass eine adäquate Diagnose, Planung und Kommunikation in der Zusammenarbeit zwischen Kieferorthopädie und der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie während der gesamten Behandlungsdauer, das Auftreten von Komplikationen minimieren kann und die Wahrscheinlichkeit zur Erzielung des angestrebten Ergebnisses vergrößert (33, 34).

### 2.6.1 Intraoperative Komplikationen

Intraoperativ kann es zu einigen Komplikationen kommen, eine davon stellt die Schädigung der Nerven dar. Die Nerven die hauptsächlich während der Dysgnathiechirurgie zu Schaden kommen können, sind im Bereich des Oberkiefers, der Nervus infraorbitale und der Nervus incisivus und im Unterkiefer der Nervus

mentalis und Nervus alveolaris inferior (35). Kommt es zur Nervverletzung im Unterkiefer während der Osteotomie, speziell während der sagittalen Osteotomie, ist meist der Nervus alveolaris inferior betroffen. Dieser Nerv entspringt aus dem Trigeminasast und mündet in den Canalis mandibulae, wo er die Zähne, das Kinn und die Unterlippe versorgt (36). Komplikationen können in diesem Bereich durch direkte Schädigung des Nervens, während des Eingriffes entstehen, wie z.B. bei Retraktion des Nerven um den Schnitt am medialen Ramus zu setzen, bei der Osteotomie selbst oder bei der Fixation mit Schrauben nach Einstellung der neuen Position. Aber auch durch indirekte Einwirkung, wie durch erhöhten Druck aufgrund von Einblutung in den Canalis mandibulae, kann es zu Verletzung des Nerven kommen (36, 37). Laut der Arbeit von McLeod et al., die in ihrer Metastudie das Aufkommen von Verletzungen am Nervus alveolaris inferior während dysgnathiechirurgischen Eingriffen untersuchten, stellten fest, dass eine durchschnittliche Wahrscheinlichkeit von 78,38% gegeben war diesen Nerven temporär zu schädigen, während der Durchschnittswert bleibender Schäden nach 12 Monaten 11,7% betrug (37). Daraus resultiert ein erhöhtes Risiko den Nervus alveolaris inferior während einer dysgnathiechirurgischen Behandlung zu verletzen (38).

Weiterhin kann es während des operativen Verlaufes im Bereich der Zähne und Zahnwurzeln zu Verletzungen kommen, die z.B. durch die Säge oder das Piezoultraschallgerät verursacht werden können. Gerade während der Durchführung der Osteotomie in der Le-Fort-I Ebene können Zähne mit besonders langen Wurzeln beschädigt werden (39), deren Folgen sich oftmals erst mit spät entwickelten Komplikationen im postoperativen kieferorthopädischen Abschnitt zeigen in Form von devitalisierten oder ankylosierten Zähnen (40). Aus diesem Grund ist die genaue Planung auch mittels bildgebender Verfahren im präoperativen Verlauf besonders wichtig, um diese Art von Komplikationen weitestgehend zu verhindern (41).

Auch Blutungen entstehen häufig während der Osteotomie, vor allem im Bereich der Maxilla, bedingt durch die anatomische Topografie der retromaxillären Gefäße und der gleichzeitig schwierigen Darstellbarkeit (42). Aus der aktuellen Studie von Lin et al. konnte man zusätzlich feststellen, dass eine medikamentös induzierte Hypotonie einen starken Blutverlust eindämmen und geringhalten kann (43), während die Studie von Thastum et al. belegen konnte, dass das Ausmaß des operativen Eingriffes (Anzahl der Osteotomien) und ein niedriger BMI zu einem verstärkten Blutverlust führen können (44).



Zu einer weiteren intraoperativen Komplikation kann es während der Ausführung der Unterkieferosteotomie kommen, wenn aufgrund einer ungenügend durchgeführten Durchtrennung in sagittaler Ebene ein atypischer bzw. ungünstiger Frakturenverlauf entsteht den man als „*Bad Split*“ bezeichnet (45). In der Literatur beschreibt man das Aufkommen eines „*Bad Splits*“ im Rahmen dysgnathiechirurgischer Eingriffe mit ca. 2,3% (46). Weitere Gründe die zu einem „*Bad Split*“ führen können sind erhöhte Kraftausübungen beim separieren des Knochens oder eine horizontal durchgeführte Osteotomie, die zu weit über den Bereich der Lingula erfolgt (47). Ein entstandener „*Bad Split*“ kann im postoperativen Stadium zu weiteren Komplikationen wie Infektionen und Pseudarthrosen führen (48).

### 2.6.2 Postoperative Komplikationen

Zu einen der postoperativ häufig in der Literatur erwähnten Komplikationen zählen die Sensibilitätsstörungen. Sie können durch direkte und indirekte Schädigungen des Nervens entstehen. Direkte Verletzungen entstehen während des chirurgischen Eingriffes und wurden bereits näher erläutert. Indirekte Schädigungen am Nerven können zum Beispiel durch Ödembildungen unmittelbar nach dem operativen Eingriff im Alveolarkanal entstehen und somit Parästhesien am Nervus alveolaris inferior verursachen (49). In der Literatur werden diese mit unterschiedlichem Aufkommen beschrieben, da die Erfassung überwiegend über subjektive Eindrücke erfolgt, aufgrund des Mangels an fehlenden standardisierten Verfahren (50). Meist sind die Sensibilitätsveränderungen von temporärer Natur, da nach einem Jahr nur noch etwa 1-10% davon betroffen zu sein scheinen (36). Zu beobachten ist aber, dass das Alter eine entscheidende Rolle dabei spielt, ob es zu einer bleibenden Hypästhesie kommt. So konnte die Studie von Verweij et al. herausfinden, dass ein Jahr nach operativen Eingriff anhaltende Hypästhesien bei unter 19 jährigen zu 4,8% auftraten, während über 31 Jährige bereits bei 15,2% lagen (51).

Die Schwellung gehört im Rahmen der postoperativen Dysgnathiebehandlung ebenfalls zu einer häufig resultierenden Komplikation (52). Das Auftreten einer postoperativen Schwellung wird indiziert durch die Ansammlung von Exsudat und wird auch als Ödem bezeichnet (53). Ein Ödem wird beschrieben als Einstrom von Plasmaproteine im interstitiellen Raum. Diese entstehen durch Veränderungen im Weichgewebe, wodurch endogene Mediatoren aus Blutzellen und aus dem verletzten Gewebe selbst freigegeben werden. Darunter befinden sich Stoffe wie Histamine, Serotonine, Cytokine und Prostaglandine, die als Abwehrmechanismus des Körpers

dienen (54). Dadurch übersteigt der Lymphfluss die Transportkapazität des lymphatischen Systems bzw. die Aufnahme und Transportfähigkeit von Proteinen wird beeinträchtigt (55). Damit lässt sich festlegen, dass Ödeme durch Schäden am lymphatischen System entstehen, deren Ursprung durch Entzündungen, karzinogene Veränderungen oder für die vorliegende Arbeit relevant, durch operative Eingriffe wie die Dysgnathiechirurgie hervorgerufen werden können (56). Starke Schwellungen können sich jedoch durch den besagten Abwehrmechanismus postoperativ als problematisch darstellen, da sie durch den erhöhten Druck auf das Operationsfeld auch verstärkte Schmerzen präsentieren können (57).

Infektionen im Bereich der Weichbeuge oder Kieferhöhlen können nach Eingriffen im frühen postoperativen Stadium auftreten, allerdings wird das Auftreten von Infektionen im Rahmen einer Dysgnathiebehandlung als gering eingeschätzt, da man in der Regel die Eingriffe mit perioperativen Antibiotikagaben abschirmt, wodurch die Infektionsrate auf bis zu 1% reduziert werden kann (58). Auch Wundheilungsstörungen können sich in diesem Zusammenhang aus einer Dysgnathiechirurgie als postoperative Komplikationen darstellen. Als Wundheilung versteht man die physiologischen Abläufe, die zur Reduktion von durchtrenntem Gewebe beitragen. Ist dieser Ablauf gestört, wird von einer Wundheilungsstörung gesprochen. Ein Faktor, der die Wundheilungsstörung begünstigen kann, ist das Rauchen, denn Nikotin kann eine Vasokonstriktion der Blutgefäße verursachen und damit eine verminderte Durchblutung der Gewebe erzeugen, die zu einer Hypoxie führen kann, wodurch die Wundheilung beeinträchtigt wird (59). Auch systemische Faktoren, die sich als Vorerkrankungen darstellen wie z.B. Diabetes mellitus, können die Wundheilung und das Immunsystem beeinflussen und sollten im Rahmen der präoperativen Diagnostik berücksichtigt, aber auch individuell behandelt werden, damit das Risiko der Entstehung einer Wundheilungsstörung niedrig gehalten werden kann (60).

Weiterhin kann es postoperativ zu Plattenlockerungen kommen. Meist treten sie auf, wenn es durch Mikrobewegungen zur Lockerung der Schrauben kommt was zur Folge hat, dass die komplette Platte keine adäquate Fixation ausführt (61). Daraus können sich Infektionen (62) entwickeln aber auch Pseudarthrosen (63). Dennoch gehören Pseudarthrosen zu den seltener auftretenden Komplikationen (64) im Rahmen einer Dysgnathiebehandlung. Die Studie von Ferri et al. beschreibt dabei drei mögliche Ursachen für die Entstehung einer Pseudarthrose. Diese bestehen aus einer ungenügenden Kontaktfläche zwischen den Osteotomiestellen, einer instabilen

Okklusion nach Einstellung der neuen Position und einer mangelhaften Fixation während der Osteosynthese (63). Können diese drei Fehlerquellen vermieden werden, so ist die Wahrscheinlichkeit einer auftretenden Pseudarthrose als sehr gering einzuschätzen (63).

### 2.6.3 Kieferorthopädische Komplikationen

Auch im Rahmen der kieferorthopädischen Nachbehandlung kann es zu Komplikationen kommen, die das geplante Ergebnis beeinflussen können. Nach chirurgischen Eingriff sollte die kieferorthopädische Nachbehandlung in der Regel vier bis sechs Monate andauern (40). Unterschiedliche Faktoren können dazu beitragen, dass die Dauer der Nachbehandlung in die Länge gezogen werden kann, wie zum Beispiel bei unvollständiger intermaxillärer Fixation oder bei unkontrolliertem Bruxismus (40).

Intraoperative Komplikationen, die zunächst nicht auf den ersten Blick zu erkennen sind, können sich im späteren Verlauf aufzeigen. Kommt es zum Beispiel intraoperativ zum Abriss der Gefäße im Bereich der Pulpa, kann es zur Nekrose des Zahnes kommen, was im späteren Verlauf eine Entzündung verursachen kann und der Zahn folglich eine Wurzelkanalbehandlung benötigt (40). Auch Ankylosen können in diesem Zusammenhang entstehen, wenn während der interdentalen Osteotomie die Wurzel verletzt wird und durch die verminderte Durchblutung des Knochenbereiches ein Abbau des Parodontalligaments entsteht, wodurch der Zahn knöchern verwächst. Die Ankylose kann postoperativ die Kieferorthopädie beeinträchtigen und somit erneute Fehlstellungen begünstigen (40). Zu weiteren Komplikationen, die postoperativ im Rahmen der Kieferorthopädie zu beobachten sind, gehören die Demineralisationen, kariöse Läsionen oder auch Wurzelresorptionen, die abhängig von der Dauer der Behandlung (65) und der Hygienefähigkeit (66) des Patienten beeinflusst werden können.

Rezidive die postoperativ auftreten können, sind abhängig vom Umfang der operativen Korrektur und der Verlagerung der jeweiligen Kiefer (31). Zusätzlich können diese durch Einflüsse von Muskelzügen, neu eingestellten Zahnpositionen und veränderte Kiefergelenkpositionen ausgelöst werden (67). In der Literatur berichtet man von höheren Rezidiverscheinungen bei Rückverlagerungen der Mandibula oder Verlagerung der Maxilla nach kaudal, während Verlagerungen der Maxilla nach kranial oder anteriore Verlagerungen der Mandibula stabilere Ergebnisse aufwiesen (68). Um Rezidive so gut wie nur möglich vermeiden zu können, sollte eine sorgfältige

präoperative Planung und die adäquate intraoperative Ausführung mit anschließender stabiler Okklusion und Fixation am Operationsende gewährleistet sein (31).

## 2.7 Ziele der vorliegenden Arbeit

Ziel der retrospektiven Studie ist es die intra- und postoperativen Komplikationen, im Rahmen der Behandlung kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Umstellungsosteotomien (bimaxilläre Osteotomien und monomaxillären Unterkieferverlagerungen), die an der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten an der Universitätsmedizin Mainz durchgeführt wurden, quantitativ und qualitativ über einen Zeitraum von fünf Jahren (2009-2014) zu analysieren. Hierfür wurden 167 Patienten eruiert aus denen zusätzlich, an 90 der 167 Patienten, Komplikationen, die in der kieferorthopädischen Nachbehandlungsphase an der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universitätsmedizin Mainz auftraten, miterfasst. Zur strukturierten Einteilung wurden dabei die Komplikationen in Kategorien eingegliedert, die zusätzlich in intra- und postoperativen Komplikationen unterteilt wurden. Außerdem wurden weitere Parameter, wie Alter, Geschlecht, Angle-Klassen, operative Methoden, Schnittführungen, Verlagerungstrecken und Medikationen hinzugezogen und ermittelt. Zu den kieferorthopädischen Komplikationen gab es weitere kategorische Unterteilungen, zu denen die Vor- und Nachbehandlungsdauern und der Bogenwechsel gehören.

### **3 Material und Methode**

#### 3.1 Studiendesign

Es handelt sich bei der vorliegenden Arbeit um eine retrospektive Studie, welche das Komplikationsaufkommen während einer kombiniert kieferorthopädisch und kieferchirurgischen Dysgnathiebehandlung ermittelte. Dabei wurden Parameter aus den unterschiedlichen Abschnitten der Behandlungen (intraoperativ, postoperativ und kieferorthopädisch) erfasst und analysiert, um eine Übersicht der Komplikationsrate zu erhalten.

#### 3.2 Datenerhebung

Die vorliegende Arbeit umfasst 167 Patienten, die sich im Zeitraum von 2009-2014 einer Dysgnathiebehandlung in Form einer bimaxillären Umstellungsosteotomie oder monomaxillären Unterkieferosteotomie an der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten an der Universitätsmedizin Mainz unterzogen haben. Zusätzlich erfasste man, aus den 167 Patienten, 90 Patienten, die im Rahmen der Dysgnathiebehandlung an der Poliklinik für Kieferorthopädie interdisziplinär behandelt wurden. Die dabei untersuchten Datensätze bestanden aus der Durchsicht von Operationsberichten zur Auswertung intraoperativer Komplikationen, der Verlaufsdokumentationen aus den Krankenakten des darauffolgenden Krankenhausaufenthaltes und der anschließenden Kontrolluntersuchungen an der Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, zur Erfassung der postoperativen Komplikationen. Weitere Datenerhebungen der allgemeinen Patienteninformationen erfolgten aus den Anamnesebögen, die während präoperativer Beratungssprechstunden entstanden. Die Krankenaktendurchsicht, aus der Abteilung Poliklinik für Kieferorthopädie, lieferte Informationen der präoperativen kieferorthopädischen Parameter und postoperativen Komplikationen des nachbehandelnden kieferorthopädischen Abschnittes.

### 3.3 Kategorische Einteilung

Der eruierte Datenpool wurde für jeden Patienten in sieben Hauptkategorien gegliedert, die jeweils in weitere Unterkategorien unterteilt wurden. Dazu zählen die Basisdaten, die allgemeine Anamnese, die Medikamentenanamnese, die spezielle Anamnese und Planung, der Operationsabschnitt, der postoperative Verlauf sowie die postoperative Kieferorthopädie. Die Basisdaten beinhalteten Patientenparameter wie das Alter und Geschlecht. Beim Alter wurde weiterhin unterteilt zwischen dem Zeitpunkt bei Erstberatung und dem kieferorthopädischen und kieferchirurgischen Therapiebeginn bzw. Eingriff.

Weiterhin erfasst wurde, ob die kieferorthopädische Behandlung an der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universitätsmedizin Mainz durchgeführt wurde oder die Behandlung außerhalb erfolgte. In der allgemeinen Anamnese erfasste man Habits, wie das Rauchen oder ob der Patient unter Vorerkrankungen wie Diabetes leidet. Die Medikamentenanamnese bestand aus der Einnahme von Antikoagulantien, Analgetika und Antidepressiva. Als zusätzlichen Unterpunkt kamen, aus den weiblichen Patientenparametern, die Einnahme von Antikonzeptiva hinzu.

Für die spezielle Anamnese erfasste man Daten, die hauptsächlich in den kieferorthopädischen Unterlagen zu finden waren, dazu zählten die Angle-Klassifikationen, Kreuzbissituationen, Frontoffene Bisse und die Dauer der kieferorthopädischen Vorbehandlung. Hinzu kamen weitere Unterpunkte, wie die präoperative Bildgebung und die geplante Therapie. Zum Hauptpunkt der Operation gliederten sich die Verlagerungsstrecken im Ober- und Unterkiefer sowie die Mittellinienkorrekturen, die Operationsmethoden und Schnittführungen im Ober- und Unterkiefer. Weiterhin fasste man die intraoperativen Komplikationen in diese Gruppe mit ein. Unterteilt wurden sie in starke Blutungen, Wurzelverletzungen, Nervverletzungen, Zahnlockerungen und „*Bad Split*“. Die Daten aus dem postoperativen Verlauf erfassten Parameter, wie die Dauer des stationären Aufenthaltes, Verwendung einer nasogastralen Sonde, der Antibiotikamedikation, der Analgetikagabe und der damit einhergehenden Schmerzeinstellung. Zur postoperativen Komplikationserfassung untersuchte man das Auftreten von Schwellungen, Wundheilungsstörungen, Infektionen des Weichgewebes, Sinusitis, Sensibilitätsstörungen, starken Schmerzen, Hämatomen, Plattenlockerungen und Pseudarthrosen.

Für die postoperativen kieferorthopädischen Daten erfasste man Komplikationserscheinungen in Form von Entkalkungen, Karies, Entzündungen und Zahnverluste, aber auch Parameter wie die postoperative Nachbehandlungsdauer und die vorgenommenen Bogenwechsel wurden miteinbezogen, wie auch in Tabelle 1 abgebildet.

Tabelle 1: Darstellung der in dieser Arbeit untersuchten Kategorien

1.	Basisdaten	1a. Alter Erstberatung 1b. Alter Beginn KFO 1c. Alter chirurg. Eingriff 1d. Geschlecht 1e. KFO und MKG in domo
2.	Allgemeine Anamnese	2a. Tabakkonsum 2b. Diabetes
3.	Medikamentenanamnese	3a. Antikoagulantien 3b. Analgetika 3c. Antidepressiva 3d. Antikonzeptiva
4.	Spezielle Anamnese/ operative Planung	4a. Angle-Klassifikation 4b. Kreuzbiss 4c. Frontoffener Biss 4d. Dauer kieferorth. Vorbehandlung 4e. Präop. Bildgebung 4f. Geplante Therapie
5.	Operation	5a. Verlagerung OK 5b. Verlagerung UK 5c. Mittellinienkorrektur OK 5d. Mittellinienkorrektur UK 5e. Operationsmethoden 5f. Schnittführung OK 5g. Schnittführung UK 5h. Starke Blutung 5i. Wurzelverletzung 5j. Nervverletzung 5k. Zahnlockerung 5l. „Bad Split“
6.	Postoperative Phase	6a. Dauer stat. Aufenthalt 6b. Nasogastrale Sonde 6c. Antibiotikamedikation 6d. Analgetikagabe 6e. Schmerzeinstellung 6f. Schwellung 6g. Wundheilungsstörung 6h. Infekt. Weichgewebe 6i. Sinusitis 6j. Sensibilitätsstörung 6k. Starke Schmerzen 6l. Hämatome 6m. Plattenlockerung 6n. Pseudoarthrose
7.	Postoperative Kieferorthopädie	7a. Dauer postop. Nachbehandlung 7b. Entkalkung 7c. Karies 7d. Entzündungen 7e. Zahnverlust 7f. Bogenwechsel



### 3.4 Statistische Auswertung

Die eruierten Daten wurden zur statistischen Auswertung in das Programm Excel 2016® (Microsoft Corp. USA) übertragen. Diese wurden anschließend nach auftretender Häufigkeit ausgezählt und in Tabellen und Grafiken zur deskriptiven Darstellung übertragen. Die graphische Wiedergabe erfolgte ebenfalls durch das Tabellenkalkulationsprogramm Excel 2016® in Form von Balken und Tortendiagrammen. Für die intervallskalierten Daten wie das Alter, die Dauer der kieferorthopädischen Vor- und Nachbehandlung, der stationäre Aufenthalt und die Verlagerungstrecken im Ober- und Unterkiefer wurden Boxplots zur Darstellung herangezogen. Der Mittelwert mit entsprechenden Maxima und Minima Werten wurden mit Excel zuvor berechnet.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Patientenverteilung

Aus der retrospektiven Auswertung dieser Studie ließ sich feststellen, dass sich insgesamt 167 Patienten im Zeitraum von 2009-2014 einer chirurgischen Umstellungsosteotomie in der Abteilung Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Universitätsmedizin Mainz unterzogen haben. Dabei lag der weibliche Anteil mit 98 Patienten bei 59%, während der männliche Anteil mit 69 Patienten bei 41% lag (Abb. 1a).

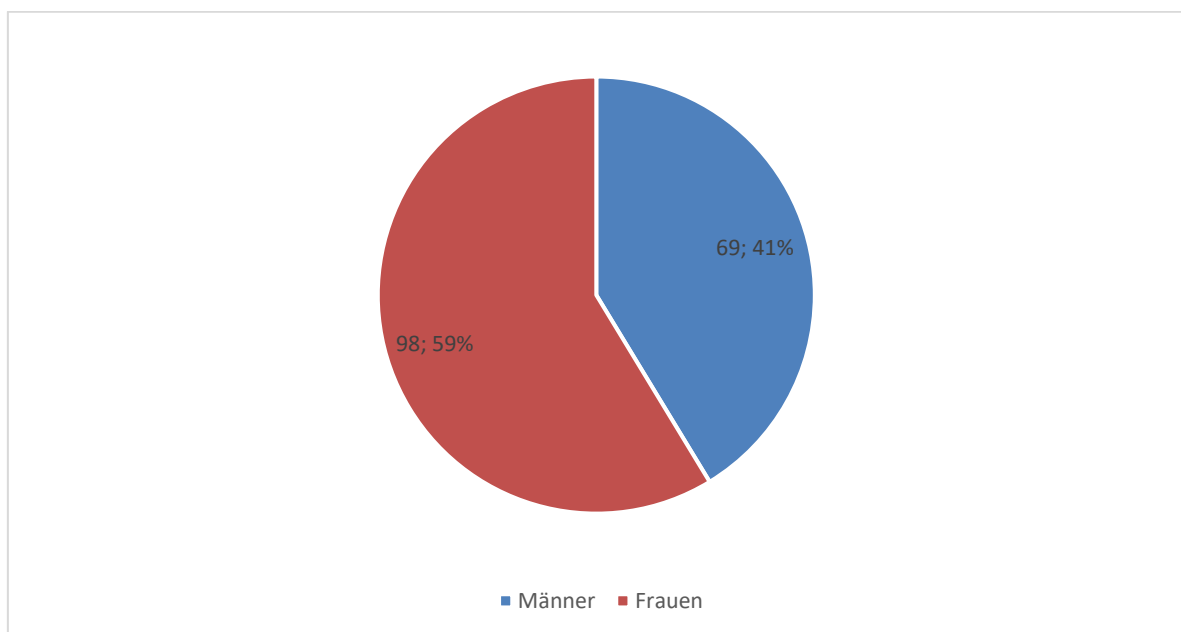


Abbildung 1a: Verteilung von Gesamtanzahl an Männern und Frauen, die behandelt wurden (n=167).

Zusätzlich befanden sich 54% aller operierten Patienten zur kieferorthopädischen Vor- und Nachbehandlung in der Abteilung Poliklinik für Kieferorthopädie an der Universitätsmedizin Mainz. Dies entspricht 90 Patienten, darunter 53% Männer (n=48) und 47% Frauen (n=42). Die restlichen 77 Patienten (46%) befanden sich im Rahmen des interdisziplinären Therapieverlaufes zur kieferorthopädischen Vorbehandlung in niedergelassenen kieferorthopädischen Praxen und wurden auch dort, nach chirurgischem Eingriff, weiter behandelt und therapiert (Abb. 1b).

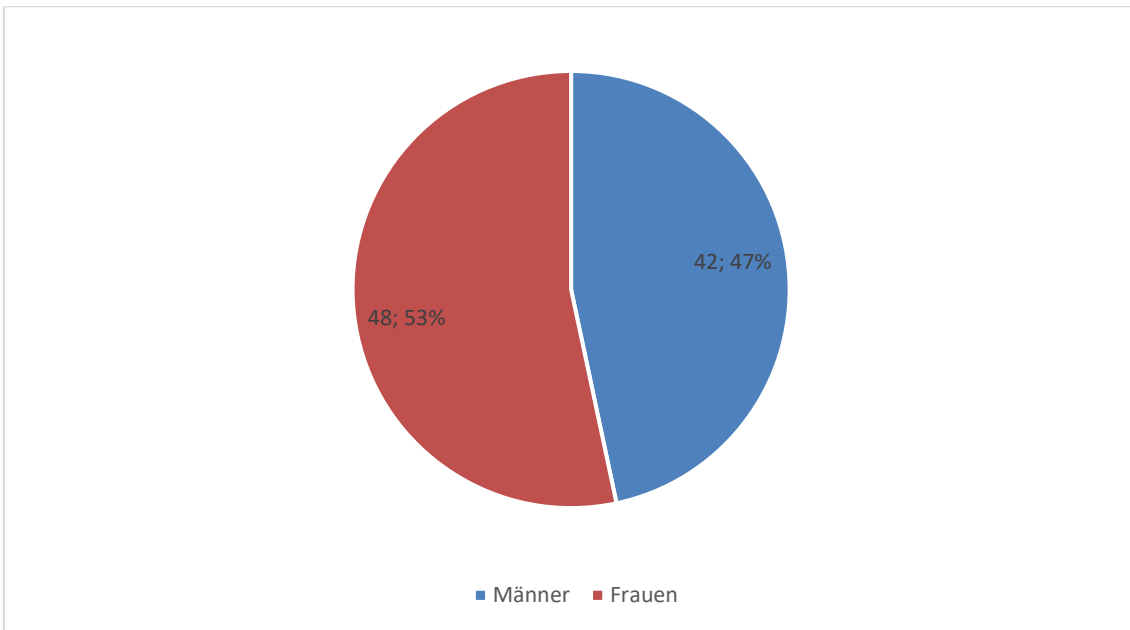


Abbildung 1b: Verteilung von Männern und Frauen, die sowohl chirurgisch als auch kieferorthopädisch an der Universitätsmedizin Mainz behandelt wurden (n=90).

#### 4.2 Alter der Patienten

Das durchschnittliche Alter der Patienten bei Erstberatung in der Dysgnathie-Sprechstunde lag für Männern bei 23 Jahren (Ältester 46 Jahre und Jüngster 14 Jahre). Frauen wiesen ein durchschnittliches Alter von 25 Jahren auf (Älteste 62 Jahre und Jüngste 9 Jahre). Insgesamt lag der Altersdurchschnitt der männlichen und weiblichen Patienten zusammengefasst bei 24 Jahren (Abb. 2a).

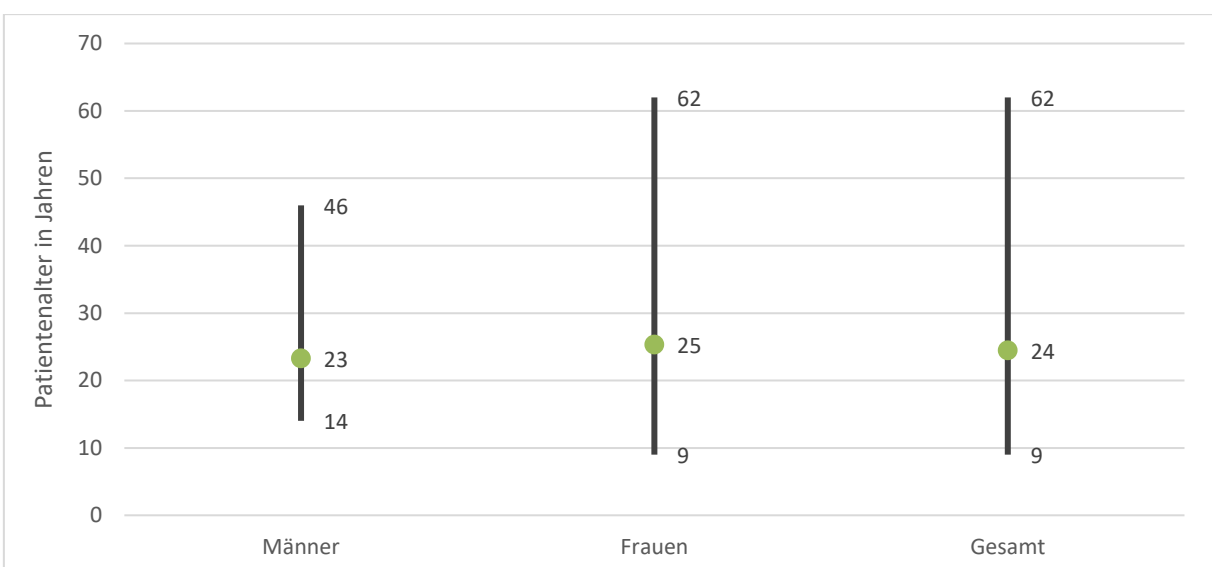


Abbildung 2a: Durchschnittliches Alter und Alter der Jüngsten und Ältesten Männern, Frauen und des Gesamtkollektivs bei Erstberatung an der Universitätsmedizin Mainz.

Des Weiteren lag das durchschnittliche Alter bei kieferorthopädischem Therapiebeginn für Männer bei 24 Jahre (Ältester 46 und Jüngster 10) und bei Frauen im Schnitt bei 25 Jahren (Älteste 52 Jahre und jüngste 12 Jahre). Gesamtbetrachtet lag das Durchschnittsalter bei kieferorthopädischem Therapiebeginn bei 25 Jahren (Abb.2b).

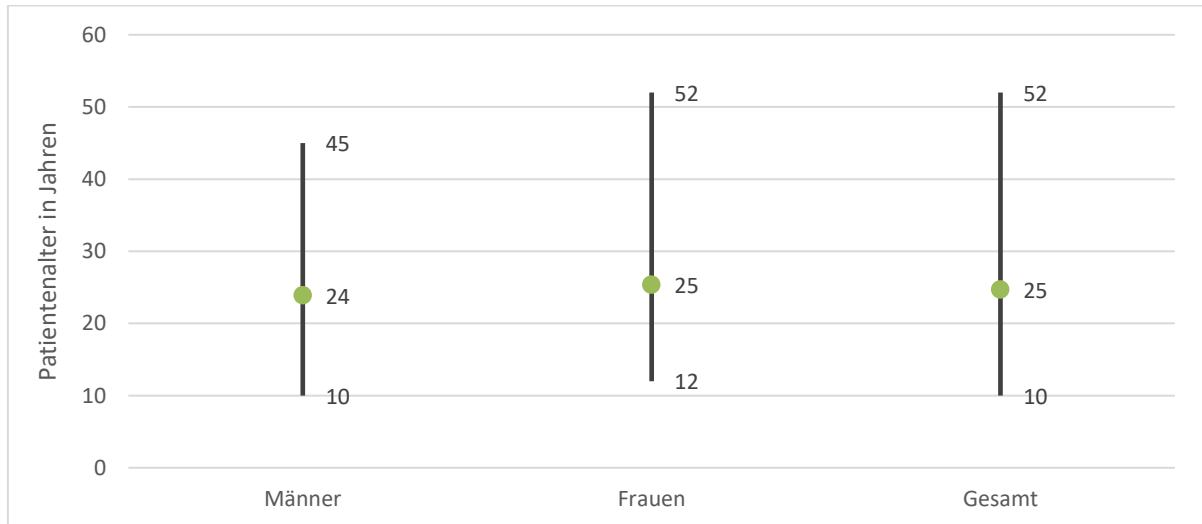


Abbildung 2b: Durchschnittliches Alter bei kieferorthopädischen Therapiebeginn an der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universitätsmedizin Mainz.

Im Schnitt betrug das Alter bei Männern, während der operativen Phase, 26 Jahre (Ältester 48 Jahre und Jüngster 16 Jahre). Frauen wiesen ein Durchschnittsalter von 28 Jahren auf (Älteste 62 Jahre und Jüngste 16 Jahre). Zusammen betrug das mittlere Alter beider Geschlechter, bei Beginn der operativen Therapie, 27 Jahre (Abb.2c).

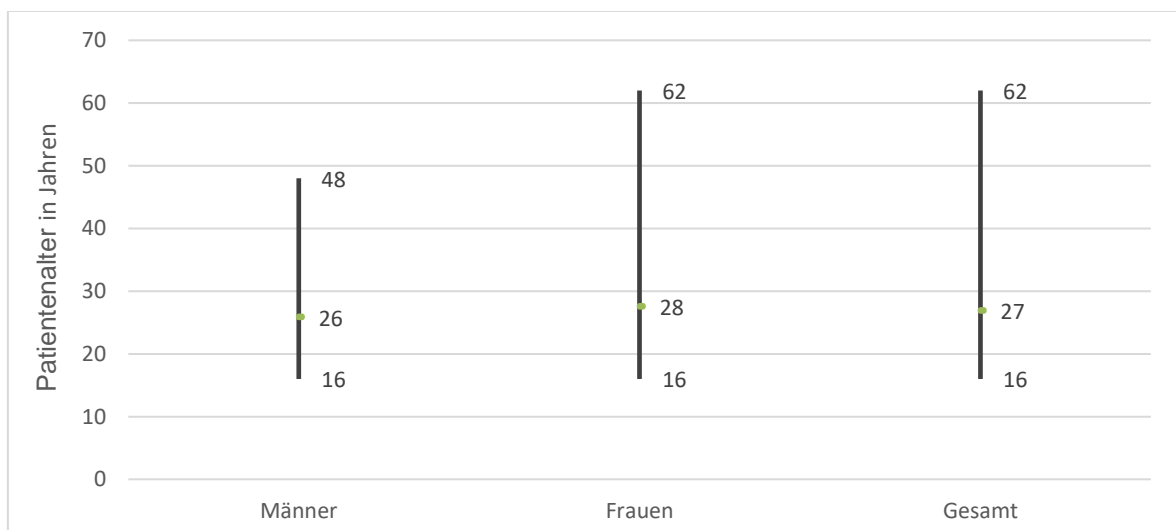


Abbildung 2c: Durchschnittliches Alter bei kieferorthopädischen Therapiebeginn an der Poliklinik für MKG der Universitätsmedizin Mainz.

### 4.3 Allgemeine Anamnese

Im Rahmen der Erfassung einer allgemeinen Anamnese stellte sich heraus, dass sich 47 der 167 Patienten als Raucher klassifizierten. Dies stellt einen prozentualen Anteil von 28,1% dar (Abb. 3a).

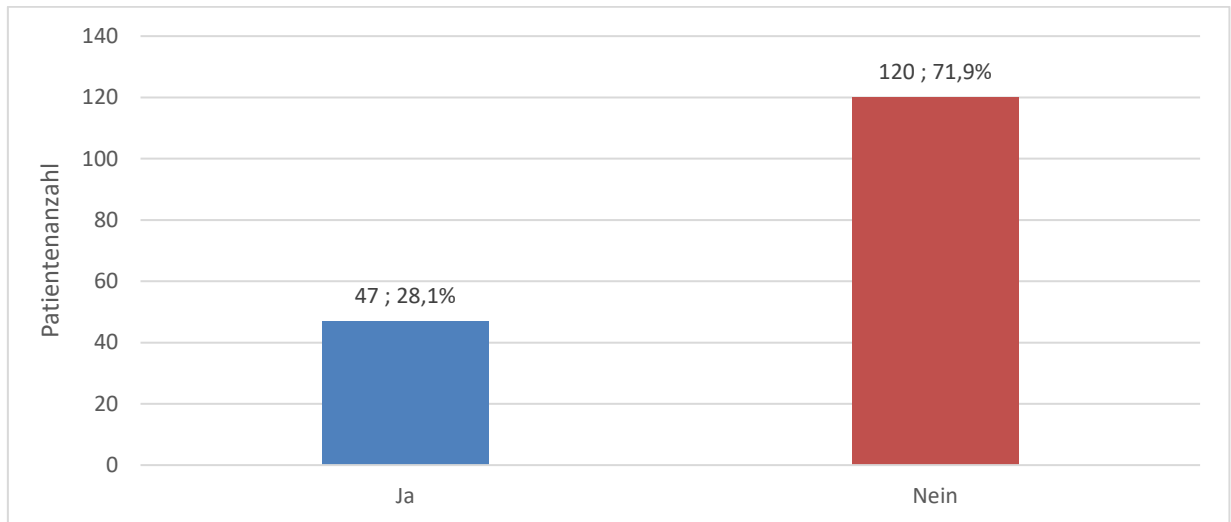


Abbildung 3a: Verteilung der Patienten nach Rauchern mit „ja“ und „nein“ Angaben.

Weiterhin gab es insgesamt 3 Patienten (1,8%) die sich mit Diabetes mellitus Typ 1 an der Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie vorstellten (Abb. 3b).

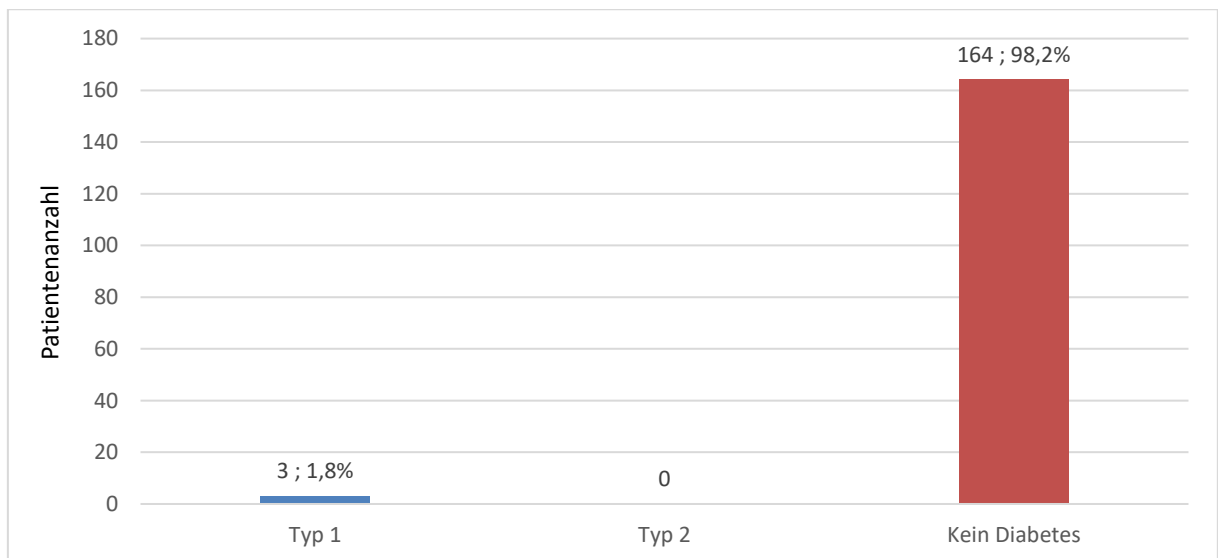


Abbildung 3b: Verteilung nach Diabetiker (Typ 1 und Typ 2) und Nicht-Diabetiker.

#### 4.4 Medikamentenanamnese

Zur Medikamentenanamnese ist zu erwähnen, dass es 1 Patienten (0,6%) gab, der Antikoagulantien einnahm und 2 Patienten (1,2%), die regelmäßig Nichtopioid-Analgetika einnahmen. Über weitere 4 Patienten (2,4%) lag dokumentiert vor, dass sie Antidepressiva einnahmen (Abb. 4a).

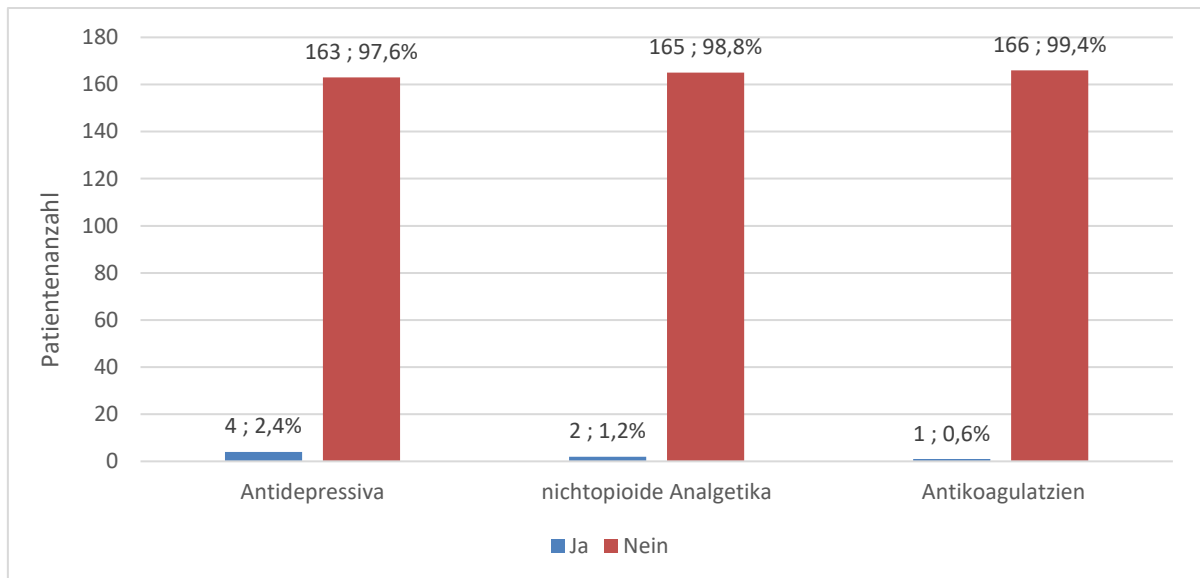


Abbildung 4a: Medikamenteneinnahme unterteilt in Kategorien nach „ja“ und „nein“ Angabe.

Unter den behandelten Frauen (n=98) lag der Anteil derer, die regelmäßig Antikonzeptiva einnahmen, bei 18,3% (n=18) (Abb. 4b).

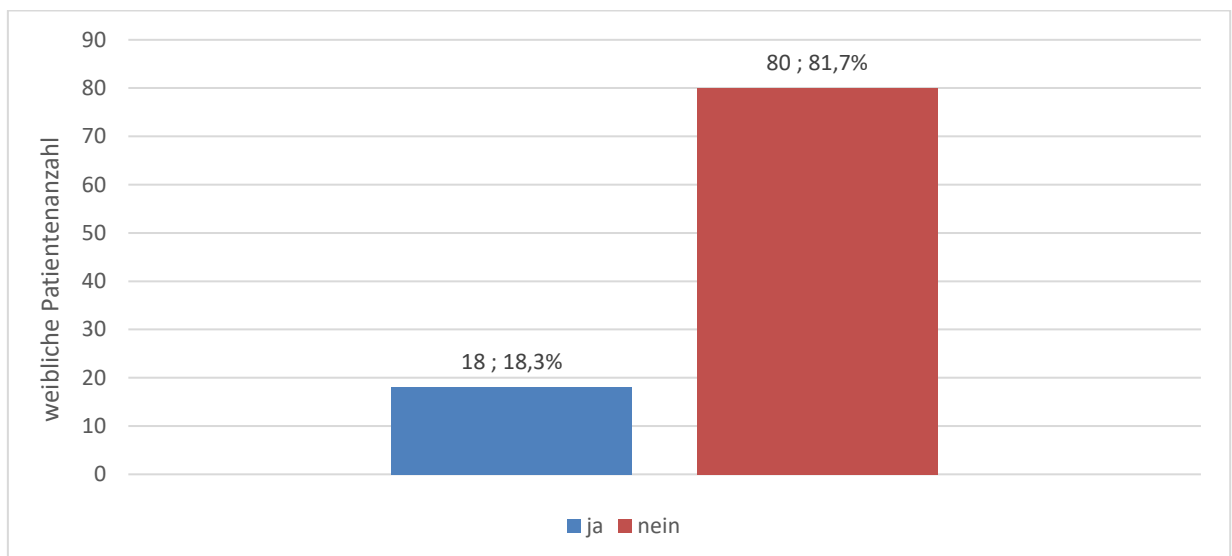


Abbildung 4b: Darstellung der Einnahme von Antikonzeptiva weiblicher Patienten nach „ja“ und „nein“ Angaben.

## 4.5 Spezielle Anamnese

Bei der speziellen Anamnese wurde festgestellt, dass aus 167 Patienten, die chirurgisch behandelt wurden 5,4% (n=9) eine Angle-Klasse I, 40,8% (n=68) Patienten eine Angle-Klasse II/1, 2,4% (n=4) eine Angle-Klasse II/2 und 50,3% (n=84) Patienten eine Angle-Klasse III aufzeigten. 2 Patienten waren in den Aufzeichnungen nicht näher beschrieben, dies entspricht 1,2% (Abb. 5a).

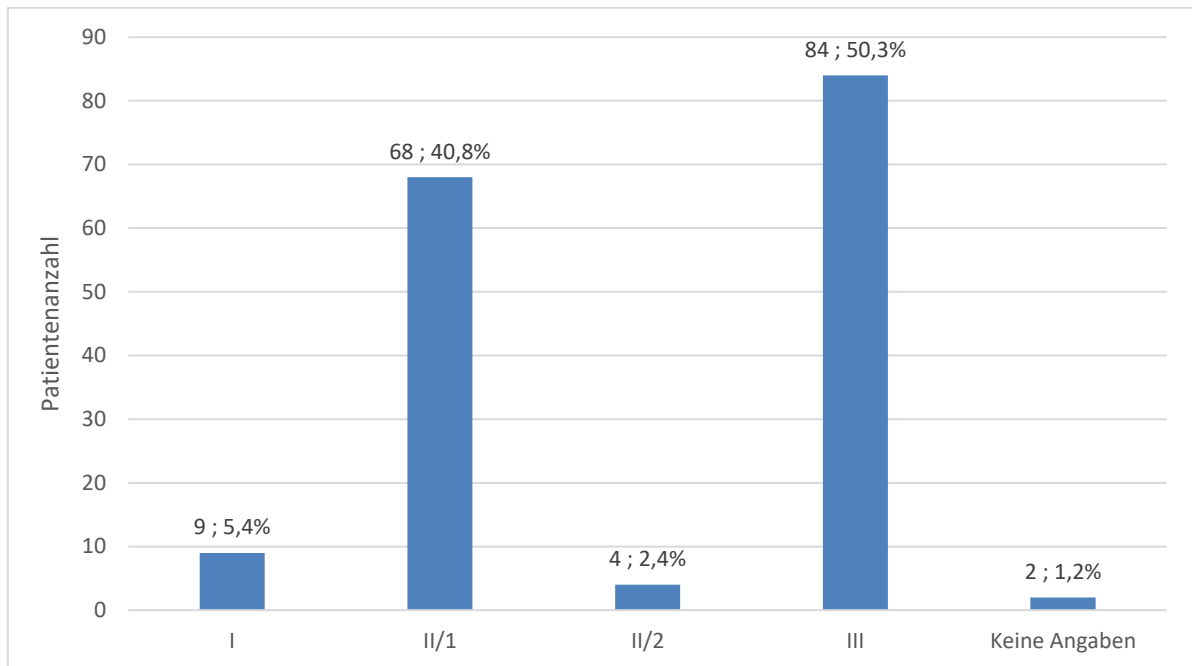


Abbildung 5a: Angle-Klassen-Verteilung der Patienten.

Zusätzlich konnte das Aufkommen von Kreuzbissen bei 30,5% (n=51) aller Patienten verzeichnet werden (Abb. 5b).

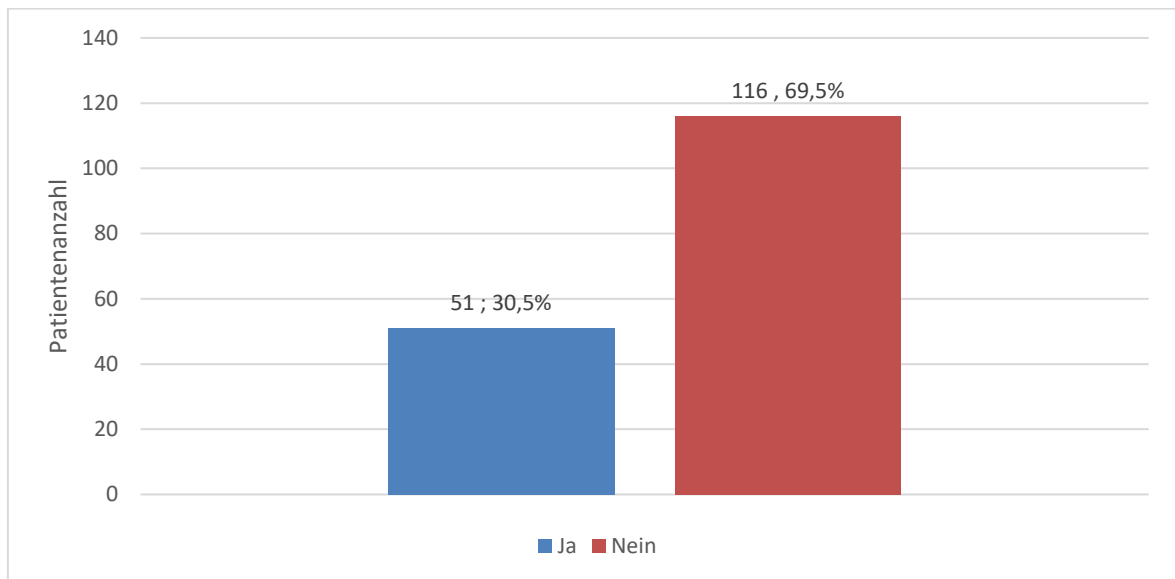


Abbildung 5b: Vorhandensein Kreuzbisse nach „ja“ und „nein“ Angaben.

Bei insgesamt 42,0% der Patienten (n=70) konnte das Vorhandensein eines frontoffenen Bisses festgestellt werden (Abb. 5c).

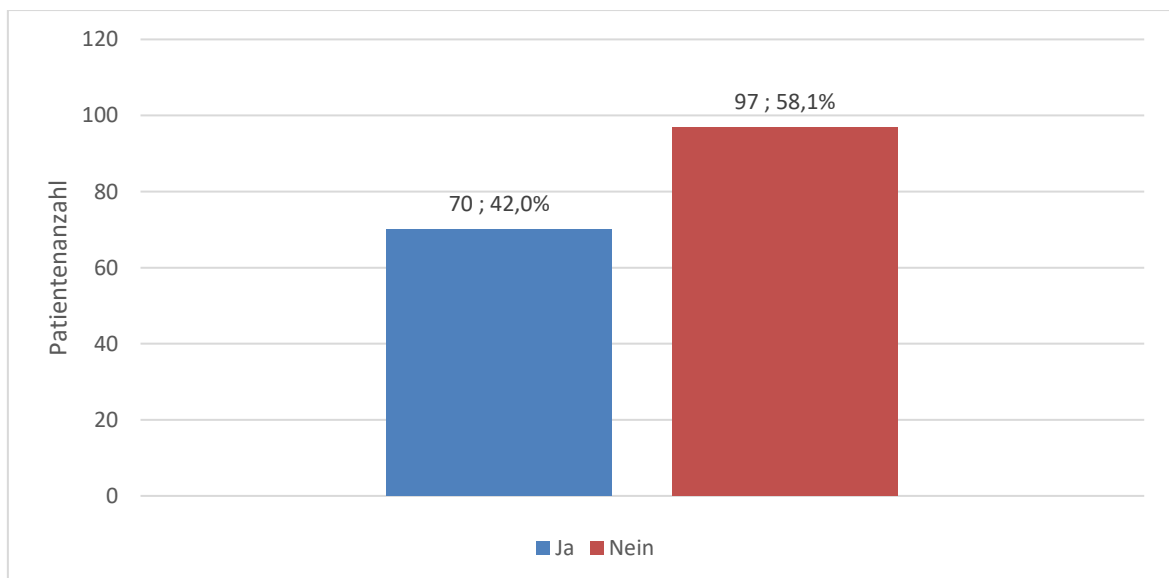


Abbildung 5c: Vorhandensein frontoffener Bisse nach „ja“ und „nein“ Angaben.



#### 4.6 Kieferorthopädische Vorbehandlungsdauer

Insgesamt betrug die durchschnittliche Vorbehandlungsdauer 26,9 Monate, welche jedoch eine große Streuung aufwies (maximal 66 Monate, minimal 1 Monat) (Abb. 6).

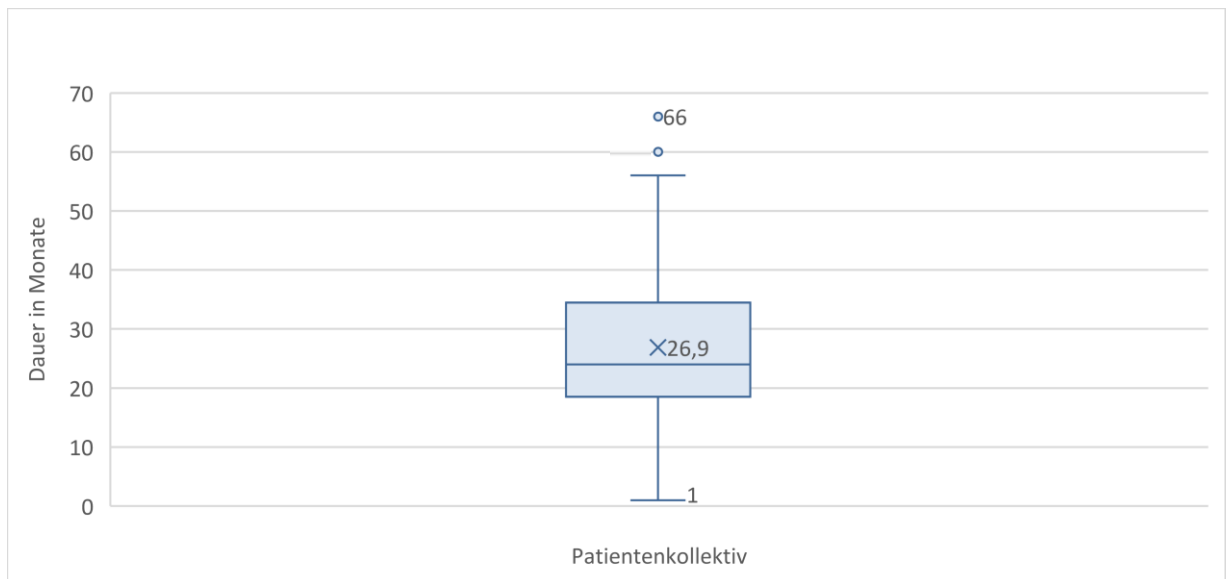


Abbildung 6: Dauer kieferorthopädischer Vorbehandlung.

#### 4.7 Geplante Therapie

Die geplante Therapie wurde bei 36,5% der Patienten (n=61) als monomaxilläre Umstellungsosteotomie im Unterkiefer durchgeführt. Bei 62,9% aller Patienten (n=106) wurde die bimaxilläre Osteotomie gewählt, um das optimale Ergebnis zu erreichen. Aus der Akte eines Patienten konnte nicht entnommen werden, welche Therapie geplant bzw. durchgeführt wurde, dies stellt eine Häufigkeit von 0,6% dar (Abb.7).

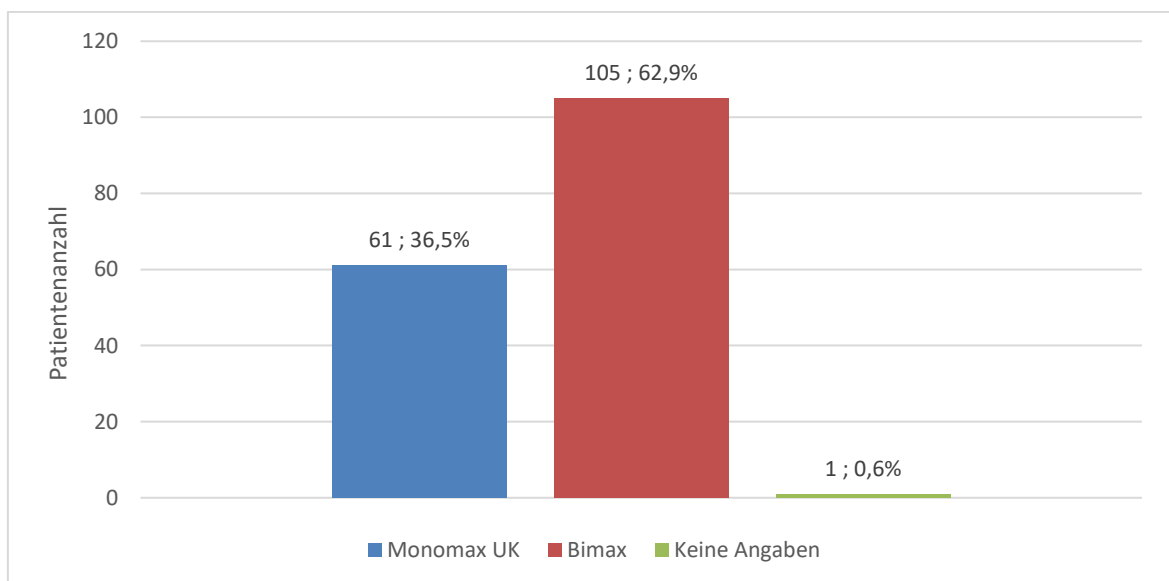


Abbildung 7: Verteilung der geplanten Therapie.

Zur Unterstützung der Planung des operativen Eingriffes wurden präoperative Bildgebungen in Form von Fernröntgenseitenbilder (FRS) und einer digitalen Volumentomographie (DVT) erstellt. Dabei fertigte man für 95,2% (n=159) aller Patienten beide Bildgebungen an, während 3,0% (n=5) nur ein DVT und 1,8% (n=3) nur ein FRS erhielten (Abb.8).

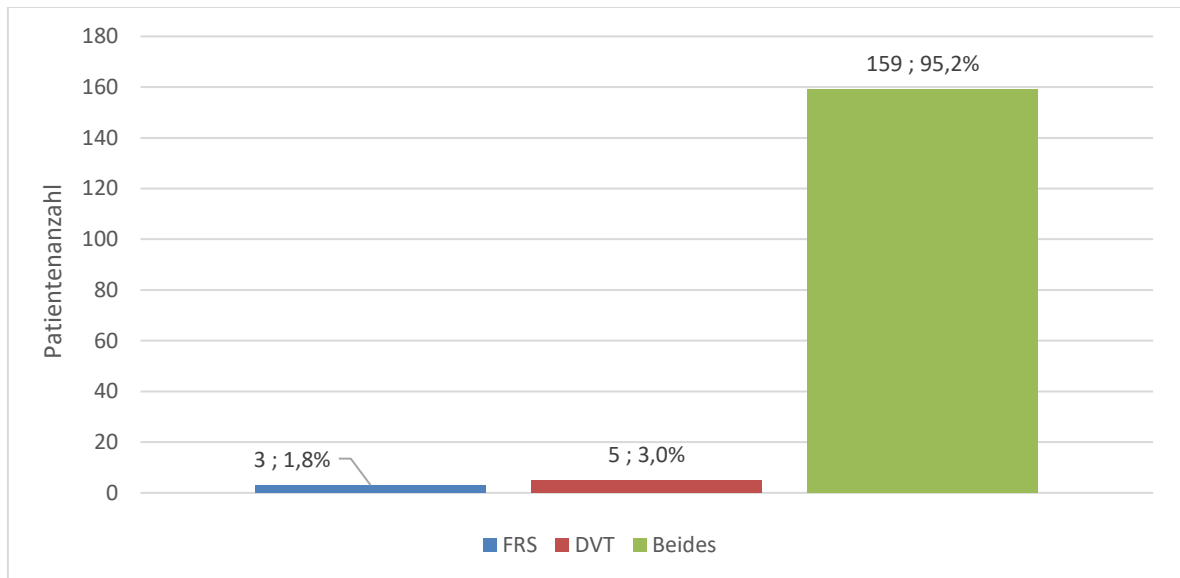


Abbildung 8: Verteilung Patienten nach durchgeführter präoperativer Bildgebung.

#### 4.8 Verlagerungstrecken im Oberkiefer

Die Verlagerungstrecken des Oberkiefers wurden durch Bewegungen nach anterior („nach vorne“), posterior („nach hinten“) und anhand von Mittellinienkorrekturen geplant und ausgeführt.

Die anteriore Verlagerung betrug im Schnitt 3,5 mm, dabei lag die längste Strecke bei 10,0 mm und die kürzeste bei 1,0 mm.

Bewegungen nach posterior („nach hinten“) im Oberkiefer lagen im Durchschnitt bei 3,0 mm, während hier die längste Verlagerung 4,0 mm betrug und die kürzeste mit 2,0 mm aufgezeichnet wurde.

Mittellinienkorrekturen im Oberkiefer lagen im Schnitt bei 2,0 mm. Sie betragen in ihrer längsten Form 3,0 mm, während die kürzeste 1,00 mm verzeichnete (Abb.9a).

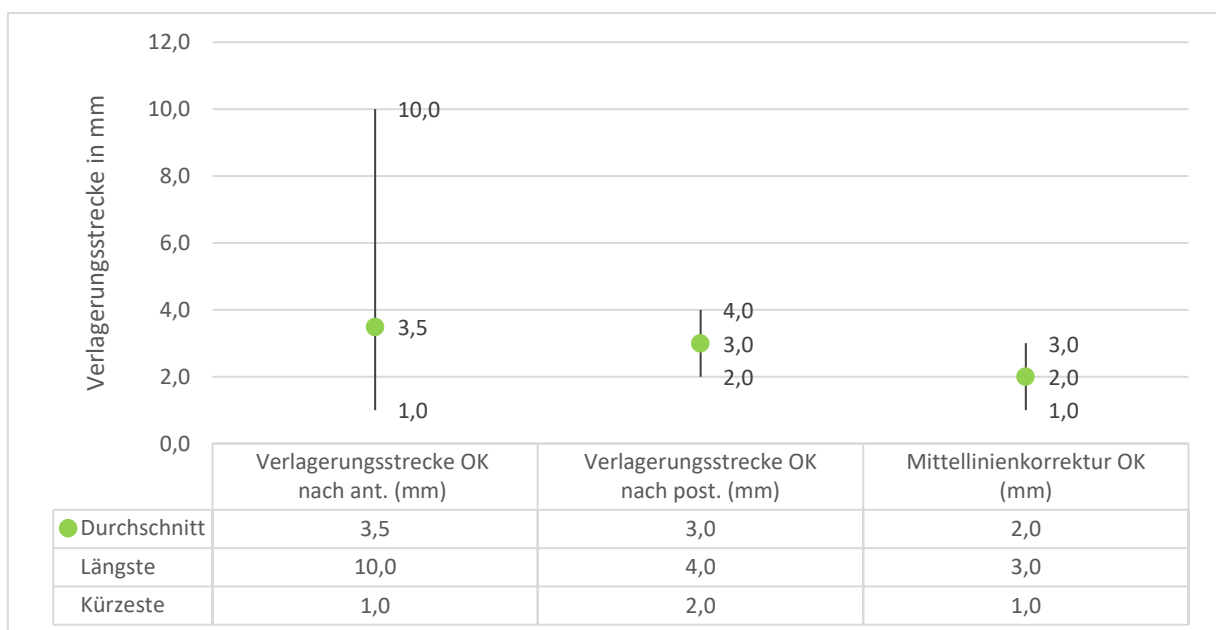


Abbildung 9a: Darstellung der durchgeführten Verlagerungen im Oberkiefer mit Tabellenansicht.

#### 4.9 Verlagerungstrecken im Unterkiefer

Im Unterkiefer wurden ebenfalls die Verlagerungstrecken in anteriore bzw. posteriore Bewegungen und Mittellinienkorrekturen unterteilt.

Anteriore Bewegungen wurden hier im Durchschnitt mit 5,5 mm durchgeführt. Die längste Strecke betrug hierbei 10,5 mm, während die kürzeste Bewegung mit 3,0 mm beschrieben wurde.

Posteriore Verlagerungen wurden durchschnittlich im Unterkiefer mit 4,0 mm vorgenommen, dabei lag die längste Strecke bei 6,0 mm und die Kürzeste bei 2,0 mm.

Mittellinienkorrekturen im Unterkiefer wurden im Schnitt mit 2,3 mm beschrieben. Die längste Korrektur lag bei 3,0 mm und die Kürzeste zeigte eine Verlagerung von 1,0 mm an (Abb. 9b).

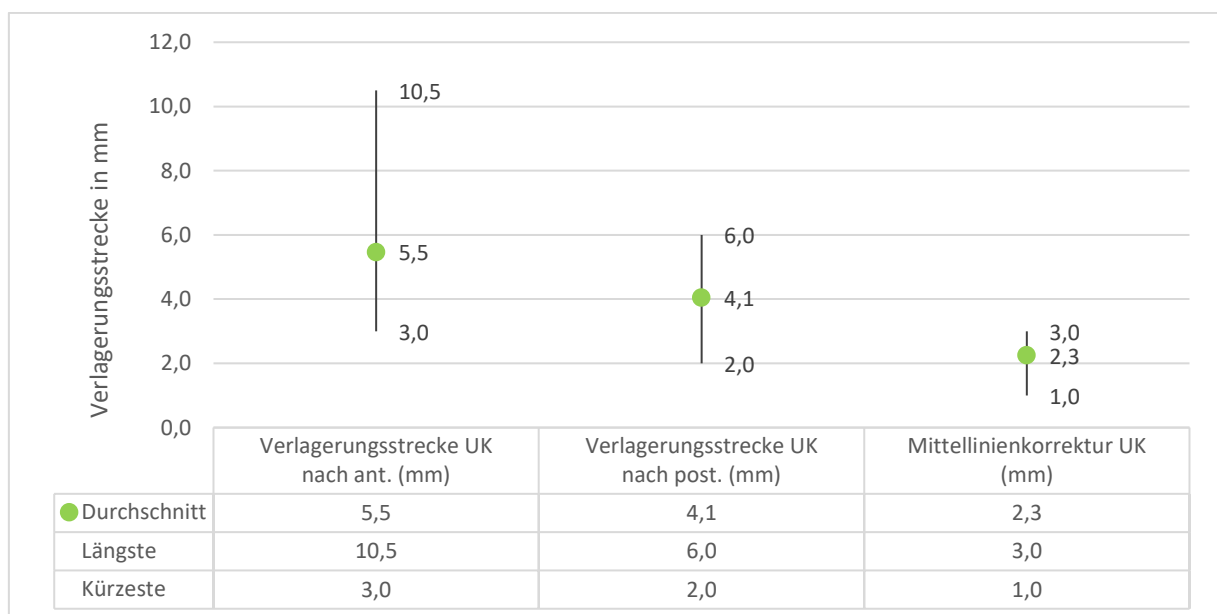


Abbildung 9b: Darstellung der durchgeführten Verlagerung im Unterkiefer mit Tabellenansicht.

## 4.10 Intraoperativer Verlauf

### 4.10.1 Durchgeführte Operationsmethode

Die am häufigsten gewählte Operationsmethode, der bimaxillären Umstellungsosteotomie, besteht aus der Kombination der Obwegeser/DalPont Technik im Unterkiefer und der Osteotomie in der Le-Fort-I Ebene am Oberkiefer 96,2% (n=101). Dies betraf zu 48,6% (n=51) alle Frauen und zu 47,6% (n=50) alle Männer, die bimaxillär behandelt wurden. Nur 1,9% (n=2) der durchgeführten bimaxillären Umstellungsosteotomien wurden mittels der Hunsuck und Epker Technik im Unterkiefer und der Osteotomie in der Le-Fort-I Ebene im Oberkiefer vorgenommen, sodass jeweils 1,0% (n=1) der Frauen und 1,0% (n=1) der Männer betroffen waren. Eine weitere weibliche Patientin konnte mittels Distraction des aufsteigenden Unterkieferastes und der Osteotomie in der Le-Fort-1 Ebene im Oberkiefer behandelt werden, dies spiegelt eine Häufigkeit von 1,0% wider. Aus dem Operationsbericht eines männlichen Patienten konnte keine Angabe über die durchgeführte Operationsmethode der bimaxillären Umstellungsosteotomie entnommen werden, dies stellt eine Häufigkeit von 1,0% dar (Abb.10a).

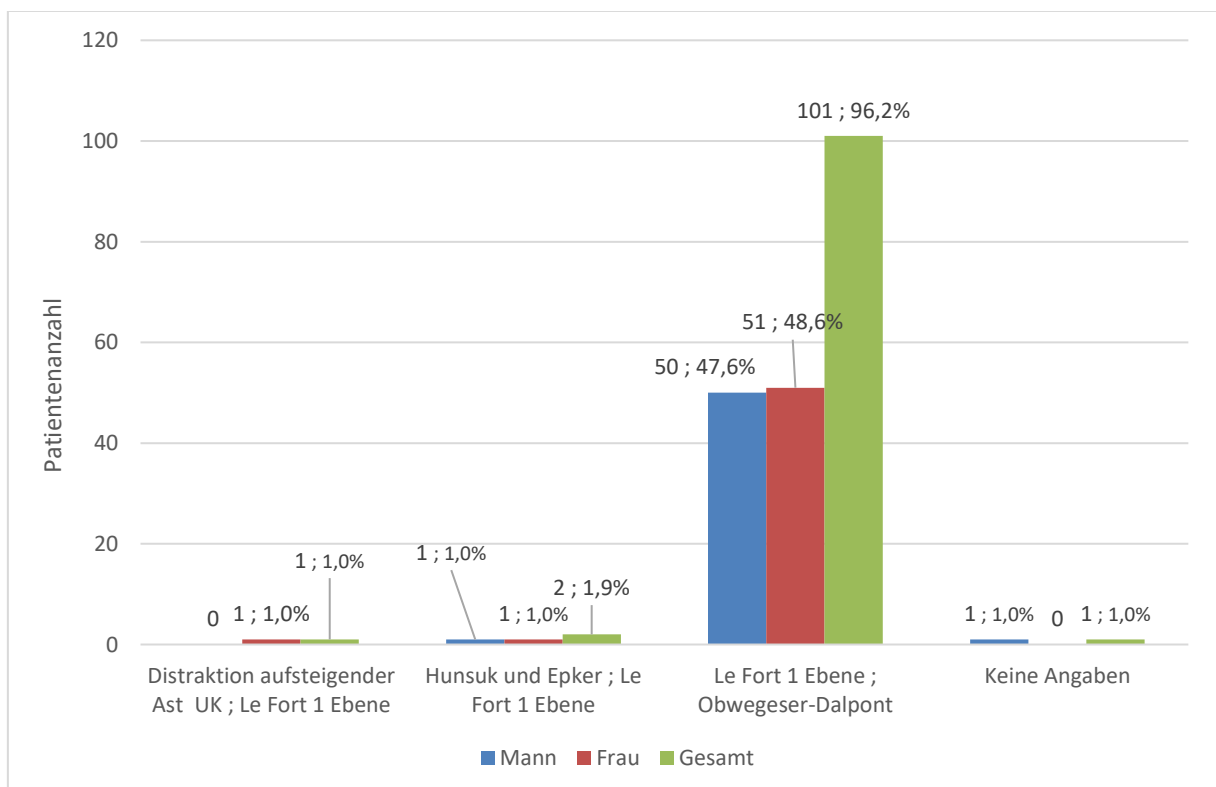


Abbildung 10a: Verteilung der angewandten Operationstechniken bei bimaxillären Umstellungsosteotomien aufgeteilt nach Geschlecht.

Im Unterkiefer wurde bei insgesamt mit 90,2% (n=55), aller behandelten monomaxillären Umstellungsosteotomien die Obwegeser/DalPont Technik als korrigierende Operationsmethode gewählt, darunter waren 67,2% (n=41) Frauen und 23,0% (n=14) Männer. Lediglich 4,9% (n=3) aller operierten Unterkieferanomalien wurden mittels der Hunsuck und Epker Technik ausgeführt, darunter 3,3% (n=2) Frauen und 1,6% (n=1) Männer. Weiterhin führte man an 3,3%(n=2) der Patient Distractionen am Unterkiefer im aufsteigenden Bereich des Astes und in der horizontalen Ebene aus, dies betraf nur zwei Frauen. Zu guter Letzt wählte man lediglich die Methode der modellierenden Osteotomie des Unterkiefers an einer weiblichen Patientin aus, welches die Häufigkeit von 1,6% widerspiegelt (Abb.10b).

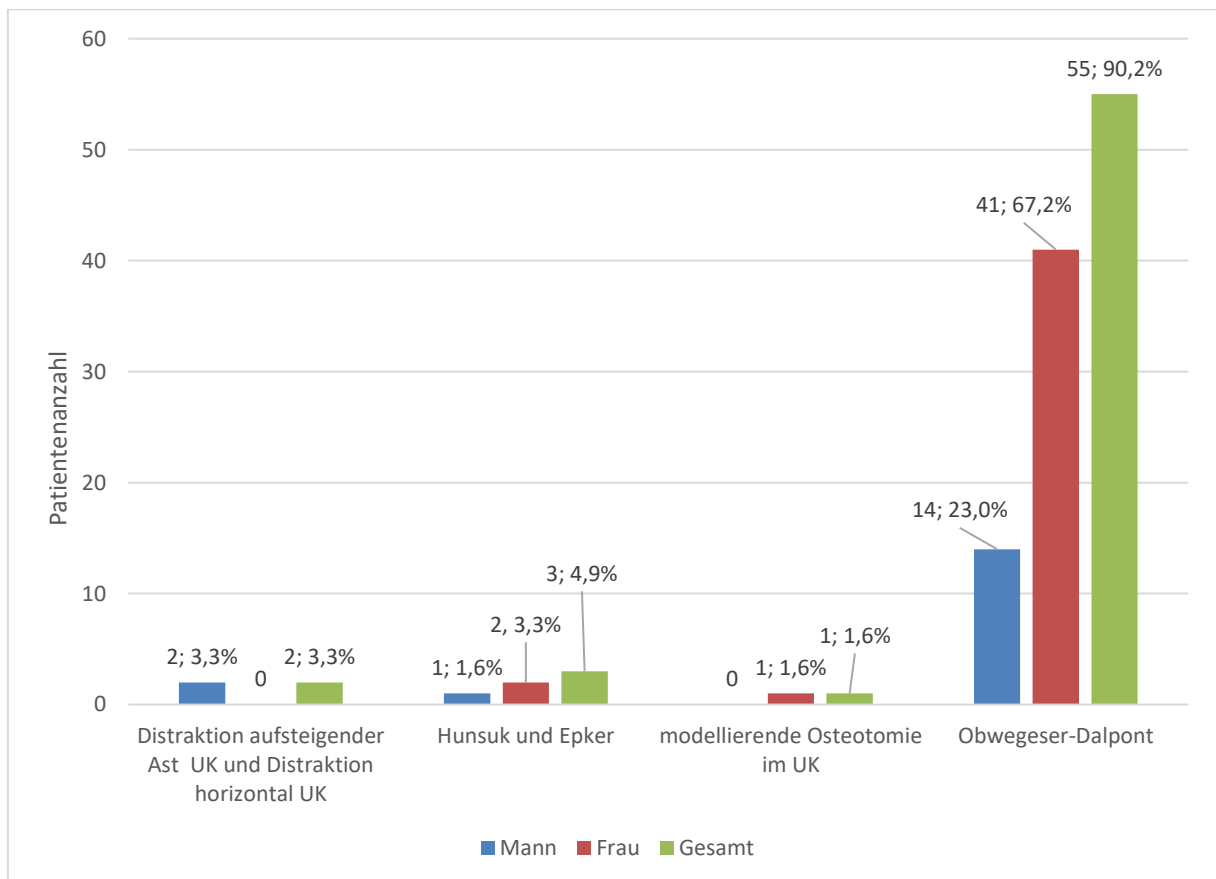


Abbildung 10b: Verteilung der angewandten Operationstechniken bei monomaxillären Umstellungsosteotomien im Unterkiefer.

#### 4.10.2 Schnitfführung im Oberkiefer

Die Verwendung von Instrumenten zur Ausübung der Schnitfführung am Oberkiefer, die im Rahmen des chirurgischen Eingriffes einer bimaxillären Umstellungsosteotomie (n=105) am häufigsten verwendet wurden, waren der Obwegesermeißel mit 97,1% (n=102) und das Piezoultraschallgerät mit 88,9% (n=93) (Abb.11a). Insgesamt kam diese Technik in Kombination bei 83,8% (n=88) der vorgenommenen bimaxillären Osteotomien vor (Abb.11b). Weniger häufig zur Verwendung kamen Instrumente, wie die Kugel mit 12,4% (n=13), die Säge mit 4,8% (n=5) oder die Walze mit 2,9% (n=3) zu Gebrauch. Bei lediglich einem Patienten wurde, im Zuge der Schnitfführung, zur Orientierung zusätzlich Bohrlöcher gesetzt. Dies spiegelt eine Häufigkeit von 1% wider (Abb. 11a).

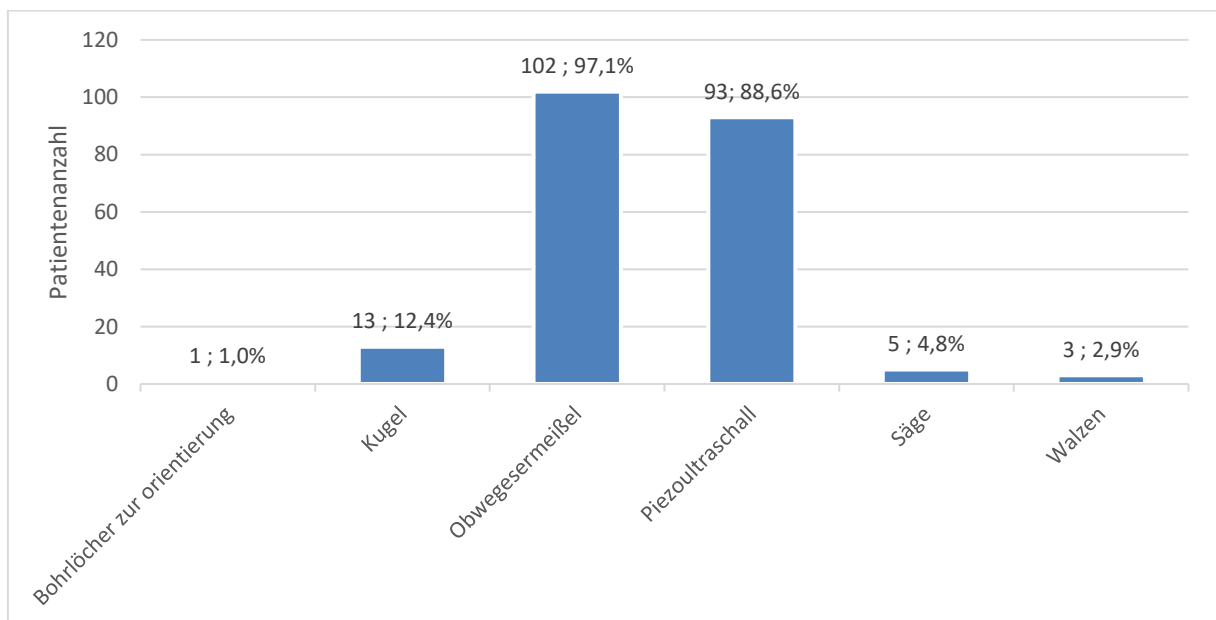


Abbildung 11a: Verwendete Instrumente zur Schnitfführung im Oberkiefer.

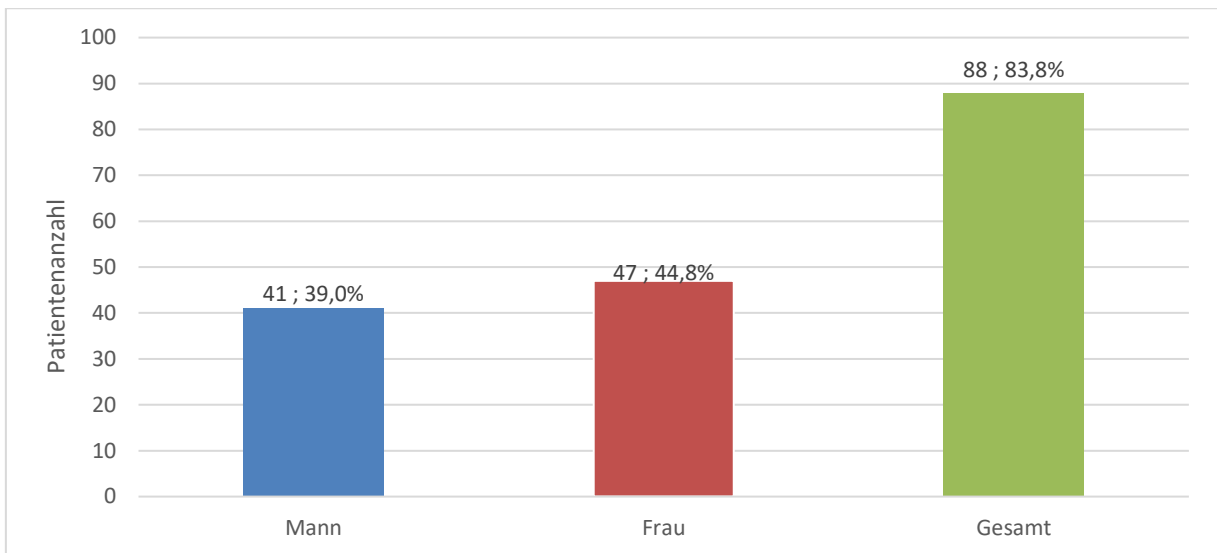


Abbildung 11b: Häufigkeit der Kombination Piezoultraschall und Obwegesermeißel am Oberkiefer.

#### 4.10.3 Schnittführung im Unterkiefer

Zur Ausführung der Schnitttechnik im Unterkiefer, die bei chirurgischen Eingriffen von bimaxillären und monomaxillären Umstellungsosteotomien verwendet wurden, waren überwiegend Instrumente, wie der Meißel mit 97,0% (n=162) und das Piezoultraschallgerät mit 96,4% (n=161) beschrieben. Weiterhin kamen Instrumente, wie die Walze mit 7,8% (n=13), die Säge mit 4,8% (n=8), die Kugel mit 0,6% (n=1) und der Hammer mit 0,6% (n=1) zur Verwendung, allerdings wurde hier ebenfalls der Gebrauch geringgehalten (Abb.12a).

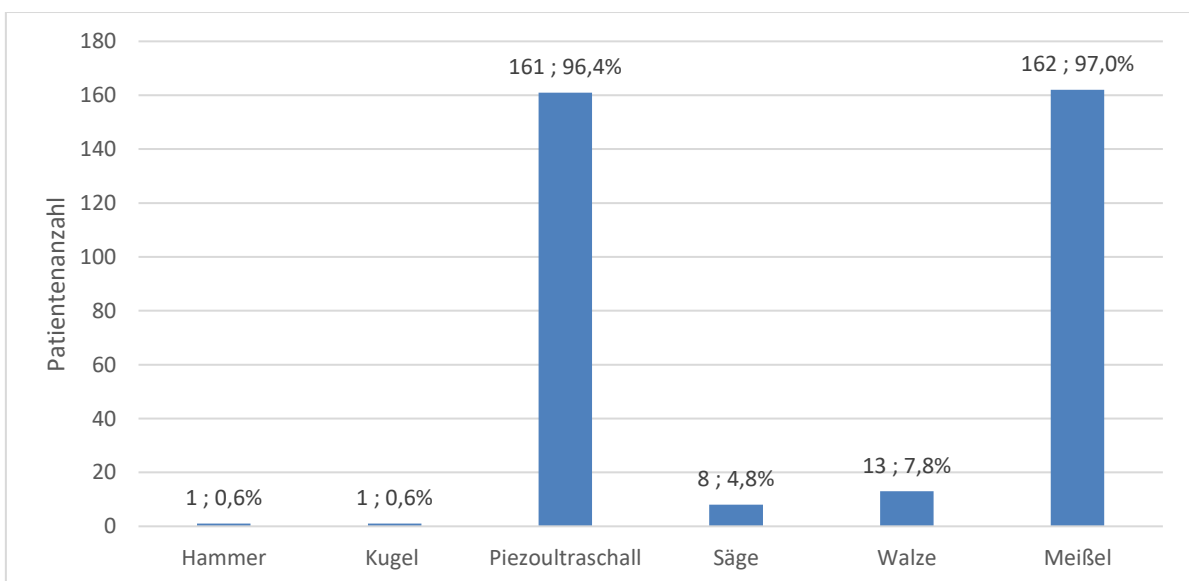


Abbildung 12a: Verwendete Instrumente zur Schnittführung im Unterkiefer.



Die Kombination beider Instrumente lag bei 92,9% (n=55) (Abb.12b).

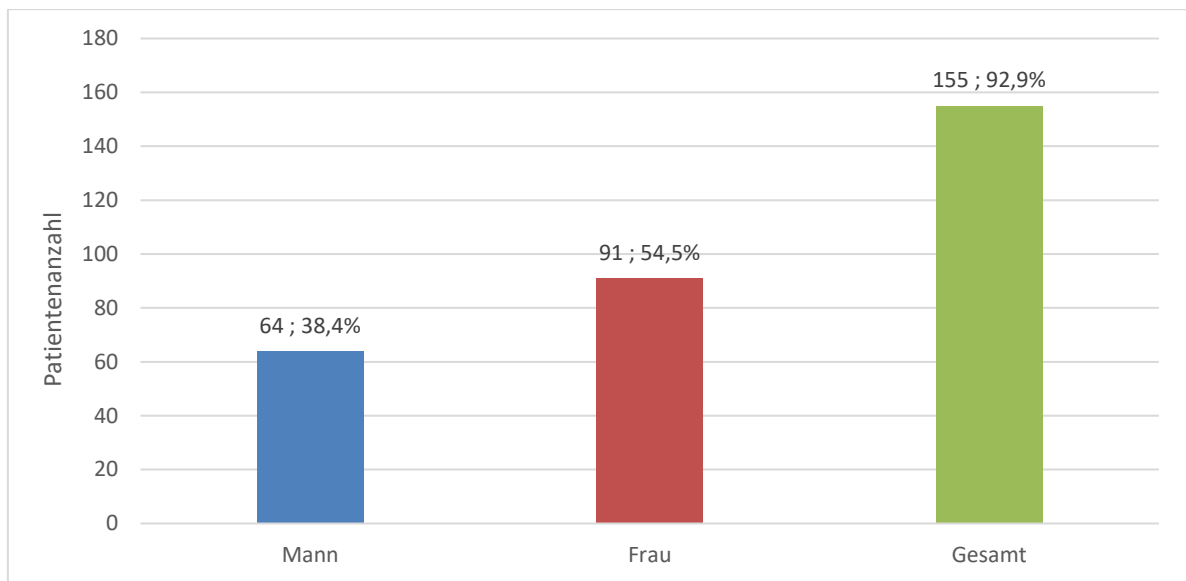


Abbildung 12b: Häufigkeit der Kombination Piezoultraschall und Meißel am Unterkiefer.

#### 4.10.4 Intraoperative Komplikationsaufkommen

Das allgemeine Aufkommen einer Komplikation während des operativen Verlaufes betrug im Zeitraum von 2009-2014 an der Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie 18% (n=30) (Abb.13a).

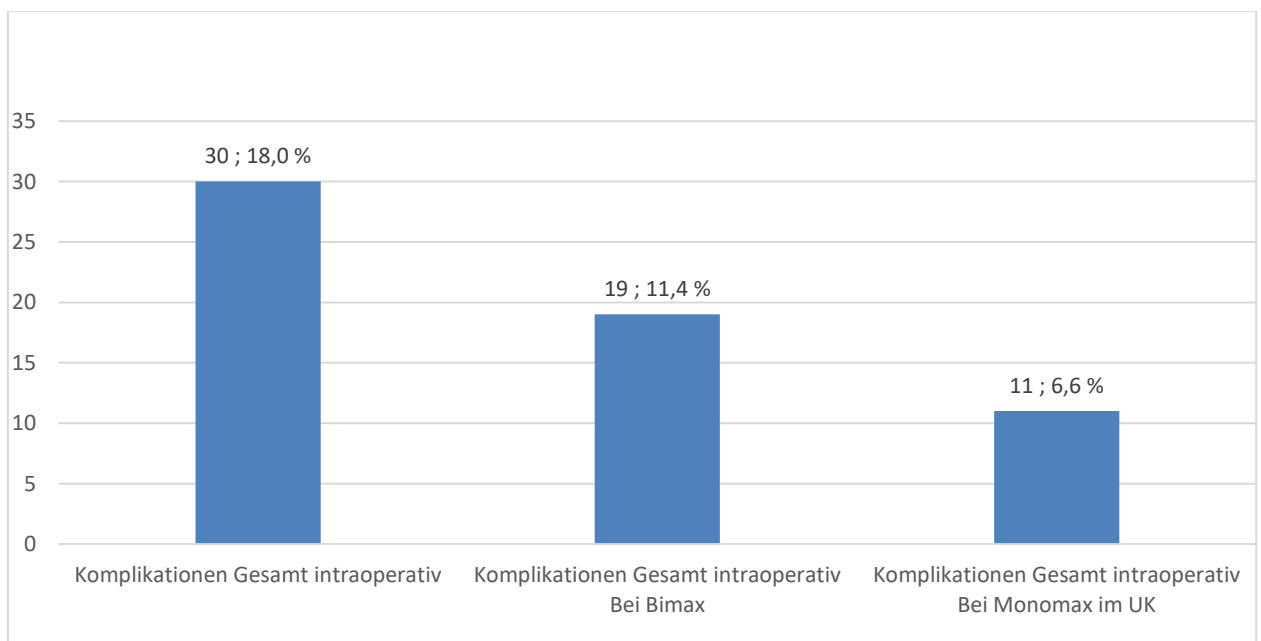


Abbildung 13a: Intraoperatives Komplikationsaufkommen und Verteilung nach Dysgnathiebehandlung.

Als häufigstes Komplikationsaufkommen, das intraoperativ dokumentiert wurde, kristallisierte sich die verstärkte Blutung heraus, die bei 12% (n=20) der Patienten zu beobachten war, darunter 5,4% Männer (n=9) und 6,6% Frauen (n=11). Die Bildung eines „*Bad Splits*“, auch atypischer Bruchverlauf genannt, wird mit einem Aufkommen von 3,0% (n=5) beschrieben. Dabei traten Komplikationen bei 2,4% (n=4) der weiblichen Patienten und 0,6% (n=1) der männlichen Patienten auf. Als niedriges Komplikationsaufkommen stellte sich intraoperativ die Nervverletzung dar. An weiteren 3,0% (n=5) der Patienten kam es zu solch einer Schädigung, während es an einem Patienten intraoperativ zur Verletzung der Wurzel kam. Dies spiegelt eine Häufigkeit von 0,6% (n=1) wider. und Zahnlockerungen wurden, im Rahmen dieser Eingriffe, für diesen Zeitraum nicht erfasst bzw. dokumentiert (Abb. 13b).

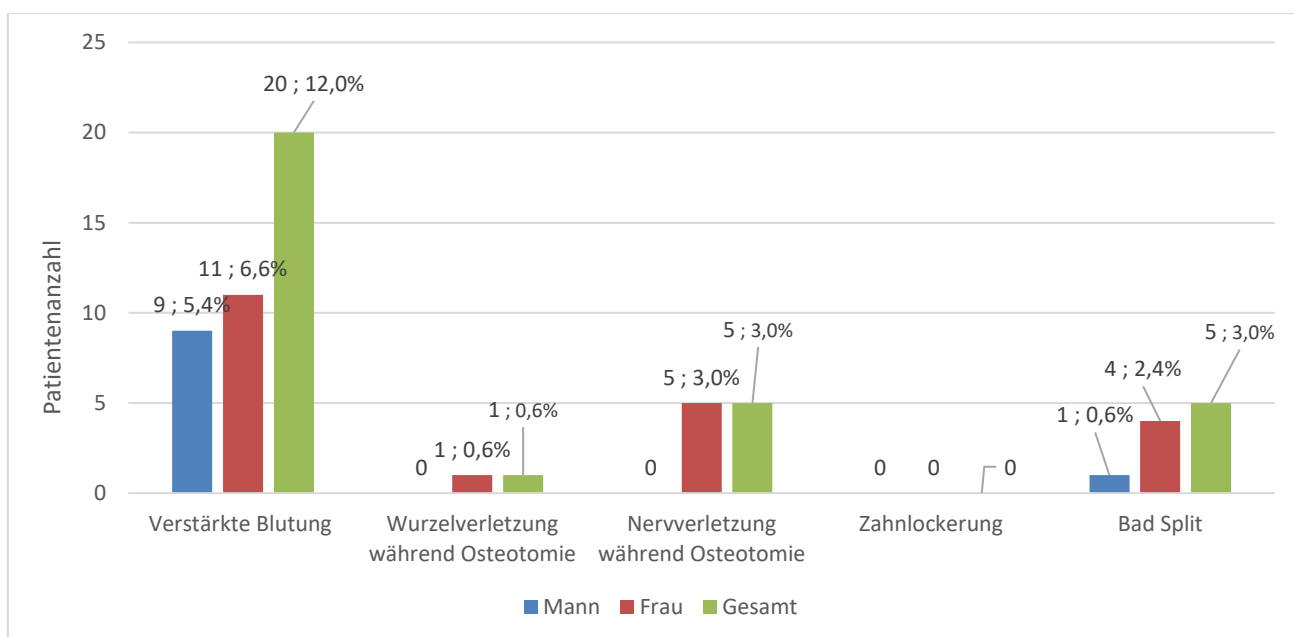


Abbildung 13b: Intraoperative Komplikationen nach untersuchten Kategorien.

Nervverletzungen wurden nur bei weiblichen Patienten beobachtet. Hauptsächlich war in diesem Rahmen der N. alveolaris inferior mit 2,4% (n=4) betroffen, während eine Patientin eine Verletzung am N. mentalis erlitt und somit eine Häufigkeit von 0,6% darstellt. Wurzelverletzungen und Zahnlockerungen wurden, im Rahmen dieser Eingriffe, für diesen Zeitraum nicht erfasst bzw. dokumentiert (Abb. 14).

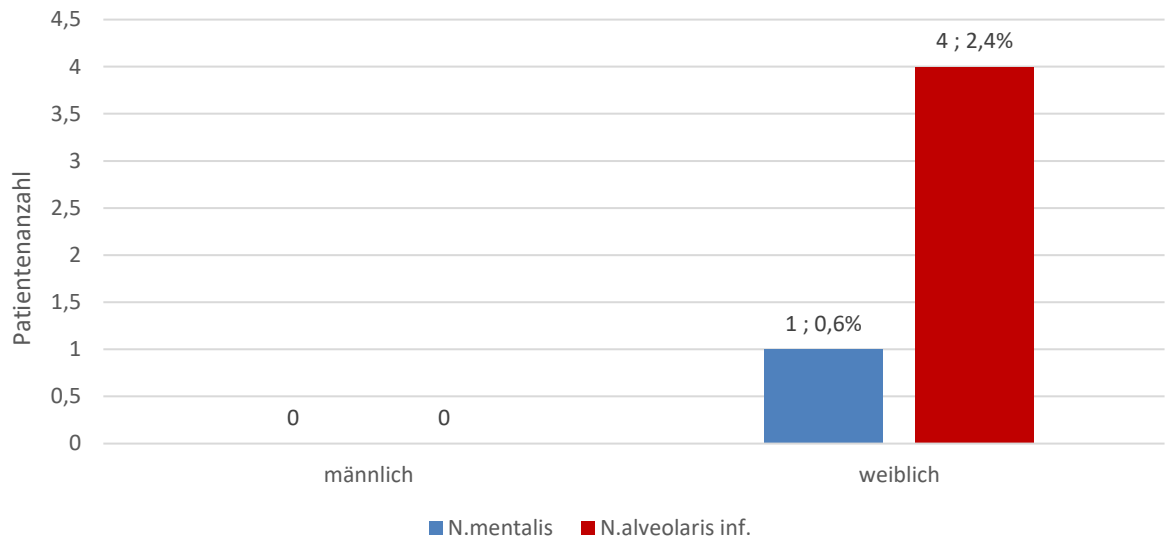


Abbildung 14: Verteilung intraoperativ verletzter Nerven nach Geschlecht.

## 4.11 Postoperativer Verlauf

### 4.11.1 Stationärer Aufenthalt

Postoperativ dauerte der stationäre Aufenthalt im Schnitt 6,4 Tage. Dabei lag der längste Aufenthalt bei 10 Tagen, während der kürzeste mit 4 Tagen zu verzeichnen war (Abb.15).

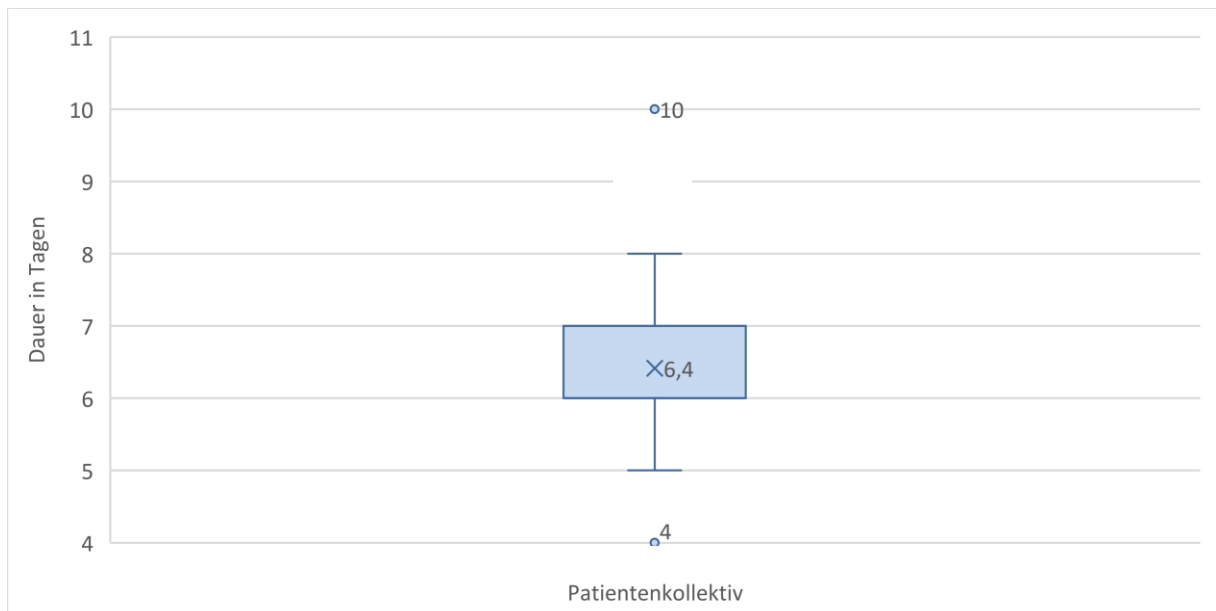


Abbildung 15: Darstellung des stationären Aufenthaltes.

Die Nahrungszufuhr erfolgte bei 95,8% der Patienten (n=160) mittels nasogastraler Sonde (Abb.16).

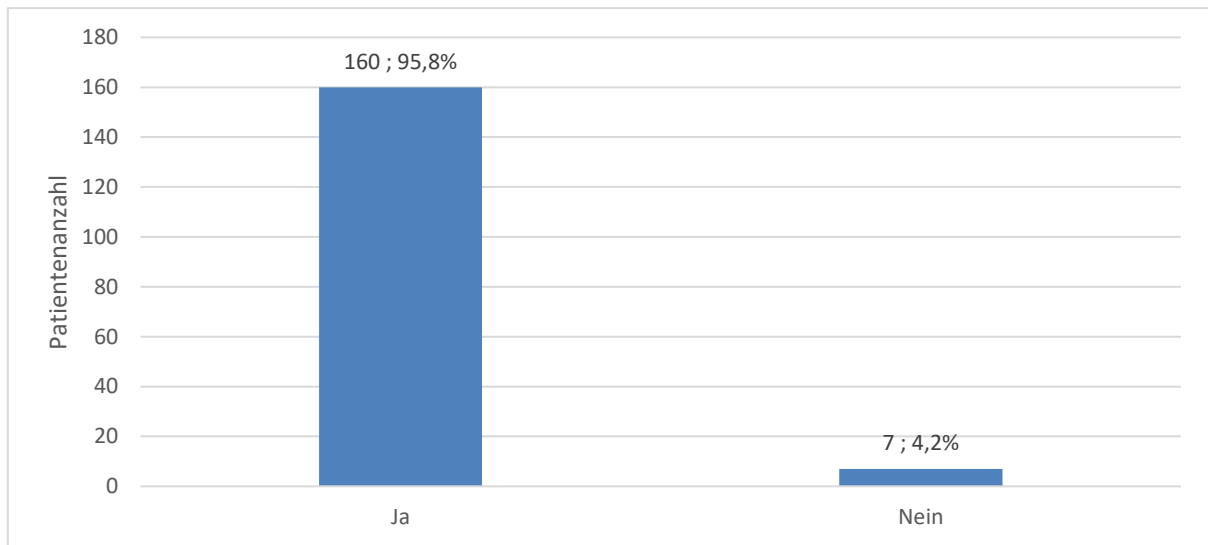


Abbildung 16: Postoperative Verwendung einer nasogastralen Sonde nach „ja“ und „nein“ Angaben.

#### 4.11.2 Postoperative Medikamententherapie

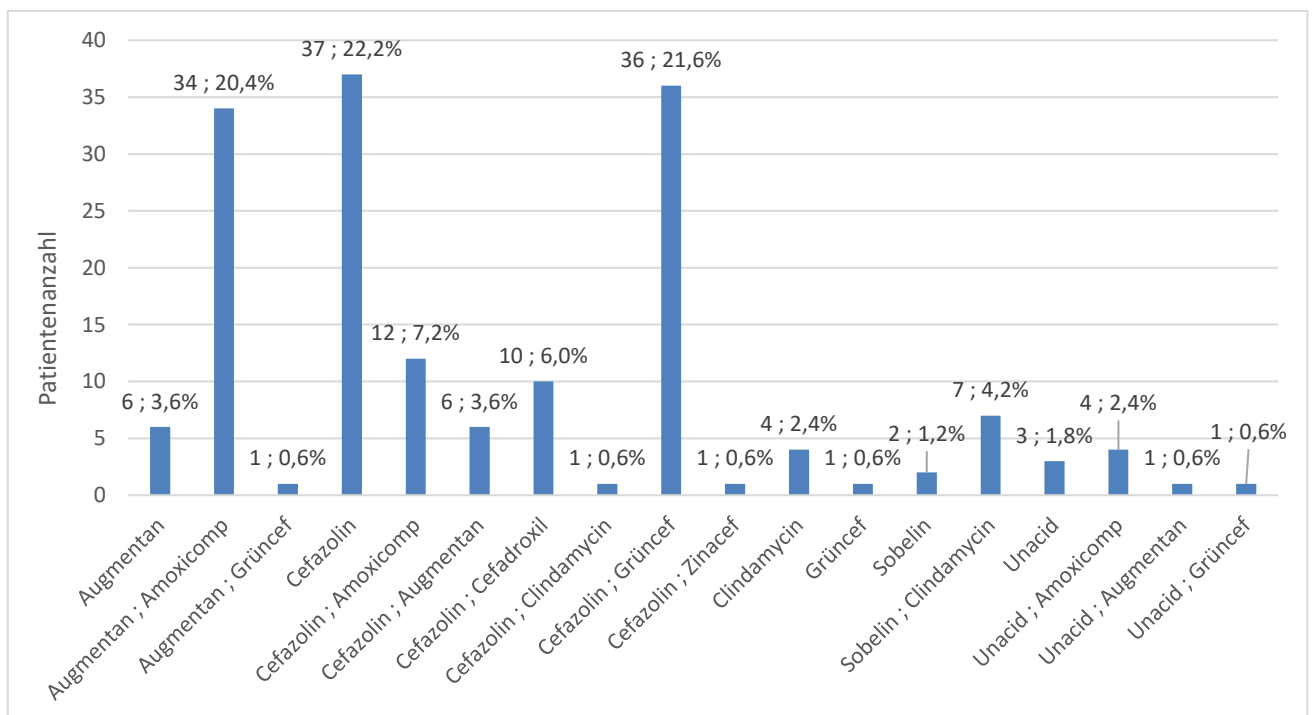


Abbildung 17a: Postoperativ verwendete Antibiotika.

Nach operativem Eingriff erhielten alle 167 Patienten unterschiedliche Kombinationen zur antibiotischen postoperativen Behandlung. Darunter am häufigsten mit 22,2%

(n=37) vertreten war das Cefazolin, während 21,6% (n=36) eine Kombination aus Cefazolin und Grüncef erhielten und 20,4% (n=34) mit Amoxicomp und Augmentan behandelt wurden. Weiterhin erhielten 7,2% (n=12) die Kombination aus Cefazolin und Amoxicomp und 6% (n=10) bekamen Cefazolin und Cefadroxil zur postoperativen Behandlung. Die restlichen Patienten 22,6% (n=38) erhielten unterschiedliche Kombinationen oder auch Einzelpräparate die der Abb. 17a zu entnehmen sind (Abb.17a).

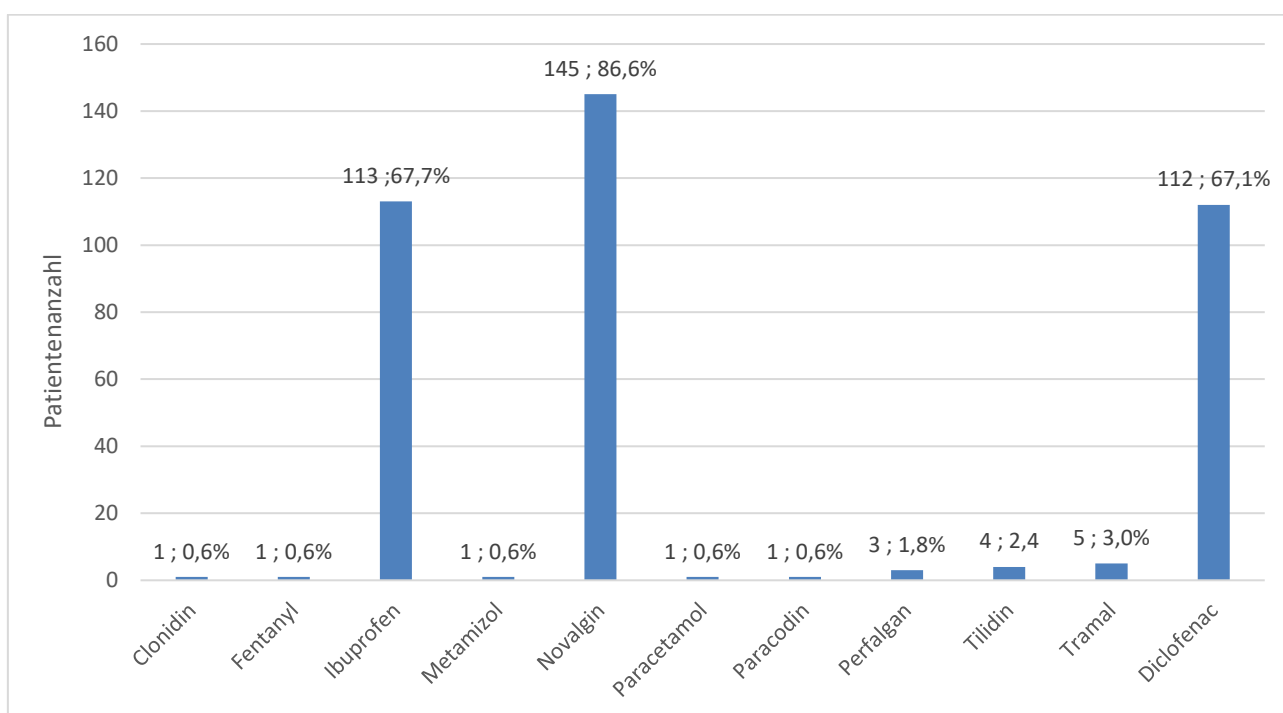


Abbildung 17b: Postoperativ verwendete Analgetika.

Zur medikamentösen Schmerzbehandlung wurden zum größten Teil drei Präparate verwendet, darunter erhielten 86,6% aller Patienten Novalgin, aber auch etwa 67% aller Patienten wurden mit Diclofenac (n=112) und Ibuprofen (n=113) behandelt, um eine gute Schmerzeinstellung gewährleisten zu können. Weiterhin wurden noch zusätzlich andere Schmerzmedikationen hinzugezogen, die man aus der Abb. 17b zu entnehmen sind (Abb. 17b).

Für 81,4% der Patienten (n=136) konnte damit eine gute Schmerzeinstellung erreicht werden, während 18,6% angaben, postoperativ, weiterhin unter Schmerzen gelitten zu haben, dies entspricht 31 Patienten (Abb. 17c).

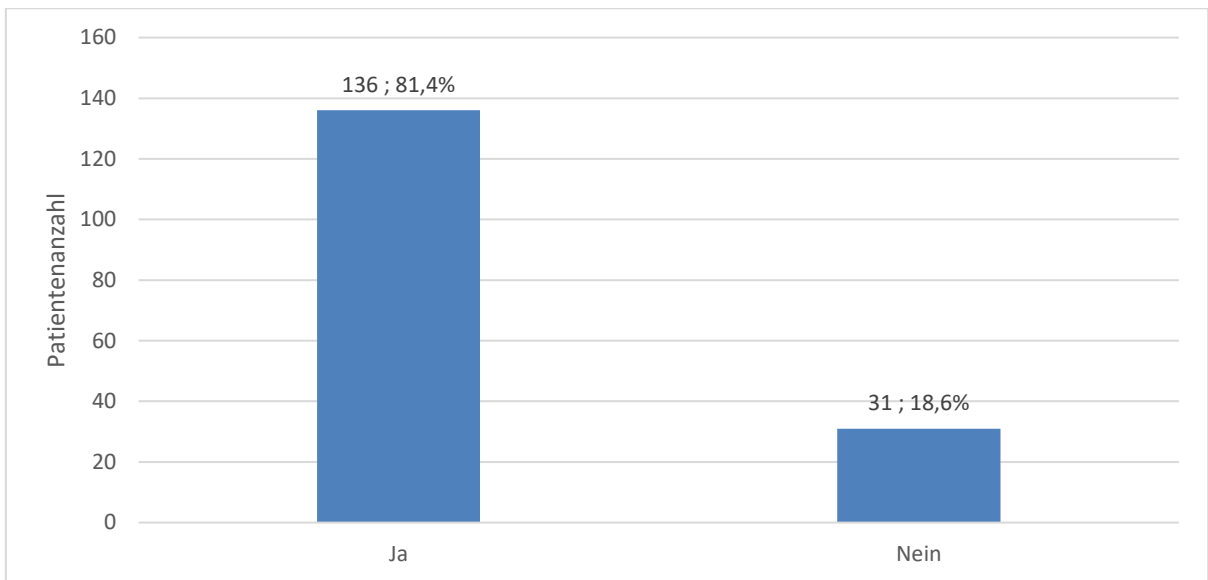


Abbildung 17c: Subjektive Patienteneinschätzung einer guten Schmerzeinstellung nach „ja“ und „nein“ Kriterium.

### 4.11.3 Postoperatives Komplikationsaufkommen

Postoperativ konnten unterschiedliche Komplikationen, die während des stationären Aufenthaltes auftraten, verzeichnet werden. Die häufigste davon, die zu beobachten war, stellte das Auftreten von Schwellungen dar, die bei 62,2 % (n=104 Patienten) der Patienten zu verzeichnen war. Ebenfalls waren häufiger, unmittelbar nach chirurgischem Eingriff und während des stationären Aufenthaltes, die Nervfunktionsstörungen in Form von Hyp- oder Anästhesien des N. alveolaris inferior zu beobachten. Insgesamt 55,7% (n=93) gaben an, postoperativ veränderte Sensibilitäten zu verspüren. Weiterhin gaben etwa 22,2% (n=37) an nach chirurgischem Eingriff stärkere Schmerzen zu verspüren. Ferner konnten entzündlich bedingte Wundheilungsstörungen mit etwa 10,8% (n=18) verzeichnet werden. Etwa zu gleichem Anteil waren Hämatome mit 8,9% (n=15) und Infektionen im Weichgewebe mit 7,8% (n=13) vertreten. Zu den selteneren Komplikationen zählten die Plattenlockerungen mit einer Häufigkeit von 4,2 % (n=7) und das Aufkommen von Infektionen im Sinusbereich mit 1,2% (n=2). Das Aufkommen von Pseudoarthrosen konnte im Zeitraum der Datenerfassung nicht festgestellt werden (Abb.18).

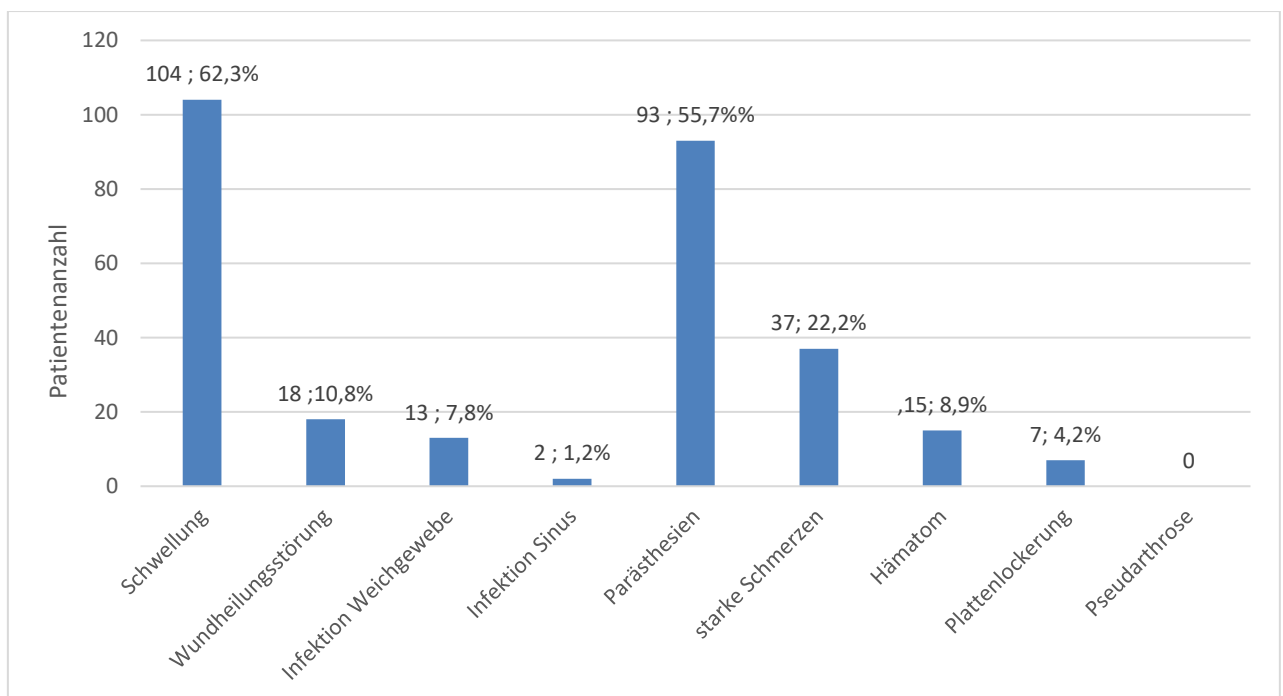


Abbildung 18: Postoperative Komplikationen nach untersuchten Kategorien.

#### 4.11.4 Postoperative kieferorthopädische Nachbehandlung

Die Dauer der postoperativen kieferorthopädischen Nachbehandlung umfasste im Durchschnitt 10,8 Monate und betraf 90 Patienten, die im Rahmen der interdisziplinären Therapie an der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universitätsmedizin Mainz weiter behandelt wurden. Dabei dauerte die längste Behandlung 30 Monate und kürzeste etwa 3 Monate (Abb. 19).

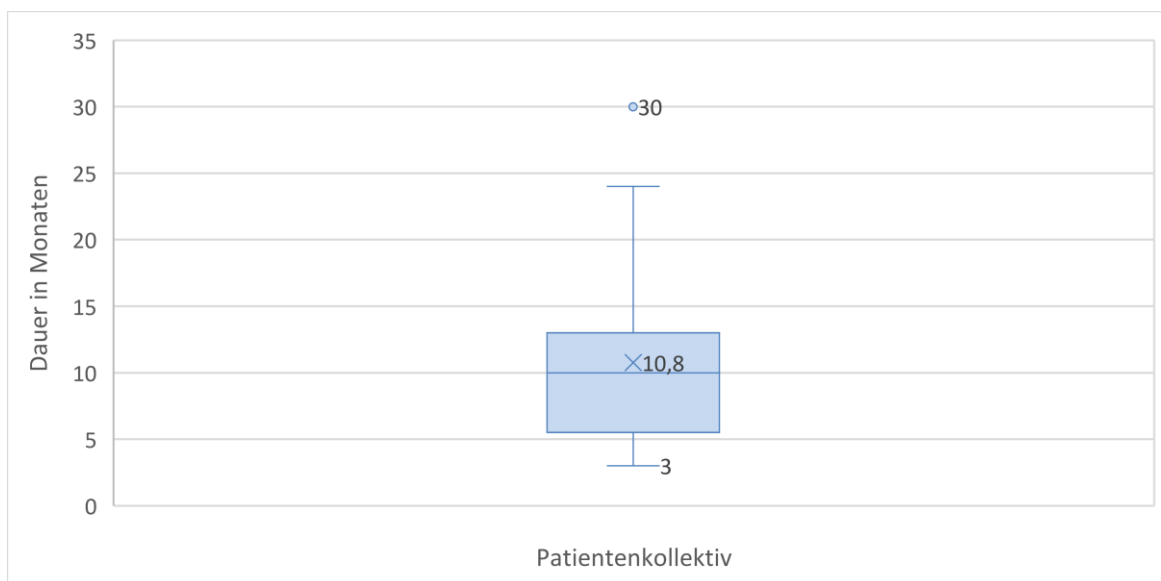


Abbildung 19: Dauer der kieferorthopädischen Nachbehandlung.

Während dieses Zeitraums erhielten die Patienten in unterschiedlicher Häufigkeit einen Bogenwechsel. An 25,6% (n=23) dieser Patienten wurden der Wechsel nur einmalig vorgenommen, während 17,8% (n=16) einen zweimaligen Wechsel erfuhren. Etwa 10,0% (n=9) der zu behandelnden Patienten bekamen den Bogen dreimal ausgetauscht und bei 7,8% (n=7) lag ein viermaliger Wechsel vor. Insgesamt 4,4% (n=4) der Patienten erhielten fünf oder mehr Bogenwechsel. Am häufigsten kam es bei einem Patienten vor, dass der Bogen 10-mal ausgetauscht wurde. Bei 19% (n=17) der Patienten gab es keine Angaben wie oft der Bogen während der Nachbehandlung gewechselt wurde, während bei 15% (n=13) dokumentiert vorlag, dass kein Bogenwechsel durchgeführt wurde (Abb. 20).



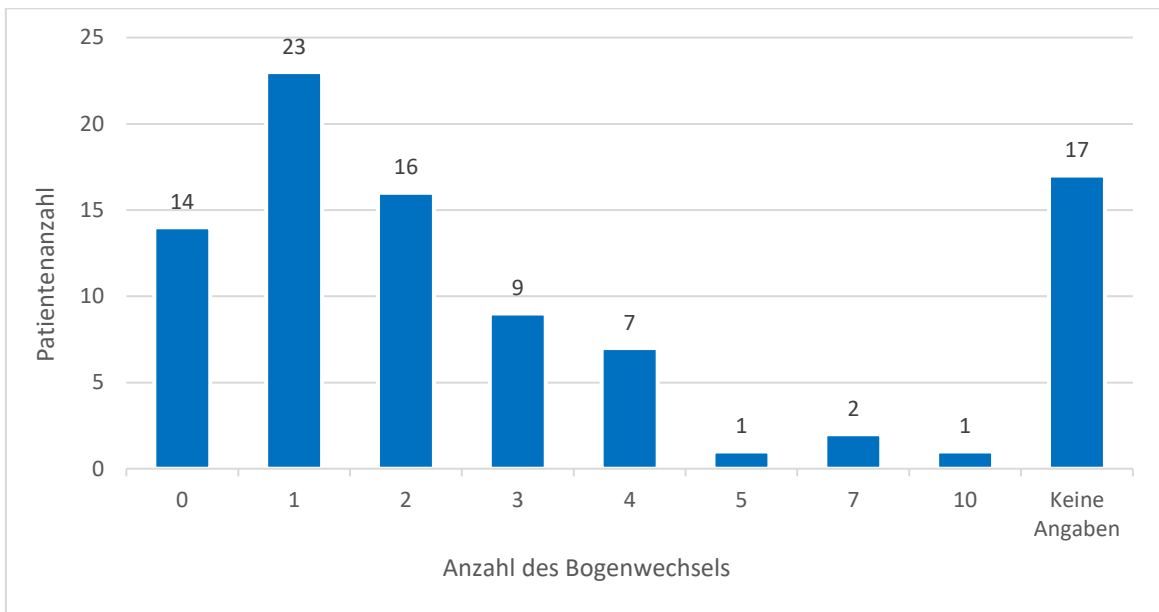


Abbildung 20: Häufigkeit des Bogenwechsels während der Nachbehandlung.

#### 4.12 Komplikationen während kieferorthopädischer Nachbehandlung

Während dieses Behandlungszeitraumes der kieferorthopädischen Nachbehandlungsphase konnten unterschiedliche Komplikationen beobachtet und dokumentiert werden. Darunter am häufigsten festgestellt wurden die kariösen Läsionen mit 16,7% (n=15). Weiterhin zeigten 2,2% (n=2) der Patienten Entkalkungen an Zahnoberflächen auf und ein Patient erlitt sogar den Verlust eines Zahnes während dieser Phase, was eine Wahrscheinlichkeit von 1,1% entspricht (Abb.21).

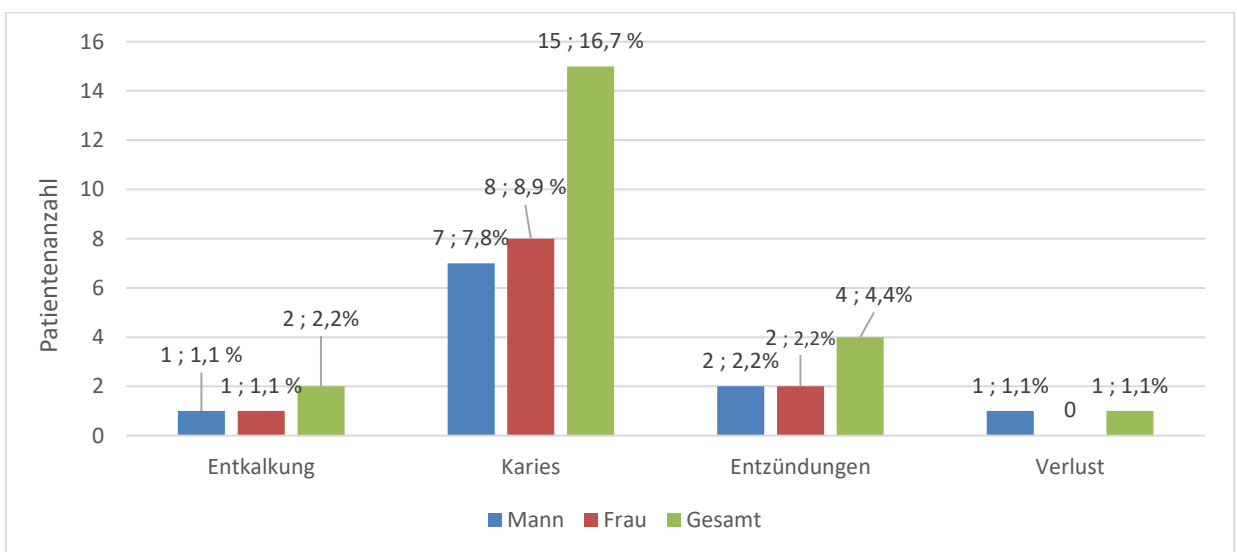


Abbildung 21: Postoperative kieferorthopädische Komplikationen nach untersuchten Kriterien.

## 5 Diskussion

### 5.1 Allgemein

Eine Komplikation wird definiert als jegliche Abweichung der Norm, die intraoperativ und/-oder postoperativ, auftreten kann (69). Die Dysgnathiechirurgie hat sich über den Verlauf der letzten Jahrzehnte zu einem Routineeingriff entwickelt, um Korrekturen von maxillomandibulären Deformationen zu korrigieren. Durch stetige Verbesserung und neu kreierten Techniken, hat sich das Eingriffsverfahren dahingehend entwickelt, dass das Komplikationsaufkommen, sowohl intra- als auch postoperativ, geringgehalten werden kann (70). Hinzu kommt, dass solche Eingriffe überwiegend an Patienten durchgeführt werden, die zum großen Anteil ein junges Alter und meist einen gesunden Allgemeinzustand aufzeigen (71). Ähnlich, wie auch bei anderen operativen Eingriffen, können Komplikationen bei Umstellungsosteotomien während unterschiedlicher Phasen entstehen (72, 73).

Bereits die Studie von Martis, die 258 Patienten umfasste, beschreibt die Wichtigkeit zur zeitlichen Unterteilung des Auftretens von Komplikationen, um somit adäquate Behandlungen gewährleisten zu können und die Vermeidung von Fehlern zu vergrößern. Er teilte die Komplikationsvorkommnisse in drei unterschiedliche Kategorien auf, die sich auf eine bestimmte Phase des chirurgischen Teils einer Dysgnathiebehandlung beziehen und als intraoperative, frühe postoperative und spät postoperative Komplikationen beschrieben wurden (49, 71).

Die vorliegende Dissertation beschäftigt sich mit der Erfassung von Komplikationen der intra-, frühen-, und spätpostoperativen Phase der Dysgnathiechirurgie, die an der Zahn-, Mund- und Kieferklinik als auch an der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universitätsmedizin Mainz an 167 Patienten durchgeführt wurden.

## 5.2 Intraoperative Komplikationen

### 5.2.1 Verstärkte Blutung

Die häufigste dokumentierte intraoperative Komplikation der vorliegenden Studie beschreibt das Auftreten einer verstärkten Blutung mit 12% (n=20), damit untermauert dieses Ergebnis die Aussage aus der Studie von Nkenke et al., dass der intraoperativ verstärkte Blutverlust eine der häufigsten Komplikationen der Dysgnathiechirurgie darstellt (74). Andere Ergebnisse lieferte die Studie von Olate et al., die Komplikationen an 250 Patienten retrospektiv erfasste und dabei nur 2 Patienten mit verstärkter intraoperativer Blutung beobachtete (70). Auch die Arbeit von Panula et al. mit 655 untersuchten Patienten, berichteten über lediglich einen Fall von verstärkter Blutung (75), ähnlich wie die Studie von Kramer et al. mit einer Häufigkeit von 1,1% (72). Diese Ergebnisse könnten die Aussage aus der Untersuchung von Steel und Cope bestätigen, dass das Auftreten einer verstärkten Blutung im Rahmen der dysgnathiechirurgischen Behandlung zu den seltener auftretenden Komplikationen gehört (76).

Aus der aktuellen Studie scheinen die Ergebnisse daher sehr hoch verglichen mit ähnlichen Literaturen. Dies könnte darin begründet werden, dass die Auffassung einer verstärkten Blutung unterschiedlich definiert werden kann. Ein Beispiel dafür ist in der Arbeit von Olate et al. zu finden, dort wird die verstärkte Blutung als „exzessiv“ beschrieben (70) und auch Panula et al. erwähnten zwar nur einen Patienten, dieser allerdings musste eine größere Menge an Bluttransfusion erhalten (75). Daher kann diese Vermutung weiterhin untermauert werden durch die Tatsache, dass es in der aktuellen Arbeit bei keinem einzigen der untersuchten Fälle zu einem so starken Blutverlust kam, dass eine Bluttransfusion oder weitere operative Maßnahmen ergriffen werden mussten. Eine weitere Ursache für die starken Diskrepanzen der Ergebnisse könnten an der reinen Recherche aus den Operationsberichten liegen, die nicht auf näherführende Parameter untersucht wurden, wie zum Beispiel der Messung des Blutverlustes.

Aus der Untersuchung von Piñeiro-Augilar et. al, die das Volumen an intraoperativem Blutverlust während dysgnathiechirurgischen Eingriffen untersuchte ging hervor, dass bimaxilläre Osteotomien einen größeren Blutverlust aufzeigten, da sie in einem direkten Zusammenhang mit dem Umfang und der Dauer der Operation zurück zu führen waren (77). Aus vorliegender Studie konnte man dies dahingehend bestätigen, da Vierzehn der Fälle, die mit einer stärkeren Blutung einhergingen, während einer

bimaxillären Umstellungsosteotomie entstanden und nur sechs Fälle eine stärkere Blutung bei monomaxillären chirurgischen Eingriffen beschrieben, was in etwa ein Verhältnis von 2,3:1 darstellt.

In der Studie von Robl et al. wird das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung ebenfalls untermauert, indem sie herausfanden, dass die anatomischen Verhältnisse der Kopf- und Halsgefäße eine verstärkte Hämorrhagie begünstigen können, da unter anderem Gefäße wie die Arteria masseterica, die Arteria facialis und der Plexus pterygoideus in diesem Bereich des Eingriffes verlaufen (78). Die Untersuchungen von De Mol van Otterloo et al. beschrieben, dass ein verstärktes Blutungsaufkommen auch durch unterschiedliche Vorgänge, wie dem falschen Gebrauch von Instrumenten während der Inzision oder der Ausführung der Osteotomie, aber auch durch die zu niedrig konzentrierte Verwendung der Anästhesie, wie auch bei der Reduktion von Knochensubstanz zur besseren Positionierung der Maxilla, entstehen können (73). Diese sind jedoch durch Abbinden und Veröden des Gefäßes gut zu kontrollieren (79), was ebenfalls die Tatsache bestätigt, dass es in der vorliegenden Studie zu keinem erheblichen Blutverlust kam.

#### 5.2.2 Atypischer Frakturverlauf „*Bad Split*“

Zu einer weiteren unerwünschten intraoperativen Komplikation gehört der sogenannte „*Bad Split*“ oder auch atypischer Frakturenverlauf genannt. Dabei wird die ungeplante Osteotomielinie, die während der Durchführung der sagittalen Osteotomie am Unterkiefer entstehen kann, beschrieben (71). Aus der Studie von Robl et al, mit 684 Patienten, wird das Aufkommen eines „*Bad Splits*“ mit 3,9% beschrieben (78) und auch Kim et al. präsentieren in ihrer Studie das Aufkommen eines „*Bad Splits*“ mit 3,7% bei 301 Patienten (8). Aus der Untersuchung von Olate et al. wiederum ist das Aufkommen eines „*Bad Splits*“ mit 2,5% aus 250 Patienten ermittelt worden (70). Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen eine Komplikationshäufigkeit von 3,0% (n=5), die auf einen „*Bad Splits*“ zurück zu führen sind. Damit liegt die in dieser Arbeit ermittelte Häufigkeit mit vorherigen Studien im vergleichbaren Bereichsfeld.

#### 5.2.3 Intraoperative Nervverletzungen

Aus der Untersuchung von Fiscia et al. mit 423 Patienten wurde eine intraoperative Schädigung des Nervus alveolaris inferior an 46 Patienten dokumentiert, was ein 9,9%

Aufkommen widerspiegelt (80). Weitere Studien von Acebal-Bianco et al., Telznow et al. und Morris et al. dokumentierten ein intraoperatives Auftreten von Nervenschädigungen während der Dysgnathiechirurgie im Bereich von 0,8%-9,0% (81–83). In der aktuell vorliegenden Studie liegt die Komplikation einer Nervenschädigung intraoperativ bei 3,0% (n=5). Vier dieser Verletzungen entstanden am Nervus alveolaris inferior (2,4%), während in einem Fall der Nervus mentalis (0,6%) zu Schaden kam. Mit diesem Ergebnis liegt die Studie im unteren Drittel, verglichen mit ähnlichen Studien, die aus der Literatur zu entnehmen sind. Aus der Studie von Spinelli et al., die die bimaxilläre Umstellungsosteotomien mit dem Piezoultraschallgerät und der traditionellen Säge verglichen, lässt sich dafür auch eine Erklärung finden, denn man konnte feststellen, dass die Verwendung des Piezoultraschallgerätes, durch präzise und gut kontrollierbare Schnittsetzung des Knochens, das Risiko einer Nervverletzung deutlich reduzieren kann (84).

#### 5.2.4 Intraoperative Wurzelverletzungen und Zahnlockerungen

Weitere Komplikationen, die in der vorliegenden Studie untersucht wurden, waren die Wurzelverletzungen und Zahnlockerungen, die während des Eingriffes auftreten können. Wurzelverletzungen können häufig intraoperativ in Verbindung gebracht werden, wenn es um die Segmentierung der Maxilla geht (85). Aus der Studie von Posnick et al. mit 262 Patienten kam hervor, dass drei Zähne eine Wurzelverletzungen erlitten, während an weiteren sechs Zähnen eine Verschlechterung des parodontalen Zustandes festzustellen war (86). Die Ergebnisse aus der vorliegenden Arbeit ergaben, dass es während des intraoperativen Verlaufes an einem Patienten zur Wurzelverletzungen (0,6%) kam, während Zahnlockerungen nicht verzeichnet wurden. Dies kann unter anderem darauf zurück zu führen sein, dass eine sorgfältige Planung präoperativ betrieben wird um Zahnverletzungen niedrig zu halten. Auch die Wahl der richtigen Instrumente kann dieses Risiko zusätzlich minimieren (87).

### 5.3 Postoperative Komplikationen

#### 5.3.1 Schwellungen

In der Studie von Shevel et al. wird beschrieben, dass die Größe der Ausdehnung einer Inzision bzw. der Verletzung des Gewebes, aber auch die Dauer des operativen Eingriffes, Einfluss auf den Umfang der postoperativen Schwellung haben kann (88).

Dies würde das Ergebnis der vorliegenden Studie, aus der hervor ging, dass 62,3% der Patienten während des stationären Aufenthaltes Schwellungen aufzeigten, dahingehend untermauern, weil 62,9% des Gesamtkollektivs der Dysgnathiebehandlungen bimaxilläre Umstellungsosteotomien darstellen, da diese ausgedehntere Weichgewebsverletzungen und längere operative Eingriffszeiten beanspruchen als monomaxilläre Umstellungsosteotomien.

Auch aus der Arbeit von Kau et al. die mittels Laser-Scan unterschiedliche Schwellungsstadien während der Dysgnathiechirurgie aufzeichneten, ging hervor ,dass am ersten postoperativen Tag die Patienten, die eine monognathe Umstellungsosteotomie erhielten , eine Zunahme der Gesichtsschwellung von 52,3% aufzeigten verglichen mit den präoperativen Aufzeichnungen, während Patienten mit bignather Osteotomie eine Zunahme von 63,8% präsentierten (89).

### 5.3.2 Postoperative Nervenfunktionsstörungen

Aus der vorliegenden Arbeit lässt sich feststellen, dass Parästhesien mit 55,7% die zweithäufigsten Komplikationen darstellen. Ähnliche Ergebnisse liefert die Studie von Jędrzejewski et al., die ebenfalls Komplikationen im Rahmen der Dysgnathiechirurgie untersuchten. Sie stellten fest, dass 50,0% der behandelten Patienten postoperativ Sensibilitätsstörungen aufzeigten. Schwerpunktmäßig wurde dabei der Nervus alveolaris nach bimaxillärer Umstellungsosteotomie untersucht (90). Aus der vorliegenden Studie ist, sowohl in der monomaxillären Umstellung des Unterkiefers als auch während der bimaxillären Umstellungsosteotomie der Nervus alveolaris inferior beteiligt, damit können die Ergebnisse aus der Literatur damit gegenübergestellt und untermauert werden. Maurer et al. beschreibt in seiner Arbeit die Nervenfunktionsstörung als häufigste frühe postoperative Komplikation mit 55,0%. Erfasst wurden sie im Rahmen einer Hyp- und Anästhesie ebenfalls am Nervus alveolaris inferior, aber auch Ausfallserscheinungen des Versorgungsbereiches des zweiten Trigeminasastes könnten mit 15,0% ermittelt werden (71). Aus dem betrachteten Patientenkollektiv ließen sich dagegen keine Nervenfunktionsstörungen in diesem Bereichsfeld registrieren.

Die retrospektive Untersuchung von Panula et al. zeigte auf, dass Sensibilitätsstörungen meist bei älteren Patienten zu beobachten waren (75) und auch Kim et al. registrierten Veränderungen der Funktion des Nervus alveolaris inferior an

73,3% der postoperativ untersuchten Patienten und fügten hinzu, dass der größte Anteil auf die sagittale Spaltung des Ramus mandibulae zurückzuführen ist, da der Nervus alveolaris inferior durch unterschiedliche Vorgänge während der sagittalen Spaltung verletzt oder sogar durchtrennt werden kann, beispielsweise während des Knochenschnittes durch das ausführende Instrument (Bohrer, Piezoultraschall) oder durch Kompression bei Einstellung des Knochensegmentes während der Neupositionierung des Kiefers. Daher ist es von hoher Relevanz nach Separierung der Knochenabschnitte den Nervus alveolaris inferior gut darzustellen, um eine druckfreie Neupositionierung zu schaffen, wodurch die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Nervenfunktionsstörungen niedrig gehalten werden kann (8).

### 5.3.3 Starke Schmerzen

Postoperative Schmerzen nach Dysgnathie-chirurgischen Eingriffen gehören zu den gängigsten Erscheinungen, jedoch ist es für die meisten Patienten gut ertragbar und akzeptabel damit umzugehen (91). Starke Schmerzen können insofern als Komplikation angesehen werden, wenn diese in ausgeprägter Intensität und/oder über einen längeren Zeitraum auftreten oder anhalten (8, 75). Abhängig von der Intensität des Schmerzaufkommens kann das Alter des Patienten, das Ausmaß der Angst vor dem Eingriff aber auch der Umfang des chirurgischen Eingriffes sein (92). Eine bimaxilläre Umstellungsosteotomie tendiert dazu postoperativ eine stärkere Schmerzintensität zu verursachen als monomaxilläre chirurgische Behandlungen in der Le Fort-1-Ebene (93). Aus der vorliegenden Studie wurde der Schmerzparameter subjektiv und anhand von Dokumentationen aus den Patientenakten entnommen. Es stellte sich heraus, dass 22,2% der Patienten unter starken Schmerzen litten und 77,8% schienen eine gute Schmerzeinstellung erfahren zu haben, nicht zuletzt durch die medikamentöse Begleitung in Form von Analgetika, die sie während des klinischen Aufenthaltes erhielten.

### 5.3.4 Wundheilungsstörungen

Aus der vorliegenden Studie wurde, im Rahmen des stationären Aufenthaltes, an 10,8% aller Patienten Wundheilungsstörungen diagnostiziert. Diese Ergebnisse liegen höher als die zu vergleichenden Studien, wie z.B. der retrospektiven Studie von Maurer et al. die postoperativ aufgetretene Wundheilungsstörungen an 5,3% der Patienten

registrierten (71) und diese geringe Rate im Zusammenhang mit einer intramuskulären „One-Shot“ Prophylaxe aus Cefotiam, einem Antibiotikum aus der Cephalosporine-Gruppe der 3. Generation, setzten (71). Die Autoren stellten in ihren Untersuchungen keinen Nachteil in der Einzelgabe auf das Auftreten von Wundheilungsstörungen oder Infektionen fest, sondern untermauerten die erzielten Ergebnisse auf die stetige Weiterentwicklung und Verbesserung der eingesetzten Antibiotika (71). Die Studie von Acebal et al. wiederum mit 1108 Patienten, aus denen 53 Patienten (4,7%) eine infektiös bedingte Heilungsstörung entwickelten, beobachteten, dass nach Umstellung der Antibiotikaprophylaxe, von einer mehrtägigen perioperativen Gabe auf eine „One-Shot“ Prophylaxe, die Komplikation einer infektiösen Wundheilung höher lag. Auf die genauen Hintergründe gingen sie jedoch in ihrer Arbeit nicht weiter ein (81). Und auch die Untersuchung von Bauer et al., die in ihrer Studie aus 126 postoperativ untersuchten Patienten von einem 8,6%-igem Auftreten einer Wundheilungsstörung, sprechen, gaben in ihrer Studie nicht genau an welche Vorgehensweise bei antibiotischer Prophylaxe vorgenommen wurde (94).

Aus der vorliegenden Studie wurde keine weitere Untersuchung im Zusammenhang einer Wundheilungsstörung mit bestimmten Antibiotikakombinationen untersucht, daher kann keine konkrete Aussage darüber getroffen werden, ob die hohe Komplikationsrate lediglich darauf zurückzuführen ist. Spaye et al. die in ihrer prospektiven Studie 810 Patienten auf infektiöse Wundheilungsstörungen untersuchte, konnten diese vermehrt nach vertikalen Osteotomien am Unterkiefer beobachten. Sie setzten dies in Zusammenhang mit der Kontamination im Wundbereich nach Abnahme der Drainage gemein (95).

### 5.3.5 Infektionen im Sinusbereich

Als Sinusitis wird der entzündliche Prozess der Nasennebenhöhlen bezeichnet, die durch Obstruktion der funktionellen Einheit im mittleren Nasengang charakterisiert wird. Die Ursachen dafür können virale oder allergische Reaktionen darstellen, aber auch Traumata im mittleren Gesichtsfeld, Tumore, Zysten, Polypen und maxilläre Osteotomien können den Abfluss und die Belüftung der Nasennebenhöhlen beeinflussen, wodurch die Ansiedlung von Bakterien begünstigt wird (96–98). Somit gehört die Sinusitis maxillaris zu einer Komplikation, deren Auftreten im Rahmen der Le-Fort-1 Osteotomie relativ selten entsteht, nicht zuletzt auch wegen der antibiotischen Abschirmung, die begleitend während der Dysgnathiebehandlung



eingenommen wird (99). Aus der Studie von Pereira-Filho et al., der das Auftreten von maxillären Sinusitiden an 21 Patienten untersuchte, stellte sich heraus, dass ein einziger Patient eine akute Sinusitis erlitt, was eine Häufigkeit von 4,8% darstellt (99). Ebenso wird aus der Arbeit von Chow et al. diese Komplikation mit einem geringen Aufkommen bewertet, da aus 1,044 Patienten nur 0,9% (n=9) eine akute Sinusitis entwickelten (2). Auch aus weiteren Arbeiten ließen sich ähnliche Ergebnisse aufzeigen, wie z.B. Kramer et al. mit 0,6% (72), Kim et al. mit 1,0% (8) und Panula et al. mit 6,0% (75), wobei letztere Arbeit eine etwas höhere Häufigkeit feststellte. Die eruierten Ergebnisse aus dem aktuellen Patientenkollektiv bestätigen das niedrige Auftreten und geben wieder, dass aus 167 Patienten insgesamt zwei postoperativ eine akute Sinusitis entwickelten und damit eine Häufigkeit von 1,2% widerspiegeln.

#### 5.3.6 Infektionen des Weichgewebes

Infektionen nach Dysgnathie-chirurgischen Eingriffen können entstehen, wenn es zu bakteriellen Besiedlungen und damit zur Kontamination der Wundflächen kommt (100). Auch die Nahrungsaufnahme und Mastikation kann durch die erschwerte Mundöffnung postoperativ zur Impaktion der Nahrung im Mundraum führen und damit die Gefahr einer Infektion aufgrund der erschwerten Hygienefähigkeit steigern (60). Weitere Faktoren, die den Ausbruch einer Infektion auslösen können sind auch hier, ähnlich wie bei den Wundheilungsstörungen, systemische Vorerkrankungen die eine Immunsuppression verursachen. Aber auch Diabetes mellitus oder Rauchen kann als Faktor dazu beitragen (80). Zusätzlich kann die Dauer und der Umfang des operativen Eingriffes ebenfalls das Infektionsaufkommen durch Kontamination mit bakteriellen Erregern erhöhen, weswegen es indiziert ist eine perioperative Antibiotikaphylaxe begleitend zu verwenden (41). Meist gehören die pathogenen Erreger der Gruppe der Bacteroides, Streptococcus und Enterobacteriaceae an (2). Die retrospektive Studie von Friscia et al., die 423 Patienten auf Komplikationen nach dysgnathiechirurgischen Eingriffen untersuchte, stellte ein Infektionsaufkommen von 2,4% (n=10) fest (80). Aus der Studie von Chow et al. wiederum, die 15 Jahre andauerte und 1294 Patienten auf postoperative Komplikationen nach Dysgnathie-chirurgischen Eingriffen untersuchte und den Schwerpunkt dabei auf die perioperative Antibiotikagabe und den daraus erfolgten Infektionsaufkommen richtete, resultierte in einem 7,4%-igem Auftreten einer Infektion von denen 58,3% als akute Infektionen dokumentiert wurden (2). Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen auf, dass ein infektiöses Entstehen im

Weichgewebe bei etwa 7,8% zu beobachten war (n=13). Dabei konnte kein Zusammenhang mit Patienten festgestellt werden, die eine systemische Vorerkrankung hatten und eine postoperative Infektion entwickelten. Die Resultate bestätigen damit die Aussage aus der Studie von Schubert et al., dass die Infektionsrate bei den Umstellungsosteotomien relativ niedrig einzuschätzen ist, nicht zuletzt aufgrund der hervorragenden Bedingungen der Mundhöhle und der Wirkung der eingesetzten antibiotischen Medikation gegenüber pathogenen bzw. fakultativ pathogenen Keimen des oralen Gebietes (101).

### 5.3.7 Plattenlockerung

Sowohl in der Dysgnathiechirurgie als auch in der Traumatologie werden, als Goldstandard bei craniomandibulär chirurgischen Eingriffen, Miniplatten aus Titan zur Osteosynthese verwendet (102). Titan ist ein biokompatibles Material und wird charakterisiert als nicht karzinogenes, nicht toxisches und nicht allergenes Material, das ebenfalls korrosionsresistent ist (103). Trotz der hervorragenden Eigenschaften dieses Materials kann es postoperativ zu einer Ruptur der Wunde kommen und damit die Exposition der Platte hervorrufen. Eine Lockerung der Platte kann entstehen, wenn es zum Verlust der kortikalen Schrauben der Platten kommt oder ein Plattenbruch vorliegt, sodass dadurch auch eine Infektion entstehen kann (61). Da während des chirurgischen Eingriffes viele Osteotomien durchgeführt werden, ist die Anzahl der Platten und Schrauben die zur Osteosynthese verwendet werden höher. Damit resultiert auch eine mögliche Ursache für ein höheres Infektionsrisiko durch Plattenlockerung, wie in der Studie von Cheung et al. festgestellt wurde (62). Letztendlich kann das Komplikationsaufkommen in Verbindung mit Titanplatten und Schrauben in der Dysgnathiechirurgie dennoch als niedrig betrachtet werden (104). Aus der retrospektiven Studie von Friscia et al. war zu entnehmen, dass 30 aus 423 Patienten Komplikationen aufgrund der chirurgischen Fixation entwickelten, die durch gelockerte Schrauben entstanden und eine Häufigkeit von 7,1% aufzeigten (80).

Die Arbeit von Laine et al. mit 163 Patienten bestätigte ebenfalls ein 9,0%-iges Komplikationsaufkommen verursacht durch mangelhafte Fixation der Miniplatten. Dabei betonten die Autoren, dass die häufigsten Komplikationen mit der bimaxillären Osteotomie in Verbindung gebracht werden konnten (105), da ein höheres Risiko

derartige Komplikationen zu entwickeln auch durch die Dauer des operativen Eingriffes beeinflusst werden kann (61). Die Arbeit von Kuhlefeld et al. zeigte ein 2,6%-iges Aufkommen von Plattenlockerungen bei 153 Patienten auf und stellte einen Zusammenhang der Entstehung dieser Komplikation aus den Mikrobewegungen, die durch die Lockerungen der Kortikalisschrauben entstehen (61). Auch die Resultate von Panula et al. bestätigten ein geringes Aufkommen von Plattenlockerungen in ihrer retrospektiven Analyse, denn nur 2% (n=16) der Patienten mussten aufgrund einer gelockerten Platte einen zweiten chirurgischen Eingriff erhalten (75). Aus der aktuellen Studie konnte festgestellt werden, dass bei 4,2% (n=7) der Patienten eine Plattenlockerung vorlag, von denen 57,1% (n=4) aus einer bimaxillären Osteotomie und 42,9% (n=3) aus einer monomaxillären Osteotomie im Unterkiefer entstanden, was die Ergebnisse von Laine et al. (105) untermauern.

#### 5.3.8 Pseudarthrosen

Pseudoarthrosen bezeichnet man als nichtgeheilte Frakturen, die aus biologischen, mechanischen oder infektiösen Ursachen entstehen können. Findet eine Frakturheilung nicht innerhalb von vier bis sechs Monaten statt, spricht man von einer Pseudoarthrose (106, 107). Nach operativen Eingriffen kann es passieren, dass eine instabile Osteosynthese die Gefahr einer Pseudoarthrose verursachen kann. Kommt es zu einer Lockerung der Osteosyntheseplatte, die im Frakturbereich eine postoperative Entzündung verursacht, kann sich aus dieser wiederum eine Pseudoarthrose entwickeln (108). Meist kommt eine Pseudoarthrose in der Dysgnathiechirurgie in der Mandibula zustande, da diese überwiegend einer biomechanischen Belastung ausgesetzt wird. Wenn die Maxilla Anzeichen von Pseudarthrosen nach einer Dysgnathiebehandlung aufweist, findet man diese meist in Bereichen der Osteotomielinien der Le-Fort-1-Ebene. Durch den Einsatz von modernen Osteosynthesystemen kann das Komplikationsaufkommen einer Pseudoarthrose deutlich geringgehalten werden (107). Olate et al. und Chow et al., die retrospektiv ein großes Kollektiv von Patienten (n=4000) auf Komplikationsvorkommnisse nach dysgnathiechirurgischen Eingriffen untersuchten, konnten keinen Patienten vorweisen der eine Pseudoarthrose entwickelte (2, 70). Aus der vorliegenden Studie konnte ebenfalls postoperativ kein Patient festgestellt werden der eine Pseudoarthrose nach Dysgnathiechirurgie entwickelte.

#### 5.4 Kieferorthopädische Behandlungsabschnitte

Die moderne Kieferorthopädie, als Abschnitt des interdisziplinären Konzeptes der Dysgnathiebehandlung, sollte als Leitlinie in der präoperativen Phase einen individuellen auf den Patienten abgestimmten zeitlichen Rahmen umfassen, gefolgt von einer bedingt konstanten postoperativen Phase der Nachbehandlung, um die Einstellung der terminalen Okklusion einzustellen (33). Dabei ist das Ergebnis einer erfolgreichen Behandlung aufgebaut auf eine gute Kommunikation und Absprache zwischen Kieferorthopäden und Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgen (109). Die präoperative Vorbehandlung sollte primär die Okklusion sicher einstellen, denn durch die intraoperative Fixation kann eine Bewegung in den ersten 6 Wochen postoperativ nicht vorgenommen werden, da dieses Stadium der Heilungsphase dient. Somit sollte im Rahmen der kieferorthopädischen Vorbehandlung Bewegungen in der transversalen Ebene, Kreuzbisssituationen und das Torquen von Zähnen als wichtigste Korrekturen in diesen Zeitraum angesehen und ausgeführt werden (109). Die postoperative kieferorthopädische Nachbehandlung ist ein wichtiger Bestandteil der Dysgnathiebehandlung, die ein optimales Ergebnis für den Patienten abzielt (40). Dazu zählen Faktoren, wie die Ausrichtung beider Kiefer zueinander, eine parallele Einstellung der Wurzeln und eine Feineinstellung der Zahnposition (110).

Aus der Studie von Lee RT et al. geht hervor, dass die präoperative kieferorthopädische Phase so ausgeführt werden sollte, dass die anschließende postoperative kieferorthopädische Nachbehandlungsphase innerhalb von 9 Monaten nach chirurgischem Eingriff beendet werden kann. Sie stellten aus ihren eruierten Daten fest, dass die gesamten Dysgnathiebehandlungen zwischen 17 und 35 Monate andauerten (111). Wolford et al. erwähnten, dass sich Zähne während der postoperativen kieferorthopädischen Behandlung die ersten sechs Monate nach Dysgnathiechirurgie schneller bewegen als vorher, da der Knochenumbau nach chirurgischen Eingriffen angeregt wird, was zu einem schnelleren Knochenabbau führt wodurch schnellere Bewegungen ausgeübt werden können (40). Jeremiah et al. untersuchten 2008 118 Patienten, die sich einer Dysgnathiechirurgie unterzogen, auf die Dauer des kieferorthopädischen Vor- und Nachbehandlungszeitraumes. Sie stellten fest, dass im Schnitt 23 Monate benötigt wurden um die Vorbehandlung abzuschließen, während die Nachbehandlung durchschnittlich 7 Monate andauerte. Insgesamt ermittelten sie eine durchschnittliche Gesamtdauer der Dysgnathiebehandlung von 29 Monate (112).

Gleich zwei Studien veröffentlichten Luther et al., die sich einerseits mit der Dauer der kieferorthopädischen Vorbehandlung (113) befassten und andererseits, die Dauer der kieferorthopädischen Nachbehandlung analysierten (110). Dabei ging hervor, dass die Vorbehandlung im Schnitt 17 Monate andauerte, jedoch erwähnten sie auch in ihrer Zusammenfassung, dass Patienten aufgeklärt werden sollten mit einer Dauer von 12-24 Monaten zu rechnen (113). Aus ihrer Studie, zur kieferorthopädischen Nachbehandlung, ermittelte sich eine Durchschnittsdauer von 7,5 Monaten. Generell war fest zu halten, dass die Dauer einer postoperativen kieferorthopädischen Behandlung etwa 5 bis 11 Monate andauern kann (110). Die vorliegende Studie eruierte aus 90 Patienten eine durchschnittliche Vorbehandlungszeit von 26,9 Monaten, während die Nachbehandlungszeit eine durchschnittliche Dauer von 10,8 Monaten aufzeigte. Gesamtbetrachtet dauerte im Schnitt die Dysgnathiebehandlung an der Universitätsmedizin Mainz, im Zeitraum zwischen 2009-2014, 37,7 Monate an. Hier ist es wichtig nochmal zu verdeutlichen, dass die postoperative Phase eine ähnliche bzw. leicht verlängerte Dauer beschreibt, verglichen mit den Daten aus anderen bereits beschriebenen Studien. (Luther et al. 5-11 Monate (110), Jemeriah et al. 7 Monate (112), Häll et al. 9,2 Monate (114)), wohingegen die präoperative Behandlungsphase im Schnitt deutlich höher zu liegen scheint als bereits erwähnte Studien dies aufzeigten (Luther et al. 15 Monate (113), Jeremiah et al 23 Monate (112), Häll et al. 17,5 Monate (114)). Die Studie von Skidmore et al. könnte die vorliegenden Ergebnisse damit untermauern, dass die Dauer einer kieferorthopädischen Behandlung auch abhängig von patientencharakteristischen Faktoren, wie Kooperation, schlechte Mundhygiene, Bracketverlust und Wiederbefestigungen sein können (115). Jedoch gibt es keine eruierten Daten, die das bestätigen oder widerlegen können.

5.4.1 Komplikationen in der postoperativen kieferorthopädischen Phase  
Eine der gängigsten Komplikation in der Kieferorthopädie beschreibt die Entkalkung bzw. demineralisierte Stellen nach Entfernung festsitzender Apparaturen (116). Demineralisation auf der Zahnoberfläche können Vorstufen sein, die zur späteren Entwicklung von kariösen Läsionen beitragen (117). Gründe die dazu führen können diesen Prozess entstehen zu lassen sind mangelnde Mundhygieneausübung während

der kieferorthopädischen Behandlung, aber auch erhöhte Plaque-Akkumulation auf den Zahnoberflächen und speziell in den Nischenbereichen um die Brackets herum, die ein verlängertes Verbleiben der Plaque in diesen Regionen begünstigen können (118–123).

Aus der Studie von Lundstrom et al. fand man heraus, dass nach Eingliederung festsitzender Apparaturen die Plaque höhere säurebildende Bakterien enthielt, die vorwiegend aus *Streptococcus mutans* und *Lactobacilli* bestanden (124). Der pH-Wert steigt dadurch im Mundraum des Patienten mit kieferorthopädischen Apparaturen an, wodurch die Kariesentwicklung beschleunigt wird (66). Die Studie von Ogaard et al. stellte fest, dass innerhalb eines Monats Demineralisationen um ein Bracket herum entstehen können, während die Kariesbildung erst nach etwa sechs Monaten eintritt (125). Aus der Untersuchung von Tufekci et al., die das Demineralisationsaufkommen nach sechs und zwölf Monaten an 72 Patienten mit festsitzenden Apparaturen analysierten folgte, dass von den 37 Patienten, mit sechs monatiger Behandlung, 38% mindestens eine demineralisierte Stelle entwickelten und aus 35 Patienten mit zwölf monatiger Behandlungsdauer, etwa eine Prävalenz von 46% vorlag (126). Weitere Studien zeigten ein Demineralisationsaufkommen zwischen 2%-96% auf (Zachrisson et al. (127), Gorelick et al. (118), Artun et al. (119), Geiger et al. (121), Mitchell (128), Banks et al. (129), Øgaard et al. (130)). Diese starken Schwankungen in den Ergebnissen können anhand der unterschiedlichen Auswertungsmethodiken innerhalb der einzelnen Untersuchungen zurückzuführen sein. Ahmed et al. untersuchten wiederum dazu das Kariesaufkommen sechs und zwölf Monate nach kieferorthopädischer Behandlung und kamen zum Ergebnis, dass aus den neunzig untersuchten Patienten mit festsitzenden Apparaturen, nach sechs Monaten 33% kariöse Läsionen aufwiesen und nach zwölf Monaten sogar 64,4% diese aufzeigten (131). Die vorliegenden Ergebnisse zeigen ein Aufkommen von 2,2% (n=2) aus 90 behandelten Patienten auf, die während der postoperativen kieferorthopädischen Behandlung Entkalkungen vorwiesen. Wohingegen 16,6 % (n=15) kariöse Läsionen entwickelten. Da diese Studie aber die gesamte Dysgnathiebehandlung mit einbezieht und es bisher keine Publikationen gibt, die diesen Zusammenhang explizit untersucht haben, können die bereits erwähnten Studien nur bedingt als Referenzen hinzugezogen werden.

Die Arbeit von Jacobs unterstützt die Ergebnisse, indem er anführt, dass eine verlängerte Behandlungsdauer Entkalkungen, kariöse Läsionen, aber auch Wurzelresorptionen begünstigen kann (65). Anders dazu ist der Zahnverlust in der postoperativen Phase als Komplikation während der Dysgnathiebehandlung untersucht worden. Ho et al. eruierten aus 85 Patienten einen Patienten, bei dem es zum Zahnverlust während der postoperativen Phase gekommen war (1,1%). Gleichzeitig erwähnte man jedoch, dass dieser Patient bereits vor Behandlungsbeginn parodontale Problematiken aufzeigte. (85). Schultes et al. untersuchten 30 Patienten mit Klasse-II-Fehlbisslagen postoperativ auf die parodontalen Verhältnisse an osteotomierten Bereichen und stellten fest, dass ein hohes Risiko für parodontale aber auch dentale Traumata nach Dysgnathiebehandlung im Bereich von osteotomierten Bereichen angenommen werden kann. Der durchschnittliche kieferorthopädische postoperative Nachbehandlungszeitraum betrug ca. 7 Monaten. Es stellte sich heraus, dass an 75 Osteotomiestellen der 30 untersuchten Patienten, 16 Zähne (22%) fehlten. Allerdings ist hier zu erwähnen, dass die Ergebnisse 4-10 Jahre nach erfolgter Dysgnathiechirurgie eruiert wurden. Es ging weiterhin hervor, dass durch chirurgische Eingriffe das Parodontium an Bereichen mit durchgeführter Osteotomie so zu Schaden kommen kann, dass langfristig Wurzelresorptionen entstehen können (132). Hirschfelder et al. kamen in ihrer Studie zum Erkenntnis, dass es nach einer Behandlung mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen auch zu verstärkten parodontalen Problematiken kommen kann (133). Aus diesen Ergebnissen lässt sich annehmen, dass die Kombination aus chirurgischen Eingriffen und kieferorthopädischen Behandlungen das Risiko des Zahnverlustes in der Dysgnathiebehandlung erhöhen kann. In der vorliegenden Studie wird ersichtlich, dass während der kieferorthopädischen postoperativen Phase an einem Patienten der Verlust eines Zahnes festgestellt werden konnte (1,1%), welches gleichgestellt werden kann mit dem Ergebnis von Ho et al. (85). Aus den Patientendaten konnte man jedoch weder entnehmen, ob dieser im Bereich eines Osteotomiebereiches zu finden war, noch ob der Patient bereits vor Beginn der Behandlung parodontal vorbelastet war. Dennoch kann dieses Komplikationsaufkommen als gering betrachtet werden. Langzeitergebnisse liegen keine vor.

## 6 Zusammenfassung

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Dysgnathiechirurgie in den letzten Jahrzehnten stetig geringere Komplikationsvorkommnisse aufzeigt und sich zu einem sehr sicheren Verfahren entwickelt hat (80), nicht zuletzt seit der Verwendung der aktuellen standardisierten Verfahren aus der Le-Fort-I (5) und Obwegeser/DalPont Technik (7, 23). Ziel dieser Studie war es die Häufigkeit von Komplikationen zu erörtern, die in der Dysgnathiechirurgie intra- und/-oder postoperativ entstehen können. Zusätzlich sollten auch die kieferorthopädischen Komplikationen miterfasst werden. Aus der Studie geht hervor, dass die häufigste intraoperative Komplikation die sich im Zeitraum von 2009-2014 an der Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Universitätsmedizin Mainz im Rahmen eines dysgnathiechirurgischen Eingriffes entwickelte, die verstärkte Blutung mit 12% (n=20) darstellt. Zu den häufigsten postoperativen Komplikationen gehören die auftretenden Schwellungen mit 62,2% (n=104) und Parästhesien mit 55,7% (n=93). Da es sich bei Schwellungen und verstärkten Blutungen um Komplikationstypen handelt, die relativ häufig bei allgemein operativen Eingriffen zu beobachten sind, sollte ein besonderes Augenmerk auf die spezifischen Komplikationen gelegt werden. Darunter fallen z.B. der „*Bad Split*“ und die Nerv-, Zahn- oder Wurzelverletzungen, die eine geringe intraoperative Prävalenz widerspiegeln (0,6%-3,0%). Ähnliche Aussagen lassen sich über die postoperativen Ergebnisse (1,2%-10,8%) feststellen mit der Ausnahme der bereits erwähnten Parästhesien, die häufig im Zusammenhang nach dysgnathiechirurgischen Eingriffen zu beobachten sind.

Die größtenteils aus der Studie eruierten niedrigen Komplikationserscheinungen korrelieren mit dem jungen Durchschnittsalter der Patienten und der damit einhergehenden geringeren Multimorbidität, die zu einem kleineren Risiko für resultierende Komplikationen beitragen. Aber auch Parameter wie die adäquate Planung im präoperativen Therapiebereich und die richtige Wahl der Instrumentenverwendung bei der Ausführung der Osteotomie, sowie die abgestimmte postoperative Medikationstherapie, können die Entstehung einer Komplikation geringhalten.

Die häufigste kieferorthopädische Komplikation, die im Zusammenhang mit einer Dysgnathiebehandlung zu verzeichnen war, stellte die kariöse Läsion mit 16,7%



(n=15) dar. Diese liegt, wie auch bei den restlichen untersuchten kieferorthopädischen Komplikationen, begründet in der verlängerten Behandlungsdauer von durchschnittlich 37,7 Monaten und der erschwerten Mundhygiene aufgrund kieferorthopädischer Apparaturen. Die weiteren aus der Studie hervorgegangenen kieferorthopädischen Komplikationen zeigen jedoch im Vergleich zur kariösen Läsion ein geringeres Aufkommen (1,1%-4,4%).

## 7 Literatur

1. Pschyrembel W, Witzel S, Hrsg. Pschyrembel Klinisches Wörterbuch 2011: Inklusive online Zugang für 1 Jahr. 262., neu bearb. und erw. Aufl. Berlin: de Gruyter; 2010. Verfügbar unter: [http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?id=3490507&prov=M&dok\\_var=1&dok\\_ext=htm](http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?id=3490507&prov=M&dok_var=1&dok_ext=htm).
2. Chow LK, Singh B, Chiu WK, Samman N. Prevalence of postoperative complications after orthognathic surgery: a 15-year review. *J Oral Maxillofac Surg* 2007; 65(5):984–92. doi: 10.1016/j.joms.2006.07.006.
3. Moergel M, Wriedt S. Dysgnathiechirurgie kompakt. wissen kompakt 2017; 11(4):163–74. doi: 10.1007/s11838-017-0050-2.
4. Watted, Dr Nezar, et al. Harmonisation of the Dento-Facial Complex A Result Of Combination A Orthodontic and Orthognathic Surgical Therapy. *Journal of Dental and Medical Sciences* 2015; 14(2):128–39.
5. Bell WH. LeFort I osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 1989; 47(8):64–5. doi: 10.1016/0278-2391(89)90560-0.
6. Trauner R, Obwegeser H. Zur Operationstechnik bei der Progenie und anderen Unterkieferanomalien. *Dtsch Zahn Mund Kieferheilk* 1955; 23:1–26.
7. DAL PONT G. Retromolar osteotomy for the correction of prognathism. *J Oral Surg Anesth Hosp Dent Serv* 1961; 19:42–7.
8. Kim S-G, Park S-S. Incidence of complications and problems related to orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2007; 65(12):2438–44. doi: 10.1016/j.joms.2007.05.030.
9. Aziz SR, Simon P. Hullihen and the origin of orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2004; 62(10):1303–7. doi: 10.1016/j.joms.2003.08.044.
10. Hullihen SP. Case of Elongation of the under Jaw and Distortion of the Face and Neck, Caused by a Burn, Successfully Treated. *Am J Dent Sci* 1849; 9(2):157–65.

11. Steinhäuser EW. Rückblick auf die Entwicklung der Dysgnathiechirurgie und Ausblick. *Mund Kiefer Gesichtschir* 2003; 7(6):371–9. doi: 10.1007/s10006-003-0509-5.
12. Blair, Vilray Papin. "Report of a case of double resection for the correction of protrusion of the mandible" *Dent Cosmos* 48 (1906): 817.
13. Cohn-Stock G. "Die chirurgische Immediatregulierung der Kiefer, speziell die chirurgische Behandlung der Prognathie." *Vjschr Zahnheilk Berlin* 37 (1921): 320-354.
14. Reuther J. Orthognathe Chirurgie: skelettverlagernde Operationen. *Mund Kiefer Gesichtschir* 2000; 4 Suppl 1:S237-48. doi: 10.1007/PL00014545.
15. Langenbeck, B. V. "Beitrag zur Osteoplastik–Die osteoplastische Resektion des Oberkiefers.". *Deutsche Klinik*. Reimer Berlin 1859.
16. Wassmund, Martin. *Lehrbuch der praktischen Chirurgie des Mundes und der Kiefer*. Vol. 1. H. Meusser, 1935.
17. Axhausen, Georg. "Zur Behandlung veralteter disloziert geheilter Oberkieferbrüche" *Dtsch Zahn Mund Kieferheilk* 1 (1934): 334.
18. Axhausen G. Über die korrigierende Osteotomie am Oberkiefer. *Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie* 1937; 248(8-9):515–22. doi: 10.1007/BF02915238.
19. Obwegeser, H. L. "Zur Operationstechnik bei der Progenie und anderer Unterkieferanomalien" *Dtsch, Z. Mund. Kieferheilk*. 23 (1955): 1-26.
20. Hunsuck, E. H. "A modified intraoral sagittal splitting technic for correction of mandibular prognathism" *J Oral Surg* 26 (1968): 249-252.
21. Epker, B. N. "Modifications in the sagittal osteotomy of the mandible". *J Oral Surg* 1977; 35(2):157–9.
22. Obwegeser HL. Surgical correction of small or retrodisplaced maxillae. The "dish-face" deformity. *Plast Reconstr Surg* 1969; 43(4):351–65. doi: 10.1097/00006534-196904000-00003.

23. Obwegeser H. Die einzeitige Vorbewegung des Oberkiefers und Rückbewegung des Unterkiefers zur Korrektur der extremen "Progenie". SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd 1970; 80(5):547–56.
24. Bell, W. H. Le Forte I osteotomy for correction of maxillary deformities. J Oral Surg 1975; 33(6):412–26.
25. Epker BN, Wolford LM. Middle-third facial osteotomies: their use in the correction of acquired and developmental dentofacial and craniofacial deformities. J Oral Surg 1975; 33(7):491–514.
26. Kahl-Nieke B. Einführung in die Kieferorthopädie. 2., neu bearb. Aufl. München: Urban & Fischer; 2001.
27. Schwenger N, Austermann KH, Hrsg. Spezielle Chirurgie: 41 Tabellen. 3., aktualisierte und erw. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2002. (Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde Lehrbuch zur Aus- und Weiterbildung / hrsg. von Norbert Schwenger ... ; Bd. 2).
28. Schamsawary S, Esser E. Dysgnathien: Interdisziplinäre Therapiekonzepte von der Planung bis zur Operation ; [mit DVD. 1. Aufl. München: Elsevier Urban & Fischer; 2007.
29. Massiac G de, Gueguen P, Blanc JL, Mercier J. Préparation orthodontique à la chirurgie orthognathique. Quelques points particuliers. Rev Stomatol Chir Maxillofac 1998; 99(1):11–9.
30. Angle, E. H. "Classification of Malocclusion.". Dental Cosmos, 41, (1899):350-375.
31. Fuessinger MA, Semper-Hogg W, Bittermann G, Schmelzeisen R, Metzger MC. Innovationen in der Dysgnathiechirurgie. MKG-Chirurg 2017; 10(4):263–71. doi: 10.1007/s12285-017-0118-1.
32. Hasegawa T, Tateishi C, Asai M, Imai Y, Okamoto N, Shioyasono A et al. Retrospective study of changes in the sensitivity of the oral mucosa: sagittal split ramus osteotomy (SSRO) versus intraoral vertical ramus osteotomy (IVRO). Int J Oral Maxillofac Surg 2015; 44(3):349–55. doi: 10.1016/j.ijom.2014.10.016.

33. Proffit WR, White RP, Sarver DM. Contemporary treatment of dentofacial deformity. Vol.283. St. Louis: Mosby; 2003.
34. Larson BE. Orthodontic preparation for orthognathic surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2014; 26(4):441–58. doi: 10.1016/j.coms.2014.08.002.
35. Naran S, Steinbacher DM, Taylor JA. Current Concepts in Orthognathic Surgery. *Plast Reconstr Surg* 2018; 141(6):925e-936e. doi: 10.1097/PRS.0000000000004438.
36. Bacher M. Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie: 48 Tab. 4., vollst. überarb. und erw. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2011. (Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde). Verfügbar unter: <http://ebooks.thieme.de/9783135935041/1>.
37. McLeod NMH, Bowe DC. Nerve injury associated with orthognathic surgery. Part 2: inferior alveolar nerve. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2016; 54(4):366–71. doi: 10.1016/j.bjoms.2016.01.027.
38. Panula K, Finne K, Oikarinen K. Neurosensory deficits after bilateral sagittal split ramus osteotomy of the mandible--influence of soft tissue handling medial to the ascending ramus. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2004; 33(6):543–8. doi: 10.1016/j.ijom.2003.11.005.
39. Horch H-H, Bier J, Haunfelder D, Diedrich P, Hrsg. Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie. 4., vollst. überarb. Aufl. München: Elsevier Urban & Fischer; 2007. (Praxis der Zahnheilkunde/ begr. von D. Haunfelder ... Hrsg. von P. Diedrich ... ; Bd. 10). Verfügbar unter: [http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?id=2834268&prov=M&dok\\_var=1&dok\\_ext=htm](http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?id=2834268&prov=M&dok_var=1&dok_ext=htm).
40. Wolford LM. Comprehensive Post Orthognathic Surgery Orthodontics: Complications, Misconceptions, and Management. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2020; 32(1):135–51. doi: 10.1016/j.coms.2019.09.003.
41. Patel PK, Morris DE, Gassman A. Complications of orthognathic surgery. *J Craniofac Surg* 2007; 18(4):975-85; Quiz 986-8. doi: 10.1097/scs.0b013e318068442c.

42. Kim Y-K. Complications associated with orthognathic surgery. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 2017; 43(1):3–15. doi: 10.5125/jkaoms.2017.43.1.3.
43. Lin S, Chen C, Yao C-F, Chen Y-A, Chen Y-R. Comparison of different hypotensive anaesthesia techniques in orthognathic surgery with regard to intraoperative blood loss, quality of the surgical field, and postoperative nausea and vomiting. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2016; 45(12):1526–30. doi: 10.1016/j.ijom.2016.09.005.
44. Thastum M, Andersen K, Rude K, Nørholt SE, Blomlöf J. Factors influencing intraoperative blood loss in orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2016; 45(9):1070–3. doi: 10.1016/j.ijom.2016.02.006.
45. Kriwalsky MS, Maurer P, Veras RB, Eckert AW, Schubert J. Risk factors for a bad split during sagittal split osteotomy. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2008; 46(3):177–9. doi: 10.1016/j.bjoms.2007.09.011.
46. Steenen SA, Becking AG. Bad splits in bilateral sagittal split osteotomy: systematic review of fracture patterns. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2016; 45(7):887–97. doi: 10.1016/j.ijom.2016.02.001.
47. Posnick JC, Choi E, Liu S. Occurrence of a 'bad' split and success of initial mandibular healing: a review of 524 sagittal ramus osteotomies in 262 patients. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2016; 45(10):1187–94. doi: 10.1016/j.ijom.2016.05.003.
48. Bays RA, Bouloux GF. Complications of orthognathic surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2003; 15(2):229–42. doi: 10.1016/S1042-3699(02)00098-5.
49. Martis CS. Complications after mandibular sagittal split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 1984; 42(2):101–7. doi: 10.1016/0278-2391(84)90320-3.
50. Agbaje JO, Salem AS, Lambrichts I, Jacobs R, Politis C. Systematic review of the incidence of inferior alveolar nerve injury in bilateral

- sagittal split osteotomy and the assessment of neurosensory disturbances. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2015; 44(4):447–51. doi: 10.1016/j.ijom.2014.11.010.
51. Verweij JP, Mensink G, Fiocco M, van Merkesteyn JPR. Incidence and recovery of neurosensory disturbances after bilateral sagittal split osteotomy in different age groups: a retrospective study of 263 patients. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2016; 45(7):898–903. doi: 10.1016/j.ijom.2016.01.011.
52. Yaedú RYF, Mello MdAB, Tucunduva RA, da Silveira JSZ, Takahashi MPMS, Valente ACB. Postoperative Orthognathic Surgery Edema Assessment With and Without Manual Lymphatic Drainage. *J Craniofac Surg* 2017; 28(7):1816–20. doi: 10.1097/SCS.0000000000003850.
53. Messer EJ, Keller JJ. The use of intraoral dexamethasone after extraction of mandibular third molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1975; 40(5):594–8. doi: 10.1016/0030-4220(75)90369-2.
54. Guyton AC, Hall JE. *Textbook of medical physiology: Online access + interactive extras: studentconsult.com*. 11. ed. Philadelphia, Pa.: Elsevier Saunders; 2006.
55. Ebert JR, Joss B, Jardine B, Wood DJ. Randomized trial investigating the efficacy of manual lymphatic drainage to improve early outcome after total knee arthroplasty. *Arch Phys Med Rehabil* 2013; 94(11):2103–11. doi: 10.1016/j.apmr.2013.06.009.
56. Korpan MI, Crevenna R, Fialka-Moser V. Lymphedema: a therapeutic approach in the treatment and rehabilitation of cancer patients. *Am J Phys Med Rehabil* 2011; 90(5 Suppl 1):S69-75. doi: 10.1097/PHM.0b013e31820be160.
57. Lietz-Kijak D, Kijak E, Krajczyk M, Bogacz K, Łuniewski J, Szczegielniak J. The Impact of the Use of Kinesio Taping Method on the Reduction of Swelling in Patients After Orthognathic Surgery: A Pilot Study. *Med Sci Monit* 2018; 24:3736–43. doi: 10.12659/MSM.909915.

58. Posnick JC, Choi E, Chavda A. Surgical Site Infections Following Bimaxillary Orthognathic, Osseous Genioplasty, and Intranasal Surgery: A Retrospective Cohort Study. *J Oral Maxillofac Surg* 2017; 75(3):584–95. doi: 10.1016/j.joms.2016.09.018.
59. Whiteford L. Nicotine, CO and HCN: the detrimental effects of smoking on wound healing. *Br J Community Nurs* 2003; 8(12):S22-6. doi: 10.12968/bjcn.2003.8.Sup6.12554.
60. Sousa CS, Turrini RNT. Creating and validating educational material for patients undergoing orthognathic surgery. *Asian Nurs Res (Korean Soc Nurs Sci)* 2012; 6(4):166–72. doi: 10.1016/j.anr.2012.10.006.
61. Kuhlefeldt M, Laine P, Suominen-Taipale L, Ingman T, Lindqvist C, Thorén H. Risk factors contributing to symptomatic miniplate removal: a retrospective study of 153 bilateral sagittal split osteotomy patients. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2010; 39(5):430–5. doi: 10.1016/j.ijom.2010.01.016.
62. Cheung LK, Chow LK, Chiu WK. A randomized controlled trial of resorbable versus titanium fixation for orthognathic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004; 98(4):386–97. doi: 10.1016/j.tripleo.2004.02.069.
63. Ferri J, Druelle C, Schlund M, Bricout N, Nicot R. Complications in orthognathic surgery: A retrospective study of 5025 cases. *Int Orthod* 2019; 17(4):789–98. doi: 10.1016/j.ortho.2019.08.016.
64. Al-Nawas B, Kämmerer PW, Hoffmann C, Moergel M, Koch FP, Wriedt S et al. Influence of osteotomy procedure and surgical experience on early complications after orthognathic surgery in the mandible. *J Craniomaxillofac Surg* 2014; 42(5):e284-8. doi: 10.1016/j.jcms.2013.10.007.
65. Jacobs C. Chirurgische Maßnahmen im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlung. *wissen kompakt* 2017; 11(4):141–2. doi: 10.1007/s11838-017-0052-0.



66. Chatterjee R, Kleinberg I. Effect of orthodontic band placement on the chemical composition of human incisor tooth plaque. *Archives of Oral Biology* 1979; 24(2):97–100. doi: 10.1016/0003-9969(79)90056-6.
67. Moroi A, Yoshizawa K, Iguchi R, Kosaka A, Ikawa H, Saida Y et al. Comparison of the computed tomography values of the bone fragment gap after sagittal split ramus osteotomy in mandibular prognathism with and without asymmetry. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2016; 45(12):1520–5. doi: 10.1016/j.ijom.2016.08.015.
68. Naini FB, Gill DS. Principles of Orthognathic Treatment Planning. In: Naini FB, Gill DS, Hrsg. *Orthognathic Surgery*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2016. S. 170–213.
69. Zaroni FM, Cavalcante RC, João da Costa D, Kluppel LE, Scariot R, Rebellato NLB. Complications associated with orthognathic surgery: A retrospective study of 485 cases. *J Craniomaxillofac Surg* 2019; 47(12):1855–60. doi: 10.1016/j.jcms.2019.11.012.
70. Olate S, Sigua E, Asprino L, Moraes M de. Complications in Orthognathic Surgery. *J Craniofac Surg* 2018; 29(2):e158-e161. doi: 10.1097/SCS.00000000000004238.
71. Maurer P, Otto C, Eckert AW, Schubert J. Komplikationen bei der chirurgischen Behandlung von Dysgnathien. 50-jähriger Erfahrungsbericht. *Mund Kiefer Gesichtschir* 2001; 5(6):357–61. doi: 10.1007/s10006-001-0342-7.
72. Kramer F-J, Baethge C, Swennen G, Teltzrow T, Schulze A, Berten J et al. Intra- and perioperative complications of the LeFort I osteotomy: a prospective evaluation of 1000 patients. *J Craniofac Surg* 2004; 15(6):971-7; discussion 978-9. doi: 10.1097/00001665-200411000-00016.
73. van Mol Otterloo JJ de, Tuinzing DB, Greebe RB, van der Kwast WA. Intra- and early postoperative complications of the Le Fort I osteotomy. A retrospective study on 410 cases. *J Craniomaxillofac Surg* 1991; 19(5):217–22. doi: 10.1016/s1010-5182(05)80551-7.

74. Nkenke E, Kessler P, Wiltfang J, Neukam FW, Weisbach V. Hemoglobin value reduction and necessity of transfusion in bimaxillary orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2005; 63(5):623–8. doi: 10.1016/j.joms.2005.01.005.
75. 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(10):1128-36; discussion 1137. doi: 10.1053/joms.2001.26704.
76. Steel BJ, Cope MR. Unusual and rare complications of orthognathic surgery: a literature review. *J Oral Maxillofac Surg* 2012; 70(7):1678–91. doi: 10.1016/j.joms.2011.05.010.
77. Piñeiro-Aguilar A, Somoza-Martín M, Gandara-Rey JM, García-García A. Blood loss in orthognathic surgery: a systematic review. *J Oral Maxillofac Surg* 2011; 69(3):885–92. doi: 10.1016/j.joms.2010.07.019.
78. Robl MT, Farrell BB, Tucker MR. Complications in orthognathic surgery: a report of 1,000 cases. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2014; 26(4):599–609. doi: 10.1016/j.coms.2014.08.008.
79. Nelson RL, Path MG, Ogle RG, Waite DE, Meyer MW. Quantitation of blood flow after Le Fort I osteotomy. *J Oral Surg* 1977; 35(1):10–6.
80. Friscia M, Sbordone C, Petrocelli M, Vaira LA, Attanasi F, Cassandro FM et al. Complications after orthognathic surgery: our experience on 423 cases. *Oral Maxillofac Surg* 2017; 21(2):171–7. doi: 10.1007/s10006-017-0614-5.
81. Acebal-Bianco F, Vuylsteke PL, Mommaerts MY, Clercq CA de. Perioperative complications in corrective facial orthopedic surgery: a 5-year retrospective study. *J Oral Maxillofac Surg* 2000; 58(7):754–60. doi: 10.1053/joms.2000.7874.
82. Teltzrow T, Kramer F-J, Schulze A, Baethge C, Brachvogel P. Perioperative complications following sagittal split osteotomy of the

- mandible. *J Craniomaxillofac Surg* 2005; 33(5):307–13. doi: 10.1016/j.jcms.2005.04.005.
83. Morris DE, Lo L-J, Margulis A. Pitfalls in orthognathic surgery: avoidance and management of complications. *Clin Plast Surg* 2007; 34(3):e17-29. doi: 10.1016/j.cps.2007.05.011.
84. Spinelli G, Lazzeri D, Conti M, Agostini T, Mannelli G. Comparison of piezosurgery and traditional saw in bimaxillary orthognathic surgery. *J Craniomaxillofac Surg* 2014; 42(7):1211–20. doi: 10.1016/j.jcms.2014.02.011.
85. Ho MW, Boyle MA, Cooper JC, Dodd MD, Richardson D. Surgical complications of segmental Le Fort I osteotomy. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2011; 49(7):562–6. doi: 10.1016/j.bjoms.2010.09.018.
86. Posnick JC, Adachie A, Choi E. Segmental Maxillary Osteotomies in Conjunction With Bimaxillary Orthognathic Surgery: Indications - Safety - Outcome. *J Oral Maxillofac Surg* 2016; 74(7):1422–40. doi: 10.1016/j.joms.2016.01.051.
87. Sousa CS, Turrini RNT. Complications in orthognathic surgery: A comprehensive review. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Medicine, and Pathology* 2012; 24(2):67–74. doi: 10.1016/j.ajoms.2012.01.014.
88. Shevel E, Koepp WG, Bütow KW. A subjective assessment of pain and swelling following the surgical removal of impacted third molar teeth using different surgical techniques. *SADJ* 2001; 56(5):238–41.
89. Kau CH, Cronin AJ, Richmond S. A three-dimensional evaluation of postoperative swelling following orthognathic surgery at 6 months. *Plast Reconstr Surg* 2007; 119(7):2192–9. doi: 10.1097/01.prs.0000260707.99001.79.
90. Jędrzejewski M, Smektała T, Sporniak-Tutak K, Olszewski R. Preoperative, intraoperative, and postoperative complications in orthognathic surgery: a systematic review. *Clin Oral Investig* 2015; 19(5):969–77. doi: 10.1007/s00784-015-1452-1.

91. Chen C-M, Lai SS-T, Chen H-S, Hsu K-R, Lai Y-H. Effects of patient- and operation-related factors on postoperative pain after orthognathic surgery. *J Craniofac Surg* 2012; 23(3):724–7. doi: 10.1097/SCS.0b013e31824dbb7c.
92. Ip HYV, Abrishami A, Peng PWH, Wong J, Chung F. Predictors of postoperative pain and analgesic consumption: a qualitative systematic review. *Anesthesiology* 2009; 111(3):657–77. doi: 10.1097/ALN.0b013e3181aae87a.
93. Pagotto LEC, Santana Santos T de, Vasconcellos SJA de, Santos JS, Martins-Filho PRS. Piezoelectric versus conventional techniques for orthognathic surgery: Systematic review and meta-analysis. *J Craniomaxillofac Surg* 2017; 45(10):1607–13. doi: 10.1016/j.jcms.2017.06.011.
94. Bauer U, Hemprich A. Die sagittale Unterkieferspaltung des Unterkiefers – ein Routineeingriff mit Komplikationen. *Dtsch Zahnärztl Z Suppl S2* (2000).
95. Spaey YJE, Bettens RMA, Mommaerts MY, Adriaens J, van Landuyt HW, Abeloos JVS et al. A prospective study on infectious complications in orthognathic surgery. *J Craniomaxillofac Surg* 2005; 33(1):24–9. doi: 10.1016/j.jcms.2004.06.008.
96. Fagnan LJ. Acute sinusitis: a cost-effective approach to diagnosis and treatment. *Am Fam Physician* 1998; 58(8):1795-802, 805-6.
97. Jones NS. The place of surgery in the management of rhinosinusitis. *Clin Exp Allergy* 1994; 24(9):888–92. doi: 10.1111/j.1365-2222.1994.tb01812.x.
98. Julian, R. S. "Maxillary sinusitis: Medical and surgical treatment rationale". *Oral and maxillofacial surgery clinics of North America* 11 (1999):69–82.
99. Pereira-Filho VA, Gabrielli MFR, Gabrielli MAC, Pinto FA, Rodrigues-Junior AL, Klüppel LE et al. Incidence of maxillary sinusitis following Le Fort I osteotomy: clinical, radiographic, and

- endoscopic study. *J Oral Maxillofac Surg* 2011; 69(2):346–51. doi: 10.1016/j.joms.2010.07.038.
100. Martis C, Karabouta I. Infection after orthognathic surgery, with and without preventive antibiotics. *Int J Oral Surg* 1984; 13(6):490–4. doi: 10.1016/s0300-9785(84)80019-8.
101. Schubert J, Maurer P, Wilhelms D, Socolowsky S, Hrsg. (1995) Erfahrungen mit Cefotiam als perioperative Antibiotikaprophylaxe in der MKG-Chirurgie.: *Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir* 19: 19–21.
102. Sauerbier S, Schön R, Otten J-E, Schmelzeisen R, Gutwald R. The development of plate osteosynthesis for the treatment of fractures of the mandibular body - a literature review. *J Craniomaxillofac Surg* 2008; 36(5):251–9. doi: 10.1016/j.jcms.2007.08.011.
103. Haug RH. Retention of asymptomatic bone plates used for orthognathic surgery and facial fractures. *J Oral Maxillofac Surg* 1996; 54(5):611–7. doi: 10.1016/s0278-2391(96)90644-8.
104. Paeng J-Y, Hong J, Kim C-S, Kim M-J. Comparative study of skeletal stability between bicortical resorbable and titanium screw fixation after sagittal split ramus osteotomy for mandibular prognathism. *J Craniomaxillofac Surg* 2012; 40(8):660–4. doi: 10.1016/j.jcms.2011.11.001.
105. Laine P, Kontio R, Lindqvist C, Suuronen R. Are there any complications with bioabsorbable fixation devices? A 10 year review in orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2004; 33(3):240–4. doi: 10.1006/ijom.2003.0510.
106. Runkel M, Rommens PM. Pseudarthrosen. *Unfallchirurg* 2000; 103(1):51-63; quiz 63. doi: 10.1007/s001130050008.
107. Neff A, Jung J. Pseudarthrosen im Mund-Kiefer-Gesichts-Bereich. *OP-JOURNAL* 2019; 35(03):262–73. doi: 10.1055/a-0898-4690.
108. Gutwald R, Schmelzeisen R. Osteotomien nach in Achsenabweichung verheilten Frakturen im maxillofazialen Bereich. *OP-JOURNAL* 2000; 16(1):84–91. doi: 10.1055/s-2007-971860.

109. Ackerman JL, Proffit WR. Communication in orthodontic treatment planning: bioethical and informed consent issues. *Angle Orthod* 1995; 65(4):253–61. doi: 10.1043/0003-3219(1995)065<0253:CIOTPB>2.0.CO;2.
110. Luther F, Morris DO, Karnezi K. Orthodontic treatment following orthognathic surgery: how long does it take and why? A retrospective study. *J Oral Maxillofac Surg* 2007; 65(10):1969–76. doi: 10.1016/j.joms.2007.05.026.
111. Lee RT. The benefits of post-surgical orthodontic treatment. *Br J Orthod* 1994; 21(3):265–74. doi: 10.1179/bjo.21.3.265.
112. Jeremiah HG, Cousley RR, Newton T, Abela S. Treatment time and occlusal outcome of orthognathic therapy in the East of England region. *J Orthod* 2012; 39(3):206–11. doi: 10.1179/1465312512Z.00000000027.
113. Luther F, Morris DO, Hart C. Orthodontic preparation for orthognathic surgery: how long does it take and why? A retrospective study. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2003; 41(6):401–6. doi: 10.1016/s0266-4356(03)00163-3.
114. Häll B, Jämsä T, Soukka T, Peltomäki T. Duration of surgical-orthodontic treatment. *Acta Odontol Scand* 2008; 66(5):274–7. doi: 10.1080/00016350802290297.
115. Skidmore KJ, Brook KJ, Thomson WM, Harding WJ. Factors influencing treatment time in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129(2):230–8. doi: 10.1016/j.ajodo.2005.10.003.
116. Angle, E. H. Treatment of malocclusion of the teeth-angle's system, ed. 7, Philadelphia, 1907, S. S. White Dental Mfg. Co.
117. Darling, A. I. :Studies of the early lesion of enamel caries with transmitted light, polarised light and radiography. Parts I and 11, *Br. Dent. J.* 101: 289-297, 329-341, 1956.

118. Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ. Incidence of white spot formation after bonding and banding. *American Journal of Orthodontics* 1982; 81(2):93–8. doi: 10.1016/0002-9416(82)90032-X.
119. Artun J, Brobakken BO. Prevalence of carious white spots after orthodontic treatment with multibonded appliances. *Eur J Orthod* 1986; 8(4):229–34. doi: 10.1093/ejo/8.4.229.
120. O'Reilly MM, Featherstone JDB. Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: An in vivo study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1987; 92(1):33–40. doi: 10.1016/0889-5406(87)90293-9.
121. Geiger AM, Gorelick L, Gwinnett AJ, Griswold PG. The effect of a fluoride program on white spot formation during orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1988; 93(1):29–37. doi: 10.1016/0889-5406(88)90190-4.
122. Øgaard B. Prevalence of white spot lesions in 19-year-olds: A study on untreated and orthodontically treated persons 5 years after treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1989; 96(5):423–7. doi: 10.1016/0889-5406(89)90327-2.
123. Øgaard B. White Spot Lesions During Orthodontic Treatment: Mechanisms and Fluoride Preventive Aspects. *Seminars in Orthodontics* 2008; 14(3):183–93. doi: 10.1053/j.sodo.2008.03.003.
124. Lundström F, Krasse B. Streptococcus mutans and lactobacilli frequency in orthodontic patients; the effect of chlorhexidine treatments. *Eur J Orthod* 1987; 9(1):109–16. doi: 10.1093/ejo/9.1.109.
125. Øgaard B, Rølla G, Arends J. Orthodontic appliances and enamel demineralization. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1988; 94(1):68–73. doi: 10.1016/0889-5406(88)90453-2.
126. Tufekci E, Dixon JS, Gunsolley JC, Lindauer SJ. Prevalence of white spot lesions during orthodontic treatment with fixed appliances. *Angle Orthod* 2011; 81(2):206–10. doi: 10.2319/051710-262.1.

127. Zachrisson BU, Zachrisson S. Caries incidence and oral hygiene during orthodontic treatment. *Scand J Dent Res* 1971; 79(6):394–401. doi: 10.1111/j.1600-0722.1971.tb02028.x.
128. Mitchell L. Decalcification during orthodontic treatment with fixed appliances--an overview. *Br J Orthod* 1992; 19(3):199–205. doi: 10.1179/bjo.19.3.199.
129. Banks PA, Chadwick SM, Asher-McDade C, Wright JL. Fluoride-releasing elastomerics--a prospective controlled clinical trial. *Eur J Orthod* 2000; 22(4):401–7. doi: 10.1093/ejo/22.4.401.
130. Øgaard B, Larsson E, Henriksson T, Birkhed D, Bishara SE. Effects of combined application of antimicrobial and fluoride varnishes in orthodontic patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2001; 120(1):28–35. doi: 10.1067/mod.2001.114644.
131. Ahmed I, Saif-ul-Haque, Nazir R. Carious lesions in patients undergoing orthodontic treatment. *J Pak Med Assoc* 2011; 61(12):1176–9.
132. Schultes G, Gaggl A, Kärcher H. Periodontal disease associated with interdental osteotomies after orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 1998; 56(4):414-7; discussion 417-9. doi: 10.1016/s0278-2391(98)90703-0.
133. Hirschfelder U. Nachuntersuchung zur Reaktion des marginalen und apikalen Parodontiums unter kontinuierlicher Kraftapplikation. *Fortschr Kieferorthop* 1990; 51(2):82–9. doi: 10.1007/BF02164845.



## **8 Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denen bedanken, die mich bei dieser Arbeit unterstützt haben:

Ein großer Dank gilt meinem Doktorvater für die freundliche Überlassung des Promotionsthemas, die fachliche Unterstützung und Beratung, die vielen hilfreichen Anregungen und nicht zuletzt für die unermüdliche Geduld bei der Erstellung dieser Arbeit.

Besonders möchte ich mich auch bei meinen Eltern und meinem Bruder bedanken für die unermüdliche Unterstützung. Weiterhin möchte ich mich von Herzen bei meinem Mann bedanken, dafür dass er immer an meiner Seite war und mich unaufhörlich motiviert hat.