

# **Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf**

Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie

Prof. Dr. Dr. Martin Gosau

## **Deskriptive und statistische Analyse der Versorgung von beidseitigen Kollum- und/oder Kapitulumfrakturen. Eine monozentrische, retrospektive Analyse.**

### **Dissertation**

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin  
an der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

vorgelegt von

Anita Mareike Mou  
aus Hamburg

Hamburg, 2020

**Angenommen von der  
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am: 08.09.2020**

**Veröffentlicht mit Genehmigung der  
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.**

**Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende: PD Dr. Dr. Henning Hanken**

**Prüfungsausschuss, zweite/r Gutachter/in: PD Dr. Arne Böttcher**

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungen .....</b>	<b>I</b>
<b>Tabellen.....</b>	<b>III</b>
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Anatomische Grundlagen .....	1
1.1.1 Anatomie des Unterkiefers.....	1
1.1.2 Anatomie des Kiefergelenks .....	3
1.2 Geschichte der Gelenkfortsatzfrakturen .....	4
1.3 Einteilung der Gelenkfortsatzfrakturen .....	5
1.4 Epidemiologie der Gelenkfortsatzfrakturen.....	10
1.5 Biomechanik der Gelenkfortsatzfrakturen.....	13
1.6 Diagnostik der Gelenkfortsatzfrakturen .....	15
1.6.1 Anamnese und klinische Diagnostik.....	15
1.6.2 Radiologische Diagnostik.....	17
1.7 Therapeutisches Behandlungsspektrum .....	19
1.7.1 Konservative Therapie von Gelenkfortsatzfrakturen des Unterkiefers .....	20
1.7.2 Operative Therapie von Gelenkfortsatzfrakturen des Unterkiefers .....	23
1.7.3 Zugangswege zur Fraktur .....	26
<b>2. Problemstellung und Ziele .....</b>	<b>29</b>
2.1 Problemstellung .....	29
2.2 Ziele.....	30
<b>3. Material und Methode .....</b>	<b>31</b>
3.1 Einschlusskriterien .....	31
3.2 Patientenkollektiv .....	31
3.3 Datenerfassung.....	31
3.4 Untersuchungen.....	32
<b>4. Befunde und Ergebnisse.....</b>	<b>34</b>
4.1 Statistische Auswertung des Patientenkollektivs .....	34
4.2 Deskriptive Statistik der konservativ versorgten Patienten .....	37
4.3 Deskriptive Statistik der operativ versorgten Patienten.....	38
4.4 Statistische Evaluation des Gesamtbehandlungsergebnisses.....	40
<b>5. Diskussion.....</b>	<b>43</b>
5.1 Hintergrund der Untersuchungen .....	43
5.2 Epidemiologische Daten .....	44
5.3 Befunde und Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung vor dem Hintergrund der einschlägigen Literatur.....	45

5.4 Klinische Schlussfolgerungen .....	48
5.5 Präsentation eines Behandlungsalgorithmus .....	50
<b>6. Zusammenfassung .....</b>	<b>52</b>
6.1 Abstract .....	53
<b>7. Symbole und Abkürzungen.....</b>	<b>54</b>
<b>8. Literaturverzeichnis.....</b>	<b>55</b>
<b>9. Danksagung .....</b>	<b>65</b>
<b>10. Lebenslauf .....</b>	<b>66</b>
<b>11. Eidesstattliche Erklärung .....</b>	<b>67</b>

## Abbildungen

<b>Abb. 1:</b> Unterkiefer (Mandibula). Ansicht von frontal (Schünke et al. 2018).....	2
<b>Abb. 2:</b> Unterkiefer (Mandibula). Ansicht von schräg-links (Schünke et al. 2018).....	2
<b>Abb. 3:</b> Gelenkkopf (Caput mandibulae) des rechten Kiefergelenks (Schünke et al. 2018). ....	3
<b>Abb. 4:</b> Eröffnetes, linkes Kiefergelenk (Schünke et al. 2018).....	4
<b>Abb. 5:</b> Verschiedene Formen von Kollumbrüchen (modifiziert nach: Wassmund 1927).....	6
<b>Abb. 6:</b> Subklassifikation der Gelenkwalzenfrakturen (modifiziert nach: Neff et al. 2004).....	8
<b>Abb. 7:</b> AO-CMF-Traumaklassifikation der Gelenkfortsatzfrakturen des Unterkiefers (modifiziert nach: Cornelius et al. 2014). ....	9
<b>Abb. 8:</b> Frakturhäufigkeiten in verschiedenen anatomischen Regionen der Mandibula (Dingman und Natvig 1964).....	11
<b>Abb. 9:</b> Häufigste Unterkieferfrakturlinien der Patienten am Hamburger Universitätsklinikum (Schmelzle 1995). ....	12
<b>Abb. 10:</b> Ursachen von Unterkieferfortsatzfrakturen (modifiziert nach: Neff et al. 2007).....	13
<b>Abb. 11:</b> Trajektoriensystem des Unterkiefers (modifiziert nach: Spiessl 1988). ....	14
<b>Abb. 12:</b> Ipsilateraler Frühkontakt und Seitverschiebung bei unilateraler Unterkieferfortsatzfraktur (Neff et al. 2007).....	16
<b>Abb. 13:</b> Mittellinienabweichung zur erkrankten Seite in Bonnet-Schonstellung bei unilateraler Unterkieferfortsatzfraktur (Neff et al. 2007). ....	16
<b>Abb. 14:</b> Offener Biss bei bilateraler Unterkieferfortsatzfraktur (Neff et al. 2007). ....	16
<b>Abb. 15:</b> Offener Biss. Zahnkontakt nur im Molarenbereich (Neff et al. 2007).....	17
<b>Abb. 16:</b> Doppelseitige Kollumfraktur mit assoziierter Unterkieferquerfraktur, Wurzelquerfraktur an 35 und Totalluxation von 34 (Pasler und Visser 2000).....	17
<b>Abb. 17:</b> Doppelseitige Kollumfraktur desselben Falles wie in Abb. 16. Die Pfeile weisen auf die nach medial dislozierten Kondylen (Pasler und Visser 2000).....	18
<b>Abb. 18:</b> Intrakapsuläre Frakturen in der koronalen CT-Ansicht (Lee et al. 2014). ....	19
<b>Abb. 19:</b> DBKS mit IMF in situ (Neff et al. 2007). ....	21
<b>Abb. 20:</b> Empfohlene Position der IMF-Schrauben mit entsprechendem Verlauf der Draht-Ligaturen (Hoffmann et al. 2003).....	21
<b>Abb. 21:</b> Hypomochlion im Molarenbereich nach Anlegen einer DBKS mit IMF in regelrechter Okklusion (Rasse 2011). ....	22
<b>Abb. 22:</b> Aktivator in situ nach beidseitiger Gelenkfortsatzfraktur (Neff et al. 2007).....	23
<b>Abb. 23:</b> OPG nach Osteosynthese zweier Miniplatten am Gelenkfortsatz (modifiziert nach: Rasse 2011).....	24

---

<b>Abb. 24:</b> Zugschraubenosteosynthese nach Eckelt (Eckelt 1999).....	25
<b>Abb. 25:</b> Würzburger Zugschraubenplatte (Reuther 1999).....	25
<b>Abb. 26:</b> Kompressionsplattenosteosynthese (Austermann 2002). ....	26
<b>Abb. 27:</b> Altersverteilung der untersuchten Patienten (n = 35). ....	34
<b>Abb. 28:</b> Geschlechterverteilung der untersuchten Patienten (n = 35). ....	34
<b>Abb. 29:</b> Frakturursachen der untersuchten Patienten (n = 35).....	35
<b>Abb. 30:</b> Zugangswege zum Kiefergelenk (n = 26). ....	37
<b>Abb. 31:</b> Behandlungsalgorithmus zur Therapie beidseitiger Kollum- und/oder Kapitulumfrakturen (eigene Darstellung). ....	51

---

## Tabellen

<b>Tab. 1:</b> Fraktureinteilung nach Spiessl und Schroll (Spiessl und Schroll 1972).....	7
<b>Tab. 2:</b> Fraktureinteilung nach Umstadt et al., gemäß Spiessl und Schroll (Umstadt et al. 2000).....	7
<b>Tab. 3:</b> Überblick der diagnostischen Parameter (Neff et al. 2014b).....	10
<b>Tab. 4:</b> Schweregrad der Kollum- und/oder Kapitulumfraktur. ....	32
<b>Tab. 5:</b> Gesamtbeurteilung des Behandlungsergebnisses (OA). ....	33
<b>Tab. 6:</b> Übersicht über das Patientenkollektiv.....	36
<b>Tab. 7:</b> Behandlungsergebnis der konservativ versorgten Patienten. ....	37
<b>Tab. 8:</b> Behandlungsergebnis der operierten Patienten.....	39
<b>Tab. 9:</b> Detailbeschreibung der Behandlungszwischenfälle und OA. ....	40

## 1. Einleitung

Gelenkfortsatzfrakturen der Mandibula zählen zu den häufigsten Frakturen des Gesichtsschädels. Sie machen knapp ein Drittel aller Unterkieferfortsatzfrakturen aus. Beidseitige (bilaterale) Unterkieferfortsatzfrakturen wiederum betreffen circa ein Drittel bis ein Fünftel aller Patienten mit Gelenkfortsatzfrakturen der Mandibula. Sie gehen häufig mit weiteren Frakturen des Gesichtsschädels einher.

Das therapeutische Vorgehen, vor allem bei bilateralen Frakturen des Gelenkfortsatzes, wird weiterhin grundsätzlich diskutiert. Einige Kliniken in Deutschland gehen überwiegend konservativ vor mit Schienung und Immobilisation des Unterkiefers, andere Kliniken bevorzugen eine operative Osteosynthese der Fraktur beziehungsweise eine Kombination aus konservativer und operativer Behandlung. Es herrscht Uneinigkeit darüber, welches Verfahren die besten Ergebnisse mit den geringsten Komplikationen erzielt.

Inwiefern das therapeutische Vorgehen und das Behandlungsergebnis bilateraler Unterkieferfortsatzfrakturen zusammenhängen ist unklar, da wissenschaftliche Evidenz in der aktuellen Literatur fehlt.

In der vorliegenden Untersuchung werden die Behandlungsergebnisse der Patienten des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf (UKE) mit bilateralen Kollum- und/oder Kapitulumfrakturen abhängig vom angewandten Therapieverfahren beurteilt. Besonderes Ziel dieser Dissertation ist es, einen Behandlungsalgorithmus zu entwickeln, der Chirurgen einen Leitfaden für die Behandlung bilateraler Kollum- und/oder Kapitulumfrakturen bietet. Darüber hinaus soll das therapeutische Vorgehen am UKE bei der Behandlung dieses komplexen Frakturschemas beurteilt werden.

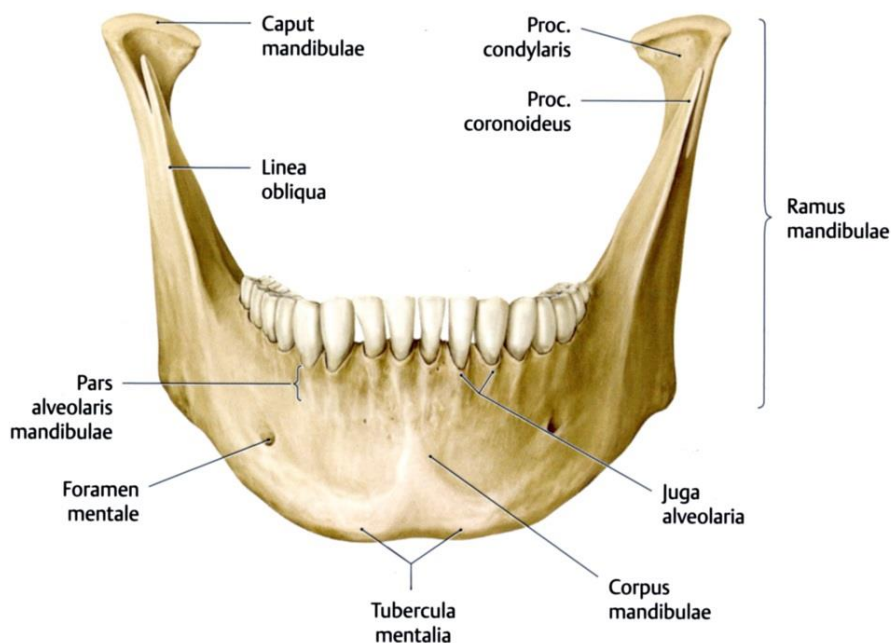
### 1.1 Anatomische Grundlagen

Bei der Versorgung von Unterkieferfortsatzfrakturen spielt die Anatomie des Kiefergelenks sowie der umliegenden Strukturen eine zentrale Rolle. Zum Verständnis möglicher Komplikationen sind im Folgenden die anatomischen Strukturen dargestellt.

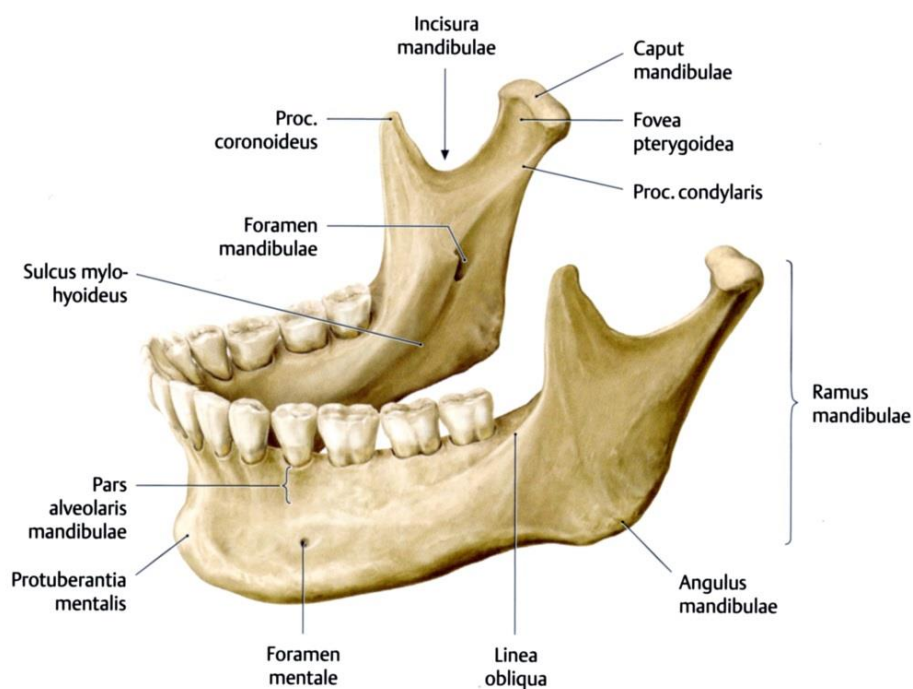
#### 1.1.1 Anatomie des Unterkiefers

Der Unterkiefer lässt als einziger Knochen gegenüber den anderen Knochen des Gesichtsschädels eine größere Beweglichkeit zu, wodurch Kau- und Lautgebung möglich sind (Witt 2007). Der Unterkiefer bildet alleine das Untergesicht. Er besteht aus dem horizontal angelegten Corpus mandibulae und den paarigen aufsteigenden Ästen (Rami mandibulae) (Abb. 1). Der Corpus mandibulae trägt in seinem koronalen Bereich an der Pars alveolaris mandibulae die bogenförmig angeordneten Zahnfächer (Alveoli dentales). Die Rami mandibulae steigen im Bereich des Kieferwinkels (Angulus mandibulae) am dorsalen Ende des Corpus mandibulae bei Erwachsenen in einem Winkel von etwa 120° auf (Schiebler und Korf 2007). Auf der Innenseite der Rami mandibulae befindet sich jeweils das Foramen mandibulae, das den Eingang in den nerv- und gefäßführenden Nervkanal (Canalis mandibularis) bildet (Abb. 2).





**Abb. 1:** Unterkiefer (Mandibula). Ansicht von frontal (Schünke et al. 2018).

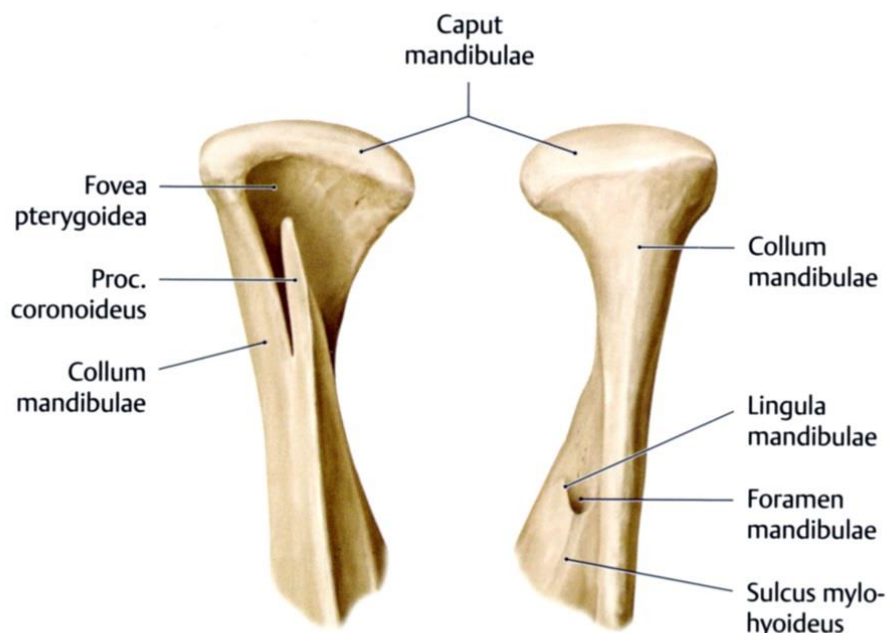


**Abb. 2:** Unterkiefer (Mandibula). Ansicht von schräg-links (Schünke et al. 2018).

Der Ramus mandibulae teilt sich an seinem oberen Ende in zwei Fortsätze, den Gelenkfortsatz (Processus condylaris) und nach anterior den Processus coronoideus. Diese sind durch eine Einziehung getrennt, die Incisura mandibulae.

Die Höhe des Gelenkfortsatzes ist durch die Strecke zwischen dem tiefsten Punkt der Incisura mandibulae und dem obersten Punkt des Caput mandibulae bestimmt. Sie beträgt durchschnittlich 22,3 Millimeter (mm) (Härle 1980). Der Processus condylaris bildet im

unteren Bereich den Gelenkhals (Collum mandibulae), am kranialen Ende befindet sich der walzenförmige Kiefergelenkkopf (Caput mandibulae) (Abb. 3). In der Fovea pterygoidea des Collum mandibulae inseriert der Musculus (M.) pterygoideus lateralis, seine oberen Fasern strahlen an der Gelenkkapsel in den Discus articularis ein.

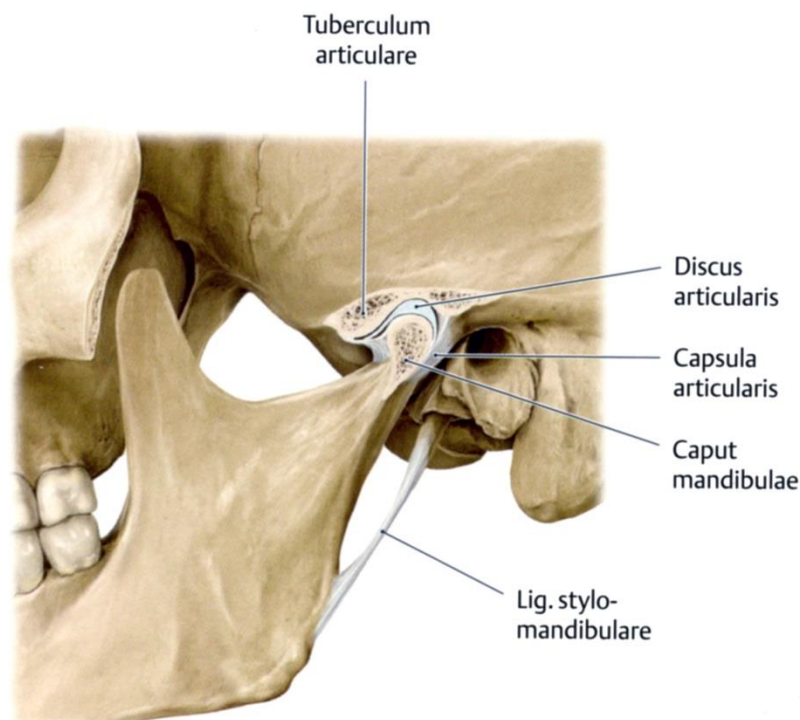


**Abb. 3:** Gelenkkopf (Caput mandibulae) des rechten Kiefergelenks (Schünke et al. 2018).

Entwicklungsgeschichtlich geht der Unterkiefer aus paarig angelegten lateralen Auflagerungen des Meckel-Knorpels (1. Branchialbogen) hervor. Er ist zunächst knorpelig angelegt und verknöchert später durch desmale Ossifikation (Aumüller und Wennemuth 2017a). Mittig verschmelzen die beiden Unterkieferkörper im Bereich des Kinns und bilden die Symphyse (Schiebler und Korf 2007).

### 1.1.2 Anatomie des Kiefergelenks

Im Kiefergelenk artikuliert das Caput mandibulae mit der Facies articularis der Fossa mandibularis und dem Tuberculum articulare des Schläfenbeins. Im Gelenkspalt befindet sich der Discus articularis, der das Kiefergelenk in zwei Kammern teilt: die obere discotemporale und die untere discomandibuläre Kammer. Das Kiefergelenk wird von einer Gelenkkapsel sowie einem Bandapparat umschlossen (Abb. 4). Es ist ein Drehschaniergelenk, in dem Schanierbewegungen (Kieferöffnung und Kieferschluss), Translations- oder Schiebewegungen (Protrusion, Retrusion) und Mahlbewegungen möglich sind (Schiebler und Korf 2007; Witt 2007; Aumüller und Wennemuth 2017b).



**Abb. 4:** Eröffnetes, linkes Kiefergelenk (Schünke et al. 2018).

## 1.2 Geschichte der Gelenkfortsatzfrakturen

Das erste Schriftstück zur medizinischen Versorgung ist das sogenannte Edwin-Smith Papyrus. Es wurde etwa 1550 bis 1300 vor Christus niedergeschrieben, wobei das Gedankengut der Niederschrift bis in das Alte Reich etwa 2650 bis 2150 vor Christus zurückgeht (Westendorf 1966). In dem Papyrus wird die Diagnostik und Versorgung einer Unterkieferfraktur beschrieben. Therapieansätze finden sich auch in den frühen arabischen Aufzeichnungen sowie in der hippokratischen Medizin. Bei letzterer erfolgte im Falle einer Unterkieferfraktur eine Immobilisation mittels einer Ledermanschette, die noch heute als „Funda hippocratis“ bekannt ist (Joos und Kleinheinz 1998).

Die Entdeckung der Röntgenstrahlen 1895 und der damit verbundene Einzug der Röntgendiagnostik in die klinische Medizin machten es möglich, Frakturen am Unterkieferfortsatz mittels bildgebender Verfahren darzustellen (Eckelt 2000) – ein entscheidender Meilenstein. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurden Unterkieferfortsatzfrakturen der Mandibula grundsätzlich nicht-chirurgisch, konservativ versorgt. Erste Versuche in der operativen Frakturversorgung wurden Mitte der 1820er-Jahre des neunzehnten Jahrhunderts von Perthes beschrieben (Eckelt 2000). Wenig später veröffentlichte Wassmund seine Erfahrungen unter Verwendung einer Drahtosteosynthese (Wassmund 1927). Die operative Therapie ging anfangs mit vielen schwerwiegenden Komplikationen einher, etwa Paresen des Gesichtsnervs, Infektionen, Pseudoarthrose-Bildungen und Ankylosen. Infolgedessen spielte die operative Versorgung von Frakturen am Gelenkfortsatz der Mandibula über viele Jahrzehnte eine untergeordnete Rolle.

Der konservativ-frühfunktionelle Therapieansatz blieb vorerst die Therapie der Wahl. Im Jahr 1956 führte Schuchardt die Drahtbogenkunststoffschiene (DBKS) zur konservativen

Behandlung der Unterkieferfortsatzfrakturen ein, die innerhalb kurzer Zeit eine breite Anwendung fand (Schrudde 1956).

Ende der 1960er- und Anfang der 1970er-Jahre rückte die operative Frakturversorgung mit der Entwicklung funktionsstabiler Plattenosteosynthesysteme durch Luhr, Spiessl sowie Niederdellmann und Schilli sowie Becker und Machtens vermehrt in den Fokus (Luhr 2000). Stabile Verfahren wie die Miniplatten- und die Zugschraubenosteosynthese erhielten in den 1980er-Jahren Einzug bei der Frakturversorgung in der Gelenkfortsatzregion (Pape et al. 1980; Eckelt 1999). Die Entwicklung der funktionsstabilen Osteosynthese ermöglichte erstmals direkte postoperative, frühfunktionelle Bewegungen in der Kiefergelenksregion bei gleichzeitiger Ruhigstellung der Fragmente in ihrer anatomisch korrekten Position.

In den vergangenen beiden Jahrzehnten hat sich ein kontinuierlicher und beachtlicher Fortschritt bezüglich der Osteosynthesetechniken und -materialien gezeigt: Heute gibt es ein breites Spektrum chirurgischer Zugangswege zum Kiefergelenk, die eine sichere Darstellung und korrekte anatomische Repositionierung sowie die Applikation stabiler Osteosyntheseverfahren ermöglichen. Besonders die Entwicklung neuer bildgebender Verfahren wie der Computertomografie (CT) haben die operative Frakturversorgung planbar gemacht und revolutioniert (Neff et al. 2014b).

### **1.3 Einteilung der Gelenkfortsatzfrakturen**

Eine klinisch relevante Einteilung der Gelenkfortsatzfrakturen muss einige Schlüsselemente umfassen: die anatomische Lokalisation der Fraktur, den Grad der Verschiebung beziehungsweise der Dislokation sowie eine leicht reproduzierbare und nachvollziehbare Klassifikation der Frakturparameter (Powers 2017).

Grundsätzlich werden klinisch alle Frakturen, die oberhalb des Foramen mandibulae und vom Kieferwinkel zur Incisura mandibulae oder dem Kapitulum verlaufen als Unterkieferfortsatzfrakturen definiert.

Bei der Subklassifizierung der Unterkieferfortsatzfrakturen indes mangelt es in der internationalen Literatur an einer einheitlichen Einteilung. Gleichlautende Termini werden für verschiedene anatomische Frakturhöhen genutzt. Folglich gestaltet sich ein nationaler und internationaler Vergleich von Behandlungsergebnissen bei Unterkieferfortsatzfrakturen außerordentlich schwierig (Neff et al. 2014b).

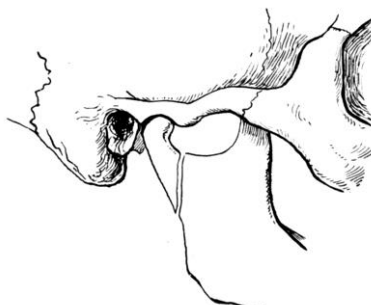
Im deutschsprachigen Raum etwa werden Unterkieferfortsatzfrakturen in Kapitulumfrakturen sowie hohe, tiefe und mitunter auch mittlere Kollumfrakturen eingeteilt. Tiefe Kollumfrakturen werden häufig als Gelenkfortsatzbasisfrakturen bezeichnet. Im englischsprachigen Raum hingegen wird lediglich zwischen „condylar fractures“ und „subcondylar fractures“ unterschieden.

Ferner gibt es nomenklatorische Unterschiede in der Beschreibung von Fragmentverlagerungen bei Unterkieferfortsatzfrakturen. Im deutschsprachigen Raum wird eine Dislokation (Fragmentverschiebung von Knochenteilen, wobei die Kondylus-Discus-Fossa-Relation im Wesentlichen erhalten bleibt) von einer Luxation (Verschiebung vormals physiologisch miteinander in Kontakt stehender Gelenkkomponenten) abgegrenzt. Im englischsprachigen Raum hingegen wird zwischen „deviation“ (deutsch: Abknickung eines

noch in Kontakt stehenden Fragmentes), „displacement“ (deutsch: Dislokation) und „dislocation“ (deutsch: Luxation des Kapitulums) unterschieden (Eckelt 2000).

In der Vergangenheit erfolgten diverse Versuche, die Unterkieferfortsatzfrakturen entsprechend ihrer anatomischen Lage zu beschreiben und einzuteilen. Prinzipiell gab es dabei zwei Ansätze: Frühere Klassifikationen aus den Anfangsjahren der operativen Frakturversorgung beschrieben die Frakturverläufe überwiegend anhand der anatomischen Strukturen. Mit Einzug der radiologischen Diagnostik orientierten sich Klassifizierungen später zunehmend an der klinischen Ableitung einer Therapie aus dem Frakturverlauf.

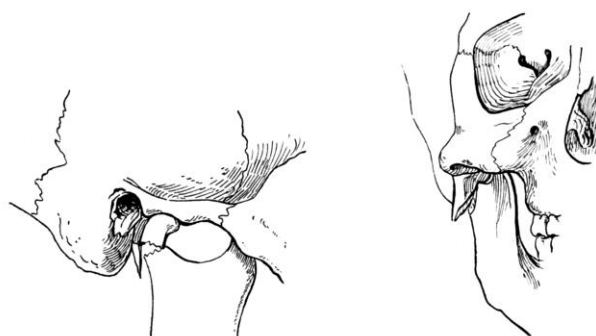
Mit Beginn der operativen Frakturversorgung veröffentlichte Wassmund eine erste anatomische Einteilung der Unterkieferfortsatzfrakturen in Kapitulumfrakturen sowie Kollumfrakturen. Letztere teilte er je nach biomechanischem Bruchverhalten und anatomischer Verschiebung des Bruches in Frakturen mit senkrechtem, querem oder schrägem Bruchlinienverlauf (Wassmund 1927) (Abb. 5).



Senkrechter Kollumbruch.



Querter Kollumbruch.



Schräger Kollumbruch.

**Abb. 5:** Verschiedene Formen von Kollumbrüchen (modifiziert nach: Wassmund 1927).

Köhler entwickelte 1951 eine Einteilung zur Lokalisation der Frakturlinie und definierte drei weitere Gruppen. Er unterschied zwischen hohen diakapitulären Frakturen oder subkondylären Frakturen, Kollum-Mittelbrüchen und tiefen Kollumfrakturen beziehungsweise Gelenkfortsatzbasisfrakturen (Köhler 1951).

Eine praxisorientierte Einteilung, die sich weitgehend im deutschsprachigen Raum etabliert hat, haben 1972 Spiessl und Schroll veröffentlicht (Spiessl und Schroll 1972). Sie unterteilten die Gelenkfortsatzfrakturen in sechs Typen, je nach Frakturhöhe sowie Dislokation beziehungsweise Luxation des Fragements zur Gelenkpfanne. Mit steigendem Typus wird die Behandlung anspruchsvoller und die Genesung ist prognostisch ungünstiger zu beurteilen (Tab. 1).

**Tab. 1:** Fraktуреinteilung nach Spiessl und Schroll (Spiessl und Schroll 1972).

#### **Fraktуреinteilung nach Spiessl und Schroll**

Typ I	Kollumfraktur ohne wesentliche Dislokation
Typ II	Tiefe Kollumfraktur mit Dislokation
Typ III	Hohe Kollumfraktur mit Dislokation
Typ IV	Tiefe Kollumfraktur mit Luxation
Typ V	Hohe Kollumfraktur mit Luxation
Typ VI	Kapitulumfrakturen (intrakapsulär)

Umstadt et al. erweiterten 2000 die Einteilung von Spiessl und Schroll zu therapeutischen Zwecken, indem sie den Grad der Dislokation- und Luxation in die Einteilung aufnahmen (Umstadt et al. 2000) (Tab. 2).

**Tab. 2:** Fraktуреinteilung nach Umstadt et al., gemäß Spiessl und Schroll (Umstadt et al. 2000).

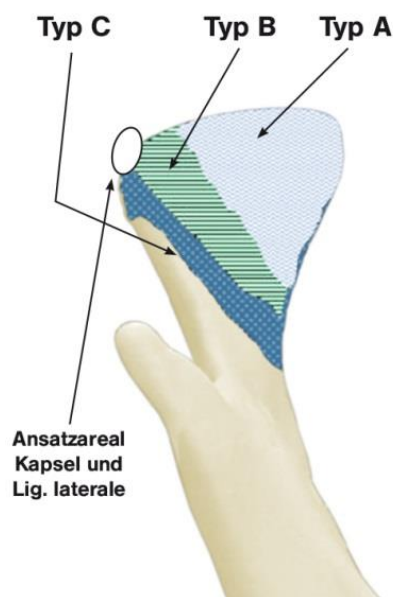
#### **Fraktуреinteilung nach Umstadt et al., gemäß Spiessl und Schroll**

Typ I	Frakturen ohne Dislokation
Typ II	Gelenkfortsatzbasisfrakturen mit Dislokation < 30°
Typ III	Gelenkhalsfrakturen mit Dislokation < 30°
Typ IV	Gelenkfortsatzbasisfrakturen mit Luxation und/oder Dislokation > 30°
Typ V	Gelenkhalsfrakturen mit Luxation und/oder Dislokation > 30°
Typ VI	Diakapituläre Frakturen

Alle bisher genannten Einteilungen erfuhren klinische Anwendung, allerdings basierten sie überwiegend auf der konventionellen Röntgendiagnostik, die damals zur Verfügung stand. Mit Einzug von CT-Bildgebungsverfahren wurden präzisere Klassifikationen entwickelt. Moderne Einteilungen der Unterkieferfortsatzfrakturen wurden von Rasse et al. geprägt und von Neff et al. veröffentlicht. In den frühen 1990er-Jahren zeigte Rasse mithilfe moderner CT-Röntgendiagnostik, dass die Bruchlinien der Kapitulumfrakturen häufig über die Gelenkkapsel hinaus verliefen (Rasse 1993). Die bislang anerkannte Einteilung, die Kapitulumfrakturen mit intrakapsulären Frakturen und Kollumfrakturen mit extrakapsulären

Frakturen gleichsetzte, verlor im Zuge dieser Veröffentlichung ihre Gültigkeit. Loukota et al. ersetzten später den Begriff „intrakapsuläre Frakturen“ für Kapitulumfrakturen durch die anatomisch korrekte Bezeichnung „diakapituläre Frakturen“ (Loukota et al. 2005; Loukota et al. 2010).

Neff et al. legten in ihrer Klassifikation der Gelenkwalzenfrakturen den Fokus auf den Frakturlinienverlauf im Bereich des Kondylenpols und leiteten aus der Einteilung einen Bezug zur Therapie her. Die typischen Frakturlinien im Unterkieferkopfbereich verlaufen entweder durch den medialen Kondylenpol, wobei die vertikale Kondylus-Fossa-Relation in der Regel erhalten bleibt, oder durch den lateralen Kondylenpol. Letztere Frakturverläufe gehen häufig mit einem Verlust in der vertikalen Dimension einher. Neff et al. unterscheiden drei Frakturtypen: Beim Gelenkwalzenfrakturtyp A ist nur der mediale Kondylenanteil betroffen, die Vertikaldimension bleibt erhalten. Der Ansatzbereich des M. pterygoideus lateralis ist zu Teilen disloziert. Beim Gelenkwalzenfrakturtyp B ist der laterale Kondylenpol betroffen. Es kann zu einem Höhenverlust und einer Verschiebung der Kondylus-Fossa-Relation kommen. Der M. pterygoideus lateralis ist mit seinem Hauptanteil disloziert. Die Kapsel des Kiefergelenks sowie das Ligamentum laterale sind meist eingerissen. Beim Gelenkwalzenfrakturtyp C kommt es zu einer totalen Abscherung des Kondylus. Der M. pterygoideus lateralis ist im Ganzen disloziert. Die vertikale Kondylus-Fossa-Relation ist dann nicht mehr erhalten (Neff et al. 1999; Neff et al. 2004) (Abb. 6). Vorteilhaft an dieser Einteilung ist eine gute Vergleichbarkeit von Studien mit einer Fokussierung auf die prognostisch und therapeutisch relevanten anatomischen Punkte.

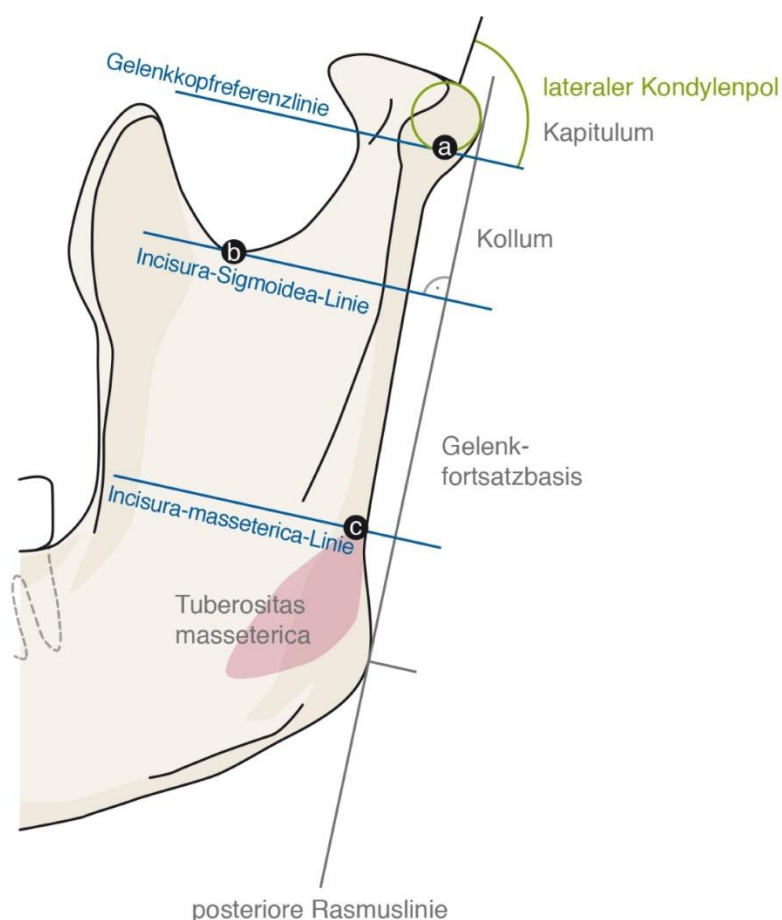


**Abb. 6:** Subklassifikation der Gelenkwalzenfrakturen (modifiziert nach: Neff et al. 2004).

Loukota et al. veröffentlichten eine Unterteilung, die je nach Frakturhöhe zwischen Kapitulumfrakturen, Kollumfrakturen und Gelenkfortsatzbasisfrakturen unterscheidet (Loukota et al. 2005). In einer modifizierten Klassifikation differenzierten sie in Bezug auf die Kapitulumfrakturen zwei weitere Gruppen: diakapituläre Frakturen mit Verkürzung des Ramus mandibularis (vormals Gruppe B und C) und diakapituläre Frakturen ohne



Ramusverkürzung (ehemals Gruppe A), wobei das charakteristische Merkmal einer diakapitulären Fraktur ein Bruchlinienverlauf durch die Gelenkfläche blieb. Diese Einteilung setzten sie in einen Bezug zum therapeutischen Prozedere und empfahlen bei diakapitulären Frakturen mit Ramusverkürzung eine operative Behandlung. Die Strasbourg Osteosynthese Research Group nahm diese Nomenklatur von Loukota et al. an (Loukota et al. 2010). Im Jahr 2014 veröffentlichte der Arbeitskreis Osteosynthese (AO) das neue AO-CMF-Klassifikationssystem mit dem Ziel, mittels moderner CT-Bildgebungstechnologien die Frakturverläufe von Unterkieferfortsatzfrakturen in ihrem ganzen Variantenreichtum darzustellen und langfristig eine ausführliche und international anerkannte Klassifizierung zu etablieren (Neff et al. 2014b). Die Einteilung erfolgt in Gelenkfortsatzbasis-, Kollum- und Kapitulumfrakturen. Hierfür sind drei Referenzlinien definiert, die senkrecht zur hinteren Ramuslinie verlaufen (Abb. 7).



- a: Unterer lateraler Kondylenpol, definiert die Gelenkkopfreferenzlinie.  
 b: Tiefster Punkt der Incisura mandibularis, definiert die Incisura-Sigmoidea-Linie.  
 c: Oberer, hinterer Bereich der Tuberositas masseterica, definiert die Incisura-masseterica-Linie.

**Abb. 7:** AO-CMF-Traumaklassifikation der Gelenkfortsatzfrakturen des Unterkiefers (modifiziert nach: Cornelius et al. 2014).

Die Frakturenklassifikation erfolgt vorzugsweise mittels CT-Bildgebung. Kapitulumfrakturen sind definitionsgemäß Frakturen, deren Bruchlinie in der anterior-posterioren CT-Ansicht oberhalb der Gelenkkopfreferenzlinie verlaufen. Von Kollumfrakturen spricht man, sofern



über ein Drittel der Bruchlinie oberhalb der Incisura-Sigmoidea-Linie in der lateralen Ansicht liegt. Frakturen, bei denen mehr als zwei Drittel unterhalb der Incisura-Sigmoidea-Linie in der lateralen Ansicht verlaufen, bezeichnet man als Gelenkfortsatzbasisfrakturen (Neff et al. 2014b).

Klinisch relevante diagnostische Parameter wie die Frakturmorphologie und eine detaillierte Einteilung der Fragmentverlagerung präzisieren die Klassifikation. Die Einteilung ist relevant, um ein geeignetes Therapieverfahren und einen Zugangsweg zum Kiefergelenk herzuleiten, sowie für die Wahl des Osteosyntheseverfahrens (Tab. 3).

**Tab. 3:** Überblick der diagnostischen Parameter (Neff et al. 2014b).

**Overview of diagnostic parameters in the level-3 condylar process system**

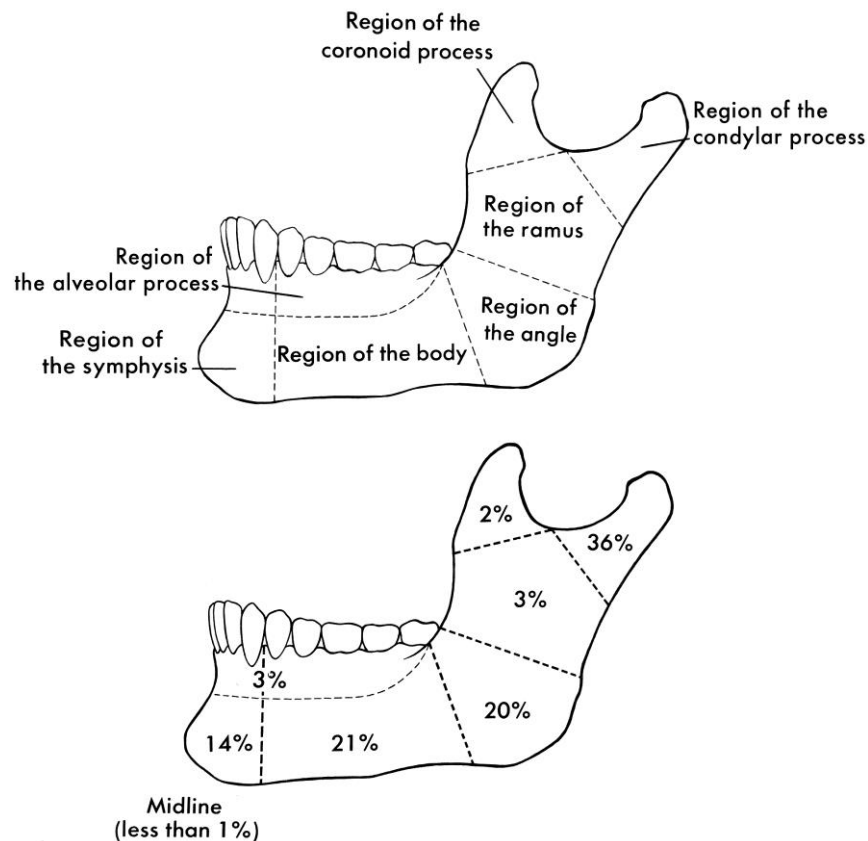
Specific level-3 condylar process system		Subregions			
Parameters	Code and description	Process	Head	Neck	Base
Location	M=Medial to the pole zone/P = within or lateral to the pole zone		x		
Fragmentation	0 = None/1 = fragmented minor/2 = fragmented major		x	x	x
Vertical apposition	0 = Complete/1 = partial/2 = lost		x		
Sideward displacement	0 = None/1 = partial/2 = full			x	x
	Direction a = anterior/p = posterior and m = medial/l = lateral			x	x
Angulation	0 = None (up to 5 degrees)/1 = >5-45 degrees/2 = > 45 degrees			x	x
	Direction a = anterior/p = posterior and m = medial/l = lateral			x	x
Displacement head fragment/fossa	0 = No displacement/1 = displacement/2 = dislocation	x			
	Direction a = anterior/p = posterior and m = medial/l = lateral	x			
Displacement caudal fragment/fossa	0 = No displacement/1 = displacement	x <sup>a</sup>			
	Direction a = anterior/p = posterior and l = lateral	x <sup>a</sup>			
Distortion of condylar head	0 = orthotopic/1 = dystopic	x			
Overall loss of ramus height	0 = No change of height/1 = loss of height/2 = increase of height	x			

<sup>a</sup>Only in case of neck or base fracture.

## 1.4 Epidemiologie der Gelenkfortsatzfrakturen

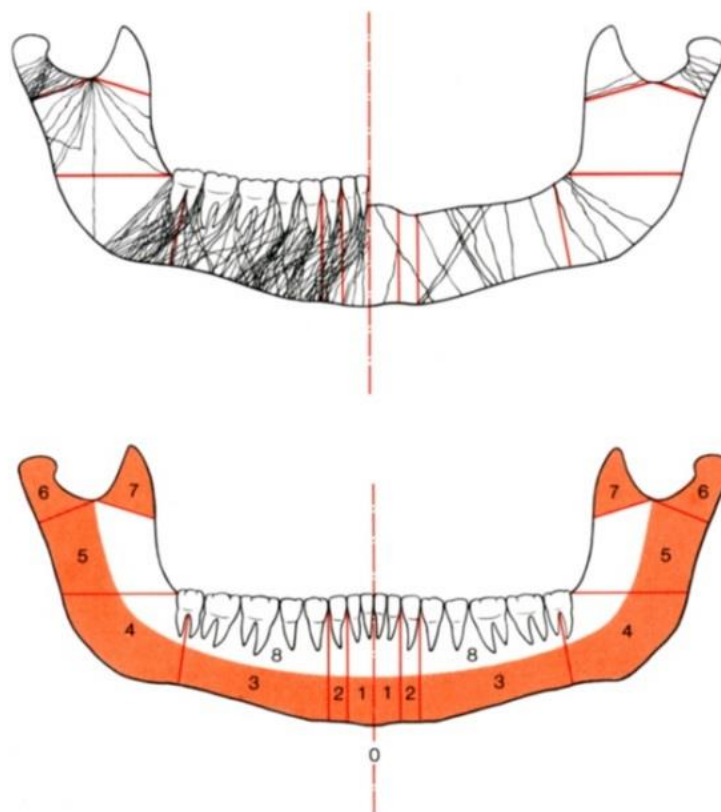
Unterkieferfrakturen werden in der Literatur übereinstimmend als häufigste Frakturen des Gesichtsschädels angegeben. Der prozentuale Anteil schwankt jedoch deutlich und liegt je nach Autor zwischen 13 und 73 % (Haug et al. 1990; Banks und Killey 1991; Hussain et al. 1994; Motamedi 2003; Depprich et al. 2007; Boffano et al. 2015; Voß et al. 2019). Der Unterkiefer weist aufgrund seiner Bauweise verschiedene Prädilektionsstellen für Frakturen auf. Bei etwa einem Drittel aller Patienten mit Unterkieferfrakturen liegt der Bruch im Bereich des Unterkieferfortsatzes (Herfert 1956; Ellis und Throckmorton 2000; Riu et al. 2001; Motamedi 2003; Stacey et al. 2006). Nach Zachariades et al. sind

Unterkieferfortsatzfrakturen mit einem Anteil von 17,5 bis 50 % zweifelsfrei die häufigsten Frakturen der Mandibula (Zachariades et al. 2006). Auch die Kieferwinkelregion und die Symphysenregion bilden typische Frakturstellen (Depprich et al. 2007). Vor allem lange Zahnwurzeln sowie retinierte Zähne schwächen die Widerstandsfähigkeit des Knochens gegenüber einwirkenden Kräften (Abb. 8).



**Abb. 8:** Frakturhäufigkeiten in verschiedenen anatomischen Regionen der Mandibula (Dingman und Natvig 1964).

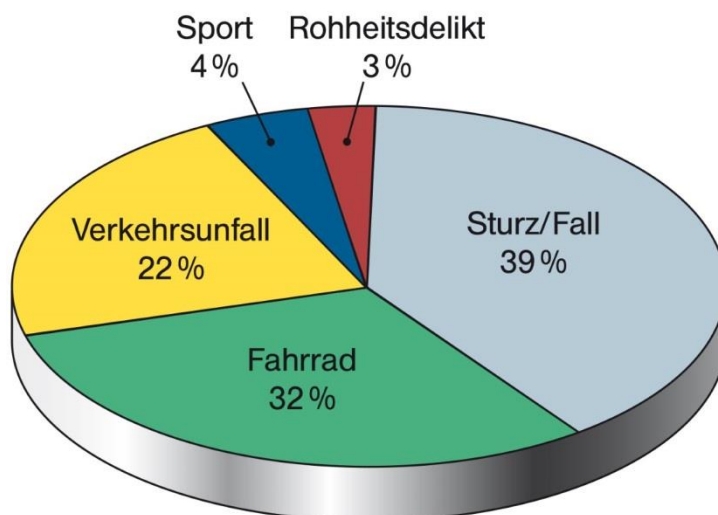
Schmelzle et al. entwickelte 1995 aus dem Frakturverlauf von 340 Patienten, die sich mit Unterkieferfrakturen an der Nordwestdeutschen Kieferklinik Hamburg-Eppendorf (NWDK) vorstellten, eine Summationsgrafik der häufigsten Unterkieferfrakturlinienverläufe. Die Grafik verdeutlicht übersichtlich die typischen Frakturverläufe an der Mandibula (Schmelzle 1995) (Abb. 9).



**Abb. 9:** Häufigste Unterkieferfrakturlinien der Patienten am Hamburger Universitätsklinikum (Schmelzle 1995).

Unilaterale Kollum- und Kapitulumfrakturen treten häufiger als bilaterale Frakturen des Unterkieferfortsatzes auf. Der Anteil bilateraler Fortsatzfrakturen an der Gesamtzahl aller Unterkieferfortsatzfrakturen wird mit einem Anteil von einem Fünftel bis einem Drittel beziffert (Marker et al. 2000b; Zachariades et al. 2006; Sawazaki et al. 2010; Narayanan et al. 2012; Ho et al. 2015; Dalla Torre et al. 2015)

Einseitige und beidseitige Unterkieferfortsatzfrakturen treten charakteristischerweise am häufigsten in der Altersklasse zwischen 20 und 30 Jahren auf (Olson et al. 1982; Allan und Daly 1990; Zachariades et al. 2006; Depprich et al. 2007). Das Verhältnis von Männern zu Frauen wird studienübergreifend mit drei zu eins angegeben (Sawazaki et al. 2010; Zhou et al. 2013). Hinsichtlich der jeweiligen Anteile an unilateralen und bilateralen Unterkieferfortsatzfrakturen zeichnet sich kein geschlechtsspezifisches Verteilungsmuster ab (Sawazaki et al. 2010). Als Hauptursache für unilaterale Unterkieferfortsatzfrakturen nennen viele Studien Rohheitsdelikte, Verkehrsunfälle, Stürze und Sport (Allan und Daly 1990; Silvennoinen et al. 1992; Marker et al. 2000b; Depprich et al. 2007; Reddy et al. 2013) (Abb. 10). Hierbei zeichnen sich klare geschlechtsspezifische Unterschiede ab: Während bei Frauen hauptsächlich Stürze für Unterkieferfortsatzfrakturen verantwortlich sind, sind es bei Männern Rohheitsdelikte (Depprich et al. 2007).



**Abb. 10:** Ursachen von Unterkieferfortsatzfrakturen (modifiziert nach: Neff et al. 2007).

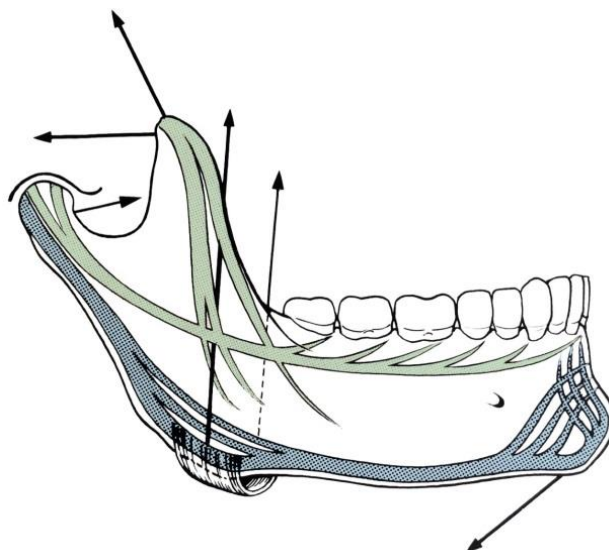
Bei den bilateralen Unterkieferfortsatzfrakturen werden im europäischen Raum je nach Autor Fahrradunfälle, Stürze und Straßenverkehrsunfälle als Hauptursachen herangezogen. Sport und Rohheitsdelikte spielen in den meisten Untersuchungen eine untergeordnete Rolle (Newman 1998; Forouzanfar et al. 2013).

Bilaterale Gelenkfortsatzfrakturen gehen häufiger mit Begleitfrakturen des Unterkiefers oder Gesichtsschädels einher als unilaterale Frakturen (Lindahl 1977). Der Anteil mandibulärer Begleitfrakturen bei bilateralen Unterkieferfortsatzfrakturen ist hoch und liegt bei den meisten Autoren bei über 70 % (Marker et al. 2000b; Ishihama et al. 2007; Schoen et al. 2008; Chen et al. 2011; Singh et al. 2012; Forouzanfar et al. 2013; Ho et al. 2015).

### 1.5 Biomechanik der Gelenkfortsatzfrakturen

Der Unterkiefer weist in seiner Bauweise Prädilektionsstellen für Frakturen auf. Der Gelenkfortsatz bildet aufgrund seiner grazilen Knochenstruktur bei starker Gewalteinwirkung als *Locus minor resistentiae* eine leichte Bruchstelle zum Schutz des Gehirns vor schweren Verletzungen. Weitere Schwachstellen liegen im Bereich der Kieferwinkel- sowie der Symphysenregion.

Physiologische Kau- und Mahlbewegungen des Unterkiefers bewirken Zug- und Druckkräfte am Unterkiefer. Infolgedessen bilden sich Bereiche, in denen Kompakta und Spongiosa kräftiger ausgeprägt sind. Diese Druck- und Zuglinien werden als Trajektorien des Unterkiefers bezeichnet und gewährleisten eine gewisse elastische Verformbarkeit des Knochens. Im Alveolarteil des Unterkiefers verlaufen die Zugtrajektorien, im Basalteil die Drucktrajektorien (Abb. 11). Auch die parabelförmige Bauweise des Unterkiefers ermöglicht es, einwirkenden Kräften durch Verformung und Torsion in gewissem Maße entgegenzuwirken. Ist die kinetische Energie zu stark, wird die Absorptionskapazität des Kieferknochens überschritten und es kommt zu einer Fraktur. Diese verläuft in der Regel quer zu den Trajektorien des Unterkiefers (Spiessl 1988).



**Abb. 11:** Trajektoriensystem des Unterkiefers (modifiziert nach: Spiessl 1988).

Am Unterkiefer sind Kombinationen aus direkten Frakturen am Corpus mandibulae und indirekten Frakturen am Gelenkfortsatz typisch. Direkte Kollum- und Kapitulumfrakturen sind aufgrund der geschützten Lage des Unterkieferfortsatzes durch das Jochbein sehr selten.

Gelenkfortsatzfrakturen entstehen in der Regel indirekt durch Kräfte, die auf den Unterkieferkörper oder die Symphyse treffen und auf den Unterkieferfortsatz weitergeleitet werden (Silvennoinen et al. 1992; Zachariades et al. 2006). Es kommen Stauchungs-, Abscher- und Biegebrüche vor (Rasse 2011). Trifft eine Kraft zentral auf das Kinn, wird diese in der Regel gleichmäßig über beide aufsteigenden Äste in die Kiefergelenksregion übertragen und von der dorsokraniellen Begrenzung der Fossa articularis gebremst (Rowe und Killey 1968). Sind die Kräfte ausreichend groß, können bilaterale Frakturen die Folge sein. Exzentrische Kräfte auf das Kinn führen zu unilateralen Frakturen. Typischerweise ist dann der ipsilaterale Corpus mandibulae und der kontralaterale Kondylus betroffen.

Die Richtung, der Grad, das Ausmaß und die Lokalisation der einwirkenden Kraft bestimmt die Höhe und den Verlauf einer Frakturlinie sowie die Verschiebung von Bruchfragmenten. Darüber hinaus spielt die Dentition sowie die Okklusionsstellung zum Zeitpunkt der Gewalteinwirkung eine Rolle (Köhler 1951). Demnach bleiben Frakturen bei geschlossenen Zahnreihen örtlich am Punkt der Krafteinwirkung, während Frakturen bei geöffnetem Mund sich in den Gelenkfortsatz fortleiten. Frakturen bei geschlossener Mundhaltung unter vollständigem Molarenkontakt sind gar nicht bis leicht verschoben. Bei Gewalteinwirkung auf den geöffneten Mund wird hingegen die gesamte Kraft auf die Kondylen übertragen. In der Folge können dislozierte und schwer verlagerte Frakturen entstehen (Rowe und Killey 1968). Bilaterale Kollum- und/oder Kapitulumfrakturen entstehen durch hochenergetische Krafteinwirkungen, die etwa viermal größer als bei einseitigen Unterkieferfortsatzfrakturen sind (Marker et al. 2000a; Ishihama et al. 2007). Aufgrund der starken Krafteinwirkung sind bilaterale Frakturen öfter verlagert als unilaterale Brüche und gehen häufiger mit Begleitfrakturen des Unterkiefers oder Gesichtsschädels einher. Bilaterale Frakturen sind

aufgrund der fehlenden Abstützung in beiden Kiefergelenken häufig mit Verminderungen der hinteren Gesichtshöhe sowie einem frontal offenen Biss verbunden (Ellis 2000).

Bei bilateralen Kollum- und Kapitulumfrakturen handelt es sich um komplexe Frakturmuster, die anspruchsvoll in der Behandlung sind. Sie haben andere biomechanische Charakteristika als unilaterale Frakturen und benötigen daher ein besonderes Augenmerk.

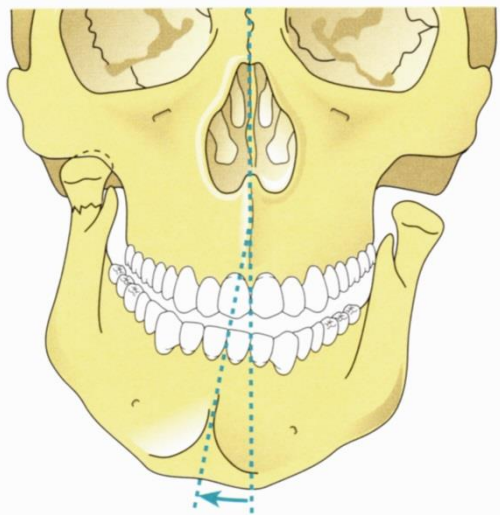
## **1.6 Diagnostik der Gelenkfortsatzfrakturen**

Die Diagnostik der Unterkieferfortsatzfrakturen erfordert die Anamnese sowie die klinische und radiologische Untersuchung des Patienten. Aufgrund der geschützten anatomischen Lage der Kollum- und Kapitulumfrakturen ist ein Nachweis klassischer, sicherer Frakturzeichen – etwa Dislokation, abnorme Beweglichkeit und Krepitation – nur begrenzt möglich. Eindeutige offene Unterkieferfortsatzfrakturen sind äußerst selten und entstehen durch besonders schwere Traumata, wie zum Beispiel Schussverletzungen. Um eine Fraktur in der Unterkiefergelenkregion sicher diagnostizieren zu können, müssen die erhobenen Befunde in ihrer Gesamtheit betrachtet werden. Hierbei kann die Anamnese sowie die klinische Untersuchung eine Verdachtsdiagnose liefern, welche im Anschluss radiologisch zu bestätigen ist.

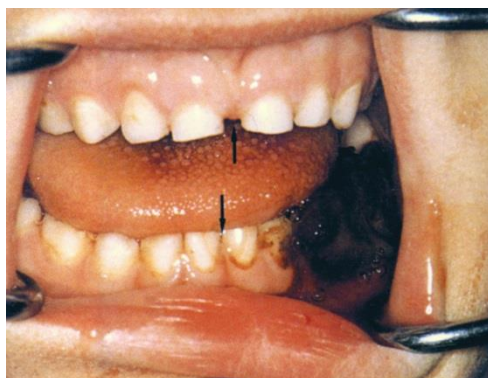
### **1.6.1 Anamnese und klinische Diagnostik**

Die Anamnese des Unfallhergangs beginnt mit der anamnestischen Rekonstruktion des Unfallmechanismus. Die betreffenden Patienten sind nach Schmerzen in der Kiefergelenksregion sowie subjektiven Funktionsstörungen zu fragen. Bei Gelenkfortsatzfrakturen des Unterkiefers ist typischerweise ein palpatorischer Druckschmerz über dem Kiefergelenk sowie ein fortgeleiteter gelenknaher Stauchungsschmerz bei Druckausübung auf das Kinn provozierbar. Differentialdiagnostisch müssen eine Kontusion und Distorsion des Kiefergelenks mit konsekutiver Gelenkgussbildung ausgeschlossen werden, bei denen charakteristischerweise ähnliche Schmerzempfindungen auftreten (Neff et al. 2007). Erste Hinweise auf eine Unterkieferfortsatzfraktur können auch extraorale Gesichtasymmetrien, Einschränkungen in der Mundöffnung, eine Kieferklemme beziehungsweise -sperre sowie eine präaurikuläre Schwellung und Blutungen aus dem äußeren Gehörgang sein.

Maßgeblich bei der klinischen Untersuchung ist die Prüfung der Okklusion und einer möglichen Seitabweichung des Unterkiefers. Der Ansatzpunkt des M. pterygoideus lateralis in Bezug auf den Bruchlinienverlauf beeinflusst die Ausprägung der klinischen Symptome stark: Liegt die Fraktur unter dem Ansatzpunkt des M. pterygoideus lateralis, kommt es zum Funktionsausfall des Muskels. Bei unilateralen Unterkieferfortsatzfrakturen bestehen dann ein Frühkontakt auf der frakturierten Seite sowie ein kontralateral offener Biss. Bei der Mundöffnung findet eine Mittellinienverschiebung zur erkrankten Seite hin statt (Spiessl und Schroll 1972) (Abb. 12). Verläuft die Fraktur hingegen über dem Ansatzpunkt, bleibt die Funktion erhalten und der Unterkiefer weicht charakteristischerweise zur gesunden Seite hin ab (Bonnet-Stellung) (Abb. 13).

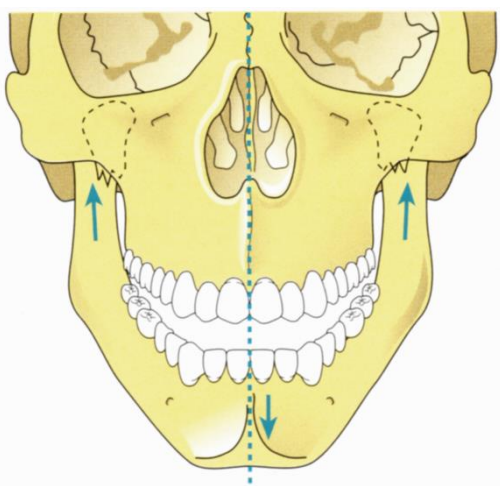


**Abb. 12:** Ipsilateraler Frühkontakt und Seitverschiebung bei unilateraler Unterkieferfortsatzfraktur (Neff et al. 2007).



**Abb. 13:** Mittellinienabweichung zur erkrankten Seite in Bonnet-Schonstellung bei unilateraler Unterkieferfortsatzfraktur (Neff et al. 2007).

Bei bilateralen Frakturen imponiert häufig ein frontal offener Biss mit Frühkontakten in der Molarenregion. Die Mittellinie ist nicht verschoben (Kirchner 1958) (Abb. 14 und 15).



**Abb. 14:** Offener Biss bei bilateraler Unterkieferfortsatzfraktur (Neff et al. 2007).





**Abb. 15:** Offener Biss. Zahnkontakt nur im Molarenbereich (Neff et al. 2007).

### 1.6.2 Radiologische Diagnostik

Grundsätzlich ist zur radiologischen Diagnostik von Unterkieferfortsatzfrakturen eine Darstellung in zwei Ebenen unabdingbar, andernfalls könnte die Überlagerung angrenzender Strukturen die Bruchlinienverläufe verdecken. Über viele Jahre hat sich das Orthopantomogramm (OPG) in Kombination mit der bei maximaler Unterkieferöffnung angefertigten posterior-anterior Aufnahme nach Clementschitsch bewährt.

Das OPG zeigt als Summationsaufnahme den Ober- und Unterkieferknochen sowie die Zahnreihen und stellt die Kiefergelenke dar. Die Diagnostik von nach medial oder lateral verlagerten Luxationsfrakturen ist bei dieser Projektion nicht zuverlässig möglich. Zur annähernd überlagerungsfreien Darstellung der Kondylen sowie des aufsteigenden Astes wird die Clementschitsch-Aufnahme herangezogen. In Kombination liefern die beiden Aufnahmen eine gute Darstellung der Unterkieferfortsatzfrakturen (Abb. 16 und 17).



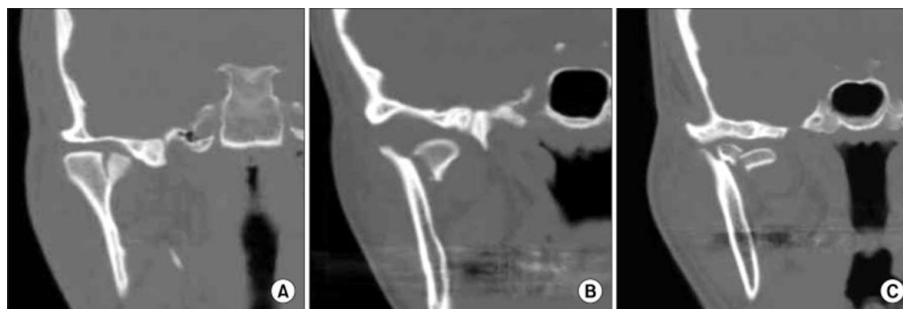
**Abb. 16:** Doppelseitige Kollumfraktur mit assoziierter Unterkieferquerfraktur, Wurzelquerfraktur an 35 und Totalluxation von 34 (Pasler und Visser 2000).





**Abb. 17:** Doppelseitige Kollumfraktur desselben Falles wie in Abb. 16. Die Pfeile weisen auf die nach medial dislozierten Kondylen (Pasler und Visser 2000).

Heutzutage lösen moderne Bildgebungstechniken das klassische OPG sowie Kiefergelenkspezialaufnahmen zunehmend ab. Ein Orthopantomogramm in Kombination mit einem CT gilt heute als Goldstandard. Standardmäßig erfolgt die CT-Aufnahme im axialen und koronaren Strahlengang, vorzugsweise ergänzt durch die sagittale Komponente (Neff et al. 2014b). Mittels moderner Bildgebungsverfahren lassen sich Unterkieferfortsatzfrakturen zuverlässig diagnostizieren. Mit dem technischen Fortschritt nimmt die Strahlenbelastung bei der dreidimensionalen Röntgendiagnostik kontinuierlich ab. Die CT liefert eine hohe Detailgenauigkeit bei stetiger Verbesserung in der Bildschärfe. Vor allem Kapitulumfrakturen, die vor Einzug der CT-Technik häufig röntgenologisch nicht einsehbar waren, lassen sich nun damit darstellen (Hlawitschka und Eckelt 2002). CT-Aufnahmen ermöglichen eine Beurteilung der Frakturhöhe sowie präzise Aussagen über den Winkel der Verlagerung, Trümmerfrakturen, Dislokation und Luxation der Fragmente. Zudem lassen sich neben den knöchernen Strukturen mit dem CT auch Weichgewebe und die Gelenkkapsel darstellen (Abb. 18).



A: Fraktur des medialen Kondylenpols.  
 B: Fraktur des lateralen Kondylenpols mit Verlust in der vertikalen Dimension.  
 C: Trümmerfraktur.

**Abb. 18:** Intrakapsuläre Frakturen in der koronalen CT-Ansicht (Lee et al. 2014).

Für diskoligamentäre Traumata liefert die Magnetresonanztomografie (MRT) die präziseste Darstellung: Im MRT lassen sich Weichgewebe ohne Exposition einer Strahlendosis darstellen. Zur Abbildung knöcherner Strukturen ist das MRT jedoch aktuell noch weniger geeignet als das CT.

Zunehmend gewinnt auch die digitale Volumentomografie (DVT) an Bedeutung. Bei der DVT-Aufnahme ist die effektive Strahlendosis gegenüber derjenigen herkömmlicher CTs reduziert (Ludlow und Ivanovic 2008; Loubele et al. 2009). Die Untersuchungsvolumina lassen sich über eine Fokussierung der Feldgröße frei wählen, sodass eine weitere Dosisreduktion erreicht wird. Zur Darstellung der Weichgewebsstrukturen ist das DVT weniger gut geeignet.

Eine DVT-Bildgebung kann intraoperativ zur direkten dreidimensionalen Repositionskontrolle angewendet werden. Dies ist möglich mit einem 3D C-Bogen. Mit Hilfe dieses Verfahrens kann intraoperativ eine osteosynthetische Repositionskontrolle durchgeführt werden und die Osteosynthese bei insuffizienter Reposition direkt korrigiert werden (Klatt et al. 2011).

Die Frakturdiagnostik mittels Ultraschall spielt eine untergeordnete Bedeutung, kann jedoch in Einzelfällen aus strahlenhygienischen Gründen zur Diagnostik herangezogen werden. Doch nicht jede Fraktur lässt sich mittels Sonografie darstellen. Zur Repositionskontrolle nach chirurgischer Intervention kann die Ultraschalldiagnostik allerdings angewendet werden (Eckelt 2000).

Der Schweregrad von Unterkieferfortsatzfrakturen ist in der Regel zuverlässig anhand präoperativer Röntgendiagnostik zu beurteilen. Problematische Fälle können mittels moderner Bildgebungsverfahren vor Behandlungsbeginn identifiziert und die Therapie bereits präoperativ an den Schweregrad adaptiert werden.

## 1.7 Therapeutisches Behandlungsspektrum

Beidseitige Kollum- und Kapitulumfrakturen stellen eine Behandlungsindikation zur Wiederherstellung der Kontinuität, Funktion sowie der äußeren Erscheinungsform des Unterkiefers dar. Unbehandelt bergen Gelenkfortsatzfrakturen ein hohes Risiko für Funktionseinschränkungen des Unterkiefers, pathologische Umbauprozesse im Kiefergelenk, Kiefergelenksankylosen und Gesichtsassymmetrien durch Verknöcherung von

Fragmenten in Luxationstellung. Für die vollständige Genesung der Kiefergelenksregion hat die Heilung in den umliegenden Weichgeweben, wie den Sehnen, Bändern sowie dem Discus articularis, eine ebenso große Bedeutung wie die Reposition der knöchernen Strukturen (Rasse 2000).

Grundsätzlich stehen zur Therapie der Unterkieferfortsatzfrakturen die konservative (nicht-operative, geschlossene) und die operative (chirurgische, offene) Behandlung sowie eine Kombination beider Verfahren mittels operativer Behandlung der einen Fraktur und nicht-operativer Behandlung der kontralateralen Fraktur zur Verfügung. Beim konservativen Vorgehen können Unterkieferfortsatzfrakturen mittels intermaxillärer Fixation (IMF) und physiotherapeutischen Begleitmaßnahmen behandelt werden. Bei der operativen Therapie wird eine offene Reposition mit interner Fixierung (ORIF) durchgeführt.

Diese Vielzahl an Therapieempfehlungen und Meinungsverschiedenheiten in der Literatur zur Versorgung von Unterkieferfortsatzfrakturen ist ein seit Jahrzehnten viel diskutiertes Problem in der Wissenschaft. Während die konservativ-funktionelle Behandlung im Kindesalter weitgehend übereinstimmend befürwortet wird, ist die Debatte bei der Behandlung von Erwachsenen noch immer kontrovers (Laskin 2009).

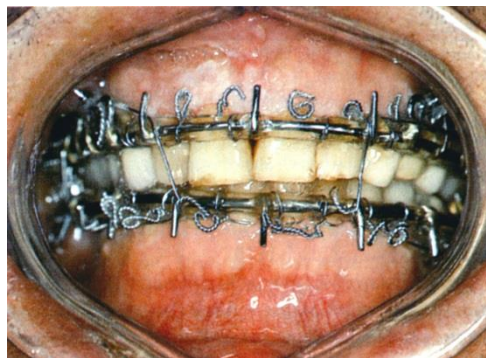
Insgesamt zeichnet sich in der heutigen Zeit ein Trend für die Operation der Unterkieferfortsatzfrakturen ab (Baker et al. 1998; Eckelt et al. 2006; Lee et al. 2010; Neff et al. 2014a; Al-Moraissi und Ellis 2015; Berner et al. 2015; Weiss und Sawhney 2016). Zeigt ein Patient ein Frakturmuster, das für beide Therapieverfahren vergleichbare Behandlungsergebnisse erwarten lässt, sollte die einfachere und weniger invasive Behandlungsform bevorzugt werden (Hayward und Scott 1993). Bei der Wahl des Therapieverfahrens ist die Gesamtbetrachtung des Patienten essentiell. Die Therapieentscheidung erfolgt abhängig von der Frakturlokalisation, dem Schweregrad der Fraktur, dem Vorliegen von Begleitfrakturen, dem Okklusionsbefund, dem Patientenalter, dem Gesundheitsstatus und der Kooperationsfähigkeit des Patienten. Auch die persönliche Erfahrung sowie die Präferenz des Chirurgen spielen eine entscheidende Rolle (Kolk 2002; Zachariades et al. 2006; Villarreal et al. 2004; Hackenberg et al. 2014).

### 1.7.1 Konservative Therapie von Gelenkfortsatzfrakturen des Unterkiefers

In der Literatur gibt es im Wesentlichen zwei verschiedene Therapieempfehlungen zur konservativen Behandlung von Patienten mit Unterkieferfortsatzfrakturen. Bei der einen Variante wird die Fraktur zunächst zeitweilig mittels IMF ruhiggestellt, wobei die Dauer der Immobilisierung variiert (Rozeboom et al. 2017). Im Anschluss folgt eine funktionstherapeutische Phase (Eckelt 2000). Abhängig von der Frakturlokalisation und dem Dislokationsgrad müssen die Phase der Immobilisation und die funktionstherapeutische Phase patienten- und frakturbezogen individuell modifiziert werden. Bei der Dauer der IMF wird zwischen einer ausreichend langen Ruhigstellung im Sinne der Knochenbruchheilung und einer frühzeitigen Mobilisierung in der Kiefergelenksregion zur Vermeidung ankylotischer Veränderungen abgewogen. Gewöhnlich wird ein- bis zweiwöchig starr immobilisiert, um die Bildung von Hämatomen und Ödemen zu begrenzen und die initialen Frakturschmerzen zu lindern (Austermann 2002).

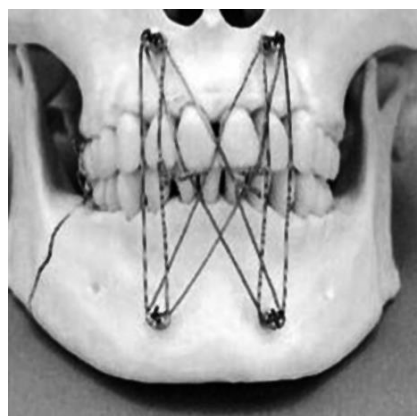
Bei der anderen Variante zur konservativen Behandlung der Gelenkfortsatzfrakturen findet eine direkte funktionelle Therapie ohne vorangehende Immobilisierungsphase statt (Ellis und Throckmorton 2000). Mittlerweile wird zunehmend eine frühfunktionelle Mobilisierung des Unterkiefers empfohlen, um ankylotischen Umbauprozessen entgegenzuwirken. Die Konsolidierung der knöchernen Fragmente spielt die untergeordnete Rolle (Eckelt 2000). Während des gesamten Frakturheilungsprozesses ist stringent weiche Nahrung zu konsumieren, um eine Heilung im Bruchspalt zu ermöglichen. Die konservative Behandlung sollte schnellstmöglich nach der Verletzung begonnen werden, um ein gutes Behandlungsergebnis zu erreichen (Kolk 2002).

Bei Patienten mit vollständiger dentaler Abstützung ist die DBKS nach Schuchardt ein bewährtes und komfortables Verfahren, um den Kiefer ruhigzustellen (Abb. 19).



**Abb. 19:** DBKS mit IMF in situ (Neff et al. 2007).

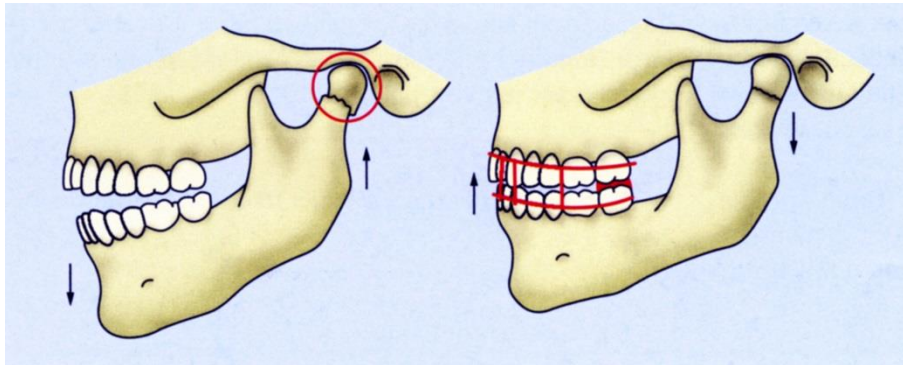
Alternativ kann eine mandibulo-maxilläre Fixation (MMF) mittels der Insertion von IMF-Schrauben erfolgen (Abb. 20). IMF-Schrauben ermöglichen gute okklusale Ergebnisse bei kurzer Operationszeit und geringen Schmerzen für den Patienten (van den Bergh et al. 2015).



**Abb. 20:** Empfohlene Position der IMF-Schrauben mit entsprechendem Verlauf der Draht-Ligaturen (Hoffmann et al. 2003).

Bei zahnlosen Patienten erfolgt die IMF häufig über Einschraubung und Fixation der eigenen Totalprothesen. Die vertikale Dimension kann auf diese Weise auch im zahnlosen Kiefer gehalten und gesichert werden.

Häufig kommt es bei Unterkieferfortsatzfrakturen zu Verkürzungen des aufsteigenden Astes und der hinteren Gesichtshöhe durch Muskelzug auf die Fraktarenden. In der Phase der starren Immobilisation lässt sich ein- oder beidseitig mittels Kunststoffaufbissen im Seitenzahnbereich eine Distraction im Kiefergelenk schaffen. Das sogenannte Hypomochlion aus Kunststoff ermöglicht optimalerweise eine Bisserrhöhung um ein bis zwei Zentimeter und eine Dehnung im Kiefergelenk (Abb. 21). Der Erfolg dieser Maßnahme wird in der Literatur indes kontrovers diskutiert (Kolk 2002).



**Abb. 21:** Hypomochlion im Molarenbereich nach Anlegen einer DBKS mit IMF in regelrechter Okklusion (Rasse 2011).

Auf die Phase der starren Fixierung folgt eine Phase, in der eine Teilmobilisation des Unterkiefers mittels Führungsgummis (Elastics) eingeleitet wird. Die Führungsgummis werden für ein bis zwei Wochen an der Schiene befestigt und erlauben gewisse Unterkieferbewegungen sowie gerade Mundöffnungsübungen. Beim Mundschluss sollen die Elastics den Unterkiefer in zentrischer Okklusion fixieren. Nach Abschluss dieser Phase werden sie entfernt. Es empfiehlt sich, die Schiene noch eine Weile zu belassen, um bei Auffälligkeiten im Heilungsverlauf schnell intervenieren zu können. Die Nachuntersuchung erfolgt sehr engmaschig.

Die abschließende funktionstherapeutische Phase trägt wesentlich zur Konvaleszenz des Patienten nach einer Kollum- und/oder Kapitulumfraktur bei. Die Funktionstherapie umfasst aktive und passive Mundöffnungs- und Dehnungsübungen mittels Elastics und kieferorthopädischer Funktionsgeräte zur Wiederherstellung des physiologischen Bewegungsumfangs. Andresen und Häupl haben funktionskieferorthopädische Geräte entwickelt; Reichenbach hat diese 1958 zur Therapie der Unterkieferfortsatzfraktur beschrieben (Andresen et al. 1953; Reichenbach 1958). Der funktionskieferorthopädische Aktivator übt einen Reiz auf die Kaumuskelatur aus, was Umbauprozesse anregt und einer Bewegungseinschränkung des M. pterygoideus lateralis durch traumatische Kontraktur vorbeugt (Joos und Kleinheinz 1998). Die Funktionsübungen sollen Versteifungen durch Muskelverkürzung und Kapselschrumpfung infolge von Immobilität und Narbengewebsbildung verhindern. Der Aktivator sorgt für eine Führung in die regelrechte Okklusion und verhindert eine Seitabweichung beim Mundschluss. Eine Entlastung in der Gelenksregion wird durch eine leichte Bissperre ermöglicht. Während des Ein- und Ausgliederns des Aktivators wird die maximale Mundöffnung (MMO) des Patienten trainiert (Kolk 2002) (Abb. 22).



**Abb. 22:** Aktivator in situ nach beidseitiger Gelenkfortsatzfraktur (Neff et al. 2007).

Verfechter der konservativen funktionellen Therapie plädieren dafür, dass eine vollständige Genesung mit uneingeschränktem Bewegungsumfang durch körpereigene funktionelle Adaptierungsprozesse ohne rigide knöcherne Fixierung der Fragmente erreicht werden kann – ausgenommen bilaterale Frakturen des Gelenkfortsatzes und Luxationsfrakturen (Marker et al. 2000b).

#### 1.7.2 Operative Therapie von Gelenkfortsatzfrakturen des Unterkiefers

Die primären Ziele der operativen Therapie sind die exakte anatomische Reposition der Fragmente sowie die Eingliederung einer übungs- beziehungsweise funktionsstabilen Osteosynthese über einen offenen Zugang zur Fraktur. Mittels ORIF soll eine rasche Rehabilitation durch frühzeitige Mobilisierung in der Kiefergelenksregion und Wiederherstellung der Kaufunktion ermöglicht werden.

Je näher die Adaptation der Bruchfragmente erfolgt, desto besser verläuft die Revaskularisation und Diffusion zwischen dem vaskularisierten Knochen und dem avaskularisierten Knochenfragment. Kleine Bruchfragmente verhalten sich wie freie Knochentransplantate (Rasse 2000). Die Blutversorgung erfolgt im Bereich der Gelenkkapsel durch Endäste der Arteria (A.) carotis externa: die A. maxillaris und die A. temporalis superficialis (Boyer et al. 1964; Voy und Fuchs 1980; Bumann und Lotzmann 2000). Der Erhalt der Blutzirkulation trägt wesentlich zur Heilung und Infektionsprophylaxe im Bruchspalt bei und fordert eine möglichst atraumatische und gewebeschonende Osteosynthese (Spiessl 1988). Ein spaltfreier Kontakt der Frakturrenden nach Repositionierung und interner Fixierung ermöglicht eine primäre Knochenbruchheilung ohne vorangehende Kallusbildung im Bruchspalt (Rasse 2011).

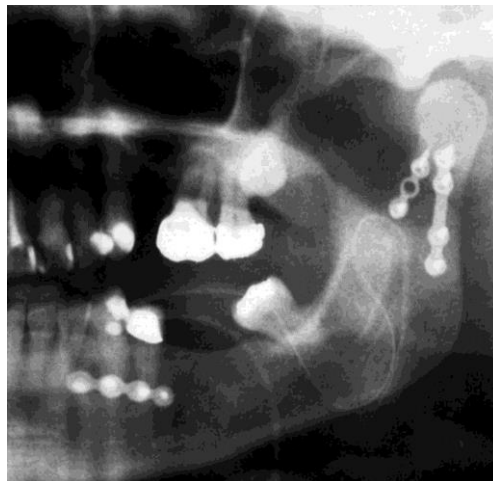
Es gibt eine breite Palette operativer Therapieverfahren. Die Wahl des Zugangsweges und des Osteosyntheseverfahrens orientiert sich an dem Schweregrad sowie der Höhe der Fraktur und variiert entsprechend der Präferenz und Fertigkeit des Chirurgen. Eine gute übersichtliche Darstellung und Manövrierbarkeit müssen gewährleistet sein.

Heute finden die Miniplattenosteosynthese, die Zugschraubenosteosynthese, die Würzburger Zugschraubenplatte als Kombination aus Zugschrauben- und Miniplattenosteosynthese sowie die Kompressionsplattenosteosynthese Anwendung.

Die Prinzipien der Miniplattenosteosynthese wurden in den 1970er-Jahren im europäischen Raum von Champy et al. auf Basis der Erfahrungen von Michelet zur Frakturbehandlung im



Gesichtsbereich eingeführt (Michelet et al. 1973; Champy et al. 1975; Luhr 2000). Die Anwendung der Miniplattenosteosynthese für den Unterkieferfortsatzbereich wurde erstmals 1980 beschrieben (Pape et al. 1980). Heutzutage ist die Miniplattenosteosynthese ein weit verbreitetes Verfahren zur operativen, übungsstabilen Versorgung der Unterkieferfortsatzfrakturen. Die Bruchfragmente werden in ihre anatomisch korrekte Position zurückgesetzt und fixiert. Zugkräfte werden durch die Miniplatten aufgenommen, während die Druckkräfte auf den Knochen übertragen werden (Ernst et al. 2004). Um Rotationsbewegungen und Ermüdungsbrüche im Frakturbereich zu vermeiden, wird empfohlen, bei der Osteosynthese am Gelenkfortsatz zwei Miniplatten einzugliedern. Eine Platte wird meist am dorsolateralen Rand des aufsteigenden Unterkieferastes angelegt. Sie wirkt dem Muskelzug des M. pterygoideus lateralis durch Zuggurtung entgegen. Im anterioren Bereich kann parallel eine weitere Platte liegen (Hammer et al. 1997; Rasse 2000). Entsprechend der Druck- und Zugbelastung im Bereich des Gelenkfortsatzes divergieren die beiden Platten nach kaudal (Rasse 2011) (Abb. 23). Bei der Eingliederung der Platte ist eine Ablösung der umliegenden Strukturen im Fragmentbereich notwendig, sodass die Blutversorgung des kleinen Fragments unterbrochen wird.



**Abb. 23:** OPG nach Osteosynthese zweier Miniplatten am Gelenkfortsatz (modifiziert nach: Rasse 2011).

Eine vollständige Ruhigstellung im Fragmentbereich lässt sich durch interfragmentäre Kompression erreichen. Eine stabile Osteosynthese ermöglicht idealerweise eine primäre Knochenbruchheilung im Fragmentbereich (Ernst et al. 2004). Funktionsstabile Osteosynthesysteme sind die Zugschraubenosteosynthese, die Würzburger Zugschraubenplatte sowie die Kompressionsplatte.

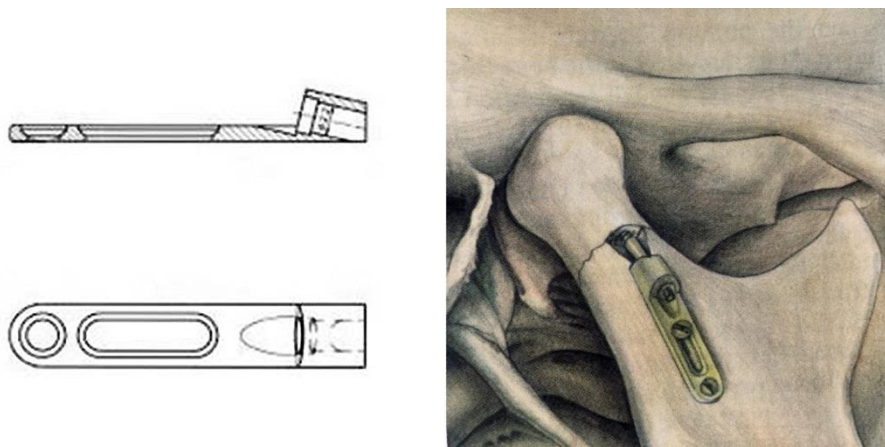
Die Zugschraubenosteosynthese ist ein breit angewandtes Osteosyntheseverfahren zur rigiden Fixierung mandibulärer Gelenkfortsatzfrakturen. Die Vorteile dessen liegen in der hohen Stabilität und der Schonung der unmittelbar benachbarten Strukturen. Die Blutversorgung der Bruchfragmente bleibt gewährleistet. Bei der Zugschraubenosteosynthese wird in der Kieferwinkelregion ein Bohrloch entlang des Ramus mandibulae präpariert und ein Bohrloch in das kleine Bruchfragment gesetzt. Eine Schraube mit Gewinde kann das Bruchfragment durch das präparierte Bohrloch greifen und fest am

Unterkiefer fixieren, sodass ein Kompressionsdruck zwischen den beiden Frakturenenden entsteht (Abb. 24). Aufgrund der individuellen transversalen Knochenstärke des Ramus mandibulae ist die Zugschraubenosteosynthese jedoch nicht immer praktikierbar.



**Abb. 24:** Zugschraubenosteosynthese nach Eckelt (Eckelt 1999).

Die Würzburger Zugschraubenplatte wurde insbesondere zur operativen Versorgung hoher Kollumfrakturen und Luxationsfrakturen entwickelt. Das Prinzip besteht aus einer Miniplatte, an deren oberen Ende sich ein abgewinkelter Führungskanal befindet (Abb. 25). Die Miniplatte wird am unteren Ende über ein kleines Loch am aufsteigenden Ast fixiert, während eine Titanschraube durch den Führungskanal in das kleine Fragment eingedreht wird. So wird eine Kompression im Bruchspalt erzielt. Die Blutversorgung bleibt im Wesentlichen erhalten und das Verfahren ist auch bei geringer Knochenstärke im Bereich des aufsteigenden Astes einsetzbar. Kontraindikationen hingegen sind Trümmerfrakturen des Unterkieferfortsatzes und intraartikuläre Kapitulumfrakturen (Eulert 2002).

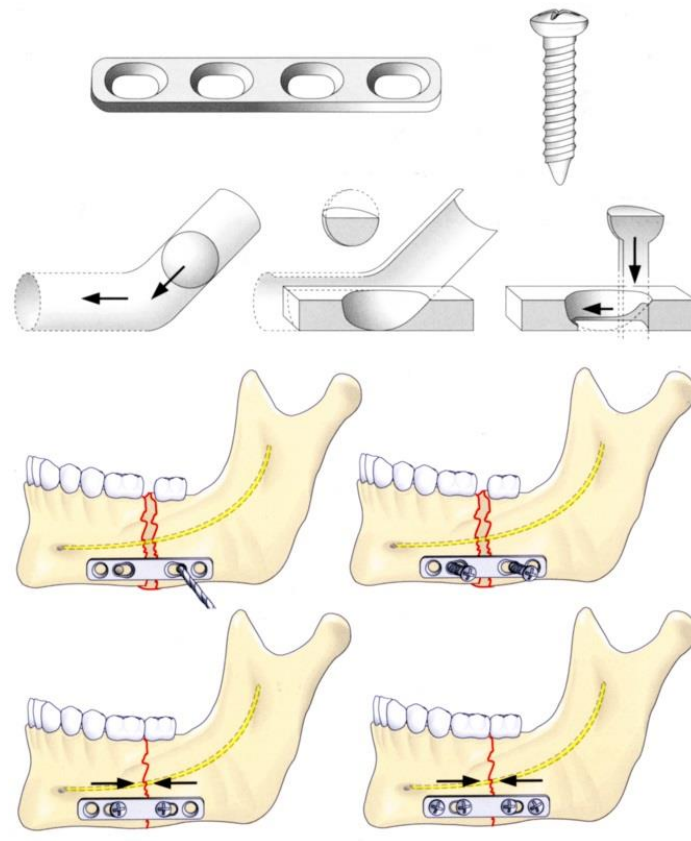


**Abb. 25:** Würzburger Zugschraubenplatte (Reuther 1999).

Im Jahr 1968 führte Luhr die Kompressionsplatte ein (Luhr 1972). Kompressionsplatten basieren auf dem physikalischen Prinzip der schiefen Ebene. Der Schraubenkopf entspricht



dabei einer Kugel, die im Schraubenloch – quasi der schiefen Ebene – gleitet. Beim Eindrehen der Schraube bewegt sich die Schraube mit dem Schraubenkopf nach unten, die Frakturrenden werden mit Kompressionsdruck zusammengeführt (Abb. 26).



**Abb. 26:** Kompressionsplattenosteosynthese (Austermann 2002).

### 1.7.3 Zugangswege zur Fraktur

Die Wahl des Zugangsweges hängt von der Höhe der Fraktur ab, vom gewählten Osteosyntheseverfahren sowie davon, ob Begleitfrakturen vorliegen oder nicht. Auch ästhetische Aspekte und die Erfahrung des Operateurs spielen eine Rolle (Manisali et al. 2003; Klatt et al. 2010). Die Hauptanforderung an den chirurgischen Zugangsweg ist, gute Sicht auf alle anatomisch relevanten Strukturen zu schaffen, um eine exakte und sichere Reposition zu ermöglichen. Der Nervus (N.) facialis muss zwingend geschont werden und die extraorale Narbe sollte aus ästhetischen Gesichtspunkten möglichst unauffällig gehalten werden (Eckelt 2000). Im Folgenden werden die häufigsten Zugangswege zum Kiefergelenk erläutert.

Der submandibuläre Zugangsweg wurde das erste Mal 1924 von Perthes erläutert (Eckelt 2000). Er eignet sich vor allem für Gelenkfortsatzbasisfrakturen und Kollumfrakturen (Schneider et al. 2007). Die Hautinzision erfolgt in der Regel etwa zwei Querfinger unterhalb des Corpus mandibulae und erstreckt sich über 40 bis 50 mm. Die Präparation erfolgt durch das subkutane Fettgewebe. Das Platysma wird unter Schonung des Ramus marginalis des N. facialis getrennt. Ein Nachteil hieran ist die große Distanz zwischen Inzision und

Frakturbereich. Durch forcierten Zug mit Wangenhaltern auf die umliegenden Weichgewebe wird zwar eine gute Übersichtlichkeit und Manövrierbarkeit gewährleistet, gleichzeitig steigt aber auch das Risiko für Schädigungen des Ramus marginalis des N. facialis (Eckelt 2000). Beim periangulären Zugang erfolgt eine ebenfalls 40 bis 50 mm lange Hautinzision, die in der ersten Hautfalte unterhalb des Angulus mandibulae durchgeführt wird. Die Fasern des Platysmas werden nach subkutaner Präparation Richtung kranial einen Zentimeter über dem Unterkieferrand durchtrennt. In diesem Bereich verlaufen auch die Rami marginalis, buccalis und colli des N. facialis. Die Nervenverläufe lassen sich mittels Neurostimulator intraoperativ identifizieren. Erst im Anschluss erfolgt die Dissektion des M. masseter. Vorteil dieses Zugangs ist die Schonung des Ramus colli des N. facialis, der für die Innervation des Platysmas verantwortlich ist, welches in den M. depressor anguli oris einstrahlt. Eine mögliche Schädigung kann mit einer Depression der Unterlippe einhergehen (Eckelt 2000; Rasse 2000)

Nachteilig am submandibulären und periangulären Zugangsweg sind neben der potenziellen Gefahr einer Nervschädigung die extraoral sichtbare Narbe sowie die eingeschränkte Übersicht, bedingt durch die Distanz zwischen Inzision und Operationsfeld. Beide Zugangswege eignen sich damit weder für die Versorgung hoher Kollumfrakturen noch diakapitulärer Frakturen.

In der vorliegenden Studie wurden daher zur operativen Versorgung der Patienten mit Kollum- und Kapitulumfrakturen im Wesentlichen der präaurikuläre und der transparotideale Zugang gewählt.

Der präaurikuläre Zugang bietet eine direkte Darstellung der Gelenkregion und eignet sich vor allem bei hohen Unterkieferfortsatzfrakturen. Er ermöglicht außerdem eine Darstellung des Discus articularis. Die Hautinzision erfolgt vertikal in einer prätragealen Hautfalte. Die Präparation auf die Gelenkkapsel erfolgt unterhalb der Faszie des M. temporalis unter sorgfältiger Schonung des N. facialis. Vorteile sind die gute Darstellung und Manövrierbarkeit sowie eine kleine postoperative Narbe.

Bei hohen Unterkieferfortsatzfrakturen bietet ebenso der transparotideale Zugang eine optimale Sicht und ist einfach anwendbar. Die Inzision beim transparotidealen Zugang verläuft vertikal über einen 20 bis 30 mm langen Schnitt, der 5 mm unterhalb des Ohrläppchens beginnt und am Hinterrand des Ramus manibulae verläuft. Direkte Sicht auf den Frakturbereich wird mittels Präparation durch die Glandula parotis und den M. masseter erreicht. Der transparotideale Zugang bietet ein sicheres Verfahren mit akzeptabler Morbidität (Downie et al. 2009). Durch minimale Verdrängung umliegender Gewebe zur Darstellung der Fraktur ist eine atraumatische Präparation möglich. Gute Übersicht und Manövrierbarkeit sind gewährleistet. Nachteilig ist allerdings die extraoral sichtbare Narbe sowie das Risiko, den N. facialis, N. auriculotemporalis sowie die Glandula parotidea zu schädigen, besonders bei Inzision in unmittelbarer Nähe zum Ohrläppchen (Klatt 2008).

Den intraoralen Zugang hat erstmals 1925 Silverman beschrieben und dieser Zugang war ursprünglich vor allem für die tiefen Unterkieferfortsatzfrakturen vorgesehen (Ellis und Dean 1993). Hierbei entfällt das Risiko einer Schädigung des N. facialis und extraoral sichtbare Narben bleiben aus. Eingeschränkte Übersicht und Manövrierbarkeit im Frakturbereich limitierten jedoch lange Zeit die breite Anwendung. Erst mit Einzug spezieller Instrumentarien

und des Operationsendoskops gewann der endoskopassistierte intraorale Zugangsweg an Bedeutung bei der Versorgung der Unterkieferfortsatzfrakturen. Neue Instrumentarien und Operationstechniken zeigen bei geschulter Anwendung, dass der endoskopgestützte intraorale Zugangsweg auch für hohe Kollum- und Kapitulumfrakturen ein sicheres und geeignetes, wenn auch zeitintensives Verfahren zur operativen Versorgung ist (Chen et al. 1999; Schön et al. 2005; Schmelzeisen et al. 2009; Kokemueller et al. 2012).

## 2. Problemstellung und Ziele

### 2.1 Problemstellung

Jede Frakturbehandlung des Unterkiefers zielt darauf, die Hart- und Weichgewebsstrukturen in normaler Okklusion und prätraumatisch korrekter Position bei physiologischem Bewegungsumfang wiederherzustellen.

Für eine lange Zeit war die konservative Therapie die einzige Versorgungsform zur Behandlung von Gelenkfortsatzfrakturen. Mit Einführung moderner Anästhesie und Narkosebehandlungen, Antibiotika und Bluttransfusionstechnik rückte die operative Frakturversorgung am Unterkieferfortsatz zunehmend in den Fokus (Uglesić et al. 1993). Fortschritte in chirurgischer Technik und der Einsatz moderner Instrumentarien haben zusätzlich dazu beigetragen, die Indikationen zur chirurgischen Therapie kontinuierlich weiter zu fassen. Mit zunehmenden Erfahrungen und technischem Fortschritt erreichen Chirurgen auf derzeitigem Stand gute Therapieerfolge bei der operativen Versorgung von beidseitigen Kollum- und Kapitulumfrakturen. Der Vergleich mit deren konservativer Therapie fällt aber weiterhin schwer: Die Fallzahlen sind zu gering. In vielfältigen Publikationen wird das Thema daher nach wie vor kontrovers diskutiert, da sowohl die operative als auch die konservative Therapie Risiken für Komplikationen bergen.

Aktuell mangelt es zudem an einer einheitlich genutzten anatomischen Klassifikation der Gelenkfortsatzregion und wissenschaftlich validierten Studien, welche die verschiedenen Behandlungsoptionen miteinander vergleichen und die Operationserfahrung des Chirurgen berücksichtigen.

Entscheidende Kriterien zur Wahl der Behandlungsmethode und prognostischen Einschätzung des Therapieergebnisses sind nach Kolk und Villarreal et al. die Frakturhöhe, der Grad und die Richtung der Fragmentverlagerung, das Patientenalter, der Gesundheitszustand sowie die Kooperationsfähigkeit des Patienten, der Zahnstatus und das Vorhandensein weiterer Frakturen im Mittelgesichtsbereich (Kolk 2002; Villarreal et al. 2004). Der konservative oder chirurgische Therapieerfolg bilateraler Kollum- und/oder Kapitulumfrakturen ist bislang kaum untersucht. Es mangelt an einer Leitlinie und standardisierten Erfassung klinischer Daten zur einheitlichen Empfehlung einer Therapieoption. Die Evidenzlage ist aufgrund der wenigen veröffentlichten Studien zu beidseitigen Unterkieferfortsatzfrakturen als unzureichend anzusehen. Eine einfache Übertragung der Publikationsergebnisse einseitiger Unterkieferfortsatzfrakturen auf die Behandlung bilateraler Frakturen ist unzulässig, da es sich um Frakturmuster verschiedenartiger Komplexität handelt. So stellen beidseitige Kollum- und Kapitulumfrakturen den Chirurgen vor eine besondere Herausforderung, da sie ein erhöhtes Risiko für Langzeitkomplikationen und Funktionsdefizite mit sich bringen (Baker et al. 1998; Banks 1998; Ellis 1998; Marker et al. 2000b; Al-Moraissi und Ellis 2015).

## **2.2 Ziele**

Die vorliegende Dissertation verfolgt im Wesentlichen zwei Ziele: Im Rahmen einer empirischen klinisch-retrospektiven Untersuchung soll ein Zusammenhang zwischen der Wahl des Therapieverfahrens und dem Behandlungsergebnis unter Erfassung möglicher Behandlungszwischenfälle und Komplikationen in der Frakturheilung hergestellt werden. Die deskriptive und statistische Analyse erfolgt anhand von Behandlungsdaten der Abteilung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des UKE.

Darauf aufbauend soll aus den erhobenen Daten ein Behandlungsalgorithmus zur Therapie von bilateralen Kollum- und/oder Kapitulumfrakturen entwickelt werden.

## **3. Material und Methode**

### **3.1 Einschlusskriterien**

Im Jahr 2005 wurde am UKE die digitale Patientenkartei eingeführt. So wurde für die vorliegende Dissertation der Zeitraum August 2005 bis Juli 2017 zur Patientenselektion festgesetzt. Spätere Fälle konnten nicht in die Untersuchungen eingeschlossen werden. In der vorliegenden klinisch-retrospektiven Studie wurden alle Patienten statistisch untersucht, die aufgrund von bilateralen Kollum- und/oder Kapitulumfrakturen des Unterkiefers am UKE in der genannten Zeit operativ oder konservativ versorgt wurden und bei denen eine vollständige Patientendokumentation vorlag. Zwischen der Behandlung und der Nachuntersuchung mussten mindestens drei Monate liegen. Patienten mit Begleitfrakturen im Mund-Kiefer-Gesichtsbereich wurden in die Untersuchung eingeschlossen.

### **3.2 Patientenkollektiv**

Mithilfe von Filtern und Suchmasken wurde eine Patientendatenbank angelegt. Mittels des OPS-Codes wurden 2458 Fälle präselektioniert, die aufgrund ein- oder beidseitiger Kollum- und/oder Kapitulumfrakturen am UKE behandelt wurden. Insgesamt 1822 Fälle wurden aufgrund von Doppel- oder Mehrfachnennungen aussortiert. Von den verbleibenden 636 Fällen hatten 263 Patienten beidseitige Kollum- und/oder Kapitulumfrakturen. Ein Patient musste wegen Versorgung in einem anderen Krankenhaus aus der Studie ausgeschlossen werden. Von den verbleibenden 262 Patientenakten boten 35 sowohl eine vollständig dokumentierte Nachuntersuchung als auch ein Nachuntersuchungsintervall von mehr als drei Monaten. Diese Fälle wurden für die Studie selektiert.

Die Patienten waren durchschnittlich 39 Jahre alt. Sie wurden konservativ mittels einer MMF oder operativ über ORIF versorgt. Die MMF erfolgte mittels DBKS, IMF-Schrauben oder Prothesenfixierung am Kiefer durch Osteosyntheschrauben. Zur Behandlung der operativ versorgten Patienten wurde ein ein- oder beidseitiger präaurikularer oder/und transparotidealer Zugangsweg zum Kiefergelenk gewählt, bei einem Patienten erfolgte ein intraoraler und transbukkaler Zugang. Die Frakturrenden wurden mittels einer starren Fixierung über Osteosyntheseplatten oder -schrauben anatomisch reponiert.

Die Nachuntersuchung fand durchschnittlich 10,1 Monate nach der Traumaversorgung statt.

### **3.3 Datenerfassung**

Die Daten wurden aus den digitalen Patientenkarteien der Softwareprogramme Soarian, Evident und Opdis/Ordis gewonnen und zum Teil anhand von Papierakten aus dem Archiv ergänzt. Die Daten wurden in einer Excel-Datenbank (Excel 2010, 14.0, Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA) anonymisiert und anhand eines Nummerncodes erfasst.

### 3.4 Untersuchungen

Die Karteikartenanalyse erfolgte durch die Verfasserin der Dissertation. Nach der Identifizierung des Patientenguts wurden im Weiteren die personenbezogenen und anamnestischen Daten wie Patientenalter, Geschlecht und Frakturursache erhoben. Darüber hinaus wurden die Behandlungsmethode sowie die Dauer des Nachuntersuchungszeitraums dokumentiert. Anhand von Operationsberichten und vorliegender röntgenologischer Bildgebung wurden Begleitfrakturen, Frakturhöhe und -schweregrad bestimmt und der Zugangsweg zur Fraktur sowie die verschiedenen Osteosyntheseverfahren, Art und Dauer der IMF sowie die Zahl der Stützzonen erfasst. Die Einteilung der Unterkieferfortsatzfrakturen erfolgte entsprechend der Einteilung von Neff et al. je nach Frakturhöhe in Kollum- oder Kapitulumfrakturen (Neff et al. 2014b). Der Schweregrad der Fraktur wurde in vier Grade eingeteilt (Tab. 4).

**Tab. 4:** Schweregrad der Kollum- und/oder Kapitulumfraktur.

<b>Schweregrad der Fraktur</b>	
0	Keine Verlagerung
1	Geringgradig verlagert
2	Verlagert
3	Trümmerfraktur

Anschließend wurden die klinischen Parameter zum Behandlungsabschluss auf Basis der dokumentierten Nachuntersuchung beurteilt. Die MMO, der Okklusionsbefund und potenzielle Schmerzen im Kiefergelenk wurden erfasst. Operativ versorgte Patienten wurden zusätzlich auf Fazialisschädigungen, Wundinfektionen und Osteosyntheseversagen untersucht. Behandlungszwischenfälle bei konservativ und operativ versorgten Patienten, die während der Operation oder im Nachuntersuchungszeitraum auftraten, wurden ebenfalls aufgezeichnet. Alle Daten wurden deskriptiv analysiert.

Zu statistischen Zwecken wurden die Daten am Institut für medizinische Biometrie und Epidemiologie (IMBE) des UKE ausgewertet. Um die Behandlungsergebnisse insgesamt zu beurteilen, wurden die Variablen MMO, Okklusionsbefund, Schmerzen im Kiefergelenk, Fazialisschädigung, Wundinfektion und Behandlungszwischenfälle der klinischen Relevanz entsprechend zu einer übergeordneten Variablen zusammengefasst. Das Gesamtbehandlungsergebnis (Overall Assessment = OA) wurde in einem ordinalen, vierstufigen Ranking entsprechend des Schweregrades der Funktionseinschränkung und/oder des Behandlungszwischenfalls klassifiziert. Die Datenanalyse erfolgte mithilfe der Statistik- und Analysesoftware SPSS (Version 24.0, IBM Corporation, New York, USA). Beide Behandlungsgruppen wurden in einer Regressionsanalyse über den UNIANOVA-Befehl in ihrem OA unter Berücksichtigung des Schweregrades der Fraktur verglichen (Tab. 5).

**Tab. 5:** Gesamtbeurteilung des Behandlungsergebnisses (OA).

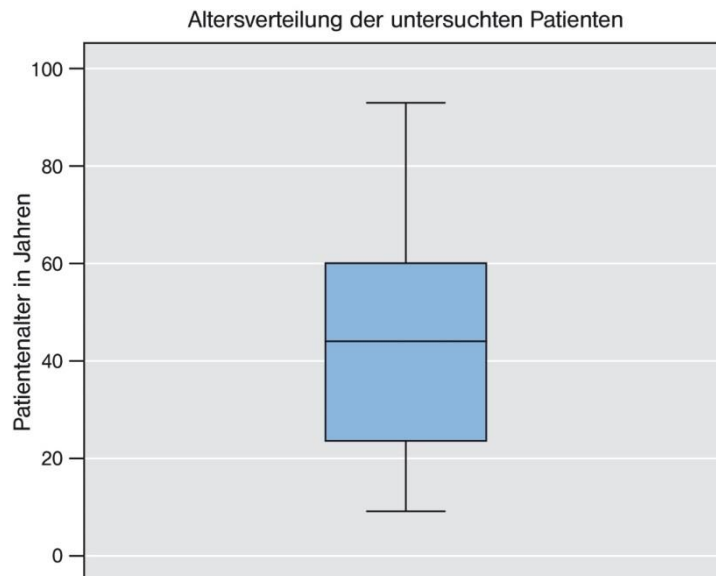
<b>Overall Assessment</b>	
0	Keine (relevante) Komplikation
1	Leichte Komplikation
2	Mittelschwere Komplikation
3	Schwere Komplikation



## 4. Befunde und Ergebnisse

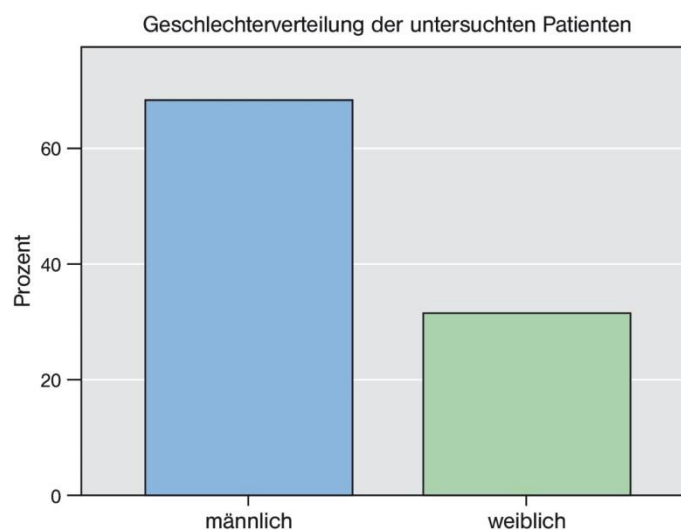
### 4.1 Statistische Auswertung des Patientenkollektivs

Für die Studie wurden 35 Patienten mit bilateralen Kollum- und/oder Kapitulumfrakturen selektiert, die sich im genannten Untersuchungszeitraum am UKE in Behandlung befanden. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 39 Jahre (Minimum 4 Jahre; Maximum 90 Jahre; Standardabweichung (SD) 23) (Abb. 27).



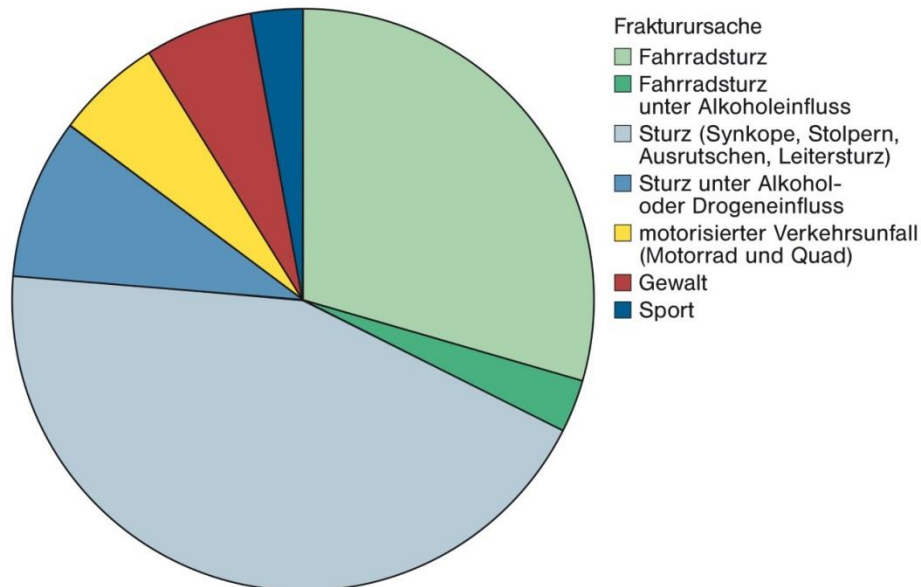
**Abb. 27:** Altersverteilung der untersuchten Patienten (n = 35).

Unter den Patienten waren 24 (69 %) Männer und elf (31 %) Frauen (Verhältnis 2,2:1) (Abb. 28).



**Abb. 28:** Geschlechterverteilung der untersuchten Patienten (n = 35).

Die häufigsten Frakturursachen waren Stürze, gefolgt von Fahrradunfällen. Ursächlich für die Stürze waren Synkopen, Stolpern, Ausrutschen sowie ein Sturz von einer Leiter. Nur wenige Patienten erlitten Frakturen infolge motorisierter Verkehrsunfälle, gewalttätiger Auseinandersetzungen oder Sportverletzungen (Abb. 29).



**Abb. 29:** Frakturursachen der untersuchten Patienten (n = 35).

Der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum der Patienten betrug 10,1 Monate (Minimum 3,1; Maximum 31,5; SD 7,4).

Neun Patienten mit 18 Frakturen wurden konservativ versorgt. Unter den Frakturen waren elf Kollumfrakturen und sieben Kapitulumfrakturen.

Einer der Patienten wies bei Erstvorstellung beidseitig verlagerte Frakturen auf, wohingegen unter den übrigen konservativ versorgten Patienten nicht- bis leicht verlagerte Frakturen diagnostiziert wurden.

Bei sechs der neun Patienten zeigten sich weitere Frakturen der Mandibula. Bei keinem der Patienten lagen weitere Frakturen im Mund-, Kiefer-, Gesichtsbereich vor.

Unter den 26 operativ versorgten Patienten mit 52 Unterkieferfortsatzfrakturen gab es 30 Kollumfrakturen und 22 Kapitulumfrakturen.

Zwei Patienten wiesen bilateral leicht verlagerte Frakturen auf, wohingegen die übrigen 24 operierten Patienten bei der Erstvorstellung an verlagerten Frakturen oder Trümmerfrakturen litten.

Begleitfrakturen im Mund-, Kiefer-, Gesichtsbereich hatten 14 Patienten. Davon betrafen acht Frakturen isoliert die Mandibula, vier Frakturen sowohl die Mandibula als auch weitere maxillofaziale Frakturen und zwei Patienten hatten Begleitfrakturen im Kopfbereich außerhalb der Mandibula.

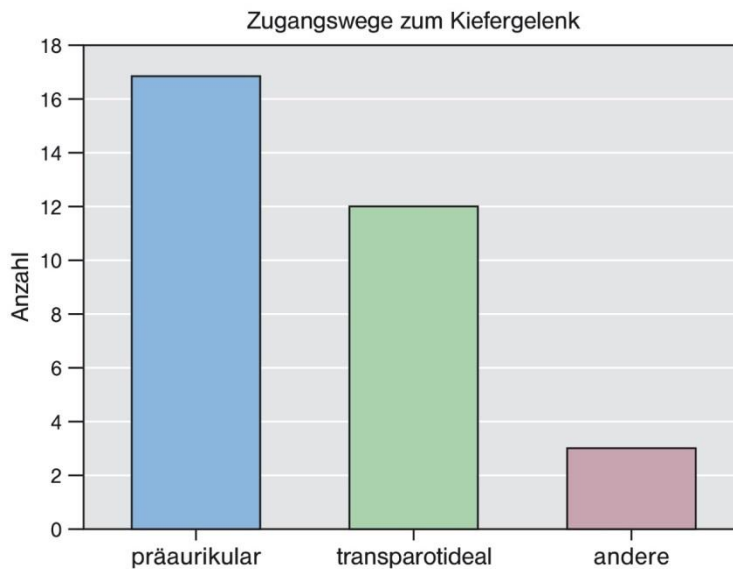
Die Verteilung von Alter, Geschlecht, Begleitfrakturen, Behandlungsmethode, Höhe und Schweregrad der Fraktur aller untersuchten Patienten zeigt Tab. 6.

Tab. 6: Übersicht über das Patientenkollektiv.

Nr.	Alter	Geschlecht	Begleitfrakturen	Ther.	Fx#._R	Fx#._L	Schweregr.
1	11	M	Non	K	Koll.	Koll.	Ndisl.
2	11	W	Man.	K	Koll.	Koll.	Ndisl.
3	4	M	Non	K	Kap.	Kap.	Ldisl.
4	17	M	Man.	K	Koll.	Koll.	Ndisl.
5	28	M	Man.	K	Kap.	Kap.	Ndisl.
6	15	M	Man.	K	Kap.	Kap.	Ndisl.
7	26	M	Man.	K	Koll.	Koll.	Ndisl.
8	14	M	Man.	K	Koll.	Koll.	Ldisl.
9	60	M	Non	K	Koll.	Kap.	Disl.
10	44	M	Non	O	Kap.	Kap.	Ldisl.
11	26	M	Non	O	Koll.	Koll.	Disl.
12	14	M	Non	O	Koll.	Koll.	Trümm.
13	65	W	Max.-F., Man.	O	Kap.	Kap.	Trümm.
14	27	M	Max.-F., Man.	O	Kap.	Koll.	Disl.
15	28	W	Man.	O	Koll.	Koll.	Disl.
16	36	W	Man.	O	Koll.	Koll.	Disl.
17	46	M	Man.	O	Koll.	Koll.	Disl.
18	63	W	Non	O	Koll.	Koll.	Disl.
19	49	W	Man.	O	Kap.	Koll.	Disl.
20	42	M	Non	O	Kap.	Kap.	Disl.
21	90	W	Max.-F., Man.	O	Kap.	Kap.	Ldisl.
22	49	M	Man.	O	Koll.	Koll.	Disl.
23	52	M	Man.	O	Koll.	Koll.	Disl.
24	66	M	Non	O	Koll.	Koll.	Trümm.
25	19	M	Man.	O	Kap.	Kap.	Disl.
26	15	M	Non	O	Koll.	Koll.	Disl.
27	66	W	Non	O	Koll.	Koll.	Trümm.
28	61	M	Non	O	Kap.	Koll.	Disl.
29	47	M	Max.-F.	O	Koll.	Koll.	Disl.
30	43	M	Man.	O	Kap.	Koll.	Disl.
31	42	W	Non	O	Kap.	Kap.	Disl.
32	16	M	Non	O	Kap.	Kap.	Disl.
33	85	M	Non	O	Kap.	Koll.	Disl.
34	21	W	Max.-F., Man.	O	Kap.	Kap.	Trümm.
35	73	W	Max.-F.	O	Koll.	Kap.	Disl.

**Abkürzungen:** Nr., Patientenummer; M, männlich; W, weiblich; Man., Begleitfraktur(en) der Mandibula; Max.-F., weitere maxillofaziale Fraktur(en), ohne Mandibula; Max.-F., Man., weitere maxillofaziale und mandibuläre Fraktur(en); Ther., Therapieverfahren; K, konservative Therapie; O, operative Therapie; Fx#.\_R, Frakturhöhe rechts; Fx#.\_L, Frakturhöhe links; Koll., Kollum; Kap., Kapitulum; Schweregr., Schweregrad der Fraktur; Ndisl., nicht disloziert; Ldisl., leicht disloziert; Disl., disloziert; Trümm., Trümmerfraktur.

Von den 26 chirurgisch versorgten Patienten wurden sechs Patienten bilateral und 20 unilateral operiert. 53 % aller operativ versorgten Kollum- und/oder Kapitulumfrakturen wurden über einen präaurikulären Zugangsweg repositioniert und osteosynthetisch fixiert. 38 % aller operierten Frakturen wurden über einen transparotidealen Zugangsweg versorgt. Zwei Frakturen wurden über einen kombiniert präaurikulär-transparotidealen Zugangsweg versorgt. In einem Fall wurde ein intraoral-transbukkaler Zugangsweg gewählt (Abb. 30).



**Abb. 30:** Zugangswege zum Kiefergelenk (n = 26).

#### 4.2 Deskriptive Statistik der konservativ versorgten Patienten

Eine vollständige Restitutio ad integrum zeigte sich bei acht (88,9 %) von neun konservativ versorgten Patienten bei der Abschlussuntersuchung. Ein konservativ behandelter jugendlicher Patient entwickelte eine leichte Dysokklusion und wies eine eingeschränkte Mundöffnung auf. Dieser Patient wurde in der Folge zwecks vollständiger Genesung physiotherapeutisch und kieferorthopädisch behandelt. Einer (11,1 %) von neun Patienten litt an Schmerzen im Kiefergelenk bei vollständiger Mundöffnung. Die weitere Diagnostik zeigte bei diesem Patienten linksseitig ein nach anterior verlagertes Kapitulum. Das Behandlungsergebnis der konservativ versorgten Patienten anhand der klinischen Parameter ist in Tab. 7 abgebildet.

**Tab. 7:** Behandlungsergebnis der konservativ versorgten Patienten.

Nr.	MMO	Dys.	S_KG
<b>Patient mit funktioneller Genesung</b>			
1	Uneingeschränkt	Nein	Nein
2	Uneingeschränkt	Nein	Nein
3	Uneingeschränkt	Nein	Nein
4	Uneingeschränkt	Nein	Nein

5	Uneingeschränkt	Nein	Nein
6	Uneingeschränkt	Nein	Nein
7	Uneingeschränkt	Nein	Nein
8	Eingeschränkt	Leichte Dys.	Nein
<i>Patient mit funktionellem Defizit</i>			
9	<i>Uneingeschränkt</i>	<i>Nein</i>	<i>Schmerzen bei MMO</i>

**Abkürzungen:** Nr., Patientenummer; MMO, maximale Mundöffnung; MMO uneingeschränkt: MMO  $\geq$  41 mm; MMO eingeschränkt: MMO  $<$  41 mm; Dys.; Dysokklusion; S\_KG, Schmerzen in der Kiefergelenksregion.

### 4.3 Deskriptive Statistik der operativ versorgten Patienten

Unter den 26 operierten Patienten zeigten 21 (80,8 %) der Patienten ein zufriedenstellendes Behandlungsergebnis mit vollständiger Wiederherstellung der Kiefergelenks- und Kaufunktion bei Schmerzfreiheit.

Fünf (19,2 %) von 26 Patienten stellten sich erneut in der Poliklinik aufgrund persistierender Funktionseinschränkung und/oder Schmerzen vor.

Vier (15,4 %) Patienten zeigten zum Ende der Nachuntersuchungsperiode noch eine leichte Mundöffnungseinschränkung und zwei (7,7 %) der Patienten eine mittlere Mundöffnungseinschränkung. Da der prätraumatische Zustand dieser Patienten unbekannt ist und die Einschränkung die Kaufunktion der Patienten nicht beeinflusste, wurden diese Patienten in vorliegender Analyse in Bezug auf die MMO als vollständig geheilt eingestuft.

Eine (3,8 %) Patientin entwickelte eine Dysokklusion mit Retrognathie und Verlust in der vertikalen Dimension. Eine bilaterale sagittale Split-Osteotomie (BSSO), Kieferorthopädie und Physiotherapie waren indiziert und wurden der Patientin empfohlen. Eine mögliche Genesung dieser Patientin ist aufgrund fehlender Daten über den weiteren Behandlungsverlauf unbekannt.

Bei vier (15,4 %) der Patienten wurde eine temporäre Fazialisschwäche diagnostiziert, die innerhalb des Nachuntersuchungszeitraums vollständig rückläufig war.

Eine (3,8 %) weitere Patientin stellte sich mit einer Fazialisschwäche vor, die drei Monate nach der Operation fortbestand. Eine mögliche Ausheilung zu einem späteren Zeitpunkt ist aufgrund des kurzen Nachuntersuchungszeitraums ungewiss.

Zwei (7,7 %) der Patienten litten an Wundinfektionen. Beide wurden erfolgreich mittels oraler Antibiotikagabe behandelt.

Schmerzen im Kiefergelenk traten bei drei (11,5 %) der Patienten infolge unvollständiger Ossifikation auf. In einem Fall zeigten radiologische Untersuchungen Teilnekrosen des Knochens. Bei einem anderen Patienten wurde eine Resorption und Abflachung des Kondylus diagnostiziert. Der dritte Patient stellte sich mit Fragmentverlagerung, fraglicher Sklerose und Pseudarthrose sowie einer eingeschränkten MMO vor. Alle drei Patienten wurden physiotherapeutisch weiterbehandelt.

Aufgrund sekundärer Dislokation wurde bei zwei (7,7 %) Patienten eine Revisionsoperation durchgeführt. Eine vollständige Regeneration wurde bei beiden Patienten mittels Entfernung des Osteosynthesematerials und folgender IMF erreicht.

Bei zwei (7,7 %) Patienten musste aufgrund von gelockertem Osteosynthesematerial das Metall entfernt werden. Eine folgende IMF war jeweils nicht notwendig.

Die Details der Behandlungsergebnisse der operierten Patienten anhand der klinischen Parameter sind in Tab. 8 aufgeführt.

**Tab. 8:** Behandlungsergebnis der operierten Patienten.

Nr.	MMO	Dys.	Faz.	Wu.-Inf.	S_KG	OS-Vers.
<b>Patient mit funktioneller Genesung</b>						
10	Uneingeschränkt	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
11	Uneingeschränkt	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
12	Uneingeschränkt	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
13	Leicht-ingesch.	Nein	Temp.	Nein	Nein	Nein
14	Uneingeschränkt	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
15	Leicht-ingesch.	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
16	Uneingeschränkt	Nein	Temp.	Nein	Nein	Nein
17	Uneingeschränkt	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
18	Uneingeschränkt	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein
19	Uneingeschränkt	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
20	Uneingeschränkt	Nein	Nein	Nein	Nein	Lock.
21	Uneingeschränkt	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
22	Uneingeschränkt	Nein	Nein	Nein	Nein	Lock.
23	Uneingeschränkt	Nein	Nein	Nein	Nein	Sek. Disl.
24	Uneingeschränkt	Nein	Nein	Nein	Nein	Sek. Disl.
25	Uneingeschränkt	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
26	Uneingeschränkt	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
27	Uneingeschränkt	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
28	Uneingeschränkt	Nein	Nein	Non	Nein	Nein
29	Uneingeschränkt	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
30	Mod.-ingesch.	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
<b>Patient mit funktionellem Defizit</b>						
31	Uneingeschränkt	Nein	Temp.	Ja	Schmerz	Nein
32	Leicht-ingesch.	Nein	Temp.	Nein	Schmerz	Nein
33	Mod.-ingesch.	Nein	Nein	Nein	Schmerz	Nein
34	Leicht-ingesch.	Retrogn.	Nein	Nein	Nein	Nein
35	Uneingeschränkt	Nein	Faz.-P.	Nein	Nein	Nein

**Abkürzungen:** Nr., Patientenummer; MMO, maximale Mundöffnung; Uneingeschränkt, MMO uneingeschränkt: MMO  $\geq$  41 mm; Leicht-ingesch., MMO leicht eingeschränkt: MMO  $\geq$  35 mm und  $<$  41 mm; Mod.-ingesch., MMO moderat eingeschränkt: MMO  $\geq$  30 mm und  $<$  35 mm; Dys., Dysokklusion; Retrogn., Retrognathie; Faz., Fazialisschwäche; Temp., temporäre Fazialisschwäche; Faz.-P., Fazialisparese; Wu.-Inf., Wundinfektion; S\_KG, Schmerzen in der Kiefergelenksregion; OS-Vers., Osteosyntheseversagen; Lock., Lockerung; Sek. Disl., Sekundäre Dislokation.

#### 4.4 Statistische Evaluation des Gesamtbehandlungsergebnisses

Um die Behandlungsergebnisse insgesamt zu beurteilen, wurden ergänzend zu den klinischen Parametern Zwischenfälle während der Behandlung und im Nachuntersuchungszeitraum erfasst und eingeteilt. Anhand von Tab. 9 lässt sich die Graduierung der Behandlungszwischenfälle (BZF) nachvollziehen (Stufe 0 = kein oder vernachlässigbarer Zwischenfall bis Stufe 3 = schwerer Zwischenfall).

Die klinischen Parameter MMO-Einschränkung, Dysokklusion, Fazialisschwäche, Wundinfektion und Schmerz im Kiefergelenk wurden ebenfalls entsprechend ihres Schweregrades eingeteilt und zusammen mit den Behandlungszwischenfällen, der klinischen Relevanz entsprechend, zu einer Variablen zusammengefasst. Unter Berücksichtigung aller Parameter ergibt sich für jeden einzelnen Patienten die Gesamtbeurteilung des Behandlungsergebnisses (OA) unter Erfassung aller gegebenenfalls auftretenden Komplikationen (0= keine (relevante) Komplikation, 1 = leichte Komplikation, 2 = mittelschwere Komplikation, 3 = schwere Komplikation). Das Ergebnis des OA ist ebenfalls in Tab. 9 dargestellt.

**Tab. 9:** Detailbeschreibung der Behandlungszwischenfälle und OA.

Nr.	Ther.	BZF	Details des BZFs	OA
1	K	0	–	0
2	K	0	–	0
3	K	0	–	0
4	K	0	–	0
5	K	0	–	0
6	K	0	–	0
7	K	0	–	0
8	K	0	Leichte Dysokklusion, die sich kieferorthopädisch korrigieren lässt	1
9	K	3	Linksseitiges Kapitulum ist in einer anterior gekippten Position eingeheilt	3
10	O	0	–	0
11	O	0	o.s.R.: Abtragung einer exostoseartigen Aufwulstung über einer Osteosyntheseschraube bei der Metallentfernung und Belassen dieser Schraube	0
12	O	0	–	0
13	O	1	Rechtsseitig keine vollständige Verknöcherung im Kiefergelenk bei zufriedenstellender Position	2
14	O	0	–	0
15	O	1	Vor der Metallentfernung eingeschränkte MMO, Schmerzen und Knacken in der Kiefergelenksregion	1

16	O	1	Druckgefühl im linken Kollum vor der Metallentfernung	2
17	O	0	–	0
18	O	1	Speichelfistel nach vier Monaten, Trigemini-neuralgie links (fraglich, ob diese auf die Operation zurückzuführen ist), gustatorisches Schwitzen präaurikulär links	1
19	O	0	–	0
20	O	1	Gelockertes Osteosynthesematerial	1
21	O	0	–	0
22	O	1	Gelockertes Osteosynthesematerial	1
23	O	3	Beidseitiger Materialbruch, Colla mandibulae beidseits nach medial abgeknickt, Entfernung des Osteosynthesematerials in einer Revisions-Operation mit Anlegen einer MMF	3
24	O	1	Deutliche Parotisschwellung, sekundäre Dislokation der linksseitigen Fraktur nach erneutem Sturz aufs Kinn, Revisions-OP linker Seite zur Metallentfernung und Anlegen von IMF-Schrauben	1
25	O	0	–	0
26	O	0	Schmerzen bei der Laterotrusion vor der Metallentfernung	1
27	O	0	–	0
28	O	0	o. s. R.: Patient hat das Gefühl links zuerst aufzubeißen, Okklusion und klinische Funktionsanalyse unauffällig	0
29	O	0	o. s. R.: frontal offener Biss, Frühkontakt rechts, der prothetisch korrigiert werden kann, die Prothetik war bereits vor dem Unfall geplant	0
30	O	0	o. s. R.: gelegentlich rechtsseitig leichtes Ziehen präaurikular, das den Patienten aber nicht einschränkt	1
31	O	2	Beidseits zu lange Kapitulumschrauben, diese wurden in einer Revisionsoperation durch kürzere Schrauben ersetzt	2
32	O	2	Abflachung und Resorption	2
33	O	2	Dislokation des rechtsseitigen Fragments, linksseitig fragliche Sklerose und Pseudarthrose	2
34	O	3	Linksseitig deutliche Höhenreduktion mit deutlich degenerativen Veränderungen, präoperativ anderer Profilverlauf	3
35	O	3	Intraoperativ bei der Metallentfernung deutlich	3



---

alterierter/entzündeter Aspekt, Entfernung von  
Granulationsgewebe, Anlegen von IMF  
Schrauben

---

**Abkürzungen: Nr., Patientenummer; Ther., Therapieverfahren; K, konservative Therapie; O, operative Therapie BZF, Behandlungszwischenfall 0 = kein oder vernachlässigbarer BZF, 1 = leichter BZF, 2 = mittlerer BZF, 3 = schwerer BZF; o. s. R., ohne statistische Relevanz, vernachlässigbar; OA, Overall Assessment = Gesamtbewertung von MMO, Okklusion, N. Facialis, Wundinfektion, Schmerzen in der Kiefergelenksregion, Behandlungszwischenfall, 0 = keine (relevante) Komplikation, 1 = leichte Komplikation, 2 = mittelschwere Komplikation, 3 = schwere Komplikation.**

Die statistische Auswertung mittels an den Schweregrad der Fraktur adjustierter Regressionsanalyse zeigt, dass operierte Patienten eine signifikant bessere OA im Vergleich zu konservativ behandelten Patienten zeigen ( $p = 0,042$ , 95 % Konfidenzintervall  $-1,850$  bis  $-0,034$ , Mittlere Differenz  $-0,942$ ). Während die konservativ versorgten Patienten im Rahmen der Regressionsanalyse unter leichten bis mittelschweren Funktionseinschränkungen und Behandlungszwischenfällen litten (Mittelwert OA 1,56; SD 0,36), zeigten operierte Patienten keine beziehungsweise vernachlässigbare bis leichte Komplikationen (Mittelwert OA 0,62; SD 0,18).

## 5. Diskussion

### 5.1 Hintergrund der Untersuchungen

Indikationen zur operativen Versorgung von Unterkieferfortsatzfrakturen wurden früher aufgrund des Komplikationsrisikos, begrenzter technischer Möglichkeiten sowie der äußerlich sichtbaren Narbe recht eng gestellt. Dies ist auf die begrenzten Operationstechniken und -materialien zurückzuführen, die zunächst zur Verfügung standen (Zide und Kent 1983). In der Geschichte der Versorgung von Kollum- und Kapitulumfrakturen sind kontinuierlicher Fortschritt und Modernisierung zu verzeichnen: Stetige Entwicklungen sowohl in den Operationstechniken als auch dem Instrumentarium, neue Osteosynthesysteme und moderne Bildgebungsverfahren haben die operative Versorgung der Unterkieferfortsatzfrakturen zunehmend in den Fokus gerückt.

Eine Osteosynthese am Kollum und Kapitulum des Unterkiefers kann heute präzise, gewebeschonend und mit geringen Komplikationen erfolgen. Insbesondere bei komplexen, verlagerten Frakturen lassen sich – verglichen mit der nicht-chirurgischen Therapie – äußerst zufriedenstellende Behandlungsergebnisse mittels moderner, präziser operativer Behandlungstechniken erzielen.

Die Behandlung bilateraler Unterkieferfortsatzfrakturen ist wesentlich anspruchsvoller als diejenige einseitiger Frakturen des Gelenkfortsatzes (Ellis und Throckmorton 2005). Bilaterale Kollum- und Kapitulumfrakturen gehen häufig mit vertikalem Höhenverlust des aufsteigenden Unterkieferastes einher (Zachariades et al. 2006). Fehlende Stabilität und Abstützung in beiden Kiefergelenken machen es deutlich anspruchsvoller und schwieriger, dieses Frakturschema zu behandeln als einseitige Traumata (Al-Moraissi und Ellis 2015). Bilaterale Kollum- und Kapitulumfrakturen sind mit massiven Umbauprozessen im mastikatorischen und stomatognathen System assoziiert. Eine nicht-operative Behandlung dieses Frakturschemas birgt aufgrund umfangreicher unkontrollierter körpereigener Anpassungsprozesse das Risiko für starke Veränderungen. Bedeutende funktionelle und ästhetische Defizite sowie Langzeitkomplikationen und Spätschäden können die Folge sein. Durch die operative Frakturversorgung reduzieren sich die körpereigenen Adaptationsprozesse und es werden bessere funktionelle Ergebnisse erzielt. In Fällen dislozierter bilateraler Unterkieferfortsatzfrakturen ist eine Operation mit ORIF zu bevorzugen (Hammer et al. 1997; Ellis 2000; Marker et al. 2000b; Schoen et al. 2008; Gupta et al. 2012; Hackenberg et al. 2014).

Aufgrund potenzieller Komplikationen und Risiken im Zuge einer Operation – etwa der möglichen Schädigung des N. facialis, Ischämie des proximalen Fraktursegments, Infektionen und Narbenbildungen – bleibt die Therapie beidseitiger Unterkieferfortsatzfrakturen dennoch ein kontrovers diskutiertes Thema.

Ein konservativer Behandlungsansatz ohne operative Eröffnung der Kiefergelenksregion kann bei Infrakturen und nicht verlagerten Unterkieferfortsatzfrakturen gewählt werden. Das geschlossene Vorgehen fordert indes intensive Überwachung des Heilungsverlaufs, eine konsequente postoperative Funktionstherapie und adäquate patientenseitige Kooperation (Walker 1994; Ellis 2000). Frühfunktionelle Bewegungen und Mobilisierung in den

Kiefergelenken sind hierbei die wesentlichen Voraussetzungen für eine vollständige Genesung, die Rehabilitation der Okklusion sowie den Erhalt der Gesichtssymmetrie, Stabilität und Schmerzfreiheit in der Kiefergelenksregion.

In der aktuellen Literatur zur Versorgung bilateraler Unterkieferfortsatzfrakturen gibt es hierzu jedoch nur wenige Publikationen. Im Wesentlichen berichten bislang sieben Publikationen mit klinischen Studien konkret über Patienten mit bilateralen Unterkieferfortsatzfrakturen (Newman 1998; Ishihama et al. 2007; Schoen et al. 2008; Chen et al. 2011; Singh et al. 2012; Forouzanfar et al. 2013; Ho et al. 2015). In der aktuellen Wissenschaft mangelt es zudem an evidenter Darlegung eines Zusammenhangs zwischen dem praktizierten Therapieverfahren und dem resultierenden Behandlungsergebnis.

Die vorliegende Arbeit präsentiert die Ergebnisse einer Nachuntersuchung von 35 Patienten. Die Fallzahlen anderer Studien, die die Behandlungsergebnisse bilateraler Unterkieferfortsatzfrakturen nachuntersuchten, liegen im Durchschnitt bei knapp 40 Patienten (Newman 1998; Marker et al. 2000a, 2000b; Ishihama et al. 2007; Schoen et al. 2008; Chen et al. 2011; Singh et al. 2012; Forouzanfar et al. 2013; Ho et al. 2015).

## 5.2 Epidemiologische Daten

Die Patienten des untersuchten Kollektivs waren durchschnittlich etwas älter als in der einschlägigen Literatur. Das Durchschnittsalter aller untersuchten Patienten in dieser Studie betrug 39 Jahre zum Zeitpunkt der Erstvorstellung. Der jüngste Patient war vier Jahre und der Älteste 90 Jahre alt. Charakteristischerweise treten Unterkieferfortsatzfrakturen am häufigsten bei Zwanzig- bis Vierzigjährigen auf (Silvennoinen et al. 1992; Joos und Kleinheinz 1998; Umstadt et al. 2000; Eulert 2002; van den Bergh et al. 2012).

Bei den Geschlechtern zeigt sich in vorliegender Studie eine Verteilung von 69 % Männern zu 31 % Frauen. Ähnliche Werte finden sich bei diversen anderen Autoren. Studienübergreifend ist im mitteleuropäischen Raum eine Geschlechterverteilung bei Unterkieferfortsatzfrakturen von zwei Dritteln Männern zu einem Drittel Frauen zu verzeichnen (Eckelt und Hlawitschka 1999; Marker et al. 2000b; Depprich et al. 2007).

In mehr als der Hälfte der Fälle wurde in vorliegender Studie ein Sturz als Frakturursache angegeben. Bei vier Patienten ereignete sich der Sturz unter dem Einfluss von Alkohol oder Drogen. In mehr als 30 % der Fälle waren Fahrradunfälle ursächlich, davon zwei im alkoholisierten Zustand. Nur wenige Patienten erlitten eine bilaterale Kollum- und/oder Kapitulumfraktur infolge von Gewalt, Sportverletzungen oder durch Unfälle im motorisierten Verkehr.

Diese Ergebnisse sind vergleichbar mit den Untersuchungen von Forouzanfar et al. und Newman: In den Untersuchungen von Forouzanfar et al. sind Fahrradunfälle (47 %) und Stürze (28 %) die Hauptursache für bilaterale Unterkieferfortsatzfrakturen. Bei Newman sind es Stürze (52 %), gefolgt von Straßenverkehrsunfällen (33 %). Gewaltdelikte und Sportverletzungen spielen bei beiden Autoren ebenfalls eine untergeordnete Rolle (Newman 1998; Forouzanfar et al. 2013).

Die Frakturursachen in anderen Studien divergieren teilweise. Singh et al. geben in ihren Untersuchungen in Haryana, Indien, Straßenverkehrsunfälle mit einem Anteil von 65 % als Hauptursache an, gefolgt von gewalttätigen Auseinandersetzungen, die in 20 % aller Fälle

ursächlich für die Unterkieferfortsatzfraktur waren. Stürze waren lediglich in 12 % der Fälle verantwortlich (Singh et al. 2012). Beim Patientenkollektiv von Ho et al. in Taiwan machen die Verkehrsunfälle sogar einen Anteil von über zwei Dritteln aus (Ho et al. 2015).

Eine mögliche Erklärung für diese Unterschiede liegt in der geografischen Verteilung der Patientenkollektive: Während im europäischen Raum vermehrt Stürze eine Ursache für bilaterale Unterkieferfortsatzfrakturen darstellen, dominieren im asiatischen Raum die Straßenverkehrsunfälle infolge der niedrigeren Sicherheitsstandards der Fahrzeuge, einer höheren Verkehrsdichte, einer größeren Risikobereitschaft im Straßenverkehr sowie weniger strengen Verkehrskontrollen. Die hohe Zahl an Gewalttaten bei den Frakturursachen bilateraler Unterkieferfortsatzfrakturen in den Untersuchungen von Singh et al. lassen sich durch die höhere Kriminalitätsrate in Indien verglichen mit Mitteleuropa erklären.

Initiale maxillofaziale Begleitfrakturen zeigten sich bei 57 % aller Patienten der vorliegenden Studie. Das frequente Auftreten von Begleitfrakturen bei bilateralen Unterkieferfortsatzfrakturen ist auf die enormen Kräfte zurückzuführen, die während des Unfalls wirken. Bei Newman lag der Anteil an Begleitfrakturen der Mandibula bei 49 % (Newman 1998). In anderen Studien lag die Prävalenz assoziierter Frakturen der Mandibula bei bilateralen Unterkieferfortsatzfrakturen mit Inzidenzen von über 70 % wesentlich höher (Marker et al. 2000b; Ishihama et al. 2007; Schoen et al. 2008; Chen et al. 2011; Singh et al. 2012; Forouzanfar et al. 2013; Ho et al. 2015).

In vorliegendem Patientenkollektiv zeigten acht Patienten der konservativen Gruppe initial nicht- bis leicht verlagerte Frakturen. Ein konservativ versorgter Patient hatte bei der Erstvorstellung bilateral verlagerte Frakturen. Bei den operierten Patienten hingegen überwog die Zahl schwerwiegender dislozierter Frakturen und Trümmerfrakturen in der prätherapeutischen Diagnostik. Lediglich zwei der operierten Patienten zeigten initial leicht verlagerte bilaterale Kollum- und/oder Kapitulumfrakturen.

In anderen Studien zu bilateralen Unterkieferfortsatzfrakturen ist der Schweregrad der Frakturverlagerung nicht explizit differenziert zwischen operativ und konservativ versorgten Patienten. Bei Newman lag der Anteil aller Patienten mit nicht verlagerten Frakturen bei 46 %, bei Ishihama et al. waren 37 % aller Frakturen nicht verlagert (Newman 1998; Ishihama et al. 2007).

### **5.3 Befunde und Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung vor dem Hintergrund der einschlägigen Literatur**

Die deskriptive Statistik der vorliegenden Arbeit zeigt, dass 89 % der konservativ behandelten und 81 % der operierten Patienten eine vollständige Genesung und Rehabilitation erfahren haben. 11 % der konservativ versorgten Patienten und 19 % der operativ versorgten Patienten zeigten Komplikationen verschiedenen Schweregrades innerhalb des Nachuntersuchungszeitraums. Diese Patienten wurden im Anschluss an die Frakturachsorge teils physio- und/oder kieferorthopädisch betreut.

Der Schweregrad der Frakturen bei den operierten Patienten stellte sich in der präoperativen Diagnostik in vorliegender Studie erheblich gravierender dar, verglichen mit der Frakturschwere bei den konservativ versorgten Patienten. Dies erklärt die höhere Prävalenz posttherapeutischer Komplikationen in der Gruppe der operativ versorgten Patienten.

Um dem Schweregrad der Fraktur in der statistischen Evaluation des Behandlungsergebnisses Geltung zu verschaffen, wurden die Behandlungsergebnisse der operativ und konservativ versorgten Patienten in einer Regressionsanalyse unter Berücksichtigung des Frakturschweregrades verglichen. Die Datenanalyse mithilfe der Statistik- und Analysesoftware SPSS zeigte signifikant geringere Komplikationen und harmlosere Behandlungszwischenfälle bei den operierten Patienten, wenn auch der Schweregrad der Frakturen berücksichtigt wurde. Während der Mittelwert für die operative Behandlungsgruppe keine bis leichte Komplikationen ergab, so zeigten sich für die konservativ versorgten Patienten als Mittelwert leichte bis mittelschwere Funktionseinschränkungen und Behandlungszwischenfälle ( $p = 0,042$ ).

Bei verlagerten bilateralen Unterkieferfortsatzfrakturen ist eine Operation gegenüber der geschlossenen Therapie zu bevorzugen. In Fällen nicht- bis leicht verlagert Frakturen kann ein konservatives Vorgehen eine gute funktionelle Rehabilitation und Genesung der beteiligten Gewebe bewirken.

Ähnliche Schlussfolgerungen ziehen andere Autoren aus ihren Studien zu bilateralen Unterkieferfortsatzfrakturen.

Einen erstmals kritischen Vergleich zwischen operativer und konservativer Therapie von 33 Patienten mit bilateralen Unterkieferfortsatzfrakturen hat 1998 Newman vorgelegt. Er schlussfolgerte aus seinen Daten, dass bei ein- oder beidseitiger Verlagerung der Kondylen ORIF die Therapie der Wahl sei (Newman 1998).

Schneider et al. legten in ihrer Studie das Behandlungsergebnis von 13 Patienten mit bilateral verlagerten Frakturen dar. Von diesen Patienten wurden sieben konservativ und sechs operativ versorgt. Die Patienten mit bilateralen verlagerten Gelenkfortsatzfrakturen profitierten in Bezug auf alle untersuchten Parameter (MMO, Protrusion, Laterotrusion sowie subjektive Parameter) von der ORIF. Die konservativ versorgten Patienten gaben ein höheres Schmerzlevel an und stärkere Funktionsbeeinträchtigungen waren evident (Schneider et al. 2008).

In einer retrospektiven Analyse fanden Singh et al. bei 44 Patienten mit bilateral subkondylären Unterkieferfortsatzfrakturen signifikant bessere Behandlungsergebnisse bei den 24 Patienten, die operativ versorgt wurden. In der Gruppe der 20 konservativ Versorgten wurden bei allen Unterkieferbewegungen (MMO, laterale Exkursion, Protrusion) geringere Bewegungsumfänge verglichen mit der operativen Gruppe gemessen. Darüber hinaus verdeutlichte die Auswertung der Visuellen Analogskala (VAS) ein wesentlich höheres Schmerzempfinden in der konservativen Behandlungsgruppe (Singh et al. 2012).

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Ho et al. Sie stellten in ihrer Studie das Behandlungsergebnis von 20 operativ versorgten und 18 konservativ versorgten Patienten gegenüber. Es zeichnete sich ein klarer Trend für bessere funktionelle Ergebnisse und eine bessere anatomische Reposition bei den operierten Patienten ab. Bei der Betrachtung der subjektiven Patientenzufriedenheit und der VAS waren signifikant bessere Ergebnisse bei den Operierten zu verzeichnen (Ho et al. 2015).

Schoen et al. versorgten 13 Patienten mit bilateral verlagerten Unterkieferfortsatzfrakturen operativ endoskop-assistiert. Zwölf Monate nach der Operation hatten alle Patienten eine

beschwerdefreie Kiefergelenksfunktion sowie physiologische Werte in Bezug auf MMO und Bewegungsumfang bei guter anatomischer Reposition (Schoen et al. 2008).

In eine vergleichbare Richtung weist die Studie von Chen et al. Sie untersuchten 51 Patienten mit bilateralen Gelenkfortsatzfrakturen. Drei dieser Patienten mit minimal verlagerten Frakturen wurden über eine MMF behandelt. Alle anderen Frakturen waren schwer verlagert oder luxiert und wurden mittels ORIF therapiert. Mittels ORIF wurden eine gute anatomische Reposition und adäquate funktionelle Ergebnisse bei kondylären und subkondylären bilateralen Frakturen erzielt (Chen et al. 2011).

Ishiyama et al. fokussierten ihre Studie auf den Vergleich der posttherapeutischen MMO. Sie untersuchten 37 konservativ und 18 operativ versorgte Patienten mit initial bilateralen Unterkieferfortsatzfrakturen. Die Autoren stellten keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen operativ und konservativ versorgten Patienten fest. Die Untersuchungen zeigen dennoch klare Trends: Die operierten Patienten profitierten klar von einer rigiden gegenüber einer nicht-rigiden Fixation. Diejenigen konservativ Behandelten, die Funktionsstörungen im Nachuntersuchungszeitraum zeigten, hatten prätherapeutisch häufig bilateral verlagerte Frakturen sowie Begleitfrakturen des Unterkiefers (Ishiyama et al. 2007).

Die Untersuchungen der genannten Autoren bestätigen, dass Patienten im Falle schwerwiegender verlagelter Frakturen von einer operativen Therapie mit ORIF profitieren und in morphologischer und funktioneller Hinsicht sowie im subjektiven Befinden nach ORIF besser abschneiden.

Bei der Nachuntersuchung unseres Patientenkollektivs wurde speziell die MMO, Dysokklusion, Schmerzen in der Kiefergelenksregion sowie bei den operierten Patienten Wundinfektionen, Funktionseinschränkungen des N. facialis sowie ein mögliches Osteosyntheseversagen evaluiert. Darüber hinaus wurden auftretende Behandlungszwischenfälle dokumentiert und je nach Schweregrad graduiert. Die ermittelten Werte der vorliegenden Studie ähneln den Untersuchungen anderer Autoren in der Behandlung bilateraler Unterkieferfortsatzfrakturen.

Mundöffnungseinschränkungen sind mit einer Inzidenz von 5 bis 44 % die häufigste postoperative Komplikation nach bilateralen Unterkieferfortsatzfrakturen (Marker et al. 2000b; Ishiyama et al. 2007; Chen et al. 2011; Ho et al. 2015). Nach Newman zeigen sich persistierende Mundöffnungseinschränkungen signifikant seltener bei operativer als bei konservativer Therapie (Newman 1998).

Ishiyama et al. definieren eine Mundöffnung von weniger als 40 mm als eingeschränkt. Diese Einschränkung trat bei 38 % der konservativ versorgten Patienten auf. Die Ergebnisse der operierten Patienten variierten je nach Art des angewandten Osteosyntheseverfahrens. Die elf operierten Patienten, die eine Osteosynthese mit rigider Fixation erhielten, zeigten lediglich in 27 % aller Fälle eine Mundöffnungseinschränkung. Die sieben operierten Patienten, bei denen ein nicht-rigides Osteosyntheseverfahren oder eine Kondylektomie ohne Restauration durchgeführt wurde, litten in 71 % der Fälle an einer Einschränkung der Mundöffnung (Ishiyama et al. 2007).

Ho et al. definieren eine Einschränkung der MMO ab Werten von weniger als 35 mm MMO. Diese Einschränkung zeigte sich bei 28 % der konservativ versorgten und 5 % der operativ versorgten Patienten (Ho et al. 2015).

In vorliegendem Patientenkollektiv war die MMO bei allen Patienten der konservativen Gruppe zum Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung uneingeschränkt. Unter den operativ versorgten Patienten zeigten vier (15,4 %) noch eine leichte und zwei (7,7 %) der Patienten eine mittlere Mundöffnungseinschränkung zum Ende der Nachuntersuchungsperiode. Diese Werte liegen im unteren Bereich der MMO-Werte der einschlägigen Literatur.

Dysgnathie und Malokklusion traten in anderen Studien bei 8 bis 12 % der operativ versorgten Patienten und bei 8 bis 20 % der konservativ behandelten Patienten auf (Marker et al. 2000b; Chen et al. 2011; Singh et al. 2012; Forouzanfar et al. 2013).

In vorliegender Untersuchung entwickelte eine operierte Patientin (3,8 %) eine Dysokklusion mit Retrognathie. Unter den konservativ versorgten Patienten zeigte ein Patient (11 %) eine leichte Dysokklusion, die zum Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung mittels Kieferorthopädie und Physiotherapie vollständig regeneriert war.

Persistierende Schmerzen in der Kiefergelenksregion zeigen eine Inzidenz von 6 bis 15 % bei den operierten Patienten und 44 % bei den konservativ versorgten Patienten mit bilateralen Unterkieferfortsatzfrakturen (Chen et al. 2011; Ho et al. 2015). In vorliegender Studie kam es bei einem Patienten (11 %) in der konservativ versorgten Gruppe und bei drei Patienten (11,5 %) in der operativen Behandlungsgruppe zu posttherapeutisch persistierenden Schmerzen in der Kiefergelenksregion mit Verdacht auf eine Craniomandibuläre-Dysfunktions-Problematik (CMD).

Die meist gefürchtete Komplikation bei der operativen Versorgung von Patienten mit bilateralen Kollum- und Kapitulumfrakturen ist die mögliche Schädigung des N. facialis.

In einem systematischen Review und einer Metaanalyse konstatieren Al-Moraissi und Ellis, eine Inzidenz von Schädigungen des N. facialis zwischen 0 bis 21 %. In den meisten Fällen war die Funktionseinschränkung innerhalb von sechs Monaten vollständig aufgehoben (Al-Moraissi und Ellis 2015).

In vorliegender Untersuchung wurde bei vier (15,4 %) der operierten Patienten eine temporäre Fazialisschwäche diagnostiziert. Die vollständige Fazialisfunktion war bei diesen Patienten innerhalb des Nachuntersuchungszeitraums vollständig wiederhergestellt.

Eine weitere Patientin (3,8 %) stellte sich mit einer Fazialisschwäche vor, die drei Monate nach der Operation fortbestand. Aufgrund des kurzen Nachuntersuchungszeitraums bleibt die mögliche Regeneration zu einem späteren Zeitpunkt ungewiss.

#### **5.4 Klinische Schlussfolgerungen**

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie stehen in allen untersuchten Parametern sowie in der Gesamtbewertung des Behandlungsergebnisses im Einklang mit den Untersuchungen anderer Autoren.

Folglich sehen wir uns im therapeutischen Vorgehen in der Abteilung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des UKE bestätigt, was unseren Behandlungsalgorithmus bei der Versorgung von bilateralen Kollum- und/oder Kapitulumfrakturen betrifft.

Erstmals wurden hier die beiden Therapiegruppen unter Einbeziehung des Schweregrades der Fraktur verglichen. Aus diesem Zusammenhang lassen sich Schlussfolgerungen für eine Therapieentscheidung basierend auf der prätherapeutischen Ausgangsdiagnostik sowie den individuellen Patientenbefunden ziehen.

Eine potenzielle Schwäche dieser Studie liegt in der geringen Fallzahl, die im Wesentlichen auf eine hohe Verlustrate im Nachuntersuchungszeitraum zurückzuführen ist. Besonders die Gruppe der konservativ versorgten Patienten ist mit neun Patienten sehr klein. Allerdings sind nicht verlagerte Unterkieferfortsatzfrakturen, die ein konservatives Vorgehen zulassen, bei bilateralen Frakturen seltener als bei unilateralen Frakturen. Das liegt an den starken Kräften, die bilaterale Frakturen hervorrufen und mehrheitlich zu verlagerten Frakturen führen.

Eine hohe Verlustrate bei der Nachuntersuchung bilateraler Unterkieferfortsatzfrakturen ist üblich. Entsprechend sind die Fallzahlen bei vergleichbaren anderen Publikationen ähnlich klein. Für künftige Studien sind ausreichend große Patientenkollektive sowohl für konservativ, als auch für operativ versorgte Patienten anzusetzen, um eine entscheidende Prognose für den Zusammenhang zwischen Therapie und Behandlungsergebnis evident darzulegen.

Vor dem Hintergrund der Komplexität und Schwere bilateraler Unterkieferfortsatzfrakturen ist das Nachuntersuchungsintervall der vorliegenden Studie von drei Monaten recht kurz. Adaptations- und Regenerationsvorgänge können je nach Allgemeinzustand und Heilungspotenzial des Patienten durchaus länger dauern. Vor allem späte arthrotische Veränderungen im Kiefergelenk können noch nach Jahrzehnten nach der Operation auftreten (Zide und Kent 1983). Um Spätfolgen in Form eingeschränkter Unterkiefermobilität, Deviation bei der Mundöffnung, chronischer Schmerzen in der Kiefergelenksregion, Osteoarthritis oder Ankylosen in die Untersuchungen zu integrieren, sind daher ausreichend lange Nachuntersuchungsintervalle von zehn Jahren und mehr anzustreben.

Aufgrund der kleinen Fallzahl und des kurzen Nachuntersuchungsintervalls ist die statistische Auswertung dieser Studie kritisch zu hinterfragen. Lediglich einer der neun konservativ behandelten Patienten zeigte eine verlagerte Fraktur, während alle anderen Patienten dieser Gruppe keine verlagerten Frakturen hatten. Gleichzeitig zeigte keiner der 26 operierten Patienten bilateral nicht verlagerte Frakturen.

Insgesamt zeichnet sich dennoch ein klarer Trend für bessere Ergebnisse in der Operation beidseits verlagerten Frakturen ab. Daher ist ein konservatives Vorgehen bei Patienten mit dislozierten bilateralen Kollum- und Kapitulumfrakturen aus aktueller Sicht nicht zu empfehlen. Ebenso ist eine operative Versorgung beidseitig nicht verlagerten Frakturen und bei Infrakturen erfahrungsgemäß als übermäßig invasiv einzuschätzen. Eine Randomisierung in prospektiven Studien bezüglich der Wahl des Therapieverfahrens für Patienten mit bilateralen verlagerten Unterkieferfortsatzfrakturen ist aufgrund der klaren Trends zur Operation, die sich in der Wissenschaft abzeichnen, nicht vertretbar.

Ein weiterer Kritikpunkt an der vorliegenden Untersuchung ist die hohe Prävalenz von maxillofazialen Begleitfrakturen. Weniger als die Hälfte der Patienten zeigten isolierte Unterkieferfortsatzfrakturen. Komplexe Frakturmuster können die Ergebnisse beeinflussen, da sich die Fixationstechniken bei multiplen Frakturen von denjenigen isolierter Unterkieferfortsatzfrakturen unterscheiden können. Einige Autoren haben deshalb Patienten mit maxillären Begleitfrakturen und panfazialen Strukturen aus ihren Untersuchungen ausgeschlossen (Ishihama et al. 2007; Forouzanfar et al. 2013).

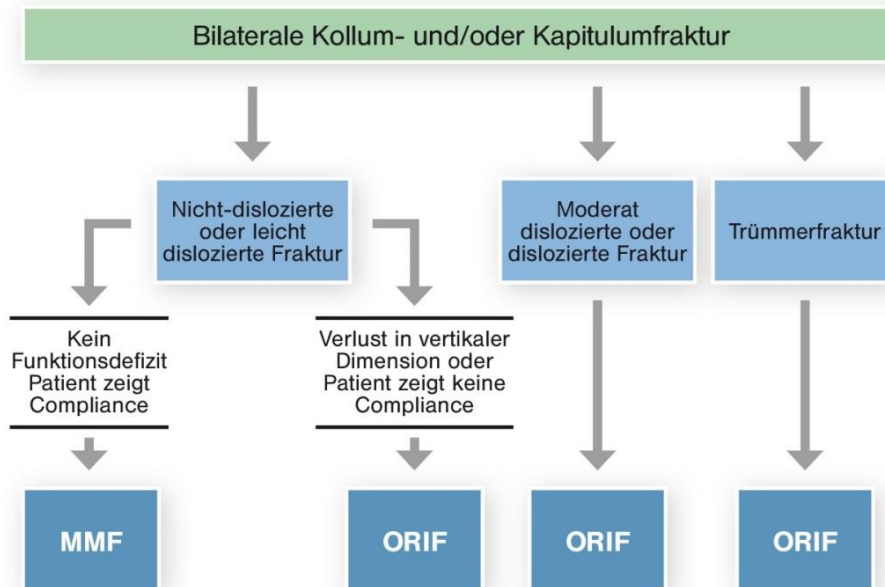


In vorliegender Studie wurden auch Kinder in die Untersuchungen inkludiert. Kinder sowie Jugendliche und erwachsene Patienten weisen jedoch unterschiedliche Adaptations- und Heilungspotenziale auf (Reichenbach 1958; Laskin 2009; Ghasemzadeh et al. 2015): Kinder zeigen eine hohe Heilungspotenz und Remodellierfähigkeit unter funktioneller Belastung. Die knöchernen Strukturen des Gesichtsschädels werden bei Jugendlichen erst ab einem Alter von etwa zwölf Jahren zunehmend erwachsener und die gewebliche Umbau- und Anpassungskapazität im Bereich der Kondylen nimmt ab (Zhou et al. 2019). Fibrose- und Ankylosebildungen im Kiefergelenk sind bei Kindern sehr selten, mit zunehmendem Alter steigt das Risiko für Komplikationen schon bei Jugendlichen an (Dahlström et al. 1989). Folglich spielt das Patientenalter bei der Wahl des Therapieverfahrens eine entscheidende Rolle. Daher sollte eine getrennte Beurteilung von Kindern, Jugendlichen und erwachsenen Patienten in prospektiven Studien zu bilateralen Unterkieferfortsatzfrakturen angestrebt werden.

Trotz dieser potenziellen Schwächen können die präsentierten und diskutierten Ergebnisse dieser Studie dennoch den Behandlern entscheidende Erkenntnisse bei der Wahl des Therapieverfahrens liefern.

### **5.5 Präsentation eines Behandlungsalgorithmus**

In der Wissenschaft mangelt es nach wie vor an einer einheitlichen Empfehlung zur Versorgung bilateraler Kollum- und/oder Kapitulumfrakturen. Als wesentliches Ergebnis dieser Arbeit hat die Verfasserin der Dissertation einen Behandlungsalgorithmus entwickelt, an dem sich Chirurgen orientieren können (Abb. 31). Dieser basiert auf dem therapeutischen Prozedere und den Erfahrungen in der Behandlung bilateraler Kollum- und/oder Kapitulumfrakturen am UKE im Zeitraum von August 2005 bis Juli 2017. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung und die Inzidenz an Komplikationen und Behandlungszwischenfällen stehen mit den Studien der einschlägigen Literatur im Einklang. Insgesamt wurden beim vorliegenden Patientengut gute Behandlungsergebnisse erzielt und bei den meisten Patienten zeigte sich trotz teilweise sehr komplexer Frakturschemata eine vollständige Restitutio ad integrum.



**Abb. 31:** Behandlungsalgorithmus zur Therapie beidseitiger Kollum- und/oder Kapitulumfrakturen (eigene Darstellung).

Jedes Frakturschema und jeder Patient sind einzigartig. Um die bestmögliche Therapie zu eruieren, sind Röntgendiagnostik, Patientenalter, Zahnstatus, Okklusionsbefund, mögliche Komorbiditäten und Frakturschwere sowie die Compliance des Patienten zu berücksichtigen. Im Falle nicht dislozierter Frakturen, Infrakturen oder leicht verlagelter Frakturen der Kondylen ist prinzipiell ein konservatives Vorgehen zu bevorzugen – vorausgesetzt, dass die Okklusion gesichert ist und der Patient Bereitschaft zur Mitwirkung zeigt. Gibt es hingegen okklusale Interferenzen, mangelt es patientenseitig an Kooperation oder ist ein Verlust der vertikalen Gesichtshöhe gegeben, ist ein operatives Vorgehen erforderlich. Ebenso im Falle mittelschwerer und stark verlagelter bilateraler Unterkieferfortsatzfrakturen sowie bei beidseitigen Trümmerfrakturen ermöglicht lediglich eine operative Therapie die Wiederherstellung der prämorbid Form und Funktion. Voraussetzung ist, dass moderne technische Instrumentarien zur Verfügung stehen und der Operateur entsprechend erfahren ist.

Um einen evidenzbasierten Behandlungsalgorithmus dieses komplexen Frakturschemas zu entwickeln, ist eine prospektive, randomisierte, multizentrische, systematische Datenerhebung mit adäquaten Stichprobengrößen und Langzeit-follow-up zum Vergleich der operativen und konservativen Therapie essenziell.

Abgesehen davon, zeigt diese Studie gute funktionelle Behandlungsergebnisse für diejenigen Patienten, die analog dem beschriebenen Behandlungsalgorithmus therapiert wurden. Das Vorgehen am UKE bei der Behandlung von Patienten mit bilateralen Kollum- und/oder Kapitulumfrakturen wurde durch die Ergebnisse folglich bestätigt.

## 6. Zusammenfassung

Die Behandlung bilateraler Unterkieferfortsatzfrakturen ist komplex und weiterhin Gegenstand kontroverser Diskussionen. Konservatives und operatives Vorgehen sind unter Berücksichtigung des Frakturschemas und der individuellen Patientenparameter sorgfältig gegeneinander abzuwägen. Postoperative Morbiditäten sollen so gering wie möglich gehalten werden, während gleichzeitig eine bestmögliche Wiederherstellung des prätraumatischen Zustands anzustreben ist.

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, einen Behandlungsalgorithmus zur Therapie bilateraler Unterkieferfortsatzfrakturen zu entwickeln und das therapeutische Vorgehen zur Behandlung dieser Traumata am UKE zu validieren.

Hierzu wurden in der Studie 35 Patienten mit 70 Frakturen, die sich zwischen August 2005 und Juli 2017 mit einer bilateralen Kollum- und/oder Kapitulumfraktur am UKE vorstellten, eingeschlossen. Bei diesen Patienten war eine vollständig dokumentierte Akte angelegt und sie wurden über einen Zeitraum von mindestens drei Monaten nachuntersucht. Die Ergebnisse der 26 operativ und der neun konservativ versorgten Patienten wurden deskriptiv in Bezug auf die MMO, Dysokklusion, Schmerzen in der Kiefergelenksregion, Schädigungen des N. facialis, Wundinfektionen und Osteosyntheseversagen untersucht. Bei 89 % der konservativ versorgten Patienten und 81 % der operativ versorgten Patienten wurde eine vollständige Restitutio ad integrum erreicht.

Unter Berücksichtigung des Schweregrades der Frakturverlagerung wurden die Behandlungsergebnisse beider Gruppen in Bezug auf die genannten Parameter sowie weitere unerwünschte Behandlungszwischenfälle in einer Regressionsanalyse miteinander verglichen. Hierbei zeigte sich, dass die Patienten unter Berücksichtigung des Schweregrades der Frakturen von der operativen Therapie mehr profitierten.

Die Ergebnisse der Untersuchung bestätigen, dass ein chirurgisches Vorgehen bei mäßig bis schwer verlagerten bilateralen Kollum- und/oder Kapitulumfrakturen zufriedenstellende funktionelle Behandlungsergebnisse erzielt. Bei nicht verlagerten Frakturen und Infrakturen hat es sich bewährt, konservativ vorzugehen.

Zur evidenzbasierten Entwicklung eines Behandlungsalgorithmus bei bilateralen Unterkieferfortsatzfrakturen ist eine prospektive multizentrische systematische Datenerhebung mit adäquaten Stichprobengrößen und Langzeit-follow-up zum Vergleich der chirurgischen und konservativen Therapie essenziell.

## 6.1 Abstract

The treatment of bilateral mandibular fractures is complex and continues to be the subject of controversial discussion. Conservative and surgical procedures must be carefully weighed up against one another, taking into account the fracture scheme and the individual patient parameters. Postoperative morbidity should be minimized while at the same time aiming for the best possible restoration of the pre-traumatic condition.

The aim of the present study was to develop a treatment algorithm for the treatment of bilateral mandibular fractures and to validate the therapeutic procedure for the treatment of these traumas at the UKE.

For this purpose, 35 patients with 70 fractures who presented with a bilateral collum and/or capitulum fracture at the UKE between August 2005 and July 2017 were included in the study. These patients had a fully documented file and were followed up for at least three months. The results of the 26 operative and nine conservative patients were examined descriptively with regard to MMO, dysocclusion, temporomandibular joint pain, facial nerve damage, wound infection and osteosynthesis failure. Complete restitutio ad integrum was achieved in 89% of the patients treated conservatively and 81% of the patients treated surgically.

Taking into account the degree of severity of the fracture, the treatment results of both groups were compared in a regression analysis in terms of the aforementioned parameters as well as other adverse occurring treatment incidents. It was shown that the patients benefited more from the surgical therapy, taking into account the severity of the fractures.

The results of the present study confirm that a surgical procedure in moderately displaced and severe bilateral collum and/or capitulum fractures provides satisfactory functional treatment outcomes. In the case of non-displaced fractures and infractures of the mandibular condyle, a conservative approach has been proven.

For the evidence-based development of a treatment algorithm for bilateral mandibular condylar fractures, a prospective multicenter systematic data collection with adequate sample sizes and long-term follow-up is essential for comparing surgical and conservative therapy.

## 7. Symbole und Abkürzungen

UKE	Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
Abb.	Abbildung
mm	Millimeter
M.	Musculus (Muskel)
DBKS	Drahtbogenkunststoffschiene
CT	Computertomografie
Tab.	Tabelle
AO	Arbeitskreis Osteosynthese
%	Prozent
NWDK	Nordwestdeutsche Kieferklinik Hamburg-Eppendorf
A.	Arteria (Arterie)
N.	Nervus (Nerv)
OPG	Orthopantomogramm
MRT	Magnetresonanztomografie
DVT	digitale Volumetomografie
ORIF	Open reduction and internal fixation (Offene Reposition mit interner Fixation)
IMF	intermaxilläre Fixation
MMF	mandibulo-maxilläre Fixation
MMO	maximale Mundöffnung
SD	Standardabweichung
IMBE	Institut für medizinische Biometrie und Epidemiologie (IMBE)
OA	Gesamtbehandlungsergebnis (Overall Assessment)
SPSS	Statistical Packages for Social Sciences
BSSO	bilaterale sagittale Split-Osteotomie
BZF	Behandlungszwischenfall
VAS	visuelle Analogskala
CMD	craniomandibuläre Dysfunktion

## 8. Literaturverzeichnis

- Allan, B. P.; Daly, C. G. (1990): Fractures of the mandible. A 35-year retrospective study. In: *International journal of oral and maxillofacial surgery* 19 (5), S. 268–271.
- Al-Moraissi, E. A.; Ellis, E. (2015): Surgical treatment of adult mandibular condylar fractures provides better outcomes than closed treatment: a systematic review and meta-analysis. In: *Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 73 (3), S. 482–493.
- Andresen, V.; Häupl, K.; Petrik, L. (1953): Funktions-Kieferorthopädie. 5. Aufl. München: Johann Ambrosius Barth.
- Aumüller, G.; Wennemuth, G. (2017a): Kopf - Schädel und mimische Muskulatur. In: G. Aumüller, G. Aust, J. Engele, J. Kirsch, G. Maio, A. Mayerhofer et al. (Hg.): *Duale Reihe Anatomie*. 4., aktualisierte Aufl. Stuttgart, New York, Delhi: Georg Thieme, S. 941–972.
- Aumüller, G.; Wennemuth, G. (2017b): Mundhöhle und Kauapparat. Kiefergelenk und Kaumusculatur. In: G. Aumüller, G. Aust, J. Engele, J. Kirsch, G. Maio, A. Mayerhofer et al. (Hg.): *Duale Reihe Anatomie*. 4., aktualisierte Aufl. Stuttgart, New York, Delhi: Georg Thieme, S. 1030–1038.
- Austermann, K. H. (2002): Frakturen des Gesichtsschädels. Verletzungen des Kiefergelenks. In: N. Schwenzer und M. Ehrenfeld (Hg.): *Spezielle Chirurgie*. 3., aktualisierte und erw. Aufl. 3 Bände. Stuttgart, New York: Georg Thieme (Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde, Band 2), S. 328–339.
- Baker, A. W.; McMahon, J.; Moos, K. F. (1998): Current consensus on the management of fractures of the mandibular condyle. In: *International journal of oral and maxillofacial surgery* 27 (4), S. 258–266.
- Banks, Peter (1998): A pragmatic approach to the management of condylar fractures. In: *International journal of oral and maxillofacial surgery* 27 (4), S. 244–246.
- Banks, Peter; Killey, Homer Charles (1991): *Killey's fractures of the mandible*. 4th ed. Oxford England, Boston: Wright.
- Berner, T.; Essig, H.; Schumann, P.; Blumer, M.; Lanzer, M.; Rücker, M.; Gander, T. (2015): Closed versus open treatment of mandibular condylar process fractures: A meta-analysis of retrospective and prospective studies. In: *Journal of cranio-maxillo-facial surgery: official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 43 (8), S. 1404–1408.
- Boffano, P.; Rocca, F.; Zavatiero, E.; Dediol, E.; Uglešić, V.; Kovačić, Ž. et al. (2015): European Maxillofacial Trauma (EURMAT) project: a multicentre and prospective study. In: *Journal of cranio-maxillo-facial surgery: official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 43 (1), S. 62–70.
- Boyer, C. C.; Williams, T. W.; Stevens, F. H. (1964): Blood supply of the temporomandibular joint. In: *Journal of dental research* 43, S. 224–228.

- Bumann, A.; Lotzmann, U. (2000): Funktionsdiagnostik und Therapieprinzipien. Stuttgart, New York: Georg Thieme (Farbatlanten der Zahnmedizin, (Hg.): Rateitschak, K. H.; Wolf, H. F. ; Bd. 12).
- Champy, M.; Wilk, A.; Schnebelen, J. M. (1975): Die Behandlung der Mandibularfrakturen mittels Osteosynthese ohne intermaxilläre Ruhigstellung nach der Technik von F.X. Michelet. In: *Zahn-, Mund-, und Kieferheilkunde mit Zentralblatt* 63 (4), S. 339–341.
- Chen, C. T.; Lai, J. P.; Tung, T. C.; Chen, Y. R. (1999): Endoscopically assisted mandibular subcondylar fracture repair. In: *Plastic and reconstructive surgery* 103 (1), S. 60–65.
- Chen, C-T; Feng, C-H; Tsay, P-K; Lai, J-P; Chen, Y-R (2011): Functional outcomes following surgical treatment of bilateral mandibular condylar fractures. In: *International journal of oral and maxillofacial surgery* 40 (1), S. 38–44.
- Cornelius, C.-P.; Audigé, L.; Kunz, C.; Buitrago-Téllez, C.; Neff, A.; Rasse, M.; Prein, J. (2014): Die neue AO-CMF-Traumaklassifikation für Erwachsene – Überblick, Präzisions-Level und anatomische Module für Unterkiefer, Kiefergelenkfortsätze, Mittelgesicht und Orbita. In: *OP-JOURNAL* 29 (02), S. 109–128.
- Dahlström, L.; Kahnberg, K. E.; Lindahl, L. (1989): 15 years follow-up on condylar fractures. In: *International journal of oral and maxillofacial surgery* 18 (1), S. 18–23.
- Dalla Torre, D.; Burtscher, D.; Widmann, G.; Pichler, A.; Rasse, M.; Puelacher, W. (2015): Surgical treatment of mandibular condyle fractures using the retromandibular anterior transparotid approach and a triangular-positioned double miniplate osteosynthesis technique. A clinical and radiological evaluation of 124 fractures. In: *Journal of cranio-maxillo-facial surgery: official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 43 (6), S. 944–949.
- Depprich, R.; Handschel, J.; Hornung, J.; Meyer, U.; Kübler, N. R. (2007): Ursachen, Therapie und Komplikationen bei der Frakturversorgung des Unterkiefers – eine retrospektive Analyse von 10 Jahren. In: *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie: MKG* 11 (1), S. 19–26.
- Dingman, R. O.; Natvig, P. (1964): Surgery of facial fractures. Philadelphia and London: W. B. Saunders Company.
- Downie, J. J.; Devlin, M. F.; Carton, A. T. M.; Hislop, W. S. (2009): Prospective study of morbidity associated with open reduction and internal fixation of the fractured condyle by the transparotid approach. In: *The British journal of oral & maxillofacial surgery* 47 (5), S. 370–373.
- Eckelt, U. (1999): Condylar Neck Fractures: Lag Screws. In: F. Härle, M. Champy und B. C. Terry (Hg.): Atlas of craniomaxillofacial osteosynthesis. Miniplates, Microplates, and Screws. Stuttgart, New York: Georg Thieme, S. 56–62.
- Eckelt, U. (2000): Gelenkfortsatzfrakturen. In: *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie: MKG* 4 Suppl 1, S. 110–117.

- Eckelt, U.; Hlawitschka, M. (1999): Clinical and radiological evaluation following surgical treatment of condylar neck fractures with lag screws. In: *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery* 27 (4), S. 235–242.
- Eckelt, U.; Schneider, M.; Erasmus, F.; Gerlach, K.-L.; Kuhlisch, E.; Loukota, R. et al. (2006): Open versus closed treatment of fractures of the mandibular condylar process—a prospective randomized multi-centre study. In: *Journal of cranio-maxillo-facial surgery: official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 34 (5), S. 306–314.
- Ellis, E. (1998): Complications of mandibular condyle fractures. In: *International journal of oral and maxillofacial surgery* 27 (4), S. 255–257.
- Ellis, E. (2000): Condylar process fractures of the mandible. In: *Facial plastic surgery: FPS* 16 (2), S. 193–205.
- Ellis, E.; Dean, J. (1993): Rigid fixation of mandibular condyle fractures. In: *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 76 (1), S. 6–15.
- Ellis, E.; Throckmorton, G. (2000): Facial symmetry after closed and open treatment of fractures of the mandibular condylar process. In: *Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 58 (7), S. 719–730.
- Ellis, E.; Throckmorton, G. S. (2005): Treatment of mandibular condylar process fractures. Biological considerations. In: *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 63 (1), S. 115–134.
- Ernst, A.; Ernst, Arne M.; Seidl, R. O. (2004): *Traumatologie des Kopf-Hals-Bereichs*. Stuttgart, New York: Georg Thieme.
- Eulert, S. (2002): *Die Behandlung von Gelenkfortsatzfrakturen des Unterkiefers unter besonderer Berücksichtigung der Würzburger Zugschrauben-Platte*. Dissertation. Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg, Würzburg. Klinik für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie der Universität Würzburg.
- Forouzanfar, T.; Lobbezoo, F.; Overgaauw, M.; Groot, A. de; Kommers, S.; van Selms, M.; van den Bergh, B. (2013): Long-term results and complications after treatment of bilateral fractures of the mandibular condyle. In: *The British journal of oral & maxillofacial surgery* 51 (7), S. 634–638.
- Ghasemzadeh, A.; Mundinger, G. S.; Swanson, E. W.; Utria, A. F.; Dorafshar, A. H. (2015): Treatment of Pediatric Condylar Fractures: A 20-Year Experience. In: *Plastic and reconstructive surgery* 136 (6), S. 1279–1288.
- Gupta, M.; Iyer, N.; Das, D.; Nagaraj, J. (2012): Analysis of different treatment protocols for fractures of condylar process of mandible. In: *Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 70 (1), S. 83–91.
- Hackenberg, B.; Lee, C.; Caterson, E. J. (2014): Management of subcondylar mandible fractures in the adult patient. In: *The Journal of craniofacial surgery* 25 (1), S. 166–171.



- Hammer, B.; Schier, P.; Prein, J. (1997): Osteosynthesis of condylar neck fractures: a review of 30 patients. In: *The British journal of oral & maxillofacial surgery* 35 (4), S. 288–291.
- Härle, F. (1980): Strukturanalyse des Kiefergelenkköpfchens. In: K. Schuchardt und N. Schwenzer (Hg.): *Erkrankungen des Kiefergelenks*. Band XXV. Stuttgart, New York: Georg Thieme (Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie, 25), S. 62–63.
- Haug, R. H.; Prather, J.; Thomas Indresano, A. (1990): An epidemiologic survey of facial fractures and concomitant injuries. In: *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 48 (9), S. 926–932.
- Hayward, J. R.; Scott, R. F. (1993): Fractures of the mandibular condyle. In: *Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 51 (1), S. 57–61.
- Herfert, O. (1956): Zu der Therapie der Kiefergelenkbrüche. In: K. Schuchardt und M. Wassmund (Hg.): *Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie*. Ein Jahrbuch. Stuttgart: Georg Thieme (Band II), S. 15–19.
- Hlawitschka, M.; Eckelt, U. (2002): Klinische, radiologische und axiographische Untersuchung nach konservativ funktioneller Behandlung diakapitulärer Kiefergelenkfrakturen. In: *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie: MKG* 6 (4), S. 241–248.
- Ho, S. Y.-C.; Liao, H.-T.; Chen, C.-H.; Chen, Y.-C.; Chen, Y.-R.; Chen, C.-T. (2015): The radiographic and functional outcome of bilateral mandibular condylar head fractures. A comparison between open and closed treatment. In: *Annals of plastic surgery* 74 Suppl 2, S. 93–98.
- Hoffmann, A.; Mast, G.; Ehrenfeld, M. (2003): Verwendung von IMF-Schrauben zur mandibulo-maxillären Fixation. In: *OP-JOURNAL* 19 (1), S. 70–75.
- Hussain, K.; Wijetunge, D. B.; Grubnic, S.; Jackson, I. T. (1994): A comprehensive analysis of craniofacial trauma. In: *The Journal of trauma* 36 (1), S. 34–47.
- Ishihama, K.; Iida, S.; Kimura, T.; Koizumi, H.; Yamazawa, M.; Kogo, M. (2007): Comparison of surgical and nonsurgical treatment of bilateral condylar fractures based on maximal mouth opening. In: *Cranio: the journal of craniomandibular practice* 25 (1), S. 16–22.
- Joos, U.; Kleinheinz, J. (1998): Therapy of condylar neck fractures. In: *International journal of oral and maxillofacial surgery* 27 (4), S. 247–254.
- Kirchner, L. (1958): Die funktionskieferorthopädische Behandlung der Kiefergelenkfrakturen. In: *Fortschritte der Kieferorthopädie* 19 (1-2), S. 60–68.
- Klatt, J. (2008): Klinische Nachuntersuchung von operativ über den transparotidealen Zugang versorgten Gelenkfortsatzfrakturen des Unterkiefers. Dissertation. Universität Hamburg, Hamburg. Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Universitätsklinik Hamburg-Eppendorf.
- Klatt, J.; Heiland, M.; Blessmann, M.; Blake, F.; Schmelzle, R.; Pohlenz, P. (2011): Clinical indication for intraoperative 3D imaging during open reduction of fractures of the neck and head of the mandibular condyle. In: *Journal of cranio-maxillo-facial surgery: official*

*publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 39 (4), S. 244–248.

Klatt, J.; Pohlenz, P.; Blessmann, M.; Blake, F.; Eichhorn, W.; Schmelzle, R.; Heiland, M. (2010): Clinical follow-up examination of surgically treated fractures of the condylar process using the transparotid approach. In: *Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 68 (3), S. 611–617.

Köhler, J. A. (1951): Diagnostik und Therapie der Kieferfrakturen. Heidelberg: Hüthig.

Kokemueller, H.; Konstantinovic, V. S.; Barth, E.-L.; Goldhahn, S.; See, C. v.; Tavassol, F. et al. (2012): Endoscope-assisted transoral reduction and internal fixation versus closed treatment of mandibular condylar process fractures--a prospective double-center study. In: *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 70 (2), S. 384–395.

Kolk, A. (2002): Validierung von Kernspintomographie, elektronischer Achsiographie, Röntgen und klinischer Funktionsanalyse zur Objektivierung funktioneller Behandlungsergebnisse nach Unterkieferkollumfrakturen. Dissertation. Ernst-Moritz-Arndt-Universität, Greifswald. Zentrum für Zahn- Mund- und Kieferheilkunde.

Laskin, D. M. (2009): Management of condylar process fractures. In: *Oral and maxillofacial surgery clinics of North America* 21 (2), S. 193-196.

Lee, J.-W.; Lee, Y.-C.; Kuo, Y.-L. (2010): Reappraisal of the surgical strategy in treatment of mandibular condylar fractures. In: *Plastic and reconstructive surgery* 125 (2), S. 609–619.

Lee, Jong-Sung; Jeon, Eun-Gyu; Seol, Guk-Jin; Choi, So-Young; Kim, Jin-Wook; Kwon, Tae-Geon; Paeng, Jun-Young (2014): Anatomical and Functional Recovery of Intracapsular Fractures of the Mandibular Condyle. Analysis of 124 Cases after Closed Treatment. In: *Maxillofacial plastic and reconstructive surgery* 36 (6), S. 259–265. DOI: 10.14402/jkamprs.2014.36.6.259.

Lindahl, L. (1977): Condylar fractures of the mandible. I. Classification and relation to age, occlusion, and concomitant injuries of teeth and teeth-supporting structures, and fractures of the mandibular body. In: *International journal of oral surgery* 6 (1), S. 12–21.

Loubele, M.; Bogaerts, R.; van Dijck, E.; Pauwels, R.; Vanheusden, S.; Suetens, P. et al. (2009): Comparison between effective radiation dose of CBCT and MSCT scanners for dentomaxillofacial applications. In: *European journal of radiology* 71 (3), S. 461–468.

Loukota, R. A.; Eckelt, U.; Bont, L. De; Rasse, M. (2005): Subclassification of fractures of the condylar process of the mandible. In: *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 43 (1), S. 72–73.

Loukota, R. A.; Neff, A.; Rasse, M. (2010): Nomenclature/classification of fractures of the mandibular condylar head. In: *The British journal of oral & maxillofacial surgery* 48 (6), S. 477–478.

- Ludlow, J. B.; Ivanovic, M. (2008): Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. In: *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics* 106 (1), S. 106–114.
- Luhr, H. G. (1972): Die Kompressions-Osteosynthese bei Unterkieferfrakturen. Experimentelle Untersuchungen und klinische Erfahrungen. München: Carl Hanser.
- Luhr, H. G. (2000): Entwicklung der modernen Osteosynthese. In: *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie: MKG 4 Suppl 1*, S. 84-90.
- Manisali, M.; Amin, M.; Aghabeigi, B.; Newman, L. (2003): Retromandibular approach to the mandibular condyle: a clinical and cadaveric study. In: *International journal of oral and maxillofacial surgery* 32 (3), S. 253–256.
- Marker, P.; Nielsen, A.; Bastian, H. L. (2000a): Fractures of the mandibular condyle. Part 1: patterns of distribution of types and causes of fractures in 348 patients. In: *The British journal of oral & maxillofacial surgery* 38 (5), S. 417–421.
- Marker, P.; Nielsen, A.; Bastian, H. L. (2000b): Fractures of the mandibular condyle. Part 2: results of treatment of 348 patients. In: *The British journal of oral & maxillofacial surgery* 38 (5), S. 422–426.
- Michelet, F. X.; Deymes, J.; Dessus, B. (1973): Osteosynthesis with miniaturized screwed plates in maxillo-facial surgery. In: *Journal of maxillofacial surgery* 1 (2), S. 79–84.
- Motamedi, M. H. K. (2003): An assessment of maxillofacial fractures. A 5-year study of 237 patients. In: *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 61 (1), S. 61–64.
- Narayanan, V.; Ramadorai, A.; Ravi, P.; Nirvikalpa, N. (2012): Transmasseteric anterior parotid approach for condylar fractures. Experience of 129 cases. In: *The British journal of oral & maxillofacial surgery* 50 (5), S. 420–424.
- Neff, A.; Chossegros, C.; Blanc, J.-L.; Champsaur, P.; Cheynet, F.; Devauchelle, B. et al. (2014a): Position paper from the IBRA Symposium on Surgery of the Head – the 2nd International Symposium for Condylar Fracture Osteosynthesis, Marseille, France 2012. In: *Journal of cranio-maxillo-facial surgery: official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 42 (7), S. 1234–1249.
- Neff, A.; Cornelius, C.-P.; Rasse, M.; Torre, D. D.; Audigé, L. (2014b): The Comprehensive AOCMF Classification System. Condylar Process Fractures – Level 3 Tutorial. In: *Craniomaxillofacial trauma & reconstruction* 7 (Suppl 1), S. 44–58.
- Neff, A.; Kolk, A.; Deppe, H.; Horch, H. H. (1999): Neue Aspekte zur Indikation der operativen Versorgung intraartikulärer und hoher Kiefergelenkluxationsfrakturen. In: *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie: MKG 3 (1)*, S. 24–29.
- Neff, A.; Mühlberger, G.; Karoglan, M.; Kolk, A.; Mittelmeier, W.; Scheruhn, D. et al. (2004): Stabilität der Osteosynthese bei Gelenkwalzenfrakturen in Klinik und biomechanischer Simulation. In: *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie: MKG 8 (2)*, S. 63–74.

- Neff, A.; Pautke, C.; Horch, H.-H. (2007): Traumatologie des Gesichtsschädels. In: H.-H. Horch (Hg.): Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie, Bd. 10. 4., vollst. überarb. Aufl. 14 Bände. München, Jena: Elsevier Urban & Fischer (Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie, 10), S. 57–181.
- Newman, L. (1998): A clinical evaluation of the long-term outcome of patients treated for bilateral fracture of the mandibular condyles. In: *The British journal of oral & maxillofacial surgery* 36 (3), S. 176–179.
- Olson, Robert A.; Fonseca, Raymond J.; Zeitler, Deborah L.; Osbon, Donald B. (1982): Fractures of the mandible: A review of 580 cases. In: *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 40 (1), S. 23–28.
- Pape, H. D.; Hauenstein, H.; Gerlach, K. L. (1980): Chirurgische Versorgung der Gelenkfortsatzfrakturen mit Miniplatten. Indikationen – Technik – erste Ergebnisse und Grenzen. In: K. Schuchardt und N. Schwenzer (Hg.): Erkrankungen des Kiefergelenks. Band XXV. Stuttgart, New York: Georg Thieme (Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie, 25), S. 81–83.
- Pasler, F. A.; Visser, H. (2000): Zahnmedizinische Radiologie. Bildgebende Verfahren. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart: Georg Thieme (Farbatlant der Zahnmedizin, Hg.: K. H. Rateitschak, Wolf, H. F. ; Bd. 5).
- Powers, D. B. (2017): Classification of Mandibular Condylar Fractures. In: *Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics* 25 (1), S. 1–10.
- Rasse, M. (1993): Diakapituläre Frakturen der Mandibula. Eine neue Operationsmethode und erste Ergebnisse. In: *Z Stomatol* 1993 (90), S. 413–428.
- Rasse, M. (2000): Neuere Entwicklungen der Therapie der Gelenkfortsatzbrüche der Mandibula. In: *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie: MKG* 4 (2), S. 69–87.
- Rasse, M. (2011): Frakturen des Gesichtsschädels. In: N. Schwenzer und M. Ehrenfeld (Hg.): Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie. 4., vollst. überarb. und erw. Aufl. 3 Bände. Stuttgart: Georg Thieme (Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde), S. 281–364.
- Reddy, N. V. V.; Reddy, P. B.; Rajan, R.; Ganti, S.; Jhavar, D. K.; Potturi, A.; Pradeep (2013): Analysis of patterns and treatment strategies for mandibular condyle fractures. Review of 175 condyle fractures with review of literature. In: *Journal of maxillofacial and oral surgery* 12 (3), S. 315–320.
- Reichenbach, E. (1958): Probleme der Frakturbehandlung beim wachsenden Schädel. In: K. Schuchardt (Hg.): Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie. Ein Jahrbuch. Stuttgart: Georg Thieme (IV), S. 213–219.
- Reuther, J. (1999): Condylar Neck Fracture: Lag Screw Plates. In: F. Härle, M. Champy und B. C. Terry (Hg.): Atlas of craniomaxillofacial osteosynthesis. Miniplates, Microplates, and Screws. Stuttgart, New York: Georg Thieme, S. 73–75.
- Riu, G. de; Gamba, U.; Anghinoni, M.; Sesenna, E. (2001): A comparison of open and closed treatment of condylar fractures. A change in philosophy. In: *International journal of oral and maxillofacial surgery* 30 (5), S. 384–389.

- Rowe, N. L.; Killey, H. C. (1968): Fractures of the Facial Skeleton. 2nd Edition. Edinburgh, London: E. & S. Livingstone.
- Rozeboom, A. V. J.; Dubois, L.; Bos, R. R. M.; Spijker, R.; Lange, J. de (2017): Closed treatment of unilateral mandibular condyle fractures in adults. A systematic review. In: *International journal of oral and maxillofacial surgery* 46 (4), S. 456–464.
- Sawazaki, R.; Lima Júnior, S. M.; Asprino, L.; Moreira, R. W. F.; Moraes, M. de (2010): Incidence and patterns of mandibular condyle fractures. In: *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 68 (6), S. 1252–1259.
- Schiebler, T. H.; Korf, H.-W. (2007): Anatomie. Histologie, Entwicklungsgeschichte, makroskopische und mikroskopische Anatomie, Topographie. 10., vollst. überarb. Aufl. Darmstadt: Steinkopff.
- Schmelzeisen, R.; Cienfuegos-Monroy, R.; Schön, R.; Chen, C.-T.; Cunningham, L.; Goldhahn, S. (2009): Patient benefit from endoscopically assisted fixation of condylar neck fractures – a randomized controlled trial. In: *Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 67 (1), S. 147–158.
- Schmelzle, R. (1995): Zur Chirurgie der Gesichtsverletzungen und der Kiefer. Frakturen des Unterkiefers. In: E. R. Kastenbauer und M. E. Tardy (Hg.): Kopf- und Hals-Chirurgie. Gesicht, Nase und Gesichtsschädel, Teil 2. 2., völlig Neubearb. Aufl. 3 Bände. Stuttgart, New York: Georg Thieme (Kopf- und Hals-Chirurgie, Band 1, Teil II), S. 609–646.
- Schneider, M.; Erasmus, F.; Gerlach, K. L.; Kuhlisch, E.; Loukota, R. A.; Rasse, M. et al. (2008): Open reduction and internal fixation versus closed treatment and mandibulomaxillary fixation of fractures of the mandibular condylar process: a randomized, prospective, multicenter study with special evaluation of fracture level. In: *Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 66 (12), S. 2537–2544.
- Schneider, M.; Lauer, G.; Eckelt, U. (2007): Surgical treatment of fractures of the mandibular condyle. A comparison of long-term results following different approaches – functional, axiographical, and radiological findings. In: *Journal of cranio-maxillo-facial surgery: official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 35 (3), S. 151–160.
- Schoen, R.; Fakler, O.; Metzger, M. C.; Weyer, N.; Schmelzeisen, R. (2008): Preliminary functional results of endoscope-assisted transoral treatment of displaced bilateral condylar mandible fractures. In: *International journal of oral and maxillofacial surgery* 37 (2), S. 111–116.
- Schön, R.; Fakler, O.; Gellrich, N.-C.; Schmelzeisen, R. (2005): Five-year experience with the transoral endoscopically assisted treatment of displaced condylar mandible fractures. In: *Plastic and reconstructive surgery* 116 (1), S. 44–50.

Schrudde, J. (1956): Die Behandlung der Kieferfrakturen mit Hilfe von Kunststoffschienen. In: K. Schuchardt und M. Wassmund (Hg.): Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie. Ein Jahrbuch. Stuttgart: Georg Thieme (Band II), S. 102–104.

Schünke, M.; Schulte, E.; Schumacher, U.; Voll, M.; Wesker, K. (2018): Prometheus Kopf, Hals und Neuroanatomie. Lernatlas der Anatomie. Stuttgart: Georg Thieme.

Silvennoinen, U.; Iizuka, T.; Lindqvist, C.; Oikarinen, K. (1992): Different patterns of condylar fractures. An analysis of 382 patients in a 3-year period. In: *Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 50 (10), S. 1032–1037.

Singh, V.; Bhagol, A.; Dhingra, R. (2012): A comparative clinical evaluation of the outcome of patients treated for bilateral fracture of the mandibular condyles. In: *Journal of cranio-maxillo-facial surgery: official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 40 (5), S. 464–466.

Spiessl, B. (1988): Osteosynthese des Unterkiefers. Manual der AO-Prinzipien. Berlin, Heidelberg: Springer.

Spiessl, B.; Schroll, K. (1972): Spezielle Frakturen- und Luxationslehre. Gesichtsschädel. Ein kurzes Handbuch in fünf Bänden. Stuttgart: Georg Thieme (Gesichtsschädel, Band 1/1).

Stacey, D. Heath; Doyle, John F.; Mount, Delora L.; Snyder, Mary C.; Gutowski, Karol A. (2006): Management of mandible fractures. In: *Plastic and reconstructive surgery* 117 (3), S. 48-60.

Uglesić, V.; Virag, M.; Aljinović, N.; Macan, D. (1993): Evaluation of mandibular fracture treatment. In: *Journal of dental research* 21 (6), S. 251–257.

Umstadt, H. E.; Ellers, M.; Müller, H. H.; Austermann, K. H. (2000): Functional reconstruction of the TM joint in cases of severely displaced fractures and fracture dislocation. In: *Journal of cranio-maxillo-facial surgery: official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 28 (2), S. 97–105.

van den Bergh, B.; Blankestijn, J.; van der Ploeg, T.; Tuinzing, D. B.; Forouzanfar, T. (2015): Conservative treatment of a mandibular condyle fracture: Comparing intermaxillary fixation with screws or arch bar. A randomised clinical trial. In: *Journal of cranio-maxillo-facial surgery: official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 43 (5), S. 671–676.

van den Bergh, Bart; Heymans, Martijn W.; Duvekot, Freya; Forouzanfar, Tymour (2012): Treatment and complications of mandibular fractures: a 10-year analysis. In: *Journal of cranio-maxillo-facial surgery: official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 40 (4), S. 108-111.

Villarreal, Pedro M.; Monje, Florencio; Junquera, Luis M.; Mateo, Jesús; Morillo, Antonio J.; González, Cristina (2004): Mandibular condyle fractures. Determinants of treatment and outcome. In: *Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 62 (2), S. 155–163.

- Voß, J. O.; Thieme, N.; Märdian, S.; Doll, C.; Hartwig, S.; Heiland, M. et al. (2019): Häufigkeit und Management von Gesichtsschädelfrakturen – eine MKG-chirurgische Einschätzung. In: *Der Unfallchirurg* 122 (9), S. 711–718.
- Voy, E. D.; Fuchs, M. (1980): Anatomische Untersuchung zur Blutgefäßstruktur im Bereich des Kiefergelenks. In: K. Schuchardt und N. Schwenzer (Hg.): *Erkrankungen des Kiefergelenks*. Band XXV. Stuttgart, New York: Georg Thieme (Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie, 25), S. 2–5.
- Walker, R. V. (1994): Condylar fractures: Nonsurgical management. In: *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 52 (11), S. 1185–1188.
- Wassmund, M. (1927): *Frakturen und Luxationen des Gesichtsschädels. Unter Berücksichtigung der Komplikationen des Hirnschädels. Ihre Klinik und Therapie. Praktisches Lehrbuch*. Berlin: Hermann Meusser.
- Weiss, J. P.; Sawhney, R. (2016): Update on mandibular condylar fracture management. In: *Current opinion in otolaryngology & head and neck surgery* 24 (4), S. 273–278.
- Westendorf, W. (1966): *Papyrus Edwin Smith. Ein medizinisches Lehrbuch aus dem alten Ägypten*. Bern und Stuttgart: Hans Huber.
- Witt, M. (2007): *Anatomie. GK1*. Heidelberg: Springer Medizin.
- Zachariades, N.; Mezitis, M.; Mourouzis, C.; Papadakis, D.; Spanou, A. (2006): Fractures of the mandibular condyle. A review of 466 cases. Literature review, reflections on treatment and proposals. In: *Journal of cranio-maxillo-facial surgery: official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 34 (7), S. 421–432.
- Zhou, H.-H.; Liu, Q.; Cheng, G.; Li, Z.-B. (2013): Aetiology, pattern and treatment of mandibular condylar fractures in 549 patients. A 22-year retrospective study. In: *Journal of cranio-maxillo-facial surgery : official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 41 (1), S. 34–41.
- Zhou, H.-H.; Lv, K.; Yang, R.-T.; Li, Z.; Yang, X.-W.; Li, Z.-B. (2019): Mandibular condylar fractures in children and adolescents: 5-Year retrospective cohort study. In: *International journal of pediatric otorhinolaryngology* 119, S. 113–117.
- Zide, M. F.; Kent, J. N. (1983): Indications for open reduction of mandibular condyle fractures. In: *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 41 (2), S. 89–98.

## 9. Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Priv.-Doz. Dr. Dr. Jan Klatt und Herrn Priv.-Doz. Dr. Dr. Henning Hanken für die Überlassung des Themas, die intensive und wertvolle fachliche Betreuung sowie die freundliche und stetige Unterstützung während der Anfertigung der Arbeit.

Mein Dank gilt auch Frau Andrea Großer und Herrn Dipl.-Soz. Gerhard Schön des IMBE für die kompetente Hilfe bei der statistischen Auswertung.

Bei Frau Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Lan Kluwe bedanke ich mich für die vielen Ideen bezüglich der Konzeption und Gestaltung der Arbeit.

Angelique danke ich für die Unterstützung bei der grafischen Darstellung.

Meiner lieben Familie danke ich für ihre Unterstützung, den Rückhalt sowie die Hilfe und Kraft, die sie mir allgegenwärtig entgegenbringen.

Von ganzem Herzen bedanke ich mich bei Patrick – für seine unendliche Liebe, unsere Verbundenheit sowie für das Vertrauen und seine ungeteilte Aufmerksamkeit, die er mir jeden Tag geschenkt hat.



## **10. Lebenslauf**

„Lebenslauf wurde aus datenschutzrechtlichen Gründen entfernt.“

## **11. Eidesstattliche Erklärung**

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Ich erkläre mich einverstanden, dass meine Dissertation vom Dekanat der Medizinischen Fakultät mit einer gängigen Software zur Erkennung von Plagiaten überprüft werden kann.

Unterschrift: .....