

**Die Behandlung von Unterkieferfrakturen mit Zugschrauben
im Universitätsklinikum Gießen
von 1998 bis 2002**

EINE RETROSPEKTIVE STUDIE

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
des Fachbereichs Medizin
der
Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von
Yvonne Schreier
aus Gießen
Gießen 2006

Aus der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie
des Universitätsklinikums Gießen und Marburg,
Standort Gießen

Direktor: Professor Dr. Dr. H.-P. Howaldt

Gutachter: Prof. Dr. Dr. H.-P. Howaldt

Gutachter: PD Dr. U. Horas

Tag der Disputation: 26.03.2007

Widmung

Für meine Eltern

„Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig, ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.“

Gliederung

1. Einleitung.....	4
1.1. Einführung.....	4
1.2. Problemstellung.....	4
1.3. Geschichtlicher Überblick.....	5
1.4. Einteilung der Unterkieferfrakturen.....	8
1.5. Frakturmechanismen	12
1.6. Ätiologie der Unterkieferfrakturen	14
1.7. Beteiligte Strukturen	15
1.7.1. Knochenaufbau	15
1.7.2. Struktur des Unterkiefers	16
1.7.3. Der zahnarme oder zahnlose Kiefer.....	19
1.7.4. Beteiligung von Nachbarstrukturen	21
1.8. Frakturheilung	22
1.9. Komplikationen.....	23
1.10. Frakturdiagnostik	25
1.10.1. Kinische Untersuchung	25
1.10.2. Bildgebende Untersuchung	26
1.11. Grundzüge in der Behandlung von Unterkieferfrakturen	27
1.12. Chirurgische Behandlung.....	28
1.13. Konservative Behandlung.....	31
1.14. Nachsorge und Entfernung des Osteosynthesematerials	33
2. Material und Methode.....	34
2.1. Die Zugschraubenosteosynthese	34
2.1.1. Zugschraubenprinzip.....	34
2.1.2. Technik und klinische Anwendung.....	35
2.2. Patientengut.....	39
2.3. Methodik	39
2.3.1. Datenerfassung.....	39
2.3.2. Nachuntersuchungen	41
2.3.3. Statistische Auswertung.....	44
3. Ergebnisse	45
3.1. Patientengut.....	45
3.2. Frakturverteilung.....	47
3.3. Lokalisation der Frakturen.....	47
3.4. Abstützung	50
3.5. Atrophie	51

3.6.	Frakturlinien.....	51
3.7.	Parodontitis und andere präoperative Schäden.....	52
3.8.	Operativer Versorgungszeitpunkt.....	54
3.9.	Präoperative Schienung.....	54
3.10.	Therapie mit Zugschrauben.....	56
3.11.	Zugschraubenzugang.....	57
3.12.	Weitere Osteosynthesysteme im Unterkiefer.....	58
3.13.	Zahnextraktionen und Komplikationen.....	60
3.14.	Bildgebende Diagnostik postoperativ.....	67
3.15.	Intermaxilläre Fixation.....	67
3.16.	Metallentfernung und Komplikationen.....	69
3.17.	Patientenzufriedenheit.....	70
3.18.	Heilungszustand der Narben.....	71
3.19.	Motorische Störungen.....	71
3.20.	Sensibilitätsstörungen.....	73
3.21.	Stabilität des Unterkiefers.....	75
3.22.	Okklusionsstörungen.....	75
3.23.	Zahnverlust.....	76
3.24.	Vitalität und Sondierungstiefen.....	77
3.25.	Bildgebende Nachuntersuchung.....	79
4.	Diskussion.....	80
4.1.	Patientengut.....	81
4.2.	Frakturverteilung.....	81
4.3.	Frakturlokalisierung.....	82
4.4.	Abstützung.....	83
4.5.	Zugschraubenosteosynthese der Frakturen im atrophierten Unterkiefer.....	84
4.6.	Frakturlinien.....	86
4.7.	Parodontitis und andere präoperative Schäden.....	87
4.8.	Operativer Versorgungszeitpunkt.....	87
4.9.	Präoperative Schienung.....	88
4.10.	Therapie mit Zugschrauben.....	89
4.11.	Zugschraubenzugang.....	92
4.12.	Weitere Osteosynthesysteme im Unterkiefer.....	93
4.13.	Komplikationen.....	94
4.14.	Komplikationen – Zahnextraktionen.....	99
4.15.	Komplikationen – Abstützung, Atrophie.....	102
4.16.	Komplikationen – Frakturlokalisierungen.....	107

4.17.	Komplikationen – intraoperativer Vorzug eines anderen Osteosynthesystems	107
4.18.	Bildgebende Diagnostik	108
4.19.	Intermaxilläre Fixation.....	109
4.20.	Nachuntersuchung – Metallentfernung.....	111
4.21.	Nachuntersuchung – Patientenzufriedenheit.....	112
4.22.	Nachuntersuchung – Heilungszustand der Narben	112
4.23.	Nachuntersuchung – Motorische und sensible Störungen	113
4.24.	Nachuntersuchung – Stabilität	115
4.25.	Nachuntersuchung – Okklusionsstörungen.....	116
4.26.	Nachuntersuchung – Zahnverlust.....	117
4.27.	Nachuntersuchung – Vitalität und Sondierungstiefen	117
4.28.	Bildgebende Nachuntersuchung	118
4.29.	Schlussbetrachtung.....	120
5.	Zusammenfassung	123
5.1.	Zusammenfassung.....	123
5.2.	Abstract	125
6.	Literatur.....	128
7.	Anhang	143
7.1.	Abbildungsverzeichnis.....	143
7.2.	Tabellenverzeichnis	145
7.3.	Materialienliste	146
7.4.	Erhebungsbogen.....	147
7.4.1.	Erhebungsbogen bis zur Nachuntersuchung	147
7.4.2.	Für die Nachuntersuchung erweiterter Teil des Erhebungsbogens	149
7.5.	Untersuchungsbogen und Okklusions – Befundbogen	151
8.	Danksagung.....	153
9.	Lebenslauf.....	154

1. Einleitung

1.1. Einführung

Das primäre Ziel einer Behandlung von einfachen Unterkieferfrakturen ist die anatomisch und funktionell korrekte Wiederherstellung der Strukturen im Idealfall bei primärer Knochenheilung, das heißt ohne Kallusbildung im Frakturspalt. Da die Unterkieferfrakturen den größten Anteil der Traumata des knöchernen Gesichtsschädels ausmachen (Austermann 2002; Rahn et al. 1989), gab deren Behandlung immer wieder Anlass zur Diskussion. Die Einführung der funktionsstabilen Osteosyntheseverfahren in die Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie und damit die Möglichkeit der sofortigen funktionellen Beanspruchung des Knochens führte zu einem Anstieg des Anteils operativer Frakturversorgung und zur fortwährenden Weiter- und Neuentwicklung verschiedener Systeme (Fridrich u. Mitarb. 1992; Reinhart u. Mitarb. 1996).

1.2. Problemstellung

Frakturen des Unterkiefers nehmen in der Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie eine besondere Rolle ein, da sie im Bereich des knöchernen Gesichtsschädels das am häufigsten vorkommende Trauma darstellen (Rahn et al. 1989). Die Einschätzung über die bestmögliche Behandlung von Unterkieferfrakturen ist einem fortwährenden Wandel unterlegen. Dabei ist die Betrachtung der Effizienz der verschiedenen Behandlungskonzepte, sowie ihres therapeutischen Nutzen und ihrer Anwendbarkeit bei verschiedenen Frakturen von großer Bedeutung.

Ziel dieser Arbeit ist die Darstellung der Anwendung der Salzburger Zugschraube bei der Versorgung einfacher Unterkieferfrakturen anhand eines im Zeitraum von 1998 bis 2002 behandelten Patientengutes in der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie der Universität Gießen. Weiterhin sollen in dieser retrospektiven Studie Vor- und Nachteile, Kontraindikationen, Komplikationen und die hieraus resultierenden Konsequenzen bei der Behandlung mit Zugschrauben dargestellt werden. Trümmer- und Defektfrakturen werden in diesem Zusammenhang nicht berücksichtigt, da es sich dabei nicht um einfache Frakturen handelt.

Einleitend wird ein geschichtlicher Überblick über die Behandlung der Unterkieferfrakturen gegeben und ein Basis-Hintergrundwissen über die Mandibula und über Frakturen allgemein vorgestellt, sowie deren Heilung, Diagnostik und Komplikationen. Anschließend werden verschiedene Behandlungsmethoden erörtert, um eine grobe Übersicht der verschiedenen Konzepte zu erlangen, die später diskutiert werden sollen.

Letztendlich erfasst diese Studie 107 Patienten mit 125 einfachen Unterkieferfrakturen, die mit Zugschrauben versorgt wurden, sowie einer Nachuntersuchung von 63 Patienten mit 74 Frakturen, welche eine Zugschraubenosteosynthese erhielten. Alle für die Arbeit relevanten traumatologischen Daten, die in Tabellenform gesammelt wurden, werden im Anschluß daran statistisch aufgearbeitet und ausgewertet. Die abschliessende Diskussion konzentriert sich hauptsächlich um die Frage des Einsatzgebietes von Zugschrauben, sowie Vor- und Nachteile gegenüber anderen Osteosynthesemethoden.

1.3. Geschichtlicher Überblick

Bereits 400 vor Chr. führte der griechische Arzt und Begründer der wissenschaftlichen Medizin Hippokrates die Behandlung von Unterkieferfrakturen mittels einer Ledermanschette durch, die als „Funda hippocratis“ bezeichnet wurde (Eulert 2002). Doch erst zwei Jahrtausende später wurde ein Umschwung dieser Behandlungsmethode erreicht. Zuerst blieb man dabei allerdings bei der Meinung, die externe Fixation, also die Ruhigstellung der Fraktur durch transkutane Maßnahmen ohne operativer Darstellung des Frakturspaltes, sei für alle erdenklichen Unterkieferfrakturen die optimalere Lösung im Gegensatz zur internen Fixation, die sich durch operative Darstellung und Reposition unter Sicht und durch die eigentliche Osteosynthese auszeichnet (Niederdelmann, Marmulla 2000). Im Jahre 1840 startete Malaigne (Lindquist 1994) zum ersten Mal den Versuch einer Behandlung mit perkutan in die Fragmente eingebrachten Nägeln, die von mehreren Autoren übernommen und modifiziert angewandt wurde (Converse, Waknitz 1942; Schüle 1957). 1865 wurde dann von Weber (Weber JAC 1865) erstmals eine intermaxilläre Verschnürung zur Ruhigstellung von Kieferfrakturen in Form einer Kautschukschiene vorgestellt. Nur 20 Jahre später war es soweit, dass der Assistenzarzt Dr. Carl Hansmann Unterschenkelfrakturen und auch zwei Unterkieferfrakturen mit Hilfe einer subkutan liegenden, vernickelten Stahl-Blech-Platte zu stabilisieren versuchte, die perkutan mit Schrauben befestigt war (Niederdelmann, Marmulla

2000, Luhr 2000). Hansmann gilt daher als Erfinder der Plattenosteosynthese, auch wenn sein System dem perfektionierten Plattensystem von heute wenig ähnelte. Der Chirurg William S. Halsted erwarb Hansmanns Platten, wandte sie aber erst 1893 modifiziert mit unter der Haut liegenden Schrauben an. Die operative Frakturversorgung durch Plattenosteosynthese war also schon früh erfunden, blieb aber lange Zeit im Hintergrund, da die Komplikationsraten zu hoch waren. Die häufigsten Gründe hierfür waren die Verwendung ungeeigneter, korrosionsanfälliger Materialien, die Implantation von zu kleinen und daher zu schwachen Schrauben und Platten und der daraus resultierenden Instabilität der Fraktur und die iatrogene Schädigung des Knochens durch zu hohe Umdrehungszahlen und mangelnde Kühlung beim Vorbohren (Luhr 2000).

Die Entdeckung der Röntgenstrahlen im Jahr 1895 leitete eine erneute Wende in der Darstellung und Behandlung von Kieferfrakturen ein. Scheff begann Anfang des 20. Jahrhunderts die operative Frakturversorgung mittels Drahtnähten, andere Autoren berichteten zeitgleich über die Anwendung von Platten aus Kupfer, Vanadium – Chrom oder Stahl (Scheff 1910; Lambotte 1907; Sherman 1912; Lane 1914). Doch die Stabilität der Unterkieferfrakturen durch Drahtnähte wurde von Schwenger widerlegt und auch die bis dato nur zur Adaption benutzten Platten erwiesen sich als instabil, da das reine Aneinanderfügen nicht zur primären Knochenheilung der Frakturen sondern durch Verkanten der Schrauben eher zur Distraction der selbigen führte. So kam es häufig zu Pseudarthrosen oder Infektionen aufgrund derer der konservativen Therapie lange Zeit der Vorzug gegeben wurde (Schwenger 1967; Niederdellmann, Marmulla 2000; Reichenbach 1934; Steinhardt 1935). Nach der Entdeckung von Key 1932, dass Druck den knöchernen Durchbau einer Fraktur beschleunigt, wurde versucht, Platten zu entwickeln, die eine Kompressionsosteosynthese ermöglichen sollten (Key 1932). Die erste Kompressionsplatte wurde 1949 von dem belgischen Chirurg Robert Danis in der Extremitätenchirurgie inauguriert. Es dauerte allerdings nochmals 15 Jahre, bis die Idee der axialen Kompression der Fragmente von einer Schweizer Forschergruppe (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen = AO) klinikreif weiterentwickelt worden war, doch konnte der sogenannte „Müller – Spanner“ aufgrund der speziellen Anatomie des Unterkiefers nicht in der Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie eingesetzt werden (Luhr 2000; Müller, Allgöwer, Willenegger 1963).

Als bedeutende Neuerung der Schienungsmethodik führte Schuchardt Mitte der 50er Jahre einen neuen Drahtbogenkunststoffschiennenverband ein, der sich durch die große Anwendungsbreite rasch verbreitete (Schuchardt 1956).

Die erste brauchbare Kompressionsplatte für den Unterkiefer wurde dann 1968 von Luhr publiziert; auf ihr basiert auch das noch bis heute wirksame Prinzip der Mandibularkompressionsschraubenplatte (MCS – Platte). Mit der aus dem Material Vitallium, einer Kobalt-Chrom-Legierung, bestehenden Luhr'schen Platte wurden vornehmlich Frakturen des atrophischen Unterkiefers versorgt, da hier Okklusionsstörungen zweitrangig erschienen und in Kauf genommen werden konnten. Der Nachteil besagter Platte bestand nämlich in der schweren Verformbarkeit und der damit verbundenen problematischen Adaption an die Kontur des Knochens (Schilli, Niederdellmann 1980). Wenige Jahre später führte Spiessl die in der Extremitätenchirurgie verwendete dynamische Kompressionsplatte (DCP) in die Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie ein, die vor allem aufgrund der Problematik der alveolären Fragmentdistraktion eingesetzt wurde (Spiessl 1976, 1988; Spiessl, Schroll 1972; Spiessl, Tschopp 1974; Prein et al. 1987). Weitere Neuerungen erfolgten in der darauffolgenden Zeit unter anderem von Becker und Machtens (Becker, Machtens 1973).

Somit leiteten Luhr, wenig später auch Spiessl sowie Becker und Machtens eine Trendwende in der Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie ein (Luhr 1968; Spiessl 1969; Becker, Machtens 1973). Die stabile Osteosynthese begünstigte den knöchernen Durchbau der Fraktur, indem sie das Zerreißen einsprossender Gefäße in den Frakturspalt verhinderte. Damit induzierte sie den schnelleren primären Heilungsverlauf, die postoperative intermaxilläre Immobilisation war nicht mehr in allen Fällen obligat und der Patient hatte die Möglichkeit zur ungehinderten Sprach- und Kaufunktion (Segmüller 1988; Luhr 1968, 1972 und 2000). Diese Vorteile führten zu einer zunehmenden Verbreitung und an regem Interesse an der operativen Frakturversorgung.

In der weiteren Folge wurde die Miniplattenosteosynthese entwickelt und durch Michelet et al. publiziert. Champy et al. förderten daraufhin die Anwendung dieses Prinzips im Bereich des Gesichtsschädels, klammerten allerdings die Gelenkfortsatzfrakturen aufgrund der anatomischen Besonderheiten aus (Michelet et al. 1973; Champy et al. 1975; Champy 1978). Erst verzögert wurde die Miniplatte auch dort angewandt, konnte sich aber aufgrund der schwierigen Operationstechnik nicht durchsetzen (Pape et al. 1980; Hausamen 1982; Heidsieck 1983; Rasse 2000).

Einen neuen Weg der rigiden Fixation von Frakturen, welche ihren Ursprung in der Extremitätenchirurgie hatte, beschritten Brons und Boering sowie Niederdellmann und Schilli. Sie propagierten die „ein Maximum an Stabilität“ liefernde Zugschraubenosteosynthese „bei minimaler Inkorporation von Implantatmaterial“ in den

Korpus (Brons, Boering 1970; Niederdellmann, Schilli 1980; Niederdellmann, Shetty 1987; Niederdellmann, Marmulla 2000). Als Indikation für dieses Prinzip wurde von Niederdellmann vor allem die einfache Kieferwinkelfraktur hervorgehoben, als Kontraindikation nennt er einen stark atrophierten Unterkiefer, Frakturen während dem Wachstum, Defekt- und Trümmerfrakturen, ein Zahn im Bruchspalt und ein spezieller Frakturverlauf (von ventrolateral noch dorsomedial). Etwa zur selben Zeit etablierte auch Petzel ein Zugschraubensystem mit axialer Zugkraft und Verankerung im proximalen Fragment von Gelenkfortsatzfrakturen (Petzel 1980). Dieses System wurde 1991 von Eckelt neu aufgegriffen und weiterentwickelt (Eckelt 1991, 2000). Nur ein Jahr später führte Krenkel eine Zugschraube mit Ankerplatte in die Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie der Gelenkfortsatzfrakturen ein, die eine bessere Kraftverteilung erlaubte (Krenkel 1992). Um das Aussprengen von Knochensplittern an der Eintrittsstelle der Zugschraube zu Verhindern entwickelte Krenkel eine bikonkave Unterlegscheibe, die die Funktion der Druckumverteilung innehat und bei jeder mit Zugschrauben zu behandelnden Fraktur angewandt werden kann (Krenkel 1997).

Wichtige Neuerungen, die auch bis zur heutigen Zeit noch Anwendung finden, waren zum einen der Wechsel des Osteosynthesematerials hauptsächlich auf das biokompatiblere Material Titan und zum anderen die Einführung der selbstschneidenden Zugschraube zum Erlangen absoluter Primärstabilität. Außerdem können die Unterkieferfrakturen mittlerweile auch von intraoral oder transbukkal versorgt werden, was für den Patienten den Vorteil keiner oder nur einer kleinen Narbe innehat (Luhr 2000; Rasse 2000; Niederdellmann, Marmulla 2000).

1.4. Einteilung der Unterkieferfrakturen

Um eine sinnvolle Einteilung der Unterkieferfrakturen zu erlangen, wurde von einigen Autoren auf unterschiedliche Aspekte zurückgegriffen. Schon 1977 publizierte Schwenger eine Klassifikation der Unterkieferfrakturen, nach der er die Wahl seiner Behandlungsmethode richtete. Er differenzierte zwischen:

- Frakturen innerhalb der Zahnreihe (Alveolarfortsatz oder Corpus)
- Frakturen außerhalb der Zahnreihe (durch oder hinter der Alveole des letzten Zahnes, Kieferwinkel, aufsteigender Ast incl. Muskelfortsatz, Gelenkfortsatz)

- Frakturen des unbezahnten oder unterbezahnten Unterkiefers

Diese Unterteilung fand auch zwanzig Jahre später in einer Studie noch Anwendung (Chu, Gussack, Muller 1994).

Eine Reihe von Autoren wandten eine Klassifikation nach der Lokalisation der Fraktur an; dabei wurde häufig unterschieden in:

- Median
- Paramedian
- Korpus
- Kieferwinkel
- Ramus

Oft wurden hier die Gelenkfortsatzfrakturen außen vor gelassen, da sie durch ihre speziellen anatomischen Verhältnisse eine gesonderte Rolle in der Einteilung und Behandlung von Unterkieferfrakturen einnehmen (Asadi, Asadi 1996; Austermann 2002; Boole et al. 2001; Ellis et al. 1985; Freidl et al. 1996; Fridrich et al. 1992; Guerrissi 2001; Olson et al. 1982; Salem et al. 1968; Schwenger 1977; Siegel et al. 1977; Smith, Johnson 1993; Sonnenburg, Hartel 1978; Tams et al. 1996), in der vorliegenden Untersuchung werden sie allerdings unter dem zusammenfassenden Begriff „Collumfraktur“ mit einbezogen. Neben diesen spielen auch die Brüche des atrophierten Unterkiefers und die des kindlichen im Milch- oder Wechselgebiss eine besondere Rolle bei der therapeutischen Versorgung. Verschiedene Autoren unterteilen daher die Frakturen grundsätzlich nach bezahntem, zahnlosen oder zahnarmen Kiefer und Milch- oder Wechselgebiss (Esser 2003; Howaldt 1999).

Hardt und von Arx differenzierten 1989 die Unterkieferfrakturen in drei Frakturgruppen basierend auf der Lokalisation, die ihrer Meinung nach für ein sinnvolles Therapiekonzept unumgänglich war. Sie unterschieden zwischen (Hardt, von Arx 1989):

- F1: ein- oder beidseitige Collumfraktur
- F2: ein- oder beidseitige Collumfraktur mit Corpusfraktur(en)
- F3: Corpusfraktur(en)

Asadi und Asadi hielten auch eine Einteilung nach anatomischen Gegebenheiten für sinnvoll und teilten die Unterkieferfrakturen ein in:

- Condylus
- Coronoid
- Winkel

- Körper
- Parasymphyse
- Symphyse
- Dento – alveoläre Komponente

Außerdem nahmen sie aber auch Unterteilungen vor nach Alter, Geschlecht, Ätiologie und Muster der Frakturtypen, wobei sie bei letzterem unterschieden zwischen (Asadi, Asadi 1996):

- Unilateral (Einfachfraktur)
- Bilateral (Zweifachfraktur)
- Mehr als zwei Areale involvierend (Mehrfachfraktur)

Eine ähnliche Unterteilung veröffentlichten Boole et al. in ihrer Studie über 5196 Unterkieferfrakturen. Neben der Lokalisation des Bruchspaltes unterschieden sie noch zwischen einer, zwei oder drei und mehr Frakturen im Bereich der Mandibula (Boole et al. 2001).

Auch Karl Heinz Austermann nahm eine Einteilung der Frakturtypen vor (Austermann 2002). Er klassifizierte deskriptiv nach Lage und Form der Bruchlinien im Röntgenbild und unterteilte in Quer-, Schräg-, Längs-, Mehrfragment-, Trümmer- und Defektfrakturen sowie Frakturen mit oder ohne Gelenkbeteiligung. Quer-, Schräg- und Längsfraktur unterschied schon Wassmund 1927 anhand des Bruchspaltverlaufes von Kollumfrakturen (Wassmund 1927) :

- Senkrechter Kollumbruch bzw. Abbruch der Gelenkwalze
- Querer Kollumbruch
- Schräger Kollumbruch

Auch in der vorliegenden Untersuchung findet eine modifizierte Version von Wassmunds Ausführungen Anwendung. Während diese Art der Klassifizierung eher die Lage der Frakturspaltes beschreibt, lässt sich durch die Ausdrücke Mehrfragment-, Trümmer- und Defektfraktur auf die Form der Fraktur schließen. Eine Trümmerfraktur besteht im Gegensatz zur Mehrfragmentfraktur aus mehr als sechs Bruchstücken, wohingegen eine Defektfraktur mit ausgedehntem Knochensubstanzverlust einhergeht (Pschyrembel 1994). Diese einfache deskriptive Einteilung der Unterkieferfrakturen hielten Joos et al. für unzureichend, weil die Differenzialindikation zwischen rigider und nicht rigider Osteosynthese nur bedingt zu treffen war. Daher stellten sie 1999 in einer prospektiven Studie an 76 Patienten den „Mandibular fracture score“ vor, bei dem nicht nur präoperative

Faktoren wie anatomische Lokalisation, Dislokation, komplexe Frakturen und systemische Erkrankungen berücksichtigt werden, sondern auch intraoperative Parameter wie schwierige Reposition und Weichteilbedeckung und schwer zu findende Okklusion in die Bewertung mit einfließen (Joos et al. 1999; Niederdellmann, Marmulla 2000).

Unter therapeutischen Gesichtspunkten nahm auch Austermann eine Klassifizierung der Unterkieferfrakturen nach Weichteilbezug, Frakturtyp sowie Lokalisation und Zahnbestand vor (Austermann 2002). Er unterschied im einzelnen zwischen:

- Weichteilbezug

- Einfache Fraktur mit geschlossener Weichteildeckung
- Komplizierte Fraktur mit Weichteilperforation

- Frakturtyp

- Inkomplette Fraktur
- Subperiostale Fraktur (Grünholzfraktur)
- Komplette Fraktur
- Mehrfachfraktur
- Trümmer- oder Defektfraktur

- Lokalisation und Zahnbestand

- Innerhalb der Zahnreihe
 - Alveolarfortsatz
 - Kieferkörper median und paramedian
 - Eckzahn- und Seitenzahnbereich
- Außerhalb der Zahnreihe
 - Im Bereich oder hinter der Alveole des letzten Zahnes
 - Kieferwinkel
 - Aufsteigenden Ast einschließlich Muskelfortsatz
 - Gelenkfortsatz
 - Unbezahnter oder fast unbezahnter Unterkiefer

Austermanns Einteilung der Unterkieferfrakturen lässt allerdings ebenso wie die von Joos et al. nur bedingt Schlussfolgerungen auf die Behandlungsart, d.h. rigide oder nicht rigide Osteosynthese, zu.

Eine Klassifizierung nach anatomischer Lokalisation hat sich nicht nur wegen der Reproduzierbarkeit für viele Autoren als sinnvoll erwiesen und kommt auch in dieser Studie zur Anwendung, da hier die Art der Fraktur (einfache Frakturen, keine Trümmer- oder

Defektfrakturen) und die Behandlungsmethode (Zugschraube) weitestgehend festgelegt sind (Asadi, Asadi 1996; Austermann 2002; Boole et al. 2001; Ellis 3rd et al. 1985; Freidl et al. 1996; Fridrich et al. 1992; Hardt, von Arx 1989; Salem et al. 1968; Schwenzer 1977; Siegel et al. 1991; Sonnenburg, Hartel 1978; Tams et al. 1996).

1.5. Frakturmechanismen

Als Fraktur wird die Kontinuitätsunterbrechung eines über seine Elastizitätsgrenze hinaus belasteten Knochens unter Bildung zweier oder mehrerer Fragmente verstanden. Sie kann durch direkt wirkende Kräfte wie Stoß und Schlag oder durch indirekt wirkende Kräfte wie Biegung und Scherung verursacht werden (Lexikon Zahnmed./Zahntech. 2000). Weitere Faktoren sind die Widerstandsfähigkeit der harten und weichen Temporomandibularstrukturen und somit auch das Alter des Patienten.

In der Mehrzahl der Fälle treten im Unterkiefer Biegebrüche auf, zum Beispiel median wenn ein Schlag aus ventraler Richtung das Kinn trifft (Atac 1978).

Der direkte Bruch entsteht an der Stelle der Gewalteinwirkung. Durch die Biegebelastung des Schlages erfolgt auf der konkaven Seite eine Stauchung sprich Druck-, und auf der konvexen Seite eine Dehnung also Zugbelastung. In der neutralen Schicht wechselt Druck- und Zugbeanspruchung.

Der Biegebruch tritt immer zuerst auf der konvexen Seite eventuell unter Bildung eines Biegekeils (Dreiecksbruchstück) auf, da der Knochen eine geringere Spannungstoleranz gegenüber Zug als gegenüber Druck aufweist (Pschyrembel 1994; Austermann 2002; Lexikon Zahnmed./Zahntech. 2000).

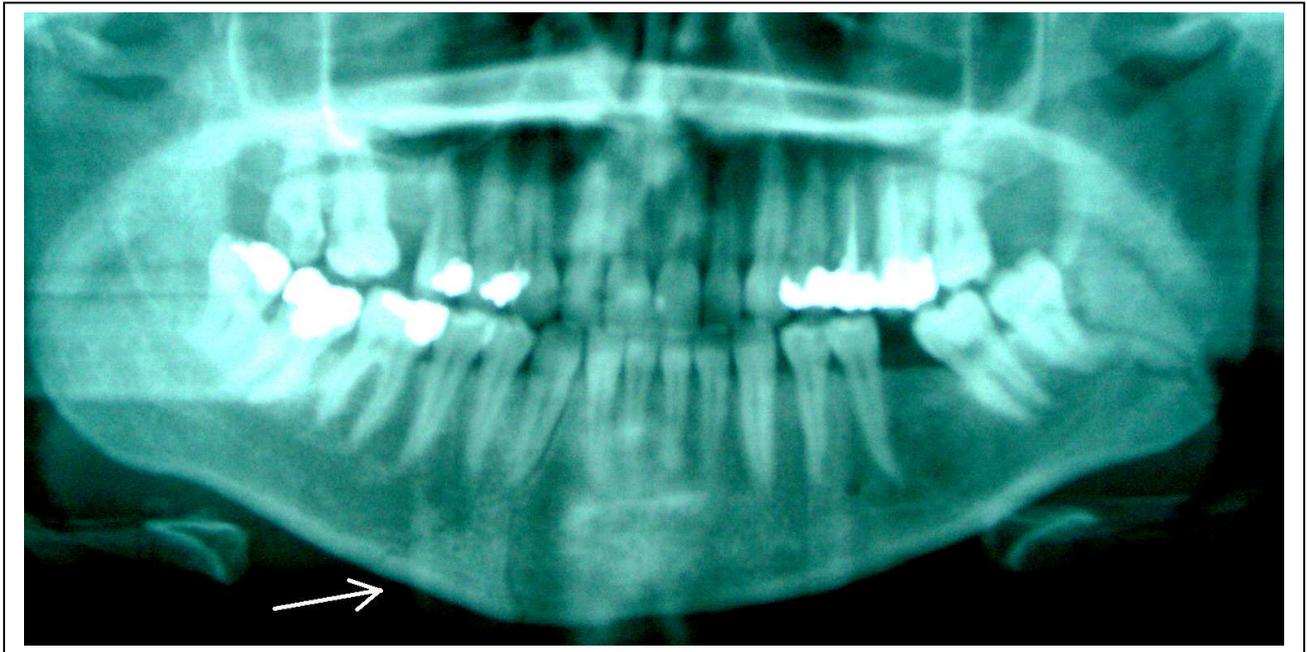


Abbildung 1: Dreiecksbruchstück einer Unterkieferfraktur

Indirekte Biegungsbrüche treten vor allem im Kollumbereich auf, dabei wird das kleinere Fragment häufig luxiert (Wassmund 1934). In ihrer Studie von 1980 konnten Austermann und Lisiak durch Belastungsuntersuchungen des Kiefergelenks zeigen, dass eine kaudale Krafteinwirkung den Kondylus nach ventral abknicken lässt. Durch den Zug des Musculus pterygoideus lateralis am kleinen Fragment resultiert somit die sehr häufige Dislokation, das heißt eine Verschiebung der Knochenfragmente gegeneinander, nach medial – ventral (Austermann, Lisiak 1980).

Bei Stauchungs- oder Kompressionsbrüchen handelt es sich auch meist um indirekte Frakturen. Da die Kompakta außerordentlich druckfest ist, kommt es bei Krafteinwirkung von kaudal zur typischen Kapitulumfraktur.

Die Schub- oder Abscherfraktur entsteht durch zwei gleich große Kräfte, die entgegengesetzt zueinander wirken. In der Mandibula geschieht dies vorzugsweise im aufsteigenden Unterkieferast ebenfalls bei Krafteinwirkung von kaudal, im Falle einer Abscherfraktur allerdings auf den nicht abgestützten Knochen einwirkend.

Als Abriß- oder Traktionsbruch wird der Abriß eines Knochenfragments mit Sehne oder Band bezeichnet. Dieser ist im Unterkiefer nur bei dem seltenen Fall eines Bruches des Processus muscularis möglich, hier meist ursächlich ein Biegungsbruch.

Torsionsfrakturen sind im Bereich des Gesichtsschädels nicht bekannt (Austermann 2002; Lexikon Zahnmed./Zahntech. 2000; Pschyrembel 1994).

Die im Kapitel schon erwähnte Dislokation des kleinen Fragmentes beim indirekten Biegungsbruch des Kollums wird auch als indirekte Dislokation bezeichnet, da die Verschiebung des Knochenfragments auf Muskelzug beruht. Im Gegensatz dazu steht die direkte Dislokation, bei der die Verschiebung der Knochenfragmente eine direkte Folge von Krafteinwirkung darstellt (Austermann 2002). In der aktuellen Literatur wird zwischen folgenden Dislokationsformen unterschieden (Pschyrembel 1994; Lexikon Zahnmed./Zahntech. 2000):

- Ad axim (Abknickung in vertikaler Achse)
- Ad latus (seitliche Verschiebung)
- Ad longitudinem (Längsverschiebung)
 - cum contractione (mit Verkürzung)
 - cum distractione (mit Verlängerung)
- Ad peripheriam (Verdrehung der Fragmente um die Längsachse)

Die besagte Luxationsfraktur des Kollums stellt sich also beispielsweise als Dislocatio ad peripheriam dar.

1.6. Ätiologie der Unterkieferfrakturen

In der Ätiologie der Unterkieferfrakturen kommt den Verkehrsunfällen eine wesentliche Bedeutung zu. Schon 1961 zeigten Untersuchungen in den USA, dass 72,1 % der Verkehrsunfälle ein Schädeltrauma nach sich ziehen. Nur wenige Jahre später gaben Studien einen Anteil der Unterkieferfrakturen an diesen Schädeltraumata von 70 % bis 80 % an (Becker 1967; Müller 1969; v. Allmen 1971; Kniggendorf 1979; Norer 1979). Neuere Studien zeigen allerdings eine Entwicklung hin zu einem steigenden Anteil von Roheitsdelikten gegenüber Verkehrsunfällen (James et al. 1981; Brook, Wood 1983). Während Norer 1979 von 14,72 % „Raufhändel“ berichtete, kamen Ellis und El-Attar 1985 schon auf 54,70 %, Asadi und Asadi 1996 bereits auf 73,96 % als Grund für Brüche der Mandibula (Norer 1979; Ellis et al. 1985; Asadi, Asadi 1996). Kolle sieht in seiner 12-jährigen Untersuchung allerdings immer noch die Verkehrsunfälle als Hauptgrund für Unterkieferfrakturen (Kolle 2002).

Als weitere Ursachen werden in der Literatur außer Tötlichkeiten und Verkehrsunfälle hauptsächlich Stürze und Sportunfälle angegeben (Boole et al. 2001; Ellis et al. 1985). Die Verteilung auf nur eine, zwei oder drei und mehr Frakturen fällt mit Durchschnittswerten von ca. 54 % für einfache Frakturen, ca. 40 % für doppelte und ca. 6 % für drei und mehr in nahezu allen Studien vergleichbar aus (Boole et al. 2001; Asadi, Asadi 1996; Freidl, Bremerich, Gellrich 1996).

1.7. Beteiligte Strukturen

1.7.1. Knochenaufbau

Das Knochengewebe besteht aus Knochenzellen – Osteoblasten - , die die Grundsubstanz zur Bildung der Knochenmatrix abgeben und sich somit selber „einmauern“. Die eingemauerten inaktiven Osteoblasten werden Osteozyten genannt. Sie sind durch Zytoplasmafortsätze, die in Knochenkanälchen verlaufen, miteinander verbunden.

Weitere Bestandteile des Knochens sind kollagene Fibrillen, die mit der Grundsubstanz zusammen die Interzellulärsubstanz bilden, das Osteoid. Diese Kollagenfasern gewährleisten zudem die hohe Zugfestigkeit des Knochens. Die hohe Druckfestigkeit beruht auf den verschiedenen Salzen wie Calciumphosphat, Magnesiumphosphat, Calciumcarbonat und andere Verbindungen mit Calcium, Kalium, Natrium mit Chlor und Fluor. Ein salzfreier „entkalkter“ Knochen wird biegsam, ein Knochen ohne genügend organische Bestandteile wird brüchig, daher brechen die einen höheren anorganischen Anteil enthaltenden Knochen alter Menschen häufiger als die junger (Moll, Moll 1995; Platzer 1991).

Prozentual gesehen besteht der Knochen zu 8% aus Wasser, zu 22-33% aus organischem Material – überwiegend Kollagen – und zu 67-70% aus anorganischem Material, dabei hauptsächlich aus Calciumphosphat (Schroeder 1992).

Grundsätzlich können zwei Arten von Knochengewebe unterschieden werden:

- Geflechtknochen
- Lamellenknochen

Im Geflechtknochen liegen die Kollagenfasern als ungeordnete Bündel vor und der Mineralanteil ist geringer als im Lamellenknochen. Beim Menschen kommt er hauptsächlich während der Entwicklung vor, später nur noch in der Labyrinthkapsel und an den Nähten der Schädelknochen (Moll, Moll 1995; Platzer 1991).

Der im übrigen Skelett vorkommende Lamellenknochen zeigt eine deutliche Schichtung, die nach ihrer Dichtigkeit unterteilt wird in eine äußere Substantia compacta (Kompakta) und in eine innere Substantia spongiosa (Spongiosa). Lamellen sind Lagen von parallel verlaufenden kollagenen Fibrillen. Diese wechseln sich mit Lagen von Knochenzellen ab und sind konzentrisch um einen zentralen Gefäßkanal (Havers'scher Kanal) angeordnet. In ihm verlaufen Nerven und Gefäße zur Versorgung des Knochens. Der gesamte Komplex Lamellen / Kanal wird Havers'sches System oder auch Osteon genannt. Zwischen den Osteonen finden sich Schaltlamellen, die aus Resten von ehemaligen Osteonen bestehen. Generallamellen begrenzen den Knochen nach innen und außen. Unabhängig vom Verlauf der Lamellen ziehen noch Volkmann'sche Kanäle schräg durch die Osteone und verbinden die Havers'schen Kanäle mit den Blutgefäßen des Periosts (Moll, Moll 1995; Platzer 1991).

1.7.2. Struktur des Unterkiefers

Der Unterkiefer oder auch Mandibula nimmt aufgrund seiner besonderen Form und Lage eine Sonderstellung unter den Schädelknochen ein, mit denen er gelenkig in Verbindung steht. Er besteht aus nur einem im Gegensatz zum Mittelgesicht sehr kompakten Knochen und bildet alleine das Untergesicht. Sein Aufbau zeichnet sich wie der der anderen Gesichtsknochen durch eine periostgedeckte Außen- und Innenkortikalis mit dazwischenliegender Spongiosa aus (Platzer 1991; Esser 2003).

Entwicklungsgeschichtlich bildet sich der unpaarig angelegte Unterkiefer in der 5. – 6. Entwicklungswoche aus dem 1. Kiemenbogen und ist ektodermalen Ursprungs. Ab der 6. Woche beginnt hier als erstes die desmale Ossifikation, d.h. die direkte Verknöcherung des Bindegewebes, daher zählt die Mandibula genauso wie die Maxilla und das Os palatinum zum Desmocranium (Moll, Moll 1995; Sperber 1992).

Der Unterkiefer gliedert sich in einen Körper - Corpus mandibulae - der beidseits in zwei aufsteigende Unterkieferäste übergeht - Rami mandibulae - und den Alveolarfortsatz trägt - Processus alveolaris mandibulae. Im Alveolarfortsatz sind die Zähne ligamentär in

sogenannten Alveoli dentales – Zahnfächern – verankert. Darüber hinaus besitzt er eine ausgeprägte Spongiosastruktur und die Besonderheit, sich erst mit Zahndurchbruch zu entwickeln und sich im Greisenalter bzw. nach Zahnverlust zurückzubilden. Auch der Angulus mandibulae, der Kieferwinkel, verhält sich in den verschiedenen Stadien des Lebens unterschiedlich: Beim Kind und Greis ist der Winkel größer als im Erwachsenenalter. Hier sinkt er auf 120 – 130 Grad (Platzer 1991; Esser 2003).

Wichtige Strukturen der Mandibula sind außerdem die am cranialen Ende des Ramus mandibulae liegenden zwei Fortsätze. Am ventralen Muskelfortsatz – Processus muscularis oder coronoideus – setzt der M. temporalis an, der dorsale Gelenkfortsatz – Processus condylaris – trägt auf seinem Unterkieferhals (Collum mandibulae) den Gelenkkopf (Caput mandibulae), an dem ein Teil des M. pterygoideus lateralis ansetzt. Zwischen den beiden Fortsätzen verläuft die Incisura mandibulae als Einbuchtung (Waldeyer, Mayet 1986; Feneis 1993).

Erwähnenswert befindet sich noch die Linea mylohyoidea an der Innenseite des Corpus, unter der der M. mylohyoideus entspringt, und die Linea obliqua, die vom Corpus zum Ramus mandibulae zieht. An Öffnungen kommen vor: das Foramen mandibulae und das Foramen mentale. Das Foramen mandibulae liegt auf der Innenseite hinter dem dritten Molaren und bildet den Eingang zum Canalis mandibularis, der den N. alveolaris inferior enthält – ein Zweig des N. mandibularis – und als Knochenkanal unterhalb der Zahnwurzeln bis zum Foramen mentale verläuft. Das Foramen mentale liegt an der Außenseite zwischen erstem und zweitem Prämolaren und entlässt den N. alveolaris inferior als N. mentalis, daher gilt es auch als Druckpunkt für den dritten Trigeminusast (Moll, Moll 1995).

Die Bewegungen des Unterkiefers werden vor allem durch die Kaumuskulatur (M. masseter, M. temporalis, M. pterygoideus medialis und lateralis) ermöglicht.

Der Unterkiefer sowie auch jeder andere Lamellenknochen ist in „Leichtbauweise“ gebaut, das bedeutet mit einem Minimum an Material wird ein Maximum an Leistung und Stabilität erzielt.

Daher ist beim Lamellenknochen die Kompakta nur in den Bereichen verstärkt, in denen sie besonders belastet wird. In der Spongiosa sind die Knochenbälkchen dem größten Druck bzw. Zug nach ausgerichtet, so dass sie Hauptspannungslinien bilden, sogenannte Trajektorien.

Dies bedeutet, die Knochenbälkchen sind extrem druck- und zugfest, können aber bei einer zu starken Biegebelastung brechen. Meistens kommt es dabei zu einer Frakturierung

senkrecht zu den Trajektorien, seltener auch in Richtung der Linien. Die Trajektorien lassen sich graphisch darstellen; das Wissen um ihr Prinzip ist für die spätere Frakturversorgung von Bedeutung (Moll, Moll 1995; Schumacher 1975; Spiessl, Schroll 1972).

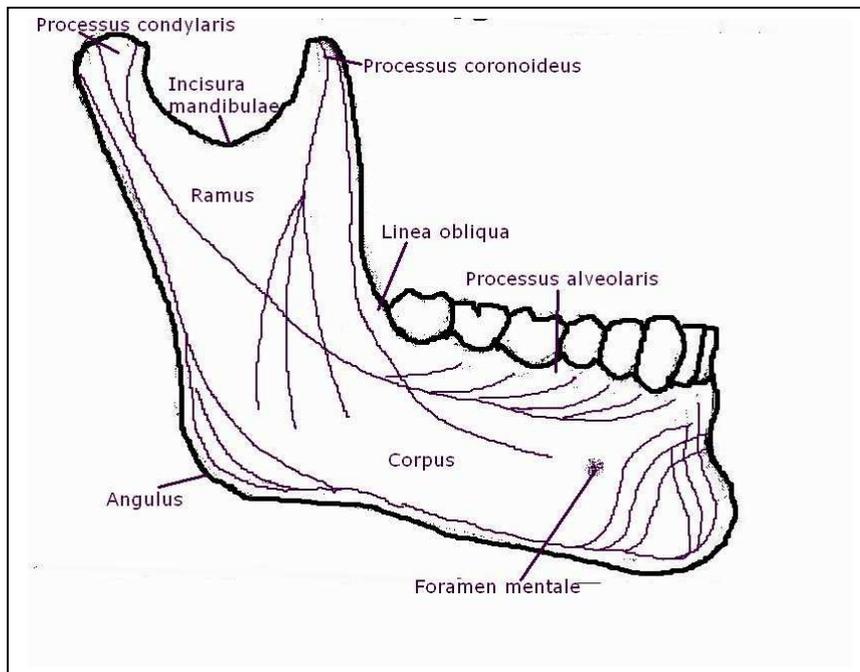


Abbildung 2: Anatomische Gegebenheiten und Trajektorien (Horch, Herzog 1997)

Aufgrund der Unterkieferstruktur gibt es physiologische Schwachstellen an denen typische Frakturverläufe auftreten. Exemplarisch dafür ist der dünne Gelenkhals sowie der Kieferwinkel zu nennen, wobei letzterer bevorzugt im Zusammenhang mit retinierten Weisheitszähnen zu Bruch geht. Als weitere Prädilektionsstellen gelten die Prämolarenregion wegen der fehlenden Linea obliqua und die Eckzahnregion wegen der langen Eckzahnwurzel einerseits und der stärksten Biegung der Knochenspanne andererseits (Wassmund 1927). Besonders frakturgefährdet erweist sich der atrophische Kiefer im Greisenalter, bei dem es sogar zu Spontanfrakturen kommen kann (Cope 1982). Auf ihn soll noch gesondert eingegangen werden.

Der Vollständigkeit halber müssen noch die zweite Dentition mit den unterschiedlichen Durchbruchreihenfolgen im kindlichen Kiefer und pathologische Prozesse wie Tumoren oder Zysten als mögliche Schwachstellen genannt werden (Wassmund 1927). Sie spielen in dieser Studie allerdings keine Rolle.

Nicht selten kommen bei bestimmten Bruchlokalisationen Kombinationen mit anderen Frakturen vor, so dass beim Vorliegen der ersten eine entsprechende zweite Fraktur ausgeschlossen werden muss. Typische Kombinationen sind dabei (Esser 2003):

- Kinnregion und (beide) Gelenkfortsätze
- Eckzahnbereich und Gelenkfortsatz der kontralateralen Seite
- doppelseitiger Kinnbruch
- Fraktur beider Gelenkfortsätze

1.7.3. Der zahnarme oder zahnlose Unterkiefer

Dass es einen Unterschied in der Behandlungsweise vollbezahnter, teilbezahnter oder zahnloser Patienten gibt beweisen uns zahlreiche Studien, in denen nach Grad der Bezahnung unterteilt wird (Marciani, Hill 1979; Levine, Goode 1982; Zachariades et al. 1984; Krebs 1988). So geben zum Beispiel Oikarinen et al. in ihren Untersuchungen einen Prozentsatz von 74% bezahnter (12 Zähne und mehr), 13 % teilweise zahnloser (1-11 Zähne) und 13% zahnloser Patienten an; Ilzuka et al. sprechen in ihrer Veröffentlichung von 19,8% Zahnloser und 80,2% Bezahnter (Oikarinen et al. 1993; Ilzuka et al. 1993). Durch die soeben beschriebenen globalen Einteilungen lassen sich allerdings nach Kollé keinesfalls die Auswirkungen der teilweisen oder vollständigen Zahnlosigkeit auf die Therapie abschätzen. Er schlägt vor, die Verteilung noch vorhandener Stützzonen zu erfassen und leitet daraus Aussagen über die Schwierigkeit einer Intermaxillären Fixation (IMF) und eine mögliche Behandlungsmethode ab. Als Klassifizierung wandte er dabei die Stützzoneneinteilung nach Eichner von 1955 an. Kollé kam auf das Ergebnis, dass der nur teilbezahnte oder zahnlose Kiefer sich oft durch die Okklusion nicht exakt reponieren lässt, so dass eine eventuelle Fehlstellung häufig durch neuen oder korrigierten Zahnersatz ausgeglichen werden muß. Patienten mit einem zahnlosen Kiefer werden hauptsächlich chirurgisch behandelt, da eine IMF meist nicht zuverlässig möglich ist (Kollé 2002).

Der zahnlose atrophische Unterkiefer nimmt durch seine hohe Komplikationsrate eine Sonderstellung unter den Gesichtsschädelfrakturen ein, obwohl ihr Anteil an diesen mit nur etwa 1% sehr gering ist. Diesen geringen Wert führen Kunz et al. auf eine zunehmende

langsame Kortikalisierung bei eintretender Verringerung des Knochens und eine dadurch bedingte Kompensierung zurück (Kunz et al. 2001).

Der atrophische Knochen der überwiegend im hohen Lebensalter befindlichen Patienten zeichnet sich durch sklerotische Veränderungen und schlechte Vaskularisierung bedingt durch den reduzierten Knochenquerschnitt mit nur geringen Kontaktflächen zwischen den Frakturrenden aus (Bradley 1972, 1975; Luhr et al. 1996). Diese veränderten Strukturen lassen eine verminderte Frakturheilung und Komplikationen erwarten. So fanden Bruce und Strachan 1976 in einer multizentrischen Studie eine hohe Pseudarthroserate von 20%; Bruce und Ellis berichteten 1993 von immer noch 12,5% Pseudarthrosen (Bruce, Strachan 1976; Bruce, Ellis 1993). Außerdem wiesen sie auf eine deutliche Atrophie der Mandibula mit einer Resthöhe von weniger als 20 mm bei 72% der von ihnen untersuchten Patienten hin, welche Kunz et al. als die problembehaftete Frakturgruppe bezeichneten (Kunz et al. 2001). Mit „Frakturgruppe“ bezogen sie sich dabei in ihrer Studie auf die von Luhr eingeführte Klassifizierung des Atrophiegrades bei Frakturen des atrophischen Unterkiefers. Er unterteilte in Bezug auf die Schwierigkeit der Frakturversorgung in drei Klassen (Luhr et al. 1996; Luhr et al. 1996; Kunz et al. 2001):

- Klasse I: UK-Höhe 16-20 mm
- Klasse II: UK-Höhe 11-15 mm
- Klasse III: UK-Höhe < 10 mm

Diese Einteilung hat sich als reproduzierbar erwiesen und findet auch in der vorliegenden Arbeit Anwendung.

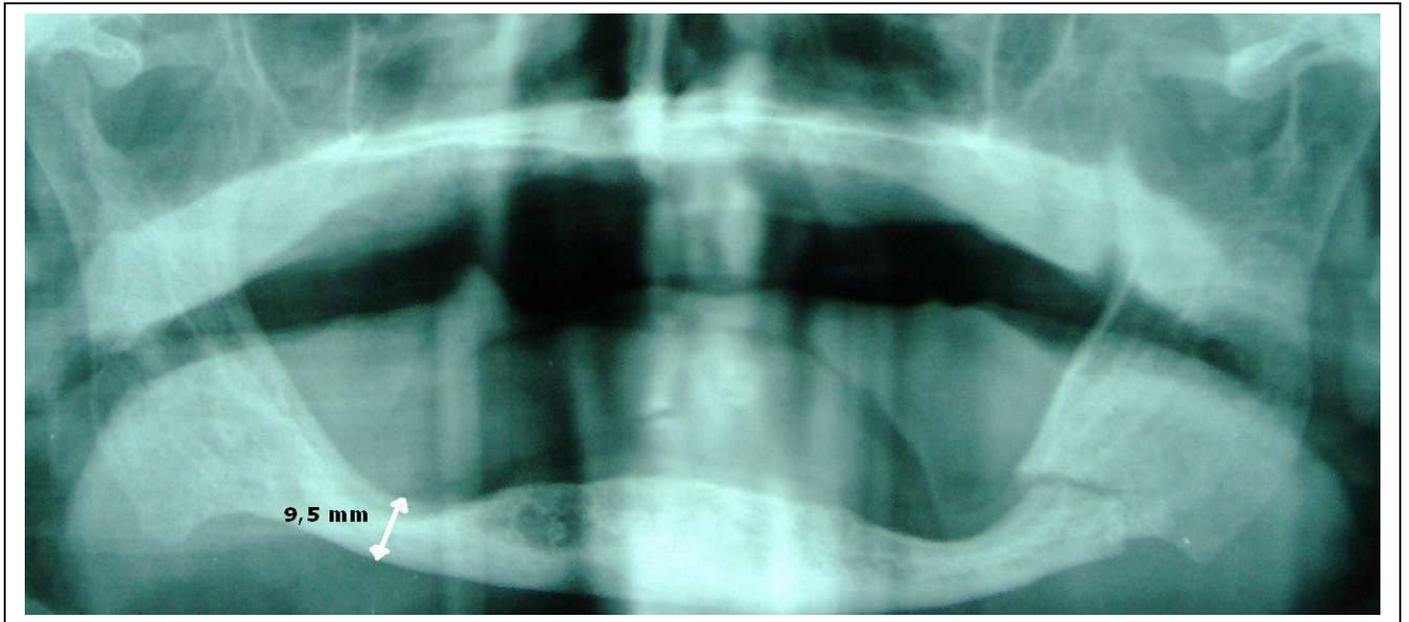


Abbildung 3: Atrophierter Unterkiefer (Klasse III nach Luhr)

1.7.4. Beteiligung von Nachbarstrukturen

Im Allgemeinen wird recht häufig von Läsionen der dem Unterkiefer benachbarten Strukturen geschrieben, wobei neben Weichteilverletzungen, Zahnschäden und Zahnverlust sehr oft neurologische Störungen – vor allem des N. alveolaris inferior und seines Endastes N. mentalis - genannt werden. Diese Tatsache überrascht nicht angesichts des Verlaufs der beiden Nerven. Der N. alveolaris inferior zieht zwischen den Mm. pterigoidei liegend zum Foramen und dann durch den Canalis mandibulae, um diesen später als N. mentalis durch das Foramen mentale zu verlassen. Durch sie werden Zähne, Zahnfleisch, Kinn und Unterlippe sensibel versorgt (Moll, Moll 1995). Selten werden auch Schädigungen des N. lingualis genannt.

Insbesondere bei Frakturen im Körper oder Kieferwinkel können in Folge von Quetschungen und/oder Zerrungen Nervschädigungen resultieren, die als Parästhesien, Hypästhesien oder Anästhesien auftreten.

Freidl et al. konnten in einem Gesamtkollektiv von 512 Patienten 11,3 % der Patienten mit Sensibilitätsstörungen im Bereich des N. alveolaris inferior finden. Assael berichtete 1994 von 58 % präoperativer neurologischer Störungen, die sechs Wochen postoperativ auf 76 % anstiegen, 15 Monate später allerdings auf 46 % abfielen. Ob die Ursache für die Nervläsion

prä- oder intraoperativ zu suchen ist, kann nicht immer genau festgestellt werden. Einige Autoren sehen den Grund für die Schädigung in der starken präoperativen Dislokation der Fragmente; Roser et al. führen sie auf den Hakenzug während der Operation zurück.

Außer zu Sensibilitätsstörungen kann es auch zu Muskeldysfunktionen oder –ausfällen vor allem des Mundwinkels und/oder der Unterlippe kommen. Diese Phänomene sind auf Läsionen des die mimische Muskulatur innervierenden N. facialis und seiner Äste zurückzuführen.

In den meisten Fällen sind die neurologischen Störungen reversibel, nur selten kommt es zur irreversiblen Erscheinungen (Niederdehmann et al. 1981; Niederdehmann, Shetty 1987; Roser et al. 1996; Freidl et al. 1996; Assael 1994; Forrest 1999; Wagener et al. 1996).

1.8. Frakturheilung

Grundvoraussetzungen für eine ungestörte Frakturheilung sind unter anderem eine ausreichende Durchblutung, genügend Kontakt und Ruhigstellung der Fragmente. Diese Voraussetzungen sind bei bestimmten stabilen Osteosyntheseverfahren erfüllt; es kann zur primären Knochenbruchheilung, das heißt direkte Überbrückung mit Knochen ohne Kallusbildung kommen. Je nach Ablauf der primären Heilungsmechanismen wird zwischen Kontakt- und Spaltheilung unterschieden. Bei der Kontaktheilung folgt einer ersten Latenzphase, in der sich Mesenchymzellen der angrenzenden Havers'schen Systeme differenzieren, die Resorption von Knochensubstanz und Schaffung breiter Kanäle durch Osteoklasten. Im weiteren Verlauf kommt es zur Auffüllung der Kanäle mit Lamellenknochen durch Osteoblasten, Mesenchymzellen und Gefäße. Da es in der Praxis jedoch kaum vorkommt, dass über die gesamte Bruchfläche Knochenkontakt besteht, werden kleine Spalträume zuerst mit Geflechtknochen gefüllt, der sich dann in lamellären Knochen umwandelt und erst sekundär zur Längsachse ausrichtet. Dieser Vorgang wird Spaltheilung genannt. Ist die interfragmentäre Ruhigstellung und damit eine primäre Heilung der Fraktur nicht gewährleistet, so kommt es zur sekundären Bruchheilung. Diese erfolgt über den Umweg einer Kallusbildung. Unmittelbar nach dem Trauma erfolgt in einer ersten Phase die Bildung eines Bruchspalthämatoms, sowie einer aktiven Hyperämie und einer flüssigen und zellulären Exsudation. Während der zweiten Phase kommt es zur Organisation des Hämatoms durch Mesenchymzellen in einen Granulationskallus. Die Randzonen des Bruchspaltes

werden durch eine Entzündungsazidose demineralisiert, kleinere Knochensplitter werden abgebaut, so dass sich der Spalt verbreitert darstellt. Innerhalb von zwei Wochen kommt es zur Einlagerung von Kollagenfasern (Bindegewebskallus) im Randbereich und Bildung eines knorpeligen Kallus zwischen den Fragmenten. Durch zunehmende Gewebsverdichtung bildet sich der sogenannte „Fixationskallus“, welcher durch Immobilisierung eine Mineralisation des Kallus erlaubt. In der vierten und letzten Phase bildet sich auf Grund der fortschreitenden Mineralisierung zunächst Geflechtknochen, später auch Lamellenknochen mit typischer trajektorieller Ausrichtung. Die sekundäre Frakturheilung wird meist mit einer Verlaufsauer um die acht Wochen angegeben, während der primäre Heilungsvorgang schon nach ca. sechs Wochen abgeschlossen ist (Austermann 2002; Prein et al. 1975; Pschyrembel 1994; Howaldt 1999).

1.9. Komplikationen

Postoperative Komplikationen können von irreversiblen Zahnschäden wie Nekrosen der Pulpa mit apikalen entzündlichen Prozessen ausgehen. Insbesondere Zahnluxation, Zahnfraktur oder ein im Bruchspalt befindlicher Zahn kann zu Zahnverlust oder einem Bruchspaltabszeß führen. Auch infolge mangelnder Ruhigstellung der Segmente treten Infektionen des Bruchspaltes in Form von Bruchspaltabszessen auf, besonders häufig in Kombination mit einem im Bruchspalt befindlichen Zahn oder einem Dreiecks-Bruchstück. Die Therapie erfolgt in solchen Fällen über absolute Ruhigstellung, Inzision mit anschließender Drainage, unterstützender Antibiotikagabe und Entfernung des Zahnes. Allerdings berichten Kallela et al. von einer Schwellung mit Austritt von Pus an einem unteren Eckzahn, der sich im Frakturspalt befand und nach Inzision und Antibiotikagabe nicht entfernt sondern endodontisch behandelt wurde.

In sehr seltenen Fällen kommt es über eine Ausbreitung der Infektionserreger in die Markräume des Knochens zu einer ausgedehnten Bruchspaltosteomyelitis, die durch Wundrevision mit eventueller Knochentransplantation und Antibiotikatherapie beseitigt werden kann (Kallela et al. 1996; Ellis 1996 ; Blinder, Taicher 1995; Niederdellmann, Shetty 1987).

Allgemeine Wundheilungsstörungen und Nahtdehiszenzen können in der Mundhöhle vor allem nach operativer Therapie beobachtet werden. Der operative Eingriff als solcher kann

durch Traumatisierung der umgebenden Strukturen ebenso dazu führen wie das Fehlverhalten der Patienten, beispielsweise mangelnde Mundhygiene oder Rauchen.

Als schwerwiegende Komplikation sollte die Ausbildung einer Pseudarthrose genannt werden, bei der die knöcherne Ausheilung der Fraktur ausbleibt und sich die Fragmente nur bindegewebig vereinen. Die Bruchstückenden werden durch eine Kortikalisschicht gegen den Spalt abgegrenzt, die Mobilität bleibt erhalten. Gründe hierfür können eine vorausgegangene Bruchspaltinfektion oder ungenügende Fixation und damit Ruhigstellung der Fragmente sein. Weitere Gründe für die Ausbildung einer Pseudarthrose sind mangelhafter Kontakt der Frakturrenden, zu geringe Durchblutung oder bei offenen Frakturen der Verlust des Bruchspalthämatoms, das für die Kallusbildung benötigt wird. Je nach Beschaffenheit der bindegewebigen Verbindung wird unterschieden in straffe oder schlaaffe Pseudarthrose. Klinische Merkmale sind außer der Instabilität der Mandibula häufig Okklusionsstörungen, ein offener Biss und Profilveränderungen.

Schon vor rigider Fixation vorhandene Okklusionsstörungen können intraoperativ die Reposition der Segmente erschweren, aber auch postoperativ ein Problem hinsichtlich der Erhaltung der Stabilität darstellen. Umgekehrt führt eine nicht in anatomische Lage reponierte und fixierte Fraktur, die dann in dislozierter Position verheilt, zu Störungen in der Okklusion. Diese sind durch Einschleifen des Gebisses oder Korrektur des Zahnersatzes zu beheben (Reinhart et al.1996; Assael 1994).

Eine weitere Komplikation stellt ein intraoperativer Bohrerbruch dar. Kann das Bohrerfragment während dem Eingriff nur unter großem Aufwand entfernt werden, wird es belassen und der Patient postoperativ aufgeklärt. In den späteren Nachsorgeuntersuchungen ist vor allem radiologisch zu kontrollieren, ob das Bruchstück reizlos im Knochen verbleibt oder es zu einer Osteolyse kommt. Gegebenenfalls muss ein zweiter chirurgischer Eingriff erfolgen, in dem das Bohrerfragment entfernt wird.

Auch die Osteosynthesematerialien können brechen oder sich lockern. In diesen Fällen muss die Fixation der Fraktur erneut erfolgen (Kallela et al. 1996).

Weniger gravierende Komplikationen stellen durch Traumatisierung und durch intraorale Schienungen begünstigte Parodontopathien der Zähne dar. Insbesondere werden ausreichende Hygienemaßnahmen durch die Schienungen erschwert.

1.10. Frakturdiagnostik

1.10.1. Klinische Untersuchung

Nach der Anamnese müssen im Rahmen der klinischen Untersuchung intra- und extraorale Befunde erhoben werden. Dabei sind sogenannte „sichere“ Frakturzeichen beweisend, während „unsichere“ Frakturzeichen nur auf ein mögliches Frakturgeschehen hinweisen, da sie nicht spezifisch sind und auch bei anderen Krankheitsbildern beobachtet werden können. Als sichere Frakturzeichen werden Dislokation, abnorme Beweglichkeit und Krepitation angesehen. Die Krepitation beschreibt das tastbare Aneinanderreiben der Fragmente. Dieses ist allerdings oft nicht nachweisbar und zudem äußerst schmerzhaft. Die abnorme Beweglichkeit der Fragmente ist nur erkennbar, wenn die Bruchstücke nicht ineinander verkeilt sind. Eine stärkere Dislokation ist durch eine deutliche äußerliche Deformation geprägt ist und von Freidl et al. als das häufigste sichere Symptom nachgewiesen worden (27,5%). Die klassischen Frakturzeichen müssen aber nicht zwangsläufig nachzuweisen sein, daher kommt der Beurteilung der Okklusionsverhältnisse eine besondere Bedeutung zu. Findet sich bei der intraoralen Inspektion eine Stufe innerhalb der Zahnreihe - oft gepaart mit Gingivaeinrissen - so ist dies ein eindeutiges Indiz für eine Fraktur, da sie nur durch eine Dislokation der Knochenfragmente zustande gekommen sein kann.

Allgemein zählen Okklusionsstörungen allerdings zu den unsicheren Frakturzeichen, denn auch bei Kiefergelenkstraumen ohne Fraktur (Luxation, Kontusion) kann es zu solchen Störungen kommen. Als weitere unspezifische Frakturhinweise kommen Blutungen, Schwellungen, Druck- und Stauchungsschmerz, Sensibilitätsstörungen sowie Funktionsstörungen (*functio laesa*) in Frage. Oftmals hilft beispielsweise die Erzeugung eines Drucks auf die Kinnregion, um einen Stauchungsschmerz im Kieferwinkel auszulösen und somit die Diagnose der Kieferwinkelfraktur zu erleichtern. Eine Schwellung der Weichgewebe kann sowohl durch einen Knochenbruch als auch durch eine Kontusionsschädigung entstehen und beruht entweder auf einer Einblutung ins Gewebe (Hämatom) oder auf einem posttraumatischen Ödem. Eine direkte Druckeinwirkung oder eine Fraktur durch den Mandibularkanal können Sensibilitätsstörungen im Ausbreitungsgebiet des Nervus alveolaris inferior bzw. Nervus mentalis verursachen. In vielen Fällen ergibt sich zwangsläufig die *functio laesa* aus der reflektorischen Schonhaltung des Patienten in Form von Kieferklemme oder Kiefersperre, manchmal auch verbunden mit

Schluck- und Sprechbehinderungen (Schwenzer 1977; Freidl et al. 1996).

Nach Abschluss der klinischen Untersuchung sollte ein röntgenologischer Frakturachweis erfolgen.

1.10.2. Bildgebende Untersuchung

Eine Röntgenuntersuchung sichert den Frakturverdacht oder ergänzt die Frakturdiagnose. Etwaige bis dahin inapparente Kombinationsfrakturen können so eventuell diagnostiziert werden.

Die Basisaufnahmen haben immer in zwei aufeinander senkrecht stehenden Ebenen zu erfolgen, auch um mögliche Dislokationen besser beurteilen zu können. Routinemäßig werden für die Diagnostik von Unterkieferfrakturen das Orthopantomogramm (OPG/OPT) und eine Schädelaufnahme posterior-anterior nach Clementschitsch eingesetzt. Diese sollte möglichst bei maximaler Mundöffnung erfolgen, da dann die Überlagerung der Kiefergelenkköpfe durch ihre Stellung auf dem Tuberculum articulare auf ein Minimum reduziert werden.

Ergänzend können Zahnfilme, Kiefergelenksaufnahmen und weitere Unterkieferprojektionen wie Aufbissaufnahmen notwendig sein. In speziellen Fällen, vor allem bei Gelenkfortsatzfrakturen, bietet die Computertomographie (CT) gute Einsatzmöglichkeiten. Überlagerungsfrei lassen sich im axialen und besonders im koronaren Strahlengang Frakturverläufe, Verlagerungen und Begleitverletzungen beurteilen. Wegen der hohen Strahlenbelastung und der begrenzten Weichgewebsdarstellung zählt das CT allerdings nicht zur Routinediagnostik.

In Einzelfällen können weitere bildgebende Verfahren wie Kontrastaufnahmen, Magnetresonanztomographie (MRT, Kernspintomographie) oder 3-D-Rekonstruktion indiziert sein. Andere Techniken wie Ultraschalldiagnostik oder Sonographie sind denkbar, werden aber zur Diagnostik von Unterkieferfrakturen nicht routinemäßig eingesetzt (Austermann 2002; Sader 1997).

1.11. Grundzüge in der Behandlung von Unterkieferfrakturen

Wie eingangs erwähnt ist das oberste Ziel in der Behandlung von allen Frakturen, so auch bei Unterkieferfrakturen, die korrekte anatomische und funktionelle Wiederherstellung der betroffenen Hart- und Weichgewebsstrukturen. Als Parameter einer erfolgreichen Behandlung sind dabei die schnelle knöchernen Heilung der Fragmente in prätraumatischer Position ohne Komplikationen bei normaler Okklusion, Artikulation und Nervfunktion zu nennen. Außerdem ist eine geringe operationsbedingte Morbidität des Patienten und eine frühzeitige aktive und schmerzfreie Mobilisierung anzustreben. Um dies zu erreichen ist laut Wagener, Dammer und Niederdellmann eine anatomisch korrekte Reposition und eine funktionsstabile Fixation durchzuführen. Dabei ist auf die Verwendung von biokompatiblen Material und ausreichenden chirurgischen Fähigkeiten bei diffizileren Techniken zu achten. Weiterhin kann die Kosten-Nutzen-Effizienz bei der Wahl der Behandlungsart mit einbezogen werden.

Grundsätzlich sollte die Frakturversorgung so früh wie möglich nach der posttraumatischen Notfallbehandlung erfolgen. Eine Sofortversorgung auf Grund eines Unterkieferbruchs wird dann notwendig, wenn das mandibuläre Mittelstück ausgesprengt wird und sich die suprahyoideale Mundbodenmuskulatur sowie die Mm. genioglossi gegen die Rachenwand verlagern und ihn möglicherweise verlegen. Dieser Effekt kann noch durch die Zunge verstärkt werden. Es besteht hierbei die Indikation für eine Sofort-Operation.

Ist der Patient nach dem Unfall stabil oder in eine stabile Lage gebracht und die Verletzungen mit größerer Priorität behandelt worden, kann eine temporäre Ruhigstellung der Fragmente erfolgen. Die definitive Versorgung wird wenige Tage später vorgenommen und ist abhängig von der Lokalisation und dem Typ der Fraktur, vom Allgemeinzustand des Patienten, vom Zustand des Gebisses und von den Begleitverletzungen. Erfolgt die Versorgung später als innerhalb einer Woche, erhöht sich das Risiko einer Bruchspaltosteomyelitis oder einer Pseudarthrose.

Die definitive Frakturtherapie kann in chirurgische und konservative Behandlung unterschieden werden (Horch, Herzog 1997; Howaldt 1999; Niederdellmann et al. 1976; Spiessl 1989).

1.12. Chirurgische Behandlung

Die operative Frakturtherapie hat sich heute klinisch etabliert. Besonders bei dislozierten Unterkieferbrüchen, die zur sicheren Reposition dargestellt werden müssen, und bei durch Weichteilverletzungen freigelegten Frakturen ist das operative Vorgehen Mittel der Wahl. Der klinische Befund einer unzureichenden oder nicht vorhandenen Bezahnung stellt in der heutigen Zeit auch eine Indikation für eine chirurgische Behandlung dar.

Es können verschiedene Verfahren für die Osteosynthese (griech. Zusammensetzung) angewandt werden, dabei sind die bekanntesten:

- Drahtnaht
- Drahtumschlingung
- Funktionsstabile Platten
 - Kompressionsplatte
 - Adaptionplatte
- Zugschrauben
- Miniplatten

Die Fixation der Fragmente mit Hilfe von Drahtnähten ist heutzutage nur noch in der 3. Welt üblich. Sie stellt eine sehr preisgünstige Variante dar. Aufgrund mangelnder Stabilität bedarf die Drahtnaht allerdings einer zusätzlichen Schienung und mandibulo-maxillären Fixation.

Die Drahtnaht heilt reaktionslos ein und muß nach knöcherner Konsolidierung in der Regel nicht entfernt werden. Es wird ein Ligaturendraht mit einer Stärke zwischen 0,3 mm und 0,5 mm benutzt, der nur einen geringen Oberflächenkontakt zwischen Draht und Knochen zuläßt und damit für die der funktionsstabilen Osteosynthese unterlegenen Stabilität verantwortlich ist. Durch einen dickeren Draht und besondere Verdrahtungstechniken kann nur begrenzt Einfluß genommen werden. Verstärktes Verdrillen kann zu Nekrosen oder einem Ausreißen des Drahtes führen. Heute wird die Drahtnahtosteosynthese in den Industrieländern hauptsächlich zur temporären Reposition der Frakturenden vor definitiver Versorgung herangezogen und nach erfolgter stabiler Osteosynthese wieder entfernt (Schwenzer 1967, 1975, 1982; Austermann 2002).

Eine perimandibuläre Drahtumschlingung (circumferential wiring) hat sich zur Befestigung von Drahtschienen bewährt, die dental nicht oder nur ungenügend fixiert werden können, so etwa bei konischen Milchzähnen oder Prothesenträgern. Sie werden zum Teil auch noch heute verwendet (Ehrenfeld, Schwenzer 1985; Krüger 1982).

Bestimmte Osteosyntheseverfahren, bei denen eine sofortige vollständige funktionelle Belastung bei interfragmentärer Ruhe gegeben ist, werden als funktionsstabil bezeichnet. Sie ermöglichen eine primäre Frakturheilung ohne Kallusbildung mit rascher Durchbauung des Frakturspaltens und bedürfen in der Regel keiner zusätzlichen mandibulo-maxillären Fixation. Zu ihnen zählen Zugschrauben, Kompressions- und Adaptionsplatten aus korrosionsfreiem Reintitan, Edelstahl oder Vitallium.

Das Prinzip der Kompressionsplattenosteosynthese beruht auf speziell geformten Gleitlöchern in der Platte in Form einer schrägen Ebene, durch welche beim Eindrehen der Schraubenköpfe Druck auf die Bruchflächen erzeugt wird. Da die Schrauben bikortikal verschraubt werden, muß der operative Eingriff mit Rücksicht auf die anatomischen Gegebenheiten erfolgen. Dies bedeutet, dass die Verwendung im Bereich von Zahnwurzeln, Zahnkeimen und des Canalis mandibularis ausgeschlossen werden und die Platzierung auf den basalen Unterkieferrand beschränkt bleiben muß (Spiessl, Schroll 1972). Dort befindet sich die Platte allerdings an einer biodynamisch ungünstigen Stelle, so dass es zur Distraction auf den plattenfernen Seiten (alveolär und lingual) kommen kann, die zur Okklusionsstörungen führen können (Horch, Herzog 1997). Das Problem der linguale Distraction wird häufig versucht, durch eine „überbogene“ Platte zu lösen, aber auch zahlreiche Modifikationen wurden entworfen, um dieses Phänomen zu entkräften (Luhr 1968). An der alveolarkammnahen Seite werden verschiedene Zuggurtungssysteme zur Überwindung der alveolären Distraction verwendet wie dentale Schienenverbände oder zusätzlich eingebrachte Platten mit monokortikalen Schrauben.

Kurz erwähnt seien zwei der weltweit häufig angewandten Kompressionsplatten: Das ursprüngliche und später modifizierte AO-Osteosynthesystem erzielt die Wirkung einer dynamischen Kompression durch das sphärische Gleitprinzip der Schraubenköpfe in den Schraubenlöchern (DC-Platte). Das Plattensystem nach Luhr weist zum Aufbau einer Kompression bruchspaltnah exzentrische und bruchspaltfern runde Plattenlöcher auf, wobei zuerst die Kompression durch das Einbringen von Schrauben in die exzentrischen Löcher erzeugt wird und dann die anderen Schrauben zur Stabilisation eingebracht werden.

Inzwischen stehen auch grazilere Platten wie die Mini-Kompressionsplatte oder die LC-DC-Platte (Limited Contact Dynamic Compression) zur Verfügung, die eine bessere Vaskularisierung des Knochens ermöglichen.

Im Gegensatz zu Kompressionsplatten kommt es bei Adaptionenplatten nur zu einer Anlagerung der Knochenfragmente ohne dass Druck auf den Bruchspalt ausgeübt wird. Somit kann keine primäre Frakturheilung erreicht werden. In der Vergangenheit kam es eher zu einer Fragmentdistraktion und folglich zu Misserfolgen. Daher wurden lange Zeit die „konservativen“ Behandlungsmethoden bevorzugt (Niederdehmann, Marmulla 2000). Adaptive Plattensysteme werden meist zur Überbrückung von Trümmer- oder Defektbrüchen herangezogen. Sie gelten bei einer ausreichenden Anzahl bikortikal fixierter Schrauben als funktionsstabil.

Eine besondere Möglichkeit der funktionsstabilen Osteosynthese stellt die Behandlung mit Zugschrauben dar, die vor allem bei Schrägfrakturen ihren Einsatz finden. Das schraubenkopferne Fragment wird dabei erfasst, während die Schraube im schraubenkopfnahen Fragment gleitet (Enislidis et al. 1996). Auch hier wird eine Kompression im Idealfall senkrecht zur Bruchspaltebene ausgelöst. Zugschrauben werden heute alleine, in Kombination mit anderen Osteosynthesetechniken oder als modifizierte Zugschraubensysteme (z.B. Würzburger Zugschrauben-Platte oder Anker-Zugschraube nach Krenkel und Eckelt (Eckelt 1991)) angewandt. Prinzip und Technik der Zugschraube sollen in dieser Arbeit noch eingehender erörtert werden.

Als übungsstabile Osteosynthese werden Systeme bezeichnet, die eine Mikrobeweglichkeit der Fragmente zulassen. Aus diesem Grund darf der Unterkiefer postoperativ zwar sofort bewegt, aber noch nicht vollständig funktionell belastet werden. Die von Michelet und Champy eingeführte Miniplattenosteosynthese gilt als ein solches System. Das Prinzip der grazil dimensionierten Miniplatten besteht in der monokortikalen Verankerung entlang der Trajektorien und in der dynamischen Kompression. Jedes Fragment muß dabei mit mindestens zwei Schrauben fixiert werden. Die ideale Position einer Miniplatte im Unterkiefer ist entlang der Linie mit der maximalen Zugspannung – Linea obliqua bis Foramen mentale. In diesem Bereich reicht meist eine Miniplatte aus. Um die im Frontzahnggebiet zusätzlich auftretenden Torsionskräfte aufzufangen, werden hier zwei übereinander liegende Platten benötigt (Champy et al. 1975; Pape et al. 1980).

Der Zugangsweg der verschiedenen Osteosynthesysteme ist häufig intraoral möglich, doch erfährt jede Technik auch ihre Einschränkungen. Muß der Zugang extraoral gewählt werden,

so ist die Anatomie besonders des Ramus marginalis des N. facialis zu berücksichtigen, um diesen nicht zu schädigen.

Als Osteosynthesematerial wird heute vornehmlich Reintitan, Edelstahl oder Vitallium angewandt, allerdings eröffnen auch die Entwicklung und Weiterentwicklung bioresorbierbarer Platten und Schrauben neue Möglichkeiten zur Frakturversorgung. Der Vorteil dieser Materialien, die in der Regel aus Poly-L-Laktid (PLA), Polyglycolid (PGA) oder Polydioxanon (PDS) bestehen, ist die rückstandslose Auflösung im Körper nach Erfüllung der Funktion und somit die Vermeidung eines Zweiteingriffs. Die biomechanischen Eigenschaften dieser Materialien ist denen der gebräuchlichen aber deutlich unterlegen, so dass sie noch nicht zum routinemäßigen Einsatz verwendet werden (Bos et al. 1989; Ewers, Förster 1985).

1.13. Konservative Behandlung

Ziel der konservativen Therapie ist es, die reponierten Fragmente von außen zu fixieren und so für interfragmentäre Ruhe zu sorgen. Dabei kann die Fixation durch verschiedenartige Verbände selbst oder durch Befestigung dieser Verbände am Gegenkiefer mittels mandibulo-maxillärer Verbindungen hergestellt werden. Es kann zwischen folgenden Behandlungssystemen gewählt werden (Austermann 2002):

- Direkte Schienenverbände
 - Drahtligaturen
 - Drahtschienen
 - Drahtbogen-Kunststoff-Schienen
- Indirekte Schienenverbände
 - Drahtbogen-Kunststoff-Schienen
 - Prothesenschienen
- Extraorale bzw. Kombiniert extra-intraorale Verbände
 - Kopf-Kinn-Kappe
 - Kopf-Gips-Verbände

Direkte Schienenverbände werden unmittelbar im Mund des Patienten angefertigt. Als einfachste Form können Drahtligaturen angesehen werden, die aus direkt an den Zähnen befestigten Ligaturen aus weichem Draht mit einem Durchmesser von ca. 0,4 mm bestehen.

Häufig angewandt wird beispielsweise die Achter-Ligatur nach Ernst (Ernst'sches Häckchen). Allerdings kann diese Schienungsform aufgrund ihrer mangelnden Stabilität keinesfalls zur definitiven Frakturversorgung benutzt, sondern lediglich als Notschiene oder zur kurzfristigen intraoperativen Einstellung der Okklusion angewendet werden. Die früher üblichen Drahtschienen sind heute allgemein durch Drahtbogen-Kunststoff-Schienen ersetzt worden, da sie Zähne und Gingiva erheblich traumatisieren. Die direkte Drahtbogen-Kunststoff-Schiene nach Schuchardt besteht aus einer konfektionierten Stahldrahtschiene mit Quersprossen, welche mit Drahtligaturen befestigt und mit Kunststoff verkleidet und stabilisiert wird. Sie wird sowohl im Oberkiefer als auch im Unterkiefer direkt im Mund des Patienten angefertigt und anschließend mittels Drähte miteinander fixiert (maxillomandibuläre Fixation, MMF; intermaxilläre Fixation, IMF). Später werden die Drähte durch Gummizüge zur Teilmobilisierung ersetzt (elastische Fixation). Die Schuchardt-Schiene wird vor allem zur sofortigen definitiven Fragmentfixierung eingesetzt, aber auch zur Okklusionseinstellung vor und während operativer rigider Osteosynthese. Nachteilig bei allen direkten Schienen sind die häufig entstehenden Parodontalschäden, Schmelzdemineralisationen und unerwünschte orthodontische Bewegungen (Metz 1966; Schuchardt 1956; Schuchardt et al. 1961).

Indirekte laborgefertigte Schienenverbände hingegen sind, da exakter am Zahnäquator sitzend, aus parodontaler Sicht günstiger einzuschätzen. Sollte allerdings eine Sofortversorgung notwendig sein, sind die im Labor hergestellten Schienen wegen dem erhöhten Zeitaufwand nicht indiziert. Die Drahtbogen-Kunststoff-Schiene Modell Münster repräsentiert eine indirekt angefertigte modifizierte Schuchardt-Schiene. Weitere Beispiele sind die nur noch selten angewandten Kappenschienen und bei zahnlosen oder wenigbezahnten Kiefern verwendete Prothesenschienen, sogenannte Gunning-Schienen. Prothesen-Schienen werden heute nicht mehr zur definitiven Therapie verwendet (hier wird die funktionsstabile Osteosynthese angestrebt), sondern wenn überhaupt nur noch zur funktionellen Nachbehandlung herangezogen.

Auch extraorale bzw. kombiniert intra-extraorale Verbände sind in der heutigen Zeit weitestgehend von operativen rigiden Techniken abgelöst worden (Horch, Herzog 1997; Austermann 2002).

Die Behandlungsdauer der konservativen Behandlung liegt zwischen vier bis sechs Wochen, in denen der Patient die nötige mandibulo-maxilläre Fixation durch Drahtligaturen und später durch Gummizüge tragen muß. In dieser Zeit erfolgt fast immer ein beträchtlicher

Gewichtsverlust aufgrund der verringerten Nahrungsaufnahme (flüssige Kost). Weiterhin birgt die schlechte Reinigungsfähigkeit der Schienen das Risiko der schon erwähnten häufigen Zahn- und Parodontalschäden.

Im Anschluß an die MMF erfolgt oft eine funktionelle Aktivatortherapie, um Okklusion und Mundöffnung zu normalisieren. Bei Kindern kann die Behandlung mit dem modifizierten Aktivator auch sofort beginnen, vor allem weil hier der Verkürzung des Knochens im Frakturbereich entgegengewirkt wird. Die Behandlung mittels Aktivator fällt unter die Kategorie der funktionellen Therapie (Schwenzer 1967; Lexikon Zahnmed./Zahntech. 2000; Howaldt 1999).

1.14. Nachsorge und Entfernung des Osteosynthesematerials

Die Beurteilung der Behandlungsergebnisse von Unterkieferfrakturen setzt sowohl klinische als auch radiologische Befunde voraus. Hierfür müssen die Patienten zu ambulanten Nachkontrollen, in denen der Heilungsverlauf kontrolliert und dokumentiert wird, einbestellt werden. Im Verlauf dieser Nachsorgeuntersuchungen können auch mögliche noch vorhandene Schienungen entfernt werden. Für die klinische posttraumatische Befunderhebung sollten als wesentliche Kriterien Patientenzufriedenheit, Schmerzfreiheit und das Vorhanden- oder Nichtvorhandensein von Störungen und Komplikationen gelten. Radiologische Nachfolgeuntersuchungen werden falls indiziert anhand der bereits erwähnten konventionellen Röntgendiagnostik durchgeführt.

Im Verlauf der Nachsorge erfolgt auch eine Beratung hinsichtlich Metallentfernung, die ca. ein halbes Jahr nach der Osteosynthese durchgeführt werden sollte. Der Eingriff kann ambulant oder stationär, nicht selten im Rahmen anderer Eingriffe wie Entfernung eines retinierten und verlagerten Weisheitszahnes erfolgen. Als Gründe für die Entfernung des Osteosynthesematerials kommen freiliegende oder gelockerte Platten und Schrauben, Infektionen, Missempfindungen im Bereich der Osteosynthese durch ein stetiges Fremdkörpergefühl oder Hypästhesien in Frage. Außerdem sollte bei der Verwendung von Stahl als Osteosynthesematerial grundsätzlich eine Metallentfernung erfolgen, da dieses nicht knöchern integriert, sondern von Bindegewebe umgeben wird (Austermann 2002; Esser 2003).

2. Material und Methode

2.1. Die Zugschraubenosteosynthese

2.1.1. Zugschraubenprinzip

Das Prinzip der Zugschraube beruht auf einer Kompressionsosteosynthese senkrecht zur Bruchspaltebene (axiale Kompression). Sie kann daher besonders gut bei schräg verlaufenden Bruchspalten angewendet werden. Die funktionelle Belastung wird durch die komprimierende Kraft auf den Knochen im Frakturspalt übertragen. Durch die axiale Kompression wird die primäre Heilung der Fraktur begünstigt.

Die „echte“ Zugschraube zeichnet sich dadurch aus, dass sie nur an ihrem Ende ein Gewinde besitzt, welches das schraubenkopferne Fragment erfasst (Gewindeloch); das schraubenkopfnaher wird so weit aufgebohrt, dass die Schraube darin gleiten kann (Gleitloch). Durch die Zugschraube wird eine funktionsstabile Osteosynthese und dadurch bedingte primäre Knochenbruchheilung unter minimalem Materialeinsatz und mit möglichst geringer Morbidität des Patienten angestrebt.

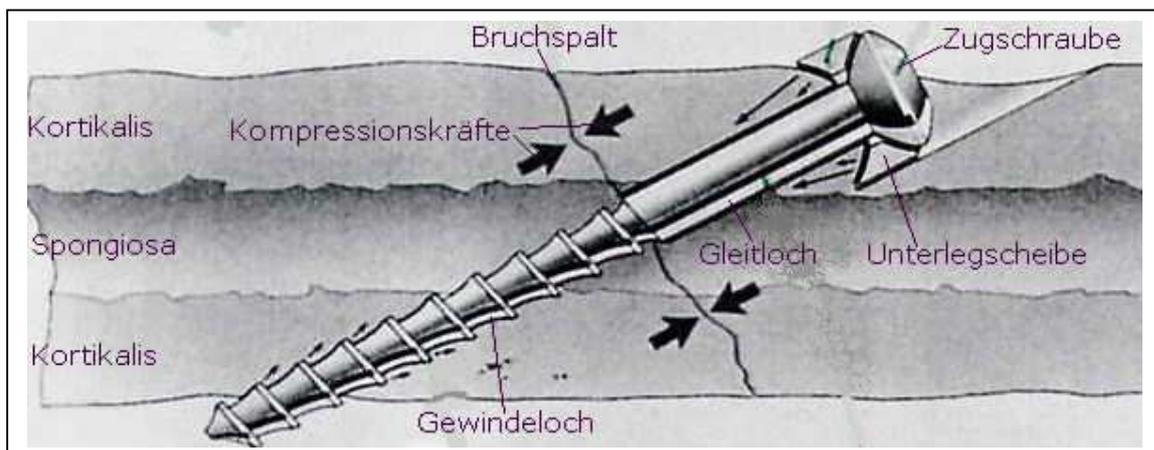


Abbildung 4: Zugschraubenprinzip (aus: Krenkel 1997)

2.1.2. Technik und klinische Anwendung

Grundlage dieser retrospektiven Arbeit stellt das bei uns in der Giessener Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie verwendete und aus Salzburg kommende Zugschrauben-System der Firma Leibinger GmbH, Freiburg, Deutschland dar. Die Längen der im Unterkiefer benutzten Zugschrauben aus Titan variieren zwischen ca. 28 mm bis 40 mm, längere Schrauben sind eher selten. Häufig angewandt werden Durchmesser von 2,4 mm oder 2,7 mm.

Die Technik der Zugschraubenosteosynthese soll hier grob dargestellt werden. Der Zugang erfolgt über eine extraorale oder intraorale Inzision, oft auch mit Hilfe einer transbukkalen Stichinzision. Eine Immobilisation der Fragmente wird durch einen schon im Vorfeld angelegten Schienenverband (Schuchardt-Schiene) im Ober- und Unterkiefer erlangt, an den die mandibulo – maxilläre Fixation angebracht werden kann. Die Reposition der Bruchstücke wird dabei manuell mit einer Knochenfazzange vorgenommen. Mit einem Spiralbohrer, der einen größeren Durchmesser als die Schraube aufweist, wird bei niedriger Geschwindigkeit das Gleitloch senkrecht zur Ebene des Frakturspaltes in das schraubenkopfnahes Segment gebohrt. Eine Bohrerhülse schützt dabei das Weichgewebe. Für den Schraubenkopf wird die äußere Kortikalis mit einem Versenkbohrer abgetragen. Ohne Versenken des Zugschraubenkopfes kommt es zwangsläufig zum Ausbrechen der Knochenkanten. Mit einem zweiten Spiralbohrer erfolgt nun eine zweite Bohrung, bis die Gegenkortikalis penetriert wird. Die Länge der Schraube wird mit einem Tiefenmesser gemessen; dabei soll die Schraube die Gegenkortikalis um 1-2 Gewindegänge überragen. Mit einem Gewindeschneider wird ein Gewinde in das schraubenkopfferne Segment präpariert, welches im Durchmesser der Zugschraube entspricht. Die nun zu inserierende Zugschraube gleitet durch das Gleitloch hindurch, und wird in dem Gewinde des schraubenkopffernen Fragments verankert. Beim festen Anziehen der Schraube mit einem Schraubenzieher kann die Fraktur unter Druck stabilisiert werden. Abschließend werden die Inzisionen mit Nähten verschlossen und die mandibulo – maxilläre Fixation gegebenenfalls gelöst.

Kontraindikationen für die Anwendung des Systems sind vor allem Defektfrakturen.

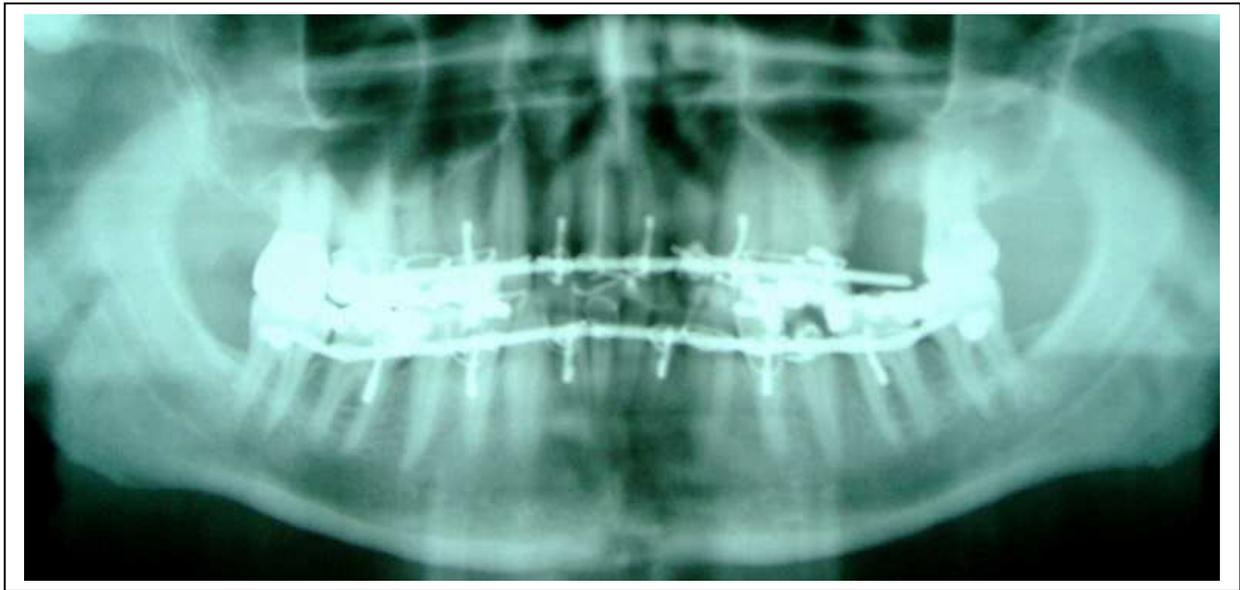


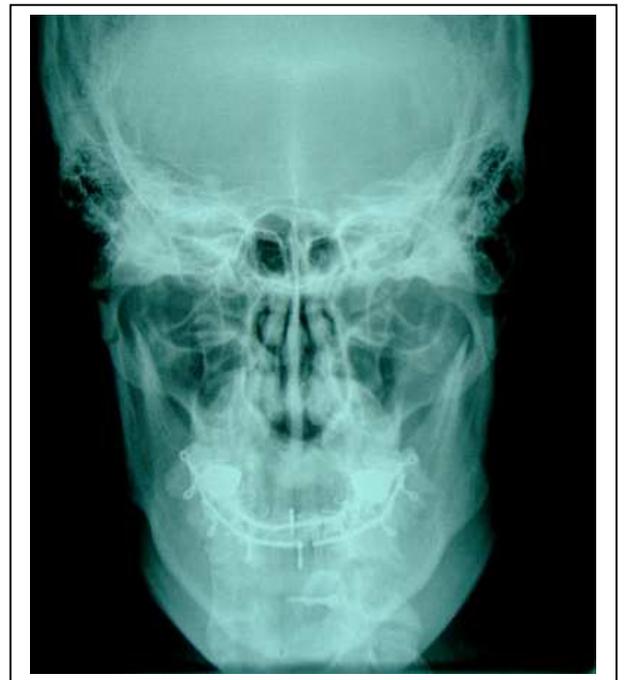
Abbildung 5: Symphysenfraktur / Mediane Fraktur (OPG)



Abbildung 6: Optimale Zugschraubenosteosynthese (OPG, Patient von Abb. 5)



**Abbildung 7: Mediane Fraktur und Corpusfraktur
(Clementsitsch-Aufnahme p-a)**



**Abbildung 8: Optimale Zugschrauben-
osteosynthese median (p-a Aufnahme, Patient von
Abb. 7)**



**Abbildung 9: Optimale Zugschraubenosteosynthese
(p-a Aufnahme, Pat. v. Abb. 7+8) nach Abnahme der Schienung**

Im Unterkiefer gelten Kieferwinkel, Symphysen- und Paramedianfrakturen als Domänen der Zugschrauben. Allerdings sollten bei Symphysenfrakturen (medianen Unterkieferfrakturen) aufgrund der Rotationsgefahr immer mindestens zwei gegenläufige Zugschrauben verwendet werden. In anderen Fällen, wie einer Kieferwinkelfraktur, reicht meist eine Schraube als funktionsstabile Fixation aus (Roser et al. 1996).

Um der Sprengwirkung des konischen Schraubenkopfes auf den Knochen entgegenzuwirken wird in der Giessener Klinik ausschließlich eine bikonkave Unterlegscheibe verwendet, die 1988 erstmals von Krenkel und Lixl eingeführt wurde. Diese Scheibe leitet splittende Kräfte um und nutzt sie zur zusätzlichen Kompression. Außerdem erlaubt sie eine Applikation der Zugschraube in einem Winkel von 45° zur Kortikalis (Krenkel, Lixl 1988; Krenkel 1997; Buhrmann et al. 1991). Weitere Vorteile der bikonkaven Unterlegscheibe wurden allerdings in anderen Studien schon häufig beschrieben und diskutiert und wurden hier nicht weiter untersucht (Krenkel 1997; Enislidis et al. 1996; Schuller-Götzburg et al. 1999).

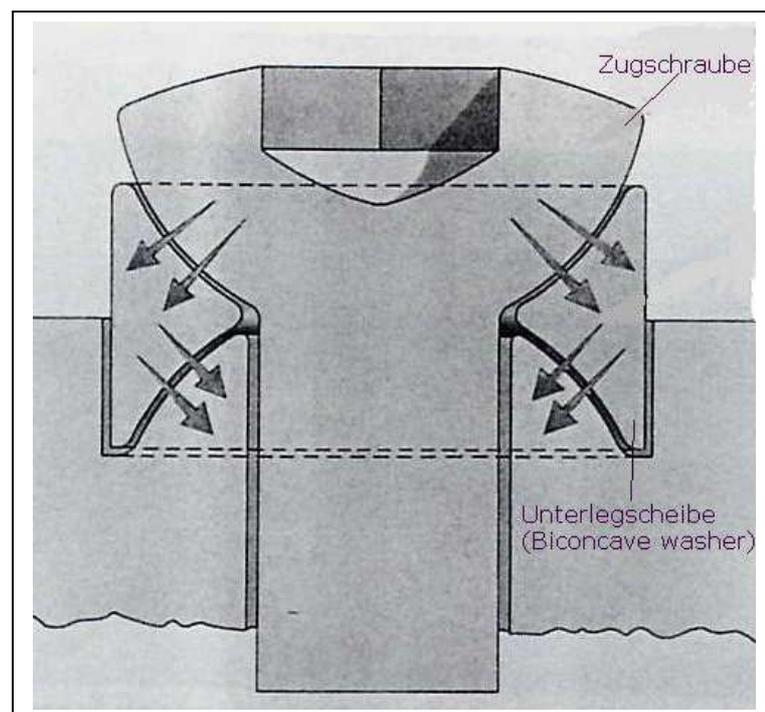


Abbildung 10: Zugschraube mit Unterlegscheibe (aus: Krenkel 1997)

Die klinische Anwendung der Zugschraubentechnik erfordert einen erfahrenen Operateur vor allem bei intraoralem oder transbukkalem Vorgehen, da die richtige Achsenrichtung unbedingt eingehalten werden muss. Kommt es etwa zu einem inadäquaten Versenken des Zugschraubenkopfes, so führt dies in der Folge zu einem Klemmen des Bohrers und somit

zur falschen Bohrrichtung. Der Verlauf des Nervkanals und der Zahnwurzeln sollten während der Insertion unbedingt vor Schädigung geschützt werden.

In bestimmten Fällen kann auch die Kombination von Zugschrauben mit Plattenosteosynthesen zweckmäßig sein; dabei wird erst die Zugschraube eingebracht und anschließend die anderen Schrauben „neutral“ fixiert.

2.2. Patientengut

Die Grundlage dieser retrospektiven Erhebung bildeten 107 Patienten mit insgesamt 200 einfachen Unterkieferfrakturen. Insgesamt wurden 125 Frakturen mit 198 Zugschrauben erfasst. Weiterhin fand eine Nachuntersuchung von 63 der 107 Patienten statt. Diese wiesen 121 einfache Unterkieferfrakturen auf, von denen 74 mit 136 Zugschrauben behandelt worden waren. Die anderen noch verbliebenen 44 Patienten waren entweder verstorben, unbekannt verzogen oder nicht zur Mitarbeit bereit und konnten daher nicht nachuntersucht werden.

Der Erfassungszeitraum der hier vorgestellten Studie erstreckte sich vom 20.07.1998 bis zum 01.08.2002. Das Studienkollektiv bestand aus der maximal verfügbaren Anzahl der im Erfassungszeitraum mit Zugschrauben behandelten Patienten, somit fanden sich auch Patienten mit weiteren Mittelgesichts- oder Unterkieferfrakturen im Patientengut. Es wurden allerdings nur einfache Quer- oder Schrägfrakturen oder Frakturen mit Dreiecksbruchstücken berücksichtigt. Trümmerfrakturen und Defektfrakturen wurden nicht erfasst.

Als Erhebungsgrundlage dienten die Operationsbücher der Klinik für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums Gießen aus den Jahren 1998 bis 2002, um eine Patientenliste für das weitere Vorgehen zu erstellen.

2.3. Methodik

2.3.1. Datenerfassung

Die Erfassung sämtlicher Patientendaten erfolgte nominal mit Hilfe des Softwareprogramms Excel von Microsoft. Zunächst wurden die archivierten ambulanten und stationären Krankenunterlagen und die dazugehörigen Röntgenbilder der auf der Patientenliste gesammelten Personen zusammengetragen und die relevanten Daten mit einem speziell

entwickelten 4-seitigen Erhebungsbogen aufgenommen (7.4.1.), der später auf sieben Seiten erweitert auch die Nachuntersuchungsbefunde erfassen konnte (7.4.2.).

Die Datenerfassung begann mit persönlichen Daten wie Name und Geburtsdatum des Patienten und dem OP-Datum. Es folgten Angaben über präoperativ schon vorhandene Schäden wie einer Pseudarthrose, einem infizierten Bruchspalt, vorheriger Zahnverlust im Bruchspalt, Zahnschädigung, Weichteilverletzung oder Sensibilitätsstörungen. Danach wurde das eventuelle Vorhandensein einer präoperativen Parodontitis erfasst. Die präoperativen Daten zeigten sich als durchaus wichtig, um später genau zu erfahren, welche Komplikationen sich durch die eigentliche Operation und nicht durch das Trauma ergaben. Die nächsten Angaben gaben Auskunft über Anzahl der Frakturen, die in eine, zwei oder drei und mehr unterteilt wurden (nach Boole et al. 2001), und über Lokalisation der Frakturen, die nach Siegel et al. (1991) unterteilt wurden in:

- Median (Symphyse)
- Paramedian
- Corpus
- Kieferwinkel
- Ramus
- Collum
- Coronoidfortsatz
- Alveolarfortsatz

Die Klassifizierung der Frakturen nach Bruchspaltverlauf durch Wassmund 1927 diente als Vorlage für die Einteilung der Frakturlinien in querer Verlauf, schräger Verlauf und Vorhandensein eines Dreiecksbruchstücks.

Weiterhin erfolgte eine Unterteilung nach Abstützung des Restgebisses und Atrophiegrad. Die Abstützung wurde nach Eichner (1955) in die Gruppen A, B und C eingeteilt. Die Eichner Klassen orientieren sich an der Zahl noch vorhandener Stützzonen von Ober- und Unterkiefer. Es gibt vier Stützzonen: Prämolaren rechts, Molaren rechts, Prämolaren links, Molaren links. Die einzelnen Gruppen haben demnach folgende Bedeutung:

- A = antagonistischer Kontakt in allen vier Stützzonen
- B = antagonistischer Kontakt nicht in allen vier Stützzonen
- C = kein antagonistischer Kontakt

Der Atrophiegrad wurde zum einen unterschieden in vorhandene oder nicht vorhandene Atrophie, zum anderen bei vorhandener Atrophie nach Luhr et al. (1996) in die Klassen eins

(Unterkieferhöhe 16 – 20 mm), zwei (Unterkieferhöhe 11 – 15 mm) und drei (Unterkieferhöhe \leq 10 mm). Des Weiteren wurden Angaben gemacht zum Alter der Fraktur am Tag der Operation und ob eine Schienung angefertigt wurde oder nicht.

Zum Punkt der operationsrelevanten Daten gehörte als erstes die Anzahl der Frakturen pro Lokalisation, die mit Zugschrauben versorgt wurden, und die Anzahl der Zugschrauben in diesen Frakturen. Daraus konnte abgeleitet werden, wie oft bei einer bestimmt lokalisierten Fraktur eine oder mehrere Zugschrauben angewendet wurden. Von Interesse war ferner der Zugangsweg der Zugschraube, das heißt extraoral, intraoral oder transbukkal, und ob die Schraube von mesial oder distal eingedreht wurde. Wichtig erschien weiterhin die Erfassung weiterer noch angewandter Osteosynthesysteme im Unterkiefer und vor allem die eventuelle Kombination mit der Zugschraube an demselben Frakturspalt. Aus klinikinternem Interesse wurde auch der Operateur in den Erhebungsbogen mit aufgenommen.

Die Auflistung der intraoperativ vorgenommenen Zahnextraktionen nicht erhaltungswürdiger oder im Bruchspalt befindlicher Zähne erfolgte noch vor den Angaben über intra- oder postoperative Komplikationen, da diese in direktem Zusammenhang zu sehen sind. Die Komplikationen wurden aufgeteilt in Sensibilitätsstörungen, Zahnschädigungen, Dislokation der Fragmente, Instabilität, Okklusionsstörungen, Bohrerbruch, Zahnverlust, Infektion des Bruchspalts, Pseudarthrose und Devitalität der Zähne am Bruchspalt. Auch bezüglich der postoperativ durchgeführten bildgebenden Diagnostik wurden Angaben darüber gemacht, ob die konservative Röntgenmethode oder die Computertomographie oder beides angewendet wurde. Der Chronologie des Behandlungsablaufs folgend wurde anschließend eine mögliche postoperative intermaxilläre Fixation in Tagen erfasst. Dabei standen 0 Tage, 1-7 Tage, 8-14 Tage, 15-21 Tage oder mehr als 21 Tage zur Auswahl. Letztlich wurden noch notwendig gewordene Revisionen in den Erhebungsbogen aufgenommen, wobei hier nicht genauer darauf eingegangen wurde, welches Osteosynthesystem für die Revision verwendet worden ist. Eine weitere Spalte gab Raum für sonstige Bemerkungen.

2.3.2. Nachuntersuchungen

Die Nachsorgetermine dienten zum einen der Dokumentation des Heilungsverlaufs, zum anderen der Durchführung der klinischen und gegebenenfalls der radiologischen Untersuchungen. Außerdem fand in einigen Fällen eine Beratung hinsichtlich der Metallentfernung statt. Mit Hilfe eines in dem Textverarbeitungsprogramm Word von

Microsoft erstellten Untersuchungsbogens wurden die Befunde jedes Patienten festgehalten und später in den 7-seitigen Erhebungsbogen übertragen (7.4.2.).

Die Nachuntersuchung begann erneut mit der Erfassung des Patientennamen und seines Geburtsdatums, dann folgte eine Befragung des Patienten hinsichtlich seiner Zufriedenheit, dass heißt ob seine Kaufunktion wieder störungsfrei hergestellt wurde. Bei Unzufriedenheit des Patienten konnte auch noch der Grund angegeben werden.

Im Anschluss daran wurden die intra- und/oder extraoralen Narben in Augenschein genommen und deren aktueller Heilungszustand dokumentiert.

Motorische Störungen des Nervus facialis konnten auch durch Begutachtung erfasst werden. Der Patient sollte hierbei seine mimische Muskulatur bewegen (z.B. lachen, etc.). Die Unterteilung erfolgte in Anlehnung an die Einteilung in Kraftgrade des British Medical Research Council (BMRC) (Medical Research Council, 1954). Dabei wurde in keine, leichte, mittlere und starke motorische Störungen unterschieden. Diese Einteilung entsprach den Kraftgraden 0 bis 4, wobei 0 eine gänzlich fehlende Muskelkontraktion und 4 die normale Kraft bedeuteten. Die BMRC Kraftgrade 2 und 3 wurden zusammengefasst unter dem Punkt „mittlere motorische Störungen“. Dies erschien sinnvoll, da beide Grade durch aktive Bewegungen der betroffenen Muskulatur gekennzeichnet sind. Eine weitere Unterteilung der Lähmungen erfolgte nach Lokalisation in Stirn, Auge, Wange, Oberlippe und Unterlippe. Sensible Störungen des Nervus alveolaris inferior konnten mit Hilfe eines Tastsinn – Tests ermittelt werden. Die Applikation verschiedener Reize – in dieser Arbeit eine spitze Sonde (M2) – testete die Diskrimination, dass heißt die Fähigkeit, gleichzeitig an verschiedenen Punkten gesetzte Reize zu erkennen und zu unterscheiden. Durch Sensibilitätsstörungen wird die Diskrimination aufgehoben. Die Einteilung der Sensibilitätsstörungen erfolgte nach einer Modifikation der Klassifikation des BMRC nach Mackinnon und Dellon (Rosen, Lundborg 2000). Dabei wurde in keine, leichte (Parästhesie, „Kribbeln“), mittlere (Hypästhesie) und starke Störungen (Anästhesie) unterschieden. Dies entsprach den Sensibilitätsgraden S0 bis S4, wobei S0 eine Anästhesie und S4 die normale Sensibilität bedeutete. Ebenso wie bei den motorischen Störungen wurden die Grade S2 und S3 unter dem Punkt „mittlere Störungen“ zusammengefasst, da eine zu differenzierte Unterteilung dem Patienten die Zuordnung seines subjektiven Empfindens zu einer Klasse erschweren würde. Eine weitere Unterteilung erfolgte nach Lokalisation in die Bereiche Hautareal und Unterlippe und nach Ausbreitungsgebiet in Quadratzentimeter.

Die Untersuchung der Stabilität des Unterkiefers konnte durch manuelle Kontrolle vorgenommen werden. Die darauffolgende Beurteilung der Okklusion erfolgte durch visuelle Kontrolle mit einem zahnärztlichen Spiegel (M1) nach Anwendung von Okklusionsfolie (M4) in einem Okklusionsfolienhalter (M5). Das Ergebnis wurde auf dem Untersuchungsbogen anhand eines Zahnschemas dokumentiert. Untersucht wurde die statische und dynamische Okklusion. Zusätzlich wurde die subjektive Empfindung des Patienten erfragt und das Ergebnis bei veränderten Empfindungen schriftlich festgehalten. Im Anschluß daran wurde die Mundhöhle und vor allem die Zähne in Nähe des ehemaligen Bruchspalts inspiziert. Es wurde kontrolliert, ob ein postoperativer Zahnverlust im Frakturbereich stattgefunden hatte. Weiterhin wurden die Zähne nahe des Bruchspalts auf ihre Vitalität hin geprüft (Verwendetes Material: Eisspray, M6; Schaumstoffpellets, M7; Zahnärztlicher Spiegel, M1) und das Ergebnis in Tabellenform mit positiv (+) oder negativ (-) festgehalten. Wurzelkanalbehandelte Zähne wurden gesondert markiert. Unter Zuhilfenahme einer CPITN-Sonde (M8) konnten die Taschentiefen der Zähne mesial und distal in Nähe des ehemaligen Bruchspalts bestimmt werden. Dabei wurde nach Meyle/Jepsen (Meyle, Jepsen 2000) unterteilt in pathologisch (Sondierungstiefe > 3,5 mm) und nicht pathologisch (Sondierungstiefe < 3,5 mm) bezüglich einer Erkrankung mit Parodontitis.

Mit den aufgenommenen Werten konnte eine Schlussfolgerung hinsichtlich möglicher pulpitischer oder parodontaler Folgeschäden gezogen werden.

Als letzter Punkt des Untersuchungsbogens wurde noch angegeben, ob Röntgen – Bilder indiziert waren oder nicht. Indikationen für das zusätzliche Anfertigen eines Röntgen-Bildes waren beispielsweise devitale Zähne, Beschwerden, Instabilität oder Okklusionsstörungen. In diesen Fällen wurden jeweils ein Orthopantomogramm (OPG) und eine Schädelaufnahme nach Clementschitsch okzipitofrontal (posterior-anterior, pa) angefertigt (Verwendetes Material: Röntgen-Gerät für OPG, M10; Röntgen-Gerät für Clementschitsch-Aufnahmen, M9; Entwickler, M11; Röntgen-Filme, M12, M13). Im Rahmen der Nachuntersuchung konnte außerdem erfasst werden, ob eine Metallentfernung stattgefunden hatte und es dabei eventuell zu Komplikationen gekommen war. Als mögliche Komplikationen wurden dabei Sensibilitätsstörungen oder ein Bohrerbruch mit oder ohne intraoperative Entfernung angesehen. Ein stattgefundenener Bohrerbruch ging aus den Krankenakten hervor, die Sensibilität des Patienten wurde wieder durch den Tastsinn-Test mit einer Zahnärztlichen Sonde (M2) getestet.

Die gesammelten Daten der Nachuntersuchung wurden sodann in den Erhebungsbogen übertragen (7.4.2.).

2.3.3. Statistische Auswertung

Die Erfassung sämtlicher Daten aus ambulanten und stationären Krankenunterlagen, Röntgenbildern und Nachuntersuchungen erfolgte mit Hilfe eines Erhebungsbogens in Form eines Datenformulars des Programms Excel (Microsoft, Redmond, USA).

Die Analyse und statistische Auswertung der eingegebenen Parameter wurde anhand sogenannter Feldfunktionen in demselben Programm vorgenommen.

Es wurden keine statistischen Testverfahren durchgeführt, es handelt sich um rein deskriptive Werte. Grund hierfür ist die Tatsache, dass keine Randomisierung der Patienten vorgenommen werden konnte. Die behandelnden Ärzte trafen je nach Indikation eine Vorauswahl bezüglich der Therapie. Aus ethischen Gründen ist eine rein zufällig ausgewählte Therapieform nicht durchführbar, solange Anhaltspunkte dafür vorliegen, dass ein bestimmtes Osteosyntheseverfahren die Therapieform mit den günstigsten Heilungschancen darstellt. Daher ist auch das Erstellen einer randomisierten Kontrollgruppe nicht möglich. In der deskriptiven Statistik dieser Arbeit werden die Studienergebnisse des Giessener Patientenkollektivs beschrieben. Die verschiedenen Merkmale der Patienten wurden nominal skaliert. Teilweise handelt es sich um binäre Merkmale (zum Beispiel: Geschlecht, Schienung Ja/Nein).

Die Beschreibung erfolgte unter Verwendung verschiedener Lageparameter:

Mittelwert – arithmetisches Mittel, gibt Aufschluss über den Durchschnittswert vorliegender Werte.

Median – geometrisches Mittel, Wert in der Mitte der sortierten Stichprobe, 50 % sind kleiner oder gleich und 50 % sind größer oder gleich dem Median.

Modalwert – häufigster Wert.

Die graphische Darstellung der kategoriellen Daten erfolgte durch Balken- und Kreisdiagramme. Diese Grafiken sind besonders gut geeignet für die Beschreibung von Häufigkeiten. Tabellarisch wurden Kreuztabellen verwendet, um die absoluten und/oder prozentualen Häufigkeiten wiederzugeben.

3. Ergebnisse

3.1. Patientengut

Im Zeitraum vom 20.07.1998 bis zum 01.08.2002 wurden an der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie der Universität Gießen 107 Patienten aufgrund einer Unterkieferfraktur mit Zugschrauben behandelt. Die 107 Patienten wiesen insgesamt 200 Unterkieferfrakturen auf, von denen 125 Frakturen mit 198 Zugschrauben behandelt worden sind. Zur Auswertung kamen weiterhin 63 zur Nachuntersuchung erschienene Patienten, die insgesamt 121 Unterkieferfrakturen aufwiesen, von denen 74 mit 136 Zugschrauben behandelt worden waren.

Die Geschlechtsverteilung aller Frakturpatienten ergab bei den männlichen Patienten mit einem Wert von 82 Patienten eine deutlich höhere Anzahl als weibliche mit einem Wert von 25 Patienten, das heißt dass 76,6 % der Zugschraubenpatienten männlichen Geschlechts und nur 23,4% weiblichen Geschlechts waren (Abbildung 11).

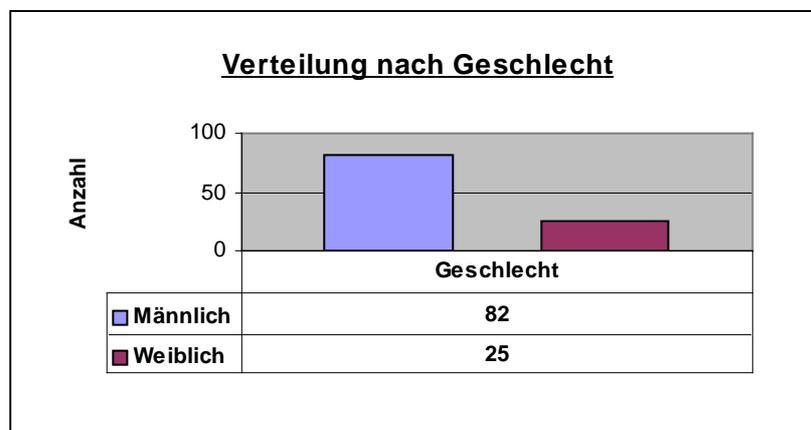


Abbildung 11: Geschlechtsverteilung

Das durchschnittliche Alter der Patienten lag zum Auswertungszeitpunkt bezogen auf das gesamte Patientengut (n=107) bei 35,2 Jahren. Der jüngste Patient war 17 Jahre (männlich) und der älteste war 94 Jahre alt (männlich). Die Klasse der 20-29 jährigen bildete dabei mit 42 Personen (ca. 39,3%) den Modalwert, gefolgt von den 30-39 jährigen mit 30 Patienten (ca. 28,0%). Die Gruppe der 40-49 jährigen standen mit 16 Personen (ca. 15%) an dritter Stelle (Abbildung 12).

Die restlichen 17,7 Prozent waren auf die übrigen Altersgruppen verteilt, wobei die 50-59 Jährigen 5,6 Prozent, die 10-19 Jährigen 4,7 Prozent, die 70-79 Jährigen 3,7 Prozent und alle anderen Altersgruppen zusammen einen Anteil von ca. 3,7 Prozent ausmachten.

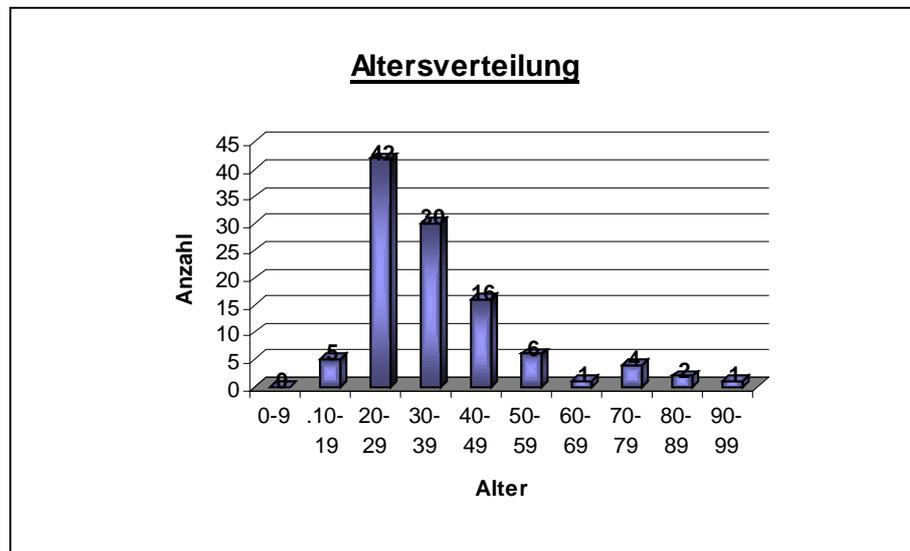


Abbildung 12: Altersverteilung

Es fand sich bei den Männern ein deutlicher Altersschwerpunkt in der Gruppe der 20-29 jährigen Patienten. Bei den Frauen war die Altersverteilung gleichmäßiger, die Maximalwerte fanden sich im Altersbereich von 30-39 Jahren (Abbildung 13).

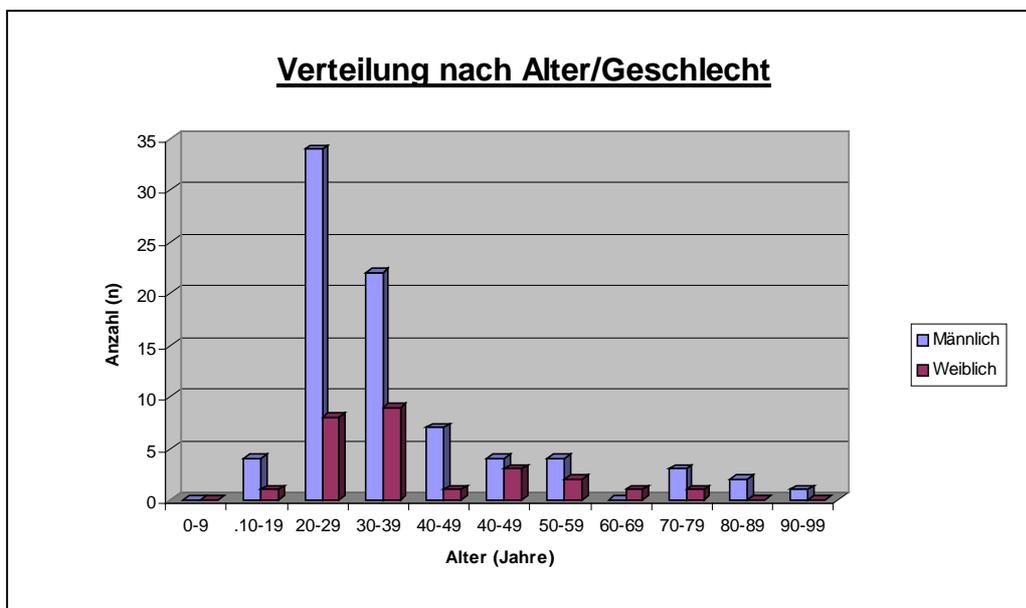


Abbildung 13: Verteilung nach Alter und Geschlecht

3.2. Frakturverteilung

Eine Aufteilung der Frakturen nach Anzahl erfolgte nach Boole et al. (2001) in ein, zwei oder drei und mehr Frakturen. Die Daten wurden anhand der Röntgenunterlagen und Krankenakten erfasst.

Die Auswertung ergab mit 59 Patienten eine herausragende Mehrheit auf Seiten der Zweifachfrakturen (Abbildung 14). Dies entsprach mit etwa 55 Prozent mehr als der Hälfte. Ca. 29 Prozent der Fälle (31 Patienten) wiesen eine einfache Fraktur auf, nur rund 16 Prozent der Fälle entfielen demnach auf die dreifachen oder mehr als dreifachen Frakturen. Diese Prozentzahl entsprach 17 Patienten.

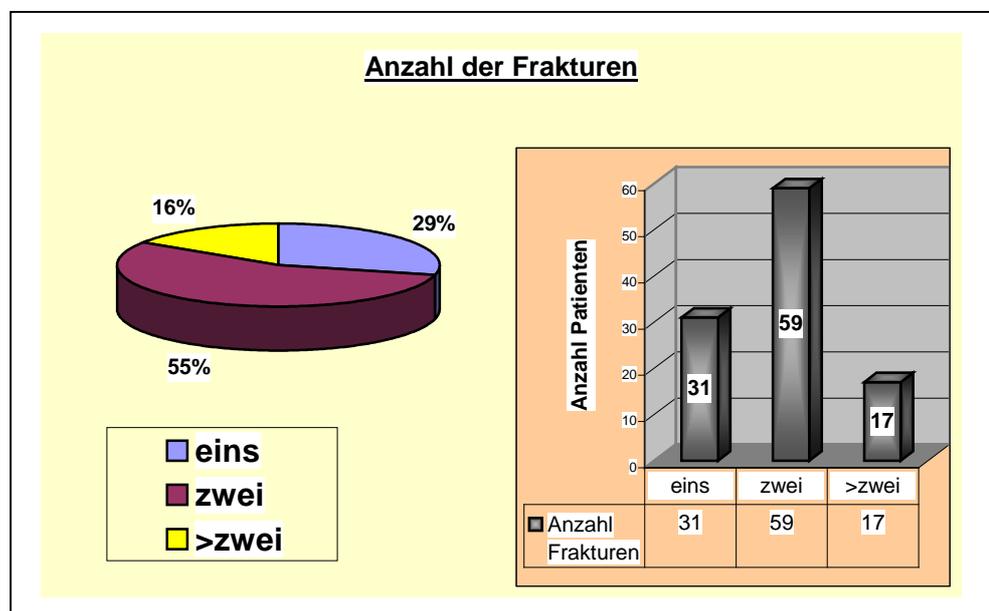


Abbildung 14:
Frakturverteilung

3.3. Lokalisation der Frakturen

Die Frage nach den häufigsten Bruchlokalisationen war von besonderem Interesse.

Ausgehend von einer Gesamtzahl von 200 Frakturen verteilten sich die Lokalisationen der Frakturlinienverläufe nach Siegel et al. (1991) in median (Symphyse), paramedian, Corpus, Kieferwinkel, Ramus, Collum, Coronoidfortsatz und Alveolarfortsatz.

Dabei fielen 29 Prozent (n=60) aller Frakturen auf die Gelenkhalsregion, wobei keine weitere Klassifikation dieser Region vorgenommen wurde (Abbildung 15). Anteilig gefolgt wurden die Frakturen des Collum mandibulae von den Paramedianfrakturen, die 27 Prozent (n=53) der Brüche ausmachten.

Corpus- und Kieferwinkelfrakturen waren mit einem prozentualen Anteil von 18 Prozent (n=36) an dritter Stelle zu nennen. Damit stellten die Frakturen des Gelenkfortsatzes, Paramedian-, Corpus- und Kieferwinkelfrakturen mit nahezu 92,5 Prozent die häufigsten Bruchlokalisationen dar (Abbildung 16).

Die verbliebenen 8 Prozent entfielen auf die Symphysenfrakturen (mediane Frakturen) mit 7 Prozent (n=14) und auf den Ramus mandibulae mit 1 Prozent (n=1).

Es fand sich keine Fraktur innerhalb des Patientengutes, die am Coronoidfortsatz oder am Alveolarfortsatz lokalisiert war.

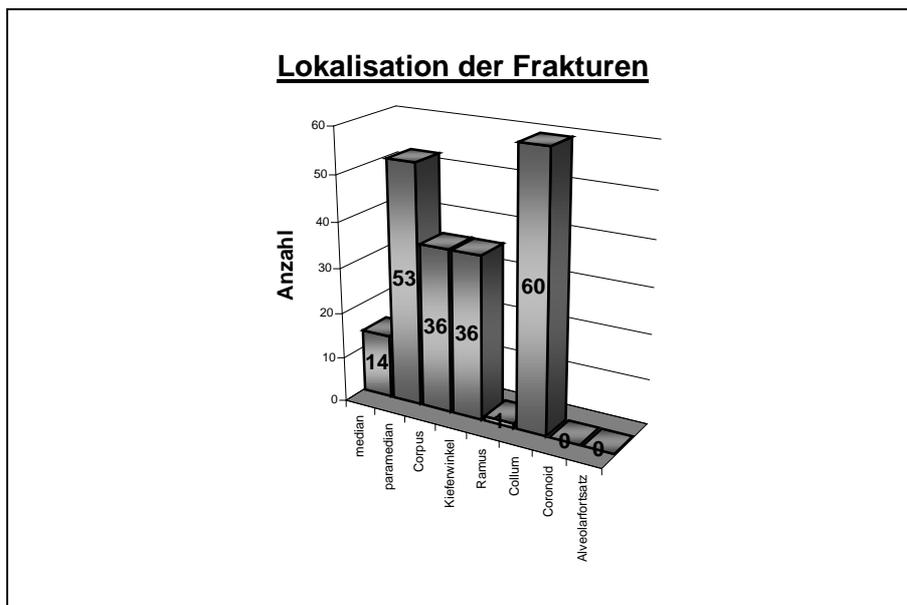


Abbildung 15:
Frakturlokalisationen in Zahlen

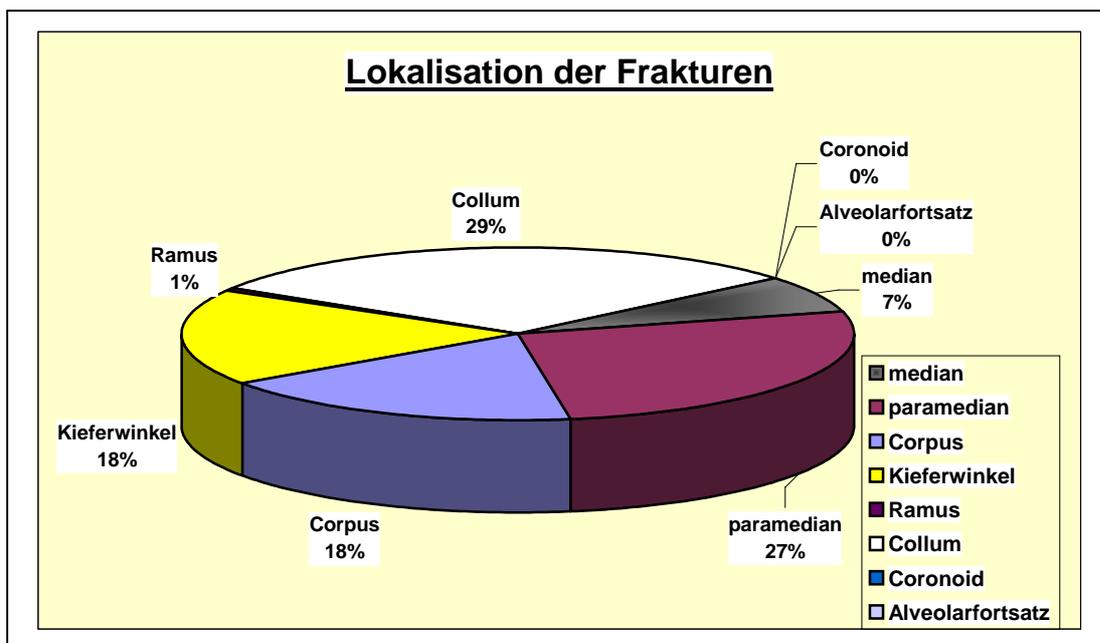


Abbildung 16: Frakturlokalisation in Prozentverteilung

Im Anschluss an die Betrachtung der Häufigkeit der „einzelnen“ Frakturlokalisationen wurden zusätzlich die verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten begutachtet.

Am häufigsten wurde die Kombination paramediane mit Kieferwinkelfraktur diagnostiziert (n=17). Danach folgten Paramedian- gepaart mit einer Collumfraktur (n=16) und als weitere Zweifachfraktur Corpus- und Kieferwinkelfraktur (n=7).

Als häufigster dreifacher Unterkieferbruch traten bei 7 Patienten eine paramediane und zwei beidseitige Collumfrakturen kombiniert auf.

Zweithäufigste Dreifachfraktur war eine Symphysen- und zwei beidseitige Collumfrakturen (n=6). Insgesamt kam es in 17 Fällen zu Dreifachfrakturen.

10 Patienten wiesen isolierte Kieferwinkelfrakturen auf und bei 9 Patienten wurden einzelne Paramedianfrakturen festgestellt. Als dritthäufigste Einzelfraktur folgte der isolierte Bruch des Corpus mandibulae (n=6).

Die übrigen Frakturlokalisationen und ihr Kombinationsvorkommen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen (Tabelle 1). Noch nicht genannte Kombinationsmöglichkeiten machten quantitativ einen nur geringen Anteil aus.

Frakturlokalisation und Kombinationsmöglichkeiten

ANZAHL	<i>median</i>	<i>paramedian</i>	<i>Corpus</i>	<i>Kieferwinkel</i>	<i>Ramus</i>	<i>Collum</i>	<i>Coronoidforts.</i>	<i>Alveolarforts.</i>
17		X		X				
16		X				X		
10				X				
9		X						
7		X				XX		
7			X	X				
6	X					XX		
6			X					
5			XX					
4	X					X		
4			X			X		
3						X		
3	X							
3		X	X					
2			X			XX		
1		X	X			X		
1			XX			X		
1	X			X				
1			X		X			
1				X		X		

(X= eine Fraktur; XX= 2 Frakturen, jeweils eine Fraktur auf jeder Seite)

Tabelle 1: Frakturlokalisationen und Kombinationsmöglichkeiten

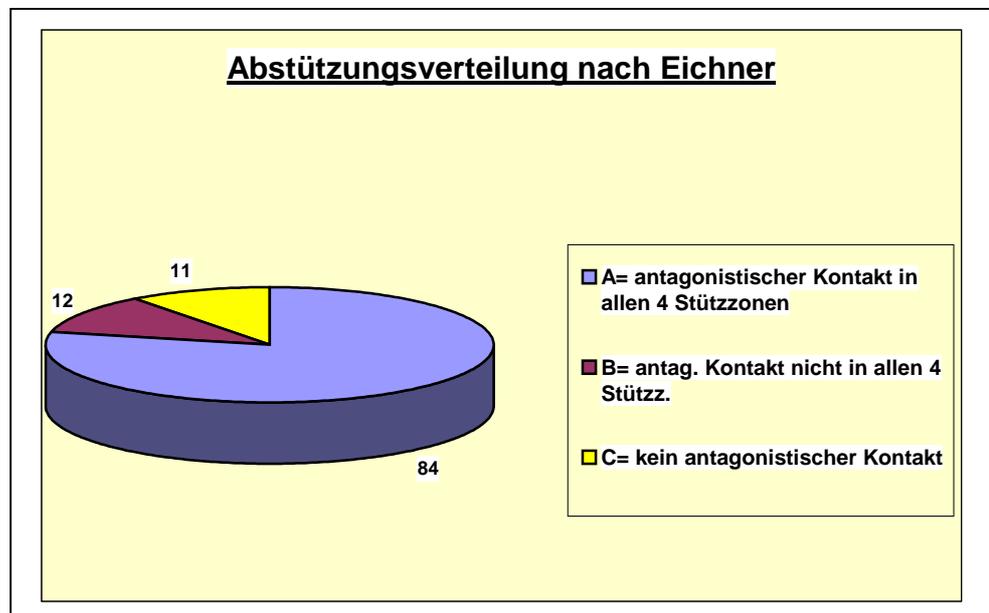
3.4. Abstützung

Da das Vorhanden- oder Nichtvorhandensein von Stützzonen im Gebiss des Patienten von großem Interesse war, wurde das Patientenkollektiv der Stützzonenklassifizierung nach Eichner (1955) zugeordnet (2.3.1.). Die Eichner Klassen A, B und C haben folgende Bedeutung:

- A = antagonistischer Kontakt in allen vier Stützzonen
- B = antagonistischer Kontakt nicht in allen vier Stützzonen
- C = kein antagonistischer Kontakt

Die Verteilung auf die einzelnen Klassen stellte sich in Gießen wie folgt dar (Abbildung 17):

Abbildung 17:
Verteilung auf die
Stützzonenklassen
nach Eichner



Von den insgesamt 107 Patienten konnten 84 der Eichner - Klasse A (=antagonistischer Kontakt in allen vier Stützzonen) zugeordnet werden. Dieser Wert entsprach 78,5 Prozent und bildete den größten Anteil.

Die restlichen 21,5 Prozent entfielen zu nahezu gleichen Teilen auf die Klasse B (=antagonistischer Kontakt nicht in allen vier Stützzonen) und die Klasse C (=kein antagonistischer Kontakt). Dabei wiesen 11,2 Prozent (n=12) die Abstützungsförm der Klasse B und 10,3 Prozent (n=11) die der Klasse C auf.

3.5. Atrophie

Das Ausmessen der Orthopantomogramme ergab, dass bei 100 Patienten keine Atrophie vorlag, das heißt bei 93,5 Prozent des Patientengutes (Abbildung 18). In 7 Fällen ($\approx 6,5\%$) lag eine atrophische Veränderung des Unterkiefers vor, die je nach Atrophiegrad in die von Luhr et al. (1996) eingeführten Klassen eins (= Unterkieferhöhe 16-20 mm), zwei (= Unterkieferhöhe 11-15 mm) und drei (= Unterkieferhöhe ≤ 10 mm) aufgeteilt wurden. Dabei fiel je ein Patient in die Kategorie der Klasse eins und drei (je $\approx 0,9\%$), während die restlichen fünf Patienten die Klasse zwei ausmachten ($\approx 4,7\%$).

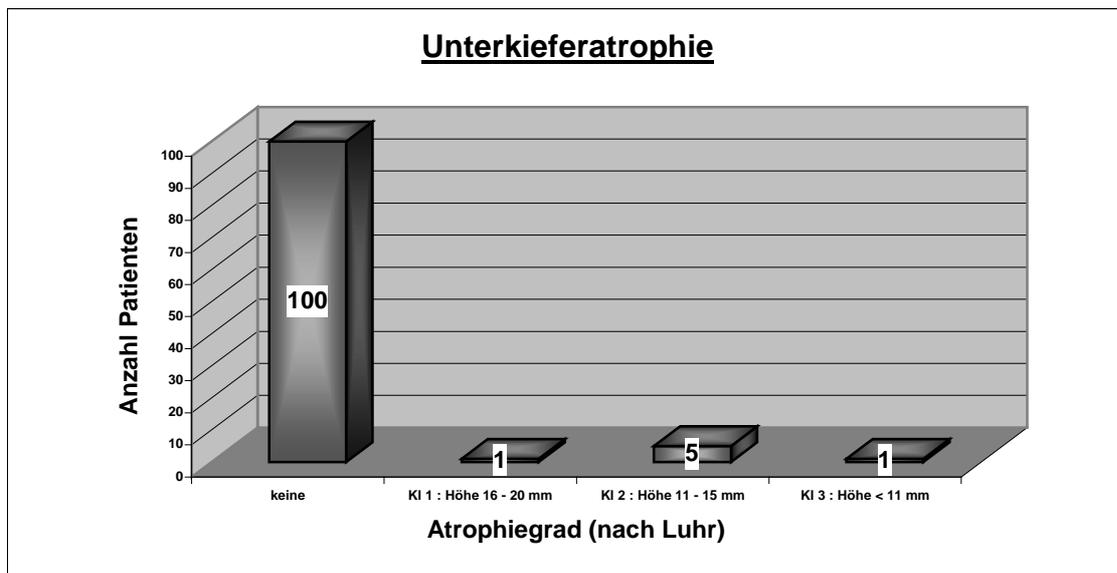


Abbildung 18: Verteilung nach Atrophie

3.6. Frakturlinien

Der Verlauf der Frakturlinien wurde als schräg verlaufend, quer verlaufend oder als Verlauf in Form eines Dreiecksbruchstücks erfasst. Dabei konnten auch zwei Auswahlmöglichkeiten zugestimmt werden. Es wurden nur Frakturen in die Auszählung aufgenommen, die mit Zugschrauben versorgt worden waren. Das Ergebnis spiegelt wieder, dass vor allem schräg verlaufende Frakturlinien mit Zugschrauben versorgt worden sind (Abbildung 19); dies beweist der deutliche Anteil von rund 63,9 Prozent ($n=85$). Quer verlaufende Frakturlinien wiesen 30,8 Prozent ($n=41$) der Brüche auf, während der Anteil der Dreiecksbruchstücke mit 5,3 Prozent ($n=7$) sehr gering war.

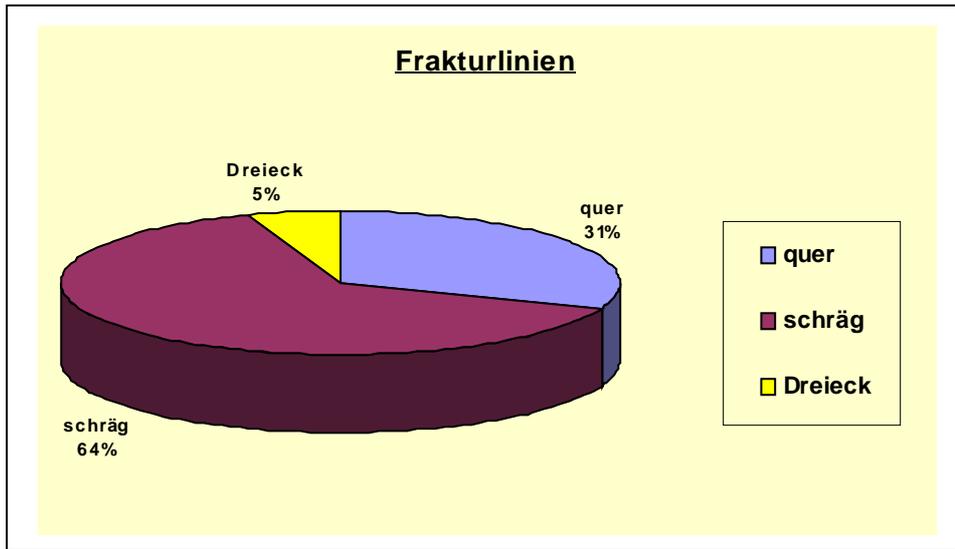


Abbildung 19: Verlauf der Frakturen, die mit Zugschrauben versorgt wurden

3.7. Parodontitis und andere präoperative Schäden

Der Zustand des Parodonts der Patienten wurde anhand der präoperativen Röntgenaufnahmen beurteilt. Die Begutachtung des Orthopantomogramms ließ zwar keine genaue Analyse der Taschentiefen, jedoch sehr wohl eine Bewertung, ob Knochenabbau vorlag, zu. Das Ergebnis konnte in keine, lokalisierte oder generalisierte Parodontitis unterteilt werden.

Letztendlich wiesen 47 der 107 Patienten (=43,9%) keinen Knochenabbau auf, während 60 Patienten (56,1%) parodontitische Veränderungen zeigten (Abbildung 20). Von den 60 Patienten konnten 35 (=32,7%) den generalisierten Parodontitis – Fällen und 25 (=23,4%) den lokalisierten Parodontitis – Fällen zugeordnet werden.

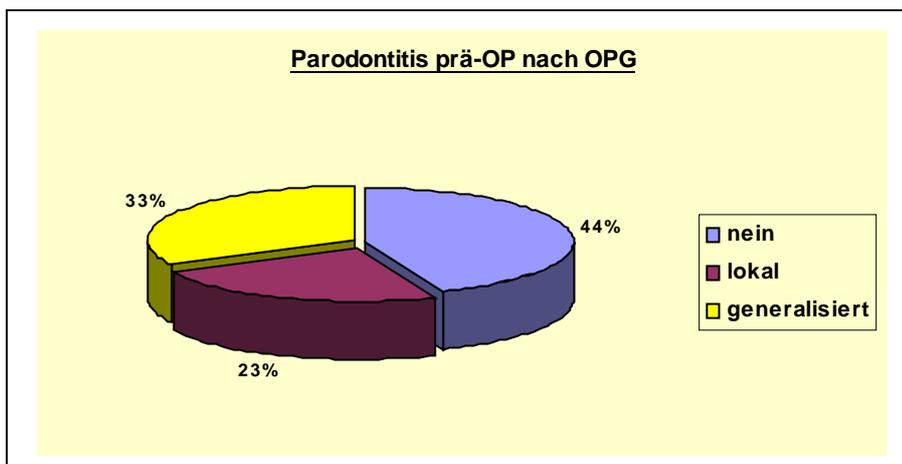


Abbildung 20: Parodontitisverteilung präoperativ

Andere präoperative Schäden konnten insgesamt 145mal festgestellt werden. Dabei kam es in 67 Fällen zu Weichteilverletzungen, d. h. 62,6 Prozent der 107 Patienten wiesen zusätzlich Verletzungen der Weichteile auf (Abbildung 21). In 37,4 Prozent der Fälle (n=40) fanden sich schon präoperativ Sensibilitätsstörungen und bei 27,1 Prozent (n=29) konnten posttraumatische Zahnschädigungen diagnostiziert werden.

Die verbliebenen 4,8 Prozent der präoperativ schon vorhandenen Schäden entfielen in der im folgenden genannten Reihenfolge auf Zahnverlust im Bruchspalt (n=6), infizierter Bruchspalt (n=2) und Pseudarthrose (n=1).

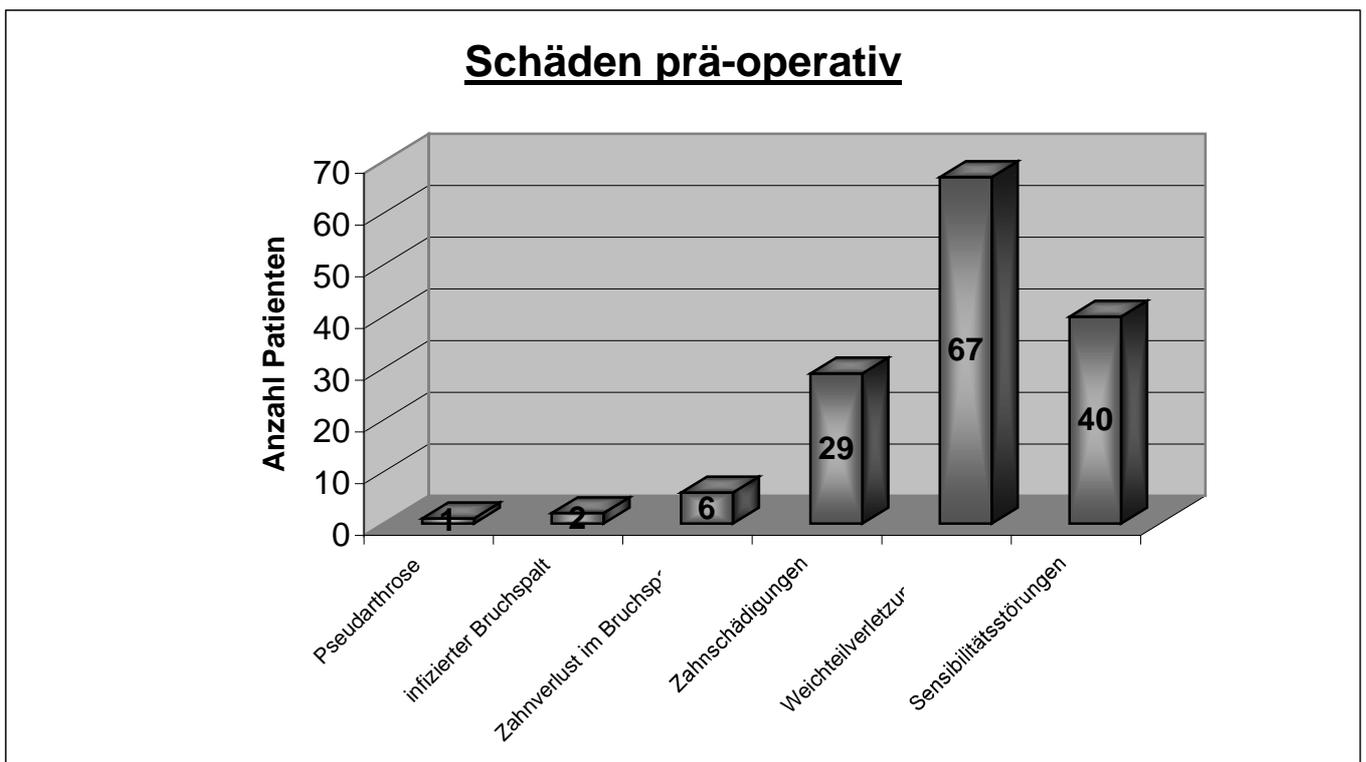


Abbildung 21: Vorkommen der präoperativ schon vorhandenen posttraumatischen Schäden

Die einzelnen Befunde bezogen auf das Gesamtaufkommen der präoperativen Schäden (n=145) stellte sich wie folgt dar: Am häufigsten kamen mit 46,2 Prozent Weichteilverletzungen vor, gefolgt von den Sensibilitätsstörungen (27,6 %). An dritter Stelle fanden sich die Zahnschädigungen mit 20 Prozent. Der Zahnverlust im Bruchspalt nahm 4,1 Prozent der präoperativen Gesamtschäden ein, während ein infizierter Bruchspalt zu 1,4 Prozent und eine Pseudarthrose zu 0,7 Prozent vorkamen.

3.8. Operativer Versorgungszeitpunkt

Das Alter der Fraktur am Tag der Operation war vor allem im Hinblick auf Komplikationen bei der Frakturheilung von Bedeutung. Den Modalwert nahmen hierbei die schnellen Frakturversorgungen im Zeitraum von 0-3 Tagen ein, die einen Wert von 86,9 Prozent (n=93) aufwiesen. Im Zeitraum von 4-7 Tagen wurden weitere 6 Patienten (=5,6%) operativ versorgt, d.h. dass die Frakturversorgung in 92,5 Prozent der Fälle innerhalb der ersten Woche nach dem Trauma erfolgte (Abbildung 22).

Die restlichen 7,5 Prozent verteilten sich zu gleichen Teilen auf einen Zeitraum von 8-11 Tagen und 12 oder mehr Tage (n=4).

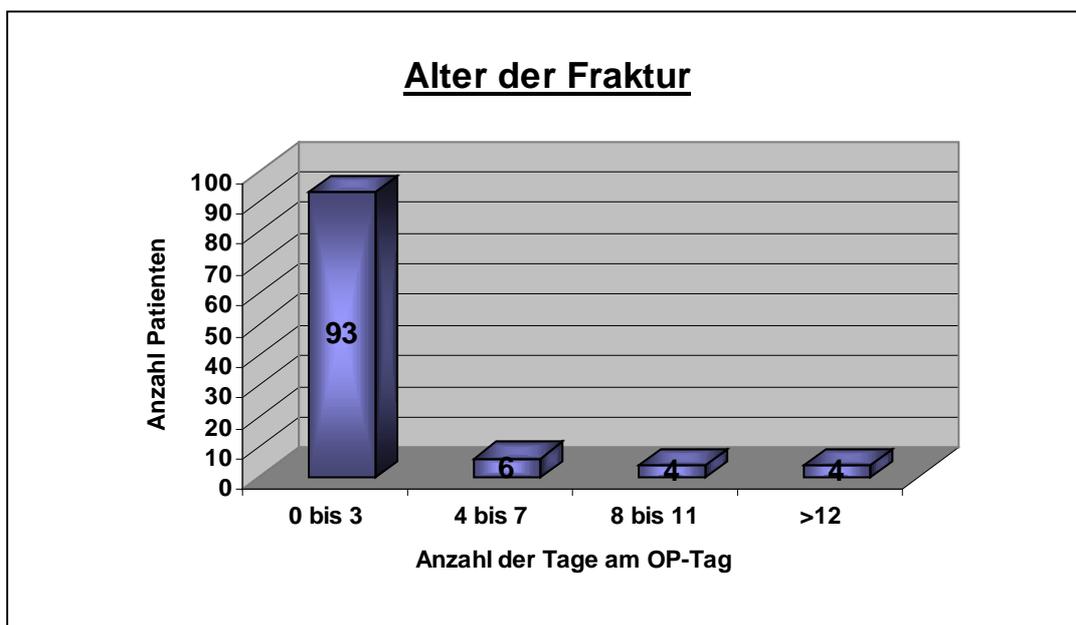
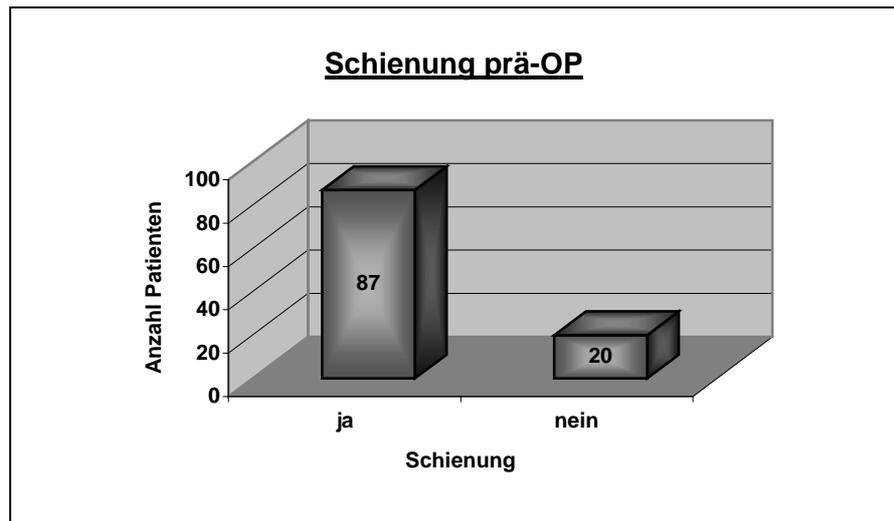


Abbildung 22: Operativer Versorgungszeitpunkt der Fraktur in Tagen

3.9. Präoperative Schienung

Die Frage, ob vor operativer Versorgung der Fraktur eine Schienung in Form einer Schuchardt-Schiene und eine intermaxilläre Verschnürung zur Einstellung der Okklusion vor Reposition vorgelegen hat, war von großem Interesse. Dabei ergab sich, dass bei 81,3 Prozent der Zugschrauben – Patienten (n=87) eine präoperative Schiene angelegt wurde und nur bei 18,7 Prozent (n=20) wurde vorher keine Schienung durchgeführt (Abbildung 23).

Abbildung 23:
Präoperative Schienung



Während eingehender Betrachtung der 20 präoperativ nicht mit Schienen versorgten Patienten konnte hinsichtlich der Stützzonenklassifikation ein quantitatives Übergewicht auf Seiten der Eichner-Klasse C festgestellt werden (50 %). Dies erklärt sich aus der fehlenden Gebissabstützung der Klasse C und damit der fehlenden Möglichkeit zu korrekter Einstellung der Okklusion über intermaxilläre Fixation, was die präoperative Versorgung der Patienten mit Schuchardt-Schienen praktisch sinnlos machte. Die Stützzonenklassen A und B kamen zu je 25 Prozent vor und verteilten sich somit gleichmäßig.

Bei den Atrophiegraden überwogen die Patienten ohne Atrophie (n=13) vor denen mit Klasse 2 (n=5). Atrophien der Klasse 1 (16-20mm) und 3 (≤ 10 mm) kamen jeweils nur einmal vor (Tabelle 2). Keiner der Patienten ohne Schienung litt während der später durchgeführten Nachuntersuchung an Okklusionsstörungen.

Patienten ohne präoperative Schienung	Anzahl der Patienten (n=20)	Patienten in Prozent
Eichner Stützzone		
A	5	25 %
B	5	25 %
C	10	50 %
Atrophiegrad n. Luhr		
Keine Atrophie	13	65 %
Klasse1	1	5 %
Klasse2	5	25 %
Klasse3	1	5 %
Okklusionsstörungen		
Ja	0	0 %
nein	20	100 %

Tabelle 2: Patienten ohne präoperative Schienung und Abstützung / Atrophie / Okklusionsstörungen

3.10. Therapie mit Zugschrauben

Im Rahmen der operativen Behandlung von 107 Patienten wurden 125 Frakturen allein mit einer Zugschraubenosteosynthese versorgt. Dabei handelte es sich bei 51 der Unterkieferbrüche um eine paramediane Fraktur, was einem Anteil von 40,8 Prozent entsprach (Abbildung 24). Zweithäufigste Lokalisation war mit einem Wert von 20,8 Prozent die Corpusfraktur (n=26), dicht gefolgt von der Kieferwinkelfraktur mit 18,4 Prozent (n=23). 14 Symphysenfrakturen (=11,2%) und 11 Collumfrakturen (=8,8%) konnten mit einer Zugschraubenosteosynthese versorgt werden, während keine Ramus-, Coronoidfortsatz- oder Alveolarfortsatzfrakturen mit Zugschrauben behandelt wurden.

Die gesamte Anzahl der verwendeten Zugschrauben belief sich auf 198 Schrauben, wobei die meisten in den paramedianen Frakturen verwendet wurden (n=85/42,9%).

49 Zugschrauben fanden Anwendung in den Corpusfrakturen (=24,7%), allerdings nur 31 in den Kieferwinkelfrakturen (=15,7%), was darauf schließen lässt, dass die Kieferwinkelfrakturen häufiger mit nur einer Zugschraube versorgt werden konnten als die Corpusfrakturen (Abbildung 24). Bei den medianen Brüchen kamen 20 Zugschrauben zum Einsatz (=10,1%) und 13 Zugschrauben bei den Collumfrakturen (=6,6%).

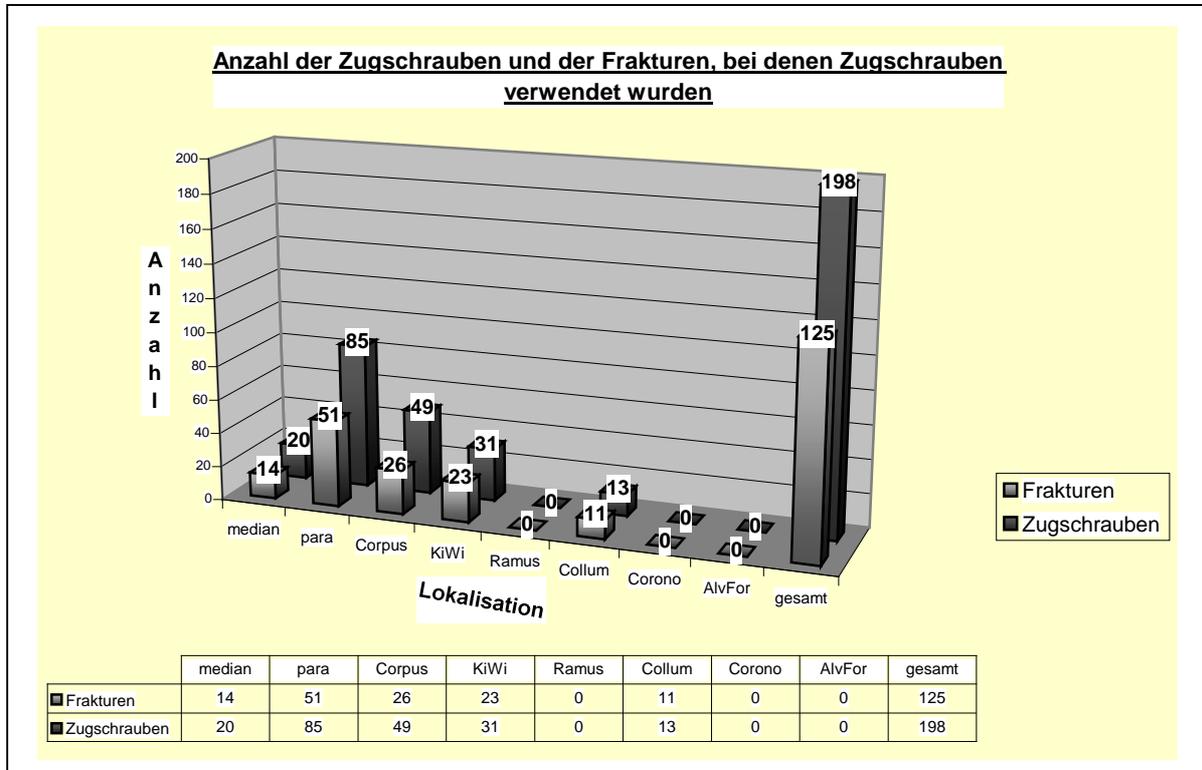


Abbildung 24: Anzahl der Frakturen und der Zugschrauben pro Lokalisation

Von besonderer Bedeutung war auch das Verhältnis der Zugschrauben zu den 125 Frakturen (Tabelle 3). So konnte festgestellt werden, dass oft mehr als eine Zugschraube pro Fraktur verwendet wurde.

Das Verhältnis Zugschrauben zu den zugschraubenbehandelten Frakturen betrug bei medianer Lokalisation 10:7, das heißt bei der Osteosynthese von 7 Symphysenfrakturen kamen 10 Zugschrauben zum Einsatz. Insgesamt wurden pro Fraktur 1,58 Zugschrauben verwendet.

Weitere Werte können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden:

Verhältnis der Zugschrauben zu den Frakturen

<i>Frakturlokalisation</i>	<i>median</i>	<i>paramedian</i>	<i>Corpus</i>	<i>Kieferwinkel</i>	<i>Collum</i>	<i>Gesamt</i>
<i>Verhältnis Zugschrauben : Frakturen</i>	10:7 (1,43)	85:51 (1,67)	49:26 (1,88)	31:23 (1,35)	13:11 (1,18)	198:125 (1,58)

Tabelle 3: Das Verhältnis der Zugschraubenanzahl zur Frakturenanzahl

3.11. Zugschraubenzugang

Der operative Zugangsweg konnte von extraoral, intraoral oder transbuccal vorgenommen worden sein. Bei einigen Patienten mit Mehrfachfrakturen kamen auch mehrere verschiedene Zugänge vor.

Die Sparte der intraoralen Zugänge bildete dabei mit 77 Personen, was ungefähr 60,2 Prozent entspricht, den größten Anteil (Abbildung 25).

Die Gruppe Patienten mit extraoralen Zugängen stand mit 35 Personen (=27,3 %) an zweiter Stelle, wobei die extraoralen Zugänge fast ausschließlich über offene Platzwunden vorgenommen wurden.

Ihr folgten mit 12,5 Prozent (n=16) die transbuccalen Zugänge.

Weiterhin wurde die Eindrehrichtung der Zugschrauben erfasst und ausgewertet (Abbildung 26). Dabei überwog mit 57 Prozent (n=72) die mesiale Eindrehrichtung im Gegensatz zur distalen mit 43 Prozent (n=55).

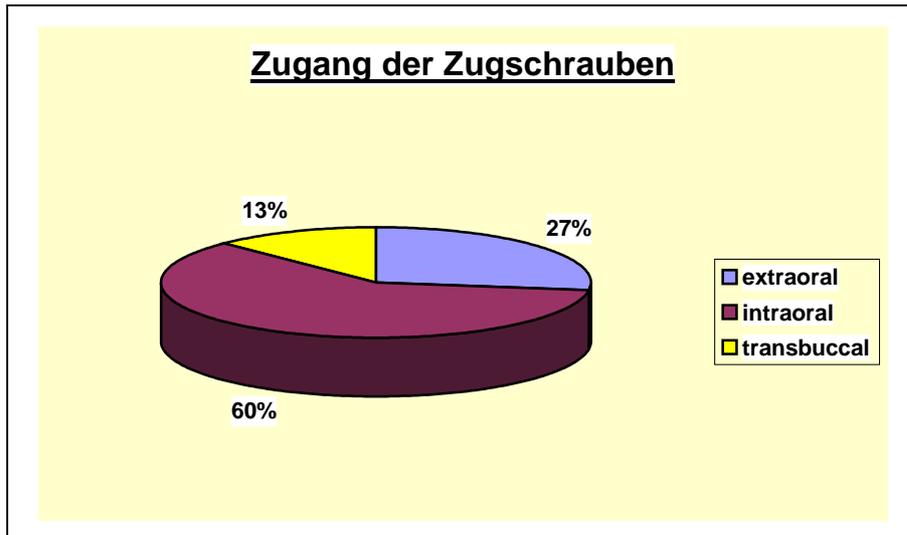


Abbildung 25:
Verteilung der
Zugschraubenzu-
gangswege



Abbildung 26:
Eindrehrichtung der
Zugschrauben

3.12. Weitere Osteosynthesysteme im Unterkiefer

Bei Mehrfachfrakturen konnte die Versorgung der Brüche mit unterschiedlichen Osteosynthesystemen notwendig werden. In unserem Patientenkollektiv wurden daher noch bei einigen Patienten außer dem Zugschraubensystem die Miniplattenosteosynthese, die Adaptionenosteosynthese oder eine Kombination bestehend aus Platte und Zugschraube verwendet.

Die Auswertung der erfassten Daten ergab, dass ca. 60 Prozent (n=70) der Patienten keine weitere Osteosynthese mehr im Unterkiefer aufwiesen, während in ca. 40 Prozent der Fälle mindestens ein weiteres System angewendet wurde. Am häufigsten verwendet wurde dabei

die Miniplattenosteosynthese mit 25 Prozent (n=30), danach folgten mit jeweils 7,5 Prozent (n=9) die Adaptionenplatte und die Kombination Platte/Zugschraube (Abbildung 27, 28).

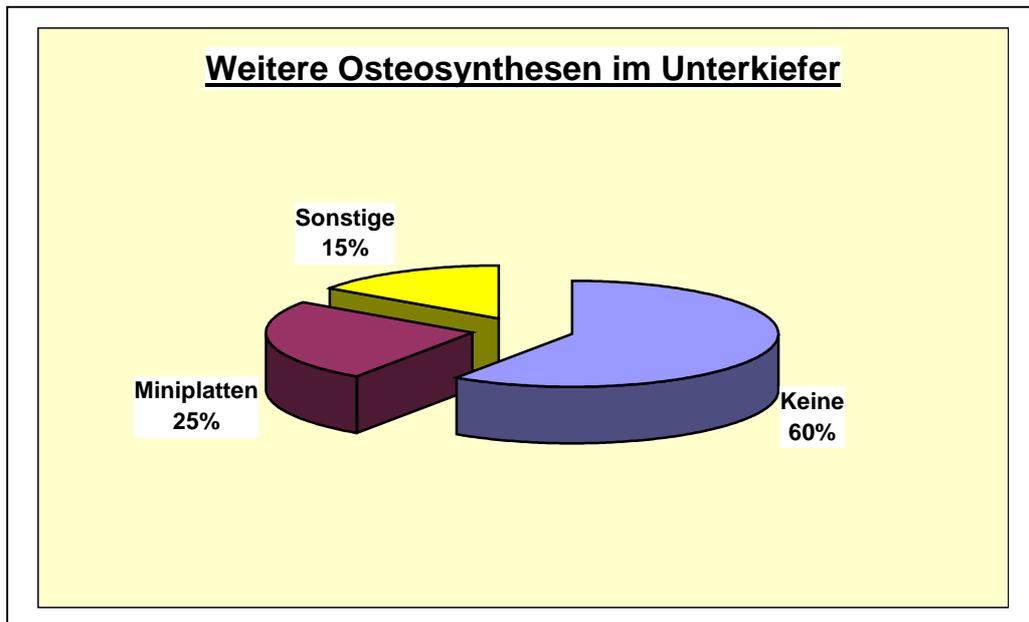


Abbildung 27: Weitere Osteosynthesesysteme im Unterkiefer

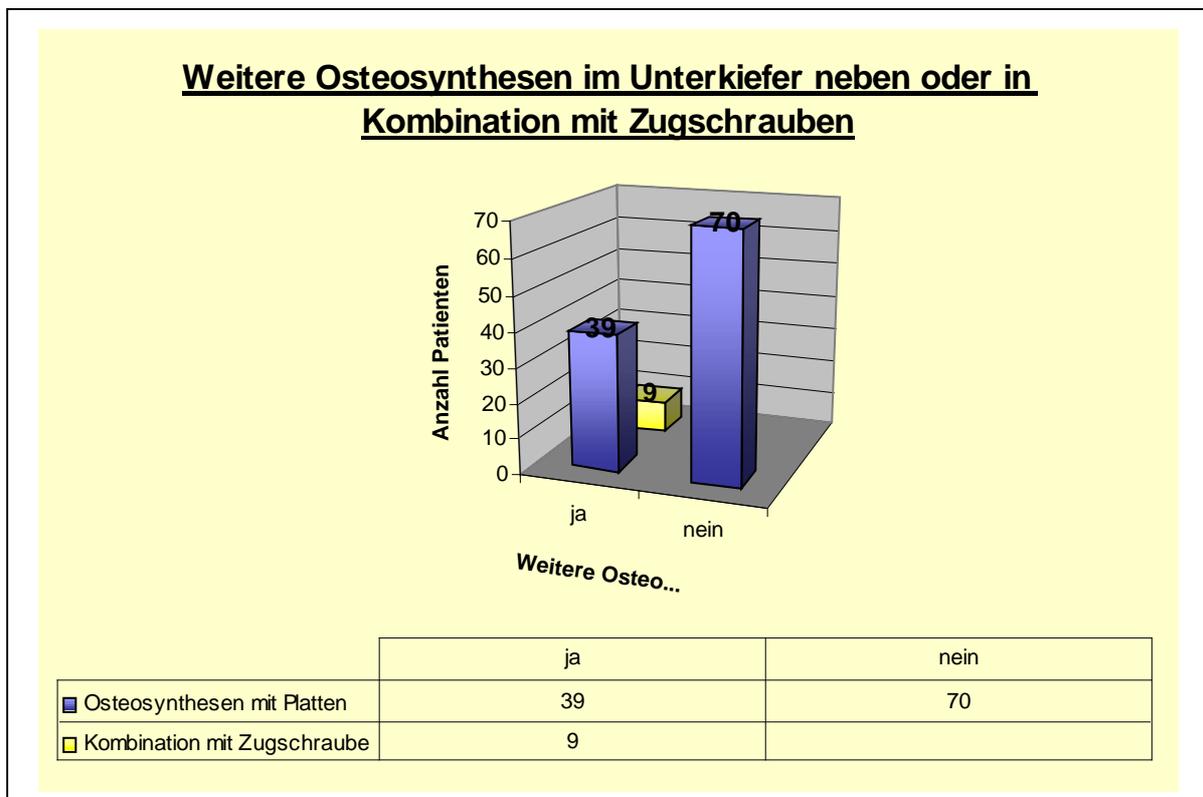


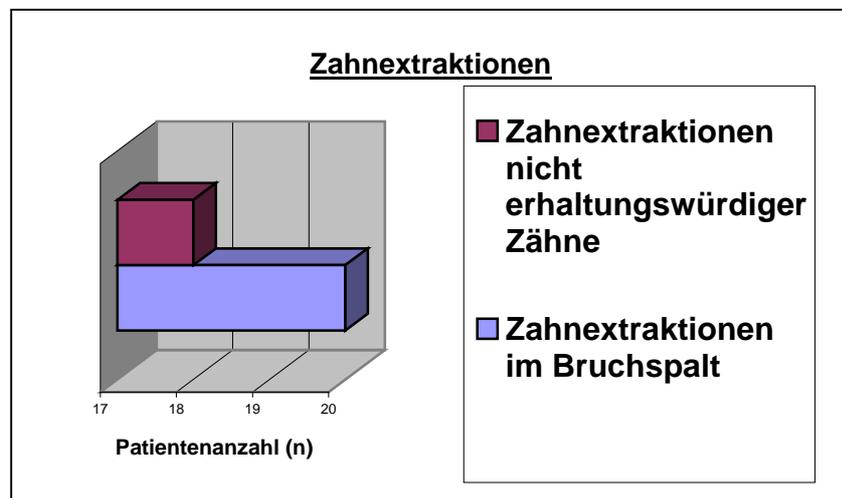
Abbildung 28: Weitere Osteosynthesen im Unterkiefer neben oder mit Zugschrauben

3.13. Zahnextraktionen und Komplikationen

Zahnextraktionen im Bruchspalt befindlicher oder nicht erhaltungswürdiger Zähne waren, wie schon in Kapitel 1 und 2 erwähnt, in direktem Zusammenhang mit intra- und postoperativen Komplikationen zu sehen.

Die Entfernung eines Zahnes aus dem Bruchspalt, der dann mit einer Zugschraubenosteosynthese versorgt wurde, fand in 20 Fällen intraoperativ statt, dabei kam es in drei Fällen zum Auftreten von Komplikationen. Dies entsprach 15 Prozent. In 18 Fällen mussten nicht erhaltungswürdige, das heißt zerstörte oder stark parodontal geschädigte Zähne extrahiert werden, dabei kam es ebenso in drei Fällen zu Komplikationen. Dies entsprach 16,7 Prozent (Abbildung 29, Tabelle 4).

Abbildung 29:
Zahnextraktionen



Zahnextraktionen

Extraktion...	Patienten Anzahl	Komplikationen Anzahl	Prozentualer Anteil
...nicht erhaltungswürdiger Zähne	18	3	16,7 %
...Zähne im Bruchspalt	20	3	15 %

Tabelle 4: Patienten mit Zahnextraktionen

Intra- und postoperative Komplikationen konnten 32mal festgestellt werden. Dabei beklagten 13 Patienten postoperative Sensibilitätsstörungen (=40,6%) im Versorgungsgebiet des Nervus alveolaris inferior (Abbildung 30). In 8 Fällen wurde eine

postoperative Instabilität des Unterkiefers festgestellt, die eine spätere Revision notwendig machte (Abbildung 31). Davon wurden zwei Patienten allerdings nicht in die Erfassung der Revisionen mit aufgenommen, da sie auf die durch Zugschraubenosteosynthese stabilisierte Bruchstelle gestürzt waren und sich dadurch die Zugschrauben gelockert hatten. Somit wurden 6 Patienten in der Statistik erfasst. Dies entsprach einer Revisionsrate von 5,6 Prozent des gesamten Patientenkollektivs.

Jeweils dreimal traten Dislokationen der Fragmente, ein intraoperativer Bohrerbruch, bei dem der Bohrer nicht wieder entfernt werden konnte, und postoperative Okklusionsstörungen auf. In dem Fall des Bohrerbruchs brachen 3 Bohrer an einem Patienten. Sie wurden belassen und der Patient zu regelmäßigen Röntgenkontrollen einbestellt, in deren Verlauf bis zum Zeitpunkt der Studie keine Auffälligkeiten auftraten.

Zu einer Infektion des Bruchspaltes kam es in zwei Fällen (Tabelle 5), eine postoperative Pseudarthrose konnte einmal diagnostiziert werden. Da es durch die Pseudarthrose zur Instabilität des Unterkiefers kam, musste diese Frakturversorgung auch revidiert werden. Bei keinem Patienten wurden intraoperativ Zahnschäden verursacht oder während der ambulanten Kontrollen Zahnverlust oder Devitalität der Zähne am Bruchspalt beobachtet.

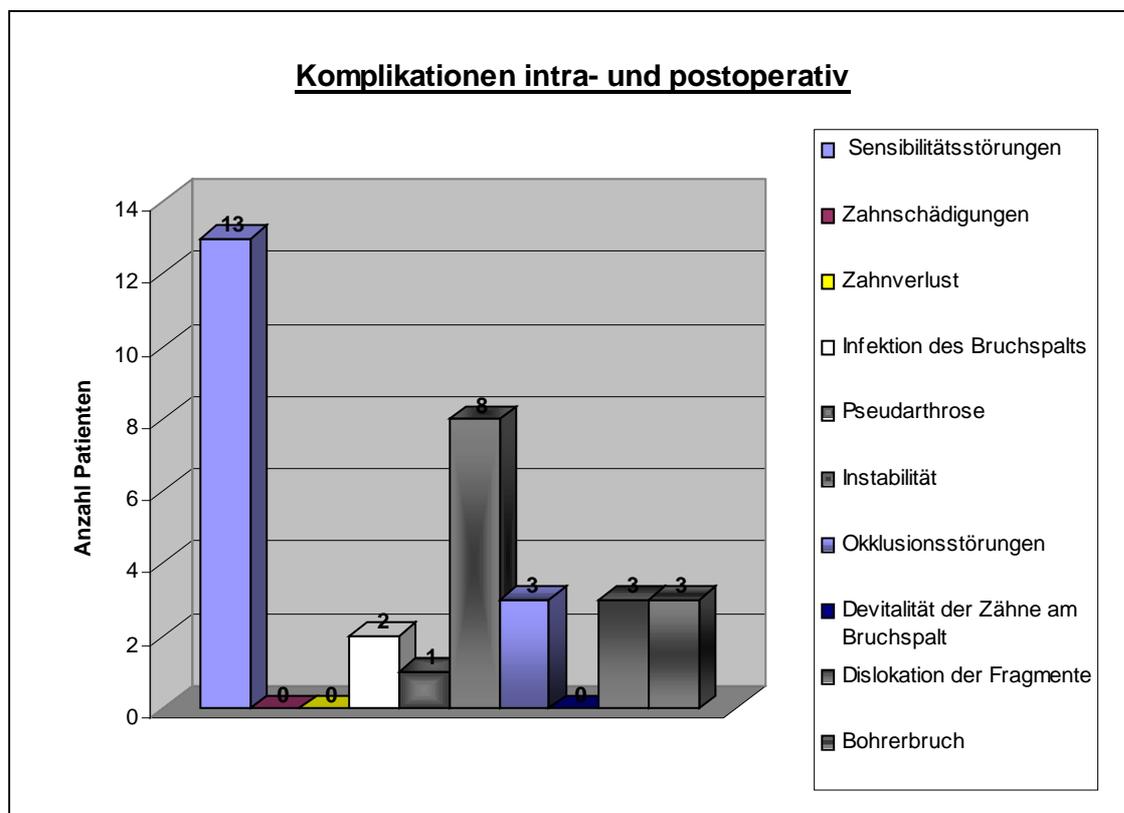


Abbildung 30: Intra- und postoperative Komplikationen

**Anteil der Revisionen an den
zugschraubenbehandelten Frakturen**



Abbildung 31: Zugschrauben - Revisionen

Die Ursache für die Bruchspaltinfektionen war in beiden Fällen eine Lockerung des Osteosynthesematerials. Die darauffolgende Behandlung ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen:

Bruchspaltinfektion

Patient	Grund	Behandlung	Weiterer Verlauf
1	Lockerung einer Zugschraube	Entfernen der lockeren und Platzieren zweier neuer Zugschrauben; antibiotische Abdeckung und Drainage	Entfernen eines Zahnes in der Nähe des Bruchspaltes, sonst komplikationslos
2	Ausgesprengtes Knochendreieck, dadurch Lockerung der Zugschraube	Entfernen des Knochendreiecks, Einbringen von Beckenkammpongiosa und neue Osteosynthese mit einer Kompressionsplatte; Antibiotika und Drainage	Komplikationslos

Tabelle 5: Ursache und Behandlung der Bruchspaltinfektionen

Wie im Verlauf dieses Kapitels schon erwähnt, lag die hauptsächliche Ursache für die sechs Revisionen in der Instabilität der Frakturen. Daneben kamen noch intra- und postoperative Komplikationen wie Infektionen der Bruchspalten, Dislokationen, Bohrerbrüche und eine Pseudarthrose vor (Tabelle 6).

Komplikationen – Revisionen

Patient	Lokalisation und Anzahl Zugschrauben	Komplikationen Anzahl	Komplikationen Name	Versorgung bei Revision
1	Paramedian, 2 Zugschrauben	2	Instabilität, Infektion des Bruchspaltes	3 Zugschrauben Zahnextraktion
2	Collum, 1 Zugschraube	2	Instabilität, Dislokation	Konservative Behandlung
3	Paramedian, 2 Zugschrauben	2	Instabilität, Infektion des Bruchspaltes	Osteosyntheseplatte
4	Corpus, 1 Zugschraube	1	Instabilität	Osteosyntheseplatte
5	Corpus, 1 Zugschraube	3	Instabilität, Pseudarthrose, Dislokation	Osteosyntheseplatte
6	Kieferwinkel, 2 Zugschrauben	4	Instabilität, 3 mal Bohrerbruch	Miniplatten

Tabelle 6: Patienten mit einer Revision

Die zu revidierenden Frakturen konnten im Rahmen einer zweiten Operation dreimal mit einer Osteosyntheseplatte, einmal mit Miniplatten und einmal mit einer erneuten Zugschraubenosteosynthese versorgt werden. In einem Fall wurde nach Entfernen der Zugschraube der konservativen Behandlung der Vorzug gegeben. Bei zwei Patienten musste während der Revision ein Zahn extrahiert werden.

Bei verschiedenen postoperativen Komplikationen waren Abstützung und Atrophiegrad von Interesse. Diese waren Instabilität der Fraktur, Infektion, Pseudarthrose, Okklusionsstörungen und Dislokation der Fraktur (Tabelle 7). Hinsichtlich Abstützung und Atrophie überwogen bei den Patienten mit postoperativen Komplikationen die Stützzonenklasse A (n=8), gefolgt von der Klasse C (n=4) und der Klasse B (n=4). Relativ gesehen ergaben diese Daten allerdings eine erhöhte Komplikationsrate auf Seiten der Klasse C, da von dieser Klasse insgesamt nur 11 Personen in die Bewertung eingeflossen waren. Während von der gesamten Anzahl der Klasse A 9,5 Prozent der Patienten postoperative Komplikationen aufwiesen, waren es von der Klasse B schon 33,3 Prozent und von der Klasse C 36,4 Prozent (Tabelle 7). Ähnlich verhielt es sich mit den Atrophiegraden nach Luhr. 3 Patienten mit Atrophiegrad Klasse 2 und ein Patient mit Klasse 3 konnten postoperative Komplikationen vorweisen. 12 Patienten zeigten keine Atrophie des Unterkiefers. Auf das gesamte Patientengut gesehen kam es allerdings nur bei 12 Prozent der Patienten ohne Atrophie zu postoperativen Komplikationen, während bei 57 Prozent der Patienten mit atrophischen Veränderungen des

Unterkiefers postoperative Komplikationen zu diagnostizieren waren. Weitere Werte sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

<u>Postoperative Komplikationen</u>	Infektion Bruchspalt	Pseudarthrose	Instabilität	Okklusionsstörungen	Dislokation	Gesamt
Abstützung nach Eichner:						
A (n=84)	1	1	2	3	1	8 (=9,5%)
B (n=12)	1	0	2	0	1	4 (=33,3%)
C (n=11)	0	0	3	0	1	4 (=36,4%)
Atrophie nach Luhr:						
Keine (n=100)	2	1	4	3	2	12 (=12%)
Klasse1 (n=1)	0	0	0	0	0	0 (=0%)
Klasse2 (n=5)	0	0	2	0	1	3 (=60%)
Klasse3 (n=1)	0	0	1	0	0	1 (=100%)

Tabelle 7: Postoperative Komplikationen und Abstützung/Atrophie

Es wurden für 125 Frakturen prä- und postoperative Komplikationen erfasst, die aufgeschlüsselt auf die Lokalisationen folgende Verteilung ergaben (Tabelle 8):

Komplikationen – Frakturlokalisationen

Frakturlokalisation	Anzahl der Komplikationen prä-op	Anzahl der Komplikationen post-op	Anzahl der Frakturen	relativer prozentualer Anteil prä-op	relativer prozentualer Anteil post-op	prozentualer Anteil am Gesamtfrakturnaufkommen	prozentualer Anteil am lokalisierten Frakturnaufkommen
Median	24	3	14	14	7,5	2,4	21,4
Paramedian	71	13	51	41,3	32,5	10,4	25,5
Corpus	35	10	26	20,3	25	8	38,5
Kieferwinkel	25	9	23	14,5	22,5	7,2	39,1
Ramus	0	0	0	0	0	0	0
Collum	17	5	11	9,9	12,5	4	45,5
Coronoidfortsatz	0	0	0	0	0	0	0
Alveolarfortsatz	0	0	0	0	0	0	0
Summe	172	40	125	100	100	32	32

Tabelle 8: Komplikationen in Abhängigkeit von der Lokalisation

An erster Stelle fand sich die paramediane Unterkieferfraktur mit 41,3 Prozent der präoperativen Komplikationen, gefolgt von der Corpusfraktur mit 20,3 Prozent und der Fraktur im Kieferwinkelbereich mit 14,5 Prozent.

Bei den postoperativen Komplikationen stand ebenso die paramediane Fraktur mit 32,5 Prozent an erster Position. 25 Prozent der postoperativen Komplikationen machten die Korpusfrakturen aus, 22,5 Prozent entfielen auf die Kieferwinkelfrakturen. An vierter Stelle fanden sich die Collumfrakturen mit 12,5 Prozent gefolgt von den Symphysenfrakturen (mediane Frakturen) mit 7,5 Prozent. Bezogen auf das Gesamtkollektiv ergaben sich somit 32 Prozent mit Komplikationen vergesellschaftete Frakturen; 10,4 Prozent waren hiervon allein paramedian zu finden.

Interessant war zusätzlich die Tatsache, dass bezogen auf den prozentualen Anteil am Gesamtfrakturaufkommen pro Frakturlokalisierung die Collumfrakturen mit 45,5 Prozent am häufigsten Komplikationen aufwiesen. An zweiter Stelle folgte daraufhin die Kieferwinkelfraktur mit 39,1 Prozent und an dritter Stelle die Korpusfraktur mit 38,5 Prozent (Abbildung 32).

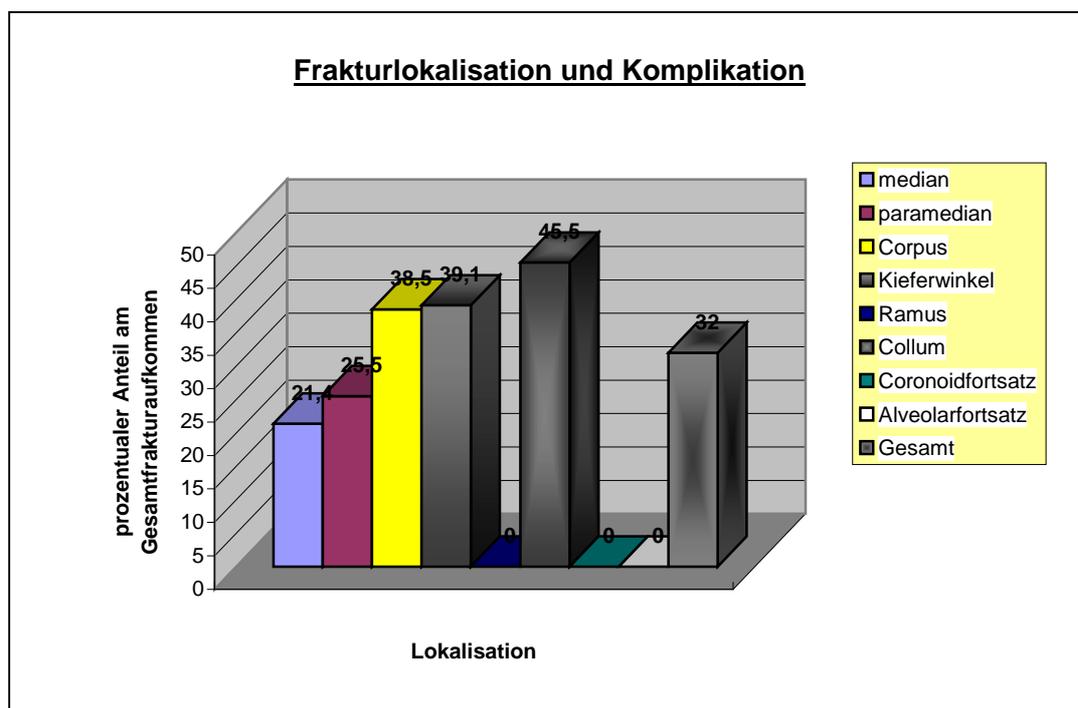


Abbildung 32: Frakturlokalisierung und Komplikation (n=125)

Bei der Auswertung der Patienten mit Komplikationen bezogen auf den operativen Versorgungszeitpunkt ergab sich folgende Verteilung: es fanden sich 19 Patienten mit einem Frakturalter zwischen 0 und 3 Tagen, ein Patient mit einem Frakturalter zwischen 4 und 7

Tagen und ein Patient mit einem Frakturalter zwischen 8 und 11 Tagen. Bei den Patienten mit einem Frakturalter von mehr als 11 Tagen fanden sich keine postoperativen Komplikationen.

In das Kapitel der Komplikationen gehören auch noch die Patienten, bei denen in der Frakturoperation zuerst versucht wurde, eine Zugschraubenosteosynthese anzuwenden, dann aber doch ein anderes System benutzt werden musste.

In dem gesamten Patientengut der Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie Gießen gab es im Zeitraum vom 20.07.1998 bis zum 01.08.2002 drei Patienten, bei denen die Unterkieferbrüche statt mit Zugschrauben mit Miniplatten versorgt wurden. Grund dafür war in allen Fällen die Mobilität der Fragmente nach Osteosynthese, das heißt dass die Bruchstücke durch Zugschrauben nicht stabil reponiert werden konnten. Als Lokalisation fand sich zweimal das Collum und einmal der Corpus (Tabelle 9).

Intraoperativer Vorzug einer anderen Osteosynthese

Patient	Frakturlokalisierung	Grund contra Zugschraube	Verwendete Osteosynthese
1	Collum	Mobilität der Fragmente	Miniplatten
2	Collum	Mobilität der Fragmente	Miniplatten
3	Corpus	Mobilität der Fragmente	Miniplatten

Tabelle 9: Bevorzugung eines anderen Osteosynthesystems

3.14. Bildgebende Diagnostik postoperativ

Zu Dokumentationszwecken und zur postoperativen Kontrolle wurden bei allen 107 Patienten Röntgenbilder in Form von OPG und Clementschitsch-Aufnahme angefertigt. In 5 Fällen erfolgte zusätzlich eine Computertomographie (Abbildung 33).

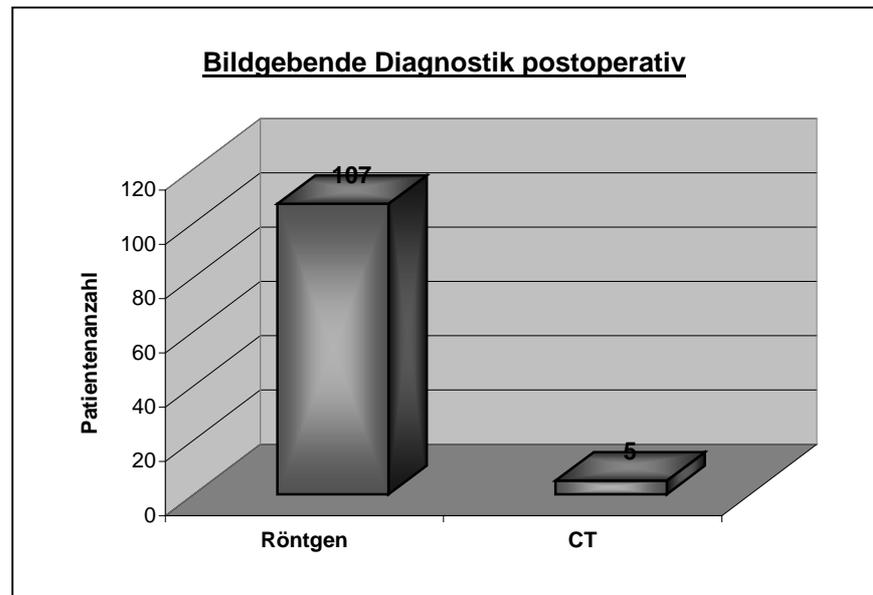


Abbildung 33: Postoperative bildgebende Diagnostik

3.15. Intermaxilläre Fixation

Durch die funktionsstabile Osteosynthese, zu der wie schon erwähnt die Zugschraubenosteosynthese zählt, kann eine sofortige Mobilisierung des Unterkiefers nach der Operation ohne mandibulo-maxilläre Fixation erreicht werden. Aus diesem Grund war von besonderem Interesse, ob und wie lange eine starre intermaxilläre Fixation angewendet worden ist.

Die intermaxilläre Fixation oder IMF kam bei den meisten Patienten nicht zum Einsatz, sie wurde nur bei 23,4 Prozent der Patienten angewandt (n=25). Die übrigen 76,6 Prozent (n=82) konnten sofort mobilisiert werden (Abbildung 34).

Die 25 IMF-Patienten behielten die Fixation zumeist 8 bis 14 Tage postoperativ (n=12). In 9 Fällen wurde die IMF 15 bis 21 Tage belassen; einige wenige Patienten (n=4) trugen sie 22 oder mehr Tage, d.h. länger als drei Wochen.

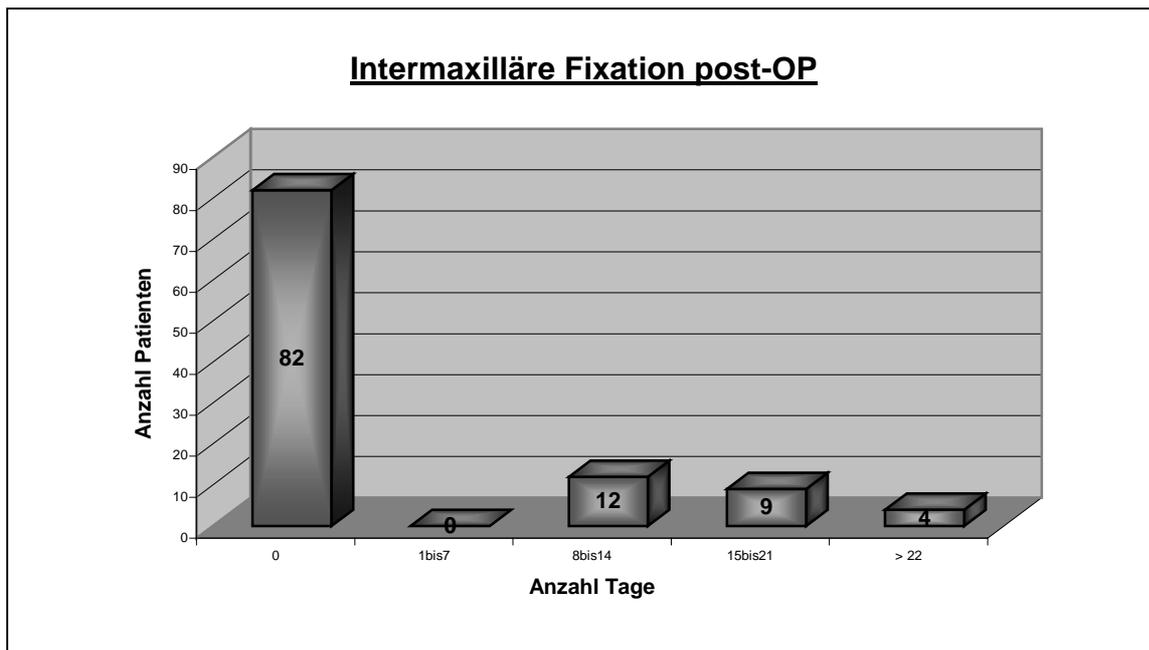


Abbildung 34: Verteilung der Intermaxillären Fixation (IMF)

Die postoperative intermaxilläre Fixation bezogen auf die Frakturlokalisation ergab folgendes Ergebnis: am häufigsten wurden Patienten mit paramedianen Frakturen zusätzlich mit einer IMF versorgt (n=12), an zweiter Stelle lagen die Corpusfrakturen (n=7). Im Hinblick auf das lokalisierte Frakturaufkommen ergab sich allerdings der höchste prozentuale Anteil der Frakturen mit IMF für die Collumfraktur mit 36,7 Prozent. Dem folgten die Symphysenfrakturen (28,6 %) und Corpusfrakturen (23,1 %). Nur bei zwei Kieferwinkelfrakturen wurde eine starre IMF angelegt, dies entsprach gerade 8,7 Prozent der Gesamtkieferwinkelfrakturen (Tabelle 10).

IMF und Frakturlokalisation

IMF-Dauer in Tagen	Symphysenfraktur (n)	Paramedianfraktur (n)	Corpusfraktur (n)	Kieferwinkelfraktur (n)	Collumfraktur (n)
0	10	39	19	21	7
1-7	0	0	0	0	0
8-14	2	6	3	1	1
15-21	1	4	3	0	3
>21	1	2	1	1	0
Lokalisierter % - Anteil der	28.6 %	23.5 %	23.1 %	8.7 %	36.7 %

Tabelle 10: Starre Intermaxilläre Fixation und Frakturlokalisation

3.16. Metallentfernung und Komplikationen

Im Rahmen der Nachuntersuchung von 63 Patienten mit 74 mit Zugschrauben versorgten Unterkieferfrakturen wurde 32mal (=50,8%) eine Metallentfernung festgestellt (Abbildung 35). 31 Patienten hatten das Osteosynthesematerial nicht entfernen lassen (=49,2%). Dieses relativ ausgeglichene Verhältnis spiegelt sich allerdings nicht in den restlichen Patientenakten der 107 Patienten wieder. Der überwiegende Teil hat nach vorliegenden Informationen bis zum heutigen Zeitpunkt keine Entfernung des Osteosynthesematerials vornehmen lassen.

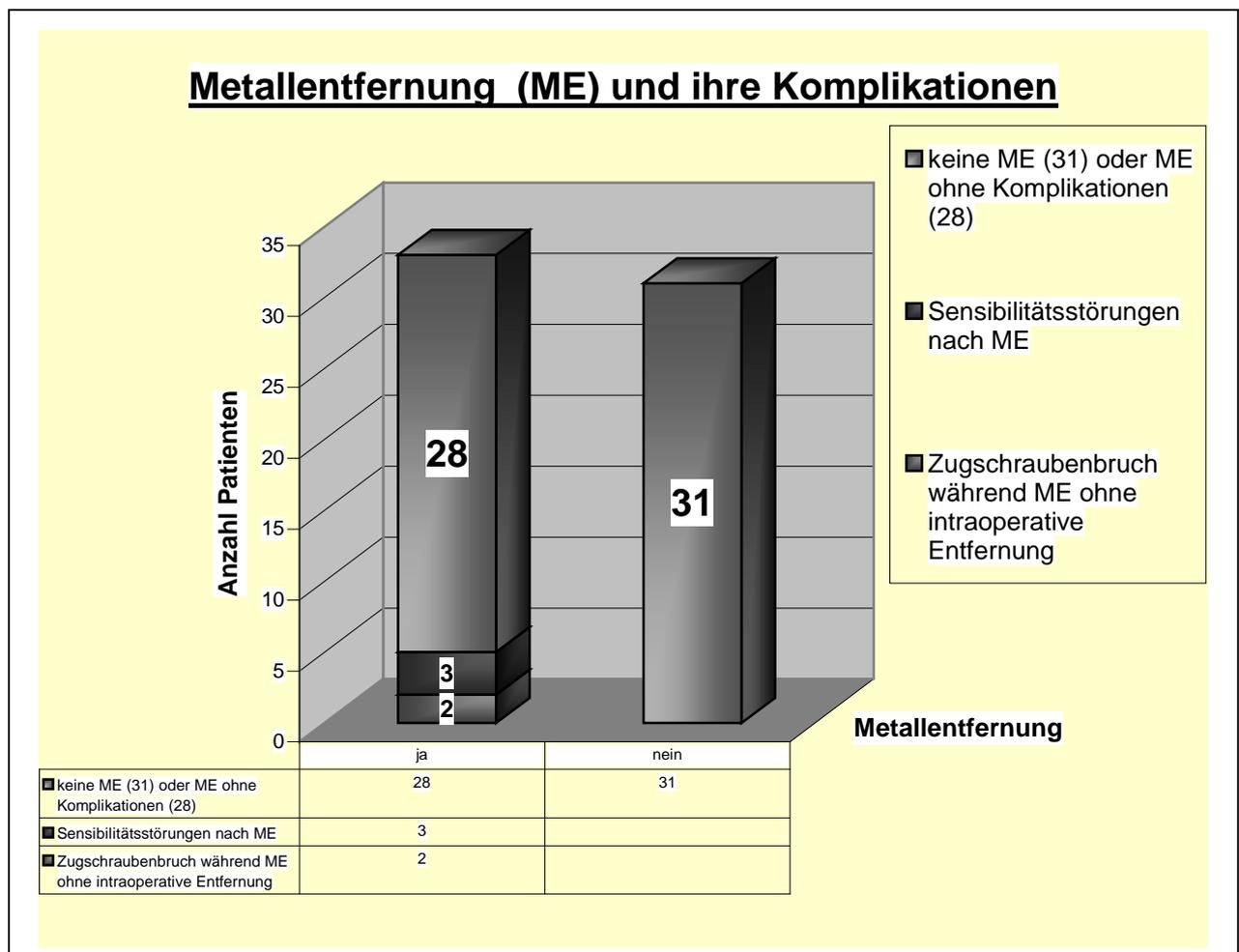


Abbildung 35: Metallentfernung der nachuntersuchten Patienten

Der Zeitpunkt der Metallentfernung des nachuntersuchten Patientenguts lag hauptsächlich zwischen einem halben und einem Jahr nach der OP. In zwei Fällen fand die Metallentfernung erst nach mehr als zwei Jahren statt. In fünf Fällen kam es während oder nach Metallentfernung zu Komplikationen in Form von zwei Zugschraubenbrüchen, bei denen die Zugschrauben – Fragmente in situ belassen wurden, und von drei Fällen mit Sensibilitätsstörungen nach Entfernung des Osteosynthesematerials (Abbildung 35).

3.17. Patientenzufriedenheit

Ein nicht zu unterschätzender Faktor in der Erfolgsbewertung einer Osteosynthese ist das subjektive Empfinden des Patienten.

In diesem Zusammenhang beantworteten 59 der nachuntersuchten Patienten die Frage nach ihrer Zufriedenheit mit „ja“, was 93,7 Prozent entsprach. Nur 4 Patienten waren mit der Zugschraubenosteosynthese unzufrieden (Abbildung 36).

Als Gründe für die Patientenunzufriedenheit wurden noch bestehende Beschwerden oder Sensibilitätsstörungen angegeben (Tabelle 11).

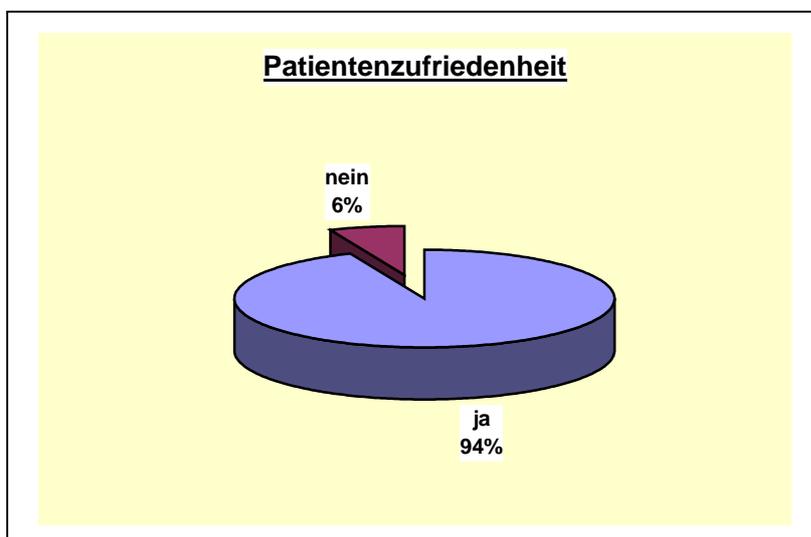


Abbildung 36: Verteilung der Patientenzufriedenheit

Gründe für die Patientenunzufriedenheit

Patient	Gründe für die Unzufriedenheit/Subjektive Beschwerden
1	Schwellung der linken Seite (durch Narbengewebe), morgens ziehende Schmerzen im Nacken;
2	Schmerzen vom Kiefergelenk ausgehend bis in den Nacken ziehend; Patient ist daher in krankengymnastischer Behandlung
3	Schmerzen bei Kälte
4	Starke Sensibilitätsstörungen und eingeschränkte Mundöffnung

Tabelle 11: Gründe für die Patientenunzufriedenheit

3.18. Heilungszustand der Narben

In 3 Fällen erschienen die Narben gerötet und erhaben, in einem Fall nur gerötet (Abbildung 37). Bei 59 Patienten konnte ein reizloser Heilungszustand der Narben diagnostiziert werden.

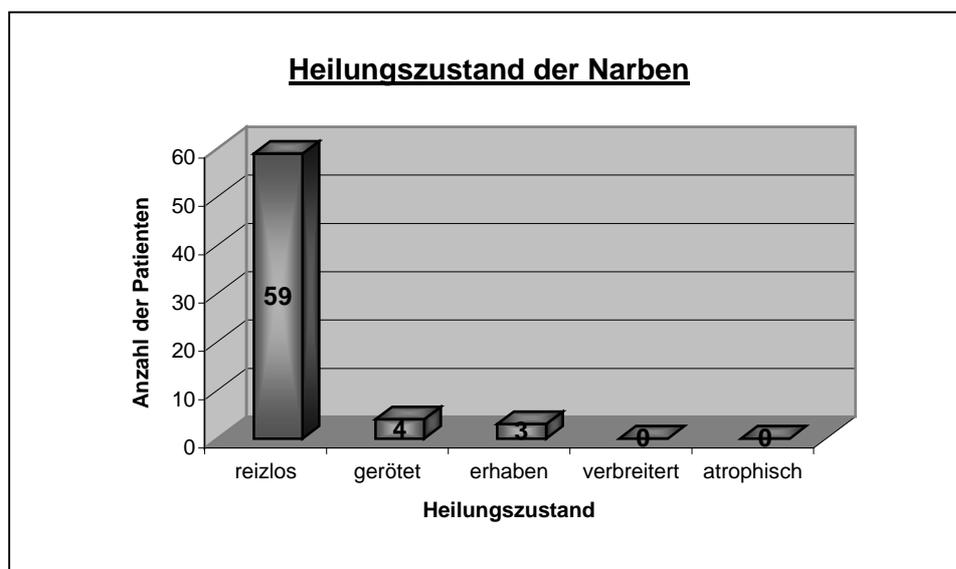


Abbildung 37: Heilungszustand der Narben

3.19. Motorische Störungen

Ein wichtiger Aspekt bei der klinischen Nachuntersuchung waren mögliche Nervverletzungen des Nervus facialis und seiner Äste. Mögliche Lähmungen wurden unterteilt in Anlehnung an die Klassifikation des British Medical Research Council (BMRC) und in verschiedene Lokalisationen (2.3.2.). Die Einteilung in keine, leichte, mittlere und

starke motorische Störungen entsprach dabei den BMRC Kraftgraden 0 bis 4, wobei 0 eine gänzlich fehlende Muskelkontraktion und 4 die normale Kraft bedeuteten (Medical Research Council, 1954). Eine weitere Unterteilung der Lähmungen erfolgte nach Lokalisation (2.3.2.). Als Ergebnis fanden sich bei 95,2 Prozent (n=60) keine motorischen Störungen (Abbildung 38). In 4,8 Prozent der Fälle (n=3) kamen leichte, in keinem Fall mittelschwere oder schwere motorische Störungen vor.

Die leichten Einschränkungen des Nervus facialis betrafen bei zwei Patienten das Versorgungsgebiet der Oberlippe und bei einem Patient das der Unterlippe. Störungen im Augen-, Wangen- oder Stirnbereich wurden nicht festgestellt (Abbildung 39).

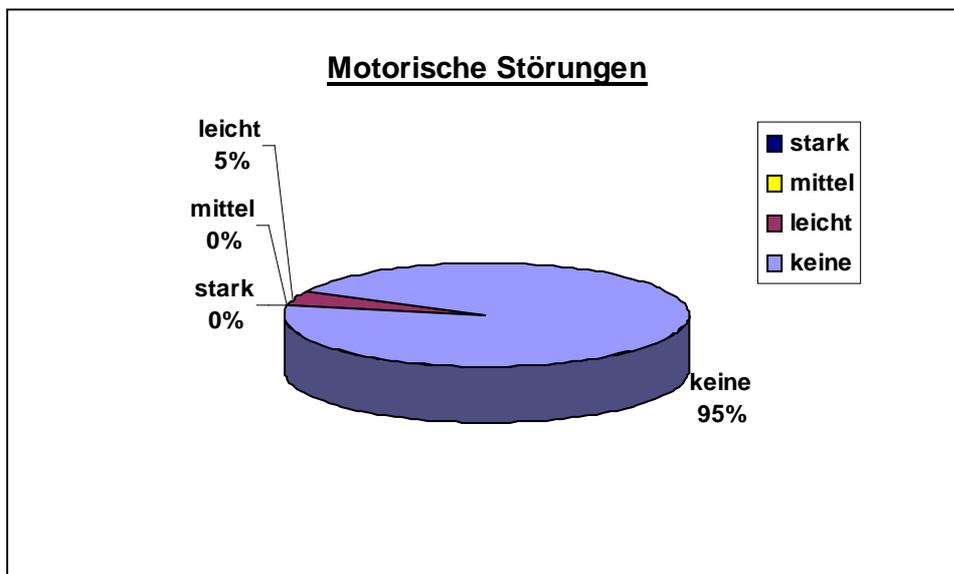


Abbildung 38:
Vorkommen von
motorischen
Störungen

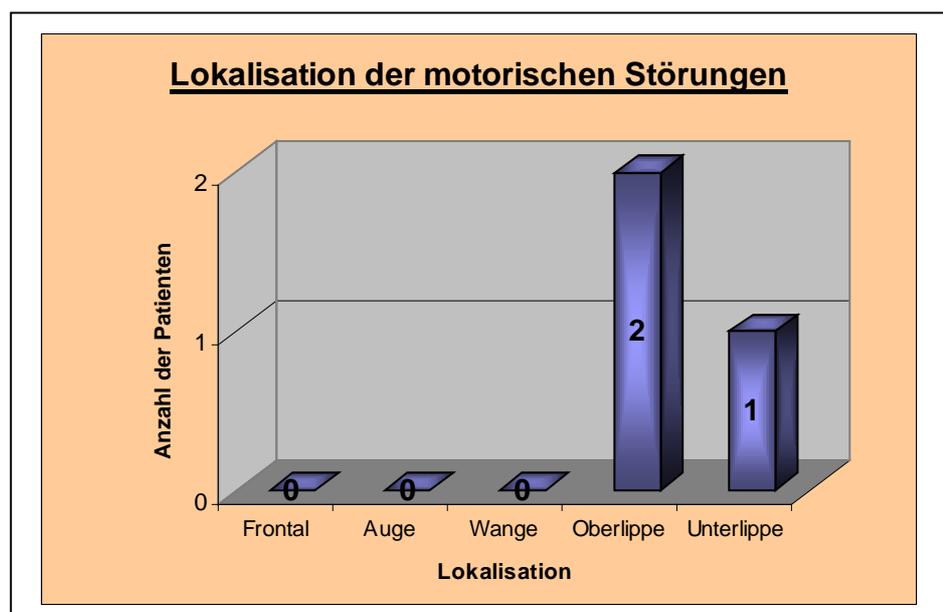


Abbildung 39:
Lokalisation der
vorgekommenen
motorischen
Störungen

Auf der Suche nach der Ursache für die motorischen Störungen wurden die Patientenunterlagen der drei Patienten mit postoperativen motorischen Störungen nach Anhaltspunkten für einen schon präoperativ vorliegenden Nervschaden des Nervus facialis durchgesehen. Dabei fanden sich bei einem Patienten keine präoperativen Angaben über den Nervus facialis (Tabelle 12). In den Unterlagen des zweiten Patienten war dokumentiert, dass der Nervus facialis auf beiden Seiten intakt war, das heißt dass die Nervschädigung im Rahmen der Operation vorgefallen sein muss. Der dritte Patient lag präoperativ im Koma, daher konnte die Nervfunktion nicht nachvollzogen werden.

Ursache der motorischen Störungen

Patient	Motorische Störungen präoperativ	Ursache
1	Nicht nachvollziehbar, Pat. im Koma	Nicht nachvollziehbar
2	Keine Dokumentation über N. facialis	Nicht nachvollziehbar
3	N. facialis beidseits intakt	Schädigung intraoperativ

Tabelle 12: Ursache der motorischen Störungen

3.20. Sensibilitätsstörungen

Im Anschluss an die motorischen Störungen soll nun ein Überblick über die Sensibilitätsstörungen der nachuntersuchten Patienten gegeben werden. Die Funktion des Nervus alveolaris inferior bzw. Nervus mentalis war ebenso von großem Interesse. Sensible Störungen wurden nach einer Modifikation der Klassifikation des BMRC nach Mackinnon und Dellon unterteilt und weiterhin nach Lokalisation und Ausbreitungsgebiet (Rosen, Lundborg 2000).

69 Prozent der Fälle (n=44) wiesen keine Sensibilitätsstörungen auf (Abbildung 40). Es wurden bei 19 Patienten Sensibilitätsstörungen festgestellt, dies entsprach 30 Prozent. Die Sensibilitätsverluste variierten zwischen leicht (n=10), mittelstark (n=8) und stark (n=1). Das Verhältnis Hautareal zur Unterlippe betreffend die Lokalisation der Empfindungsstörungen, war 2:1. In Zahlen bedeutete das eine Lokalisierung von 66,7 Prozent im Hautareal und 33,3 Prozent in der Unterlippe. Bei einigen Patienten waren die Gefühlsbeeinträchtigungen auf Unterlippe und ebenso auf das Hautareal ausgeweitet.

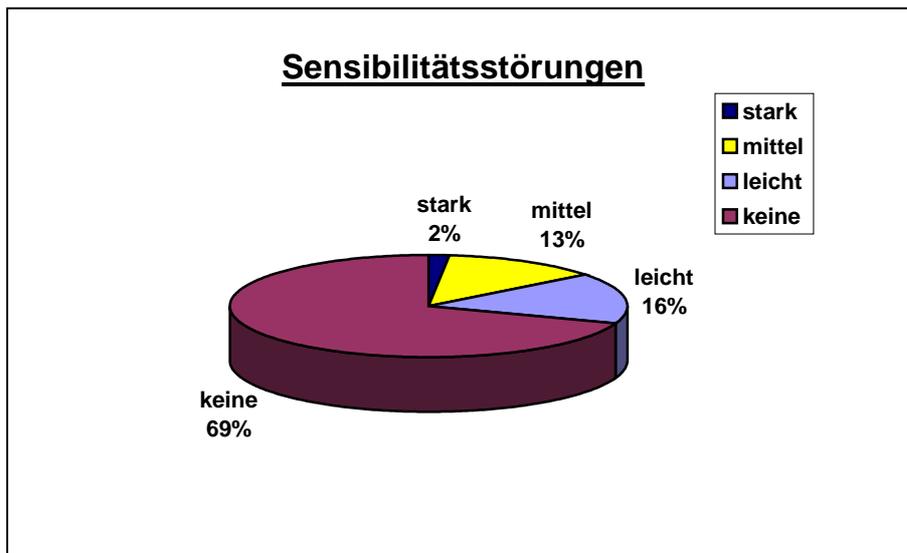


Abbildung 40:
Vorkommen von sensiblen Störungen

Das Ausbreitungsgebiet der sensiblen Störungen wurde in cm² angegeben und erstreckte sich im Bereich der Unterlippe in 5 Fällen über 1cm², in 3 Fällen über 2 cm² und in einem Fall über 4 cm² (Abbildung 41).

Im Bereich des Hautareals kam es zu einer Verbreitung der Sensibilitätsstörungen von 1 cm² bis 7 cm², wobei die Gebiete 1 cm², 5 cm², 6 cm² und 7 cm² nur jeweils bei einem Patienten vorkamen. Am häufigsten konnten die Sensibilitätsverluste im Bereich 2 cm² festgestellt werden (n=7), gefolgt von den Bereichen 3 cm² (n=4) und 4 cm² (n=3).

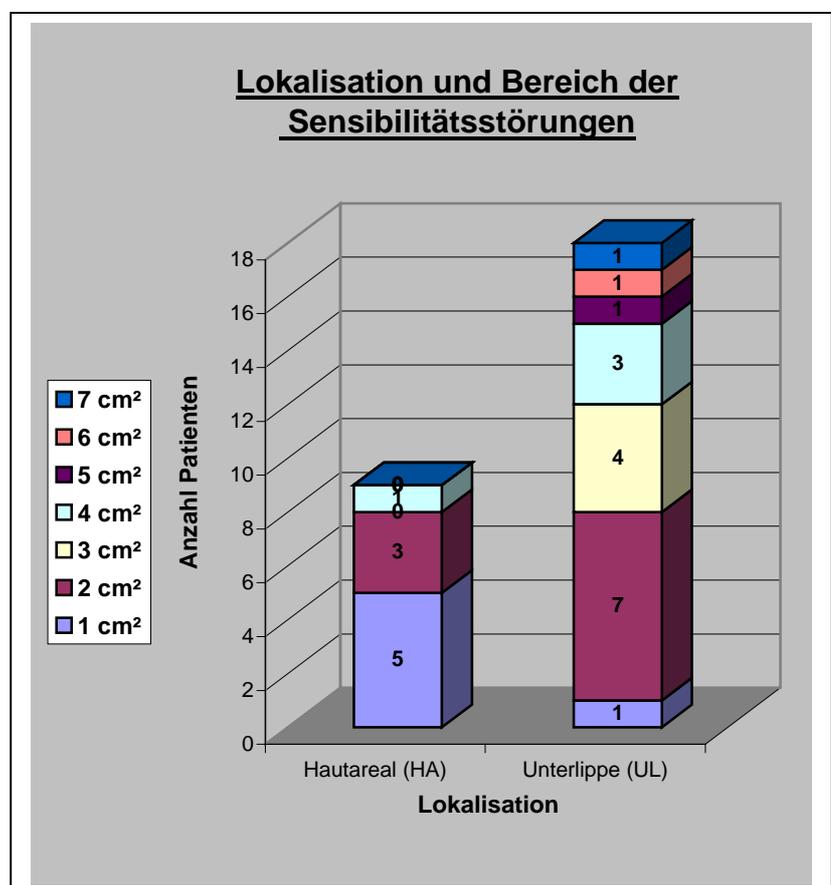
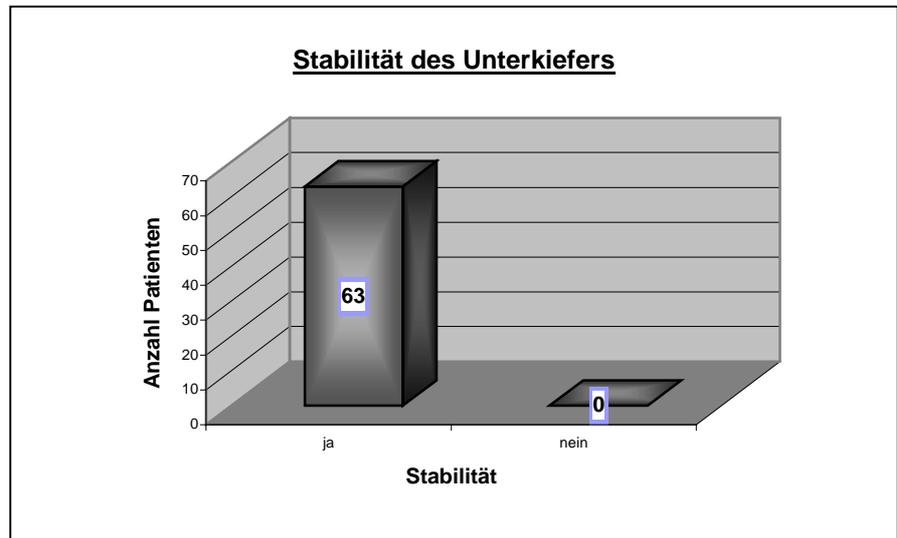


Abbildung 41: Lokalisation und Ausbreitungsgebiet der sensiblen Störungen

3.21. Stabilität des Unterkiefers

Durch manuelle Kontrolle konnte bei allen 63 Patienten der Nachuntersuchung eine Stabilität des Unterkiefers diagnostiziert werden (Abbildung 42).

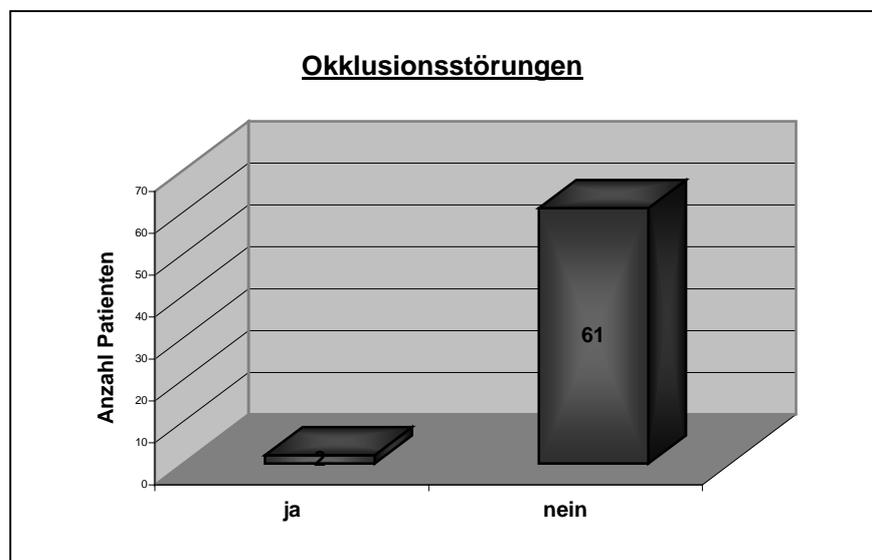
Abbildung 42: Stabilität des Unterkiefers



3.22. Okklusionsstörungen

Die Okklusion der Patienten wurde anhand eines Zahnschemas dokumentiert (Abbildung 43). Es fanden sich bei zwei Patienten Okklusionsstörungen (=3,2%). Bei einem Patienten davon war die Okklusion durch neu angefertigten Zahnersatz nach eigenen Angaben verbessert worden. Manche Patienten gaben ein verändertes Kaugefühl an, es konnten bei ihnen allerdings keine Okklusionsstörungen festgestellt werden.

Abbildung 43: Vorkommen von Okklusionsstörungen



Von weiterem Interesse war außerdem der Vergleich der Patienten mit Okklusionsstörungen direkt nach der Operation und bei der Nachuntersuchung. Postoperativ wurden bei 3 Patienten Okklusionsstörungen festgestellt, während bei der Nachuntersuchung nur noch zwei Patienten mit Okklusionsstörungen erfasst werden konnte. Einer davon gab bei weiterer Befragung an, schon vor der Unterkieferfraktur an Okklusionsstörungen kombiniert mit Kiefergelenksbeschwerden gelitten zu haben.

Eine postoperative Okklusionsverbesserung erfolgte häufig über eine intermaxilläre Fixation mit Gummizügen oder aber durch eine darauffolgende zahnärztliche Behandlung, bei der je nach Gebisszustand ein Einschleifen der Okklusion oder eine Veränderung des Zahnersatzes möglich war.

3.23. Zahnverlust

In 61 der 63 nachuntersuchten Fälle kam es nicht zum nachträglichen Zahnverlust (Abbildung 44). 2 Patienten konnten allerdings während der Kontrolluntersuchung einen postoperativen Zahnverlust beklagen.

Grund dafür war in einem Fall die Entwicklung einer Pseudarthrose, bei deren Revision der im Bruchspalt befindliche Zahn entfernt werden mußte. Bei dem zweiten Patienten wurde der Grund in den Krankenunterlagen nicht angegeben; die Entfernung des Zahnes erfolgte während der Metallentfernung.

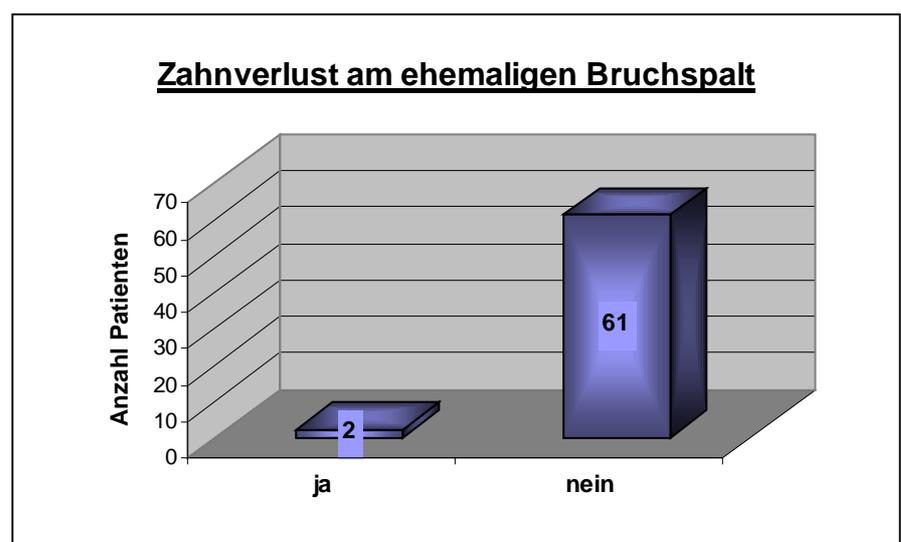


Abbildung 44: Verteilung von nachträglichem Zahnverlust

3.24. Vitalität und Sondierungstiefen

Die Vitalitätsprüfung der Zähne erfolgte ausschließlich in dem Quadranten der Mundhöhle, in dem der mit einer Zugschraube versorgte Frakturspalt gewesen war.

Dabei ergab sich bei 74,6 Prozent (n=47) der Patienten eine positive Vitalität an allen Zähnen in der Nähe des Bruchspaltes (Abbildung 45). 17,5 Prozent der Fälle (n=11) wiesen negative Vitalitätsprüfungen der bruchspaltnahen Zähne auf, wobei bei 7 Patienten die Ursache dafür eine frühere endodontische Behandlung war. In 4 Fällen (=6,3%) gab es jedoch andere Gründe, deshalb wurden in diesen Fällen weitere Röntgenbilder angefertigt.

5 Patienten (7,9%) waren zahnlos und wurden gesondert aufgelistet.

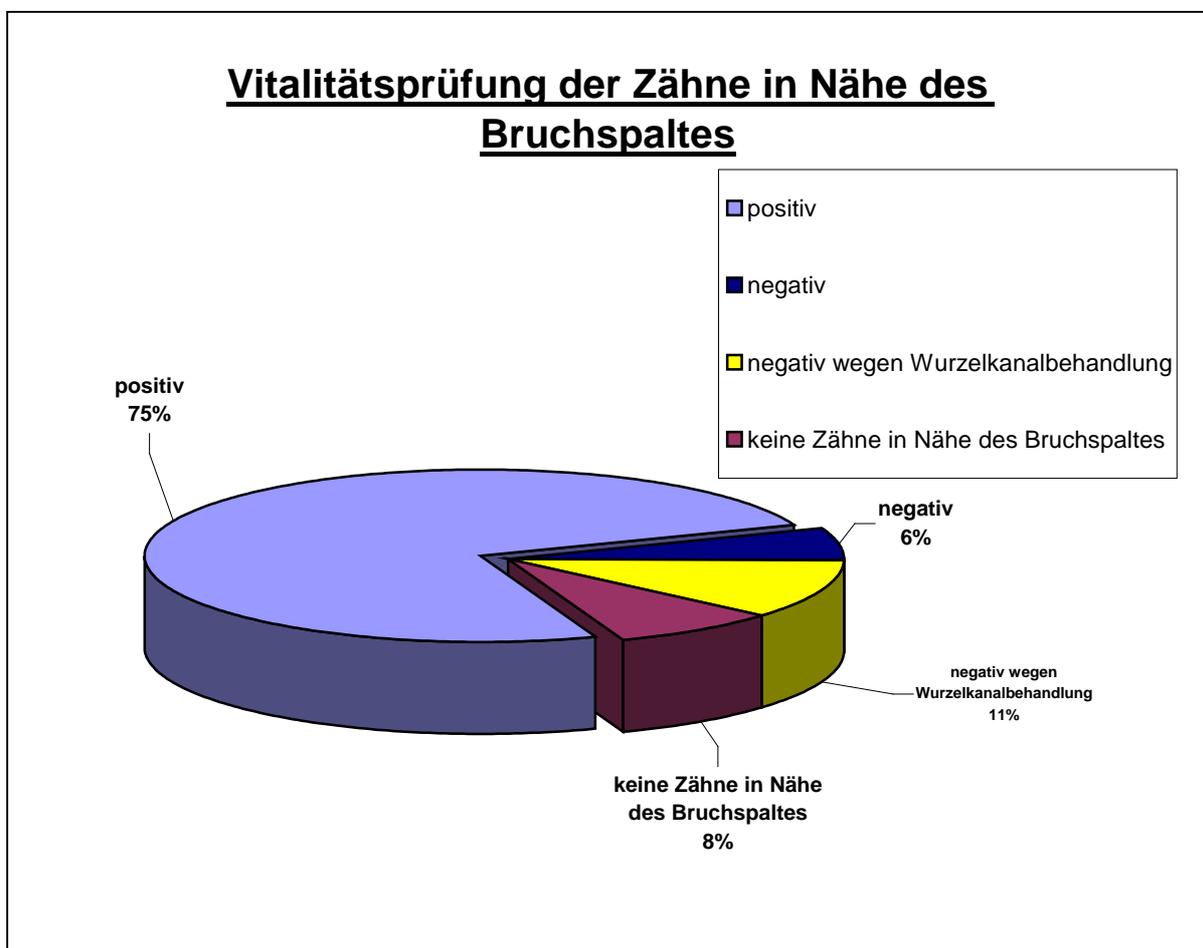


Abbildung 45: Vitalität der Zähne in Nähe des Bruchspaltes

Bei der Auswertung der Zähne mesial und distal in der Nähe des ehemaligen Bruchspaltes kam es in 5 Fällen zu pathologischen Messwerten (Abbildung 46). 53 Patienten, das

entsprach 84,1 Prozent, zeigten keine pathologischen Taschentiefen. Die zahnlosen Patienten (n=5) wurden nicht in diese Wertung mit einbezogen.

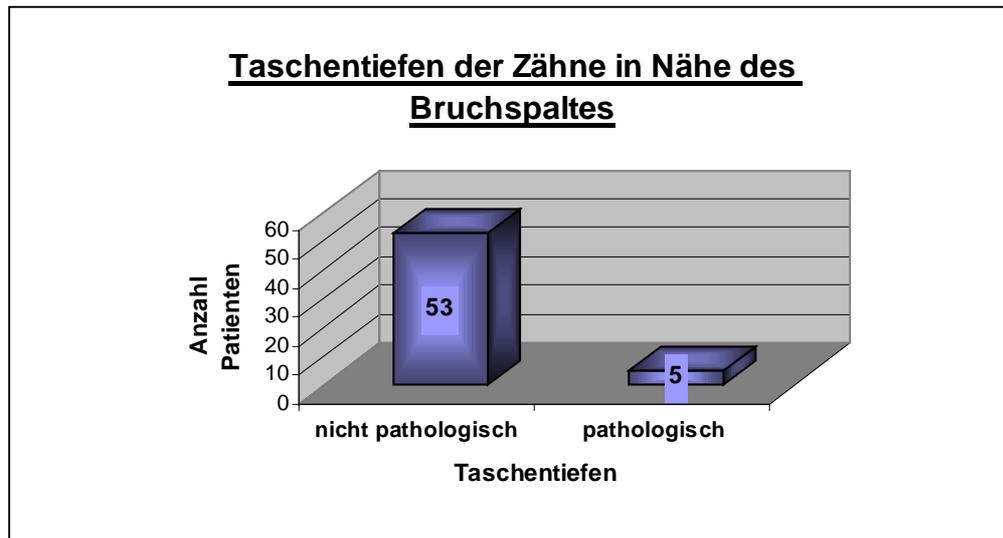


Abbildung 46: Taschentiefen der Zähne nahe des Bruchspaltes

Im Verlauf weiterer Datenauswertung konnte keine Korrelation der nachuntersuchten Parodontitisfälle mit einer präoperativen Schienung festgestellt werden, da die Patienten mit parodontalen Schäden in der Nachuntersuchung diese Schäden auch schon vorher aufgewiesen hatten. Andere Patienten, bei denen präoperativ keine Parodontalschäden festgestellt werden konnten, wiesen auch nach der Schienung keine parodontalen Schäden auf. Bei allen 5 Patienten mit erhöhten Sondierungstiefen während der Nachuntersuchung lag schon präoperativ eine Parodontitis vor -in 4 Fällen generalisiert, in 1 Fall lokalisiert. So kann von erhöhten Taschentiefen aufgrund schon vorheriger parodontaler Schäden und nicht aufgrund der Kieferbruchbehandlung und der Schienung ausgegangen werden (Tabelle 13).

Nachuntersuchte Patienten mit parodontalen Schäden

Patient	Schiene	Lokalisation Bruchspalt	Parodontitis präoperativ
1	Nein	Corpus	Lokalisiert
2	Ja	Corpus, Kieferwinkel	Generalisiert
3	Ja	Symphyse	Generalisiert
4	Ja	Corpus, Kieferwinkel	Generalisiert
5	Nein	Corpus, Kieferwinkel	generalisiert

Tabelle 13: Patienten mit erhöhten Sondierungstiefen bei der Nachuntersuchung

3.25. Bildgebende Nachuntersuchung

Die Nachuntersuchung wurde nur in Form von Röntgenaufnahmen (OPG, Aufnahme n. Clementschitsch) erweitert, wenn eine dafür sprechende Indikation vorlag. Dies war bei 6,3 Prozent der Patienten (n=4) der Fall aufgrund von devitalen Zähnen oder Beschwerden. In 93,7 Prozent der Patienten gab es keine auffälligen Befunde, die zusätzliche bildgebende Maßnahmen erforderlich machten. Die Ergebnisse der bildgebenden Nachuntersuchung können Tabelle 14 entnommen werden.

Bildgebende Nachuntersuchung

Patient	Indikation	Ergebnis
1	Beschwerden, devitaler Zahn	Linkes Kiefergelenk erscheint abgeknickt und exostotisch; apikale Aufhellung an Zahn 42
2	Devitaler Zahn	Osteolyse in regio des ehemaligen Zugschraubenkopfes
3	Devitale Zähne	Apikale Osteolyse an zwei Zähnen in der Nähe des ehemaligen Bruchspalts
4	Schmerzen und ein devitaler Zahn	Apikale Aufhellung an Zahn 43

Tabelle14: Indikationen und Ergebnisse der bildgebenden Nachuntersuchung

4. Diskussion

Grundsätzlich ist die allgemeine Aussagekraft von retrospektiven Studien eingeschränkt. Patienten verschiedener Altersgruppen mit unterschiedlichen Ausgangsbefunden, unterschiedlichem Allgemeinzustand und Compliance erfordern eine individuelle Therapie unter Berücksichtigung der Grunderkrankung und der Begleitverletzungen. Aufgrund der Beeinflussung derart vieler Variablen bei der Behandlung von Unterkieferfrakturen ist eine Pauschalisierung der Beurteilung durchgeführter Therapien differenziert zu betrachten. In diesem Zusammenhang ist als stark beeinflussender Faktor schon das ärztliche Team zu sehen. Dieses trifft eine Vorauswahl bezüglich der Therapie, die auf den jeweiligen Fall abgestimmt ist. Um die unterschiedlichen Therapieformen vergleichen zu können, müsste man die Patienten randomisieren d.h. die Therapieform zufällig auswählen. Dies ist aus ethischen Gründen nicht durchführbar, solange es Anhaltspunkte dafür gibt, dass das eine oder andere Verfahren in dem jeweiligen Fall als günstiger anzusehen ist.

Bei der Betrachtung der Methodik kann festgehalten werden, dass ein vorheriges Festlegen der Kriterien die Patienten mit lückenhafter Aktendokumentation von vornherein ausschließt. Die retrospektive Erfassung von Krankenakten und deren Auswertung hingegen ist mit einigen Schwierigkeiten behaftet und birgt bekannterweise ein hohes Potential an Ungenauigkeiten oder sogar Fehlern. Gründe für diese Ungenauigkeiten sind vor allem in unterschiedlichen Behandlern und in deren inhomogenen Aufzeichnungen zu suchen. Eine nicht vollständig erhobene und aufgezeichnete Anamnese oder ein „oberflächlicher“ Befund kann zu erheblichen Informationslücken führen. Schon eine unleserliche Handschrift kann zur Verfälschung der Fakten führen. Weitere Ungenauigkeiten ergeben sich auch aus unvollständigen und fehlenden Krankenunterlagen, sowie fehlende oder unvollständige Röntgenunterlagen. Gründe dafür können falsch abgelegte oder falsch archivierte Unterlagen sein. Im Rahmen dieser Untersuchung zeigte sich zudem bei vielen Patienten eine geringe Bereitschaft zur Mitarbeit. Einige Patienten waren auch unbekannt verzogen oder verstorben. Im Folgenden sollen nun die einzelnen Ergebnisse im Vergleich mit anderen Studien überprüft und anschließend im Zusammenhang bewertet werden.

4.1. Patientengut

Im Zeitraum vom 20.07.1998 bis zum 01.08.2002 wurden an der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie der Universität Gießen 107 Patienten mit 200 Unterkieferfrakturen behandelt, von denen 125 Frakturen mit Zugschrauben behandelt worden sind.

Zur Auswertung der Geschlechts- und Altersverteilung des Patientenkollektivs kam es in dieser Studie nur der Vollständigkeit halber. Dabei ergab sich in der Geschlechtsverteilung ein deutliches Überwiegen auf Seiten der männlichen Patienten mit 76,6 Prozent gegenüber den weiblichen Patienten mit 23,4 Prozent. Dies entspricht nahezu den Studien von Reinhardt et al. (1996) und Freidl et al. (1996). In der Altersverteilung waren die meisten männlichen Patienten (39,3 %) der Altersstufe 20 bis 29 Jahre zuzuordnen. Die weiblichen Patienten hatten eine gleichmäßigere Verteilung mit den höchsten Werten in der Altersgruppe der 30 bis 39 Jährigen und der 20 bis 29 Jährigen. Auch bei Larsen und Nielsen (1976) stach die Altersgruppe der 20 bis 29 jährigen Männer hervor, die Frauen waren eher in den jüngeren Altersgruppen zu finden, aber ebenso wie in dieser Studie gleichmäßiger verteilt. Ein vergleichbares Ergebnis fanden auch Olson et al. (1982) und Fridrich et al. (1992). Als Ursache für die starke Repräsentanz der männlichen Patienten kommt eine höhere Gewaltbereitschaft in Frage. Bei den weiblichen Patienten sieht Kaban (1993) einen Grund für die Frakturen im jüngeren Alter eine frühere Reife und ein damit auch erhöhter Bewegungsdrang der Mädchen. Hary und Kriens (1972) wiesen auf die zunehmende Berufstätigkeit und die dadurch gestiegene Mobilität der Frauen hin. Insgesamt entdeckten Sonnenburg und Härtel (1985) in ihrer langjährigen Studie von 1945 bis 1980 eine Linksverschiebung der Altershöhepunkte beider Geschlechter.

4.2. Frakturverteilung

In der Untersuchung von Reinhardt et al. (1996) stellten sich die Einfachfrakturen mit 49,5 Prozent als die häufigsten heraus, gefolgt von den Doppelfrakturen (38,8 %) und den Mehrfachfrakturen (11,7 %). Ähnliche Ergebnisse ergab auch die Studie von Boole et al. (2001) über 5196 Unterkieferfrakturen von 4381 Soldaten, wobei hier die Einfachfrakturen mit 70,6 Prozent noch extremer hervorstachen.

Freidl, Bremerich und Gellrich (1996) beschrieben hingegen eine leichte Mehrheit auf Seiten der doppelten Unterkieferfrakturen (44,9 %), danach kamen erst die Einfachfrakturen (42,2 %) und die Mehrfachfrakturen an die Reihe. Eine solche Tendenz zeigt auch diese Studie, wobei hier die Zweifachfrakturen mit 55 Prozent deutlich überwiegen. Es kann allerdings eine Übereinstimmung in allen genannten Untersuchungen hinsichtlich des geringen Vorkommens von Mehrfachfrakturen festgestellt werden.

4.3. Frakturlokalisation

In dieser Studie nahmen die grazile und daher anfällige Collumregion mit 29 Prozent, die Paramedianregion mit 27 Prozent und die Corpus- und Kieferwinkelregionen mit jeweils 18 Prozent die ersten Positionen der Frakturen ein (Abbildung 47).

Ein ähnliches Ergebnis wiesen auch Olson et al. (1982) auf. Hier fanden sich ebenso 29 Prozent auf Seiten der Collumfrakturen, 24,5 Prozent auf Seiten der Kieferwinkelfrakturen und 16 Prozent auf Seiten der Corpusfrakturen. 22 Prozent wiesen Paramedian- und Symphysenfrakturen auf. Alveolarfortsatz-, Ramus- und Coronoidfortsatzfrakturen wurden nur selten festgestellt. Auch Dingman und Natvig gaben 1964 die Gelenkhalsregion mit 36 Prozent als häufigste Frakturlokalisation an, danach folgten Corpus mit 35 Prozent, Kieferwinkel mit 20 Prozent und Alveolarfortsatz mit 3 Prozent. 1980 veröffentlichte Büniger eine Studie, die ebenso die Collumfrakturen mit 28,5 Prozent als häufigste Lokalisation sahen. Danach folgten die Kieferwinkelfrakturen mit 22,5 Prozent.

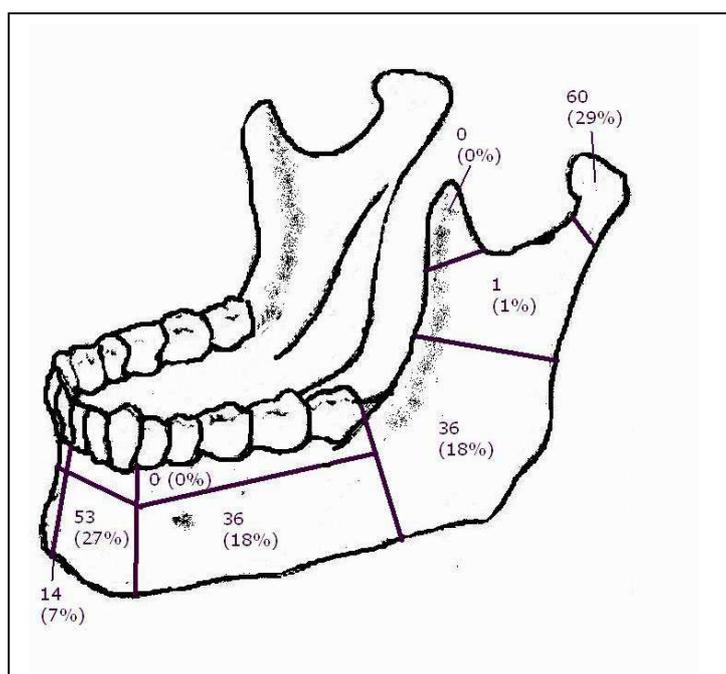


Abbildung 47: Frakturlokalisation in der Giessener Studie

Es existieren allerdings auch Studien, bei denen die Kieferwinkel- oder Corpusfrakturen am meisten lokalisiert waren. Die Untersuchung von Fridrich et al. (1992) sahen die Kieferwinkelfrakturen mit 26,7 Prozent vorne, gefolgt von den Collumfrakturen mit 26 Prozent und den Paramedian- und Symphysenfrakturen mit 23,6 Prozent. Auch in der Studie von Boole et al. (2001) wurden die Kieferwinkelfrakturen mit 35,6 Prozent als häufigste Lokalisation ermittelt. Unterkieferkörperfrakturen waren am häufigsten in den Studien von Schuchardt et al. (1966) und Schwenzer (1977). Ein ähnliches Ergebnis zeigte die Untersuchung von 1985 ermittelt an der Uniklinik Münster (Bochlogyros 1985). Eine unterschiedliche Einteilung der Frakturlokalisationen erschwerte natürlich den Vergleich der verschiedenen Studien. Auffallend war allerdings, dass in jeder der eben genannten Studien auch aus verschiedenen geographischen Regionen die Collum-, Corpus-, Kieferwinkel- und Paramedianfrakturen unter den am meisten vertretenden Lokalisationen auftauchten.

Insgesamt waren aber trotzdem starke regionale Abweichungen erkennbar, die vermutlich auf unterschiedliche lokale Rahmenbedingungen zurückzuführen sind. Schon Nakamura und Gross betonten 1973 die regionalen Unterschiede als Begründung für die sehr verschiedenen Frakturursachen und –lokalisationsverteilungen. Güven wies 1992 auf die Beeinflussung von Kultur und Lebensgestaltung hin.

4.4 Abstützung

Die Auswirkungen einer teilweisen Bezahnung oder Zahnlosigkeit auf Therapie oder intermaxilläre Fixation lassen sich nur einschätzen, wenn eine Unterteilung in die noch vorhandenen Stützzonen vorgenommen wird. Dies wurde in der Untersuchung von Iizuka et al. nicht berücksichtigt (Iizuka et al. 1993); sie unterteilten einfach nur in zahnlos (19,8 %) oder bezahnt (80,2 %). Auch in der Studie von Oikarinen et al. war der Grad der Abstützung lediglich für die zahnlosen Patienten geklärt (Oikarinen et al. 1993). Sie unterschieden die Gebissituation in bezahnt (74 %), teilweise zahnlos (13 %) und zahnlos (13 %). Dies taten ebenso Silvennoinen et al. mit dem Ergebnis von 73 Prozent vollbezahnt, 20 Prozent teilbezahnt und 7 Prozent zahnlos (Silvennoinen et al. 1992).

Die in dieser Studie verwendete Klassifizierung nach Eichner von 1955 wurde ebenso in der Bremer Untersuchung von Kollé im Jahre 2002 angewandt. Hierbei fanden sich 60,7 Prozent Angehörige der Stützzonenklasse A, 18,7 Prozent der Stützzonenklasse B und 20,6 Prozent

der Stützzonenklasse C. Diese Ergebnisse sind nahe an den Angaben von Oikarinen et al. und von dieser Untersuchung (Oikarinen et al. 1993). Die hohen Werte in der Stützzonenklasse A spiegeln das insgesamt jüngere Alter der Patienten wieder, die in den eben genannten Studien den größten Teil des Patientenguts ausmachten, da jüngere Patienten hauptsächlich voll bezahnt sein dürften.

4.5. Zugschraubenosteosynthese der Frakturen im atrophierten Unterkiefer

Die Patienten mit atrophiertem Unterkiefer waren mit 6,5 Prozent des Gesamtpatientenguts in der Unterzahl, was auch damit zusammenhing, dass die Unterkieferatrophie vor allem bei Patienten im höheren Alter mit verminderter oder keiner Bezahnung vorkommt.

Um allerdings Aussagen über den Schwierigkeitsgrad einer Osteosynthese im atrophischen Unterkiefer und dessen Heilungschancen machen zu können, sollte eine Unterteilung in Atrophiegrade vorgenommen werden. Eine solche Klassifizierung veröffentlichten Cawood und Howell 1991. Sie nahmen eine Aufteilung in sechs Klassen vor, die unter anderem 1997 von Eyrich et al. übernommen wurde.

Eine andere Klassifizierung verwendeten Luhr et al. 1996 in zwei verschiedenen Publikationen mit ähnlichen Ergebnissen. Sie unterteilten die atrophischen Unterkiefer in drei Klassen. Klasse eins war dabei die Klasse der geringen Atrophie mit einer Unterkieferhöhe von 16-20 mm, Klasse zwei war die Klasse der mittelgradigen Atrophie mit einer Unterkieferhöhe von 11-15 mm und Klasse drei war die Klasse der extremen Atrophie mit einer Unterkieferhöhe von ≤ 10 mm. Luhr et al. stellten eine annähernd gleichmäßige Verteilung auf die drei Klassen fest. Dieselbe Unterteilung wurde auch in der Studie von Kunz, Hammer und Prein von 2001 verwendet und auch hier konnte eine gleichmäßige Verteilung festgestellt werden.

In der hier vorliegenden Studie wurde ebenso die Atrophieklassifizierung nach Luhr et al. (1996) angewandt. Im Gegensatz dazu konnten allerdings 71,4 Prozent der mittelgradigen Atrophie und nur jeweils 14,3 Prozent den Klassen eins und drei zugeordnet werden. Dies ist vermutlich auf die geringe Anzahl ($n=7$) der atrophierten Fälle mit zugschraubenversorgten Unterkieferfrakturen zurückzuführen. Insgesamt kam es in vier Fällen von sieben (57 %) mit atrophierten Unterkiefern zu Komplikationen (4.15.). Als postoperative Komplikation fand sich hauptsächlich die Instabilität der Fragmente (Tabelle 15).

Komplikationen bei atrophiertem Unterkiefer und Zugschraubenosteosynthese

Patient	Atrophieklasse nach Luhr	Frakturlokalisation	Komplikation
1	1	1x Corpus	Keine
2	2	1x Corpus, 1x Collum	Keine
3	2	1x Kieferwinkel	1x Instabilität, 3x Bohrerbruch
4	2	2x Corpus (jeweils 1x auf jeder Seite), 1x Collum	Keine
5	2	2x Corpus (jeweils 1x auf jeder Seite)	Keine
6	2	2x Corpus (jeweils 1x auf jeder Seite)	1x Dislokation, 1x Instabilität
7	3	1x Corpus	1x Instabilität

Tabelle 15: Komplikationen bei atrophiertem Unterkiefer und Zugschraubenosteosynthese

Niederdellmann und Marmulla sahen in ihrer Veröffentlichung über Traumatologie im Jahre 2000 für eine Fraktur des „hochgradig“ atrophierten Unterkiefers sogar eine Kontraindikation in der Anwendung von Zugschrauben, wobei „hochgradig“ in ihrer Publikation nicht weiter definiert wurde (Niederdellmann, Marmulla 2000).

Ellis III und Ghali hingegen erwogen als einzige Kontraindikation den Fall der Nichtanwendbarkeit der Kompressions – Technik der Zugschraube, beispielsweise bei einer Trümmer- oder Defektfraktur (Ellis III, Ghali 1991). Ähnliches erwähnten auch Roser et al. in ihrer Studie über mediane Unterkieferfrakturen (Roser et al. 1996), ebenso wie Ellis III 1997.

Für die Behandlung einer Schrägfraktur der zahnlosen atrophischen Mandibula beschrieben Zachariades et al. die Zugschraubenosteosynthese als die ideale Methode (Zachariades et al. 1996). Sie wiesen allerdings auch auf die nicht selten vorkommenden Nervschädigungen des Nervus mandibularis inferior durch Zugschrauben hin. Forrest bestätigte 1999 in seiner Studie ebenso die Nützlichkeit der Zugschraubenosteosynthese bei der Behandlung von zahnlosen Patienten.

Letztendlich wird auch in Zukunft noch über die richtige Behandlungsmethode atrophischer Unterkiefer diskutiert werden. Die hier vorgestellte Studie weist im Hinblick auf die zugschraubenversorgten Atrophie-Patienten gute Werte auf, lässt allerdings aufgrund insgesamt geringer Fallzahlen kein eindeutiges Bild zu.

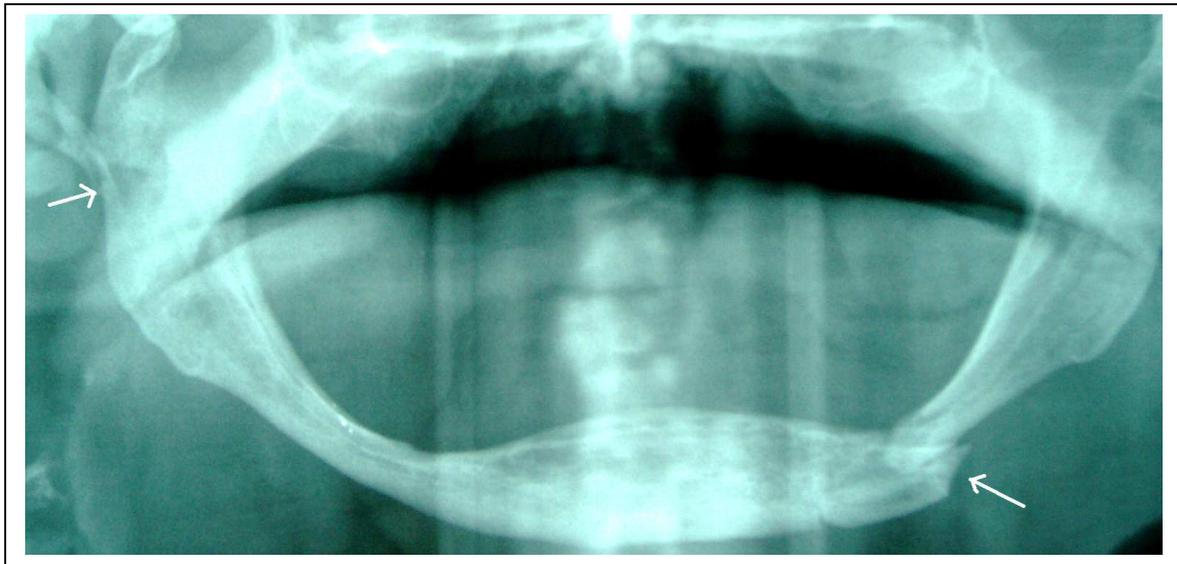


Abbildung 48: Atrophie – Patient mit Collum- und Corpusfraktur

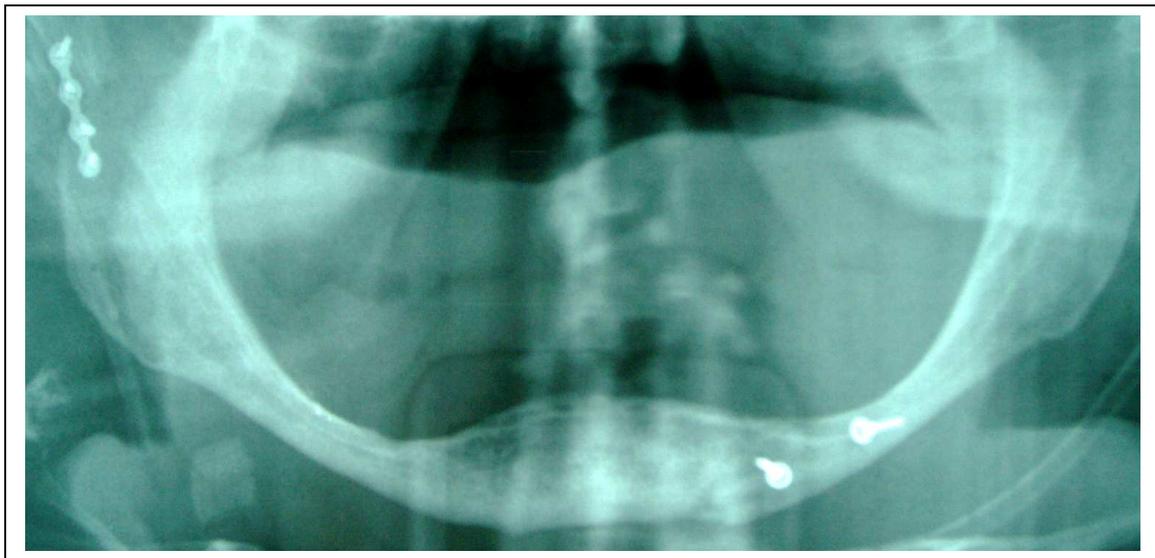


Abbildung 49: Erfolgreich mit Zugschrauben behandelter Atrophie - Patient

4.6. Frakturlinien

Der Verlauf der Frakturlinien wurde nach vorliegender Untersuchung in Anlehnung an der Einteilung der Gelenkfortsatzfrakturen von Wassmund (1927) unterteilt in schräger oder querer Frakturlinienverlauf sowie Verlauf in Form eines Dreiecksbruchstücks. Die klassische Einteilung von Wassmund unterschied zwischen schräger Kollumbruch, querer Kollumbruch und senkrechter Kollumbruch bzw. Abbruch der Gelenkwalze. Die hier vorliegende Studie

zeigte in ihrem Ergebnisteil eine deutliche Mehrheit auf Seiten der schräg verlaufenden Unterkieferbrüche, die mit einer oder mehr Zugschrauben versorgt worden sind. Dies entsprach den Aussagen von Ellis III und Ghali, die eine schräge Fraktur als eine Indikation für die Anwendung der Zugschraubenosteosynthese ansahen (Ellis III, Ghali 1991; Ellis III 1996). Auch in einer Kieler Studie, die sich über 13 Jahre von 1980 bis 1993 erstreckte, wurde aufgrund der Ergebnisse festgestellt, dass die Zugschrauben bei Schrägfrakturen bevorzugt angewandt werden sollten (Kerscher et al. 1996).

4.7. Parodontitis und andere präoperative Schäden

Unter Parodontitis versteht man pathologische Veränderungen am Zahnhalteapparat von der Gingiva bis zum Alveolarknochen unter zunehmendem Verlust von Hartgewebe. Durch das Anfertigen eines Röntgenbildes können zwar nicht die entzündlichen Veränderungen der Weichgewebe, jedoch der Verlauf des Limbus alveolaris beurteilt werden (Pasler 1995). Dazu wird schon seit geraumer Zeit wegen der hohen Strahlenbelastung nicht mehr die Anfertigung eines PAR – Status herangezogen, sondern dank technischer Weiterentwicklung die Orthopantomographie (Pasler 1995).

In der vorliegenden Untersuchung wurden daher die präoperativ angefertigten Röntgenbilder der Patienten hinsichtlich des Vorhandenseins von Parodontitis beurteilt. Dies galt als wichtig um eventuell festzustellen, ob dadurch spätere postoperative Komplikationen entstanden sind oder ob eine spätere Parodontitis durch die Schienung oder die IMF entstanden ist. Es zeigte sich allerdings im Verlauf der Nachuntersuchung keine Korrelation von Schienung, IMF und Parodontitis (Punkt 4.27.).

Auch die anderen präoperativen Schäden wie Sensibilitätsstörungen, Weichteilverletzungen, Zahnschädigungen, Zahnverluste im Bruchspalt, infizierte Bruchspalte und Pseudarthrosen waren wichtig in Bezug auf den Zusammenhang mit postoperativen Komplikationen.

4.8. Operativer Versorgungszeitpunkt

Mommaerts und Engelke bezeichneten den Aspekt der Dauer vom Unfallzeitpunkt bis zur operativen Versorgung als sehr wichtig im Hinblick auf die Vermeidung von Komplikationen (Mommaerts, Engelke 1986). Für ihr Patientengut beschrieben sie ein durchschnittliches

Frakturalter von 1,4 Tagen. Auch die geringe Komplikationsrate ihrer Studie von 1991 führten Schilli und Joos auf die sofortige Behandlung der Frakturen zurück.

Die Autoren Iizuka und Lindquist stellten für Patienten mit postoperativer Infektion eine durchschnittliche Einlieferungszeit von 3,8 Tagen fest, während Patienten ohne postoperative Infektion eine Einlieferungszeit von durchschnittlich 3,2 Tagen aufwiesen (Iizuka, Lindquist 1992).

In der Giessener Studie wurden die meisten Patienten mit postoperativen Komplikationen innerhalb der ersten 3 Tage operiert, nur in zwei verspätet eingelieferten Fällen kam es sonst noch zu Komplikationen. Die insgesamt geringe Fallzahl der komplikationsbehafteten Frakturen in Verbindung mit der hohen Anzahl der Patienten, die in den ersten drei Tagen operiert worden sind, lassen die Vermutung zu, dass eine kurze Dauer vom Unfallzeitpunkt bis zur operativen Versorgung als vorteilhaft anzusehen ist.

4.9. Präoperative Schienung

Ellis III. und Ghali beschrieben in ihren beiden Veröffentlichungen von 1991 die Reposition der Unterkieferfrakturen unter Zuhilfenahme von mandibulomaxillären Fixationen (MMF). Auch Kallela et al. benutzten die MMF zur Fixation der Knochenbruchstücke vor definitiver Osteosynthese, jedoch wird hier ebenso nicht auf die Art der Schienung eingegangen wie zuvor bei Ellis III. und Ghali (Kallela et al. 1996).

Weingart und Joos berichteten 1996 von der intermaxillären Verschnürung mit laborgefertigten Drahtbogenkunststoffschienen, die in Münster vor operativer Behandlung angefertigt wurden.

In Gießen wird die direkt im Mund des Patienten erstellte und laborunabhängige Drahtbogenkunststoffschiene nach Schuchardt angewandt (Abbildung 50). 81,3 Prozent der Zugschrauben – Patienten hatten diese Schiene präoperativ erhalten, die dann intraoperativ zur korrekten Einstellung der Okklusion über MMF herangezogen wurde.

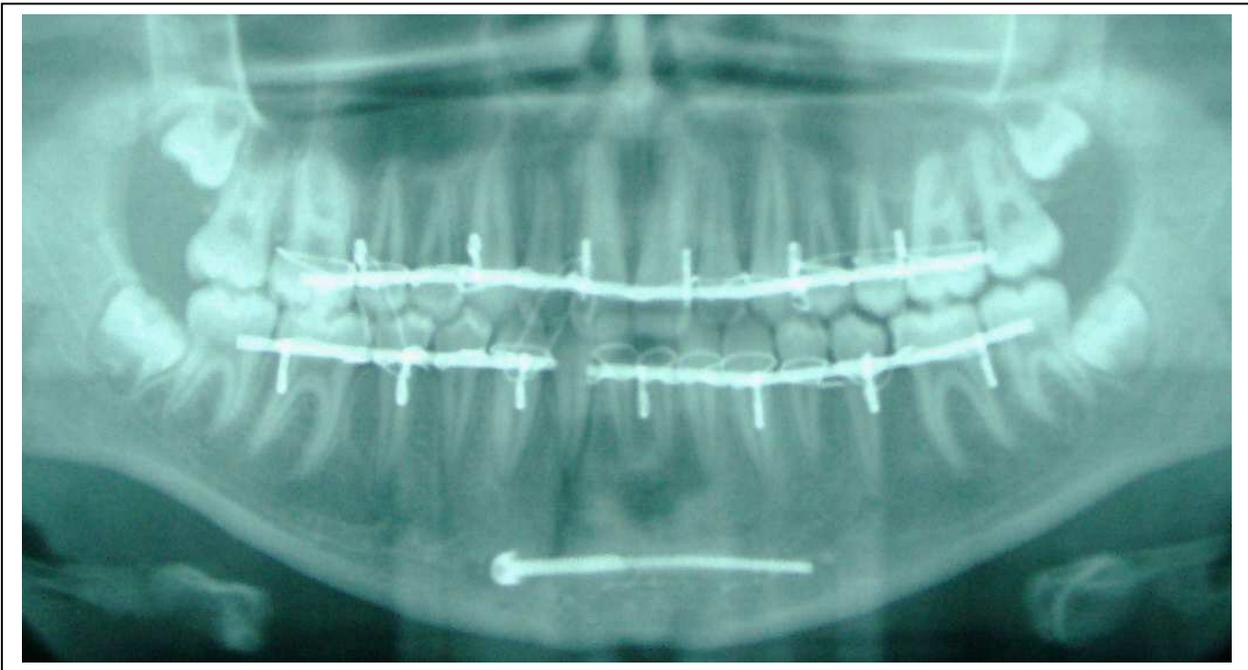


Abbildung 50: Intermaxilläre Verschnürung über Schuchardt - Schienen

Bei den Patienten, die vorab keine Schuchardt-Schiene erhalten hatten überwog die Eichner-Stützzonenklasse C, das heißt Patienten ohne antagonistischen Kontakt, deren Frakturposition logischerweise nicht über die Okklusion vorgenommen werden konnte. Es kam allerdings trotz fehlender MMF in keinem der nichtgeschienten Fälle zu postoperativen Okklusionsstörungen.

4.10. Therapie mit Zugschrauben

Roser et al. hoben als Vorteile in ihrer Studie von 1996 den geringen Materialeinsatz und die damit einhergehende geringe Palpierbarkeit des Osteosynthesematerials, die verkürzte Operationsdauer durch den Verzicht auf Anbiegen einer Platte und die Kostengünstigkeit der Zugschraubenosteosynthese hervor. Als Indikationsbereiche sahen sie vor allem einfache gerade und lamelläre Frakturen, weiterhin anteriore Frakturen (Symphysenfrakturen), wobei sie bei den Symphysenfrakturen die Anwendung von zwei Zugschrauben zur Rotationsvermeidung empfahlen (Abbildung 51).

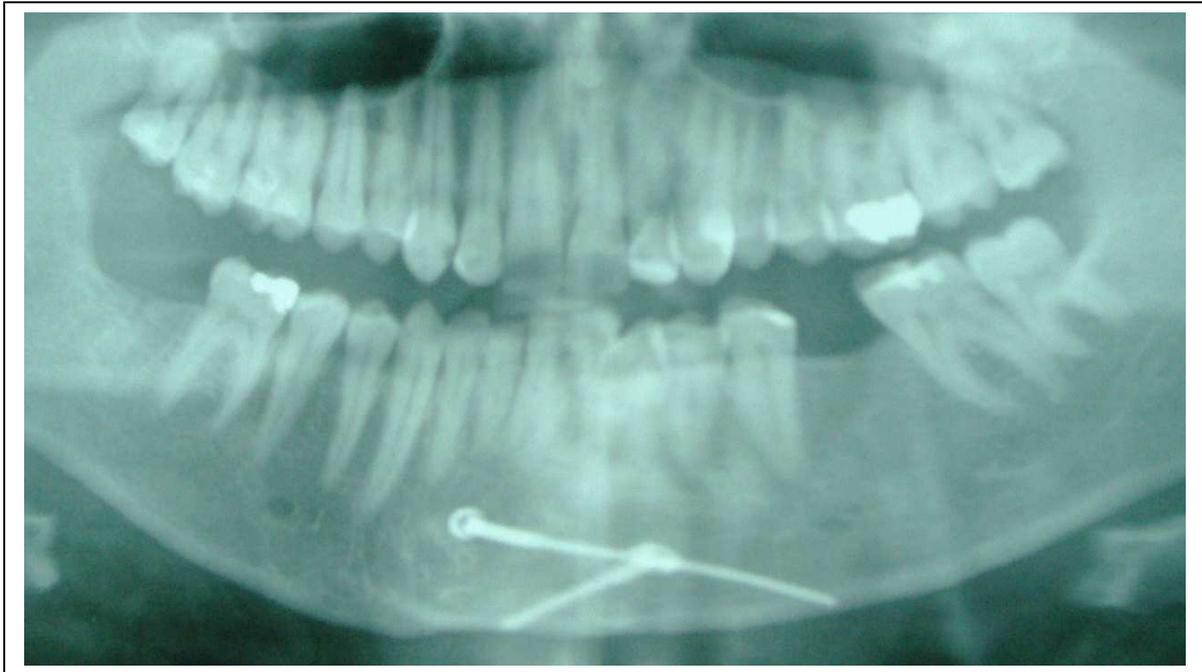


Abbildung 51: Zwei Zugschrauben zur Rotationsvermeidung

Diese Meinung vertraten auch Ellis III. und Ghali in ihrem Artikel von 1991 über anteriore Unterkieferfrakturen. Sie merkten außerdem noch an, dass die zweite anteriore Zugschraube von der anderen Seite des Frakturspaltes her eingebracht werden sollte, da auf der anderen Seite der Fraktur noch ein größeres Knochenangebot vorhanden ist. Als Vorteile betonten sie ebenfalls die schnellere Applikationszeit und damit die verkürzte OP-Dauer, die bessere Stabilität, die Kosteneinsparung sowie die günstigere anatomische Anpassung, da die Schrauben der Mandibula nicht angebogen werden müssen. Selten müsse anterior eine andere Versorgung als eine Zugschraube angewandt werden, lediglich bei Trümmer- und Defektfrakturen sei eine Plattenosteosynthese indiziert.

Alan Schwimmer diskutierte den Bericht von Ellis III. und Ghali von 1991 und empfahl die Anwendung von bis zu drei Zugschrauben anterior. Er resümierte, dass eher eine Platte eingebracht werden solle als nur eine Zugschraube (Ellis III, Ghali 1991).

Wagener, Dammer und Niederdellmann folgerten aus ihren Erfahrungen eine geringere operative Morbidität für den Patienten aufgrund der Möglichkeit einer funktionsstabilen Osteosynthese mit geringem Materialeinsatz, geringer Deperiostierung und der Möglichkeit eines transbuccalen Zugangs. Eine intermaxilläre Fixation sei nicht notwendig. Die Miniplattenosteosynthese hingegen führe zur verminderten Stabilität und sei nur „bei entsprechender Compliance durchführbar“ (Wagener, Dammer, Niederdellmann 1996).

Als weitere Kontraindikation der Zugschraubenosteosynthese sahen Niederdellmann und Marmulla neben den Trümmer- und Defektfrakturen hochgradig atrophierte Unterkiefer, Frakturen im Wachstumsalter, ein zu entfernender Weisheitszahn im Bruchspalt und ein ungünstiger Frakturverlauf von ventrolateral nach dorsomedial (Niederdellmann, Marmulla 2000).

Bührmann et al. gaben zu bedenken, dass aufgrund der Tatsache, dass die Bohrrichtung immer wieder bestimmt werden muss, ein erfahrener Operateur notwendig wird. Bei einem Misserfolg sei allerdings noch eine Plattenosteosynthese möglich, was bei anderen Osteosynthesen nicht oder nur schwer zu bewerkstelligen sei (Bührmann et al. 1991).

Assael sah 1994 ebenso das Können, die Erfahrung und das Training des Chirurgen als Voraussetzung einer erfolgreichen Operation. Außerdem nannte er die Möglichkeit einer Verletzung von Nerven oder Zähnen als eine Schwierigkeit beim Einbringen der Zugschraube in den Kieferwinkel.

Schon 1977 erkannte Schilli den Vorteil der einfachen Methode der Zugschraubenosteosynthese. Er nannte als Indikationsbereiche für eine alleinige Versorgung mit Zugschrauben lamelläre Frakturen und Frakturen mit einer großen Oberfläche.

Als einer der „Urväter“ der Zugschraubenosteosynthese führten Niederdellmann und sein Kollege Shetty 1986 das Erreichen der maximalen Stabilität unter Verwendung des geringsten Materialeinsatzes und dem Ergebnis einer funktionsstabilen Osteosynthese unter der Möglichkeit primärer Knochenheilung als positiven Aspekt an. Sie sahen auch einen Vorteil in der frühen Mobilität der Kiefergelenkfrakturen und damit der Vermeidung von Ankylosen. Postoperative Komplikationen eines extraoralen Zugangs würden vermieden werden, der Komfort des Patienten schneller wieder hergestellt werden.

Der einfachen und effizienten Anwendbarkeit der Zugschraube stimmte Forrest in seiner Studie über Frakturen des anterioren Unterkiefers von 1999 zu. Er befürwortete vor allem die kürzere OP-Dauer, die geringeren Kosten und die niedrigere Patientenmorbidity durch die minimal invasive Technik. Dabei warnte er allerdings auch, auf eine strikte Indikation zu achten. Als Kontraindikationen sah er Trümmerfrakturen und sehr großflächige Schrägfrakturen vor allem des Corpus mandibulae. Auch Forrest gab die Möglichkeit der Rotation bei der Verwendung nur einer Zugschraube in Symphysenfrakturen an und empfahl ebenso wie einige vor ihm die Anwendung von zwei Zugschrauben in diesem Bereich.

Zachariades et al. wiesen neben der leichteren Anwendung der Zugschraube im Gegensatz zur Plattenosteosynthese, den geringeren Kosten und dem Minimum an implantiertem Material ebenso auf die Rotationsmöglichkeit der anterioren Frakturen hin (Zachariades et al. 1996). Farris und Dierks betonten genauso die geringen Kosten der Zugschraubenanwendung (Farris, Dierks 1992).

Auch in der hier vorliegenden Untersuchung mit 125 mit Zugschrauben versorgten Frakturen konnte man an dem Ergebnis eine häufigere Anwendung von mehr als einer Zugschraube pro Fraktur ablesen. Dies spiegelte das Verhältnis Zugschrauben zu Frakturen wieder. Gerade im paramedianen, Symphysen- und Corpusbereich war das Verhältnis erhöht und lag zwischen 1,43 und 1,88 Zugschrauben pro Fraktur. Im Gesamten wurden pro Fraktur 1,58 Zugschrauben benutzt. Den geringsten Wert zeigten die Collumfrakturen mit 1,18 Schrauben pro Fraktur. Dieser Wert kann nur auf die grazile Form des Gelenkfortsatzes und die damit verbundene Schwierigkeit, eine zweite Zugschraube einzubringen, zurückgeführt werden. Da auch die Collumfrakturen einer Rotationsgefahr unterliegen, bleibt es nun daran in einer weiteren Untersuchung mit genaueren Untersuchungsmethoden festzustellen, ob es bei der Anwendung von nur einer Zugschraube in Collumfrakturen zu Rotationen oder Verschiebungen der Fragmente zueinander kommt. 1980 berichtete Petzel bereits von einem Rotationsfall im Kiefergelenk, der eine Revisionsoperation notwendig machte. Daher sollte festgestellt werden, ob die „klassische“ Zugschraube bei Kiefergelenksfrakturen indiziert ist oder nicht.

4.11. Zugschraubenzugang

Als Wege für einen operativen Zugang stehen auch heute noch der extraorale, transbuccale oder intraorale Weg zur Verfügung. Während früher fast ausschließlich von extraoral vorgegangen wurde, zeichnet sich in den letzten Jahren ein Trend in Richtung der transbuccalen und intraoralen Zugänge ab, um das mögliche Risiko einer Nervschädigung und die Komplikationen einer extraoralen Narbe zu minimieren oder gar zu vermeiden. So gab Schilli in seiner Studie von 1977 über Kompressionsosteosynthesen die Darstellung der Fraktur von extraoral als Standardvorgehen an, wobei er nicht nur die Zugschraubenosteosynthese sondern auch Kompressionsplatten untersuchte. Schon ein Jahr früher befanden Niederdellmann et al., dass eine Zugschraube bei Unterkieferfrakturen

sowohl transcutan als auch in manchen Fällen rein intraoral eingebracht werden kann (Niederdellmann et al. 1976). Im Laufe der Jahre propagierten nicht nur Niederdellmann sondern auch verschiedene andere Autoren das transbuccale Vorgehen zum Einbringen von Zugschrauben vor allem bei Kieferwinkelfrakturen (Niederdellmann, Schilli 1980; Ellis III, Ghali 1991; Moritz et al. 1994; Wagener et al. 1996). Aber auch der intraorale Zugang wurde in einigen Studien bevorzugt, wie beispielsweise in der Studie von Niederdellmann, Akuamo-Boateng und Uhlig 1981 über Kieferwinkelfrakturen oder in der Untersuchung der anterioren Unterkieferfrakturen von Forrest 1999. Den extraoralen Zugang bezeichneten Niederdellmann und Shetty als den gefährlichen Weg, da es zur Narbenbildung und zur Verletzung der mandibulären Ausläufer des Nervus facialis kommen kann (Niederdellmann, Shetty 1987).

Bei den in dieser Studie untersuchten Patienten überwog mit 60,2 Prozent der intraorale Zugang. An zweiter Stelle standen die extraoralen Zugänge, wobei diese fast ausschließlich über offene Platzwunden, Folgen der Traumata, vorgenommen wurden. Einige wenige Kiefergelenksfrakturen wurden ebenso über extraorale Zugänge behandelt. Die Kiefergelenksfraktur stellt allerdings einen speziellen Fall dar und wurde schon häufig isoliert untersucht. Nehse und Marker schrieben 1996 über die Durchsetzung der präaurikulären, submandibulären und intraoralen Schnittführung. Dem schloss sich vier Jahre später Eckelt in seiner Publikation über Gelenkfortsatzfrakturen an (Eckelt 2000).

Neben dem Zugangsweg wurde in Gießen auch noch die Eindrehrichtung der Zugschrauben erfasst. Dabei überwog die mesiale Eindrehrichtung mit 57 Prozent gegenüber der distalen. Dies entsprach annähernd der Aussage von Niederdellmann und Schilli, die eine Verschraubung am günstigsten in einer Richtung von caudo-ventral nach cranio-dorsal sahen (Niederdellmann, Schilli 1980).

4.12. Weitere Osteosynthesesysteme im Unterkiefer

40 Prozent der in Gießen untersuchten Patienten wiesen neben dem Zugschraubensystem noch ein weiteres Osteosynthesesystem auf. Eine Kombination Platte/Zugschraube wie 1996 bei Ellis III. beschrieben kam dabei in 7,5 Prozent der Fälle vor und ist besonders bei der Behandlung von Trümmerfrakturen indiziert. Da sich die hier vorliegende Studie allerdings grundsätzlich auf die zugschraubenversorgten Bereiche bezog, kann auf eine Diskussion über

das Vorkommen weiterer Osteosynthesysteme selbst bei einer Kombination Platte/Zugschraube verzichtet werden.

4.13. Komplikationen

Grundsätzlich haben Untersuchungen über Komplikationen das Problem, dass bestehende Komplikationen aufgrund anderer Prioritäten übersehen oder vom Patienten nicht angegeben werden oder nicht angegeben werden können. Schon im Vorfeld durch das Trauma entstandene Komplikationen können bei präoperativ komatösen Patienten nicht erfasst werden und fließen dann in die Liste der postoperativen Komplikationen mit ein. Ebenso kommt die zu Beginn dieses Kapitels erwähnte Problematik der eventuell lückenhaften Aktenaufzeichnungen wieder zum Tragen.

Nicht zuletzt müssen Patienten berücksichtigt werden, die ihre Komplikationen nicht wieder vorgestellt haben. Dies sind vor allem Patienten mit einer schlechten Compliance, durch deren geringe Bereitschaft zur Mitarbeit sowieso mit einem erhöhten Komplikationsaufkommen zu rechnen ist.

Die Tatsache einer erhöhten Komplikationsrate bei mangelhafter Compliance bestätigten Dodson et al. in ihrer Untersuchung von 1990. Sie fanden die größte Komplikationsrate von 28,5 Prozent bei Patienten, die ihre intermaxilläre Fixation selber lösten. Gleichzeitig betonten sie aber auch, dass die Compliance bei Patienten mit funktionsstabiler Osteosynthese nur von geringer Bedeutung sei.

Assael nannte als wesentliche, Komplikationen auslösende Faktoren Alkohol- und Zigarettenkonsum, Fehlernährung, Suchtkrankheit und Immunsuppression (Assael 1996). Assael war es auch, der die Erfahrung des Operateurs als Ursache für ein erhöhtes Komplikationsaufkommen nannte (Assael 1991, 1993). Dem widersprachen Kearns et al. 1994 in ihrer Studie über ein einziges Team von Operateuren, bei deren Patienten im Laufe der Jahre keine Abnahme der Komplikationen festgestellt werden konnte.

Niederdellmann und Shetty berichteten in ihrer Untersuchung über zwei Patienten mit einer schlechten Reposition der Fragmente, ein Patient mit Okklusionsstörungen und zwei Patienten mit Infektionen. Bei 42 Patienten befand sich ein dritter Molar im Bruchspalt, der allerdings in keinem Fall die Infektion auslöste. Es zeigten sich in sieben Fällen postoperative Sensibilitätsstörungen, in drei Fällen blieben diese dauerhaft. Die Autoren merkten allerdings

an, dass alle sieben Patienten eine präoperative Dislokation der Fragmente zu verzeichnen hatten und auch schon ein Sensibilitätsverlust von wechselnder Stärke vorlag (Niederdelmann, Shetty 1987).

Roser et al. stellten fest, dass die Sensibilitätsverminderung in manchen Fällen auch auf den Hakenzug zurückzuführen sei (Roser et al. 1996).

Petzel konnte 1980 keine über die stationäre Behandlung hinausgehenden neurologischen Störungen beobachten.

Niederdelmann et al. veröffentlichten 1981 eine Studie, in der fünf Patienten an postoperativer Hyp- oder Parästhesie litten. Sie merkten jedoch an, dass bei vier der Patienten die Frakturen präoperativ stark disloziert gewesen seien und eine schon präoperativ vorhandene Nervschädigung nicht auszuschließen sei.

Kallela et al. fanden unter ihrem mit Zugschrauben versorgten Patientengut zwei Patienten (8%) mit radiologisch erkennbaren Dislokationen der Fragmente und fünf Patienten mit Okklusionsstörungen (23 %). In keinem Fall ihrer Patienten fanden sich radiologisch Zeichen von Schädigungen des Mandibularkanals oder der Zahnwurzeln. Durch acht Patienten mit Sensibilitätsstörungen (68%) hob sich diese als häufigste Komplikation hervor (Kallela et al. 1996).

Auch in der hier vorliegenden Studie mit zugschraubenversorgtem Patientengut war die Sensibilitätsstörung mit 40,6 Prozent die häufigste Komplikation, wobei die später durchgeführte Nachuntersuchung nur noch einen Anteil von 33,8 Prozent aufwies. Dies deutet darauf hin, dass einige Sensibilitätsstörungen nur vorübergehender Natur sind und sich der prozentuale Anteil am Patientengut noch weiter senken könnte.

Dafür spricht die Aussage von Wagener et al. über sechs Patienten mit Sensibilitätsstörungen im Bereich des Nervus alveolaris inferior, von denen nach sechs Monaten nur noch vier eine persistierende Sensibilitätsstörung aufwiesen (Wagener et al. 1996).

Ebenso wie bei Kallela et al. wurden in Gießen keine postoperativen Zahnschäden festgestellt (Kallela et al 1996). Nur annähernd 3 Prozent des Patientenguts wiesen Dislokationen der Fragmente oder Okklusionsstörungen auf.

Ellis III. und Ghali konnten 1991 zwei Patienten mit minimalen Okklusionsstörungen verzeichnen, die durch 3-4 wöchige elastische maxillomandibuläre Fixation beseitigt wurden. Sie stellten fest, dass postoperative Weichteil- und Knocheninfektionen in ihrem Patientenpool mit 23 Prozent am meisten vorkamen. Im Verlaufe der Infektionsbehandlung

kam es dabei zu vier Revisionen aufgrund von Sequesterbildung und zu einer Extraktion eines dritten Molaren.

Scharf und Reuter nannten ebenso für ihr funktionsstabil versorgtes Patientengut die Infektion mit 20 Prozent als häufigste Komplikation (Scharf, Reuter 1975).

Kallela et al. berichteten nur von drei Patienten mit Infektionen, davon einer aufgrund eines gebrochenen Bohrers und zwei wegen einem im Bruchspalt belassenen Zahn. Ein Fall einer gebrochenen Zugschraube führte nicht zur Infektion, musste aber ebenso wegen Instabilität revidiert werden (Kallela et al. 1996).

Hachem et al. konnten zweimal eine gebrochene Zugschraube feststellen. In einem Fall musste daraufhin eine Miniplattenosteosynthese durchgeführt werden (Hachem et al. 1996).

Joos et al. sahen als Hauptursache für das Vorkommen einer Infektion eine gelockerte Osteosynthese (Joos et al. 1983).

Dem schlossen sich Iizuka et al. 1991 an, nachdem sie zuerst von einem Zusammenhang zwischen Infektion und operativem Versorgungszeitpunkt ausgegangen waren.

Larsen und Nielsen hielten eine frühe Frakturbehandlung sowie eine ausreichende Stabilisierung, Wundsäuberung und Knochenbedeckung für notwendig, um eine Infektion und auch andere Komplikationen zu vermeiden (Larsen, Nielsen 1976).

Komplikationen bei der Behandlung mit Zugschrauben

Studie	Niederellmann et al. (1987)	Kallela et al. (1996)	Ellis III. et al. (1991)	Giessener Studie
Anzahl Patienten (n)	50	23	30	107
Infektion	4 %	13 %	23 %	1,9 %
Sensibilitäts- störungen	14 % (6 % persistierend)	68 %	3,4 %	12,2 %
Okklusions- Störungen	2 %	23 %	6,7 %	2,8 %
Dislokation der Fragmente	4 %	8 %	Keine Angabe	2,8 %

Tabelle 16: Vergleich der Komplikationen (in Prozent)

Im Giessener Patientengut konnten zwei Patienten eine Infektion des Bruchspaltes beklagen. Als Grund fand sich in beiden Fällen eine gelockerte Zugschraube, die entfernt werden musste. Beide Frakturen mussten revidiert und wieder stabilisiert werden (Abbildung 52-54).

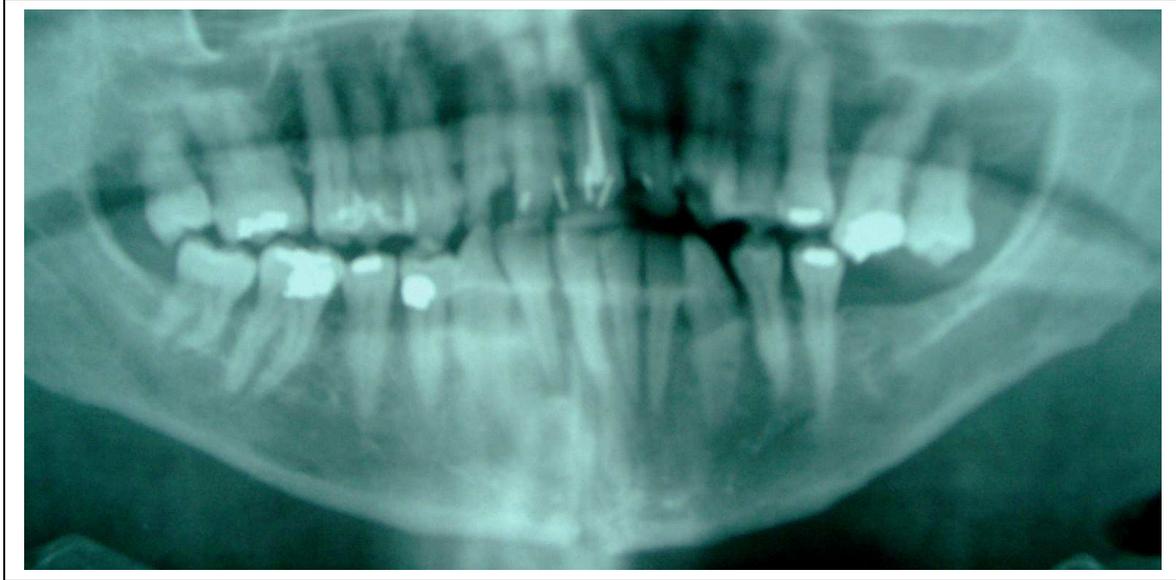


Abbildung 52: Symphysenfraktur (Mediane Unterkieferfraktur)

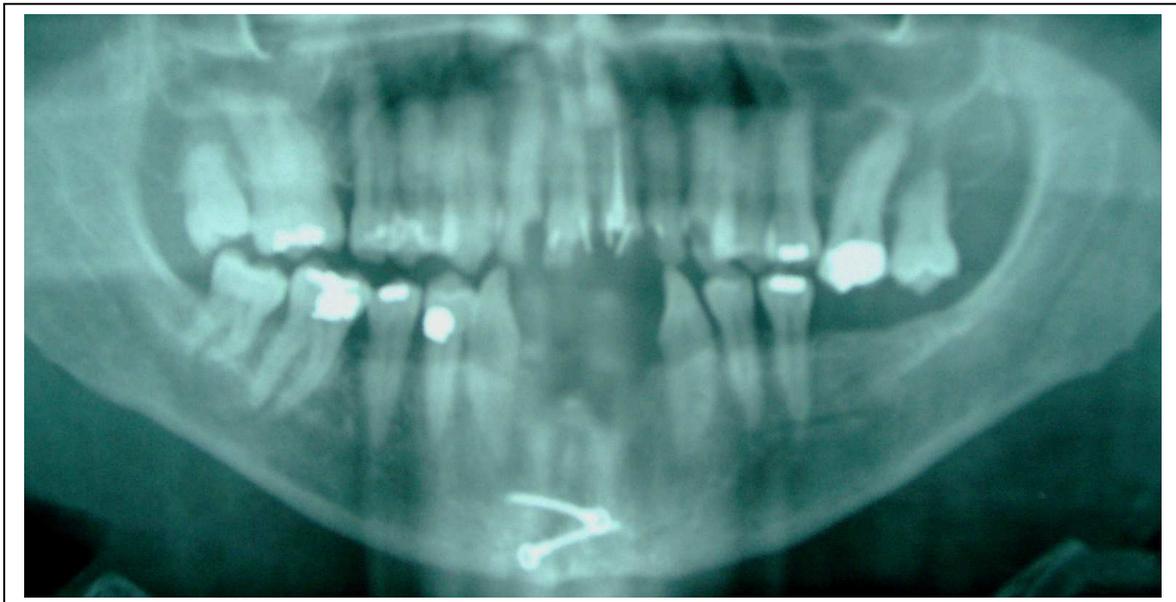


Abbildung 53: Symphysenfraktur mit Zugschrauben versorgt

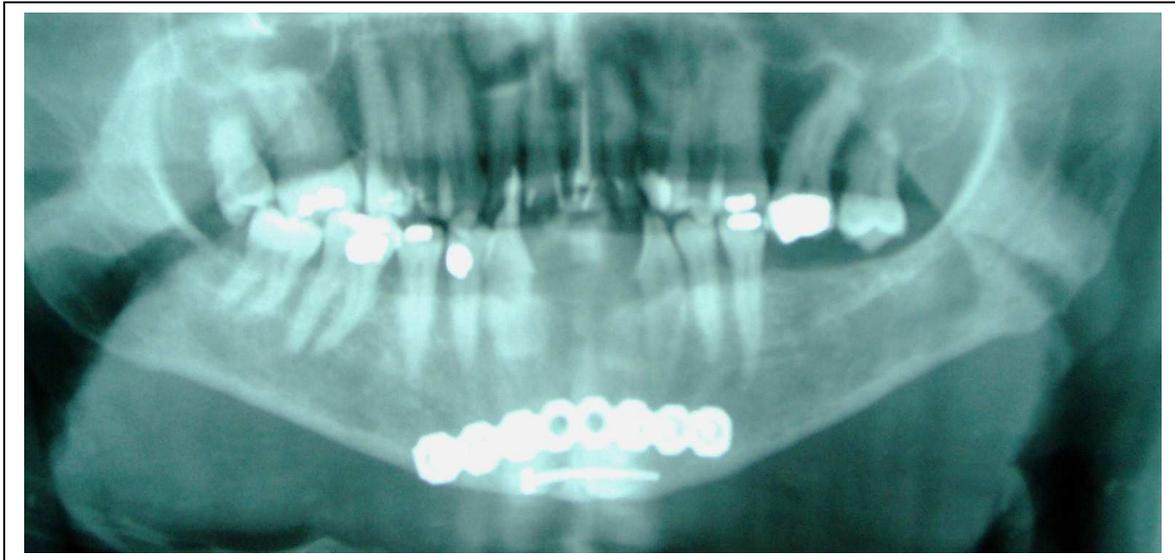


Abbildung 54: Symphysenfraktur nach Revision

Als weitere Ursachen für eine Revision stellte sich hauptsächlich die Instabilität der Fragmente heraus. Insgesamt kam es in 6 Fällen zur Revision. In einem Fall konnte eine Pseudarthrose festgestellt werden. Zwei Patienten wurden nicht in die Erfassung der Revisionen mit aufgenommen, da diese erneut gestürzt waren und sich dadurch die Osteosynthese gelockert hatte. Die Anzahl der Reoperationen in der Gießener Universitätsklinik deckt sich mit derer von Kunz, Hammer und Prein (2001), bei denen allerdings nur Frakturen des zahnlosen, atrophischen Unterkiefers untersucht wurden.

Von acht Fällen mit beweglichen Fragmenten berichteten Ellis III. und Ghali. Sie propagierten in ihrer Untersuchung die Behandlung der Mobilität mit postoperativer maxillomandibulärer Fixation (MMF) über mehrere Wochen. Bis auf einen Patient, bei dem die Osteosynthese sogleich mit einer Kompressionsplatte revidiert worden war, erzielten sie mit der MMF hervorragende Resultate (Ellis III., Ghali 1991).

Petzel machte in seiner Studie über Collumfrakturen Wund- und Knochenheilungsstörungen, Zugschraubenlockerung und Rotation des Gelenkköpfchens für drei Revisionen verantwortlich (Petzel 1980).

Eine durch Fragmentfehlstellung bedingte Okklusionsstörung beobachteten Wagener et al. in drei Fällen als Grund für eine Revisionsoperation. Bei zwei Patienten musste wegen einer instabilen Osteosynthese eine Platte angebracht werden (Wagener et al. 1996).

Forrest fand 1999 bei seinen Patienten keinerlei Komplikationen, bis auf einen intraoperativen Bohrerbruch. Der Bohrer war in situ gelassen worden und reaktionslos eingeeilt. Auch in der hier vorgestellten Studie war es zu drei Bohrerbrüchen gekommen,

die in situ belassen worden waren und bis zum Zeitpunkt der Studie keine klinischen oder röntgenologischen Auffälligkeiten aufwiesen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung bewegten sich im Bereich anderer vergleichbarer Untersuchungen mit ähnlichen Kriterien. Eben diese Kriterien und ihre Aufteilung sowie verschiedene untersuchte Osteosynthesysteme erschwerten oftmals den Vergleich der Studien. Häufig werden gerade rigide Fixationen zur Behandlung schwerwiegender Frakturen auch nach größeren Traumata eingesetzt, bei denen von Natur aus eine höhere Komplikationsrate zu erwarten ist.

4.14. Komplikationen – Zahnextraktionen

Eine Reihe von Autoren berichteten über intraoperative Zahnextraktionen von im Bruchspalt befindlichen Zähnen. Bei der Frage allerdings, ob ein im Bruchspalt befindlicher Zahn intraoperativ belassen oder entfernt werden sollte, gehen die Meinungen auseinander.

Schon 1979 widmete Norer dem „Schicksal von Zähnen im Bruchspalt“ besondere Aufmerksamkeit. Er riet zur strengen Indikationsstellung hinsichtlich des Belassens solcher Zähne in der frakturierten Alveole. Die Zähne dürften periapikal kein entzündliches Geschehen zeigen, ein gesundes Parodont aufweisen und vital sein. Molaren, retinierte oder frakturierte Zähne sollten grundsätzlich entfernt werden.

Wassmund forderte 1927 die prophylaktische Extraktion der betroffenen Zähne.

Ähnliche Ansichten vertraten Ellis III. und Ghali. Sie beschrieben 1991 die Entfernung eines devitalen im Bruchspalt befindlichen Weißheitszahns bei einem ihrer Patienten und bevorzugten auch in anderen Fällen eher die intraoperative Entfernung der Zähne im Bruchspalt, um Komplikationen zu vermeiden (Ellis III., Ghali 1991).

Im Gegensatz dazu befürworteten Stoll et al., Zachariades und Papademetriou, ebenso Shetty und Freymiller sowie Oikarinen das Belassen von Zähnen im Frakturspalt, insofern sie gesund und intakt erscheinen und die Reposition der Fragmente nicht behindern (Stoll et al. 1983; Zachariades, Papademetriou 1995; Shetty, Freymiller 1989; Oikarinen et al. 1993).

Wagner et al. stellten im Rahmen ihrer Untersuchung eine Komplikationsrate von 14,3 Prozent in Fällen mit in situ belassenem dritten Molar fest und 34,8 Prozent in Fällen, bei denen der Molar extrahiert wurde (Wagner et al. 1979).

Iizuka und Lindquist berichteten 1993 von acht Patienten mit postoperativen Infektionen, bei denen in jedem Fall ein im Frakturspalt stehender Molar während der Therapie entfernt worden ist.

Niederdellmann und Shetty erwähnten in ihrer Veröffentlichung von 1986 die Lage von meist impaktierten Weißheitszähnen in dem Frakturspalt von 42 ihrer Patienten mit Kieferwinkelfraktur. Weiterhin stellten sie bei ca. 50 Prozent eine tangentielle Berührung von Gleitkanal und drittem Molaren fest, die aber keine Auswirkungen auf die Wundheilung habe.

Rubin et al. konnten keine unterschiedliche Komplikationsverteilung bei Patienten mit oder ohne Entfernung des Bruchspaltzahns feststellen. Sie fanden in beiden Gruppen eine Rate von 20 Prozent (Rubin et al. 1990).

Wagener et al. beließen den dritten unteren Molaren bei der Versorgung von Kieferwinkelfrakturen mit Zugschrauben im Bruchspalt, um den Zustand einer Defektfraktur zu vermeiden. Weiterhin sahen sie eine Kontraindikation für die Anwendung von Zugschrauben, falls es nötig sein sollte, den Zahn aufgrund einer Wurzelfraktur zu entfernen (Wagener et al. 1996).

Austermann merkte 2002 in seinem Kapitel über Frakturen des Gesichtsschädels an, dass jede Fraktur durch eine Alveole als offene Fraktur anzusehen sei. Dies berge eine erhöhte Infektionsgefahr in sich, die nur durch Entfernung des Zahnes sicher zu verhindern sei. In einigen Fällen könne ein Zahn jedoch unter Antibiose im Bruchspalt belassen werden, wenn der Zahn vital und parodontal gesund sei. Beim Auftreten von entzündlichen Komplikationen müsse ein belassener Zahn allerdings umgehend entfernt werden. Weiterhin befürwortete er den temporären Erhalt von retinierten Weißheitszähnen im Bruchspalt, wenn dadurch eine Dislokation oder ein größerer Knochendefekt zu erwarten wäre.

In Gießen zeigte sich, dass bei 20 Patienten Zähne im Bruchspalt extrahiert werden mussten und bei 18 Patienten nicht erhaltungswürdige Zähne, die kariös zerstört, parodontal schwer geschädigt oder apikal beherdet waren. Die Anzahl an Komplikationen stellte sich in beiden Fällen als gleichermaßen niedrig dar. Ein Vergleich mit den Frakturen, bei denen ein Zahn im Bruchspalt belassen wurde verbot sich allerdings, da diese Patienten nicht gesondert erfasst wurden. Es konnte aber aufgrund der Krankenakten festgestellt werden, dass keine Infektion oder andere Komplikation aufgrund eines im Bruchspalt belassenen Zahnes ausgelöst wurde. Lediglich einmal musste ein Zahn im weiteren Verlauf aus dem Bruchspalt entfernt werden aufgrund einer Lockerung des Osteosynthesematerials und darauffolgender Infektion. Soweit aus den Krankenunterlagen ersichtlich wurden komplett retinierte dritte Molaren, die

sich innerhalb einer Kieferwinkelfraktur befanden, belassen und erst im Rahmen der Metallentfernung extrahiert. So umging man den Zustand einer Defektfraktur, bei der die Anwendung der Zugschraubenosteosynthese eventuell kontraindiziert gewesen wäre. Nach den Ergebnissen dieser Untersuchung sollten Zähne möglichst belassen werden, wenn sie keine pathologischen Auffälligkeiten aufweisen (Abbildung 55-57). Der Erhalt ermöglicht eine bessere Reposition der Fragmente und hält den Knochendefekt gering. Durch die Entfernung eines Zahnes insbesondere eines dritten Molaren aus dem Bruchspalt kann die Anwendung der Zugschraubenosteosynthese durch den Knochendefekt und die damit einhergehende geringere Kontaktfläche in Frage gestellt sein. Einer Infektion könnte aufgrund der „Eintrittspforte“ der leeren Alveole Vorschub geleistet werden. Die Infektionsrate in Giessen zeigte sich sehr niedrig (n = 2); Infektionen ausgehend von im Bruchspalt belassenen Zähnen wurden nicht erfasst.

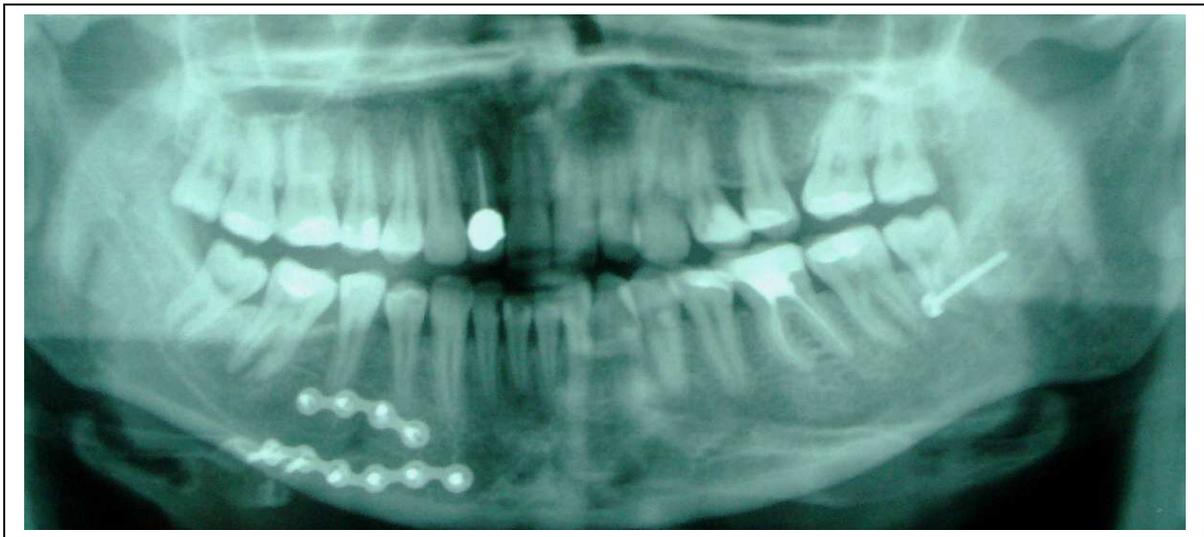


Abbildung 55: Gesunder dritter Molar im Bruchspalt belassen



Abbildung 56: Zerstörter dritter Molar im Bruchspalt



Abbildung 57: Der zerstörte Molar wurde vor Osteosynthese entfernt (Gleicher Patient wie in Abb. 56 - nach Osteosynthese)

4.15. Komplikationen – Abstützung, Atrophie

Im Hinblick auf die Abstützung des Unterkiefers entdeckte Oikarinen mit Abnahme der Zahnzahl der von ihm untersuchten Patienten auch eine Zunahme der Indikationsstellung zur chirurgischen Therapie (Oikarinen 1995). Dies ist damit zu erklären, dass die konservative Therapie sichere Okklusionsverhältnisse benötigt, um zum Erfolg zu führen.

In dieser Studie konnten bei den zugschraubenbehandelten Patienten eine höhere Komplikationsrate bei Patienten mit geringerer Zahnzahl festgestellt werden. Vier (34,6 %) der Eichner – Klasse – C – Patienten ohne Abstützung erlitten postoperative Komplikationen, drei davon durch Instabilität der Fragmente. Dagegen konnten nur 33,3 Prozent der Eichner – Klasse B und 9,5 Prozent der Eichner Klasse A Komplikationen aufweisen. Die okklusalen Abstützungsverhältnisse scheinen also die korrekte Reposition und stabile Osteosynthese entscheidend zu beeinflussen. Es muss allerdings berücksichtigt werden, dass der zahnlose Kiefer auch immer mit einer Unterkieferatrophie einhergeht, die eine ausreichende Stabilisierung der Fragmente gravierend erschweren kann. Infolge der reduzierten Kontaktflächen der Bruchstücke sowie eines schlecht vaskularisierten, sklerotischen Knochens kommt es bei diesen Patienten zu einer erhöhten Komplikationsrate und einer langwierigen Frakturheilung (Luhr 1996). Deshalb ist der Therapie des atrophierten Unterkiefers besondere Beachtung zu schenken.

Der Vergleich mit den Ergebnissen einiger Arbeiten war aufgrund der fehlenden Klassifikation nicht möglich. Autoren wie Zachariades et al. (1994) unterteilten nur grob in zahnlos und bezahnt. Eine Aussage über die Resthöhe des Unterkiefers wird nicht getroffen.

Kunz, Hammer und Prein unterteilten allerdings auch in die drei in Gießen verwendeten Atrophieklassen. Sie fanden in ihrer Untersuchung von 25 Atrophiepatienten mit 40 Frakturen in drei Fällen eine postoperative motorische Störung des Ramus marginalis des Nervus facialis vor nach Therapie mit stabiler Osteosynthese. Sechs Patienten wiesen Sensibilitätsstörungen des Nervus mentalis, ein Patient neuralgiforme Beschwerden auf. In sechs Fällen musste eine Revision der Osteosynthese vorgenommen werden, davon einmal wegen einer bestehenden Pseudarthrose und einmal aufgrund eines perimandibulären Abszesses (Kunz, Hammer, Prein 2001).

Eine sehr hohe Pseudarthroserate erwähnten Bruce und Strachan (20 %) ebenso wie Bruce und Ellis III. (12,4 %) (Bruce, Strachan 1976; Bruce, Ellis III. 1993).

Eine geringere Komplikationsrate erwähnten Luhr, Reidick und Merten in ihrer Studie von 1996. Sie fanden in zwei Fällen eine Pseudarthrose und in einem Fall eine Osteomyelitis, dies entsprach einer Komplikationsrate von 3 Prozent. Sechs Patienten litten postoperativ an leichten Weichteilinfektionen. Die Autoren hoben hervor, dass die Kompressionsosteosynthese ursprünglich für genau diesen Indikationsbereich der zahnlosen

atrophischen Kiefer entwickelt worden war und dass sie bei diesen Frakturen
Therapieverfahren der Wahl sein sollte.

In einer anderen Veröffentlichung von Luhr et al. vertraten sie weiterhin die Meinung, um
Komplikationen zu vermeiden solle vor allem auf ein Ablösen des Periostes verzichtet
werden (Luhr et al. 1996).

Kunz et al. widersprachen dem 2001 mit der Auffassung, die Vorteile einer stabilen
Osteosynthese würden denen des intakten Periostes überwiegen. Für eine ungestörte
Knochenheilung des atrophischen Kiefers sei die Funktionsstabilität von großer Bedeutung.
Dem schloss sich Austermann 2002 an. Er sah in unzureichender Bezahnung eine klassische
Indikation für die stabile Osteosynthese. In seinen Ausführungen bekräftigte er seine
Meinung weiter, indem er den atrophierten Unterkiefer als einen Knochen darstellte, der die
auftretenden Kräfte nur noch in geringem Maße kompensieren könne. Werde eine starke
Atrophie diagnostiziert, so müsse auch eine sehr stabile Osteosynthese, im Extremfall eine
Rekonstruktionsplatte, angewandt werden. Die Miniplatte sei nur bei ausreichender
Kieferkammhöhe indiziert. Als stabiles Osteosyntheseverfahren nannte Austermann neben
der Plattenosteosynthese auch die Zugschraubenosteosynthese vor allem als
Therapieverfahren für Schrägflächenfrakturen (Austermann 2002).

Die gleiche Indikationsstellung beschrieben Luhr et al. für die Anwendung der Zugschraube
im atrophierten Unterkiefer (Luhr et al. 1996).

Auch in Gießen wurde die Zugschraubenosteosynthese vorrangig im Falle einer
Schrägfraktur des atrophischen Unterkiefers angewandt (Tabelle 17). Dies bestätigt die
Aussagen der eben genannten Autoren.

Insgesamt kam es in drei Fällen der Klasse zwei und in einem Fall der Klasse drei Atrophie
zu Komplikationen. Dieses Ergebnis war angesichts der vorherigen schon genannten
Korrelation zwischen Eichner – Klasse C und Atrophiegraden zu erwarten. Als postoperative
Komplikation fand sich hauptsächlich die Instabilität der Fragmente. Somit deckt sich dieses
Ergebnis mit der Forderung von Austermann (2002) und Kunz et al. (2001) nach
funktionsstabiler Osteosynthese.

Pseudarthrosen und Bruchspaltinfektionen kamen entgegen den Ergebnissen anderer Autoren
nicht vor (Luhr et al. 1996, Kunz et al. 2001, Bruce, Strachan 1976; Bruce, Ellis III. 1993).

Atrophie – Frakturlinien	Schräger Verlauf der Frakturlinie	Querer Verlauf der Frakturlinie	Dreiecksbruchstück
Anzahl der Frakturen mit Atrophie - Klasse 1	1	0	0
Anzahl der Frakturen mit Atrophie - Klasse 2	6	1	1
Anzahl der Frakturen mit Atrophie - Klasse 3	1	0	0

Tabelle 17: Der Verlauf der Frakturlinien bezogen auf die Atrophiegrade

Doch nicht nur die Problematik des atrophierten Unterkiefers gilt es zu beachten, sondern ebenso die Tatsache, dass solche Patienten überwiegend ein hohes Alter aufweisen. Dieser Umstand kann einhergehen mit mittleren oder sogar schweren Systemerkrankungen sowie Complianceproblemen, was das Risiko von postoperativen Komplikation und Wundheilungsstörungen noch erhöht (Kunz et al. 2001). So kann es auch passieren, dass die Patienten mit fortgeschrittenem Alter wegen krankheitsbedingten Schwächeanfällen – wie in dieser Studie aufgrund des hohen Alters der Patienten vermutlich zweimal geschehen - nochmals auf dieselbe Stelle fallen und sich die Osteosynthese lösen kann. Daher ist in extremen Fällen von Atrophie bei schwer kranken oder vom Alter geschwächten Menschen einer funktionsstabilen Platte der Vorzug zu geben (Abbildung 58-61).

Die Vorteile der Zugschraube hinsichtlich der kurzen Operationsdauer und der geringen Morbidität aufgrund der minimalinvasiven Technik sollten aber auf jeden Fall für die Behandlung atrophischer Kiefer genutzt werden.



Abbildung 58: Frakturierter stark atrophiertes Kiefer



Abbildung 59: Atrophierter Kiefer mit Zugschraube behandelt (Patient v. Bild 58)



Abbildung 60: Gelockerte Schraube, instabile Fixation (Patient v. Bild 58)

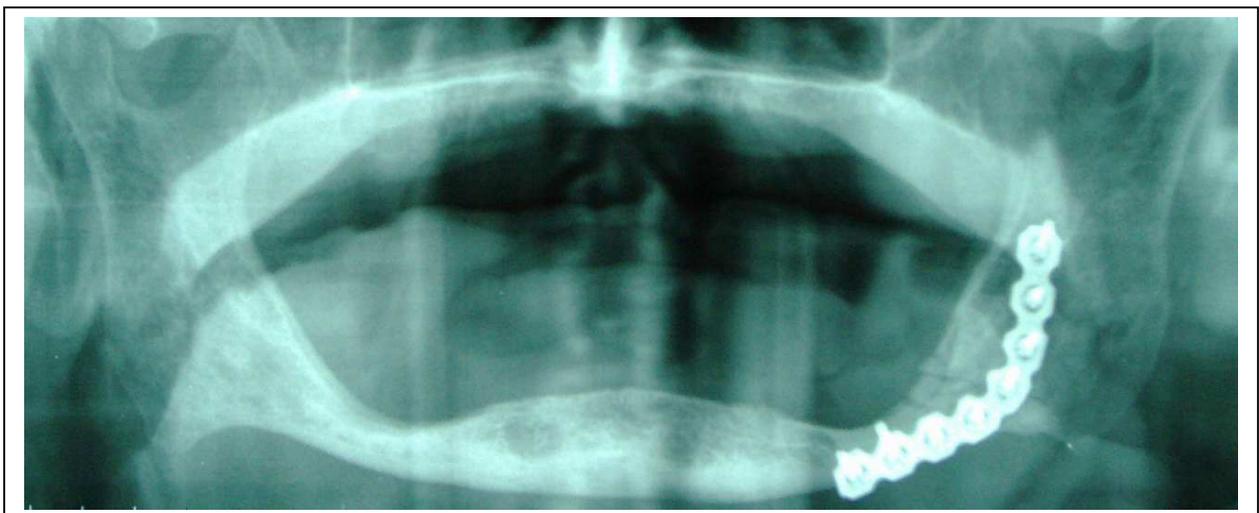


Abbildung 61: Reoperierte Fraktur nach Versorgung mit Osteosyntheseplatte (Patient v. Bild 58)

4.16. Komplikationen – Frakturlokalisationen

Die komplikationsbehaftetsten Lokalisationen waren in dieser Untersuchung paramedian gefolgt von Korpus und Kieferwinkel. Die Symphysenfrakturen erwiesen sich als besonders günstig. Den Kieferwinkel wiederum nannten Eiche und Selle 1983 in ihrer Veröffentlichung als komplikationsträchtigste Lokalisation. Die Komplikationshäufigkeit bei Frakturen, die durch eine Alveole verlaufen, wurde vorher bereits eingehend erläutert und kann auch hier Grund für genannte Frakturlokalisationen sein.

Es zeigte sich allerdings, dass bezogen auf das Gesamtvorkommen der jeweiligen Lokalisation die Collumfrakturen am häufigsten Komplikationen aufwiesen (Abbildung 62). Von elf erfassten Collumfrakturen waren fünf komplikationsbehaftet. Dies entsprach 45,5 Prozent. Gründe für diese Werte könnte die von Eckelt beschriebene schwere Zugänglichkeit der Gelenksregion und die „außerordentlich schwierige Reposition des Gelenkfortsatzes“ sein (Eckelt 2000). Griffiths und Townend berichteten beispielsweise über verschiedene Nervschäden aufgrund von Kiefergelenksfrakturen. Dabei kam es nicht nur zu Schäden des Nervus alveolaris inferior sondern auch von verschiedenen Ästen des Nervus facialis, des Nervus lingualis und in einem Fall von der Chorda tympani (Griffiths, Townend 1999).

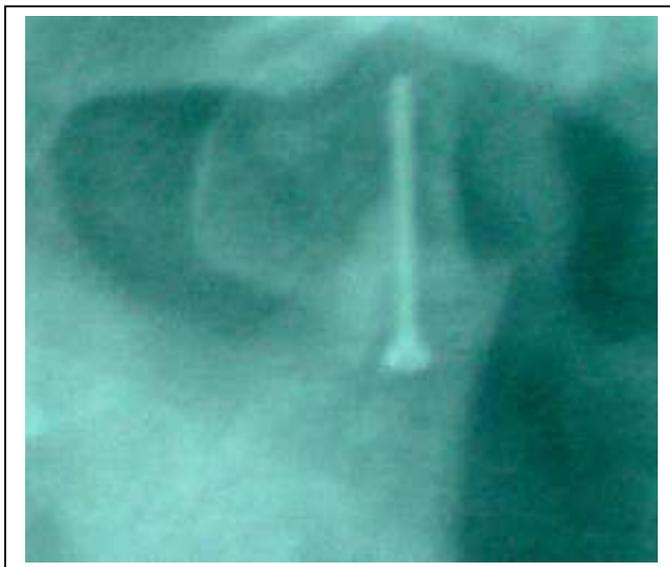


Abbildung 62: Instabile Versorgung einer dislozierten Collumfraktur

4.17. Komplikationen – intraoperativer Vorzug eines anderen Osteosynthesystems

Hachem et al. berichteten von einem intraoperativen Fall eines Zugschraubenbruchs, so dass anschließend eine Miniplattenosteosynthese durchgeführt werden mußte (Hachem et al. 1996). Bei Wagener et al. gab es sogar acht Patienten, bei denen durch die erste Bohrung

keine ausreichende Stabilität erreicht werden konnte. In drei dieser Fälle musste ein Systemwechsel auf eine Plattenosteosynthese erfolgen (Wagener et al. 1996).

In Gießen fanden sich ebenso drei Patienten, bei denen intraoperativ ein Systemwechsel erfolgte. Bei allen drei war der Grund eine unzureichende Stabilisierung und damit eine Mobilität der Fragmente. Zwei von diesen drei Frakturen waren im Kiefergelenksbereich lokalisiert. In diesem Bereich ist wegen der grazilen anatomischen Gegebenheiten bei einem Fehlversuch das Anlegen eines weiteren Bohrlochs fragwürdig. Die endgültige Versorgung erfolgte schließlich mit Miniplatten.

Die Tatsache, dass nach einem misslungenen Versuch, eine Zugschraubenosteosynthese anzubringen, immer noch die Möglichkeit besteht, ein anderes System zu verwenden, ist eindeutig ein großer Vorteil gegenüber anderen Osteosynthesen. Dies erkannten auch schon Bührmann et al. in ihrer Veröffentlichung von 1991.

Die Anwendung der Zugschraube im Bereich des Kiefergelenkes ist jedoch nochmals separat zu untersuchen und zu diskutieren.

4.18. Bildgebende Diagnostik

Freidl et al. bezeichneten die Röntgendiagnostik neben der klinischen Untersuchung als unerlässlich (Freidl et al. 1996).

Die bildgebende Diagnostik und Verlaufskontrolle prä- und postoperativ erfolgte in Gießen mittels der Standard-Röntgenuntersuchungen in zwei Ebenen (OPG, p.-a.-Aufnahme nach Clementschitsch). In fünf Fällen wurde zusätzlich ein CT angefertigt, welches von Austermann als „bei speziellen Fragestellungen notwendig“ angesehen wurde (Austermann 2002). Eckelt hob in seiner Veröffentlichung von 2000 die erhebliche Verbesserung der Diagnostik durch das CT hervor (Eckelt 2000). In Einzelfällen verwies er auf die Möglichkeiten eines 3-D-CT, der Sonographie oder Magnetresonanztomographie (MRT). Da sich auch in anderer Literatur die Clementschitsch-Aufnahme und das OPG als Standardvorgehen etabliert haben, wird die bildgebende Diagnostik hier nicht weiter diskutiert (Reinhart et al. 1996; Austermann 2002; Eckelt, Hlawitschka 1999).

4.19. Intermaxilläre Fixation (IMF)

Nehse und Maerker zogen aus ihrer Studie das Resümee, dass bei Anwendung der Miniplatten- oder Zugschraubenosteosynthese die IMF wegfallen könne. Dies sei vor allem ein Vorteil bei Patienten mit Polytrauma, Schädel-Hirn-Trauma, zerebralem Anfallsleiden, Drogen- oder Alkoholabusus oder mangelnde Compliance (Nehse, Maerker 1996).

Wagener et al. wiesen ebenso auf die nicht erforderliche IMF nach Zugschraubenanwendung hin. Sie gaben aber eine regelmäßige Anwendung der IMF nach Miniplattenosteosynthese an im Rahmen von 10 bis 14 Tagen (Wagener et al. 1996).

Niederdellmann und Shetty erwähnten in ihrer Studie von 1987 über Zugschraubenosteosynthese bei Kieferwinkelfrakturen, die intermaxilläre Fixation habe das Potential zur erhöhten Morbidität für den Patienten, die Kieferfunktion sei eingeschränkt und die Mundhygiene schlecht durchzuführen (Niederdellmann, Shetty 1987).

Klotch et al. zeigten noch weitere Nachteile der IMF auf. Sie wiesen auf eine erschwerte Ernährung, die langwierige Behandlung, eine unverständliche Sprache, die eingeschränkte Arbeitsfähigkeit, die Ankylosegefahr und nicht nur auf eine erschwerte Mundhygiene sondern ebenso eine erschwerte Atmung hin. Potentiell gefährliche Komplikationen könnten weiterhin durch Erbrechen und Aspiration entstehen (Klotch et al. 1994).

Eine erschwerte Atmung durch einen massiven Anstieg des Atemwiderstandes stellten Kohno et al. sowie Williams und Cawood in ihren Untersuchungen fest. Williams und Cawood schlugen für Patienten mit chronisch obstruktiven Atemwegserkrankungen ein Verzicht auf die intermaxilläre Verschnürung vor (Kohno et al. 1993; Williams, Cawood 1990).

Haug und Schwimmer ebenso wie Dodson et al. fanden bei den Patienten mit IMF eine verringerte Bereitschaft zur Mitarbeit (Haug, Schwimmer 1994; Dodson et al. 1990).

Freidl et al. empfahlen als ideale Therapie die chirurgische Reposition und Osteosynthese mit anschließender intermaxillärer Fixation. Dies ermögliche dem Patienten die frühestmögliche Rehabilitation bei kurzer Liegedauer. Eine alleinige chirurgische Therapie sei allenfalls bei Frakturen des Kieferwinkels vorstellbar (Freidl et al. 1996).

Petzel schlug nach Behandlung des Collums mit Zugschrauben eine 3-4 tägige elastische IMF vor bis zum Abklingen des Ödems (Petzel 1980). Stoll und Ewers hingegen empfahlen eine kurze Immobilisation von zwei Wochen selbst bei einzelnen Collumfrakturen (Stoll, Ewers 1980).

Farris und Dierks waren in ihrer Studie über die Zugschraubenosteosynthese bei Kieferwinkelfrakturen der Ansicht, durch rigide Fixation könne die IMF minimiert oder sogar eliminiert werden. In ihrem Patientengut kamen 85 Prozent ohne IMF aus. Musste eine IMF angebracht werden, so handelte es sich stets um eine Zweifachfraktur, entweder Kieferwinkel und kontralaterales Collum oder Kieferwinkel und kontralateraler Corpus (Farris, Dierks 1992).

Ähnlich verfahren die Autoren Roser et al. in ihrer Studie über mediane Unterkieferfrakturen. Sie versorgten nur Patienten zusätzlich zur Zugschraubenosteosynthese mit einer 14 tägigen IMF, die eine zusätzliche Kiefergelenksfraktur aufwies. Patienten mit ausschließlich einer Paramedian- oder Medianfraktur würden keine IMF benötigen (Roser et al. 1996).

Auch in Gießen konnte eine hohe Zahl (76,6 %) von sofort mobilisierten Patienten festgestellt werden. Die Patienten, die eine IMF erhielten, mussten diese am häufigsten zwischen 8 und 14 Tagen tragen (11,2 %), seltener 15 bis 21 Tage (8,4 %) oder mehr als 22 Tage (3,7 %). Diese bisweilen lange IMF – Tragezeiten können aufgrund der späten Wiedervorstellung der Patienten zustande gekommen sein. Wahrscheinlicher ist jedoch, dass bei einigen Patienten der Akteneintrag über das Lösen der IMF nicht erfolgte und somit erst das Datum der Schienenentfernung als Datum für das Lösen der IMF erfasst wurde. Dieser Umstand kann die Genauigkeit der erfassten IMF – Dauer beeinträchtigt haben.

Weiterhin stellte sich bei der Anwendung einer intermaxillären Fixation bezogen auf die Frakturlokalisierung heraus, dass die IMF am häufigsten bei Patienten mit paramedianen Frakturen (n=12) und Corpusfrakturen (n=7) angewandt wurde. Betrachtete man allerdings den prozentualen Anteil der Frakturen mit IMF im Hinblick auf das lokalisierte Frakturaufkommen, so ergab sich der höchste prozentuale Anteil für die Collumfraktur (36,7%). Am seltensten musste die Kieferwinkelfraktur mit einer IMF versorgt werden (8,7%). Der immer noch recht hohe prozentuale Anteil der Paramedianfrakturen mit 23,5 Prozent lässt sich durch das Auftreten von Mehrfachfrakturen erklären. Paramediane Frakturen treten häufig zusammen mit Frakturen des kontralateralen Kieferwinkels oder Collums auf, oft auch in Verbindung mit einer doppelten Collumfraktur (Tabelle 4). Im Regelfall lassen sich Frakturen des anterioren Unterkiefers sehr gut osteosynthetisch stabilisieren und benötigen keine postoperative IMF.

4.20. Nachuntersuchung – Metallentfernung

Petzel berichtete in seiner Studie über Collumfrakturen von 1980 von einer Entfernung der Zugschraubenosteosynthese nach 4 bis 6 Monaten in Lokalanästhesie. In einer späteren Studie über Gelenkforsatzfrakturen nannte er einen Zeitpunkt von 3 Monaten bis zur ambulanten Metallentfernung durch eine Stichinzision im Bereich der postoperativen Narbe (Petzel 1982).

Moritz et al. ebenso wie Niederdelmann und Schilli beschrieben in ihren Publikationen eine Standardentfernung des Osteosynthesematerials ein halbes Jahr nach Frakturversorgung. Routinemäßig solle dann auch die Entfernung verlagerter Zähne in diesen Bereichen erfolgen (Moritz et al. 1994; Niederdelmann, Schilli 1980).

Gleichwohl fand in Gießen die Metallentfernung ein halbes bis ein Jahr nach der operativen Versorgung statt (Abbildung 63 und 64). Allerdings ging aus den Patientenakten hervor, dass sich viele Patienten das Osteosynthesematerial nicht haben entfernen lassen. Im Rahmen der Nachuntersuchung von 63 Patienten wurde nur eine Metallentfernung bei rund 50 Prozent festgestellt, auf das gesamte Patientengut bezogen dürfte dieser Wert noch deutlich niedriger liegen. Diese relativ geringe Rate an Metallentfernungen liegt wohl hauptsächlich an der mangelnden Compliance und der häufig nicht erfolgten Wiedervorstellung der Patienten zum gegebenen Zeitpunkt.

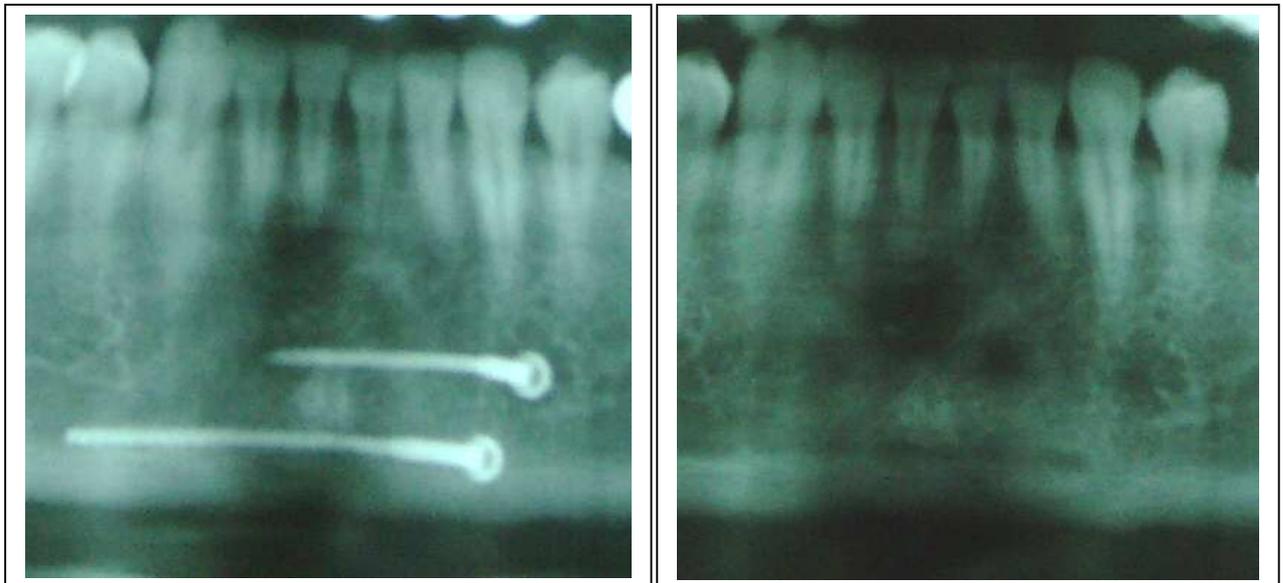


Abbildung 63 und 64: Mediane Fraktur vor (63=linkes Bild) und direkt nach (64=rechtes Bild) Entfernung des Osteosynthesematerials

Die 1992 veröffentlichte Salzburger Studie von Krenkel verweist sogar auch die Möglichkeit, durch die Biokompatibilität von Titan und die geringe Größe der Zugschraube gänzlich auf eine Metallentfernung verzichten zu können. Eine zweite Operation sei dann nicht mehr notwendig.

In diesem Fall könnten die Risiken einer Metallentfernung wie Sensibilitätsstörungen durch die zweite Operation vermieden werden, so wie sie in Gießen in drei Fällen aufgetreten waren.

Die Vor- und Nachteile einer Metallentfernung inklusive dem Risiko des Auftretens einer Komplikation sind gegeneinander abzuwägen und mit dem Patienten zur Entscheidungsfindung zu besprechen. Inwieweit das in Gießen geschehen ist, lässt sich aus den Krankenakten nicht nachvollziehen.

4.21. Nachuntersuchung – Patientenzufriedenheit

Petzel berichtete 1980 über 17 Patienten mit Gelenkfortsatzfrakturen, die mit Zugschraubenosteosynthese versorgt worden waren. Alle 17 Patienten gaben postoperativ keine subjektiven Beschwerden an.

In dieser Studie fanden sich 93,7 Prozent der Fälle mit subjektiver Beschwerdefreiheit und damit mit Patientenzufriedenheit. Unzufriedene Patienten gaben vor allem Schmerzen in der Frakturgegend an, in einem Fall auch eine eingeschränkte Mundöffnung verbunden mit Sensibilitätsstörungen. Auffällig hierbei ist, dass es sich hauptsächlich um Patienten mit Mehrfachfrakturen und / oder mit Frakturen des Gelenkfortsatzes handelte. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass es vorrangig bei solchen Frakturen zur erschwerten Reposition kommen kann. Gerade im Bereich des grazen Kiefergelenkes können minimale Abweichungen und narbiges Gewebe zu funktionellen und neurologischen Beschwerden führen, die durch krankengymnastische Nachbehandlungen gelindert werden können.

4.22. Nachuntersuchung – Heilungszustand der Narben

Wagener et al. beschrieben in ihrer Publikation das Auftreten von Nahtdehiszenzen im Bereich des intraoralen Zuganges bei acht ihrer Patienten, die dann auf sekundärem Wege heilten (Wagener et al. 1996).

Dem hingegen fanden Roser et al. bei einer Nachuntersuchung die Wunden ihrer Zugschraubenpatienten alle reizlos abgeheilt vor (Roser et al. 1996).

Farris und Dierks berichteten von dem kosmetischen Vorteil der kleinen externen Narbe aufgrund der Stichinzision bei der Zugschraubenosteosynthese im Gegensatz zur langen extraoralen Narbe nach Plattenosteosynthese (Farris, Dierks 1992).

Auch Forrest hob den Vorteil der minimalen intraoralen Narbenbildung bei der Fixation mit Zugschrauben hervor (Forrest 1999).

In Gießen fanden sich in 59 von 63 Fällen ein reizloser Heilungszustand der Narben. Bei einem Patienten erschien die Narbe gerötet, bei drei Patienten gerötet und erhaben. Dabei kann festgehalten werden, dass diese vier Patienten alle von extraoral operiert worden waren, meist durch eine schon vorhandene Platzwunde im Bereich des Unterkiefers. Es kann daher schon von einer Verunreinigung der Wunden vor der ersten posttraumatischen Behandlung ausgegangen werden, die die reibungslose Wundheilung erschwert haben könnte.

Erwähnenswert erscheint auch die Problematik persistierender Schrauben, die aus unterschiedlichen Gründen nicht entfernt werden konnten und mit fortgeschrittenem Alter zu Problemen führen können. Es ist vor allem durch fortschreitende Atrophie des Unterkiefers mit einer Freilegung und Tastbarkeit der Schraubenköpfe zu rechnen.

4.23. Nachuntersuchung – Motorische und sensible Störungen

Petzel fand 1980 in seiner Nachuntersuchung keinen Fall von über die Zeit der stationären Behandlung hinausgehenden neurologischen Ausfälle. Dabei unterschied er nicht zwischen sensiblen und motorischen Ausfällen, so dass von beiden ausgegangen werden muss.

Klotch et al. diskutierten über das Potential zur Nervverletzung des Nervus mandibularis oder des Nervus facialis und konnten einen Vorteil der Zugschraube gegenüber der Kompressionsplatte feststellen (Klotch et al. 1994).

In Gießen kam es nur in 4,8 Prozent des nachuntersuchten Patientengutes zu leichten motorischen Störungen, die vor allem die Ober- aber auch die Unterlippe betrafen. Der Zeitpunkt der Nervverletzung konnte aufgrund mangelnder Aktenaufzeichnungen nur in einem Fall festgestellt werden, bei dem vor der Operation dokumentiert worden war, dass sich der Nervus facialis in intaktem Zustand befand. Die Tatsache, dass Patienten auch komatös oder nicht ansprechbar aufgenommen und operiert werden, erschwert natürlich die genaue Aufzeichnung in den Patientenunterlagen. Daher ist außer in einem Fall nicht

nachvollziehbar, wann und aus welchem Grund eine Schädigung des Nervus facialis aufgetreten ist. Der geringe Anteil motorischer Störungen festigt allerdings das Ergebnis von Klotch et al. (Klotch et al. 1994).

Hinsichtlich des Risikos einer Verletzung des Nervus alveolaris mandibularis stellte Assael fest, dass es keine adäquate vergleichende Studie zwischen Drahtosteosynthese, Platte und Zugschraube gäbe und daher keiner dieser drei Therapieformen aus diesem Grund der Vorzug zu geben sei (Assael 1994).

Niederdelmann und Shetty dokumentierten bei vier Patienten eine leichte inkomplette Sensibilitätsstörung, die sich nach einigen Wochen normalisierte, und bei drei Patienten eine komplette Anästhesie, wobei sie einen präoperativen Nervschaden nicht ausschlossen (Niederdelmann, Shetty 1987).

Reinhart et al. unterschieden zwischen Hyp-, Par-, Hyper- und Anästhesie und erfassten sogar punktuelle Gefühlsbeeinträchtigungen im Bereich der Haut der Unterlippe und der Kinnregion. Sie wiesen auf den höheren Anteil von Patienten mit neurologischen Störungen im operativ versorgten Patientenkollektiv hin, betonten aber die geringe Fallzahl mit vollständig anästhesierten Patienten (Reinhart et al. 1996).

Auch Enislidis et al. fanden bei 102 Unterkieferfrakturen an 52 Patienten nur zwei Fälle mit permanenter einseitiger Anästhesie im Bereich des Versorgungsgebietes des Nervus mentalis (Enislidis et al. 1996).

Wagener et al. berichteten über sechs Fälle mit Störungen des Nervus alveolaris inferior und von einem Fall mit Störungen des Nervus lingualis. In einer Nachuntersuchung sechs Monate postoperativ konnten allerdings nur noch vier Patienten mit Hypästhesien ausgemacht werden (Wagener et al. (Wagener et al. 1996).

Die Sensibilität der Patienten von Roser et al. wurde ebenso wie in der Gießener Studie durch Testen der Diskrimination zwischen zwei Punkten überprüft. Bei Roser et al. fanden sich dabei zwei Patienten mit Gefühlsbeeinträchtigungen, die sich aber im Rahmen der Nachuntersuchungen nicht mehr bemerkbar machten (Roser et al. 1996).

In Gießen zeigten sich bei rund 70 Prozent der Fälle keine Sensibilitätsstörungen. Die im Gegensatz zum Ergebnis direkt postoperativ erhöhte Patientenzahl mit Sensibilitätsstörungen von 19 bestätigt die schon erwähnte schwierige Erfassung dieser neurologischen Beeinträchtigungen. Traumatisch entstandene Schäden können beispielsweise bei Komapatienten nicht vermerkt werden, andere Patienten erwähnen die Gefühlsstörungen

gar nicht oder bemerken sie erst, wenn sie schon stationär entlassen worden sind. Weiterhin ist ein Sensibilitätstest auch immer eine subjektive Empfindung für den Patienten. Dieses Empfinden im Rahmen einer Studie bestimmten Sensibilitätsgraden objektiv zuzuordnen ist für den Patienten sehr schwer. Letztlich können auch lückenhafte Aktenaufzeichnungen zu verfälschten Ergebnissen führen.

Die geringe Fallzahl von Anästhesien (n=1) dieser Studie lässt sich allerdings mit derer anderer schon erwähnter Studien vergleichen (Niederdelmann, Shetty 1987; Reinhart et al. 1996; Enislidis et al. 1996). Wie auch Wagener et al. eine Verbesserung bei seinem Patientengut hinsichtlich der Sensibilitätsstörungen feststellen konnte, so gaben auch hier viele Patienten vor allem mit leichten Sensibilitätsstörungen eine deutliche Besserung an (Wagener et al. 1996). Das Taubheitsgefühl habe sich oft zum „Kribbeln“ gewandelt. Ob die Sensibilitätsstörungen nun von dem Trauma, von dem operativen Eingriff oder, wie Roser et al. 1996 andeutete, von dem Hakenzug herrühren, kann hier nicht festgestellt werden.

Der weitere Verlauf der Patienten mit Gefühlbeeinträchtigungen sollte regelmäßig kontrolliert und weiter untersucht werden.

Auch wäre es interessant eine vergleichende Studie - wie von Assael bemängelt - zwischen verschiedenen operativen Osteosynthesystemen durchzuführen.

4.24. Nachuntersuchung – Stabilität

Der größte Vorteil einer rigiden Fixation sei die Stabilität propagierte Assael 1994 in seiner Abhandlung über Platten und Schrauben zur Fixation von Kieferwinkelfrakturen.

Ellis III. und Ghali fanden dazu in ihrem Patientenkollektiv von 1991 acht Patienten mit einer geringen Mobilität nach Zugschraubenosteosynthese. In einem dieser Fälle musste die Stabilität durch eine zusätzliche Kompressionsplatte hergestellt werden; alle anderen wurden mit Hilfe einer IMF weiterbehandelt.

Auch Klotch et al. berichteten in vier Fällen von Mikrobeweglichkeit zwischen den Fragmenten bei extremer manueller Belastung, aber alle Frakturen heilten komplikationslos aus (Klotch et al. 1994).

In Gießen zeigte sich bei den nachuntersuchten Patienten eine hundertprozentige Stabilität des Unterkiefers. Sollte es Mikrobeweglichkeiten intra- oder postoperativ gegeben haben, so waren diese vollkommen behoben und ausgeheilt. In den Krankenakten konnten keine Vermerke auf Instabilität gefunden werden, außer bei den Revisions – Patienten.

4.25. Nachuntersuchung – Okklusionsstörungen

Roser et al. führten klinische und röntgenologische Nachuntersuchungen bei ihren zugschraubenversorgten Patienten durch und fanden dabei unveränderte Okklusionsverhältnisse (Roser et al. 1996).

Enislidis et al. gaben zu bedenken, dass bei sechs ihrer sieben Patienten mit Okklusionsstörungen eine gleichzeitige operative oder konservative Therapie von einseitigen oder beidseitigen Collumfrakturen stattgefunden habe (Enislidis et al. 1996). Schon 1979 sah Kniggendorf, dass Beschwerden im Bereich des Kiefergelenk und Okklusionsstörungen im ipsilateralen Seitenzahnggebiet miteinander korrelieren.

In 24 Prozent der Fälle von Kerscher et al. traten bei doppelseitigen Gelenkfortsatzfrakturen und gleichzeitiger Corpusfraktur operationsbedingte Okklusionsstörungen auf (Kerscher et al. 1996). Okklusionsstörungen sind also vor allem dann zu erwarten, wenn das Kiefergelenk beteiligt ist, da schon minimalste Abweichungen die Harmonie des stomatognathen Systems stören können.

Ellis III. berichtete 1999 von sieben Patienten mit minimalen postoperativen Okklusionsstörungen, die unter Zuhilfenahme von drei- bis vierwöchiger elastischer IMF behoben werden konnten.

Auch in Gießen wurden elastische Gummizüge zur Korrektur der Okklusionseinstellung verwendet. Von den anfangs drei Patienten mit postoperativen Okklusionsstörungen fanden sich im Rahmen der Nachuntersuchung nur noch zwei.

Im Falle von Patienten mit herausnehmbaren Zahnersatz, bei denen eine Einstellung der richtigen Okklusion durch elastische Gummizüge nicht möglich ist, gestaltet sich die Korrektur relativ leicht. Es ist nur eine Neuanfertigung oder Korrektur des Zahnersatzes zu bewerkstelligen.

Es ist allerdings bei der geringen Zahl von Okklusionsstörungen im Rahmen der Studie anzumerken, dass sich eventuell viele der Patienten mit Problemen nicht zur Nachuntersuchung bereit erklärt haben könnten.

Allgemein gestaltet sich die Okklusionsbeurteilung der Patienten nach Frakturheilung als sehr schwierig, da keine Aufzeichnungen über die prätraumatische Okklusion vorliegen.

Okklusionsstörungen können verschiedene Ursachen haben. So kommen außer Kieferbrüchen mit Dislokationen unter anderem auch Falschstand der Zähne, Frühkontakte, zu hohe Füllungen oder andere Gleithindernisse in Frage. Hier haben wir keinen Vergleich, ob solche Störungen eventuell schon vorher vorgelegen haben.

4.26. Nachuntersuchung – Zahnverlust

Stoll et al. gaben 1983 einen erhöhten Zahnverlust nach Abschluss der eigentlichen Behandlung bei seinen konservativ versorgten Patienten an. Die Anzahl der nachträglich verlorenen Zähne nach operativer Therapie geht aus ihrer Studie leider nicht hervor. Es kann aber allerdings davon ausgegangen werden, dass bei operativer Therapie im Gegensatz zur konservativen Therapie fragwürdige Zähne bereits vorzeitig entfernt wurden.

Die Patienten der Giessener Nachuntersuchung hatten dagegen eine sehr gute Quote von nur zwei Fällen mit nachträglichem Zahnverlust.

Dabei wurde ein Zahn während einer Revisionsoperation aufgrund einer Pseudarthrose entfernt, der andere im Rahmen der Metallentfernung. Die Entfernung von im Bruchspalt belassenen Zähnen beim ersten Auftreten von Komplikationen wie einer Pseudarthrose befürwortete auch schon Austermann in seinem Buchkapitel über Frakturen des Gesichtsschädels (Austermann 2002).

Wie schon in einem vorherigen Kapitel erwähnt wurden während der Metallentfernung häufig retinierte dritte Molaren mit entfernt, die vorher belassen worden waren, um den Zustand einer Defektfraktur zu vermeiden. Aus diesem Grund beließen auch Wagener et al. die dritten Molaren bei einer Versorgung mit Zugschrauben im Bruchspalt (Wagener et al. 1996). Es ist durchaus vorstellbar, dass sich in dem oben erwähnten Fall ebenso um eine Weisheitszahnosteotomie im Rahmen der operativen Entfernung des Osteosynthesematerials handelte.

4.27. Nachuntersuchung – Vitalität und Sondierungstiefen

Ellis III. und Ghali berichteten von einem Patienten mit einem devitalen terminalen Molaren, der extrahiert werden musste (Ellis III, Ghali 1991).

68 Prozent devitale im Bruchspalt stehende Zähne fanden Kamboozia und Punnia-Moorthy nach Behandlung mit Kompressionsplatten, nach Fixation mit Achterligaturen wurden nur 41 Prozent devitale Zähne gefunden. Bei den Nachbarzähnen der im Frakturspalt befindlichen Zähne stellten sie einen Anteil von 71 Prozent in der Gruppe der chirurgisch versorgten Patienten als devital fest, in der Gruppe der konservativ versorgten Patienten fanden sich 14 Prozent devitale Zähne (Kamboozia, Punnia-Moorthy 1993).

Berg und Pape berichteten von 22 Prozent devitale Zähne in einer Nachuntersuchung (Berg, Pape 1992).

Larsen und Nielsen konnten in ihrer Nachuntersuchung bei 23 Prozent der im Bruchspalt belassenen Zähne Devitalität feststellen und bei weiteren 17 Prozent apikale Aufhellungen (Larsen, Nielsen 1976).

Ähnliche Werte wurden mit 23,8 Prozent devitalen Zähnen auch in der hier vorliegenden Studie gefunden, allerdings wies ein großer Teil durch frühere endodontische Behandlungen Devitalität auf. Nur 6,3 Prozent der Patienten hatten devitale Zähne, die keine Vorbehandlung erfahren hatten und deren Ursache in dem vorangegangenen Trauma oder dem operativen Eingriff zu suchen ist. Eine Gefährdung der Zähne durch die Insertion der Osteosynthese, wie Kamboozia und Punnia-Moorthy in ihrer Studie über die Kompressionsplatten berichteten, ist bei Verwendung mit Zugschrauben weniger zu erwarten, auch wenn Assael die Möglichkeit einer Verletzung von Nerven oder Zähnen als eine Schwierigkeit beim Einbringen der Zugschraube in den Unterkiefer ansieht (Kamboozia, Punnia-Moorthy 1993; Assael 1994). Bei der Auswertung der gemessenen Sondierungstiefen der bruchspaltnahen Zähne zeigten fünf Patienten pathologische Werte, bei denen allerdings auch schon präoperativ eine lokalisierte oder generalisierte Parodontitis diagnostiziert worden war. Entgegen den Befürchtungen von einigen Autoren, dass es bei der Verwendung von direkten Drahtbogen – Kunststoff – Schienen häufig zur Entstehung von Parodontalschäden kommen könnte, konnte in Gießen keine Korrelation der nachuntersuchten Parodontitisfälle mit einer präoperativen direkten Schienung bzw. intermaxillären Fixation festgestellt werden, da 84,1 Prozent der Patienten keine erhöhten Werte aufwiesen und nur drei der fünf Parodontitispatienten eine präoperative Schienung erhalten hatten (Metz 1966; Schuchardt 1956; Schuchardt et al. 1961).

4.28. Bildgebende Nachuntersuchung

Reinhart et al. berichteten in ihrer röntgenologischen Nachuntersuchung von OPG und p.-a.-Aufnahme nach Clementschitsch 10,1 Prozent der Fälle nach operativer und 18,6 Prozent der Fälle nach konservativer Therapie mit Veränderungen im Bereich des ehemaligen Frakturspalts gefunden zu haben. Es seien teilweise noch erkennbare Frakturspalten,

Stufenbildungen, Transluzenzen, Sklerosierungen und wolkig strukturierte Veränderungen erkennbar gewesen (Reinhart et al. 1996).

Forrest beschrieb nur einen Fall, bei dem eine röntgenologische Kontrolle erfolgte, weil ein Bohrer intraoperativ abgebrochen und in situ belassen worden war. Dabei kam es zu keinen radiologischen Auffälligkeiten (Forrest 1999).

In der hier vorliegenden Studie wurden nur bei entsprechender Indikation Röntgenbilder angefertigt. Dies war in vier Fällen der Fall aufgrund von devitalen Zähnen und Beschwerden. Dabei zeigten sich an vier Zähnen apikale Osteolysen, wobei nicht genau zu sagen war, ob diese als Spätfolgen des Traumas zu werten sind (Abbildung 65, 66).



Abbildung 65 und 66: Kieferwinkelfraktur mit Zugschraube versorgt (65=linkes Bild) und mit apikalen Osteolysen (66=rechtes Bild)

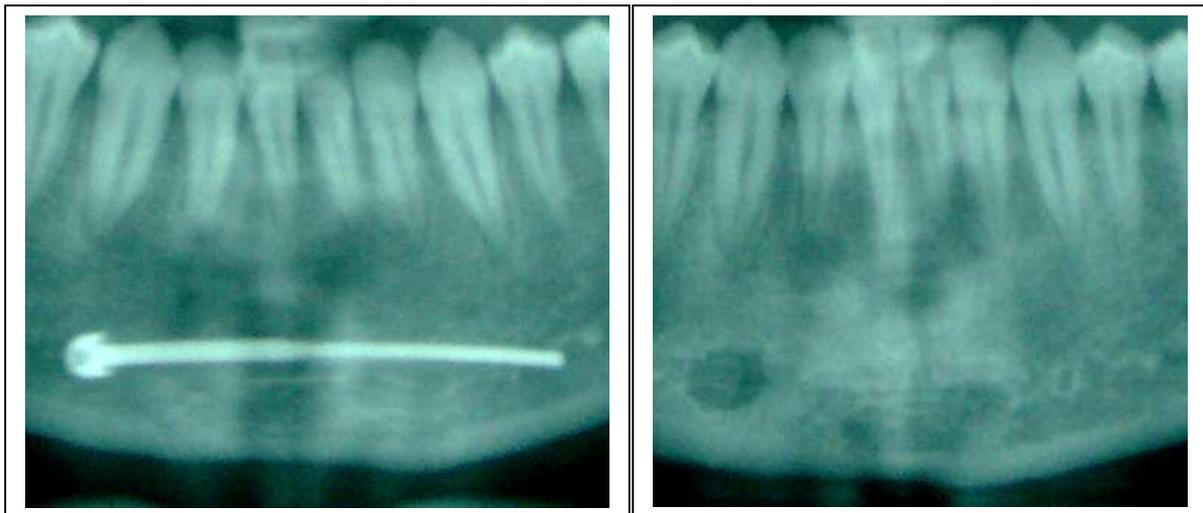


Abbildung 67 und 68: Mediane Fraktur vor Metallentfernung (67=linkes Bild) und danach mit Osteolyse (68=rechtes Bild).

In einem Fall war nach Metallentfernung eine Osteolyse in dem Bereich sichtbar, in dem vorher der Zugschraubenkopf gelegen hatte (Abbildung 67, 68). Die Patientin litt aber nicht an Schmerzen und wurde zur weiteren Kontrolle in einem halben Jahr erneut einbestellt.

Bei einem anderen Patienten konnte eine deutliche Abknickung des Kiefergelenks mit exostotischen Veränderungen festgestellt werden. Der Patient hatte zudem in diesem Bereich Beschwerden, die weiter behandelt werden sollten (Abbildung 69, 70).

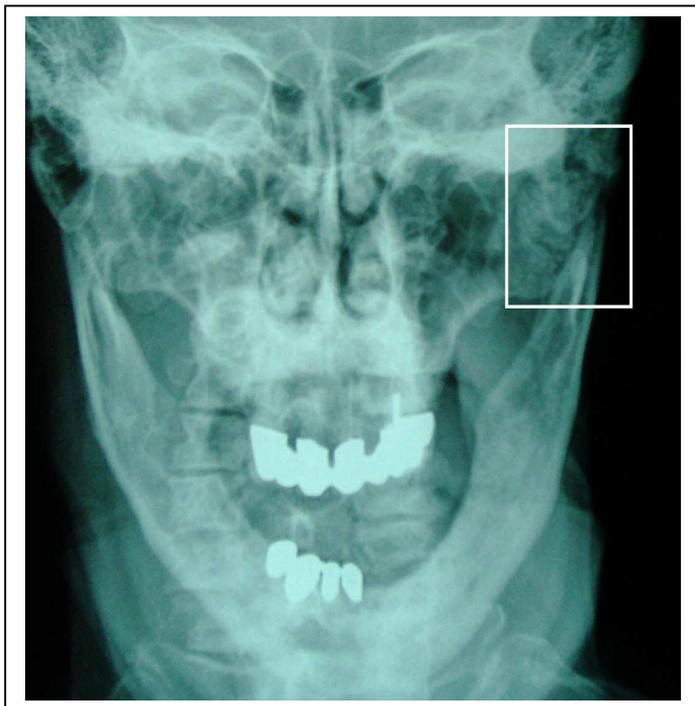


Abbildung 69: Patient mit Abknickung des Kiefergelenks bei Nachuntersuchung



Abbildung 70: Ausschnitt weißes Rechteck aus Abbildung 69

4.29. Schlussbetrachtung

Viele Faktoren beeinflussen die Heilungschancen einer Unterkieferfraktur. Zum einen wäre da die Mitarbeit des Patienten, sein Allgemeinzustand sowie seine intraorale Situation, zum anderen das Können und die Erfahrung des Operateurs (Weingart, Joos 1996). Diese komplexe Problematik erfordert eine differenzierte Indikationsstellung abhängig von den individuellen Erfordernissen.

Die Zugschraubenosteosynthese hat einige positive Aspekte vorzuweisen, die sie für viele Frakturen interessant erscheinen lässt. Von der Technik her ein

Kompressionsosteosynthesystem soll die Zugschraube das gleiche bewirken wie eine funktionsstabile Platte. Dabei sind einige Vorteile gegenüber anderen Systemen zu nennen wie die minimalinvasive Technik, die geringe Deperiostierung, die Möglichkeit der primären Knochenheilung durch bessere Stabilität, das Entfallen der Anpassung an die Knochenform, die kurze OP – Dauer und die geringe Palpierbarkeit des Materials. Die Zugschraube hat sich als ideal in der Anwendung bei Schrägfrakturen erwiesen. Sie ist vor allem auch als gute Möglichkeit zur Versorgung von Symphysenfrakturen (medianen Frakturen) zu sehen, wobei hier die Gefahr der Dislokation an der Innenkortikalis nicht außer Acht zu lassen ist.

Neben den schon erwähnten Vorteilen beschreiben auch viele Autoren Einsparungen von Material bei der Zugschraubenosteosynthese und die damit einhergehende Kostenreduktion (Roser et al. 1996; Ellis, Ghali 1991; Forrest 1999; Niederdellmann, Shetty 1986; Wagener et al. 1996; Zachariades et al. 1996; Farris et al. 1992; Ellis III. 1996; Ellis III. 1997; Klotch et al. 1994).

Die relativ leicht anzuwendende Technik kann außerdem – einmal richtig erlernt – zu erheblichen Zeiteinsparungen führen (Moritz et al. 1994; Krenkel 1992; Zachariades et al. 1996).

Allerdings ist die Zugschraubenosteosynthese technisch anspruchsvoll und erlaubt dem Operateur nur eine Chance. Ein erfahrener Operateur mit entsprechendem Können und Training ist dabei vonnöten sowie eine strikte Indikationsstellung, sonst kann auch dieses System zu Misserfolgen führen (Bührmann et al. 1991; Assael 1994; Forrest 1999).

Als Kontraindikationen für die Anwendung des Zugschraubensystems gelten allgemein Frakturen bei denen die Kontinuität der Kortikalis zuerstört ist (Ellis, Ghali 1991; Niederdellmann, Marmulla 2000; Forrest 1999). Daher waren Trümmer- und Defektfrakturen in dieser Studie von vorneherein schon ausgeschlossen worden. Niederdellmann et al. beschrieben allerdings schon 1976 die Nützlichkeit von Zugschrauben bei Trümmerfrakturen als Unterstützung für eine Plattenosteosynthese (Niederdellmann et al. 1976). Einige Autoren sehen die Zugschraube im Nachteil bei hochgradig atrophierten Unterkiefern, einem ungünstigen Frakturverlauf oder einem zu entfernenden Weißheitszahn im Bruchspalt. Frakturen im Wachstumsalter stellen von jeher eine Kontraindikation für Osteosynthesysteme dar (Niederdellmann, Marmulla 2000, Forrest 1999). Ob die Zugschraube für Frakturen des Kiefergelenks geeignet ist, sollte in einer vergleichenden Studie noch eingehender untersucht werden. Verschiedene Modifizierungen sind hinsichtlich der Collumfrakturen schon entwickelt worden (Krenkel 1992; Hibi et al. 1997).

Eine deutliche Weiterentwicklung wird von einigen Autoren in Bezug auf die Materialtechnik beschrieben. Das immer noch hauptsächlich eingesetzte Osteosynthesematerial Titan, welches einen Zweiteingriff notwendig macht, konnte in den letzten Jahren erfolgreich durch resorbierbare Materialien wie Polydioxanon (PDS) ersetzt werden (Nehse, Maerker 1996; Dumbach 1984; Niederdellmann, Marmulla 2000). Das als sehr biokompatibel geltende Titan wurde zunehmend kritisch betrachtet nach den Studien von Hillmann et al. 1991, Onodera et al. 1993 und Schliephake et al. 1993, die eine Lösung des Titans im Organismus und Speicherung in Lymphknoten und anderen Organen beobachten konnten. Allerdings wurde die Biokompatibilität der resorbierbaren Materialien noch nicht ausreichend lange untersucht, um einen Vergleich ziehen zu können. In Bezug auf Festigkeit und Stabilität sind sie dem Titan allem Anschein nach noch unterlegen (Dumbach 1984).

Interessant scheint ebenso der Ansatz von Nehse und Maerker über die theoretisch ideale Lösung durch die Verwendung von autologen Knochenstiften und den gänzlichen Verzicht auf Fremdmaterialien (Nehse, Maerker 1996).

Die Zugschrauben kommen ursprünglich aus der Extremitätenchirurgie und finden auch in anderen Frakturen des menschlichen Körpers Anwendung.

Bührmann et al. beschrieben dazu 1991 die Versorgung durch Zugschrauben bei Mittelgesichtsfrakturen, konnten allerdings keine Vorteile gegenüber der Fixation mit Miniplatten feststellen (Bührmann et al. 1991).

Tornetta III. und Creevy bezeichneten das Zugschraubensystem als sicher und effektiv in Bezug auf Frakturen der Fibula (Tornetta III., Creevy 2001).

Olsson et al. erwähnten 2000 die Anwendung von Zugschrauben im Zusammenhang mit Femurbrüchen und Watanabe et al. bewerteten 2002 die Zugschraubenosteosynthese als eine gute Prozedur zur Versorgung einer Fraktur des Femur (Olsson et al. 2000; Watanabe et al. 2002).

Zusammenfassend lässt sich sagen, die Zugschraube stellt kein Dogma dar, ist aber eine gute erste Option bei entsprechender Indikation. Sie hat sich schon in anderen Regionen als Osteosynthesystem mit Erfolg bewährt und auch für Frakturen des Unterkiefers ist die Zugschraube heute nicht mehr wegzudenken.

5. Zusammenfassung

5.1. Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, die Anwendbarkeit der Salzburger Zugschraube bei einer vorliegenden einfachen Unterkieferfraktur darzustellen, sowie Vor- und Nachteile, Kontraindikationen, Komplikationen und die hieraus resultierenden Konsequenzen aufzuzeigen. Trümmer- und Defektfrakturen wurden dabei nicht berücksichtigt.

Das Prinzip der Zugschraube beruht auf axialer Kompression. Diese wird dadurch erreicht, dass die Schraube durch das schraubenkopfnahes Fragment gleitet (Gleitloch) und nur das schraubenkopferne Fragment erfasst (Gewindeloch). Die dabei zusätzlich verwendete bikonkave Unterlegscheibe verhindert Knochenabsprengungen durch den konischen Schraubenkopf und nutzt die splittenden Kräfte zur zusätzlichen Kompression. Das Patientengut dieser retrospektiven Erhebung bestand aus 107 Patienten mit 125 Frakturen, die ausschließlich mit Zugschrauben und bikonkaven Unterlegscheiben versorgt worden waren. Sie wurden in dem Zeitraum vom 20.07.1998 bis zum 01.08.2002 in der Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie der Universität Gießen erfasst. Als Erfassungsgrundlage dienten die ambulanten und stationären Krankenunterlagen und die dazugehörigen Röntgenbilder. Zu einer Nachuntersuchung kam es bei 63 Patienten. Die Erfassung sämtlicher Daten erfolgte nominal auf einem speziell entwickelten Erhebungsbogen mit Hilfe des Softwareprogramms Excel von Microsoft. Die Analyse und statistische Auswertung wurde anhand sogenannter Feldfunktionen in demselben Programm vorgenommen. Es handelte sich um rein deskriptive Werte.

Es zeigte sich, dass die Anzahl der männlichen Patienten im Gegensatz zu den weiblichen um den Faktor 3,3 überwog. Die häufigsten Frakturen fanden sich mit 39,3 Prozent im 20 – 29 jährigen Bereich. 55 Prozent der Patienten wiesen Zweifachfrakturen auf. Die Lokalisationen der Frakturen waren überwiegend im paramedianen (27 %) und im Collumbereich (29 %) zu finden, in Kombination miteinander überwogen mit 17 Personen die paramedianen und Kieferwinkelfrakturen. Atrophien des Unterkiefers wiesen sieben Patienten auf. Es wurden 64 Prozent Schrägfrakturen mit Zugschrauben behandelt, nur 31 Prozent Querfrakturen und 5 Prozent Dreiecksbruchstücke. 93 Patienten wurden innerhalb der ersten drei Tage operativ versorgt, dies entsprach 86,9 Prozent. Ebenso erhielten 87 Prozent der Patienten präoperativ

eine intermaxilläre Schienung. Die Therapie mit Zugschrauben erfolgte am häufigsten in der paramedianen (40,8 %) und Corpusregion (20,8 %). Auch waren die Symphysen- und Kieferwinkelfrakturen mit 11,2 und 18,4 Prozent oft vertreten. Bei allen zugschraubenbehandelten Frakturen wurden im Schnitt 1,58 Zugschrauben verwendet, wobei im Bereich des Collums mit 1,18 und des Kieferwinkels mit 1,35 dieser Wert deutlich unterschritten wurde. Der Zugschraubenzugang erfolgte zu 60 Prozent von intraoral. Die Komplikationen verteilten sich wie folgt: Es konnten 32mal intra- oder postoperative Komplikationen festgestellt werden. Dabei fielen 40,6 Prozent auf die Sensibilitätsstörungen im Versorgungsgebiet des Nervus alveolaris inferior. In sechs Fällen wurde eine Revision aufgrund von Instabilität der Fragmente notwendig, in einem Fall bedingt durch eine Pseudarthrose. Nach notwendiger Zahnentfernung aus dem Bruchspalt kam es in 15 Prozent, nach Extraktion nicht erhaltungswürdiger Zähne in Nähe des Bruchspaltes in 16,7 Prozent zu Komplikationen. Die Symphysenfrakturen hatten das geringste Komplikationsaufkommen mit 2,4 Prozent. Weiterhin wurden Komplikationen wie Dislokationen, Infektionen, Okklusionsstörungen und Bohrerbrüche erfasst. In drei Fällen entschied man sich intraoperativ für ein anderes Osteosynthesystem statt für die geplante Zugschraube, da eine Stabilität der Fragmente nicht erreicht werden konnte. Es zeigte sich, dass Patienten mit atrophiertem Unterkiefer (57,14 %) und ohne Abstützung (36,36 %) anfälliger für postoperative Komplikationen waren, als Patienten ohne Atrophie (12 %) und der Eichner Stützonenklasse A mit Kontakten in allen vier Stützonen (9,52 %). Eine sofortige Mobilisierung des Unterkiefers nach Zugschraubenosteosynthese konnte in 76,6 Prozent erreicht werden. Während der Nachuntersuchung konnten motorische Einschränkungen bei 3 Patienten festgestellt werden, Sensibilitätsverluste bei 19 Patienten.

Die Behandlung einer Unterkieferfraktur mit Zugschrauben unterliegt vielen Faktoren, welche die Heilung beeinflussen können. Als entscheidende Faktoren sind zum einen der Allgemeinzustand des Patienten und seine intraorale Situation zu nennen, zum anderen das Können und die Erfahrung des Operateurs und die richtige Indikationsstellung. Als besonders günstig stellten sich Schrägfrakturen sowie Kieferwinkel- und Symphysen- bzw. paramediane Frakturen heraus. Vorteile bietet das Zugschrauben - System vor allem durch die minimalinvasive Technik, die geringe Deperiostierung sowie die kurze OP-Dauer, die sofortige Mobilisierbarkeit des Unterkiefers ohne intermaxilläre Fixation und die Möglichkeit der primären Knochenheilung. Das Anpassen des Osteosynthesematerials an die Knochenoberfläche entfällt. Weiterhin ist die Nutzung eines intraoralen Zugangs möglich,

durch den keine die Ästhetik beeinflussende Narbenbildung entsteht. Die Zugschraubenosteosynthese bedeutet eine Einsparung an Material und eine damit einhergehende Kostenreduktion, aber auch entsprechendes Können und Training für den Operateur. Als Kontraindikationen für die Anwendung von Zugschrauben sind Trümmer- und Defektfrakturen sowie Frakturen im Wachstumsalter zu sehen. Bei der Behandlung von hochgradig atrophierten Kiefern ist von Fall zu Fall abzuwägen, ob der Vorteil der funktionsstabilen Platte dem Vorteil der geringen Morbidität der Zugschraube aufgrund ihrer minimalinvasiven Technik - gerade bei älteren Menschen - überwiegt. Die Indikation der Zugschraubenosteosynthese bei Frakturen des Collums erscheint jedoch fraglich, da es in der vorliegenden Studie in 45,5 Prozent der Collumfrakturen zu Komplikationen gekommen war. Wegen der grazilen Anatomie des Kiefergelenkbereiches und der schwer zugänglichen Lage sind hinsichtlich der Collumfrakturen schon verschiedene Modifizierungen der Zugschraube entwickelt worden. Sie bedürfen allerdings noch weiteren Untersuchungen.

5.2. Abstract

The present study aimed at demonstrating the applicability of the Salzburg lag screw in an existing simple fracture of the lower jaw as well as showing advantages and disadvantages, contraindications, complications and the resulting consequences. Comminuted and resecting fractures have not been taken into account in this study.

The principle of the lag screw is based on axial compression. This compression is reached by the screw gliding through the fragment located near the screw head (gliding hole) and only seizing the fragment distant from the screw head (threaded hole). The additionally used biconcave washer prevents the bone from splintering off through the conical screw head and uses the splitting forces for additional compression. The case material for this retrospective survey comprised 107 patients with 125 fractures that have been treated exclusively using traction screws and biconcave washers. They have been collected during the period from 20 July 1998 to 1 August 2002 in the oral, jaw and facial surgery of the University of Gießen. basis of collection were the out-patient and in-patient medical files and the associated x-ray pictures. 63 patients had a follow-up examination. The collection of all data was performed nominally on a data entry form specially created for this purpose by means of the software

program Microsoft Excel. Analysis and statistical evaluation were accomplished in the same program using so-called field codes. They are purely descriptive values.

It turned out that the number of male patients exceeded the number of female patients by the factor 3.3. The most frequent fractures were found with 39.3 per cent in the range of 20 – 29 years. 55 per cent of the patients had double fractures. The localisations of the fractures were mainly found in the paramedian area (27 %) and in the area of the collum (29 %), in combinations, the paramedian fractures and the fractures of the jaw angle were predominant with 17 persons. Seven patients had atrophies of the lower jaw. 64 per cent oblique fractures were treated using traction screws, there were only 31 per cent transverse fractures and 5 per cent triangular fracture fragments. 93 patients had a surgical intervention within the first three days, corresponding to 86.9 per cent. 87 per cent of the patients had an intermaxillary splinting before the operation. The therapy using traction screws was performed most frequently in the paramedian area (40.8 %) and the area of the corpus (20.8 %). Fractures of the symphysis and the jaw angle were present often as well with 11.2 and 18.4 per cent respectively. 1.58 traction screws on average were used in all fractures treated using traction screws, this value being clearly undercut in the area of the collum and of the jaw angle with 1.18 and 1.35 respectively. The access for the traction screw was intraoral in 60 per cent. The complications can be broken down as follows: intra- or post-operative complications occurred in 32 cases. 40.6 per cent of them were disturbed sensations in the distribution area of the inferior alveolar nerve. In six cases, a revision became necessary on account of the instability of the fragments, in one case due to pseudarthrosis. After necessary removal of the tooth from the fracture cleft, there were complications in 15 per cent, after extraction of teeth not worthy of preservation near the fracture cleft in 16.7 per cent. The fractures of the symphysis had the lowest incidence of complications with 2.4 per cent. Besides, complications such as dislocations, infections, occlusion disorders and breaking of burrs were recorded. In three cases, another osteosynthesis system was opted for during the surgery instead of the planned traction screw since a stability of the fragments could not be reached. It turned out that patients with atrophied lower jaw (57.14 %) and without support (36.36 %) were more prone to post-operative complications than patients without atrophy (12 %) and with class A according to Eichner with contacts in all four supporting zones (9.52 %). An immediate mobilisation of the lower jaw after osteosynthesis using traction screws was achieved in 76.6 per cent of the cases. A follow-up examination showed motoric restrictions in 3 patients, loss of sensation in 19 patients.

The treatment of a fracture of the lower jaw using traction screws is subject to a large number of factors that may influence the recovery. Decisive factors are the general state of the patient and his or her intraoral situation on the one hand and the skills and the experience of the operating surgeon and the correct indication on the other hand. Oblique fractures as well as fractures of the jaw angle and the symphysis and paramedian fractures showed to be particularly favourable. The traction screw system offers the advantages of minimally invasive technique, small periostomy as well as short duration of surgery, the possibility of immediate mobilisation of the lower jaw without intermaxillary fixation and the possibility of primary healing of the bone. The osteosynthesis material does not need to be adapted to the surface of the bone. In addition, it is possible to use an intraoral access not creating any scarring influencing aesthetics. Osteosynthesis using traction screws involves a saving of material and thus a reduction of costs, but also adequate skills and training for the operating surgeon. Comminuted and resecting fractures as well as fractures in adolescence have to be considered to be contraindications for the use of traction screws. When treating jaws atrophied to a high degree, it has to be considered carefully in each individual case whether the advantage of stable function of a plate outweighs the advantage of low morbidity of the traction screw on account of its minimally invasive technique – in particular in elderly patients.

The indication of osteosynthesis using traction screws for fractures of the collum, however, seems to be doubtful since 45.5 per cent of the collum fractures developed complications in the present study. On account of the delicate anatomy of the area of the temporo-mandibular joint and the difficult access, various modifications of the tension screw have been developed for collum fractures, but further studies are still necessary.

6. Literaturverzeichnis

1. Allmen G von:
Unterkieferfrakturen. Statistische Untersuchungen an der Berner Universitätsklinik für Kiefer- und Gesichtschirurgie (1963 – 1968).
SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd. 1971; 81: 719-31
2. Asadi SG, Asadi Z:
Site of the mandible prone to trauma: a two year retrospective study.
Int Dent J. 1996 Jun, 46 (3): 171-3
3. Assael LA :
Results of rigid internal fixation of mandibular fractures performed as a laboratory exercise.
J Oral Maxillofac Surg. 1991; 47:1150
4. Assael LA:
Evaluation of rigid internal fixation of mandible fractures performed in the teaching laboratory.
J Oral Maxillofac Surg. 1993; 51: 1315-9
5. Assael LA:
Treatment of mandibular angle fractures: plate and screw fixation.
J Oral Maxillofac Surg. 1994 Jul; 52 (7): 757-61
6. Assael LA:
Discussion on “Results of treatment of fractures of the atrophic edentulous mandible by compression plating” by Luhr et al.1996.
J Oral Maxillofac Surg. 1996; 54: 254-5
7. Atac M:
Nachuntersuchungsergebnisse der unilateralen Kiefergelenksfrakturen der Züricher Klinik.
Med Diss. Zürich, 1978
8. Austermann KH:
Frakturen des Gesichtsschädels.
In: Schwenzer/Ehrenfeld: Zahn Mund Kieferheilk Bd. 2: Spez Chir.
Thieme 2002; Seite 275-366
9. Austermann KH, Lisiak O:
Untersuchungen zur Biomechanik von Kiefergelenkbrüchen.
In: Schuchardt, Schwenzer: Fortschr Kiefer Gesichtschir.
Thieme, Stuttgart 1980; Band 25: 63-6
10. Becker R:
Die Abhängigkeit der Spätergebnisse von der Verletzungsart und der Behandlung, untersucht an 318 Fällen von Verletzungen des Gesichtsschädels.
In: Schuchardt : Fortschr Kiefer Gesichtschir.
Thieme, Stuttgart 1967; Band 12 : 225-31
11. Becker R, Machtens E:
Druckplattenosteosynthese zur Frakturbehandlung und bei orthopädisch-chirurgischen Maßnahmen am Gesichtsschädel.
Osteo News Schweiz. 1973

12. Berg S, Pape HD:
Teeth in the fracture line.
Int J Oral Maxillofac Surg. 1992; 21: 145-46
13. Blinder D, Taicher S, Hashomer T:
Management of triangular fragments of the inferior border of the mandible.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1995 Oct; 80 (4): 398-400
14. Bochlogyros PN:
A retrospective study of 1,521 mandibular fractures.
J Oral Maxillofac Surg. 1985; 43: 597-9
15. Boole JR, Holtel M, Amoroso P, Yore M:
5196 mandible fractures among 4381 active duty army soldiers, 1980 to 1998.
Laryngoscope. 2001 Oct; 111 (10): 1691-6
16. Bos RRM, Rozema FR, Boering G, Leenslag JW, Verwey AB, Pennings AJ:
Bioabsorbierbare Osteosyntheseplatten und -schrauben aus Poly-L-lactid zur Fixierung von Jochbeinfrakturen.
Dtsch Z Mund Kiefer Gesichts Chir. 1989; 13: 422-424
17. Bradley JC:
Age changes in the vascular supply of the mandible.
Br Dent J. 1972; 132: 142-44
18. Bradley JC:
A radiological investigation into the age changes of the inferior dental artery.
Br J Oral Surg. 1975; 13: 82-90
19. Brons R, Boering G:
Fractures of the mandibular body treated by stable internal fixation: A preliminary report.
J Oral Surg. 1970; 28: 407
20. Brook JM, Wood N:
Aetiology and incidence of facial fractures in adults.
Int J Oral Surg. 1983 ; 12 : 293-8
21. Bruce RA, Ellis E:
The second chalmers J Lyons Academy Study of fractures of the edentulous mandible.
J Oral Maxillofac Surg. 1993; 51: 904-911
22. Bruce RA, Strachan DS:
Fractures of the edentulous mandible: The Chalmers J Lyons Academy Study.
J Oral Surg. 1976; 34: 973-979
23. Büniger B:
Ursachen, Häufigkeit und Lokalisation von Gesichtsschädelfrakturen.
Dtsch Z Mund Kiefer Gesichts Chir. 1980; 4: 27-30
24. Bührmann K, Lachner J, Hoffmann A, Niederdellmann H:
Miniplate osteosynthesis versus lag screw osteosynthesis in the management of midfacial fractures.
Fortschr Kiefer Gesichtschir. 1991; 36: 68-70

25. Cawood JI, Howell RA:
Reconstructive preprosthetic surgery. I. Anatomical considerations.
Int J Maxillofac Surg. 1991; 20: 75
26. Champy M, Loddé JP, Schmitt R, Jaeger JH, Muster D:
Mandibular osteosynthesis by miniature screwed plates via a buccal approach;
J Maxillofac Surg. 1987; 6: 14-21
27. Champy M, Wilk A, Schnebelen JM:
Die Behandlung der Mandibularfrakturen mittels Osteosynthese ohne intermaxilläre
Ruhigstellung nach der Technik von F.X.Michelet;
Zahn Mund Kieferheilk Zentralbl. 1975; 63: 339-41
28. Chu L, Gussack GS, Muller T:
A treatment protocol for mandible fractures.
J Trauma; 1994 Jan. 36 (1): 48-52
29. Converse JM, Waknitz FM:
External skeletal fixation in fracture of the mandibular angle.
J Bone Joint Surg. 1942; 24: 154
30. Cope MR:
Spontaneous fracture of an atrophic edentulous mandible treated without fixation.
British J Oral Surg. 1982; 20; 22-30
31. Dingman R, Natvig P:
Reduced mandibular motion due to osteochondroma of the coronoid process of the mandible.
Am J Surg. 1957 Dec;94(6):907-10.
32. Dodson TB, Perrott DH, Kaban LB, Gordon NC:
Fixation of mandibular fractures: A comparative analysis of rigid internal fixation and
standard fixation techniques.
J oral maxillofac Surg. 1990; 48: 362-6
33. Dumbach J:
Traction screw osteosynthesis after ramus osteotomy with resorbable osteosynthesis screws of
polydioxanone (PDS) –initial results.
Dtsch Z Mund Kiefer Gesichts Chir. 1984 Mar-Apr; 8 (2):145-8
34. Eckelt U:
Zugschraubenosteosynthese bei Unterkiefergelenkfortsatzfrakturen.
Dtsch Z Mund Kiefer Gesichts Chir. 1991; 15: 51-7
35. Eckelt U:
Fractures of the mandibular condyle.
Mund Kiefer Gesichts Chir. 2000 May; 4 Suppl 1: 110-7
36. Eckelt U, Hlawitschka M:
Clinical and radiological evaluation following surgical treatment of condylar neck fractures
with lag screws.
J Cranio Maxillofac Surg. 1999; 27: 235-42
37. Ehrenfeld M, Schwenger N:
Die temporäre Fixierung von Prothesen und Verbandplatten mit Osteosyntheseschrauben.
Dtsch Z Mund Kiefer Gesichts Chir. 1985; 9: 251-3

38. Eiche H, Selle G:
Zur Problematik des Zahnes am Bruchspalt. Eine retrospektive Untersuchung.
Dtsch Zahnärztl Z. 1983; 38: 352-4
39. Eichner K:
Über eine Gruppeneinteilung der Lückengebisse für die Prothetik.
Dtsch Zahnärztl Z. 1955; 10: 1831
40. Ellis E 3rd:
Treatment methods for fractures of the mandibular angle.
Int J Oral Maxillofac Surg. 1999 Aug;28(4):243-52. Review
41. Ellis E 3rd:
Lag screw fixation of mandibular fractures.
J Craniomaxillofac Trauma. 1997 Spring;3(1):16-26.
42. Ellis E 3rd:
Use of lag screws for fractures of the mandibular body.
J Oral Maxillofac Surg. 1996; 54: 1314-1316
43. Ellis E 3rd, Ghali GE:
Lag screw fixation of anterior mandibular fractures.
J Oral Maxillofac Surg. 1991 Jan; 49 (1): 13-21; discussion 21-2
44. Ellis E 3rd, Ghali GE:
Lag screw fixation of mandibular angle fractures.
J Oral Maxillofac Surg. 1991 Jan; 49 (3): 234-43
45. Ellis E 3rd, Moos KF, El- Attar A:
Ten years of mandibular fractures: an analysis of 2,137 cases.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1985 Feb.; 59 (2): 120-9
46. Enislidis G, Glaser C, Pichorner S, Kunz S, Finger R, Wild K, Ploder O, Eglmeier R, Millesi W:
Experiences and results in management of mandibular fractures with the modified Krenkel lag screw –a retrospective study.
Fortschr Kiefer Gesichts Chir. 1996; 41: 96-9
47. Esser NC:
Katamnestiche Untersuchung von Unterkieferfrakturen in den Jahren 1993 bis 1997.
Med Diss. Duisburg/ Homberg 2003
48. Eulert S:
Die Behandlung von Gelenkfortsatzfrakturen des Unterkiefers unter besonderer Berücksichtigung der Würzburger Zugschrauben – Platte.
Med Diss. Würzburg 2002
49. Eyrich GK, Gratz KW, Sailer HF:
Surgical treatment of fractures of the edentulous mandible.
J Oral Maxillofac Surg. 1997 Oct; 55(10): 1081-7; discussion 1087-8.
50. Farris PE, Dierks EJ:
Single oblique lag screw fixation of mandibular angle fractures.
Laryngoscope. 1992 Sep; 102 (9): 1070-2

51. Feneis H:
Anatomisches Bildwörterbuch der internationalen Nomenklatur.
Georg Thieme Verlag; Stuttgart, New York; 1993; 2. Aufl.
52. Forrest CR:
Application of minimal-access techniques in lag screw fixation of fractures of the anterior mandible.
Plast Reconstr Surg. 1999 Dec; 104 (7) : 2127-34
53. Freidl S, Bremerich A, Gellrich NC:
Unterkieferfrakturen, Eine epidemiologische Studie anhand eines 10-jährigen Kollektivs.
Acta Stomatol Belg. 1996; 93 (1): 5-11
54. Fridrich KL, Pena-Valesco G, Olson RA:
Changing trends with mandibular fractures: a review of 1.067 cases.
J Oral Maxillofac Surg. 1992 Jun; 50 (6): 586-9
55. Griffiths H, Townend J:
Anesthesia of the inferior alveolar and lingual nerves as a complication of a fractured condylar process.
J Oral Maxillofac Surg. 1999 Jan;57(1):77-9.
56. Guerrissi JO:
Fractures of mandible: is spontaneous healing possible? Why? When?
J Craniofac Surg. 2001 Mar;12(2):157-66.
57. Güven O:
Fractures of the maxillofacial region in children.
J Cranio Max Fac Surg. 1992; 20: 244-7
58. Hachem AN, Hierl T, Schmidt S, Hemprich A:
Comparison of miniplate and lag screw osteosynthesis in treatment of collum fractures.
Fortschr Kiefer Gesichtschir. 1996; 41: 131-3
59. Hardt N, von Arx T:
Mandibular fractures in childhood. Their incidence, classification and the therapeutic concept.
SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd. 1989; 99 (7): 808-20
60. Hary M, Kriens O:
Gelenkfortsatzbrüche des Unterkiefers.
Dtsch Zahnärztl Z. 1972; 27 (8): 674-8
61. Haug RH, Schwimmer A:
Fibrous union of the mandible: A review of 27 patients.
J Oral. Maxillofac Surg. 1994; 52: 832-9
62. Hausamen JE:
Verletzungen des Kiefergelenks.
Zahnärztl Prax. 1982; 10: 432-9
63. Heidsieck C:
Betrachtungen zum Wandel der Frakturbehandlung des Unterkiefers in den letzten drei Jahrzehnten.
Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir. 1983; 7: 329-38

64. Hibi H, Sawaki Y, Ueda M:
Modified osteosynthesis for condylar neck fractures in atrophic mandibles.
Int J Oral Maxillofac Surg. 1997 Oct; 26 (5): 348-50
65. Hillmann G, Donath K:
Licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen zur Biostabilität dentaler
Titanimplantate.
Z Zahnärztl Implant. 1991; 7: 170
66. Horch HH, Herzog M:
Traumatologie des Gesichtsschädels.
In: Horch, HH.: Mund- Kiefer- Gesichtschirurgie I.
Urban & Schwarzenberg, München Wien Baltimore; 1997; 3. Auflage
67. Howaldt HP:
Weichteil- und knöcherne Verletzungen im Bereich der Kiefer und ihre Therapie.
Hand out. Giessen 1999
68. Iizuka T, Lindquist C:
Rigid internal fixation of mandibular fractures.
Int J Oral Maxillofac Surg. 1992; 21: 65-9
69. Iizuka T, Lindquist C:
Rigid internal fixation of fractures in the Angular region of the mandible: An analysis of
factors contributing to different complications.
Plast Reconstr Surg. 1993; 91: 265-71
70. Iizuka T, Lindquist C, Hallikainen D, Pauku P:
Infection after rigid internal fixation of mandibular fractures: A clinical and radiologic study.
J Oral Maxillofac Surg. 1991; 49: 585-93
71. James RB, Fredrickson CF, Kentt JN:
Prospective Study of Mandibular Fractures.
J Oral Surg. 1981; 39: 275-81
72. Joos U, Meyer U, Tkotz T, Weingart D:
Use of a mandibular fracture score to predict the development of complications.
J Oral Maxillofac Surg. 1999 Jan; 57 (1): 2-5; discussion 5-7
73. Joos U, Schilli W, Niederdellmann H, Scheibe B:
Komplikationen und verzögerte Bruchheilung bei Kieferfrakturen.
Dtsch Zahnärztl Z. 1983; 38: 387-8
74. Kaban LB:
Diagnosis and treatment of fractures of the facial bones in children 1943-1993.
J Maxillofac Surg. 1993; 51: 722-9
75. Kallela I, Iizuka T, Laine P, Lindqvist C:
Lag-screw fixation of mandibular parasymphyseal and angle fractures.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1996 Nov; 82 (5): 510-6
76. Kamboozia AH, Punnia-Moorthy A:
The fate of teeth in the fracture lines-A clinical and radiographic follow-up study.
Int J Oral Maxillofac Surg. 1993; 22: 97-101

77. Kearns GJ, Perrott DH, Kaban LB:
Rigid fixation of mandibular fractures: does operator experience reduce complications?
J oral maxillofac Surg. 1994 ; 52 : 226-31
78. Kerscher A, Vees-Hoflsauer B, Kreuzsch T:
Is miniplate osteosynthesis for combined mandibular body and bilateral mandibular condyle fractures adequate?
Fortschr Kiefer Gesichtschir. 1996; 41: 61-3
79. Key JA:
Positive pressure in arthrodesis for tuberculosis of the knee joint.
South Med Journal. 1932; 25: 909
80. Klotch DW, Rice PA, Whitley D:
A prospective pilot study comparing single lag screw osteosynthesis vs. maxillomandibular fixation.
Otolaryngo Head Neck Surg. 1994, March; 110: 345-9
81. Kniggendorf E:
Klinische und Röntgenologische Untersuchungen zur Kiefergelenkfraktur.
Med Diss. Hannover, 1979
82. Kohno M, Nakajima T, Someya G:
Effects of maxillomandibular fixation on respiration.
J oral maxillofac Surg. 1993 ; 51 : 992-6
83. Kollé GK:
Vergleich chirurgischer und konservativer Behandlung von Unterkieferfrakturen im
Zentralkrankenhaus Sankt-Jürgen-Straße, Bremen, von 1985-1997.
Med Diss. Duderstadt/Bochum 2002
84. Krebs FI:
Dynamic compression plating in treatment of the fractured, edentulous mandible.
Laryngoscope. 1988; 98: 198-201
85. Krenkel C:
Axial "anchor" screw (lag screw with biconcave washer) or "slanted-screw" plate for
osteosynthesis of fractures of the mandibular condylar process.
J Craniomaxillofac Surg. 1992 Dec; 20 (8): 348-53
86. Krenkel C:
Treatment of mandibular-condylar fractures.
Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am. 1997 Mar; 5 (1): 127-55
87. Krenkel C, Lixl G:
Die tangentielle Zugschraube mit Krallenunterlegscheibe - eine Variante der intramedullären
Osteosynthese.
4. Intern Maxfac Osteosyn Symp. 2.-5. März 1988; St. Anton, Arlberg; Austria
88. Krüger E:
Circumferential wiring and zygomatico-maxillary wire suspension of the mandible.
In: Krüger, E.; Schilli, W.: Oral Maxillofac Traumatol. Vol.1,
Quintessence Publishing Co., Inc., Chicago, Berlin, Rio de Janeiro, Tokyo; 1982; 298-307.

89. Kunz C, Hammer B, Prein J:
Fractures of the edentulous atrophic mandible. Fracture management and complications.
Mund Kiefer Gesichtschir. 2001 Jul;5(4):227-32
90. Lambotte A:
L'intervention opératoire dans les fractures.
Maloin. Paris ; 1907
91. Lane WA:
The operative treatment of fractures.
Medical publishing Co. London; 1914
92. Larsen OD, Nielsen A:
Mandibular fractures – I. An analysis of their etiology and location in 286 patients.
Scand J Plast Reconstr Surg. 1976; 10: 213-8
93. Larsen OD, Nielsen A:
Mandibular fractures – II. A Follow-up study of 229 patients.
Scand J Plast Reconstr Surg. 1976; 10: 219-26
94. Lexikon Zahnmedizin/Zahntechnik;
Urban und Fischer. München, Jena 2000
95. Levine PA, Goode RL:
Treatment of fractures of the edentulous mandible.
Arch Otolaryngol. 1982; 108: 167-173
96. Lindqvist C:
Discussion on: rigid fixation of mandibular fractures: does operator experience reduce complications?
J Oral Maxillofac Surg. 1994; 52: 231-232
97. Luhr HG:
Zur stabilen Osteosynthese bei Unterkieferfrakturen.
Dtsch Zahnärztl Zeitung. 1968; 23: 754
98. Luhr HG:
Die Kompressionsosteosynthese bei Unterkieferfrakturen.
Carl Hanser. München; 1972
99. Luhr HG:
Entwicklung der modernen Osteosynthese.
Mund Kiefer Gesichtschir. 2000; 4 Suppl 1: 84-90
100. Luhr HG, Reidick T, Merten HA:
Results of treatment of fractures of the atrophic edentulous mandible by compression plating: a retrospective evaluation of 84 consecutive cases.
J Oral Maxillofac Surg. 1996 Mar;54(3):250-4; discussion 254-5.
101. Luhr HG, Reidick T, Merten HA:
Fractures of the atrophic mandible--a challenge for therapy.
Fortschr Kiefer Gesichtschir. 1996;41:151-4. German.
102. Marciani RD, Hill OJ:
Treatment of the fractured edentulous mandible.
J Oral Surg. 1979; 37: 569-574

103. Medical Research Council:
Nerve injuries committee: results of nerve suture.
In: Seddon HJ, ed: Peripheral nerve injuries.
London: Her Majesty's Stationery Office. 1954
104. Metz HJ:
Die Indikation und Technik der Drahtbogenkunststoffschiene nach Schuchardt.
Fortschr Kiefer Gesichts Chir. 1966; 11: 124-128
105. Michelet FX, Deymes I, Dessus B:
Osteosynthesis with miniaturized screwed plates in maxillofacial surgery.
J Maxillofac Surg. 1973; 1: 79-84
106. Moll KJ, Moll M:
Anatomie. Kurzlehrbuch GK1.
Jungjohann Verlagsgesellsch. mbH, Neckarsulm, Lübeck, Ulm; 1995; 14. Aufl.
107. Mommaerts MY, Engelke W:
Erfahrungen mit der Osteosynthese-Platte nach Champy/Loddé bei Unterkieferfrakturen.
Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir. 1991; 36: 36-8
108. Moritz M, Niederdellmann H, Dammer R:
Solitary lag screw fixation in the treatment of angle fractures in the mandible: state of the art.
Acta Stomatol Belg. 1994 Mar; 91 (1): 29-34
109. Müller ME, Allgöwer M, Willenegger H:
Technik der operativen Frakturenbehandlung.
Springer. Berlin Göttingen Heidelberg, 1963
110. Müller W:
Die Verletzung des Kiefergelenks und ihre Behandlung.
In: Reichenbach: Traumatologie im Kiefer- Gesichtsbereich.
Johann Ambrosius Barth. Leipzig, 1969
111. Nakamura T, Gross CW:
Facial fractures.
Arch Otolaryngol. 1973; 97: 288
112. Nehse G, Maerker R:
Indications for various reconstruction and osteosynthesis methods in surgical management of subcondylar fractures of the mandible.
Fortschr Kiefer Gesichts Chir. 1996; 41: 120-3
113. Niederdellmann H, Akuamo-Boateng E, Uhlig G:
Lag-screw osteosynthesis: a new procedure for treating fractures of the mandibular angle.
J Oral Surg. 1981 Dec; 39 (12): 938-40
114. Niederdellmann H, Marmulla R:
Traumatology. Mandibular fractures excluding condylar fractures.
Mund Kiefer Gesichtschir. 2000 May; 4 Suppl 1: 103-9
115. Niederdellmann H, Schilli W:
Traction screw osteosynthesis in the treatment of fracture of the angle of mandible (author's transl).
Aktuelle Traumatol. 1980 Apr; 10 (2): 105-8

116. Niederdellmann H, Schilli W, Düker J, Akuamo-Boateng E:
Osteosynthesis of mandibular fractures using lag screws.
Int J Oral Surg. 1976 Jun; 5 (3): 117-21
117. Niederdellmann H, Shetty V:
Solitary lag screw osteosynthesis in the treatment of fractures of the angle of the mandible: a retrospective study.
Plast Reconstr Surg. 1987 Jul; 80 (1): 68-74
118. Norer B:
Results of a study on mandibular fractures.
Österr Z Stomatol. 1979 Jul-Aug; 76 (7-8): 275-82
119. Oikarinen K:
Clinical management of injuries to the maxilla, mandible and alveolous.
Dent Clin North Am. 1995; 39(1): 113-31
120. Oikarinen K, Ignatius E, Silvennoinen U:
Treatment of mandibular fractures in the 1980s.
J Craniomaxillofac Surg. 1993; 21: 245-50
121. Olson RA, Fonseca RJ, Zeitler DL, Osbon DB:
Fractures of the mandible: a review of 580 cases.
J Oral Maxillofac Surg. 1982 Jan; 40 (1): 23-8
122. Olsson O, Ceder L, Lunsjo K, Hauggaard A:
Extracapsular hip fractures: fixation with a twin hook or a lag screw?
Int Orthop. 2000;24(5):249-55.
123. Onodera K, Ooya K, Kawamura K:
Titanium lymph node pigmentation in the reconstruction plate system of a mandibular bone defect.
Oral Surg. 1993; 75: 495-7
124. Pape HD, Hauenstein G, Gerlach KL:
Chirurgische Versorgung der Gelenkfortsatzfrakturen mit Miniplatten. Indikation – Technik – erste Ergebnisse und Grenzen.
Fortschr Kiefer Gesichts Chir. 1980; 25: 81-3
125. Pasler FA:
Zahnärztliche Radiologie.
Thieme. Stuttgart, New York; 1995; 3. Überarb. Aufl.
126. Petzel JR:
Functionally stable traction-screw osteosynthesis of condylar fractures.
J Oral Maxillofac Surg. 1982 Feb; 40 (2): 108-10
127. Petzel JR:
Surgical treatment of the fractured collum mandibular through functional stable traction screw osteosynthesis.
Fortschr Kiefer Gesichtschir. 1980; 25: 84-91
128. Platzer W:
Bewegungsapparat.
In: Taschenatlas der Anatomie Bd. 1
Thieme. Stuttgart, New York 1991; 6. Aufl.

129. Prein J, Kellmann RM:
Rigid internal fixation of mandibular fractures – Basics of AO Technique.
Otolaryng Clin North Am. 1987; 20 (3): 441-56
130. Prein J, Spiessl B, Rahn B, Perren SM:
Mandibular fracture healing after surgical treatment.
Fortschr Kiefer Gesichtschir. 1975;19:17-21.
131. Pschyrembel Klinisches Wörterbuch:
Nikol Verlagsgesellschaft mbH. Hamburg.
257. Auflage 1994;
132. Rahn R, Thomaidis G, Frenkel G, Frank P, Kinner U:
Spätergebnisse der konservativen Behandlung von Kiefergelenkfrakturen.
Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir. 1989; 13: 197-202
133. Rasse M:
Recent developments in therapy of condylar fractures of the mandible.
Mund Kiefer Gesichtschir. 2000 Mar; 4 (2): 69-87
134. Reichenbach E:
Die Verrenkungsbrüche des Unterkiefergelenkkopfes.
Dtsch Zahn Mund Kieferheilk. 1934; 1: 31-36
135. Reinhart E, Reuther J, Michel C, Kubler N, Pistner H, Bill J, Kunkel E:
Treatment outcome and complications of surgical and conservative management of mandibular fractures.
Fortschr Kiefer Gesichtschir. 1996;41:64-7
136. Rosen B, Lundborg G:
A model instrument for the documentation of outcome after nerve repair.
J Hand Surg. 2000; 25A: 535-543
137. Roser M, Ehrenfeld M, Ettl D, Hammer B:
Lag screw osteosynthesis in median mandibular fractures - technique and outcome.
Fortschr Kiefer Gesichtschir. 1996; 41: 100-2
138. Rubin MM, Koll TJ, Sadoff RS:
Morbidity associated with incompletely erupted third molars in the line of mandibular fractures.
J Oral Maxillofac Surg. 1990; 48: 1045
139. Sader .:
Sonographie im Mund-, Kiefer- und Gesichtsbereich.
In: Horch, HH.: Mund- Kiefer- Gesichtschirurgie I;
Urban & Schwarzenberg. München, Wien, Baltimore; 1997
140. Salem JE, Lilly GE, Cutcher JL, Steiner M:
Analysis of 523 mandibular fractures.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1968 Sep; 26 (3): 390-5
141. Scharf F, Reuter E:
Ergebnisbericht über die Versorgung von Unterkieferfrakturen mit Osteosyntheseplatten.
Fortschr Kiefer Gesichtschir. 1975; 19: 82-4

142. Scheff J:
Handbuch der Zahnheilkunde.
Alfred Hölzer. Wien, Leipzig, 1910
143. Schilli W:
Compression osteosynthesis.
J Oral Surg. 1977 Oct; 35 (10): 802-8
144. Schilli W, Joos U:
Behandlung panfazialer Frakturen.
Fortschr Kiefer Gesichtschir. 1991; 36: 36-8
145. Schilli W, Niederdellmann H:
Verletzungen des Gesichtsschädels.
Aktuelle Probl Chir Orthop. 1980; Huber, Bern
146. Schliephake H, Lehmann H, Kunz U, Schmelzeisen R:
Ultrastructural findings in soft tissues adjacent placement in the mandible: an experimental study.
Int J Oral Maxillofac Implants. 1993; 8: 502-11
147. Schroeder HE:
Orale Strukturbiologie.
Thieme. Stuttgart, New York; 1992; 2. Aufl.
148. Schuchardt K:
Ein Vorschlag zur Verbesserung der Drahtschienenverbände.
Dtsch Zahn Mund Kieferheilk. 1956; 44: 39-46
149. Schuchardt K, Kapovits M, Spiessl B:
Technik und Anwendung des Drahtbogenkunststoffverbandes.
Dtsch Zahnärztliche Z. 1961; 16: 1241-9
150. Schuchardt K, Schwenger N:
Fortschritte in der Kiefer- und Gesichtschirurgie. Band 25.
Thieme. Stuttgart, New York; 1980: 81-3
151. Schuchardt K, Schwenger N, Rottke B, Lentrodt J:
Ursachen, Häufigkeit und Lokalisation der Frakturen des Gesichtsschädels.
Fortschr Kiefer Gesichtschir. 1966; XI: 1-6
152. Schüle H:
Schienung von Unterkieferfrakturen mittels extraoraler Verschraubung.
Dtsch Zahnärztl Z. 1957; 12: 933
153. Schuller-Gotzburg P, Krenkel C, Reiter TJ, Plenk H Jr:
2D-finite element analyses and histomorphology of lag screws with and without a biconcave washer.
Journal Biomech. 1999 May; 32 (5): 511-20
154. Schumacher GH:
Statik und Aufbau des Gesichtsschädels unter Berücksichtigung des Frakturmechanismus.
Fortschr Kiefer Gesichtschir. 1975; 19: 3-8

155. Schwenzer N:
Zur Osteosynthese bei Frakturen des Gesichtsskeletts.
Thieme. Stuttgart New York; 1967
156. Schwenzer N:
Zur Frage der Metallschädigung und Stabilität bei der Drahtosteosynthese im Mittelgesicht.
Fortschr Kiefer Gesichts Chir. 1975;19: 145-7
157. Schwenzer N:
Modern therapy of fractured jaws (author's transl).
MMW Munch Med Wochenschr. 1977 Feb 25; 119(8): 245-50.
158. Schwenzer N:
Grundlagen der Kieferbruchbehandlung.
Dtsch Ärzteverlag. Köln, 1977
159. Schwenzer N:
Interosseus Wiring.
In: Krüger E, Schilli W: Oral and maxillofacial traumatology Vol. 1;
Quintessence. Chicago, Berlin, Rio de Janeiro, Tokyo; 1982; 277-297
160. Segmüller G:
Principles of stable internal fixation in the hand.
In: Michael, Chapman: Operative Orthopaedics, Volume 2;
Lippincott. Philadelphia; 1988;
161. Sherman WO:
Vanadium steel bone plates and screws.
Gynecol Obstett. 1912; 14: 629
162. Shetty V, Freymiller E:
Teeth in the line of fracture: a review.
J Oral Maxillofac Surg. 1989 ; 47 : 1303-6
163. Siegel MB, Wetmore RF, Potsic WP, Handler SD, Tom LW:
Mandibular fractures in the pediatric patient.
Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 1991 May; 117 (5): 533-6
164. Silvennoinen U, Iizuka T, Lindquist C, Oikarinen K:
Different patterns of condylar fractures: an analysis of 382 patients in a 3-year period.
J Oral Maxillofac Surg. 1992, 50: 1032-7
165. Smith BR, Johnson JV:
Rigid fixation of comminuted mandibular fractures.
J Oral Maxillofac Surg. 1993 Dec;51(12):1320-6.
166. Sonnenburg M, Härtel J:
Evaluating the success of bringing the ends of fractured lower jaw bones into close apposition by means of plates and bolts (author's transl).
Zahn Mund Kieferheilkd Zentralbl. 1978; 66 (8): 806-12
167. Sonnenburg M, Härtel J:
Zur Epidemiologie der Gesichtsschädelfrakturen im Zeitraum von 1945 bis 1980.
Zahn Mund Kieferheilkd Zentralbl. 1985; 73 (4): 350-7

168. Sperber GH:
Embryologie des Kopfes.
Quintessenz. Berlin, Chikago, London, Sao Paulo, Tokio; 1992
169. Spiessl B:
Erfahrungen mit dem AO-Besteck bei Kieferbruchbehandlungen.
Schweiz Monatsschr Zahnheilk. 1969; 79: 112-119
170. Spiessl B:
Grundsätzliches zur Knochentransplantation.
Fortschr Kiefer Gesichts Chir. 1976; 20: 14
171. Spiessl, B.:
Osteosynthese des Unterkiefers.
Springer. Berlin, Heidelberg, New York, 1988
172. Spiessl B:
Internal fixation of the mandible.
Springer. Berlin, Heidelberg, New York, 1989
173. Spiessl B, Schroll K:
Spezielle Frakturen- und Luxationslehre.
In: Nigst: Gesichtsschädel; Bd I/1
Thieme. Stuttgart, New York; 1972
174. Spiessl B, Tschopp HM:
Chirurgie der Kiefer.
In: Naumann: Kopf und Halschirurgie; Bd. 2. Gesicht und Gesichtsschädel, Teil 2;
Thieme. Stuttgart, New York; 1974; 683-865
175. Steinhardt G:
Die Bedeutung funktioneller Einflüsse für die Entwicklung und Formung der Kiefergelenke.
Dtsch Zahn Mund Kieferheilk. 1935; 1: 711-719
176. Stoll P, Ewers R:
Kiefergelenksituation nach Kollumfrakturen, kombiniert mit Frakturen am Unterkieferkörper.
Fortschr Kiefer Gesichts Chir. 1980; 25: 93-5
177. Stoll P, Niederdellmann H, Sauter R:
Zahnbeteiligung bei Unterkieferfrakturen.
Dtsch Zahnärztl Z. 1983; 38: 349-51
178. Tams J, van Loon JP, Rozema FR, Otten E, Bos RR:
A three-dimensional study of loads across the fracture for different fracture sites of the mandible.
Br J Oral Maxillofac Surg. 1996 Oct; 34 (5): 400-5
179. Tornetta P 3rd, Creevy W:
Lag screw only fixation of the lateral malleolus.
J Orthop Trauma. 2001 Feb;15(2):119-21.
180. Wagener H, Dammer R, Niederdellmann H:
Single lag screw osteosynthesis for management of mandibular angle fractures.
Fortschr Kiefer Gesichts Chir. 1996; 41: 102-5

181. Wagner WF, Neal DC, Alpert B:
Morbidity associated with extraoral open reduction of mandibular fractures.
J Oral Surg. 1979; 37: 97
182. Waldeyer A, Mayet A:
Anatomie des Menschen, Bd.2.
De Gruyter Verlag. Berlin; 1986;
183. Wassmund M:
Frakturen und Luxationen des Gehirnschädels unter Berücksichtigung der Komplikationen
des Hirnschädels.
Meusser. Berlin; 1927
184. Wassmund M:
Über Luxationsfrakturen des Kiefergelenks.
Dtsch Kieferchir. 1934; 1: 27-54
185. Watanabe Y, Minami G, Takeshita H, Fujii T, Takai S, Hirasawa Y:
Migration of the lag screw within the femoral head: a comparison of the
intramedullary hip screw and the Gamma Asia-Pacific nail.
J Orthop Trauma. 2002 Feb;16(2):104-7.
186. Weber JAC:
Adhäsionsgebisse und über Unterkieferbrüche.
Deutsche Vjschr Zahnhk. 1865; 5; 285-92
187. Weingart D, Joos U:
Differential indications for various therapeutic osteosynthesis concepts in mandibular
fractures.
Fortschr Kiefer Gesichts Chir. 1996;41:71-4
188. Williams JG, Cawood JI:
Effect of intermaxillary fixation on pulmonary function.
Int J Oral Maxillofac Surg. 1990; 19: 76-8
189. Zachariades N, Mezitis M, Papademetriou I:
Use of lag screws for the management of mandibular trauma.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1996 Feb;81(2):164-7.
190. Zachariades N, Papademetriou I:
Complications of treatment of mandibular fractures with compression plates.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1995; 79: 150-3
191. Zachariades N, Papavassiliou D, Triantafyllou D, Vairaktaris E, Papademetriou I, Mezitis M,
Rapidis A:
Fractures of the facial skeleton in the edentulous patient.
J Maxillofac Surg. 1984; 12: 262-266

7. Anhang

7.1. Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Dreiecksbruchstück einer Unterkieferfraktur
- Abbildung 2: Anatomische Gegebenheiten und Trajektorien
(Horch, Herzog 1997)
- Abbildung 3: Atrophierter Unterkiefer (Klasse III nach Luhr)
- Abbildung 4: Zugschraubenprinzip (aus: Krenkel 1997)
- Abbildung 5: Symphysenfraktur / Mediane Fraktur (OPG)
- Abbildung 6: Optimale Zugschraubenosteosynthese (OPG, Pat. v. Abb.5)
- Abbildung 7: Mediane Fraktur und Corpusfraktur
(Clementschtsch-Aufnahme p-a)
- Abbildung 8: Optimale Zugschraubenosteosynthese median (p-a Aufn., Pat.v.Abb.7)
- Abbildung 9: Optimale Zugschraubenosteosynthese
(p-a Aufnahme, Pat.v.Abb.7+8) nach Abnahme der Schienung
- Abbildung 10: Zugschraube mit Unterlegscheibe (aus: Krenkel 1997)
- Abbildung 11: Geschlechtsverteilung
- Abbildung 12: Altersverteilung
- Abbildung 13: Verteilung nach Alter und Geschlecht
- Abbildung 14: Frakturverteilung
- Abbildung 15: Frakturlokalisationen in Zahlen
- Abbildung 16: Frakturlokalisationen in Prozentverteilung
- Abbildung 17: Verteilung auf die Stützzonenklassen nach Eichner
- Abbildung 18: Verteilung nach Atrophie
- Abbildung 19: Verlauf der Frakturen, die mit Zugschrauben versorgt wurden
- Abbildung 20: Parodontitisverteilung präoperativ
- Abbildung 21: Vorkommen der präoperativ schon vorhandenen posttraumatischen
Schäden
- Abbildung 22: Operativer Versorgungszeitpunkt der Fraktur in Tagen
- Abbildung 23: Präoperative Schienung
- Abbildung 24: Anzahl der Frakturen und der Zugschrauben pro Lokalisation
- Abbildung 25: Verteilung der Zugschraubenzugangswege
- Abbildung 26: Eindrehrichtung der Zugschrauben
- Abbildung 27: Weitere Osteosynthesesysteme im Unterkiefer

- Abbildung 28: Weitere Osteosynthesen im Unterkiefer neben oder mit Zugschrauben
- Abbildung 29: Zahnextraktionen
- Abbildung 30: Intra- und postoperative Komplikationen
- Abbildung 31: Zugschrauben – Revisionen
- Abbildung 32: Frakturlokalisierung und Komplikation (n=125)
- Abbildung 33: Postoperative bildgebende Diagnostik
- Abbildung 34: Verteilung der Intermaxillären Fixation (IMF)
- Abbildung 35: Metallentfernung der nachuntersuchten Patienten
- Abbildung 36: Verteilung der Patientenzufriedenheit
- Abbildung 37: Heilungszustand der Narben
- Abbildung 38: Vorkommen von motorischen Störungen
- Abbildung 39: Lokalisation der vorgekommenen motorische Störungen
- Abbildung 40: Vorkommen von sensiblen Störungen
- Abbildung 41: Lokalisation und Ausbreitungsgebiet der sensiblen Störungen
- Abbildung 42: Stabilität des Unterkiefers
- Abbildung 43: Vorkommen von Okklusionsstörungen
- Abbildung 44: Verteilung von nachträglichem Zahnverlust
- Abbildung 45: Vitalität der Zähne in Nähe des Bruchspalts
- Abbildung 46: Taschentiefen der Zähne nahe des Bruchspalts
- Abbildung 47: Frakturlokalisierung in der Giessener Studie
- Abbildung 48: Atrophie – Patient mit Collum- und Corpusfraktur
- Abbildung 49: Erfolgreich mit Zugschrauben behandelter Atrophie – Patient
- Abbildung 50: Intermaxilläre Verschnürung über Schuchardt – Schienen
- Abbildung 51: Zwei Zugschrauben zur Rotationsvermeidung
- Abbildung 52: Symphysenfraktur (Mediane Unterkieferfraktur)
- Abbildung 53: Symphysenfraktur mit Zugschrauben versorgt
- Abbildung 54: Symphysenfraktur nach Revision
- Abbildung 55: Gesunder dritter Molar im Bruchspalt belassen
- Abbildung 56: Zerstörter dritter Molar im Bruchspalt
- Abbildung 57: Der zerstörte Molar wurde vor Osteosynthese entfernt (Gleicher Patient wie in Abb. 56 – nach Osteosynthese)
- Abbildung 58: Frakturierter stark atrophierter Kiefer

- Abbildung 59: Atrophierter Kiefer mit Zugschraube behandelt
- Abbildung 60: Gelockerte Schraube, instabile Fixation
- Abbildung 61: Reoperierte Fraktur nach Versorgung mit Osteosyntheseplatte
- Abbildung 62: Instabile Versorgung einer dislozierten Collumfraktur
- Abbildung 63 und 64: Mediane Fraktur vor (63=linkes Bild) und direkt nach (64=rechtes Bild) Entfernung des Osteosynthesematerials
- Abbildung 65 und 66: Kieferwinkelfraktur mit Zugschraube versorgt (65=linkes Bild) und mit apikalen Osteolysen (66=rechtes Bild)
- Abbildung 67 und 68: Mediane Fraktur vor Metallentfernung (67=linkes Bild) und danach mit Osteolyse (68=rechtes Bild).
- Abbildung 69: Patient mit Abknickung des Kiefergelenks bei Nachuntersuchung
- Abbildung 70: Ausschnitt weißes Rechteck aus Abbildung 69

7.2. Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1: Frakturlokalisationen und Kombinationsmöglichkeiten
- Tabelle 2: Patienten ohne präoperative Schienung und Abstützung/Atrophie/Okklusionsstörungen
- Tabelle 3: Das Verhältnis der Zugschraubenanzahl zur Frakturenanzahl
- Tabelle 4: Patienten mit Zahnextraktionen
- Tabelle 5: Ursache und Behandlung der Bruchspaltinfektionen
- Tabelle 6: Patienten mit einer Revision
- Tabelle 7: Postoperative Komplikationen und Abstützung/Atrophie
- Tabelle 8: Komplikationen in Abhängigkeit von der Lokalisation
- Tabelle 9: Bevorzugung eines anderen Osteosynthesystems
- Tabelle 10: Starre Intermaxilläre Fixation und Frakturlokalisation
- Tabelle 11: Gründe für die Patientenunzufriedenheit
- Tabelle 12: Ursache der motorischen Störungen
- Tabelle 13: Patienten mit erhöhten Sondierungstiefen bei der Nachuntersuchung
- Tabelle 14: Indikationen und Ergebnisse der bildgebenden Nachuntersuchung
- Tabelle 15: Komplikationen bei atrophiertem Unterkiefer und Zugschraubenosteosynthese

Tabelle 16: Vergleich der Komplikationen (in Prozent)

Tabelle 17: Der Verlauf der Frakturlinien bezogen auf die Atrophiegrade

7.3. Materialien – Liste

- M1: Zahnärztlicher Spiegel; Art.Nr. 43077; Orbis dental, Offenbach, Deutschland
- M2: Zahnärztliche Sonde; Art.Nr. 43124; Orbis dental, Offenbach, Deutschland
- M3: Zahnärztliche Pinzette; Art.Nr. DA241; Aesculap, Tuttlingen, Deutschland
- M4: Okklusionsfolie; Art.Nr. BK10; Dr. Jean Bausch KG, Köln, Deutschland
- M5: Okklusionsfolienhalter; Art.Nr. 45418-2005; Orbis dental, Offenbach, Deutschland
- M6: Eisspray; Art.Nr. 12845; Pluradent AG & Co KG, Offenbach, Deutschland
- M7: Schaumstoffpelletts; Art.Nr. 163297; Dental Liga, Köln, Deutschland
- M8: CPITN – Sonde; Art.Nr. RCP30; Hu-Friedy Mfg. Co., Inc., Leimen, Deutschland
- M9: Röntgen-Gerät für Aufnahmen nach Clementschitsch; Art.Nr. 88-1620; Philips Medizin Systeme GmbH, Hamburg, Deutschland
- M10: Röntgen-Gerät für Orthopantomogramme; Art.Nr. 1117340; Siemens Aktiengesellschaft, München, Deutschland
- M11: Röntgenfilm-Entwicklungsautomat; Art.Nr. 52301108; Agfa Deutschland Vertriebsgesellschaft mbH & Cie., Köln, Deutschland
- M12: Röntgen-Film für Clementschitsch- Aufnahmen; Art.Nr. 79110044; Agfa Deutschland Vertriebsgesellschaft mbH & Cie., Köln, Deutschland
- M13: Röntgen-Film für Orthopantomogramme; Art.Nr. 47-3622; Agfa Deutschland Vertriebsgesellschaft mbH & Cie., Köln, Deutschland

7.4. Erhebungsbogen

7.4.1. Erhebungsbogen bis zur Nachuntersuchung

Feldname	Eingabe
Name, Vorname	Text
Geburtsdatum	Datum
OP-Datum	Datum
Schäden Prä-operativ:	
Pdeudarthrose	Ja/nein
Infizierter Bruchspalt	Ja/nein
Zahnverlust im Bruchspalt	Ja/nein
Zahnschädigungen	Ja/nein
Weichteilverletzungen	Ja/nein
Sensibilitätsstörungen	Ja/nein
Parodontitis nach OPG prä-operativ	Nein/lokal/generalisiert
Anzahl Frakturen:	
Eins	Ja/nein
Zwei	Ja/nein
Drei und mehr	Ja/nein
Lokalisation der Frakturen:	
Median	Ja/nein-Anzahl
Paramedian	Ja/nein-Anzahl
Corpus	Ja/nein-Anzahl
Kieferwinkel	Ja/nein-Anzahl
Ramus	Ja/nein-Anzahl
Collum	Ja/nein-Anzahl
Coronoidfortsatz	Ja/nein-Anzahl
Alveolarfortsatz	Ja/nein-Anzahl
Frakturlinien:	
Quer	Ja/nein
Schräg	Ja/nein
Dreiecksbruchstück	Ja/nein
Abstützung:	Klasse A/Klasse B/Klasse C
Atrophiegrad:	
Kein	Ja/nein
Klasse 1	Ja/nein
Klasse 2	Ja/nein
Klasse 3	Ja/nein

Alter der Fraktur in Tagen am OP-Tag:	
0-3	Ja/nein
4-7	Ja/nein
8-11	Ja/nein
12 und mehr	Ja/nein
Schienung	Ja/nein
Frakturen, die mit Zugschrauben versorgt wurden:	
Median	Ja/nein-Anzahl
Paramedian	Ja/nein-Anzahl
Corpus	Ja/nein-Anzahl
Kieferwinkel	Ja/nein-Anzahl
Ramus	Ja/nein-Anzahl
Collum	Ja/nein-Anzahl
Coronoidfortsatz	Ja/nein-Anzahl
Alveolarfortsatz	Ja/nein-Anzahl
Zugschrauben in den Frakturen:	
Median	Ja/nein-Anzahl
Paramedian	Ja/nein-Anzahl
Corpus	Ja/nein-Anzahl
Kieferwinkel	Ja/nein-Anzahl
Ramus	Ja/nein-Anzahl
Collum	Ja/nein-Anzahl
Coronoidfortsatz	Ja/nein-Anzahl
Alveolarfortsatz	Ja/nein-Anzahl
Zugang der Zugschrauben	Extraoral/intraoral/transbukkal
Eindrehrichtung	Mesial/distal
Weitere Osteosynthesen im Unterkiefer:	
Miniplatten	Ja/nein
Kompressionsplatten	Ja/nein
Kombination Zugschraube mit anderen Osteosynthesen	Ja/nein
Keine	Ja/nein
Operateur	Ja/nein beim jeweiligen Operateur
Zahnextraktionen:	
Bruchspalt (mit ZS)	Ja/nein
Nicht erhaltungswürdig	Ja/nein
Komplikationen intra- und postoperativ:	
Sensibilitätsstörungen	Ja/nein
Zahnschäden	Ja/nein
Zahnverlust	Ja/nein
Bruchspaltinfektion	Ja/nein
Pseudarthrose	Ja/nein

Instabilität	Ja/nein
Okklusionsstörungen	Ja/nein
Bohrerbruch	Ja/nein
Devitalität der Zähne am Bruchspalt	Ja/nein
Dislokation der Fragmente	Ja/nein
Aufnahmen post-OP	Röntgen/CT
IMF post-OP in Tagen:	
0	Ja/nein
1-7	Ja/nein
8-14	Ja/nein
15-21	Ja/nein
22 und mehr	Ja/nein
Revisionen	Ja/nein
Bemerkungen	Text

7.4.2. Für die Nachuntersuchung erweiterter Teil des Erhebungsbogens

Feldname	Eingabe
Name, Vorname	Text
Geburtsdatum	Text
Metallentfernung	Ja/nein
Komplikationen bei Metallentfernung:	
Keine	Ja/nein
Bohrerbruch mit intraoperativer Entfernung	Ja/nein
Bohrerbruch ohne intraoperative Entfernung	Ja/nein
Sensibilitätsstörungen	Ja/nein
Patientenzufriedenheit	Ja/nein-Text
Heilungszustand der Narben	Text
Motorische Störungen des N.facialis:	
Stirn	
Stark	Ja/nein
Mittel	Ja/nein
Leicht	Ja/nein
Keine	Ja/nein
Auge	
Stark	Ja/nein
Mittel	Ja/nein
Leicht	Ja/nein

Keine	Ja/nein
Wange	
Stark	Ja/nein
Mittel	Ja/nein
Leicht	Ja/nein
Keine	Ja/nein
Oberlippe	
Stark	Ja/nein
Mittel	Ja/nein
Leicht	Ja/nein
Keine	Ja/nein
Unterlippe	
Stark	Ja/nein
Mittel	Ja/nein
Leicht	Ja/nein
Keine	Ja/nein
Sensible Störungen des N.alv.inf.:	
Hautareal	
Stark	Ja/nein-in cm ²
Mittel	Ja/nein-incm ²
Leicht	Ja/nein-in cm ²
Keine	Ja/nein-in cm ²
Unterlippe	
Stark	Ja/nein-in cm ²
Mittel	Ja/nein-in cm ²
Leicht	Ja/nein-in cm ²
Keine	Ja/nein-in cm ²
Stabilität des Unterkiefers	Ja/nein
Okklusionsstörungen	Ja/nein
Nachträglicher Zahnverlust	Ja/nein
ViPr in der Nähe des Bruchspaltes:	
Positiv	Ja/nein
Negativ	Ja/nein
Negativ wegen Wurzelkanalbehandlung	Ja/nein
Keine Zähne vorhanden	Ja/nein
Taschentiefen der Zähne in Nähe des Bruchspaltes	Pathologisch/nicht pathologisch
Indikation zum Röntgen	Ja/nein

7.5. Untersuchungsbogen

Untersuchungsbogen

Patient:

Geb.-Datum:

1. Ist der Patient mit der Osteosynthese zufrieden? Kann er gut kauen?

Ja

Nein

Wenn nein, warum: _____

2. Wie sind die intra- und/oder extraoralen Narben verheilt?

3. Bestehen motorische Störungen des Nervus facialis?

Bereich:	Stark	Mittel	Leicht	Keine
Frontal	í	í	í	í
Auge	í	í	í	í
Wange	í	í	í	í
Oberlippe	í	í	í	í
Unterlippe	í	í	í	í

4. Bestehen sensible Störungen des Nervus alveolaris inferior? Überprüfen durch Bestreichen.

Bereich:	Stark	Mittel	Leicht	Keine	in cm ²
Unterlippe	í	í	í	í	_____
Hautareal	í	í	í	í	_____

5. Ist der Unterkiefer stabil? Überprüfen durch manuelle Kontrolle.

Ja

Nein

6. Ist die Okklusion störungsfrei? Überprüfen durch Okklusions-Folie und Befundbogen.

Ja

Nein

7. Ist ein Zahn am ehemaligen Bruchspalt verloren gegangen?

Ja

Nein

8. Sind die Zähne in Nähe des ehemaligen Bruchspaltes vital? Untersuchung des Quadranten.
Ergebnis ViPr positiv (+) oder negativ (-).

48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38

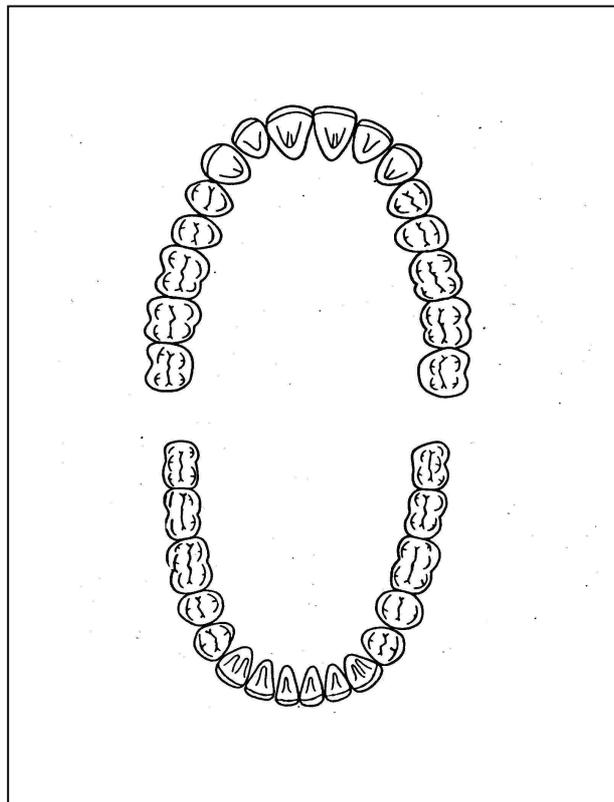
9. Taschentiefen der Zähne in Nähe des ehemaligen Bruchspaltes (mesial/distal):

48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

10. Röntgen-Aufnahme nur bei Indikation (devitale Zähne, Beschwerden, Okklusionsstörungen, Instabilität).

Ja Nein

Okklusions – Befundbogen:



8. Danksagung

Herrn Prof. Dr. Dr. H.-P. Howaldt, Leiter der Klinik und Poliklinik der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums Gießen, und Herrn Dr. Dr. J.C. Blecher, Oberarzt in oben genannter Klinik, bin ich für die Überlassung des Themas und für die Hilfe bei dem praktischen Teil dieser Arbeit sehr dankbar. Weiterhin gilt mein besonderer Dank Dr. Dr. H. Maas für die hilfreiche Unterstützung in der Endphase dieser Arbeit.

Schwester Birgit und Frau Kühneke sowie allen mir behilflichen Mitarbeitern des Universitätsklinikums, vor allem aus der Poliklinik der MKG, dem Büro von Prof. Howaldt und dem Archiv der Krankenakten möchte ich an dieser Stelle recht herzlich für die freundliche Unterstützung danken.

Besonderen Dank gilt auch meinen Eltern, meiner Schwester Melanie, meinem Schwager Björn und meinem Verlobten Marcus für die immerwährende Unterstützung.

9. Lebenslauf

Persönliche Angaben:

Name: Yvonne Schreier
Geburtsdatum: 30.10.1975
Geburtsort: Gießen
Eltern: Klaus Georg Schreier und Cecilie Schreier, geb. Wagner
Geschwister: Melanie Schreier-Brost

Ausbildung:

1982 – 1986 Goethe Schule Buseck
1986 – 1992 Gesamtschule Busecker Tal
1992 – 1995 Gymnasiale Oberstufe Gesamtschule Gießen Ost
Juni 1995 Abitur
1995 – 1996 Praktikum bei Oralchirurg Dr. Bolz, Gießen
1996 – 2001 Studium der Zahnmedizin an der Justus Liebig Universität Gießen
Dezember 2001 Examen
Januar 2002 Approbation als Zahnärztin
Februar 2002 Beginn der Doktorarbeit bei Prof. Dr. Dr. Howaldt

Beruflicher Werdegang:

Dez. 2002 Hospitation in der Gemeinschaftspraxis
Dr. Sieper und Partner, Kamen
2003 – 2005 Assistenzzeit in der Gemeinschaftspraxis
Dr. Sieper und Partner, Kamen
Seit Juli 2005 Sozietätspartnerin der Gemeinschaftspraxis
Dr. Sieper und Partner, Kamen