

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

EINE NEUE METHODE ZUR DETERMINIERUNG VON KIEFERGELENKS-
KONFIGURATIONEN BEI KOLLUMFRAKTUREN AUF DER GRUNDLAGE
VON STANDARDDRÖNTGENUNTERSUCHUNGEN

INAUGURAL DISSERTATION

zur

Erlangung des doctor medicinae dentium

der Medizinischen Fakultät

der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von

Brückner, Nadine

geb. Kelker

aus Münster

2007

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

Dekan: Univ.-Prof. Dr. V. Arolt

1. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. dent. G. Danesh

2. Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Dr. h. c. U. K. Joos

Tag der mündlichen Prüfung: 11.07.2007

Aus dem Universitätsklinikum Münster

Poliklinik für Kieferorthopädie

Direktorin: Univ.-Prof. Dr. med. dent. U. Ehmer

Referent: Priv.-Doz. Dr. med. dent. G. Danesh

Koreferent: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Dr. h. c. U. K. Joos

ZUSAMMENFASSUNG

Eine neue Methode zur Determinierung von Kiefergelenkskonfigurationen bei Kollumfrakturen auf der Grundlage von Standardröntgenuntersuchungen.

Nadine Brückner

Ziel der Studie war die Evaluation eines neuen Verfahrens zur schnellen Beurteilung der Kiefergelenkkonfigurationen bei Kollumfrakturen auf der Grundlage von Standardröntgenuntersuchungen.

Es wurden von 207 Patienten Informationen über die Unfallursache bzw. Therapieverlauf sowie anamnestische Details mittels eines Datenerhebungsbogens schriftlich festgehalten. Alle Datenbankaufgaben wurden mit dem Programm EXCEL 2000 SP und alle statistischen Auswertungen mit dem Programm SPSS 12.0 durchgeführt. Für die Messung des Ausmaßes der Abweichung des frakturierten Kiefergelenkköpfchens wurden nach Digitalisierung am Computerarbeitsplatz sowohl in der kaudal-exzentrischen Aufnahme nach CLEMENTSCHITSCH als auch in dem Orthopantomogramm Punkte und Ebenen konstruiert, die aus der XX-Punkte-Analyse der FRS nach Münster bekannt sind. Die Bildgröße betrug 500 dpi. Der Zeitaufwand für eine Fallanalyse bei vorliegenden digitalen Daten beträgt etwa 5 min. Anhand der deskriptiven statistischen Analyse konnte bei der Gruppe der chirurgisch behandelten Patienten ein hochsignifikanter Unterschied der Winkeldifferenzen zum Zeitpunkt des Behandlungsbeginns und zum Zeitpunkt nach der Operation festgestellt werden. Die Höhendifferenzen sind in dem konservativ-funktionellen Kollektiv konstant geblieben, während es in dem chirurgischen Kollektiv zu einer Verringerung der Höhendifferenzen gekommen ist. Nach Behandlungsabschluss waren von den insgesamt 207 Patienten 202 Patienten (98 %) subjektiv beschwerdefrei.

Tag der mündlichen Prüfung: 11.07.2007

Für meine Familie in Liebe und Dankbarkeit

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Epidemiologie und Ätiologie der Unterkieferfrakturen	1
1.2	Therapiemöglichkeiten.....	7
1.2.1	Konservativ-funktionelle Therapie	7
1.2.2	Operative Therapie.....	19
2	Problemstellung	24
3	Material und Methodik.....	26
3.1	Geometrische Grundlagen der Zentralprojektion	26
3.2	Aufnahmetechniken, Anwendungen und Röntgendiagnostik.....	31
3.2.1	Die Orthopantomographie	32
3.2.2	Die kaudal-exzentrische Aufnahme nach Clementschitsch.....	39
3.3	Patientenkollektiv	42
3.4	Erhebung der Patientendaten	44
3.5	Röntgenbildanalyse	45
3.5.1	Messungen in der kaudal-exzentrischen Aufnahme nach Clementschitsch	46
3.5.2	Messungen in dem Orthopantomogramm	49
4	Ergebnisse	52
4.1	Allgemeine Ergebnisse	52
4.2	Deskriptive statistische Ergebnisse	61
4.2.1	Höhendifferenzmessung in dem Orthopantomogramm bei den konservativ-funktionell und chirurgisch behandelten Patienten.....	63

4.2.2 Winkeldifferenzmessung in dem Orthopantomogramm bei den konservativ-funktionell und chirurgisch behandelten Patienten.....	66
4.2.3 Winkeldifferenzmessung in der kaudal-exzentrischen Aufnahme nach Clementschitsch bei den konservativ-funktionell und chirurgisch versorgten Patienten.....	70
4.2.4 Winkeldifferenzmessungen der Gruppen der bilateralen und unilateralen Frakturen in dem Orthopantomogramm.....	71
4.2.5 Winkeldifferenzmessungen der Gruppen der bilateralen und unilateralen Frakturen in der kaudal-exzentrischen Aufnahme nach Clementschitsch.....	73
4.2.6 Höhendifferenzmessungen der Gruppen der bilateralen und unilateralen Frakturen in dem Orthopantomogramm.....	76
5 Diskussion.....	79
6 Zusammenfassung.....	86
7 Literaturverzeichnis.....	89
8 Anhang.....	101
8.1 Danksagung.....	101
8.2 Lebenslauf.....	102

1 Einleitung

1.1 Epidemiologie und Ätiologie der Unterkieferfrakturen

Der Unterkiefer ist als besonders exponierter Knochen häufig traumatischen Schädigungen ausgesetzt. In der Literatur beschrieben beträgt der Anteil der Unterkieferfrakturen an allen Kiefer-Gesichts-Verletzungen zwischen 57 % und 67 %; gefolgt von Frakturen des ebenfalls gefährdeten zygomaticomaxillären Komplexes mit ca. 12 % [17; 20]. Als Ursachen werden - je nach epidemiologisch determiniertem Umfeld - vor allem Verkehrsunfälle und Rohheitsdelikte genannt. Weitere Ursachen von Frakturen sind Stürze, Arbeits- und Sportunfälle. Iatrogen oder pathologisch verursachte Frakturen kommen eher selten vor [63].

Prädilektionsstellen des Unterkiefers, wie z.B. der Kollumbereich oder durch retinierte Zähne (Weisheitszähne) bzw. durch lange Zahnwurzeln (Eckzähne) verursachte Schwächung der Knochenstabilität, sind typische Bruchstellen des Unterkiefers.

Besonders häufig sind Frakturen des Kieferwinkels (26,7%) und der Kondylenregion (26 %) [17].

Es folgen Brüche der medianen und paramedianen Region (23,6 %), des Corpus (11,3 %) oder Ramus (2,2 %), oder selten des Processus muscularis (1,3 %) [17].

Mehrfachbrüche des Unterkiefers sind häufiger als singuläre Frakturen (58 %), wobei bestimmte Kombinationen von direkten und indirekten Biegungsbrüchen bevorzugt auftreten [20].

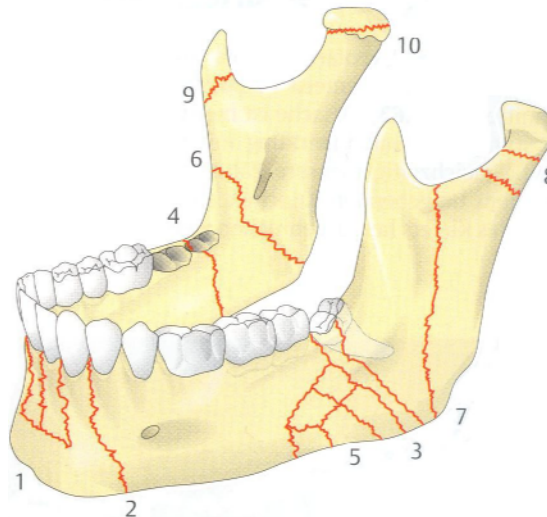


Abb. 1: Typische Lokalisationen von Unterkieferfrakturen (Quelle: N. Schwenger, M. Ehrenfeld: Spezielle Chirurgie, S. 322, Thieme, 2002) [77]

Die Frakturlinien des Unterkiefers sind in Abb. 1 als rote Linien erkennbar. Sie verlaufen durch die unterschiedlichen Anteile des Unterkiefers und werden folgendermaßen klassifiziert [77]:

- 1) Alveolarfortsatz
- 2) innerhalb der Zahnreihe (Querfraktur)
- 3) außerhalb der Zahnreihe bei voll bezahntem Kiefer
- 4) außerhalb der Zahnreihe bei teilbezahntem Kiefer
- 5) Trümmerfraktur
- 6) im aufsteigenden Ast (Schrägfraktur)
- 7) im aufsteigenden Ast (Längsfraktur)
- 8) Gelenkfortsatzfraktur
- 9) Muskelfortsatz
- 10) Kapitolium

In der Literatur werden unterschiedliche Klassifikationen von Unterkiefergelenkfortsatzfrakturen beschrieben.

Wassmund unterteilte 1927 die Gelenkfortsatzfrakturen nach ihrer anatomischen Lage und Entstehungsmechanismus in [95]:

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

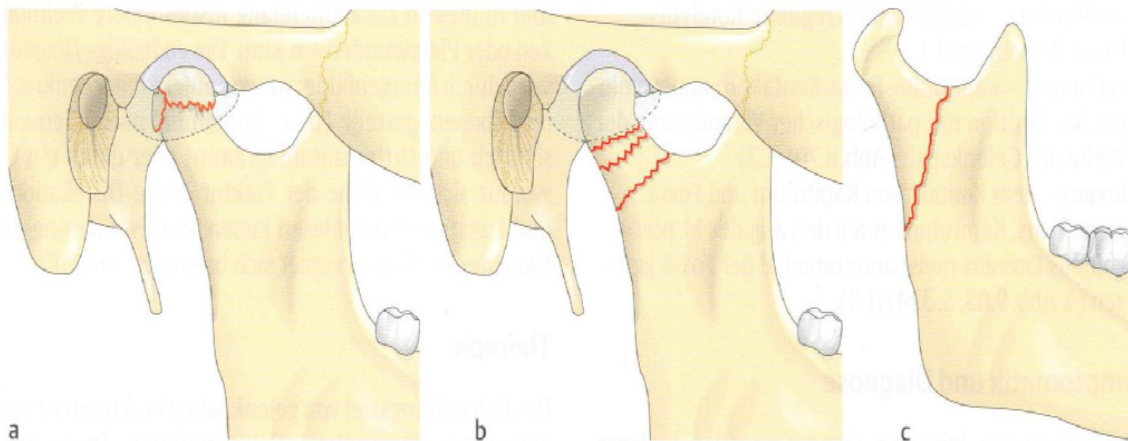


Abb. 2: Klassifikation der Kiefergelenkfrakturen nach der Frakturhöhe (Quelle: N. Schwenzler, M. Ehrenfeld: Spezielle Chirurgie, S. 331, Thieme, 2002) [77]

Auf das Kiefergelenk bezogen werden die Frakturlinien (siehe Abb. 2) in folgende Gruppen unterteilt [77]:

- a) Intrakapsulär gelegene Gelenkkopffraktur (Kapitulum)
- b) Hohe, mittelhohe und tiefe Gelenkhalsfrakturen (Kollumfrakturen)
- c) Gelenkhalsbasisfrakturen (Kollumbasisfraktur)

Gelenkwalzenfrakturen werden als intraartikuläre bzw. diakapituläre Frakturen bezeichnet [63].

Die Einteilung der Kollumfrakturen nach SPIESSL und SCHROLL berücksichtigt die Dislokation bzw. Luxation des kleineren Fragments und die Frakturhöhe. Es werden 6 verschiedene Frakturtypen unterschieden (siehe Abb. 3 und Abb. 4) [79]:

I: Kollumfraktur ohne wesentliche Dislokation

II: Tiefe Kollumfraktur mit Dislokation

III: Hohe Kollumfraktur mit Dislokation

IV: Tiefe Kollumfraktur mit Luxation

V: Hohe Kollumfraktur mit Luxation

VI: Capitulumfraktur

Subtyp A. ohne Höhenverlust des Ramus mandibulae

Subtyp B. mit Höhenverlust des Ramus mandibulae

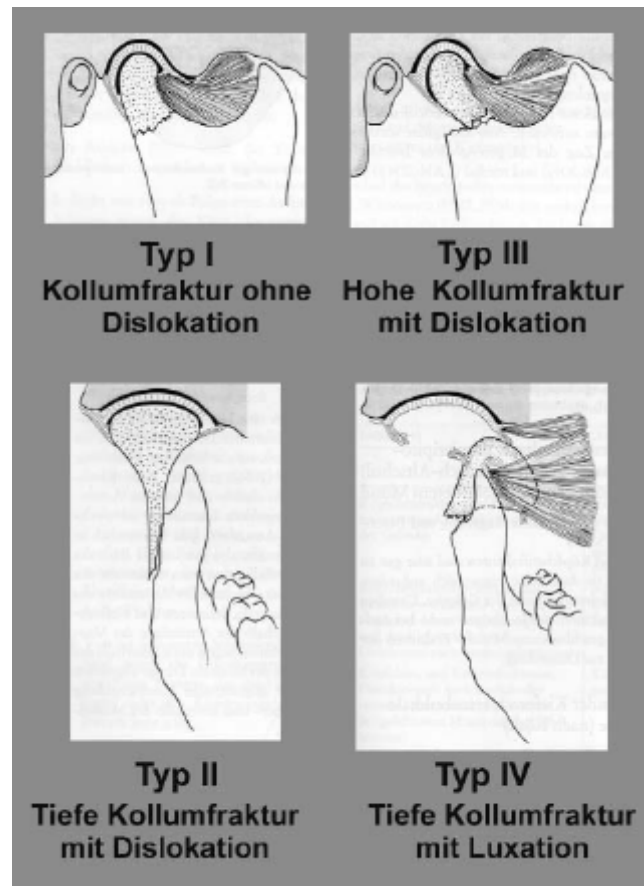


Abb. 3: Einteilung der Frakturtypen nach der Klassifikation von Spiessl und Schroll (modifiziert nach Spiessl und Schroll 1972) [79]

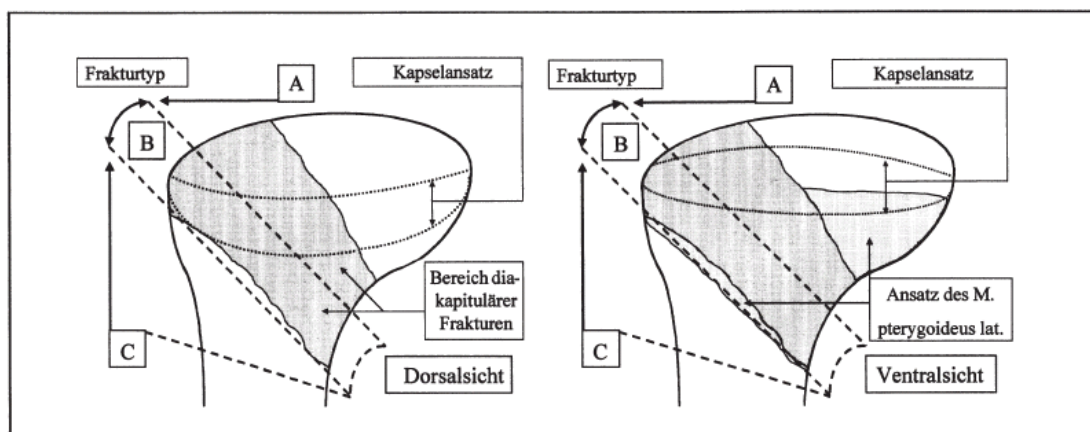


Abb. 4: Subklassifikation diakapitulärer Frakturen (Zone des Frakturverlaufs *dunkelgrau*) in Beziehung zum Kapselansatz (*gestrichelt*) und Ansatz des M. pterygoideus lateralis (*hellgrau*), (modifiziert nach Rasse et al 1993) [62]

Frakturen des Kiefergelenkköpfchens können wie in Abb. 4 in folgende Zonen eingeteilt werden:

- A) Frakturen der Gruppe VI nach SPIESSL UND SCHROLL mit Erhalt der Vertikaldimension
- B) Frakturen der Gruppe VI nach SPIESSL UND SCHROLL mit Einbeziehung des lateralen Kondylenpols
- C) Hohe kondyläre Frakturen der Gruppe V nach SPIESSL UND SCHROLL.

Eine Abgrenzung zwischen luxierten und dislozierten Frakturen bereitet oft Schwierigkeiten [12]. Bei einer luxierten Fraktur ist das kraniale Frakturfragment aus der Gelenkpfanne luxiert. Das distale Fragment ist aufgrund des Zuges des M. pterygoideus lateralis meist nach medial oder antero-medial disloziert. Selten ist das distale Fragment nach dorsal, lateral (Zugrichtung des M. pterygoideus lateralis ist entgegen gerichtet) oder anterior (Tuberkulum articulare stellt ein natürliches Hindernis dar) disloziert. Eine Dislokation ist eine Verschiebung der Fragmente gegeneinander. Nach Wassmund (1927) werden dislozierte Frakturen folgendermaßen klassifiziert [95]:

1. Dislocatio ad latus
2. Dislocatio ad axim
3. Dislocatio ad peripheriam
4. Dislocatio ad longitudinem cum contractionem
5. Dislocatio ad longitudinem cum distractionem.

In der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Universität Münster werden Kiefergelenkfrakturen nach der Klassifikation nach Schwentzer und Ehrenfeld (2002) in Kapitulum-, hohe, mittelhohe und tiefe Kollumfrakturen bzw. in Kollumbasisfrakturen eingeteilt. Zusätzlich erfolgt eine Klassifikation der dislozierten Frakturen nach Wassmund (1927).

1.2 Therapiemöglichkeiten

Die Versorgung der Kollumfrakturen stellt sich aufgrund der diffizilen Zugänglichkeit der Gelenkfortsatzregion als schwierig dar. Es besteht die Gefahr, den Nervus facialis bei dem Versuch einer Reposition des frakturierten Kiefergelenkköpfchens direkt bzw. indirekt zu verletzen. Daher wird die optimierte Versorgung von Kollumfrakturen bis heute in der Literatur kontrovers diskutiert. Die Indikationsstellungen, wann eine operative Therapie der konservativ-funktionellen Therapie bzw. wann eine konservativ-funktionelle Behandlung einer operativen Behandlung vorzuziehen ist, differieren je nach Arbeitsgruppe [8; 24; 92].

In der Literatur werden unterschiedliche Synonyme für die konservative Behandlungsmethode verwendet, wie z.B. „konservativ-funktionell“, „konservativ“ oder „geschlossene Therapie“. Im Folgenden wird nur noch von der konservativ-funktionellen Therapie gesprochen.

1.2.1 Konservativ- funktionelle Therapie

Das Ziel der Therapie von Kollumfrakturen ist eine Wiederherstellung sowohl der physiologischen Okklusion, als auch einer ungestörten Gelenkfunktion, unter welcher eine ungestörte Mundöffnung, eine ungehinderte Protrusions- und Laterotrusionsbewegung, sowie keine Seitwärtsabweichung des Unterkiefers bei der Mundöffnung zu verstehen ist [21; 43; 50]. Eine Erfolgsaussicht der konservativ-funktionellen Therapie erweist sich bei starken Dislokations- und Luxationsfrakturen ohne Fragmentkontakt aufgrund des Zuges des Musculus pterygoideus lateralis nach anterior-medial am frakturierten Fragment als eher unwahrscheinlich [1; 51; 64]. Gleiches gilt für Trümmerfrakturen [52; 54; 61; 91]. In diesen Fällen wird zunehmend eine operative Therapie gewählt [85; 99].

Bei Kindern und Jugendlichen, zahnlosen Patienten oder Patienten, die aufgrund schwerwiegender Erkrankungen nicht operationsfähig sind, werden Kiefergelenkfrakturen vor allem konservativ-funktionell therapiert [15; 19; 81]. Das Wachstumspotential der Knochenstrukturen ist bei Kindern bis zu einem Alter von 8 Jahren sehr hoch, sodass es bei einer Kollumfraktur zu einer Resorption des dislozierten Köpfchens und einer vollständigen Remodellation (engl.: Re-

modeling) des Gelenkfortsatzes kommen kann. Das Resultat ist eine akzeptable Wiederherstellung der Gelenkfunktion [3; 5; 23; 43; 73; 98]. Das so genannte „Remodeling“ basiert auf resorptiven und adaptiven Prozessen am Knochen [41; 42; 45; 69]. Ab dem 8. Lebensjahr nimmt die Fähigkeit zur Remodellation und damit auch die Option zur Regeneration ab. Zusätzlich werden die funktionellen Ergebnisse auch vom Ausmaß der Dislokation beeinflusst [4; 22; 27; 42; 68; 80].

Bei der konservativ-funktionellen Behandlungsmethode wird auf einen chirurgisch-invasiven Eingriff zur Reponierung des frakturierten Fragmentes verzichtet. Unter der konservativ-funktionellen Therapie versteht man unterschiedliche Behandlungskonzepte:

1. Immobilisation mit anschließender funktioneller Behandlung
2. alleinige Physiotherapie
3. alleinige Immobilisation
4. Schonung der Fraktur durch weiche Kost

Die Immobilisation mit anschließender funktioneller Behandlung lässt sich in zwei Phasen unterteilen.

In der ersten Phase nach der Reposition des großen zahntragenden Fragmentes wird die Unterkieferfraktur durch eine interdentale Immobilisation ruhig gestellt [8].

Die Immobilisationsdauer beträgt ca. 10 Tage und kann mit verschiedenen Methoden erfolgen. Starre Fixierungen können mit einer Drahtschienung im Ober- und Unterkiefer nach SCHUCHARDT (siehe Abb. 5), einer Drahtbogenkunststoffschienung oder einer intermaxillären Verschnürung über Otten-Häkchen (siehe Abb. 6, Abb. 7, Abb. 8, Abb. 8 und Abb. 10) bzw. auch IMF-Schrauben, z.B. der Firma Medartis, erreicht werden. Elastische Fixierungen können mit Gummizügen erwirkt werden [34]. Sie werden zwischen den Schienen im Ober- und Unterkiefer gespannt. Elastische Gummizüge ermöglichen es dem Patienten, sowohl in die richtige Okklusionsposition zurückzufinden, als auch in der Nacht die

korrekte Position beizubehalten [93]. Eine einfache Ruhigstellung des Unterkiefers kann mit einer Kopf-Kinn-Kappe erwirkt werden (siehe Abb. 11 und Abb. 12) [23]. Diese Methode wird zur Ruhigstellung bei zahnlosen Patienten mit einer prothetischen Versorgung angewendet. Die Prothesen werden miteinander fixiert, um die vertikale Höhe des Unterkieferastes wieder herzustellen [8].

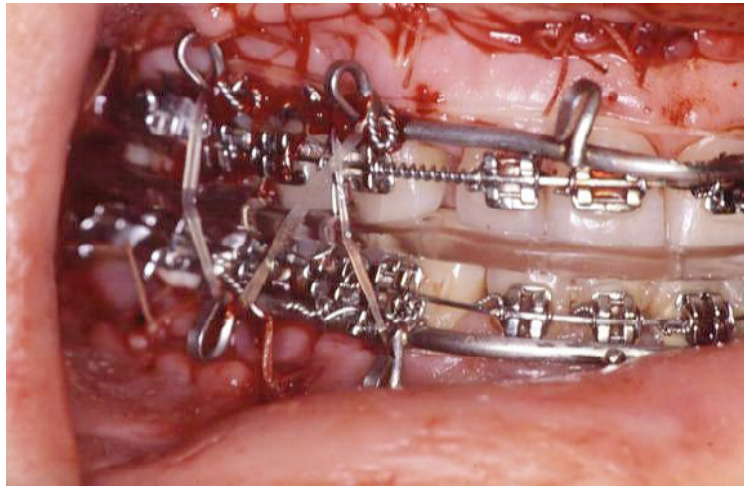


Abb. 5: Mandibulomaxillär befestigte Schuchardtschiene mit Gummizügen



Abb. 6: Zwei Minischrauben eines Osteosynthesesets mit zwei handgefertigten Häkchen (Quelle: N. Schwenger, M. Ehrenfeld: Spezielle Chirurgie, S. 304, Thieme, 2002) [77]



Abb. 7: Mandibulomaxilläre Immobilisation mittels befestigten Ottenhäkchen und einem straffen Gummizug (Frontalansicht)



Abb. 8 und Abb. 9: Mandibulomaxilläre Immobilisation mittels befestigten Ottenhäkchen und einem straffen Gummizug (Lateralansicht)

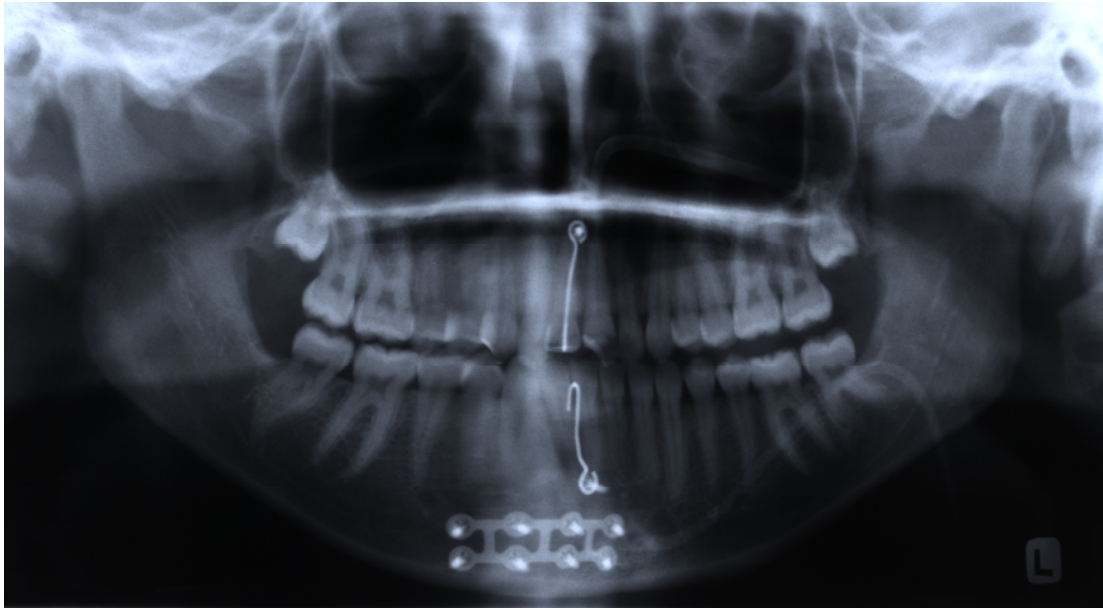


Abb. 10: Röntgenologische Darstellung einer mandibulomaxillären Immobilisation mittels befestigten Ottenhäkchen und Drahtverschnürung nach chirurgischer Versorgung einer Medianfraktur

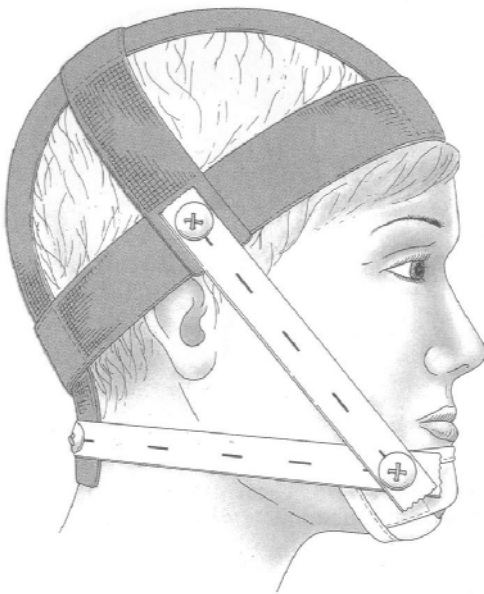


Abb. 11: Schematische Zeichnung eines Patienten mit einer Kopf-Kinn-Kappe (Quelle: Kahl-Nieke: Einführung in die Kieferorthopädie, S189, Urban und Schwarzenberg, 1995) [35]

Abb. 12: Patient mit einer Kopf-Kinn-Kappe

In der zweiten Phase erfolgt die funktionelle Behandlung. Sie besteht je nach Ausmaß der funktionellen Einschränkung in einer Teilmobilisation oder in einer Eingliederung von funktions-kieferorthopädischen Geräten [8]. Die funktions-kieferorthopädischen Geräte liegen lose im Mund und wirken stimulierend auf die „Reparatur“ der Hart- und Weichgewebe des traumatisierten Kiefergelenkes [36].

Es steht außer Frage, dass eine frühzeitige Remobilisierung obligat für die Wiederherstellung und Aufrechterhaltung der Gelenkfunktion ist [30; 90]. Eine längerfristige Immobilisation kann zu einer Ankylose des Gelenkes mit anschließend eingeschränkter Mundöffnung führen. Diese Ankylose wirkt sich vor allem bei Kindern und Jugendlichen zudem negativ auf das Kieferknochenwachstum aus; den sog. „functional ankylosis“ [60]. Einer eingeschränkten Mundöffnung kann z. B. mit Hilfe von Spatelübungen oder mit Hilfe eines kontinuierlich-dynamischen Kieferdehngerätes entgegengewirkt werden, indem in Teilschritten die Kiefer gegeneinander aufgedehnt werden [31]. Weitere bewährte Hilfsmittel der kieferorthopädischen Nachbehandlung sind der Aktivator-Monoblock, der Bionator nach BALTERS, der Federaktivator nach SANDER und der U-Bügel-Aktivator nach KARWETZKY.

Der Aktivator-Monoblock wird seit seiner Einführung 1958 durch Reichenbach in der funktionellen Nachbehandlung von Kieferfrakturen verwendet [65]. Das Prinzip des Aktivator-Monoblocks beruht auf einer Reizung der Kiefer, die durch Dehnung der Muskulatur ausgelöst wird [16; 32].

Ziel ist eine Anpassung der Kiefergelenke auf diese Reize und somit ein vermehrter Wachstumsimpuls speziell auf der frakturierten Seite. Es kommt zu einer Protrusion des Unterkiefers [16; 67; 97].

Der Bionator nach BALTERS ist ein graziles Gerät (siehe Abb. 13, Abb. 14 und Abb. 14). Er bewirkt eine Wachstumsstimulation des Unterkiefers in vertikaler Richtung. Die Kiefermuskulatur wird nicht beansprucht. Der Wachstumsimpuls basiert auf einer leichten Überkorrektur der Frontmitte zur nichtfrakturierten Seite bei unilateralen Frakturen und einer ventralen UnterkieferEinstellung bei bilateralen Frakturen [67].



Abb. 13: Bionator nach BALTERS

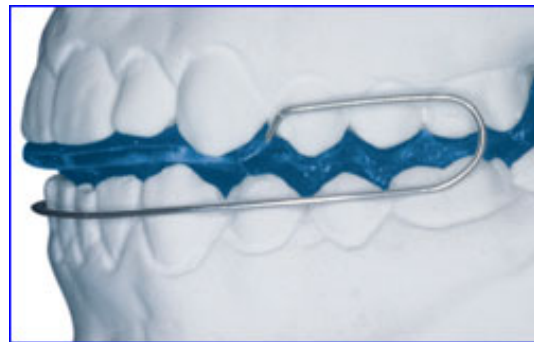


Abb. 14 und Abb. 15: Bionator nach BALTERS im Modell eingesetzt

Der Federaktivator nach SANDER wird seit 1989 in der Therapie von Gelenksymptomatiken, Kiefergelenkankylosen, des offenen Bisses und von Kiefergelenkfrakturen verursachten Mundöffnungsstörungen bzw. eingeschränkter Unterkiefermobilität eingesetzt [96; 97]. Das Prinzip des Federaktivators nach SANDER basiert auf einer Verlagerung des Belastungszentrums dorsal der ersten Molaren und dem konsekutiven Drehmoment durch die Musculi masseter und temporalis. Es kommt zu einer anterioren Rotation des Unterkiefers und einer Kiefergelenkdistraktion. Durch die Kiefergelenkdistraktion sollen die Fragmente in die anatomisch korrekte Position zurückgeführt werden. Die elastischen Federn des Federaktivators stimulieren beim Patienten die neuromuskuläre Aktivität (siehe Abb. 16 und Abb. 17). Dadurch kommt es auch bei einer

eingeschränkter Gelenkfunktion zu einer Verbesserung der Unterkiefermobilität [97].

Im Vergleich zu starren Geräten wie z.B. der Aktivator-Monoblock oder das Anbringen eines Hypomochlions in der Molarenregion bewirkt der Federaktivator nach SANDER während des Tragens in der Nacht eine um den Faktor 7 erhöhte Unterkieferaktivität [70; 71; 72].



Abb. 16: Angewandter Federaktivator zur funktionellen Rehabilitation (Quelle: Wichelhaus et al, Fortschritte der Kieferorthopädie 59: 340-351, 1998) [97]

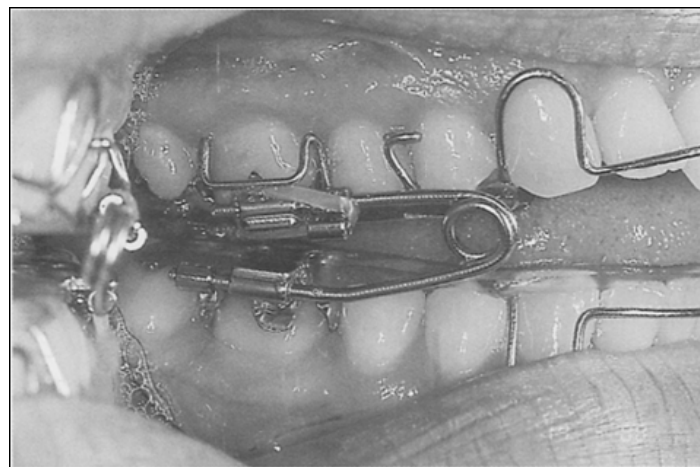


Abb. 17: Modifizierter Federaktivator für die Anwendung bei traumatischen Patienten mit Mundöffnungen ab 15 mm Schneidekantendistanz (Quelle: Wichelhaus et al, Fortschritte der Kieferorthopädie 59: 340-351, 1998) [97]

Seit der Einführung des U-Bügel-Aktivators nach KARWETZKY 1964 wird dieses Gerät in der Funktionskieferorthopädie zur Therapie von mandibulärer Retrognathie, maxillärer Prognathie, skelettal frontoffener Biss bei Klasse II, funktionell und skelettal asymmetrische Klasse II und zur Korrektur des Deckbisses eingesetzt (siehe Abb. 18 und Abb. 19) [82] .



Abb. 18: Darstellung eines U-Bügel-Aktivators nach KARWETZKY von der Seite



Abb. 19: Darstellung der Bügel des U-Bügel-Aktivators nach KARWETZKY

In der Poliklinik für Kieferorthopädie der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtsheilkunde der Universität Münster hat sich die funktionelle Nachbehandlung von Kollumfrakturen mit einem U-Bügel-Aktivator nach KARWETZKY etabliert (siehe Abb. 18 und Abb. 19). Der Wirkungsmechanismus des U-Bügel-Aktivators nach KARWETZKY ist mit dem des Federaktivators nach SANDER vergleichbar. Durch die gleichmäßige Bissperrung der Okklusion um 3 - 4 mm werden die Kiefergelenke sowie die frakturierten Fragmente distrahiert. Dadurch ist die Möglichkeit der Rückstellung der gegeneinander verschobenen Fragmente in die anatomisch korrekte Position gewährleistet. Ein weiterer Vorteil gegenüber den starren Geräten ist die Verschieblichkeit der Kunststoffplatten im Ober- und im Unterkiefer gegeneinander. Die Mobilität des Unterkiefers bleibt erhalten (siehe Abb. 23, Abb. 23 und Abb. 25).

Eine häufige Komplikation der Kollumfrakturen ist der frontoffene Biss. Er resultiert durch die vertikale Verlagerung des Unterkiefers.



Abb. 20: Therapie des frontal und lateral offenen Bisses mittels einer elastischen intermaxillären Fixierung (Frontalansicht)



Abb. 21 und Abb. 22: Therapie des frontal und lateral offenen Bisses mittels einer elastischen intermaxillären Fixierung (Lateralansicht)

In der Poliklinik für Kieferorthopädie der Klinik für Mund-Kiefer- und Gesichtsheilkunde in Münster wird zur Therapie des frontoffenen Bisses die funktionelle Nachbehandlung von Kollumfrakturen mit Funktionskieferorthopädischen Geräten in Kombination mit einer intermaxillären Verschnürung vorgenommen. Während der funktionellen Nachbehandlung mit dem U-Bügel-Aktivator wird der Patient simultan in der Front mit IMF-Schrauben und elastischen Gummizügen verschnürt (siehe Abb. 20, Abb. 21 und Abb. 21). Dadurch wird sowohl in der Kiefergelenkregion distrahiert als auch in der Front komprimiert. Diese kombinierte Therapie wird bis zur Korrektur des frontoffenen Bisses durchgeführt und dauert ca. 3 Wochen. Insgesamt ist die Behandlungsdauer mit dem U-Bügel-Aktivator nach KARWETZKY von mehreren Faktoren, wie z.B. Frakturtyp, Frakturlokalisation und Compliance des Patienten abhängig. In der Poliklinik für Kieferorthopädie der Klinik für Mund-Kiefer- und Gesichtsheilkunde in Münster beträgt die Tragedauer im Durchschnitt 3 Monate.



Abb. 23 und Abb. 24: U-Bügel-Aktivators nach KARWETZKY im Mund eingesetzt (Lateralansicht)



Abb. 25: U-Bügel-Aktivators nach KARWETZKY im Mund eingesetzt (Frontalansicht)

Bei der konservativ-funktionellen Behandlungsmethode werden der Nervus facialis, sowie die umliegenden Weichgewebe, wie z.B. die Glandula parotis geschont. Allerdings vermag die konservativ-funktionelle Behandlungsmethode nicht die physiologische Kondylusbewegung wiederherzustellen; die ursprüngliche Translations- und Rotationsbewegung verwandelt sich in eine überwiegende Rotationsbewegung des Kiefergelenkköpfchens [28; 53]. Die fehlende exakte Reposition des frakturierten Fragmentes, wie sie bei der operativen Therapie angestrebt wird, stellt einen weiteren negativen Aspekt dar. Es kann zu einer arthrotischen Veränderung der Gelenkregion mit einer konsekutiven Abflachung der Fossa condylaris kommen [47; 68].

Die Erfolgsaussichten der konservativ-funktionellen Behandlungsmethode stehen in enger Beziehung zur Compliance des Patienten. Bei schlechter Comp-

liance sind die Behandlungsergebnisse in Abhängigkeit vom Schweregrad der Fraktur häufig ungünstig [93]. Ein weiterer ätiologischer Aspekt ist die Verschädigung des diskoligamentären Apparats sowie der Schweregrad des Traumas [55].

1.2.2 Operative Therapie

Früher gab man aufgrund der vielen auftretenden schwerwiegenden Komplikationen (eine temporäre bzw. permanente Läsion des Nervus facialis, erhöhte Narbenbildung, eine operationsbedingte Nekrose des Gelenkköpfchens aufgrund mangelnder Blutversorgung, unzureichende Reposition und Fixierung aufgrund instabiler Materialien) der konservativ-funktionellen Therapie den Vorzug [10; 11; 66].

Mit Einführung funktionsstabiler Osteosyntheseverfahren ist die Diskussion über die Versorgungsart von Gelenkfortsatzfrakturen erneut entflammt [8; 9; 10; 11; 48]. Verbesserte Osteosynthesematerialien und die Etablierung übersichtlicher bzw. sicherer Zugänge ermöglichen eine erweiterte Indikationsstellung zur operativen Therapie.

1958 stellte die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO Schweiz) folgende Kriterien für eine chirurgische Versorgung von Frakturen auf [33]:

1. exakte anatomische Reposition
2. funktionsstabile Fixation
3. Erhaltung der Blutzirkulation in den Knochenfragmenten
4. frühzeitige aktive Mobilisierung

Mit Einführung der funktionsstabilen Osteosynthesematerialien sind neue Impulse gesetzt worden. Sie ermöglichen sowohl eine Ruhigstellung der Fragmente in einer anatomisch korrekten Position, eine ideale Rekonstruktion der periangulären Weichteilgewebe, als auch die Option zur sofortigen Belastung der Gelenke, wodurch sich eine Einschränkung der Mundöffnung wegen fixationsbedingter bindegewebiger Vernarbung stark dezimiert [29; 49; 53; 63; 83].

Zu den funktionstabilen Osteosyntheseverfahren zählen die Miniplatten- und Zugschraubenosteosynthese (siehe Abb. 26, Abb. 27, Abb. 28 und Abb. 29).

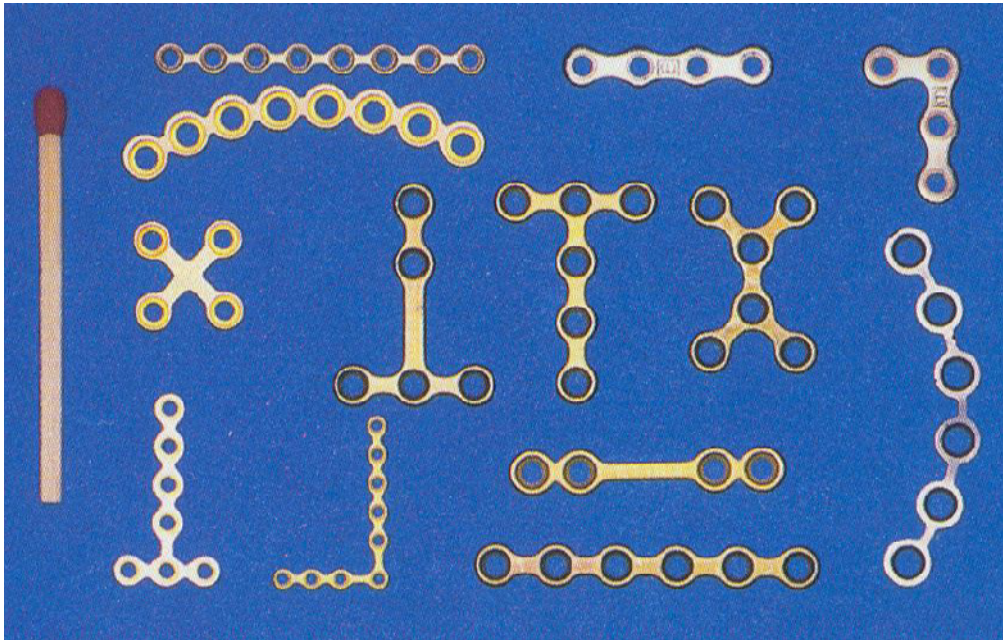


Abb. 26: Mini-Adaptionsplatten verschiedener Länge, Stärke und Formen aus verschiedenen Osteosynthesystemen (Quelle: N. Schwenzer, M. Ehrenfeld: Spezielle Chirurgie, S. 315, Thieme, 2002) [77]

Die Miniplatten sind in unterschiedlichen Formen und Größen erhältlich. Sie werden am Kiefer so positioniert, dass sie senkrecht zur Fraktur diese überbrücken. Die Fixierung der Miniplatten erfolgt je nach Frakturlokalisation mono- oder bikortikal mit Schrauben. Im Gegensatz zur Zugschraubenosteosynthese bietet dieses Verfahren dem Chirurgen eine bessere Kontroll- und Repositionsmöglichkeit [49]. Die Plattenosteosynthese findet im Bereich der Gelenkregion bei tiefen Kollumfrakturen Verwendung (siehe Abb. 27 und Abb. 28).



Abb. 27: Postoperativ angefertigte kaudal-exzentrische Aufnahme nach CLEMENTISCH. Chirurgische Versorgung einer tiefen Kollumfraktur und einer Paramedianfraktur mittels AO-Miniplatten



Abb. 28: Postoperativ angefertigtes Orthopantomogramm. Chirurgische Versorgung einer tiefen Kollumfraktur und einer Paramedianfraktur mittels AO-Miniplatten

Bei hohen Kollumfrakturen bzw. bei intrakapsulären Frakturen wird die konservative Therapiemethoden bevorzugt, da es beim Fixieren der Platten mit Schrauben zu einer Verletzung der Gelenkkapsel kommen kann [24].

Das Prinzip der Zugschraubenosteosynthese basiert auf einer Vorbohrung eines Kanals durch den frakturierten Kiefer möglichst senkrecht zur Frakturlinie mit anschließender Eindrehung der Zugschraube (siehe Abb. 29).

Entscheidend für diese Technik sind die Frakturlokalisierung, die Gelenkfortsatzbreite und das Verhältnis zwischen Kortikalis und Spongiosa. Die Schichtdicke der Kortikalis, welche die Schraube bedeckt, muss ausreichend sein, um eine Perforation zu vermeiden. Aus diesem Grund ist diese Methode bei graziilen bzw. gekrümmten Rami nicht durchführbar [56]. Einen Vorteil gegenüber anderer Verfahren bietet die leichte Entfernbarkeit der Zugschraube unter Lokalanästhesie. Es sei jedoch erwähnt, dass in der Literatur bereits gute Erfolge der Frakturversorgung mit Miniplatten ebenfalls unter Lokalanästhesie beschrieben sind [94].

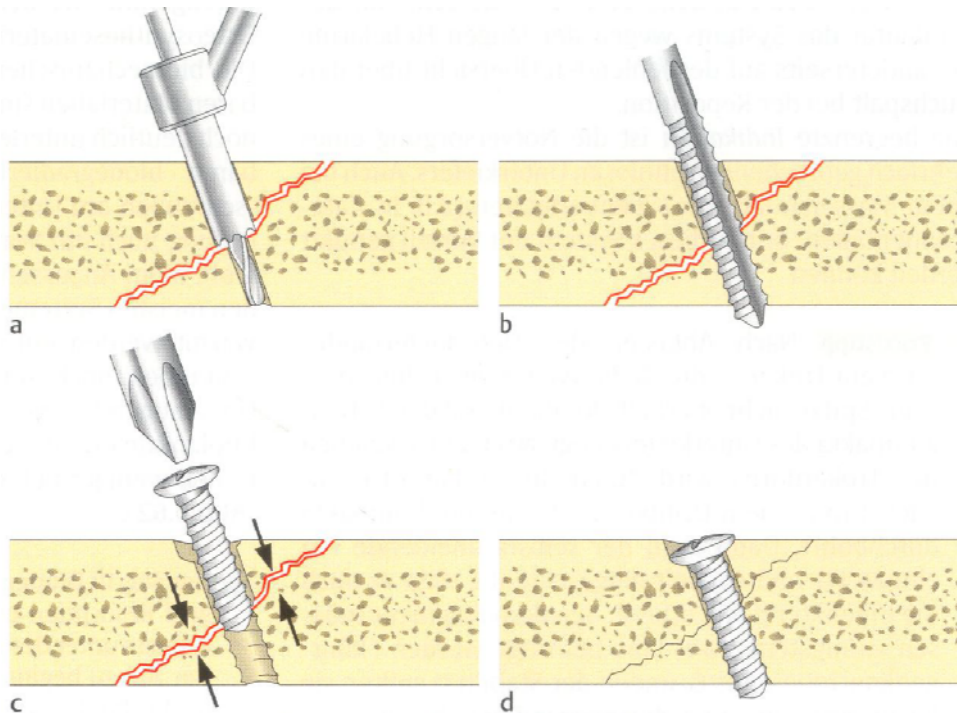


Abb. 29: Vorgehen bei einer Kompressionsosteosynthese mit Zugschrauben (Quelle: N. Schwenzer, M. Ehrenfeld: Spezielle Chirurgie, S. 319, Thieme, 2002) [77]

Das Schraubenloch wird vorgebohrt, wobei das Bohrloch im äußeren Fragment zum Gleitloch erweitert wird (a). Nach Schneiden eines Schraubengewindes im inneren Fragment (b) wird die Zugschraube eingedreht. Nur das innere Fragment wird von dem Gewinde erfasst (c). Durch das Festziehen der Schraube werden die beiden Fragmente gegeneinander komprimiert (d).

2 Problemstellung

Der Kiefergelenkfortsatz regeneriert nicht vollständig nach einer Therapie. Vielmehr erfolgt eine Adaption an die neuen „Gegebenheiten“. Das dislozierte bzw. luxierte Fragment, welches aufgrund fehlenden Kontaktes nicht mehr durch den Musculus pterygoideus lateralis mit Blut versorgt werden kann, verheilt entweder in einer Fehlstellung oder es wird resorbiert und eine fortsatzähnliche Struktur bildet sich aus [13]. Dadurch kann sich die Gelenkkonfiguration stark verändern.

Ziel der Frakturversorgung und der anschließenden Nachbehandlung ist es, die Funktion des Kiefergelenks so wiederherzustellen, dass der Patient subjektiv beschwerdefrei ist. Eine subjektive Beschwerdefreiheit kann auch dann festgestellt werden, wenn sich die Struktur und Form des Kiefergelenkköpfchens stark verändert hat [3; 6; 39; 88].

Es stellt sich hier die Frage, inwieweit die Veränderung der Gelenkkonfiguration nach einer Frakturversorgung beschrieben und beurteilt werden kann.

Es gibt kein einheitliches Verfahren zur Beurteilung der Höhen- und Winkeldifferenzen. Vielmehr haben viele Behandler ihr eigenes Messverfahren zur Beurteilung der Gelenkkonfiguration entwickelt [9; 28 ; 32; 76; 78; 99].

Ziel dieser Arbeit ist es, eine Methode zu entwickeln, die eine schnelle Beurteilung der Gelenkkonfiguration anhand in der Praxis häufig angewandter klinisch relevanter Röntgentechniken erlaubt. Die zur Diagnostik von Unterkieferfrakturen am meisten veranlassten Röntgenaufnahmen sind das Orthopantomogramm und die kaudal-exzentrische Aufnahme nach CLEMENTSCHITSCH. In dieser Arbeit werden die Kiefergelenkkonfigurationen der frakturierten Kiefergelenke mit denen der nichtfrakturierten Kiefergelenke sowohl zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung (prätherapeutisch; T0) als auch während der Behandlung bzw. bei Abschluss der Behandlung (posttherapeutisch; T1 bzw. T2) miteinander verglichen. Als Vergleichsdaten dienen zum einen die gemessenen Winkeldifferenzen zwischen dem gesunden Kondylus und dem frakturierten Kondylus und zum anderen die Höhendifferenzen der Rami mandibulares. Für die Messung des Ausmaßes der Abweichung des frakturierten Kiefergelenkköpfchens wer-

den nach Digitalisierung am Computerarbeitsplatz sowohl in der kaudalexzentrischen Aufnahme nach CLEMENTSCHITSCH als auch in dem Orthopantomogramm Punkte und Ebenen konstruiert, die aus der Kieferorthopädie für die Fernröntgenseitenanalyse und Fernröntgenfrontalanalyse bekannt sind. Es werden Punkte und Ebenen aus der XX-Punkte-Analyse für die Fernröntgenseitenanalyse (FRS) und Fernröntgenfrontalanalyse nach Münster verwendet. Die Messdaten aus der Gruppe der konservativ-funktionell behandelten Patienten und die Messdaten der chirurgisch versorgten Patienten werden anschließend gegenübergestellt.

3 Material und Methodik

3.1 Geometrische Grundlagen der Zentralprojektion

In der modernen Medizin existieren verschiedene Systeme zur Gewinnung von Bildinformationen über dreidimensionale Objekte.

Bei der Abbildung mit Röntgenstrahlen liegt eine Zentralprojektion vor. Die Strahlen gehen von einer – idealerweise – punktförmigen Strahlenquelle aus, durchsetzen divergierend das abzubildende Objekt und erzeugen aufgrund der unterschiedlichen Abschwächung in den verschiedenen Objektbereichen hinter dem Objekt eine charakteristische Intensitätsverteilung, die mittels Röntgenfilm oder Leuchtschirm dargestellt werden kann.

Für das Verständnis der Abbildungsprojektionen mit Röntgenstrahlen sind einige Gesetzmäßigkeiten zu beachten [18; 46; 74; 102].

Zentralprojektion

Bei der Zentralprojektion sind zwei Strahlen besonders hervorgehoben, der Zentralstrahl und der Senkrechtstrahl.

Der Zentralstrahl ist der vom Fokus ausgehende Strahl, der durch den Mittelpunkt des größten einblendbaren Feldes verläuft [74].

Der Senkrechtstrahl ist das Lot vom Fokus auf die Projektionsebene, d.h. er trifft immer orthogonal auf die Bildfläche auf [74].

Bei einer orthograden Röntgenaufnahme, z.B. bei anterior-posteriorer/posterior-anteriorer und latero/lateraler Abbildung oder Rechtwinkeltechnik in der Zahnheilkunde, sind Zentralstrahl und Senkrechtstrahl identisch.

Die Abbildungsgeometrie unterliegt bei allen Röntgenaufnahmen den folgenden Gesetzmäßigkeiten [18].

Abstandsgesetz

Ein parallel zur Bildebene im Raum orientiertes Objekt wird umso mehr vergrößert, je weiter es von der Bildebene entfernt ist. Diese Tatsache ist aus der Divergenz des Strahlenbündels unmittelbar ableitbar.

Nach dem Zweiten Strahlensatz der Strahlengeometrie in der Mathematik folgt die direkte Größenbeziehung zwischen Objekt und Objektbild in Abhängigkeit vom Fokus-Objekt-Abstand (FOA) und Fokus-Bild-Abstand bzw. Fokus-Film-Abstand (FFA) (siehe Abb. 30).

Liegt das Objekt in der Bildebene wird es ohne Vergrößerung oder Verkleinerung abgebildet.

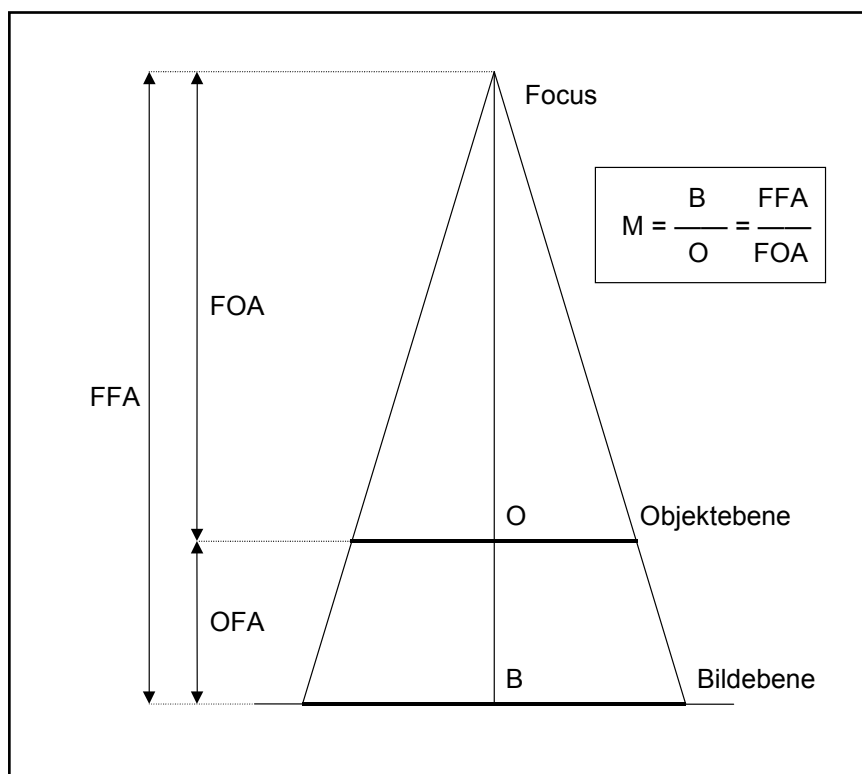


Abb. 30: Prinzip der Zentralprojektion in der Röntgentechnik. Beziehung [M] zwischen Objektgröße [O] und Bildgröße [B] in Abhängigkeit von FFA zu FOA

Das Ausmaß der Vergrößerung als Folge des unvermeidbaren Objekt-Film-Abstandes (OFA) kann durch Vergrößerung des Röhrenabstandes (FFA und FOA) verringert werden. Praktisch angewandt wird der Effekt der Abstandsvergrößerung zum Beispiel bei der so genannten Herzfernaufnahme oder bei der Fernröntgenseitenaufnahme (FRS), wobei der FFA mindestens zwei Meter betragen sollte [18; 74].

In der Strahlentherapie und im Strahlenschutz ist ein anderer Aspekt des Abstandsgesetzes bekannter als die rein geometrische Interpretation. Die Intensi-

tät einer Strahlung verringert sich umgekehrt zum Quadrat der Entfernung von der Strahlenquelle (Abstandsquadratgesetz) [46].

Isometriegesetz

Aus dem Abstandsgesetz folgt unmittelbar das Isometriegesetz.

Liegen Objekte in einer parallelen Ebene zur Bildebene, werden sie mit der gleichen Vergrößerung abgebildet. Dabei ist es belanglos, ob eine orthograde Zentralprojektion (Zentralstrahl = Senkrechtstrahl) oder eine schiefe Zentralprojektion (Schrägprojektion) vorliegt, da die korrespondierenden FOA und FFA nach dem Zweiten Strahlensatz der Geometrie kongruent sind.

Parallaxengesetz

Wird der Fokus parallel zur Bildebene verschoben, verschiebt sich das Objektbild auf der Bildebene in entgegengesetzter Richtung.

Die Bildverschiebung ist proportional zum Objekt-Film-Abstand (OFA) und zur Größe der Fokusverschiebung. In der Zahnheilkunde dient dieser Effekt zur Lagebestimmung von Objekten, z.B. Fremdkörper oder verlagerte Zähne, und ist unter dem Begriff „Clark´s rule“ und „buccal objekt rule“ bekannt [7].

Die Tomographie (Röntgenschnittbildverfahren) macht sich dieses Prinzip ebenfalls zu Nutzen, indem durch gleichzeitige antagonistische Verschiebung der Röntgenröhre und des Röntgenfilms parallel zur Bildebene eine einzelne Ebene scharf abgebildet wird, während alle übrigen Ebenen durch die Bildparallaxe verwischen.

Abbildung von Objekten, die nicht parallel zur Bildebene angeordnet sind

Die Bildgröße von Objekten, die schräg zur Bildebene verlaufen, ändert sich mit ihrer Lage zum Senkrechtstrahl.

Sie nimmt mit zunehmendem Winkel vom Objekt zur Strahlenausbreitungsrichtung zu. In diesem Spezialfall ist die Bildgröße von zwei Parametern abhängig; zum einen von dem Winkel des Objektes zu dem abbildenden Strahlenbündel, zum anderen natürlich von dem Verhältnis FOA zu FFA.

Abbildungsmaßstab

Mitunter kann es von medizinischem Interesse sein die wahre Objektgröße wiederum aus der Bildgröße auf dem Röntgenfilm zu ermitteln. Hierzu ist die Kenntnis des Vergrößerungsfaktors (M) erforderlich.

Der Vergrößerungsfaktor (M) lässt sich einfach aus den geometrischen Gegebenheiten ableiten. Dabei verhält sich gemäß dem Abstandsgesetz, Bildgröße (B) zur Objektgröße (O) wie der FFA zum FOA:

$$M = \frac{B}{O} = \frac{FFA}{FOA}$$

Aus der obigen Formel geht hervor, dass die mathematische Berechnung der tatsächlichen Objektgröße möglich ist, wenn FFA und FOA bekannt sind. (siehe dazu auch Abb. 30).

Ohne Kenntnis des Vergrößerungsmaßstabes kann die Objektgröße auch bestimmt werden, wenn in der Ebene des Interesses ein röntgendichter Maßstab angebracht wird. Nach dem Isometriegesetz wird der Maßstab in gleicher Weise wie das Objekt vergrößert, so dass nun eine Berechnung des Faktors M und damit der wahren Objektgröße möglich ist.

Verzeichnung auf Röntgenbildern

In der Praxis ist es selten, dass Objekte betrachtet werden, die sich fast ausschließlich in einer Ebene zur Bildebene hin projizieren. Alle Objekte mit dreidimensionaler Ausdehnung werden infolge ihrer in verschiedenen Abständen vom Brennfleck und Film gelegener Anteile in veränderter Form abgebildet. Dabei werden fokusnahe Anteile entsprechend dem Abstandsgesetz stärker vergrößert, als filmnahe Anteile (siehe Abb. 31).

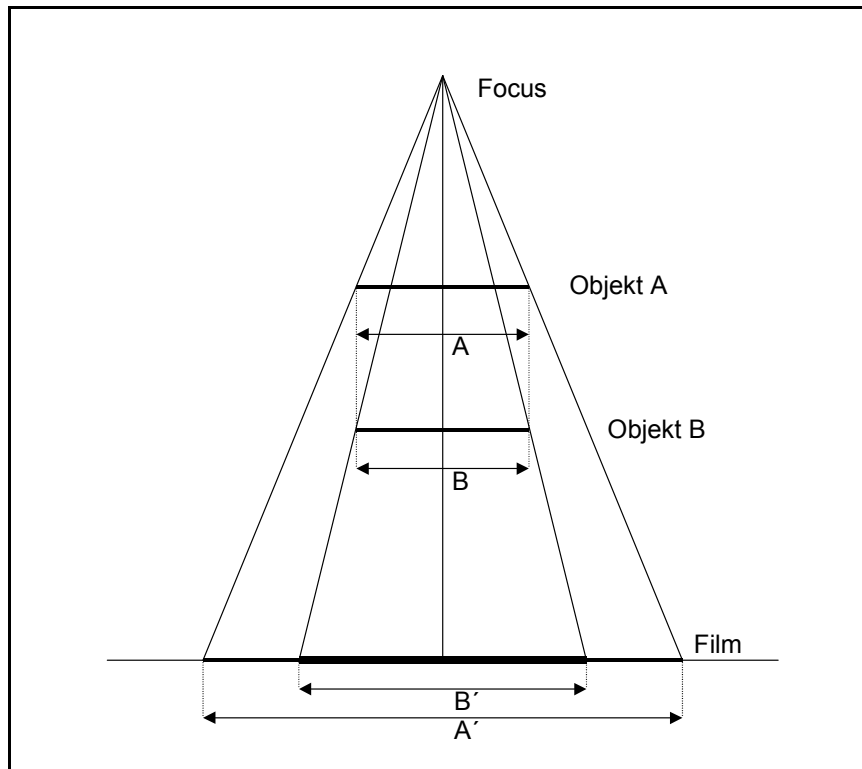


Abb. 31: Verzeichnung auf Röntgenbildern. Abhängigkeit der Bildgröße von dem Objekt-Film-Abstand. Die Objekte A und B besitzen die gleiche Längenausdehnung; die Bilder A' und B' sind unterschiedlich vergrößert abgebildet worden.

Der gesamte Objektkörper erfährt somit eine Deformierung auf der Bildebene, die Verzeichnung genannt wird. Die Verzeichnung entspricht näherungsweise einer umgekehrten Perspektive, da entgegen der normalen Erfahrung bei identischer Objektgröße weite Objekte größer erscheinen als nahe Objekte [18].

Bei der Abbildung eines räumlichen Objektes, z.B. einer Kugel, wird die Bildkontur bei der Zentralprojektion durch den Breitenkreis der Kugel bestimmt, der orthogonal zu dem einfallenden Strahlenbündel ist. Je nach der Neigung des konturbildenden Breitenkreises zur Bildebene hin tritt eine mehr oder weniger starke ellipsenförmige Verzeichnung des bei orthograder Projektion entstehenden Kreises auf.

Es ist einleuchtend, dass die oben genannten Gesetzmäßigkeiten der Bildgeometrie bei der Zentralprojektion erschwerend auf die Interpretation eines Röntgenbildes einwirken.

3.2 Aufnahmetechniken, Anwendungen und Röntgendiagnostik

In der Zahnheilkunde und in der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie ist die Röntgendiagnostik ein wichtiger Bestandteil der Untersuchung. Sie erlaubt genauere Aufschlüsse über pathologisch veränderte Zahn-, Kiefer- und Knochenstrukturen. Anomalien oder Zahnfehlstellungen, die ein typisches Merkmal bei Syndromen sind, können genauer lokalisiert werden. Zur Röntgendiagnostik haben sich unterschiedliche Aufnahmetechniken bewährt. Zu den intraoral angefertigten Aufnahmen zählen der Zahnfilm, die Bissflügelaufnahme und die Ober- oder Unterkieferaufbissaufnahme. Bei den konventionellen Schädelaufnahmen beleuchten die Röntgenstrahlen einen extraoral liegenden Film. Man unterscheidet je nach Ausrichtung des Zentralstrahles die posterior-anteriore Schädelaufnahme von der seitlichen, der axialen und der axial-exzentrischen Schädelaufnahme. Zur Diagnostik der Nasennebenhöhlen bzw. zum Ausschluss von Mittelgesichtsfrakturen hat sich die okzipitonasale Aufnahme (NNH) bewährt. Die kaudal-exzentrische Aufnahme nach CLEMENTSCHITSCH sowie die Kiefergelenkaufnahme nach SCHÜLLER (modifiziert, offen oder geschlossen) sind gute Techniken zur Beurteilung der Kieferregion. Eine weitere Aufnahmetechnik stellt das Orthopantomogramm dar. Sie dient in der Zahnheilkunde vor allem der primären Diagnostik [57].

Zusätzliche apparative Untersuchungen sind z.B. die 3D-Computertomographie und das MRT. Die 3D-Computertomographie findet u.a. bei der Beurteilung von Frakturen in der Kiefergelenkregion Verwendung [8]. Die hohe Aussagekraft der 3D-Computertomographie über Dislokations- und Luxationsgrad, Frakturanzahl und Frakturverlauf kann eine Verdachtsdiagnose einer Fraktur verifizieren [28]. Die Magnetresonanztomographie ermöglicht eine genaue Beurteilung der Kondylus-Diskus-Fossa-Relation.

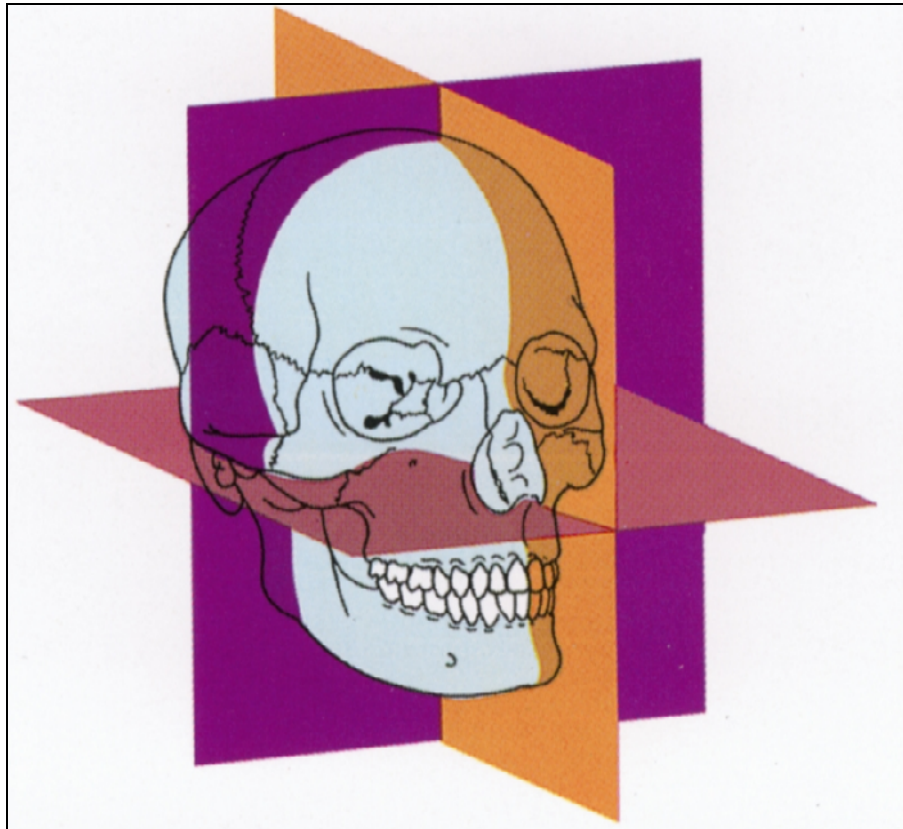


Abb. 32: Schematische Darstellung der drei Ebenen am Schädel: die Frontalebene, die Mediansagittale und die Deutsche Horizontale

In der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Universität Münster werden zur röntgenologischen Diagnostik von Unterkieferfrakturen bzw. zum Ausschluss von anderen Mittelgesichtsfrakturen im Normalfall ein Orthopantomogramm, eine kaudal-exzentrische Aufnahme nach CLEMENTSCHITSCH und eine große NNH angeordnet.

3.2.1 Die Orthopantomographie

Die Orthopantomographie basiert auf dem Prinzip der Tomographie und ist eine Panoramaschichtaufnahme. Diese Technik wird gerne als Übersichtsaufnahme angewendet, da sie eine radiologische Beurteilung sowohl der Zähne und der Kiefer, als auch der angrenzenden knöchernen Strukturen des Mittelgesichtes, wie z.B. der Sinus maxillaris erlaubt [26; 57]. Bei der Panoramaschichtaufnahme werden alle innerhalb der Schicht liegenden Strukturen scharf abgebildet. Jedoch können die außerhalb der Schicht liegenden Strukturen nicht gänzlich

ausgeblendet werden, sodass es in einigen Arealen zu so genannten Überprojektionen kommt. Die Halswirbelsäule projiziert sich sowohl in die Unterkieferfrontzahnregion als auch am seitlichen Rand des Orthopantomogramms unterhalb der Kolla. Das Zungenbein wird seitlich unterhalb der Unterkieferwinkel und der Zungenrücken auf Höhe der aufsteigenden Äste projiziert (siehe Abb. 33 und Abb. 34) [57].

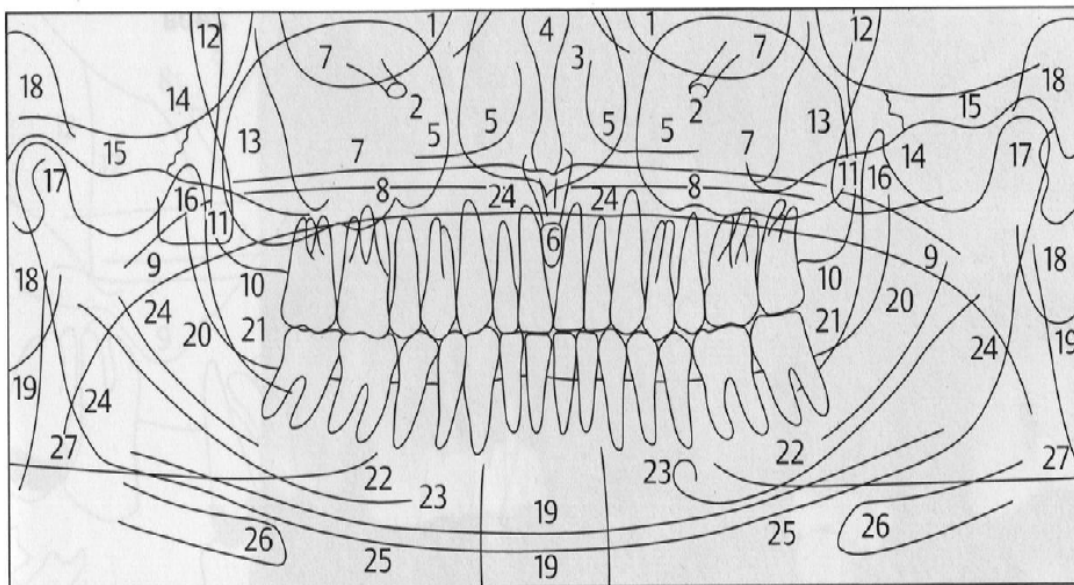


Abb. 33: Schematische Darstellung der röntgenologischen Strukturen, die theoretisch im Orthopantomogramm eines Erwachsenen beobachtet werden können (Quelle: F. A. Pasler: Zahnärztliche Radiologie, S.191, Thieme, 2003) [57]

Im oberen mittleren Rand der Abbildung sind die beiden Orbitae (1) erkennbar. Der Canalis infraorbitalis (2) liegt kaudal des Orbitabodens. Median der Orbitae werden das Cavum nasi (3) mit den Septi nasi (4) und den Conchae nasalis inferior (5) dargestellt. Das Foramen incisivum (6) liegt apikal der mittleren oberen Incisiven. Die beiden Sinus maxillaris (7) liegen als Aufhellungen lateral des Cavum nasi und überlagern die Canalis infraorbitalis und die kaudalen Anteile der Orbitae. Das Gaumendach (8) und der Nasenboden erstrecken sich in der apikalen Region der Oberkieferzähne. Lateral der Oberkiefermolaren sind die beiden Tubera maxillares (10) erkennbar. In die aufsteigenden Äste unterhalb

der Processus coronoidei (16) und lateral der Processus pterygoidei (11) wird das Velum palatinum (9) hineinprojiziert. Im oberen Rand der Abbildung lateral der Orbitae sind die Fossae pterygopalatinae (12) sichtbar. Am lateralen Sinusrand ist das Os zygomaticum (13) als eine Verschattung erkennbar. Die Suturae zygomaticoalveolares (14) ziehen als feine Linien unterhalb der Fossae pterygopalatinae in der oberen lateralen Bildregion entlang. Unterhalb des Arcus zygomaticus mit dem Tuberculum articulare (15) liegt in der Fossa der Kondylus (17). Das äußere Ohr mit dem knöchernen Gehörgang (18) wird sowohl oberhalb als auch unterhalb des Kondylus hineinprojiziert. Die Halswirbelsäule (19) überlagert als Verschattung die Frontzahnregion und ist auch am lateralen Bildrand erkennbar. Neben dem Kondylus und dem Processus condylaris werden als knöcherne Strukturen des Unterkiefers die Crista temporalis mandibulae (20), die Linea obliqua (21) und die Kompakta des Unterkieferrandes (25) dargestellt. In dem Canalis mandibulae (22) verläuft der Nervus mandibularis durch den Unterkiefer und tritt als Nervus mentalis aus dem Foramen mentale (23) aus dem Knochen. Je nach Positionierung des Patienten in dem Orthopantomogrammgerät werden der Zungenrücken (24) auf Höhe der aufsteigenden Äste und das Zungenbein (26) seitlich unterhalb der Unterkieferwinkel hineinprojiziert. Verwischungen des Gegenkiefers (27) sind ebenfalls als Artefakt der Projektionstechnik anzusehen.

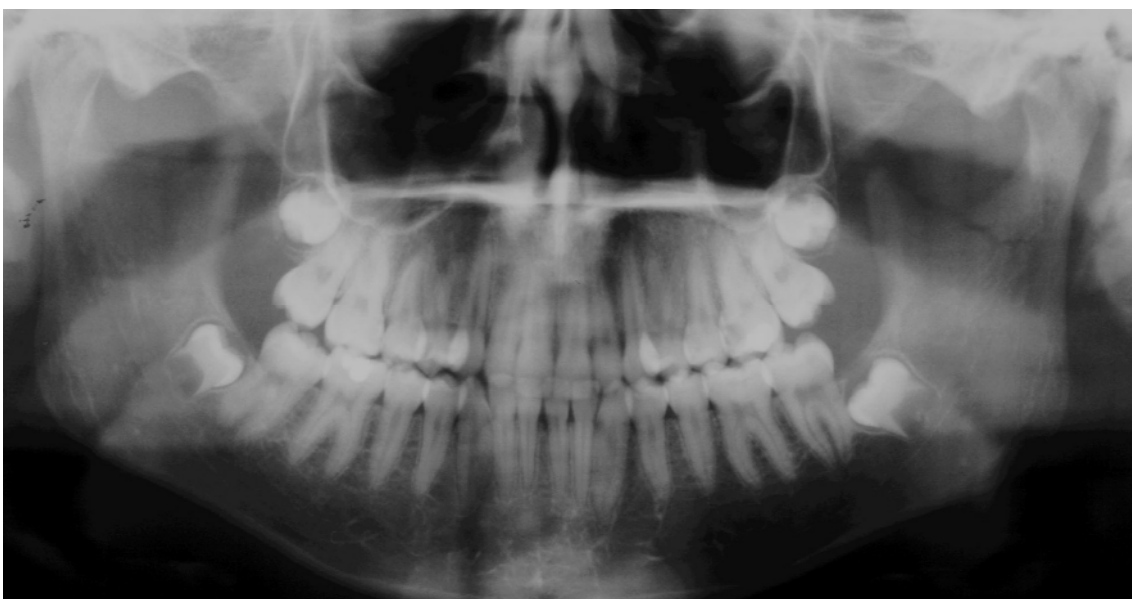


Abb. 34: Orthopantomogramm

Das Prinzip der Aufnahmetechnik beruht auf einer gleichsinnigen Rotation von Fokus und Film-Kassette um den Gesichtsschädel des im Zentrum stehenden Patienten. Der Patient steht aufrecht mit gestrecktem Hals und gesenkten Schultern in der Mitte des Gerätes. Er hält sich mit den Händen an den Haltegriffen fest, während er mit seinen Frontzähnen in die Kerbe der Positionslehre beißt. Diese Kopfbissposition ermöglicht eine scharfe Wiedergabe der Kronen und Wurzeln der Frontzähne. Die Füße kommen etwas vor dem Körper zum stehen. Zur genauen Einstellung der Mediansagittalebene und der Frankfurter Horizontalen dienen vertikale und horizontale Lichtvisiere [57].

Die zentrische Position des Patienten ist obligat, um eine asymmetrische Vergrößerung oder Verlängerung der beiden Kieferhälften zu vermeiden [57].

Während der Rotation wird auf jeweils ein bestimmtes Areal der Filmkassette eine definierte Schichtaufnahme der Kieferabschnitte projiziert. Die Filmkassette bewegt sich gegenläufig der Rotation von Kassetten- und Sensorträger [57].

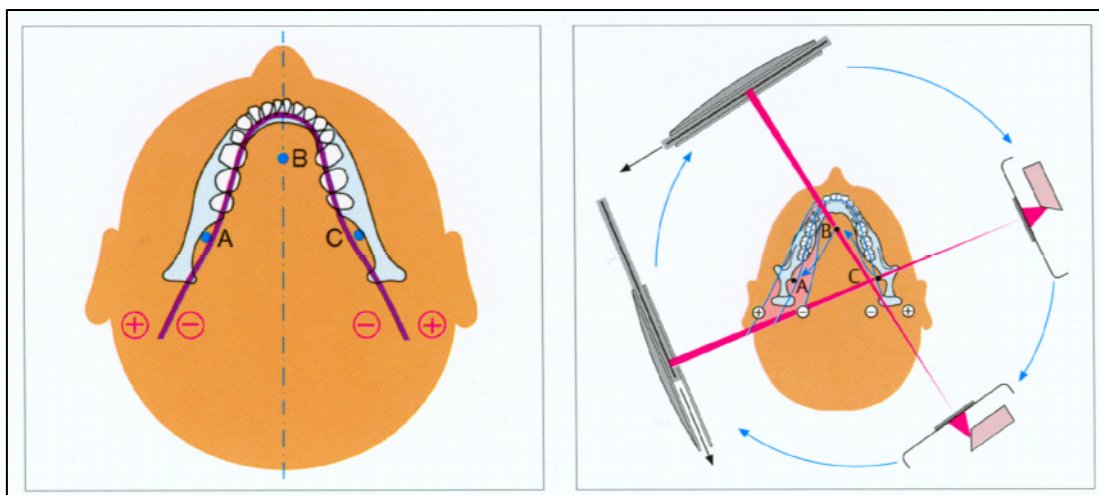


Abb. 35: a) Mittlere Position der Schichtdicke; b) Prinzip der OPG oder der PSA (Quelle: F. A. Pasler, H. Visser: Taschenatlas der zahnärztlichen Radiologie, S.2-3, Thieme 2003) [58]

Bei modernen Geräten kann die Schichtform dem Alter und der Kieferform angepasst werden (siehe Abb. 35 a, +/- Zeichen). Die Schichtdicke wechselt von

etwa 9 mm in der Frontregion bis zu ca. 20 mm im Bereich der Kiefergelenke. Es handelt sich bei diesem Verfahren um eine Zonographie mit wechselnder Schichtdicke in den einzelnen Abschnitten der Kiefer. Außerhalb der Schicht gelegene Strukturen werden nicht vollkommen unterdrückt, sodass Summationseffekte aus der 3. Dimension im 2-dimensionalen Röntgenbild diagnostisch missdeutet werden können.

Der Strahler (rechts) und der Bildempfängerhalter (links) bewegen sich im Uhrzeigersinn um den Schädel, während der Bildempfänger selbst gegenläufig hinter dem Sekundärschlitz vorbeigeleitet (siehe Abb. 35 b). Der Röntgenstrahl fällt durch fokusnahe (primäre) und bildempfängernahe (sekundäre) vertikale Schlitzblenden auf den im Gegensinn ablaufenden Bildempfänger. Der Strahl wird in einer ellipsoiden Bahn über 3 Drehpunkte von C über B nach A geführt. Diese 3 Drehpunkte sind im vertikalen Strahlenbündel besser als Drehpunktssäulen anzusprechen.

Die bei der Herstellung einer Panoramaschichtaufnahme häufig auftretenden Fehler basieren auf einer inkorrekten Positionierung des Patienten im Cephalostat und die daraus resultierenden falschen Einstellungen der unterschiedlichen Ebenen. Während der Aufnahme sollte der Patient ruhig verharren und die Zunge gegen das Gaumendach drücken, um die Oberkieferfrontzahnregion richtig exponiert und scharf ablichten zu können.

Die Kauebene sollte so eingestellt sein, dass sie nach dorsal leicht ansteigt. In dieser Position kann eine für die röntgenologische Diagnostik gut interpretierbare Aufnahme in Normposition erzielt werden [57]. Einstellungsfehler können eine nach dorsal zu stark ansteigende bzw. absinkende Kauebene sein. Sie entstehen durch eine Fehlpositionierung des Patienten im Cephalostat (siehe Abb. 36 und Abb. 37).

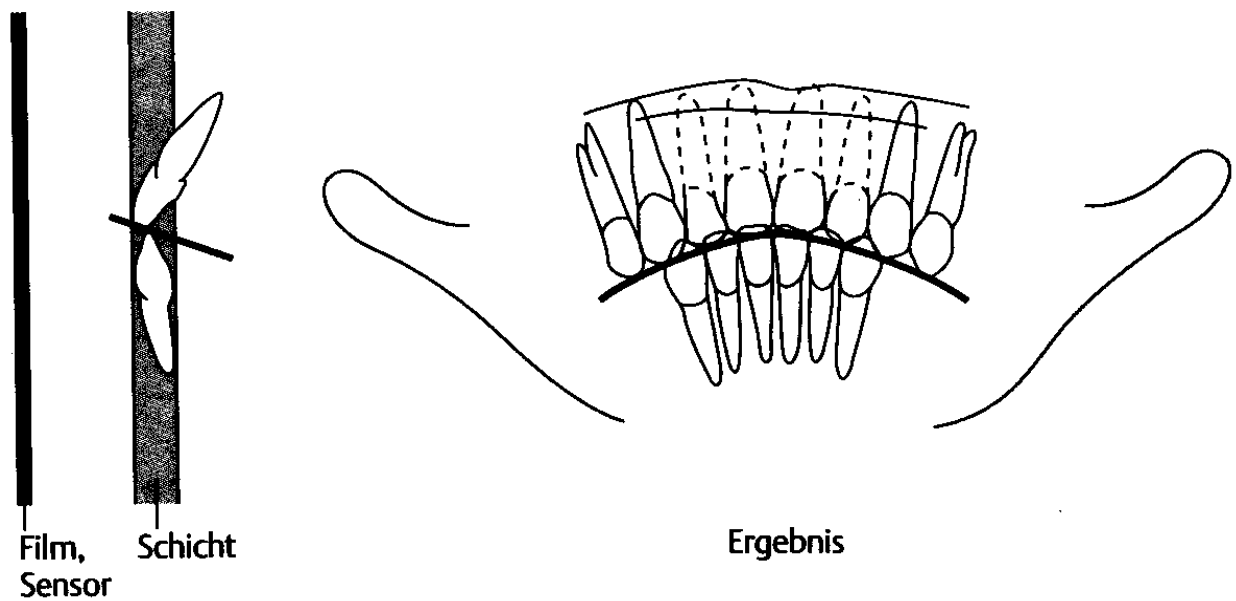


Abb. 36: Schematische Darstellung eines OPG bei nach dorsal absinkender Kauebene
(Quelle: F. A. Pasler: Zahnärztliche Radiologie, S.185, Thieme, 2003) [57]

Bei der Positionierung in Abb. 36 erscheinen die Okklusionsebene und die Verschattung durch das Gaumendach und den Nasenboden als ein nach unten offener Bogen. Die Kiefergelenke werden weiter nach lateral dargestellt. Zudem wird die Apexregion Oberkieferzähne unterschiedlich stark von Verschattungen überlagert und die Wurzeln der oberen Frontzähne sind häufig stark verbreitert [58].

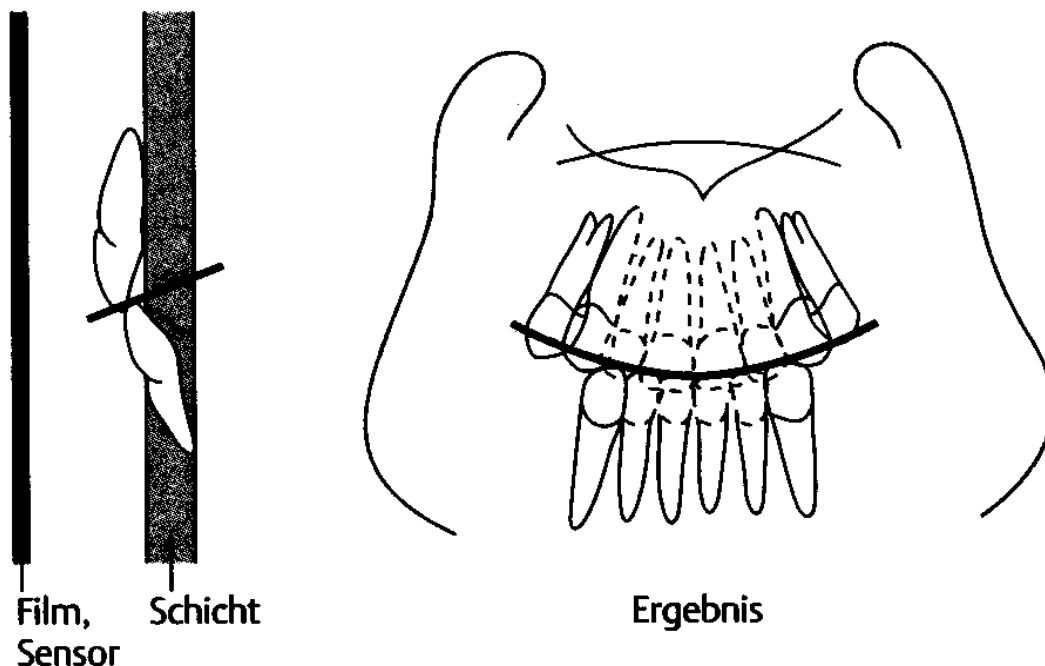


Abb. 37: Schematische Darstellung eines OPG bei nach dorsal ansteigender Kauebene
(Quelle: F. A. Pasler: Zahnärztliche Radiologie, S.186, Thieme, 2003) [57]

Bei der Positionierung in Abb. 37 erscheinen die Okklusionsebene und die Verschattung durch das Gaumendach und den Nasenboden als ein nach oben offener Bogen. Die Kiefergelenke werden weiter nach medial dargestellt. Die Apexregion der Oberkieferzähne wird unterschiedlich stark von Verschattungen überlagert und die Wurzeln der oberen Frontzähne sind häufig stark verschmälert [58].

Bei einer Positionierung des Schädels in Anteflexion werden die die Approximalfächen der oberen Seitenzähne überlagert und die Kiefergelenke werden meist nicht mehr vollständig dargestellt [58].

In dieser Arbeit werden die Röntgenbilder für die Messungen berücksichtigt, bei denen der Patient nicht in einer Fehlstellung positioniert war. Röntgenbilder mit einer nach dorsal absinkenden oder aufsteigenden Okklusionsebene werden demnach von der Messung und Bewertung ausgeschlossen.

3.2.2 Die kaudal-exzentrische Aufnahme nach Clementschitsch

Diese Aufnahmetechnik dient der röntgenologischen Beurteilung des Unterkiefers, der aufsteigenden Äste und der Kondylen. Es lassen sich knöcherne Veränderungen, wie z.B. Frakturen oder Zysten v. a. in den Bereichen der Kieferwinkel, der Äste und Kondylen gut darstellen. Der Zentralstrahl verläuft bei maximaler Mundöffnung nachonasal entlang der Schädelbasis (siehe Abb. 38) [57].

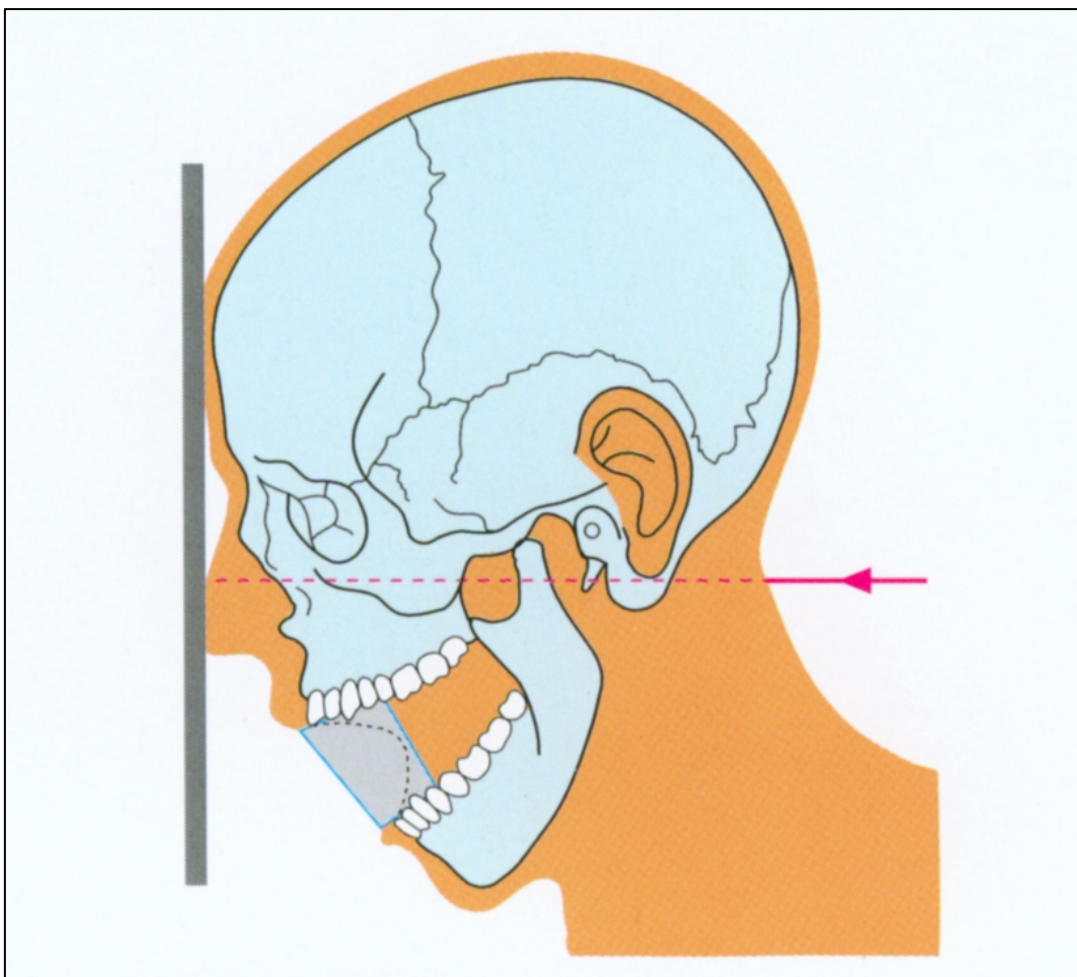


Abb. 38: Schematische Darstellung des röntgenologischen Strahlengangs der kaudal-exzentrischen Aufnahme nach CLEMENTSCHITSCH (Quelle: Vorlesung der Röntgentechnik in der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie in Münster. Autoren: Kelker/ Reuter) [37]

Die Kieferröste, Kondylen und Kapitula werden in einer leichten Schrägansicht projiziert. Der Vorteil dieser Aufnahmetechnik beruht auf der symmetrischen Darstellung und konsekutiv guter Beurteilbarkeit der beiden Kondylen [2]. Jedoch wird das Kinn aufgrund der Entfernung zum Film und der Nähe zur Wirbelsäule von dieser stark überlagert (siehe Abb. 39 und Abb. 40) [57].

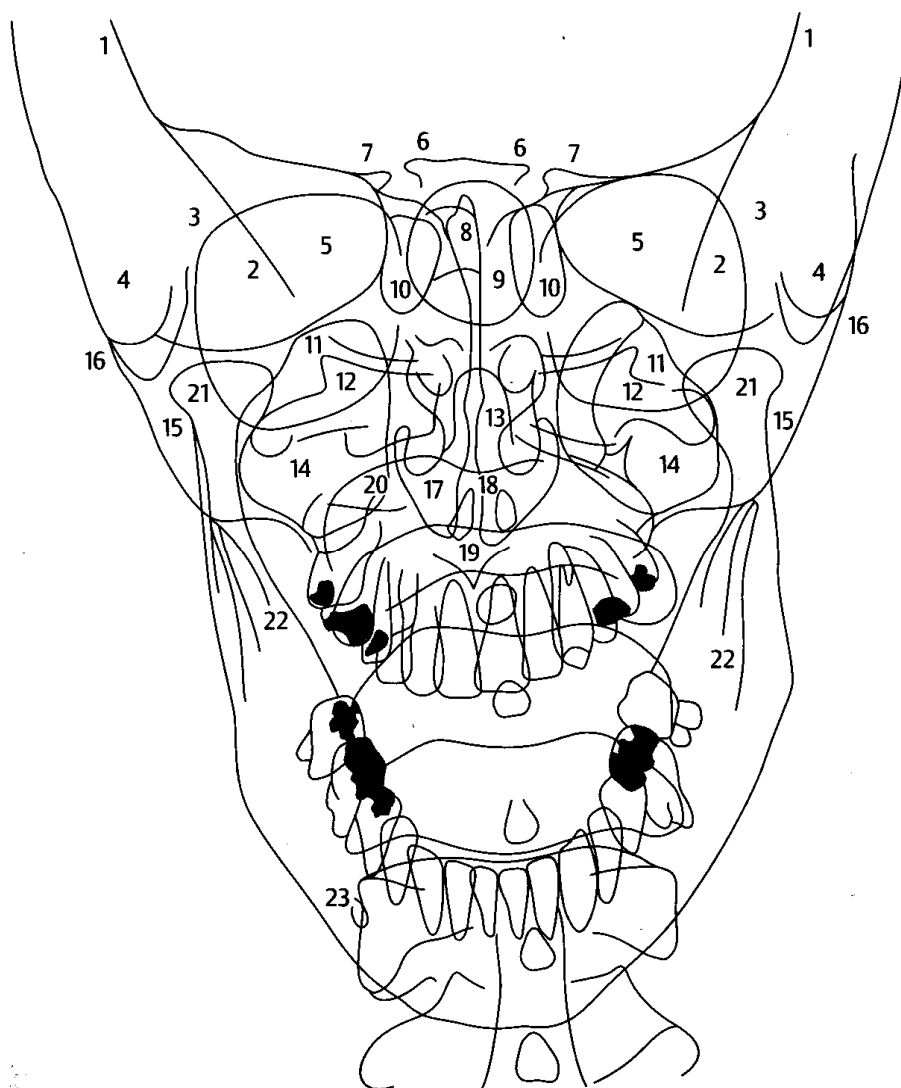


Abb. 39: Schematische Darstellung aller röntgenologischen Strukturen, die theoretisch in einer kaudal-exzentrischen Aufnahme nach CLEMENTSCHITSCH eines Erwachsenen beobachtet werden können (Quelle: F. A. Pasler: Zahnärztliche Radiologie, S.153, Thieme, 2003) [57]

Im oberen Abschnitt der Aufnahme sind in den Verschattungen die laterale Wand der Fossa cranii anterior (1), die Linea innominata (2) und das Pars petrosa ossis temporalis (3) erkennbar. Lateral kranial des Processus condylaris mandibulae (21) bzw. median des Arcus zygomaticus (16) liegt der Processus mastoideus (4). Der Arcus zygomaticus mündet in das Os zygomaticum (15). In die Fossa cranii anterior ragen median der Processus clinoides posterior (6) und der Processus clinoides anterior (7) hinein. Kaudal der Processus liegt die Crista galli (8) mit den benachbarten kleinen Nebenhöhlen der Nase; der Sinus sphenoidalis (9) und dem Labyrinthus ethmoidalis (10). Die Orbita (5) ist teilweise durch die knöchernen Strukturen des Schädels überlagert. In den Sinus maxillaris (14) sind als Verschattungen sichtbar die knöchernen Strukturen des Articulatio atlantooccipitalis (11), die Massa lateralis des Processus atlantis (12) und der Processus pterygoideus (20) hineinprojiziert. Der Dens axis (13) ist in die Nasenhöhle hineinprojiziert. Die knöcherne Nasenhöhle (17) mit den Conchae wird durch das Septum nasi (18) geteilt. Zwischen dem Septum nasi und den Apices der oberen mittleren Incisivi ist als Verschattung die Spina nasalis anterior (19) dargestellt. Am Ramus mandibulae sind als eine kleine Verschattungen die Processus muscularis mandibulae (22) erkennbar. Das Foramen mandibulae (23) liegt im Apexbereich der unteren Prämolaren, durch das der Nervus mandibularis aus dem Canalis mandibulae als Nervus mentalis hinaustritt.



Abb. 40: Aufnahme nach CLEMENTSCHITSCH

3.3 Patientenkollektiv

Im Zeitraum 1996 bis 2004 wurden an der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtsheilkunde der Universität Münster 207 Patienten (127 Männer und 80 Frauen) mit Kollumfrakturen behandelt (siehe Abb. 41). Das Durchschnittsalter betrug 31 Jahre. 163 Patienten (79%) sind rein konservativ-funktionell behan-

delt worden, während sich für 44 Patienten (21 %) die Indikation zu einer chirurgischen Versorgung stellte (siehe Abb. 42). Die Indikation für eine chirurgische Versorgung von Kollumfrakturen stellt sich bei einer gemessenen Höhendifferenz der Kolla ≥ 5 mm im Orthopantomogramm bzw. bei einer Winkelabweichung $\geq 45^\circ$ in einer kaudal-exzentrischen Aufnahme nach CLEMENTSCHITSCH.

Die Informationen über die Unfallursache bzw. Therapieverlauf sowie anamnestische Details sind mittels eines Aufnahmebogens schriftlich festgehalten worden.

In dieser Studie sind diese Informationen ausgewertet und die angefertigten Röntgenbilder digitalisiert und anschließend analysiert worden.

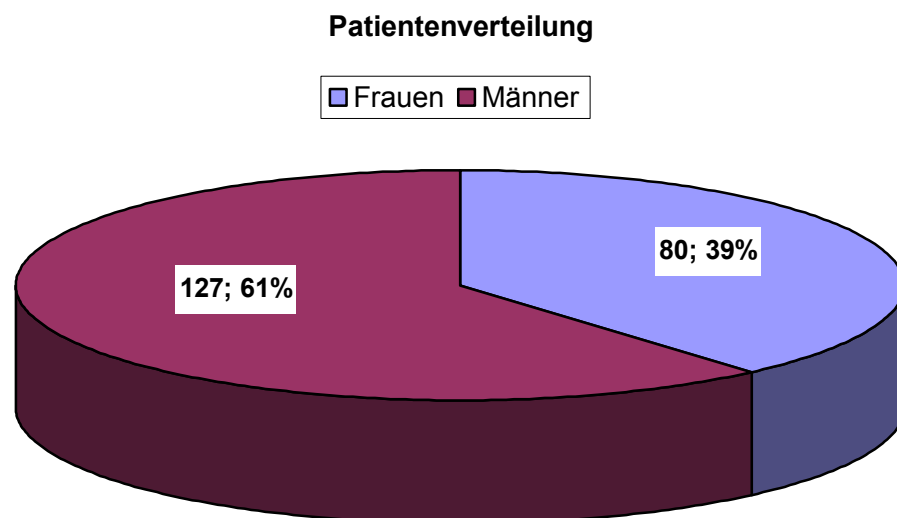


Abb. 41: Geschlechtsspezifische Patientenverteilung

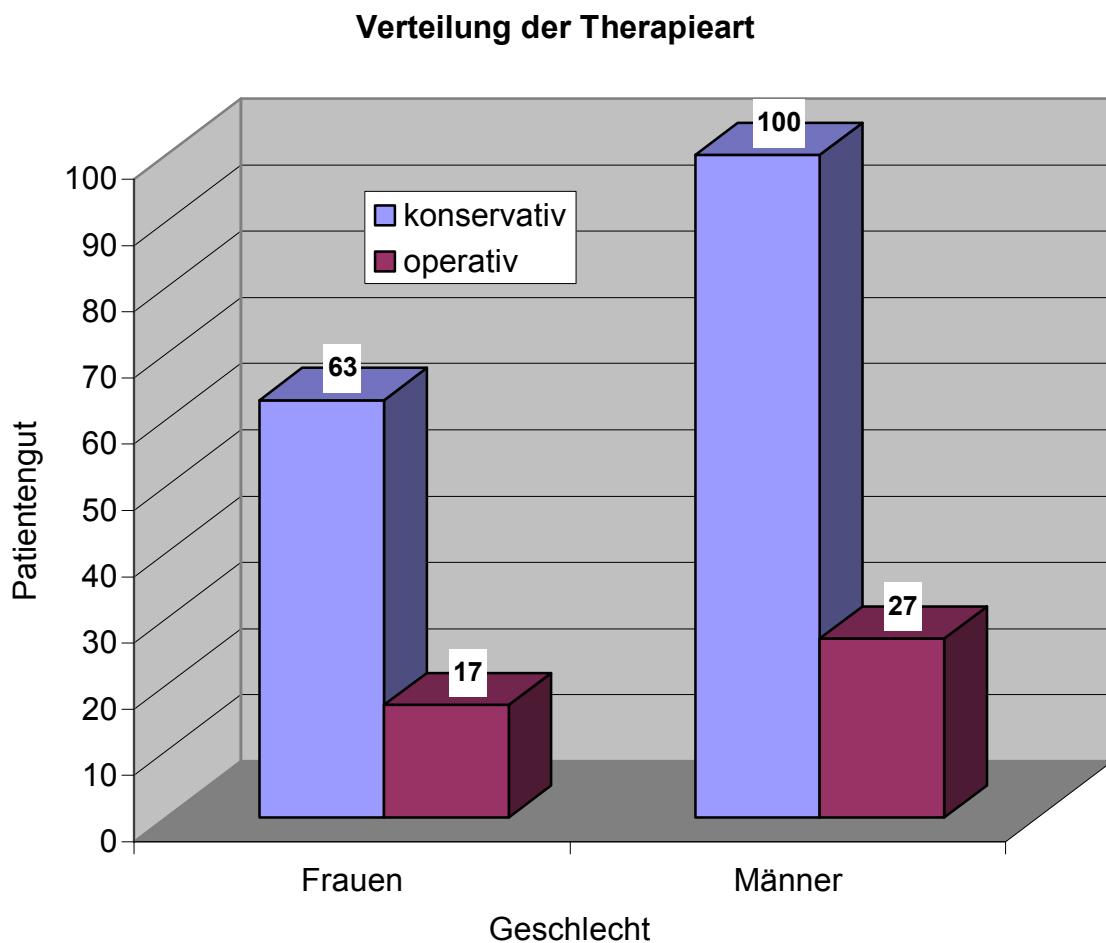


Abb. 42: Therapieverteilung bei Frauen und Männern

3.4 Erhebung der Patientendaten

Für die Sammlung der Patienteninformationen ist ein Datenerhebungsbogen mit folgenden Aspekten erstellt worden:

1. Allgemeine und spezielle Anamnese.
2. Frakturlokalisationen sowohl im Bereich der Kolla, als auch in Verbindung mit Kombinationsfrakturen des Unterkiefers bzw. mit dem Mittelgesicht.
3. Klinische Untersuchungen bezüglich Mundöffnungsstörungen, Deformitäten, abnorme Beweglichkeiten/ Krepitationen, Vitalität der Zähne, Okklusionsstö-

rungen und unsichere Frakturzeichen, wie z.B. Hämatome, Schwellungen, Druck- oder Stauchungsschmerz, Functio laesa. Diese klinischen Untersuchungen bezogen sich auf die Zeiträume der ersten Untersuchung, vor der Entlassung und vor der Metallentfernung.

4. Informationen über die Operationsdauer, die Versorgungsart, eventuell aufgetretene Komplikationen während der Operation bzw. während des stationären Aufenthaltes wie Zahnverluste, Nachblutungen, Hämatombildungen, Infektionen, Wundheilungsstörungen, Plattenfehlstellungen, Plattenfrakturen oder Plattendislokationen (Antibiotika- und ggf. Schmerztherapie).
5. Die Informationen über die Metallentfernung basieren ebenfalls auf die unter Punkt 4 aufgelisteten Kriterien.
6. Informationen über eine kieferorthopädische Nachbehandlung. Für diesen Teil der Untersuchung sind die Zeitpunkte der kieferorthopädischen Aufnahme, der Eingliederung des Gerätes und der Behandlungsabschluss von Bedeutung gewesen. Es wurden die jeweiligen Gebissituationen, die Okklusionen und die Mundöffnungen zu jenen Zeitpunkten miteinander verglichen. Ein weiterer Aspekt stellte die Compliance des Patienten dar. Die Tragedauer sowie eventuell auftretende Schmerzen beim Tragen des Gerätes bzw. während der Therapie wurden berücksichtigt.

Die Erfassung der Daten erfolgte in Excel-Tabellen. Das verwendete Programm war Excel-Office 2000 SP.

3.5 Röntgenbildanalyse

Ursprünglich sind bei dieser Untersuchung Daten von 240 Patienten mit Kolumfrakturen zusammengestellt worden, die an der Klinik und Poliklinik für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie der Universität in Münster behandelt worden sind. 33 Patienten von den 240 Patienten konnten aus unterschiedlichen Gründen bei der röntgenologischen Auswertung nicht berücksichtigt werden. Gründe hierfür waren zum einen die schlechte Qualität der Röntgenbilder und zum anderen die geringe Anzahl der vorhandenen Bilder pro Patient. Teilweise existierten nur Röntgenbilder zum Zeitpunkt vor Therapiebeginn bzw. direkt postopera-

tiv. Um ein auswertbares Ergebnis erzielen zu können, mussten jedoch zumindest ein Bild zum Zeitpunkt vor Therapiebeginn und mindestens ein Bild vorhanden sein, welches den Heilungsverlauf dokumentiert. Idealerweise wurden demnach pro Patient 3 Bilder (ein prätherapeutisches zum Zeitpunkt T0 und zwei Bilder, die während der Therapie bzw. postoperativ zu den Zeitpunkten T1 bzw. T2 angefertigt worden sind) in die Auswertung mit einbezogen. Für die Auswertung wurden alle Aufnahmen in zwei Ebenen berücksichtigt (kaudal-exzentrische Röntgenaufnahme nach CLEMENTSCHITSCH und Orthopantomogramm), die bei der ersten Untersuchung, direkt nach der Operation bzw. bei der Entlassung und vor der Metallentfernung angefertigt worden sind.

Bei der Anfertigung der kaudal-exzentrischen Aufnahme nach CLEMENTSCHITSCH können kleine Abweichungen in der Einstellung erfolgen. Auf Grundlage des ersten Gesetzes der Zentralprojektion (Abstandsgesetz) werden Objekte mit zunehmendem Objekt-Film-Abstand vergrößert dargestellt. Die Winkeldifferenzen zwischen den Kondylen des Unterkiefers werden durch eine fokusnahe bzw. fokusferne Einstellung nicht beeinflusst. Bei einer symmetrischen Strahlenführung, wie sie bei der kaudal-exzentrischen Aufnahme nach CLEMENTSCHITSCH angestrebt wird, bleiben die Winkeldifferenzen zwischen den beiden Kondylen des Unterkiefers konstant.

Die Röntgenbilder konnten mithilfe eines Scanners der Marke UMAX-Magic-Scan (UMAX Systems GmbH, Corel Corporation, 47877 Willich, Germany) digitalisiert werden. Die Bildgröße betrug 500 dpi.

3.5.1 Messungen in der kaudal-exzentrischen Aufnahme nach Clementschitsch

Anhand der kaudal-exzentrischen Aufnahme nach CLEMENTSCHITSCH lassen sich die beiden Kiefergelenkköpfchen sehr gut miteinander vergleichen. Diese Aufnahmetechnik wurde für diese Studie zur Beurteilung der Winkeldifferenzen zwischen dem gesunden und dem frakturierten Kondylus verwendet. Für die Messung des Ausmaßes der Abweichung des frakturierten Kiefergelenkköpfchens- bzw. -fragmentes wurden einige aus der Kieferorthopädie für die Fernröntgenfrontalanalyse und Fernröntgenseitenanalyse bekannten Punkte und

definierten Ebenen konstruiert. Es wurden Punkte und Ebenen aus der XX-Punkte-Analyse für die Fernröntgenseitenanalyse (FRS) und Fernröntgenfrontalanalyse (FFA) nach Münster verwendet. Das Einzeichnen der Punkte, Ebenen und der Winkel erfolgte mit dem Corel-Photo-Paint-Programm (Version 11633, 2002 Corel Corporation) und wurde wie folgt konstruiert (siehe Abb. 43):

1. Festlegung der anatomischen Mitten-Referenz-Ebene (aMR), welche durch den Crista galli- Punkt (Cg), der frontalen Spina nasalis anterior (f-Spa) und den oberen dentalen Mittelpunkt (1.Upper incisor mesial/ contact point; Uplmc) verläuft. Bei einer dentalen Mittenlinienabweichung wird die anatomische Mitten-Referenz-Ebene (aMR) unter Ausschluss des oberen dentalen Mittelpunktes (1.Upper incisor mesial/ contact point; Uplmc) konstruiert.
2. Anschließend wird eine Parallele der aMR durch den Mittelpunkt des Kolums gezogen.
3. Konstruktion der Verbindungslinie zwischen dem Mittelpunkt des Kieferwinkels und des Trigonum retromolare.
4. Die Linea obliqua wird ermittelt und es wird eine Senkrechte zur Trigonum retromolare-Kieferwinkelmittelpunkt-Ebene durch die Linea obliqua gezogen; der Schnittpunkt der Senkrechten und der Parallelen entspricht dem Mittleren Kondylus-Punkt (DC), welcher definiert ist als der auf der Nasion-Basion-Ebene gelegene Mittelpunkt des Condylus (XX-Punkte-Analyse für die Fernröntgenseitenanalyse der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Münster).
5. Ermittlung des physiologisch höchsten Punktes des Processus condylaris (Co) und zeichnen einer Geraden durch Co über DC hinaus. Der Winkel wird gemessen zwischen der Geraden durch Co-DC und der Parallelen der aMR im Punkte DC.

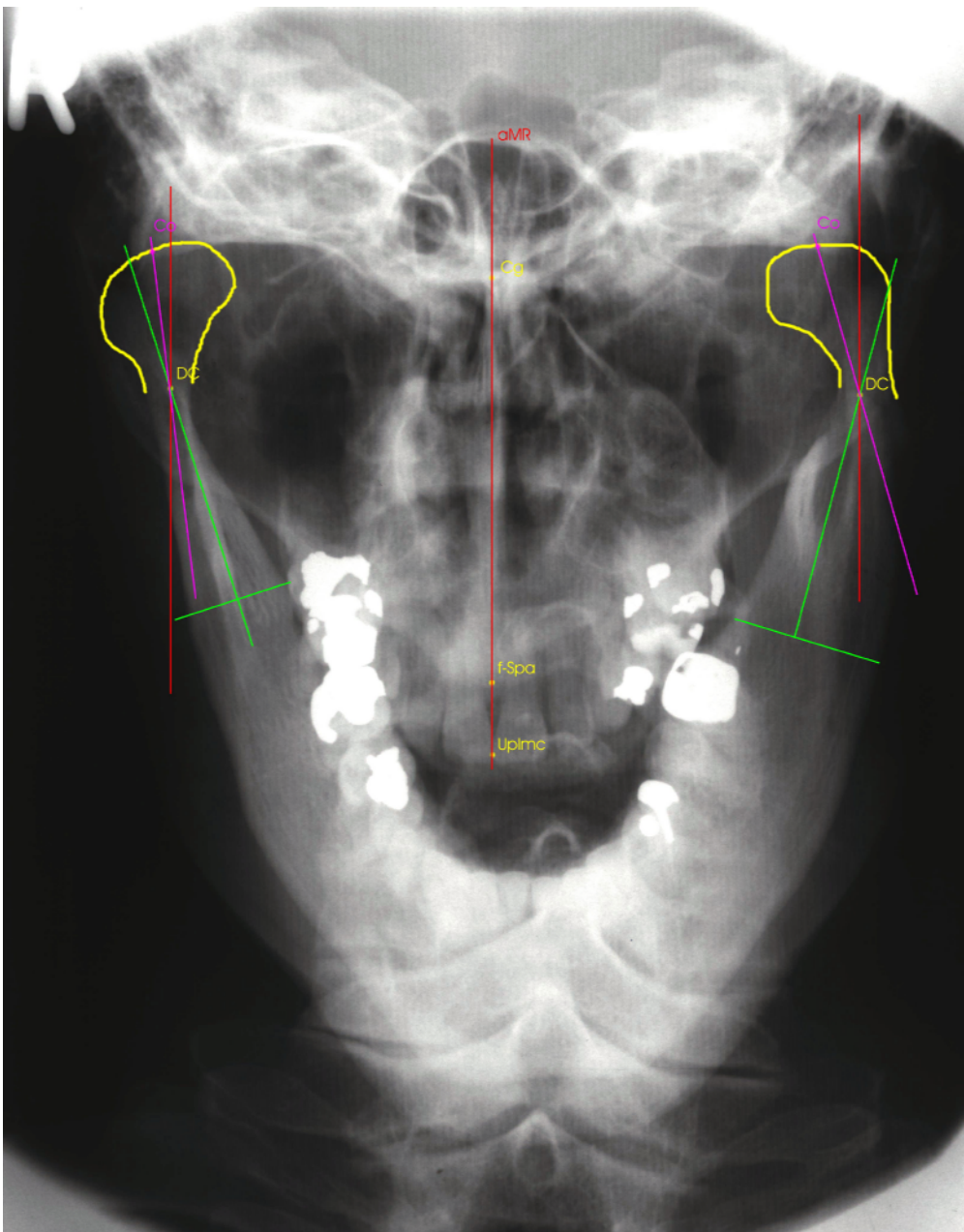


Abb. 43: Beispiel einer Zeichnung für die Winkelberechnung an der Aufnahme nach CLEMENTSCHITSCH

Die Abweichung entspricht der Differenz von dem gemessenen „Normwinkel“ am gesunden, nichtfrakturierten Kondylus und dem Winkel am frakturierten Kondylus. Konsekutiv wurde im Falle einer bilateralen Kollumfraktur die Differenz beider Winkel gemessen. Die weitere Auswertung der digitalisierten Bilder erfolgte mit dem Bildbearbeitungsprogramm Image Tool 2.03 für Windows (University of Texas Health Science Center, San Antonio, Texas, USA).

3.5.2 Messungen in dem Orthopantomogramm

Die für die Ermittlung der Winkeldifferenzen der Kiefergelenkköpfchen und der Höhenminderung der Rami mandibulares bei dem Orthopantomogramm verwendeten Punkte, Ebenen und Winkel sind, wie in Abschnitt 2.5.1 beschrieben, aus der XX-Punkte-Analyse für die FRS und FFA nach Münster entnommen (siehe Abb. 44 und Abb. 45).

Die Berechnung des Ausmaßes der Abweichung des frakturierten Kiefergelenkköpfchens basiert auf folgenden Konstruktionen:

1. Festlegung der aMR. Bei einer dentalen Mittellinienabweichung wird die anatomische Mitten-Referenz-Ebene (aMR) unter Ausschluss des oberen dentalen Mittelpunktes (1.Upper incisor mesial/ contact point; Uplmc) konstruiert.
2. Ermittlung des Ramus-Mittel-Punktes (Xi). Dieser bildet den Schnittpunkt aus dem tiefsten Punkt der Kurvatur an dem Vorderrand des Ramus (R1), dem parallel zu R1 auf dem Hinterrand des Ramus liegenden R2, dem tiefsten Punkt der Incisura semilunaris (R3) und dem senkrecht von R3 auf dem Ramusunterrand liegenden Punkt R4.
3. Zeichnen einer Parallelen zur Ebene aMR durch den Punkt Xi.
4. Anschließend wird der physiologisch höchste Punkt des Processus condylaris (Co) ermittelt und eine Gerade durch Co und Xi gezogen.
5. Der Winkel wird im Punkte Xi gemessen; die Schenkel stellen die Parallel zu aMR und die Gerade durch Co-Xi dar.

4 Ergebnisse

Alle Datenbankaufgaben wurden mit dem Programm EXCEL 2000 SP (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA) und alle statistischen Auswertungen mit dem Programm SPSS 12.0 (SPSS Incorporated, Chicago, Illinois, USA) durchgeführt.

4.1 Allgemeine Ergebnisse

Die Auswertung der Anamnesebögen ergab, dass in der Poliklinik und Klinik für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie in Münster in dem Zeitraum 1996 bis 2004 insgesamt 240 Patienten mit Kollumfrakturen behandelt worden sind. Aus den in Kap. 2.3 erwähnten Gründen wurden für diese Studie 207 Patienten berücksichtigt. Von den 207 Patienten sind 163 Patienten konservativ-funktionell und 44 Patienten chirurgisch versorgt worden. Das durchschnittliche Alter der Patienten betrug 31 Jahre (siehe Abb. 46, Abb. 47 und Abb. 48). Es lag zu 78 % eine unilaterale Fraktur vor. 22 % der Patienten hatten eine bilaterale Kollumfraktur (siehe Abb. 49, Tab. 1 und Tab. 2).

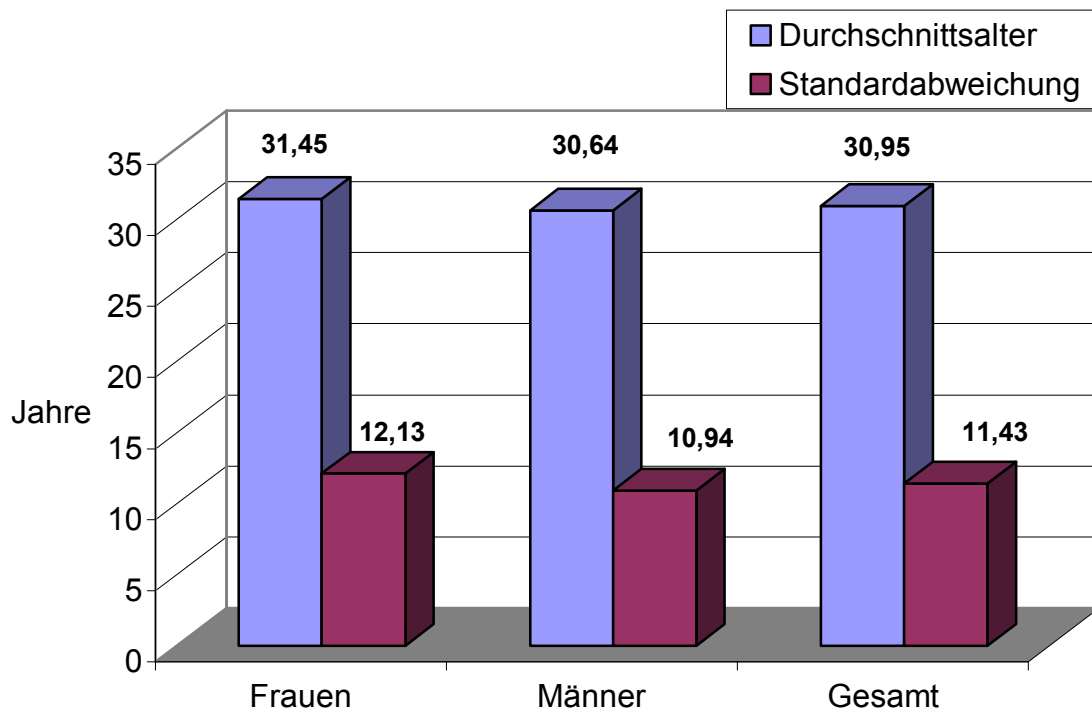


Abb. 46: Durchschnittsalter der Patienten

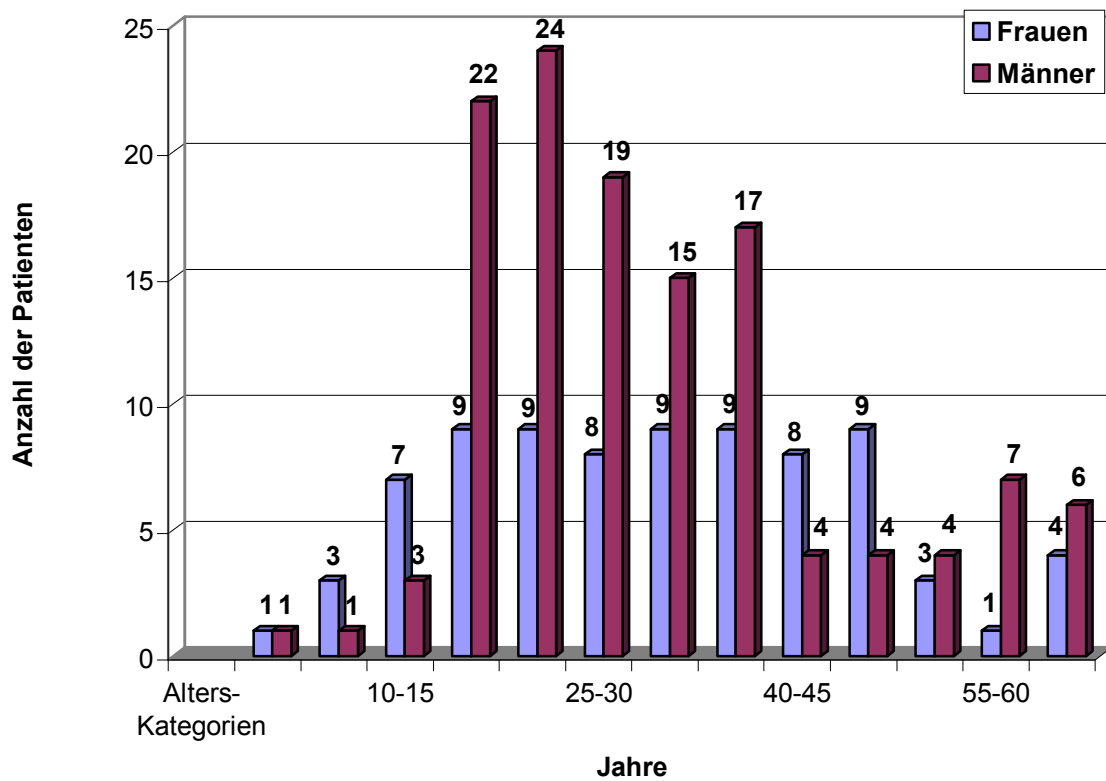


Abb. 47: Altersabhängige geschlechtsspezifische Verteilung der Patienten

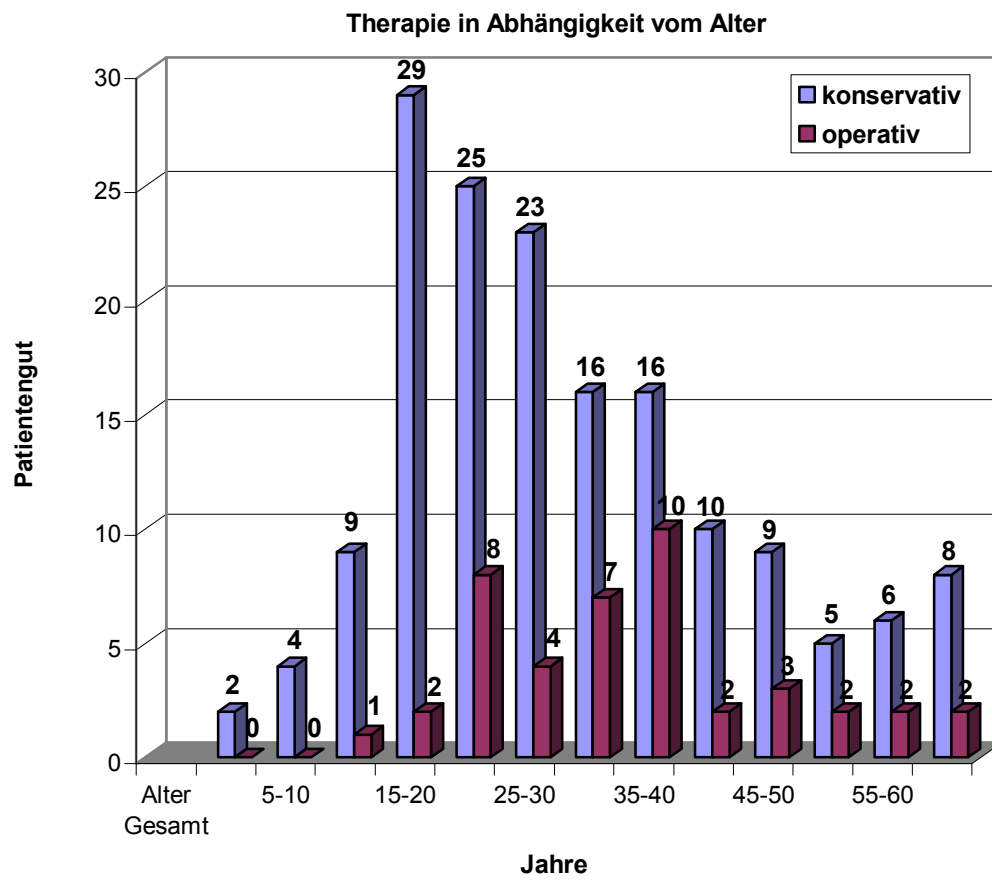


Abb. 48: Altersabhängige Therapieverteilung unter den Patienten

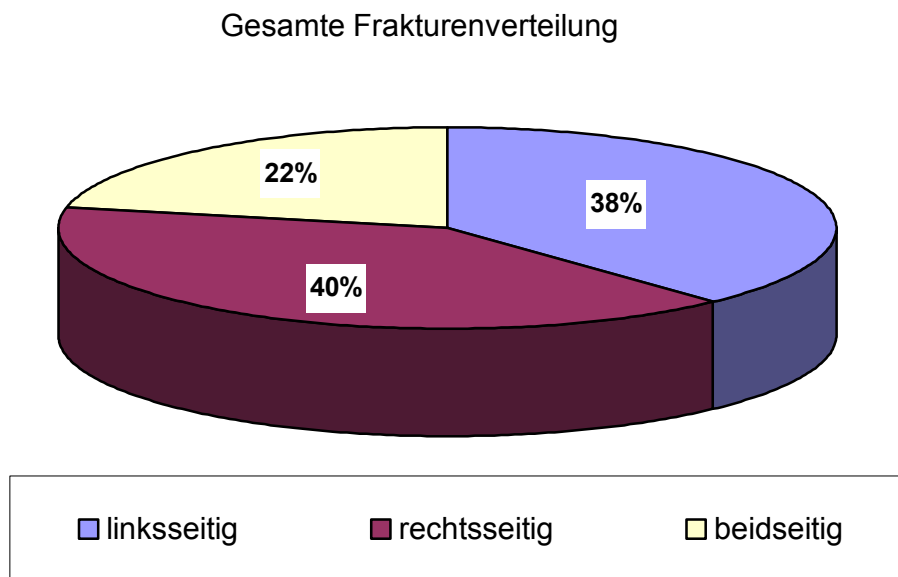


Abb. 49: Prozentuale Verteilung der unilateralen und bilateralen Frakturen

In Tabelle 1 sind die Verteilungsmuster bei den unilateralen Frakturen dargestellt. Tabelle 2 erläutert das Verteilungsmuster bei den bilateralen Frakturen. Die Fraktуреinteilung erfolgte nach der Frakturklassifikation nach Schwenzer und Ehrenfeld (2002) in hohe, mittlere und tiefe Kollumfrakturen [77].

Frakturlokalisierung	Anzahl der Männer	Anzahl der Frauen
Kollum links hoch	6	2
Kollum links mittel	1	2
Kollum links tief	43	25
Kollum rechts tief	47	24
Kollum rechts hoch	5	3
Kollum rechts mittel	2	2

Tab. 1: Darstellung der unilateralen Frakturlokalisierungen

Frakturlokalisierung	Anzahl der Männer	Anzahl der Frauen
Kolla bds. hoch	1	2
Kolla bds. mittel	2	1
Kolla bds. tief	15	13
Kollum re tief & li hoch	2	4
Kollum re hoch & li mittel	1	0
Kollum re hoch & li tief	0	1
Kollum re mittel & li hoch	2	1

Tab. 2: Darstellung der bilateralen Frakturlokalisierungen

Von den konservativ-funktionell versorgten Patienten hatten insgesamt 97 Patienten eine isolierte Kollumfraktur und insgesamt 66 Patienten eine kombinierte Kollumfraktur. Bei den chirurgisch versorgten Patienten hatten 22 Patienten eine isolierte Kollumfraktur und 22 Patienten eine kombinierte Fraktur (siehe Abb. 50 und Abb. 51).

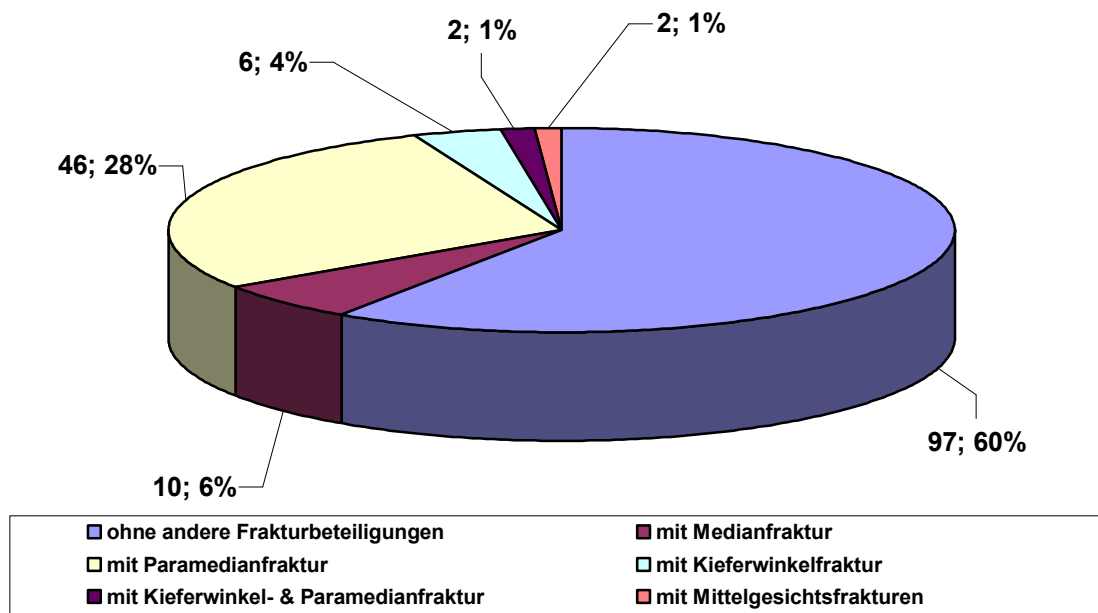


Abb. 50: Frakturverteilung bei den konservativ-funktionell versorgten Patienten

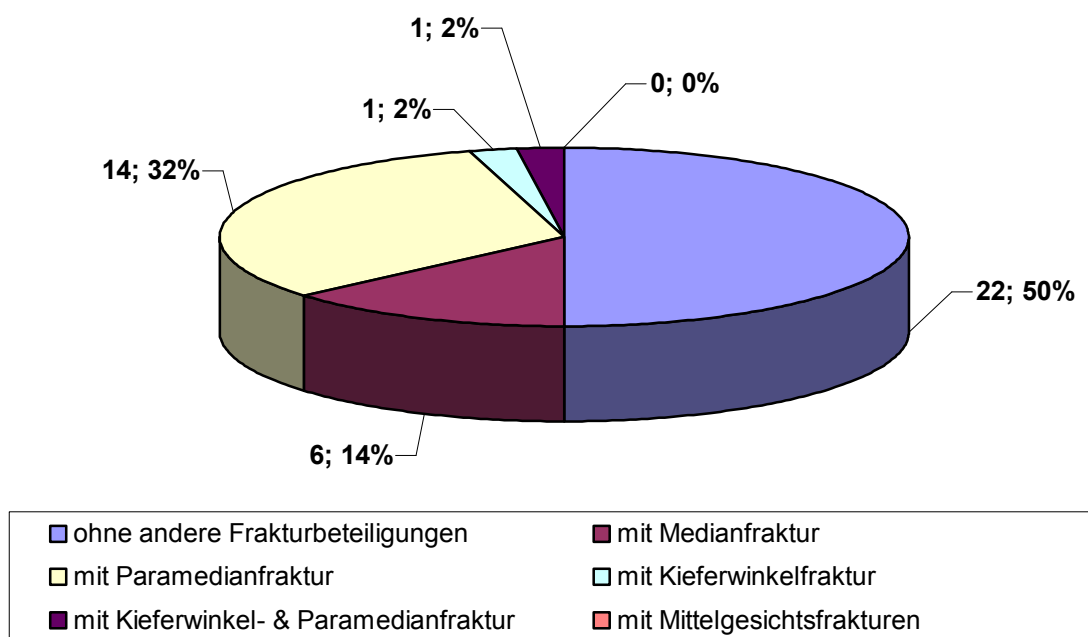


Abb. 51: Frakturverteilung bei den chirurgisch versorgten Patienten

Als Unfallursache dominierte der Fahrradunfall mit 38 %. Es folgten Stürze mit 28 % und Rohheitsdelikte mit 18 %. Insgesamt waren 49 Patienten zum Zeit-

punkt des Unfalls alkoholisiert. Dies entspricht einem Prozentsatz von 24 % (siehe Abb. 52 und Abb. 53).

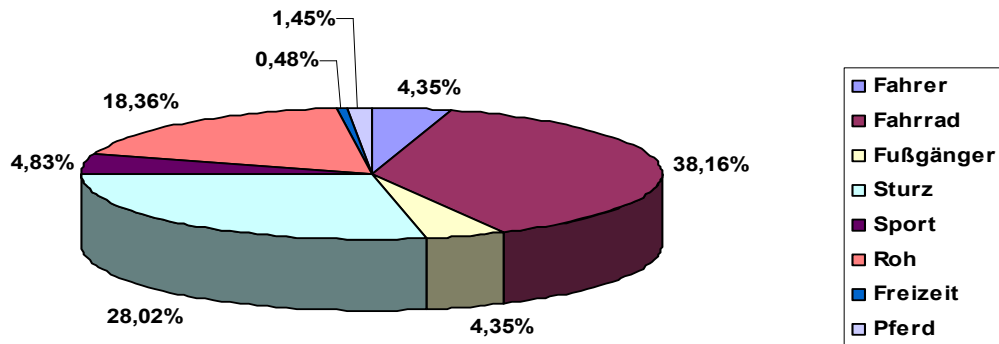


Abb. 52: Prozentuale Verteilung der Unfallursachen

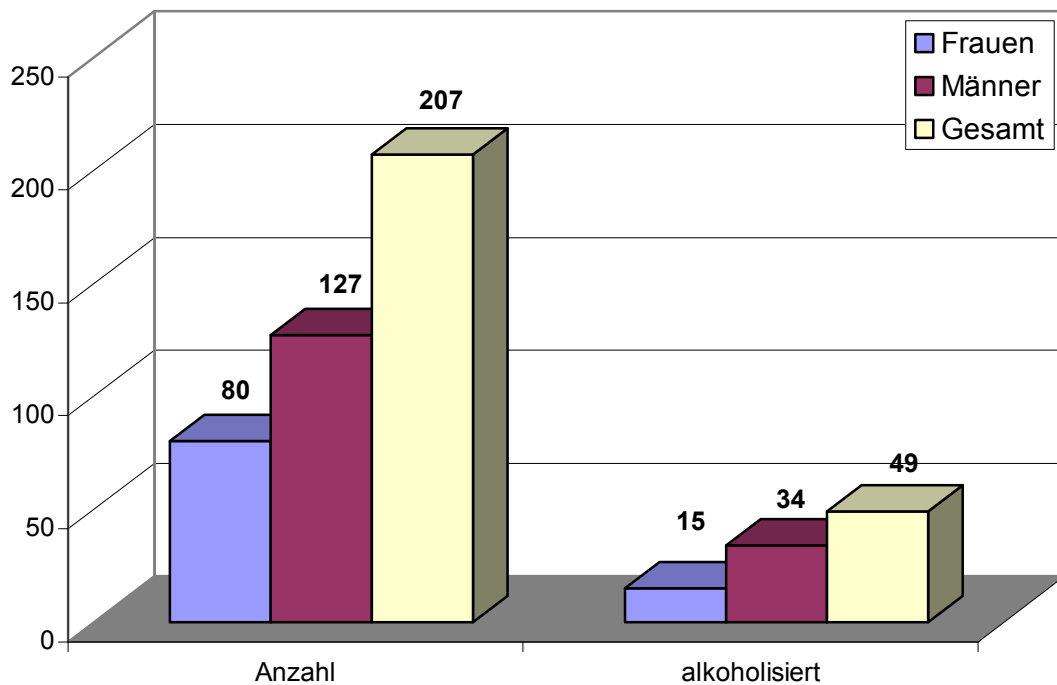


Abb. 53: Anzahl der alkoholisierten Patienten

Von den 163 konservativ-funktionell versorgten Patienten sind 134 Patienten (82 %) für 10 Tage intermaxillär verschnürt worden. In 42 Fällen (26 %) erfolgte eine Aktivatornachbehandlung, 25 Patienten (15 %) erhielten zur Stabilisierung eine Miniplast- und ein Patient eine Schuchardt-Schiene, 6 Patienten (4 %) sind mit einer Kopf-Kinn-Kappe versorgt worden. Bei 19 Patienten (12 %) konnten die therapeutischen Maßnahmen in Form von Spatelübungen erfolgen. Ihnen wurde weiche Kost angeraten (siehe Abb. 54). Die Minioplastschiene wurde im Durchschnitt 10 Tage getragen.

Bei der konservativ-funktionellen Behandlung mit dem Aktivator wurde dieser im Durchschnitt 24 h täglich getragen. Die Tragedauer betrug durchschnittlich 3,4 Monate. Während der Behandlung mit dem Aktivator gaben insgesamt 5 Patienten (12 %) Schmerzen unterschiedlichen Ursprungs an. Es wurden Schmerzen während des Tragens, bei der Öffnungsbewegung, im betroffenen Kiefergelenk, bei extremer Mundöffnung und bei Therapiebeginn angegeben. Bei der Beurteilung der Gebissituation konnten zum Zeitpunkt des Behandlungsbeginns bei 9 Patienten (21 %) ein frontoffener Biss, bei 5 Patienten (12 %) eine Deviation während der Mundöffnung, bei 1 Patienten (2 %) eine Infraokklusion auf der betroffenen Seite und bei 1 Patienten (2 %) frontal ein Kopfbiss mit lateralem Kreuzbiss festgestellt werden. Bei einem Patienten konnte aufgrund seiner schlechten Compliance der frontoffene Biss nicht korrigiert werden. Bei allen anderen Patienten mit einer Aktivatorbehandlung waren bei Behandlungsabschluss die Gebissituation und die Unterkieferbewegungen zufrieden stellend.

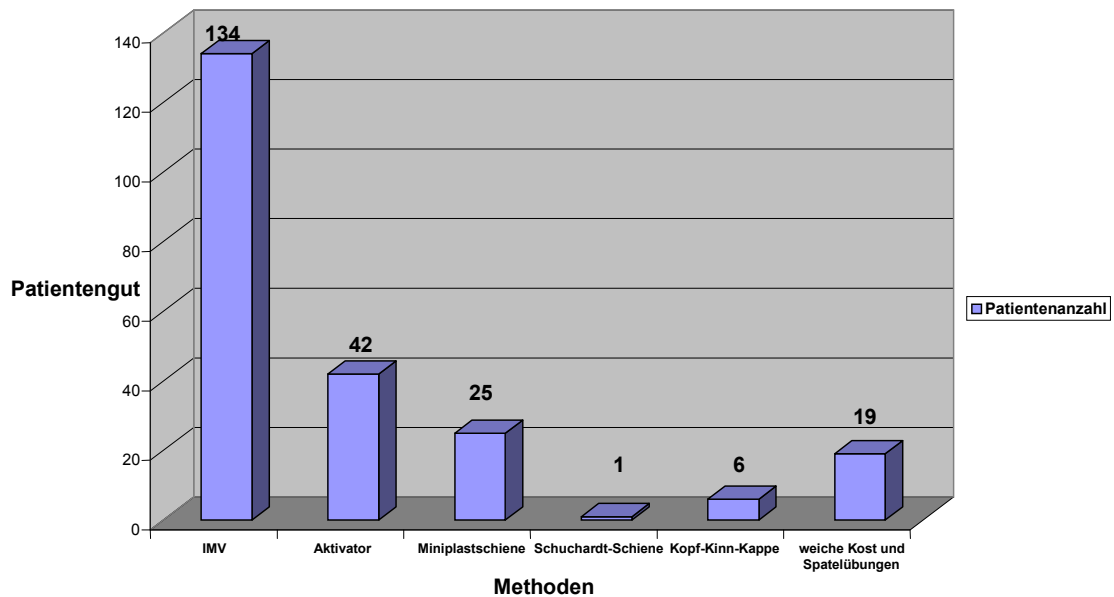


Abb. 54: Darstellung der konservativ-funktionellen Versorgung

Von den 44 Patienten, die chirurgisch versorgt worden sind, lag in 36 (82 %) Fällen eine unilaterale Kiefergelenksfraktur vor. Von den 8 Patienten (18 %) mit bilateralen Frakturen sind aufgrund der Lokalisation lediglich bei 2 Patienten (25 %) beide Kiefergelenke chirurgisch versorgt worden. In den übrigen 6 Fällen (75 %) sind die jeweils tiefen Frakturen chirurgisch bzw. die hohen Frakturen konservativ behandelt worden. Bei den chirurgisch versorgten Patienten erfolgte in 7 Fällen (16 %) eine konservative Nachbehandlung. Bei einem Patienten (3 %) wurde als Nachbehandlung eine intermaxilläre Verschnürung mit anschließender Aktivatorbehandlung gewählt, bei 4 Patienten (9 %) erfolgte nur eine intermaxilläre Verschnürung. In einem Fall stellte sich nicht die Indikation zur temporären Verschnürung. Bei diesem Patienten erfolgte die konservativ-funktionelle Nachbehandlung ebenfalls in Form einer Aktivatorbehandlung. Eine Patientin ist außer Haus operiert worden. Sie wurde anschließend in der Klinik für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie in Münster konservativ betreut.

Bei der chirurgischen Versorgung sind insgesamt für die Fixierung der Fragmente 17 4-Loch-2.0-Miniplatten, je eine 6-Loch-2.0-Miniplatte und eine 8-Loch-2.0-Miniplatte (mit 4 Schrauben fixiert), sowie 24 4-Loch- DC-Platten verwendet

worden. In 3 Fällen kamen beide Systeme zur Anwendung, wobei es sich bei den Platten jeweils um 4-Loch-Platten gehandelt hat. Die Metallentfernung erfolgte durchschnittlich nach 6 Monaten.

Bei den konservativ-funktionell versorgten Patienten traten nach Behandlungsabschluss in 4 Fällen (2 %) Komplikationen in Form von Verknöcherungen des Kiefergelenkes (3 Patienten), geringere Mitbeteiligung des Kiefergelenkes (1 Patient) oder leichte Knackgeräusche während der Öffnungs- und Schließbewegungen (1 Patient). Ein chirurgisch versorgter Patient (3 %) wies beim Öffnen eine Deflexion von ca. 5 mm auf. Bei den anderen Patienten beider Kollektive wurden keine Beschwerden oder Mundöffnungsstörungen festgestellt. Die Gebissituation und die Unterkieferbewegungen waren zufrieden stellend. Die SKD betrug vor Therapiebeginn im Durchschnitt 26 mm und konnte im Verlauf der Therapie auf einen Durchschnitt von 40 mm vergrößert werden.

In 4 Fällen (9 %) traten postoperativ eine temporäre Facialisschwäche und in 2 Fällen (4 %) eine leichte Hypästhesie im Ausbreitungsgebiet des N. mandibularis auf. Wundheilungsstörungen waren in 5 Fällen (11 %) zu beobachten.

4.2 Deskriptive statistische Ergebnisse

Von den ursprünglich 240 Patienten mit Kollumfrakturen, die an der Universitätsklinik für Mund-Kiefer-Gesichtsheilkunde in Münster behandelt worden waren, konnten die Röntgenbilder von 207 Patienten nach dem in Kap. 2.5 beschriebenen Verfahren digitalisiert und ausgewertet werden. 33 Patienten wurden nicht bei der röntgenologischen Auswertung berücksichtigt, da die Röntgenbilder aufgrund der schlechten Bildqualität oder der zu geringen Anzahl der vorhandenen Bilder nicht sicher zu beurteilen waren.

Es wurden die Röntgenbilder berücksichtigt, die zu den Zeitpunkten Therapiebeginn (T0), während der Behandlung (T1) und bei Behandlungsabschluss (T2) angefertigt worden sind. Es wurden verschiedene Messungen erbracht. Der erste Teil der deskriptiven statistischen Auswertung befasst sich in erster Linie mit den unterschiedlich behandelten Patientenkollektiven; der konservativ-funktionell versorgten Patientengruppe und der chirurgisch behandelten Patientengruppe. Im ersten Messungsvorgang wurden die Höhendifferenzen der Kie-

fergelenke in dem Orthopantomogramm von den konservativ-funktionell versorgten Patienten und den chirurgisch versorgten Patienten zu den Zeitpunkten T0, T1 und T2 separat und miteinander verglichen. Anschließend erfolgte im zweiten Messungsvorgang eine Analyse der Winkeldifferenzen in dem Orthopantomogramm. Die Gruppen und Zeitpunkte der Messungen waren mit denen der ersten Analyse identisch. Für den dritten Messungsvorgang wurden die Winkeldifferenzen der Kiefergelenke in der kaudal-exzentrischen Aufnahme nach CLEMENTSCHITSCH erfasst, wobei hier die Gruppen und Zeitpunkte ebenfalls identisch waren.

Im zweiten Teil der deskriptiven statistischen Auswertung wurden die Ergebnisse der beiden Frakturtypen; der unilateralen und der bilaterale Fraktur sowohl separat analysiert als auch miteinander verglichen. Es wurden jeweils die konservativ-funktionell versorgten und die chirurgisch behandelten Patienten als ein einheitliches Kollektiv zusammengefasst. In diesem Abschnitt wurden in einem vierten Messungsvorgang die Winkeldifferenzen der beiden Gruppen „bilaterale Frakturen“ und „unilaterale Frakturen“ in dem Orthopantomogramm zu den Zeitpunkten T0, T1 und T2 erfasst und miteinander verglichen. Es folgten in einem fünften Messungsvorgang die Bewertung der Winkeldifferenzen in der kaudal-exzentrischen Aufnahme nach CLEMENTSCHITSCH und anschließend in einem sechsten und letzten Messungsvorgang die Analyse der Höhendifferenzen der beiden Frakturgruppen in dem Orthopantomogramm. Die Bedingungen waren bei diesen Vorgängen mit denen des vierten Vorganges identisch.

Es ist zu erwähnen, dass die Anzahl der verfügbaren Bilder teilweise sowohl zwischen den unterschiedlichen Zeitpunkten T0, T1 und T2 als auch zwischen den verschiedenen Messungsvorgängen variieren konnten. Aufgrund der Qualität der Aufnahmen konnten z.B. manche Bilder für die Höhendifferenzmessung verwendet werden, jedoch waren die Winkeldifferenzen teilweise nur sehr schlecht bzw. nicht beurteilbar. Gleiches gilt für die Aufnahmen, die zu den unterschiedlichen Zeitpunkten T0, T1 und T2 erstellt worden sind. Diese Aufnahmen wurden in der statistischen Auswertung nicht berücksichtigt.

4.2.1 Höhendifferenzmessung in dem Orthopantomogramm bei den konservativ-funktionell und chirurgisch behandelten Patienten

Für die Höhendifferenzmessung im Orthopantomogramm (OPG) standen bei den konservativ-funktionell versorgten Patienten zum Zeitpunkt Behandlungsbeginn (T0) 141 Bilder zur Verfügung. Es wurden 143 Bilder ausgewertet, die während der Behandlung (T1) angefertigt worden sind und 66 Bilder bei Abschluss der Behandlung (T2). Insgesamt standen 350 Messdaten zur Verfügung. Die statistische Auswertung belegt, dass es röntgenologisch betrachtet bei den konservativ versorgten Patienten in Hinblick auf die Höhendifferenz der beiden Kolla zu keiner Verringerung (Verbesserung) bzw. Verschlechterung gekommen ist. Auffallend sind eine Konstanz zwischen den Mittelwerten zu den Zeitpunkten T0-T2, sowie eine konstante Mediane (siehe Tab. 3, Tab. 4. und Abb. 55).

	T0	T1	T2
N	141	143	66
Mittelwert [mm]	4,2501	4,2207	4,4138
Standardabweichung [mm]	2,98515	3,42822	4,13972
Minimum [mm]	,00	,00	,00
Maximum [mm]	12,62	21,05	25,94
Perzentile (25)	1,9350	1,8500	1,8325
Median	3,5900	3,5800	3,6550
Perzentile (75)	6,3500	5,8200	5,0650

Tab. 3: Darstellung der deskriptiven Kenngrößen bei der Höhendifferenzmessung der konservativ-funktionell versorgten Patienten. Auflistung der Daten zu den Zeitpunkten T0, T1 und T2

	Differenz T1 - Differenz T0	Differenz T2 - Differenz T1	Differenz T2 - Differenz T0
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,617	,561	,843

Wilcoxon-Test

Tab. 4: Darstellung des Wilcoxon-Test. Dieser Test bestätigt, dass es keinen signifikanten Unterschied ($p > 0,05$) zwischen den Höhendifferenzen zu den oben genannten Zeitpunkten gibt

Für die Höhendifferenzmessung der chirurgisch versorgten Patienten wurden zum Zeitpunkt T0 $n = 37$ Bilder, zum Zeitpunkt T1 $n = 36$ Bilder und zum Zeitpunkt T2 $n = 17$ Bilder ausgewertet. Insgesamt standen 90 Bilder zur Verfügung. Die Ergebnisse der deskriptiven Analyse belegen eine Verminderung der Höhendifferenzen der Kiefergelenke zu den Zeitpunkten T0 bis T2. Sowohl die Mittelwerte als auch die Medianwerte verringern sich (siehe Tab. 5, Tab. 6 und Abb. 55). Der zum Zeitpunkt T0 gemessene Mittelwert von 4,73 mm sank auf den zum Zeitpunkt T2 gemessenen Wert 3,25 mm. Der Medianwert verringerte sich von dem ursprünglichen Wert 4,44 mm (T0) auf den Wert 3,18 mm (T2). Es zeigt sich bei dem Wilcoxon-Test ein asymptotisches Signifikanzniveau von $p = 0,019$.

	T0	T1	T2
N	37	36	17
Mittelwert [mm]	4,7259	3,1064	3,2453
Standardabweichung [mm]	2,99305	2,42222	2,45033
Minimum [mm]	,00	,00	,00
Maximum [mm]	10,76	10,42	9,83
Perzentile (25)	2,2250	1,2250	1,3750
Median [mm]	4,4400	2,5950	3,1800
Perzentile (75)	6,1800	4,2575	4,1050

Tab. 5: Darstellung der deskriptiven Kenngrößen bei der Höhendifferenzmessung der chirurgisch versorgten Patienten. Auflistung der Daten zu den Zeitpunkten T0, T1 und T2

	Differenz T1 - Differenz T0	Differenz T2 - Differenz T1	Differenz T2 - Differenz T0
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,019	,826	,121

Wilcoxon-Test

Tab. 6: Darstellung des Wilcoxon-Test. Auffallend ist ein hochsignifikanter Unterschied ($p \leq 0,01$) zwischen den Differenzmessungen zu den Zeitpunkten T0 und denen zu T1

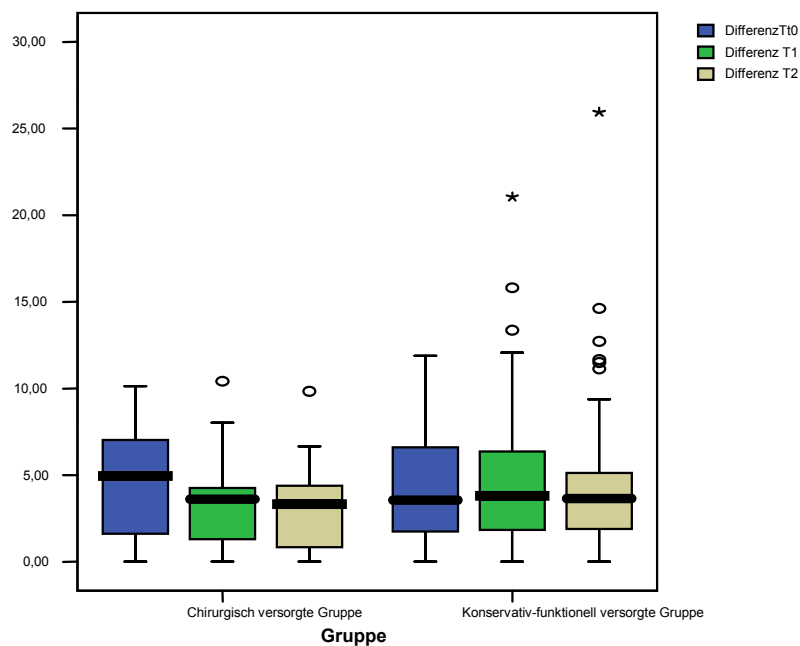


Abb. 55: Boxplot-Diagramm für die Datenverteilung der beiden Therapiegruppen zu den gemessenen Zeitpunkten T0, T1 und T2

In dem Boxplot-Diagramm der Abb. 55 repräsentiert der blaue Boxplot die gemessenen Daten zu dem Zeitpunkt T0, der grüne die zu dem Zeitpunkt T1 und der braune die Daten, die zu dem Zeitpunkt T2 gemessen worden sind. Der schwarze Streifen repräsentiert die 50 % mittleren Werte zwischen dem 25 % und 75 % Perzentil mit dem Median. Die Bereichsgrenzen kennzeichnen den

größten und kleinsten Wert, die nicht als Ausreißer oder Extremwert klassifiziert sind. Ausreißer sind durch Kreise und Extremwerte durch Sternchen dargestellt.

4.2.2 Winkeldifferenzmessung in dem Orthopantomogramm bei den konservativ-funktionell und chirurgisch behandelten Patienten

Für die Winkeldifferenzmessung im Orthopantomogramm konnten von den konservativ-funktionell versorgten Patienten zum Zeitpunkt T0 n = 147 Bilder, zum Zeitpunkt T1 n = 146 Bilder und zum Zeitpunkt T2 n = 69 Bilder ausgewertet werden. Insgesamt standen 362 Messdaten zur Verfügung. Die Ergebnisse der deskriptiven Statistik belegen eine geringfügige Verringerung der Winkeldifferenzen der Kondylen zu den Zeitpunkten T0 bis T2. Jedoch bestehen zwischen den untersuchten Kategorien keine signifikanten Differenzen ($p > 0,05$) (siehe Tab. 7 und Abb. 56). Diese Beobachtung kann durch den Wilcoxon-Test erhärtet werden (siehe Tab. 8).

	T0	T1	T2
N	147	146	69
Mittelwert [°Grad]	4,7461	4,6993	3,8217
Standardabweichung [°Grad]	4,10610	4,37267	4,21707
Minimum [° Grad]	,02	,02	,07
Maximum [°Grad]	20,36	22,47	25,85
Perzentile (25)	1,6800	1,3100	0,8100
Median [°Grad]	3,7900	3,6450	2,4900
Perzentile (75)	6,5700	7,0275	5,7350

Tab. 7: Darstellung der deskriptiven Kenngrößen bei der Winkeldifferenzmessung der konservativ-funktionell versorgten Patienten. Auflistung der Daten zu den Zeitpunkten T0, T1 und T2

	Differenz T1 - Differenz T0	Differenz T2 - Differenz T1	Differenz T2 - Differenz T0
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,725	,121	,104

Tab. 8: Darstellung des Wilcoxon-Test für die Gruppe der konservativ-funktionell versorgten Patienten. Es besteht keine Signifikanz ($p > 0,05$) zwischen den einzelnen Kategorien

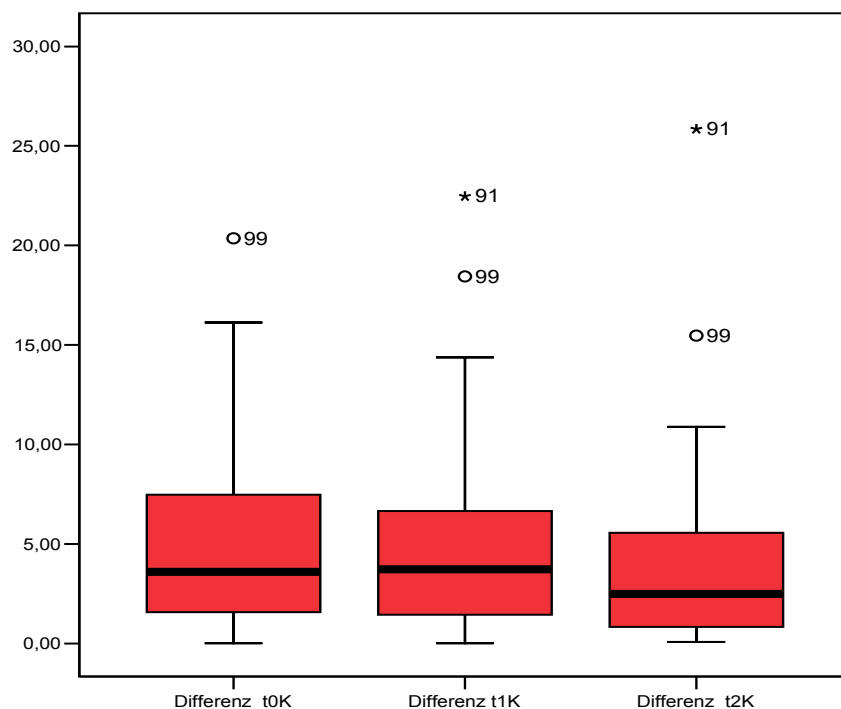


Abb. 56: Boxplot-Diagramm für die Datenverteilung der konservativ-funktionellen Therapiegruppe zu den gemessenen Zeiten

Anhand des Boxplot-Diagramms in Abb. 56 kann man sehr gut erkennen, dass es zu keiner großen Verschiebung der Medianebene zwischen den Zeitpunkten T0 und T1 gekommen ist. Mit anderen Worten ist der Zustand der Winkeldifferenzen konstant geblieben. Bei dem dritten Boxplot erkennt man eine Verschiebung der Medianebene. Die Winkeldifferenzen der beiden Kiefern Gelenke haben sich dezimiert. Insgesamt werden bei $n = 362$ nur ein Ausreißer und ein Extremwert angegeben. Das spricht für eine homogene Werteverteilung.

Für die Winkeldifferenzmessungen von den chirurgisch behandelten Patienten standen zum Zeitpunkt T0 und T1 jeweils 43 Bilder zur Verfügung. Es wurden 27 Bilder in die Auswertung genommen, die zum Zeitpunkt T2 angefertigt worden waren. Insgesamt standen 113 Messdaten zur Verfügung. Im Gegensatz zu den konservativ-funktionell behandelten Patienten zeigte sich bei der Gruppe der chirurgisch versorgten Patienten eine starke Verbesserung der Winkeldifferenzen. Mit anderen Worten existiert zwischen den Kategorien T0 und T1 ein hochsignifikanter Unterschied von $p \leq 0,01$ ($p = 0,003$) (siehe Tab. 9, Tab. 10 und Abb. 57). Konsekutiv kommt es zu einer Verminderung der Mittelwerte und Medianwerte. Der zum Zeitpunkt T0 gemessene Mittelwert von $6,78^\circ$ reduzierte sich zum Zeitpunkt T1 auf den Wert $3,38^\circ$ bzw. zum Zeitpunkt T2 auf den Wert $2,95^\circ$. Der Medianwert verringerte sich von $4,05^\circ$ (T0) auf die Werte $2,97^\circ$ (T1) und $2,23^\circ$ (T2).

	T0	T1	T2
N	43	43	27
Mittelwert [°Grad]	6,8351	3,4415	3,1989
Standardabweichung [°Grad]	6,77570	3,38417	2,95321
Minimum [°Grad]	,01	,05	,05
Maximum [°Grad]	31,39	16,44	11,88
Perzentile (25)	2,7900	0,9300	0,7800
Median [°Grad]	4,0500	2,9700	2,2300
Perzentile (75)	8,8600	4,9500	4,4300

Tab. 9: Darstellung der deskriptiven Kenngrößen bei der Winkeldifferenzmessung der chirurgisch versorgten Patienten. Auflistung der Daten zu den Zeitpunkten T0, T1 und T2

	Differenz T1 - Differenz T0	Differenz T2 - Differenz T1	Differenz T2 - Differenz T0
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,003	,710	,031

Tab. 10: Darstellung des Wilcoxon-Test für die Gruppe der chirurgisch versorgten Patienten

Auffällig bei dem Wilkoxon-Test ist hier ein hochsignifikanter Unterschied ($p \leq 0,01$) zwischen den Kategorien T0 und T1 und ein signifikanter Unterschied ($p \leq 0,05$) zwischen den Kategorien T0 und T2.

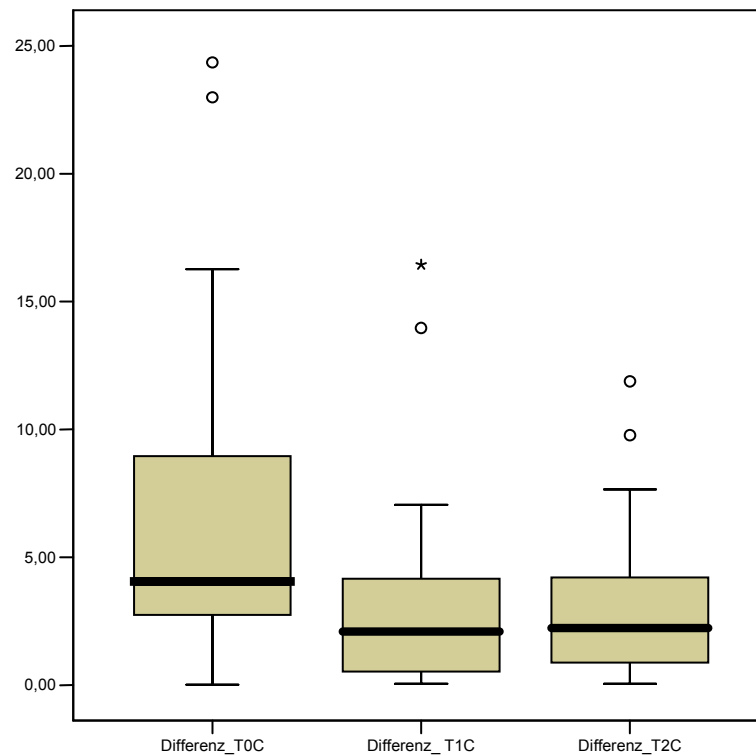


Abb. 57: Boxplot-Diagramm für die Datenverteilung der chirurgischen Therapiegruppe zu den gemessenen Zeiten

Das Boxplot-Diagramm in Abb. 57 zeigt eine deutliche Verschiebung der Medianebene von der ersten Gruppe T0 zu der Medianebene der zweiten Gruppe T1. Es ist zu einer Verringerung der Winkeldifferenzen gekommen. Dieses Ergebnis ist dadurch zu erklären, dass durch das Aufrichten und anschließender Fixierung des Kiefergelenkköpfchens dieses in die anatomisch korrekte Position gebracht worden ist. Im Vergleich zu dem nicht frakturierten Köpfchen haben sich die beiden Winkelgrößen angenähert und somit die Differenz verringert. Ein Vergleich der Gruppen T1 und T2 zeigen keine weitere Veränderung der Winkeldifferenzen. Die Fraktur ist in der fixierten Position ausgeheilt und das Kiefergelenkköpfchen wird in dieser Position gehalten.

4.2.3 Winkeldifferenzmessung in der kaudal-exzentrischen Aufnahme nach Clementschitsch bei den konservativ-funktionell und chirurgisch versorgten Patienten

Die Winkeldifferenzmessungen an der Aufnahme nach CLEMENTSCHITSCH zeigen in beiden Gruppen ein ähnliches Ergebnis. Bei der Gruppe der konservativ-funktionell behandelten Patienten kommt es zu keiner signifikanten Veränderung der Winkeldifferenzen ($p > 0,05$). Jedoch hat sich das Erscheinungsbild insgesamt etwas verbessert (siehe Abb. 58 und Tab. 11).

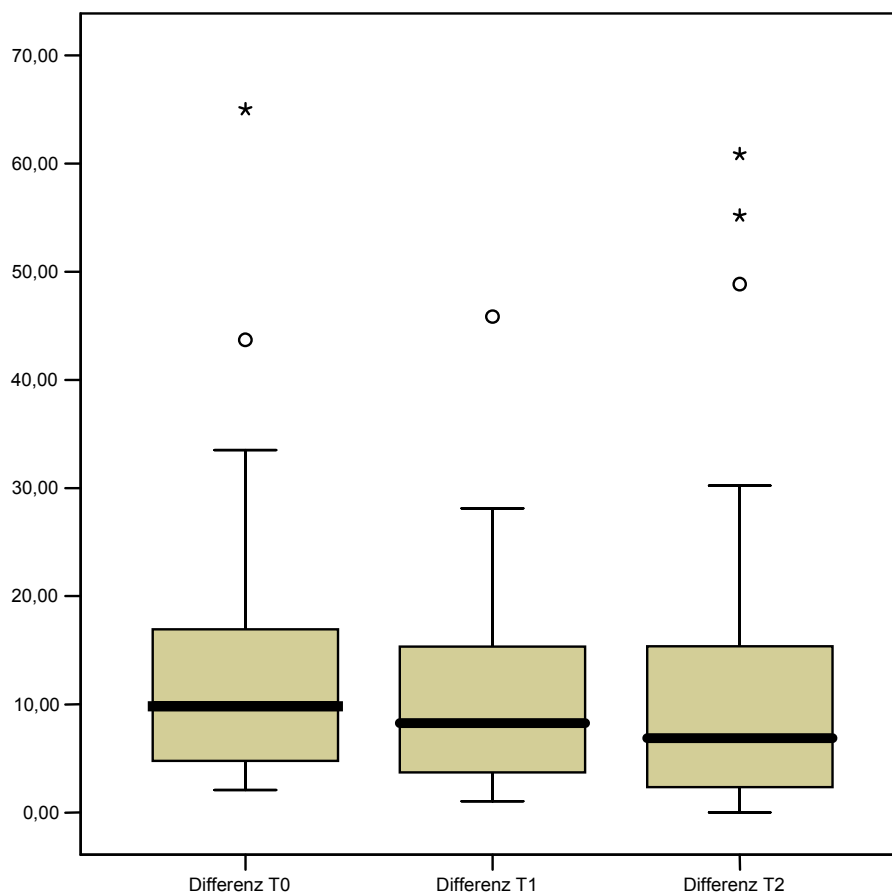


Abb. 58: Boxplot-Diagramm für die Datenverteilung der konservativ-funktionell behandelten Patientengruppe zu den gemessenen Zeiten

	Differenz T1 - Differenz T0	Differenz T2 - Differenz T1	Differenz T2 - Differenz T0
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,086	,769	,315

Tab. 11: Darstellung des Wilcoxon-Test für die Gruppe der konservativ-funktionell versorgten Patienten

Bei den chirurgisch versorgten Patienten besteht ein hochsignifikanter Unterschied ($p \leq 0,01$) zwischen den beiden Gruppen, die zu den Zeiten T0 und T1 bewertet worden waren (siehe Tab. 12).

	Differenz T1 - Differenz T0	Differenz T2 - Differenz T1	Differenz T2 - Differenz T0
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,013	,287	,215

Tab. 12: Darstellung des Wilcoxon-Test für die Gruppe der chirurgisch versorgten Patienten. Es zeigt sich ein hochsignifikanter Unterschied ($p = 0,013$) zwischen den Winkeldifferenzen, die zu den Zeitpunkten T0 und T1 gemessen worden sind

4.2.4 Winkeldifferenzmessungen der Gruppen der bilateralen und unilateralen Frakturen in dem Orthopantomogramm

Für die Winkeldifferenzmessungen der beiden Gruppen „bilaterale Frakturen“ und „unilaterale Frakturen“ im OPG wurden die konservativ-funktionell und die chirurgisch versorgten Patienten als Einheit gesehen. Es wurden für die Gruppe der bilateralen Frakturen 42 Bilder bewertet, die zum Zeitpunkt T0 angefertigt worden waren. 41 Bilder konnten zum Zeitpunkt T1 und 23 Bilder zum Zeitpunkt T2 ausgewertet werden. Für die Gruppe der unilateralen Frakturen standen zum Zeitpunkt T0 $n = 148$ Bilder, zum Zeitpunkt T1 $n = 148$ Bilder und zum Zeitpunkt T2 $n = 73$ Bilder zur Verfügung. Insgesamt wurden für diese Analyse 475 Bilder ausgewertet; 190 Bilder in der Zeit T0, 189 Bilder in der Zeit T1 und 96 Bilder in der Zeit T2. Es stellte sich heraus, dass es in den beiden Gruppen zu einer Verringerung der Winkeldifferenzen, d.h. zu einer Verbesserung der

Kiefergelenkpositionen gekommen ist (siehe Tab. 13, Tab. 14 und Abb. 59). Der zum Zeitpunkt T0 gemessene Mittelwert von 5,22 ° sank auf den zum Zeitpunkt T1 gemessenen Wert 4,41 ° bzw. auf den zum Zeitpunkt T2 gemessenen Wert 3,65 °. Der Medianwert verringerte sich von dem ursprünglichen Wert 3,82 ° (T0) auf die Werte 3,45 ° (T1) und 2,49 ° (T2).

	T0	T1	T2
N	190	189	96
Mittelwert [°Grad]	5,2189	4,4131	3,6466
Standardabweichung [°Grad]	4,89843	4,19346	3,89815
Minimum [°Grad]	,01	,02	,05
Maximum [°Grad]	31,39	22,47	25,85
Perzentile (25)	1,8175	1,2700	,8000
Median [°Grad]	3,8200	3,4500	2,4900
Perzentile (75)	7,1700	6,4150	4,9950

Tab. 13: Darstellung der deskriptiven Kenngrößen bei der Winkeldifferenzmessung der bilateralen und unilateralen Frakturen zusammen. Auflistung der Daten zu den Zeitpunkten T0, T1 und T2

Der Wilcoxon-Test bestätigt die Verbesserung. Es besteht ein hochsignifikanter Unterschied zwischen den Winkeldifferenzmessungen zu den Zeitpunkten T0 und T2 von $p \leq 0,01$.

	Differenz T1 - Differenz T0	Differenz T2 - Differenz T1	Differenz T2 - Differenz T0
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,071	,259	,010

Tab. 14: Darstellung des Wilcoxon-Test für die beiden Gruppen der bilateralen und unilateralen Frakturen zusammen

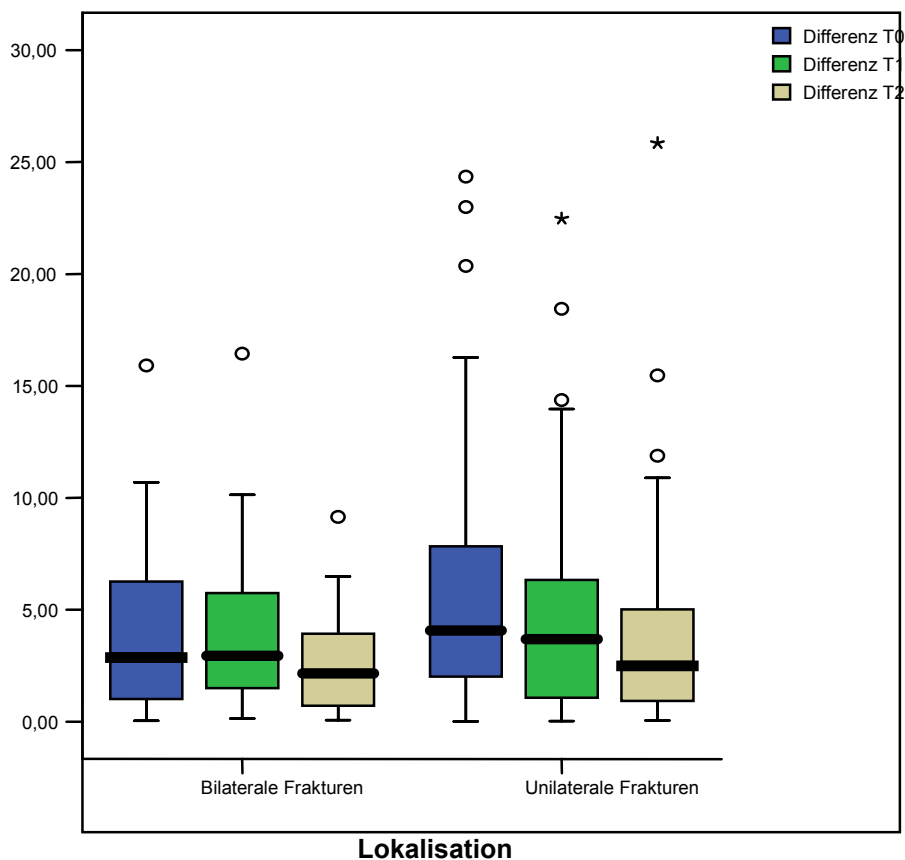


Abb. 59: Boxplot-Diagramm für die Datenverteilung der bilateralen und unilateralen Frakturgruppen zu den gemessenen Zeiten

Anhand des Boxplot-Diagramms in Abb. 59 kann man sehr gut erkennen, dass sich in beiden Gruppen die Medianebene zwischen den Zeitpunkten T0 und T2 deutlich verschoben hat. Die Winkeldifferenzen der beiden Kiefergelenke haben sich dezimiert.

4.2.5 Winkeldifferenzmessungen der Gruppen der bilateralen und unilateralen Frakturen in der kaudal-exzentrischen Aufnahme nach Clementschitsch

Für die Winkeldifferenzmessungen der beiden Gruppen „bilaterale Frakturen“ und „unilaterale Frakturen“ bei der kaudal-exzentrischen Aufnahme nach CLE-

MENTSCHITSCH wurden ebenfalls die konservativ-funktionell und die chirurgisch versorgten Patienten als Einheit gesehen. Es wurden für die Gruppe der bilateralen Frakturen 18 Bilder bewertet, die zum Zeitpunkt T0 angefertigt worden waren. 16 Bilder konnten zum Zeitpunkt T1 und 7 Bilder zum Zeitpunkt T2 ausgewertet werden. Für die Gruppe der unilateralen Frakturen standen zum Zeitpunkt T0 $n = 108$ Bilder, zum Zeitpunkt T1 $n = 109$ Bilder und zum Zeitpunkt T2 $n = 46$ Bilder zur Verfügung. Insgesamt wurden für diese Analyse 304 Bilder ausgewertet; 126 in der Zeit T0, 125 in der Zeit T1 und 53 in der Zeit T2.

Bei der Gruppe der unilateralen Frakturen konnte eine Verringerung der Winkeldifferenzen und konsekutiv eine Verbesserung der Kiefergelenkpositionen festgestellt werden. Es stellte sich heraus, dass es in der Gruppe der bilateralen Frakturen zu keiner Verringerung der Winkeldifferenzen, d.h. zu einer Verbesserung der Kiefergelenkpositionen zu den Zeitpunkten T0 bis T2 gekommen ist. Bei beiden Gruppen zusammengefasst haben sich jedoch die Mittelwerte und die Medianwerte verringert (siehe Tab. 15, Tab. 16 und Abb. 60). Zum Zeitpunkt T0 betrug der Mittelwert $15,20^\circ$ und zum Zeitpunkt T2 $11,87^\circ$. Der Medianwert sank von dem zum Zeitpunkt T0 gemessenen Wert $10,21^\circ$ auf den zum Zeitpunkt T2 gemessenen Wert $7,63^\circ$. Wie anhand des Kruskal-Wallis-Test interpretiert werden kann, bestehen zwischen den untersuchten Kategorien keine signifikanten Differenzen ($p > 0,05$).

	T0	T1	T2
N	126	125	53
Mittelwert [°Grad]	15,1971	10,5589	11,8670
Standardabweichung [°Grad]	16,14674	10,60762	13,26874
Minimum [°Grad]	,05	,01	,01
Maximum [°Grad]	67,51	62,71	60,86
Perzentile (25)	4,1675	2,7050	3,4050
Median	10,2100	7,7100	7,6300
Perzentile (75)	18,2025	14,0400	15,3200

Tab. 15: Darstellung der deskriptiven Kenngrößen bei der Winkeldifferenzmessung der bilateralen und unilateralen Frakturen zusammen. Auflistung der Daten zu den Zeitpunkten T0, T1 und T2

	Differenz T0	Differenz T1	Differenz T2
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,944	,602	,446

Tab. 16: Darstellung des Kruskal-Wallis-Testes für die beiden Gruppen der bilateralen und unilateralen Frakturen zusammen

Der Kruskal-Wallis-Test beweist, dass es zu einer Verbesserung, jedoch zu keiner signifikanten Verringerung ($p > 0,05$) der gemessenen Winkeldifferenzen zwischen den Zeitpunkten T0 und T2 gekommen ist.

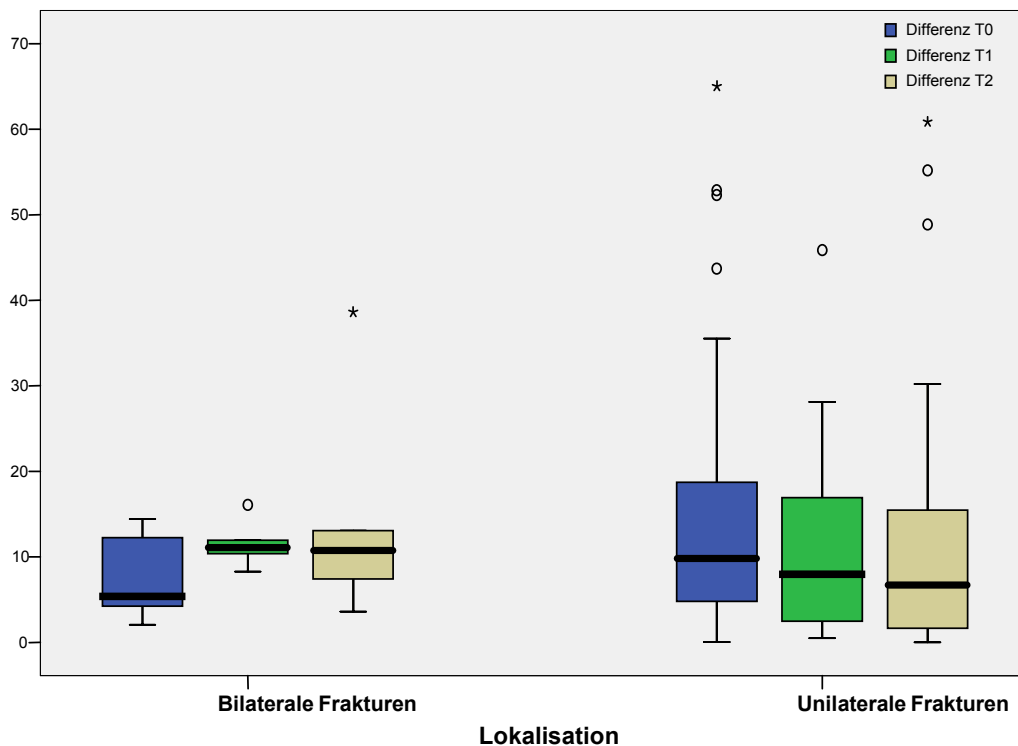


Abb. 60: Boxplot-Diagramm für die Datenverteilung der bilateralen und unilateralen Frakturgruppen zu den gemessenen Zeiten

Anhand des Boxplot-Diagramms in Abb. 60 kann man gut erkennen, dass in der Gruppe der bilateralen Frakturen zu keiner Verbesserung der Kiefergelenkpositionen gekommen ist. Die Medianebene dieser Gruppe hat sich nach oben verschoben, d.h. die Winkeldifferenzen haben sich innerhalb der gemessenen Zeitpunkte T0 und T2 nicht dezimiert. Die Gruppe der unilateralen Frakturen zeigt eine deutliche Verbesserung der Winkeldifferenzen. Es ist zu einer großen Verschiebung der Medianebene zwischen den Zeitpunkten T0 und T2 nach unten gekommen.

4.2.6 Höhendifferenzmessungen der Gruppen der bilateralen und unilateralen Frakturen in dem Orthopantomogramm

Für die Höhendifferenzmessungen der beiden Gruppen „bilaterale Frakturen“ und „unilaterale Frakturen“ im OPG wurden ebenfalls die konservativ-funktionell und die chirurgisch versorgten Patienten zusammengefasst. Für die Höhendiffe-

renzmessung der Gruppe der bilateralen Frakturen standen zum Zeitpunkt T0 n = 45 Bilder, zum Zeitpunkt T1 n = 41 Bilder und zum Zeitpunkt T2 n = 19 Bilder zur Verfügung. Bei der Gruppe der unilateralen Frakturen wurden zum Zeitpunkt T0 n = 133 Bilder, zum Zeitpunkt T1 n = 138 Bilder und zum Zeitpunkt T2 n = 64 Bilder in die Auswertung genommen. Insgesamt wurden für diese Analyse 440 Bilder ausgewertet; 178 in der Zeit T0, 179 in der Zeit T1 und 83 in der Zeit T2.

	Differenz T0	Differenz T1	Differenz T2
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,846	,747	,799

Tab. 17: Darstellung des Kruskal-Wallis-Testes für die beiden Gruppen der bilateralen und unilateralen Frakturen zusammen

Der Kruskal-Wallis-Test in Tab. 17 beweist, dass es in beiden Gruppen zusammengefasst zu einer Verbesserung, jedoch zu keiner signifikanten Verringerung ($p > 0,05$) der gemessenen Höhendifferenzen zwischen den Zeitpunkten T0 und T2 gekommen ist.

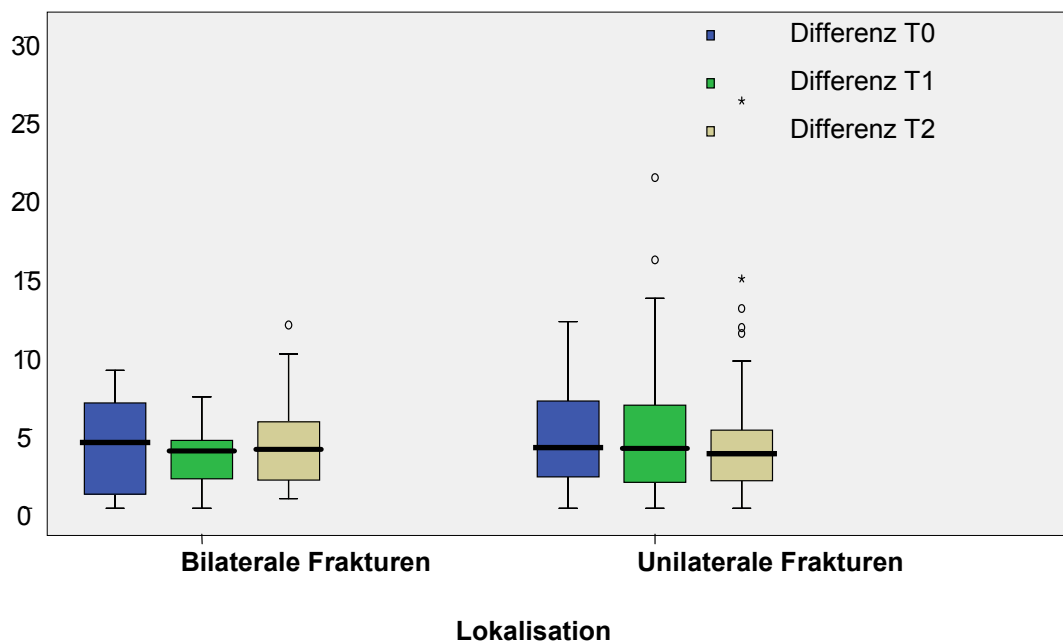


Abb. 61: Boxplot-Diagramm für die Datenverteilung der bilateralen und unilateralen Frakturgruppen zu den gemessenen Zeiten

Das Boxplot-Diagramm in Abb. 61 zeigt in der Gruppe der bilateralen Frakturen eine Verschiebung der Medianebene zwischen den Zeiten T0 und T1. Es ist zu einer Minimierung der Höhendifferenzen gekommen. Zwischen den gemessenen Zeitpunkten T1 und T2 ist es zu keiner gravierenden Verschiebung der Medianebene gekommen. Mit anderen Worten ist der Zustand der Höhendifferenzen zu diesen Zeitpunkten relativ konstant geblieben. Insgesamt haben sich die Höhendifferenzen der Kiefergelenke verringert.

Bei der Gruppe der unilateralen Frakturen ist es zu keiner großen Verschiebung der Medianebene zwischen den Zeitpunkten T0 und T1 gekommen. Jedoch erkennt man bei dem dritten Boxplot dieser Gruppe eine Verschiebung der Medianebene, was auf eine Verbesserung der Höhendifferenzen schließen lässt.

5 Diskussion

Die optimierte Versorgung von Kollumfrakturen wird bis heute in der Literatur kontrovers diskutiert. Die Indikationsstellungen, wann eine operative Therapie der konservativ-funktionellen Therapie bzw. wann eine konservativ-funktionelle Behandlung einer operativen Behandlung vorzuziehen ist, differieren je nach Arbeitsgruppe [8; 24; 92]. Ein Problemaspekt in der Versorgung ergibt sich dadurch, dass zum einen für die Heilung der Fragmente eine Ruhigstellung erforderlich ist und zum anderen für die Aufrechterhaltung der Gelenkfunktion das Kiefergelenk in Bewegung bleiben muss [76]. Ein weiterer Aspekt ist der anatomisch-topographisch anspruchsvolle operative Zugang vor allem zu hohen Kollumfrakturen. Es ist eine Tatsache, dass sich ein stark disloziertes oder ein luxiertes Kiefergelenkköpfchen durch alleinige konservativ-funktionelle Therapie nicht aufrichten kann und somit entweder in Fehlposition verheilt oder bei Minderversorgung resorbiert wird und sich eine gelenkfortsatzähnliche Struktur bildet [34; 41; 43; 69]. Daher wird in diesen Fällen immer häufiger die operative Methode gewählt [25; 84; 85].

Zide und Kent nennen absolute und relative Indikationen für eine offene Behandlung von Kollumfrakturen und deren Fixierung mittels Osteosynthesematerialien. Zu den absoluten Indikationen zählen Zide und Kent [100; 101]:

1. Frakturen mit Dislokation des Kondylus nach medial
2. Frakturen der Typen II und IV nach SPIESSL und SCHROLL mit Luxationen $> 37^\circ$
3. Frakturen der Typen II und IV nach SPIESSL und SCHROLL mit Höhenverlust des Ramus > 4 mm
4. Frakturen, bei denen die Okklusion mit der konservativ-funktionellen Therapie nicht optimal eingestellt werden kann.

Relative Indikationen für eine offene Behandlung von Kollumfrakturen sind:

1. Bilaterale Frakturen im zahnlosen Kiefer

2. Frakturen in Zusammenhang mit Mittelgesichtsfrakturen
3. Patienten, bei denen aufgrund ihrer schlechten gesundheitlichen Verfassung keine intermaxilläre Verschnürung vorgenommen werden darf.

In der Literatur beschrieben werden daher stark dislozierte Frakturen (ohne knöchernen Kontakt der Fragmente bzw. mit erheblicher Kontraktion der Fragmente), luxierte Frakturen (mit Luxationen $> 30^\circ$ nach medial) und frakturbedingte Verkürzungen des Ramus mandibulae $> 5-6$ mm vermehrt operativ versorgt [8].

An der Klinik und Poliklinik für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie der Universität Münster werden tiefe und mittelhohe Kollumfrakturen, die zu einer Höhenminderung des Kondylus von mindestens 5 mm bzw. zu einer Winkeldifferenz der beiden Kondylen von über 45° führen, primär chirurgisch versorgt. Dies entspricht nach der Einteilung nach SPIESSL und SCHROLL den Frakturtypen II und IV, sowie Subtyp B (siehe Abschnitt 1.1).

Mit Einführung funktionsstabiler Osteosynthesematerialien konnte sowohl die Ruhigstellung der Fragmente in einer anatomischen korrekten Position als auch die sofortige Bewegung der Gelenke gewährleistet werden [9; 33; 40; 48; 59].

Als absolute Indikationen für eine konservativ-funktionelle Therapie von Kollumfrakturen nennen Zide und Kent [100; 101]:

1. Kollumfrakturen im Kindesalter
2. hohe Kollumfrakturen ohne Dislokation
3. intrakapsuläre Kondylusfrakturen.

Bei Kindern, zahnlosen Patienten, Patienten, die aufgrund schwerwiegender Erkrankungen nicht operationsfähig sind oder solche mit hohen Kollumfrakturen bzw. bei gering dislozierten Frakturen bleibt die konservativ-funktionelle Behandlung die Therapie der Wahl [8; 14; 15; 19; 73; 81]. Bei beiden Behandlungsmethoden ist die Bewegungstherapie ein wichtiger Bestandteil. Eine früh-

zeitige Mobilisation soll einer Ankylosierung der Kiefergelenkflächen vorbeugen [8; 93].

Im Rahmen der operativen Therapie ist man bemüht, das frakturierte Kiefergelenkköpfchen wieder in die anatomisch korrekte Position zurückzusetzen und funktionsstabil zu stabilisieren. Die komplexe dreidimensionale Bewegungsbahn des Köpfchens auf dem Tuberkulum kann somit weitestgehend wiederhergestellt werden [44]. Ein weiterer Aspekt ist der Erhalt der vertikalen Abstützung in der Fossa mit korrekter Diskus-Fossa-Relation [14; 15; 38; 50; 87]. Durch Narbenbildungen des Kapsel-Band-Apparates können jedoch Einschränkungen der Mundöffnung bzw. Limitationen der Bewegungsbahn entstehen [55].

Bei der konservativ-funktionellen Therapie steht vor allem die Wiederherstellung einer subjektiven Beschwerdefreiheit im Vordergrund [34]. Dabei ist es nicht von großer Bedeutung, ob das Kiefergelenk in die anatomisch korrekte Position zurückgeführt werden kann oder ob sich die Gelenkconfiguration stark verändert hat. Aufgrund des Zuges des M. pterygoideus lateralis wird eine Selbstaufrichtung des luxierten Fragmentes verhindert und es kommt zu einem Vertikalverlust mit veränderter Funktionsgeometrie [53].

In der Poliklinik für Kieferorthopädie der Klinik für Mund-Kiefer- und Gesichtsheilkunde der Universität Münster hat sich die funktionelle Nachbehandlung von Kollumfrakturen mit einem U-Bügel-Aktivator nach KARWETZKY etabliert. Durch die gleichmäßige Bissperrung der Okklusion um 3 - 4 mm werden die Kiefergelenke sowie frakturierte Fragmente distrahiert. Dadurch ist die Möglichkeit der Rückstellung der gegeneinander verschobenen Fragmente in die anatomisch korrekte Position gewährleistet. Zudem bleibt die Mobilität des Unterkiefers durch die gegeneinander verschieblichen Kunststoffplatten im Oberkiefer und im Unterkiefer erhalten.

In der Zahnmedizin ist die Röntgendiagnostik heute in der klinischen Anwendung zur Beurteilungen von pathologisch veränderten Strukturen des Kieferknochens, der umgebenen Strukturen, Zahnstellungs- bzw. Zahnstrukturanomalien oder Anomalien der Zahnzahl von sehr großer Bedeutung. Für die Diagnostik von Frakturverläufen bzw. Frakturausmaßen ist die Röntgentechnik un-

verzichtbar. Differenzierte Aussagen über Frakturverläufe, Dislokationen und Winkeldifferenzen sind möglich. Somit ergibt die radiologische Diagnostik wesentliche Indikatoren für den Entscheidungsalgorithmus des therapeutischen Managements vor. Die Röntgendiagnostik ist auch in der posttherapeutischen Verlaufsbeurteilung wertvoll. Der Operateur kann anhand eines postoperativ angefertigten Orthopantomogramms oder einer kaudal-exzentrischen Aufnahme nach CLEMENTSCHITSCH erkennen, ob die Aufrichtung des frakturierten Kondylus gelungen und die Fixierung in der richtigen Position erfolgreich durchgeführt worden ist. Zudem ist es mithilfe der Röntgentechnik möglich, den Heilungsprozess des Knochens zu beurteilen.

In der vorliegenden Studie ist eine Methode entwickelt worden, die eine schnelle Beurteilung der Kiefergelenkkonfiguration anhand der in der Praxis häufig angewandter klinisch relevanter Röntgentechniken erlaubt. Die Patienten wurden in zwei Gruppen eingeteilt: in ein konservativ-funktionell und in ein operativ versorgtes Patientenkollektiv. Innerhalb dieser Gruppen wurden die Gelenkkonfigurationen der frakturierten Gelenke mit denen der nichtfrakturierten Gelenke sowohl zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung (prätherapeutisch; T0) als auch während der Behandlung bzw. bei Abschluss der Behandlung (posttherapeutisch; T1 bzw. T2) miteinander verglichen. Als Vergleichsdaten dienten zum einen die gemessenen Winkeldifferenzen zwischen dem gesunden Kondylus und dem frakturierten Kondylus und zum anderen die Höhendifferenzen der Rami mandibulares. Für die Messung des Ausmaßes der Abweichung des frakturierten Kiefergelenkköpfchens wurden nach Digitalisierung am Computerarbeitsplatz sowohl in der kaudal-exzentrischen Aufnahme nach CLEMENTSCHITSCH als auch in dem Orthopantomogramm Punkte und Ebenen konstruiert, die aus der Kieferorthopädie für die Fernröntgenseitenanalyse und Fernröntgenfrontalanalyse bekannt sind. Es wurden Punkte und Ebenen aus der XX-Punkte-Analyse für die FRS und FFA nach Münster verwendet. Die Messdaten aus der Gruppe der konservativ-funktionell behandelten Patienten und die Messdaten der chirurgisch versorgten Patienten wurden anschließend gegenübergestellt.

Es stellte sich heraus, dass fast alle Patienten bei Abschluss der Behandlung subjektiv beschwerdefrei waren. Lediglich bei 5 (2 %) von insgesamt 207 Patienten waren dauerhafte Einschränkungen der Mundöffnungen und ähnliche

Komplikationen festgestellt worden. Aus der Gruppe der konservativ-funktionell behandelten Patienten traten bei insgesamt 4 Patienten (2 %) Komplikationen wie Verknöcherung des Kiefergelenkes und geringere Mitbeteiligung des Kiefergelenkes bzw. leichte Knackgeräusche während der Öffnungs- und Schließbewegung auf. Bei 1 Patienten (3 %) aus der Gruppe der operativ versorgten Patienten konnte bei der Öffnungsbewegung des Kiefers eine Deflexion von 5 mm festgestellt werden. Weiterhin traten bei der Gruppe der chirurgisch versorgten Patienten postoperative temporäre Komplikationen wie eine temporäre Facialisschwäche (9 %), eine leichte Hypästhesie im Ausbreitungsgebiet des N. mandibularis (4 %) und Wundheilungsstörungen (11 %) auf. Die Komplikationsrate ist mit denen in der Literatur angegebenen Prozentzahlen vergleichbar. Hlawitschka et al (2002) berichten über eine geringe Anzahl von Komplikationen, wie Knackgeräusche oder eine Deviation zur Seite um 2 mm während der Öffnungsphase [28]. Die hohe Prozentzahl (98 %) der subjektiv beschwerdefreien Patienten aus dem konservativ-funktionell behandelten Patientenkollektiv lässt sich durch die begrenzte Anpassungsfähigkeit des frakturierten Kiefergelenkköpfchens und der Kompensationsfähigkeit des kontralateralen Kiefergelenkes erklären. Limitationen der Kondylenbahnbewegung werden in den meisten Fällen klinisch nicht manifestiert [89]. Die in unseren Kollektiven anfänglich auf durchschnittlich 26 mm reduzierte Schneidekantendistanz konnte im Laufe der Behandlung auf durchschnittlich 40 mm verbessert werden. Diese Werte korrelieren mit den Angaben in der Literatur. Spitzer et al (1991) beschreiben eine anfängliche SKD von 15 mm bzw. bei Abschluss der Behandlung eine verbesserte SKD von 48 mm [81]. Andere Autoren geben eine anfänglich reduzierte SKD von 17,6 mm und posttherapeutische SKD von durchschnittlich 41,9 mm an [34].

Die Ergebnisse der röntgenologischen Untersuchung fielen unterschiedlich aus. So erzielte die Gruppe der chirurgisch versorgten Patienten viel bessere Ergebnisse als die Gruppe der konservativ-funktionell behandelten Patienten. Anhand der deskriptiven statistischen Analyse konnte bei der Gruppe der chirurgisch behandelten Patienten ein hochsignifikanter Unterschied ($p \leq 0,01$) der Winkeldifferenzen zum Zeitpunkt des Behandlungsbeginns (T0) und zum Zeitpunkt nach der Operation (T1) festgestellt werden. Dies ist darauf zurückzuführen,

dass die ursprüngliche Gelenkkonfiguration bei den chirurgisch versorgten Patienten weitestgehend wiederhergestellt werden konnte. Bei der konservativ-funktionellen Gruppe hat sich die Gelenkkonfiguration des frakturierten Gelenks stark verändert. Die daraus entstehenden Funktionseinschränkungen werden in der Regel von dem kontralateralen Kiefergelenk kompensiert [75]. Es kommt zu einer Adaption an die neuen anatomisch-topographischen Gegebenheiten. Eine röntgenologisch nachgewiesene Veränderung der Gelenkkonfiguration schließt eine funktionsfähige und subjektiv beschwerdefreie Bewegung des Unterkiefers nicht aus [3; 5; 6; 39; 86; 88]. Aufgrund der oben genannten Tatsache lässt sich das Ergebnis der Höhendifferenzmessung erklären. Die Höhendifferenzen sind in dem konservativ-funktionellen Kollektiv konstant geblieben, während es in dem chirurgischen Kollektiv zu einer Verringerung der Höhendifferenzen gekommen ist.

Bei der Beurteilung des Therapieerfolges der Versorgung der bilateralen und unilateralen Frakturen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Insgesamt betrachtet waren die Ergebnisse der Winkeldifferenzmessungen und der Höhendifferenzmessungen innerhalb des Kollektivs mit den unilateralen Frakturen geringfügig besser als die des Kollektivs der bilateralen Frakturen.

Die vorliegende Studie beschäftigt sich mit der röntgenologischen Auswertung und Beurteilung der Kiefergelenkkonfiguration bei Kollumfrakturen. Die röntgenologischen Ergebnisse waren in dem chirurgisch versorgten Patientenkollektiv zufrieden stellend, während in der Gruppe konservativ-funktionell versorgten Patienten eine Veränderung der Kiefergelenkkonfiguration nachgewiesen werden konnte. Die klinischen Untersuchungen des Patientenkollektivs ergaben zu 98 % eine subjektive Beschwerdefreiheit ohne Einschränkungen der Mundöffnung bzw. der Unterkieferbewegung. Die vollständige Rehabilitation der Funktion der Kiefergelenke ist durch computergestützte Zusatzuntersuchungen, wie z.B. das MRT bzw. die Axiographie, in einer prospektiven Studie zu beurteilen.

Es gibt kein einheitliches Verfahren zur Beurteilung der Höhen- und Winkeldifferenzen. Vielmehr haben viele Behandler ihr eigenes Messverfahren zur Beurteilung der Gelenkkonfiguration entwickelt [9; 28; 32; 76; 78; 99].

In der vorliegenden Studie wurde ein Verfahren entwickelt und analysiert, das eine schnelle Beurteilung der Kiefergelenkkonfiguration bei Kollumfrakturen ermöglicht, ohne auf die Notwendigkeit aufwändiger apparativer Zusatzuntersuchungen wie zum Beispiel 3D-Computertomographie zurückzugreifen. Es wurden anatomische Bildpunkte und Strecken verwendet, die in der Kieferorthopädie u.a. für die FRS-Analyse geläufig sind. Das Verfahren ist unempfindlich für Winkeldifferenzen durch unterschiedliche FOA / FFA. Der Zeitaufwand für eine Fallanalyse bei vorliegenden digitalen Daten beträgt etwa 5 min. Die klinische Anwendbarkeit der spezifischen Möglichkeiten des neuen Verfahrens ist gegeben.

6 Zusammenfassung

In der Zahnmedizin ist die Röntgentechnik für die Diagnostik von Frakturverläufen bzw. Frakturausmaßen von großer Bedeutung. Differenzierte Aussagen über Frakturverläufe, Dislokationen und Winkeldifferenzen sind möglich. Somit ergibt die radiologische Diagnostik wesentliche Indikatoren für den Entscheidungsalgorithmus des therapeutischen Managements vor. Die Röntgendiagnostik ist auch in der posttherapeutischen Verlaufsbeurteilung wertvoll. Der Operateur kann anhand eines postoperativ angefertigten Orthopantomogramms oder einer kaudal-exzentrischen Aufnahme nach CLEMENTSCHITSCH erkennen, ob die Aufrichtung des frakturierten Kondylus gelungen und die Fixierung in der richtigen Position erfolgreich durchgeführt worden ist. Zudem ist es mithilfe der Röntgentechnik möglich, den Heilungsprozess des Knochens zu beurteilen.

Es gibt kein einheitliches Verfahren zur Beurteilung der Höhen- und Winkeldifferenzen. Vielmehr haben viele Behandler ihr eigenes Messverfahren zur Beurteilung der Gelenkkonfiguration entwickelt.

In der vorliegenden Studie wurde ein Verfahren entwickelt und analysiert, das eine schnelle Beurteilung der Kiefergelenkkonfiguration bei Kollumfrakturen ermöglicht, ohne auf die Notwendigkeit aufwändiger apparativer Zusatzuntersuchungen wie zum Beispiel 3D-Computertomographie zurückzugreifen.

Im Zeitraum 1996 bis 2004 wurden an der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Universität Münster 207 Patienten (127 Männer und 80 Frauen) mit Kollumfrakturen behandelt.

Von diesen Patienten sind die Informationen über die Unfallursache bzw. Therapieverlauf sowie anamnestische Details mittels eines Datenerhebungsbogens schriftlich festgehalten worden. Alle Datenbankaufgaben wurden mit dem Programm EXCEL 2000 SP (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA) und alle statistischen Auswertungen mit dem Programm SPSS 12.0 (SPSS Incorporated, Chicago, Illinois, USA) durchgeführt.

Bei der röntgenologischen Analyse wurden alle Aufnahmen der Patienten in zwei Ebenen berücksichtigt (kaudal-exzentrische Aufnahme nach CLEMENT-

SCHITSCH und Orthopantomogramm), die bei Behandlungsbeginn (T0), während des Behandlungsverlaufs bzw. direkt postoperativ (T1) und bei der Entlassung bzw. vor der Metallentfernung (T2) angefertigt worden sind. Die Röntgenbilder konnten mithilfe eines Scanners der Marke UMAX-Magic-Scan (UMAX Systems GmbH, Corel Corporation, 47877 Willich, Germany) digitalisiert werden. Die Bildgröße betrug 500 dpi. Der Zeitaufwand für eine Fallanalyse bei vorliegenden digitalen Daten beträgt etwa 5 min.

Die Patienten wurden in zwei Gruppen eingeteilt: in ein konservativ-funktionell und in ein operativ versorgtes Patientenkollektiv. Innerhalb dieser Gruppen wurden die Gelenkkonfigurationen der frakturierten Gelenke mit denen der nichtfrakturierten Gelenke sowohl zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung (prätherapeutisch) als auch während der Behandlung bzw. bei Abschluss der Behandlung (posttherapeutisch) miteinander verglichen. Als Vergleichsdaten dienten zum einen die gemessenen Winkeldifferenzen zwischen dem gesunden Kondylus und dem frakturierten Kondylus und zum anderen die Höhendifferenzen der Rami mandibulares. Für die Messung des Ausmaßes der Abweichung des frakturierten Kiefergelenkköpfchens wurden nach Digitalisierung am Computerarbeitsplatz sowohl in der kaudal-exzentrischen Aufnahme nach CLEMENTSCHITSCH als auch in dem Orthopantomogramm Punkte und Ebenen konstruiert, die aus XX-Punkte-Analyse der Fernröntgenseitenanalyse und Fernröntgenfrontalanalyse nach Münster bekannt sind. Die Messdaten aus der Gruppe der konservativ-funktionell behandelten Patienten und die Messdaten der chirurgisch versorgten Patienten wurden anschließend gegenübergestellt.

Es stellte sich heraus, dass fast alle Patienten bei Abschluss der Behandlung subjektiv beschwerdefrei waren. Lediglich bei 5 (2 %) von insgesamt 207 Patienten waren dauerhafte Einschränkungen der Mundöffnungen und ähnliche Komplikationen festgestellt worden. Aus der Gruppe der konservativ-funktionell behandelten Patienten traten bei insgesamt 4 Patienten (2 %) Komplikationen wie Verknöcherung des Kiefergelenkes und geringere Mitbeteiligung des Kiefergelenkes bzw. leichte Knackgeräusche während der Öffnungs- und Schließbewegung auf. Bei 1 Patienten (3 %) aus der Gruppe der operativ versorgten Patienten konnte bei der Öffnungsbewegung des Kiefers eine Deflexion von 5 mm festgestellt werden. Weiterhin traten bei der Gruppe der chirurgisch ver-

sorgten Patienten postoperative temporäre Komplikationen wie eine temporäre Facialisschwäche (9 %), eine leichte Hypästhesie im Ausbreitungsgebiet des N. mandibularis (4 %) und Wundheilungsstörungen (11 %) auf.

Die Ergebnisse der röntgenologischen Untersuchung fielen unterschiedlich aus. So erzielte die Gruppe der chirurgisch versorgten Patienten viel bessere Ergebnisse als die Gruppe der konservativ-funktionell behandelten Patienten. Anhand der deskriptiven statistischen Analyse konnte bei der Gruppe der chirurgisch behandelten Patienten ein hochsignifikanter Unterschied ($p \leq 0,01$) der Winkeldifferenzen zum Zeitpunkt des Behandlungsbeginns und zum Zeitpunkt nach der Operation festgestellt werden. Die Höhendifferenzen sind in dem konservativ-funktionellen Kollektiv konstant geblieben, während es in dem chirurgischen Kollektiv zu einer Verringerung der Höhendifferenzen gekommen ist.

7 Literaturverzeichnis

1. Asprino, L., S. Consani, M. de Moraes (2006) A Comparative Biomechanical Evaluation of Mandibular Condyle Fracture Plating Techniques. American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons: 452-456
2. Clementschitsch, F. (1941) Mitteilung einer symmetrischen Aufnahme beider Kiefergelenke in posterior-anteriorer Richtung. Öst. Z. Stomat. 23: 877
3. Cornelius, C. P., M. Ehrenfeld, M. Laubengeiger, A. Simonis, E. Kaltsounis, Tübingen (1991) Ergebnisse eines konservativ-funktionellen Therapiekonzepts bei kindlichen Kondylusfrakturen. Dtsch Zahnärztl Z 46: 46-49, 1, Hanser
4. Dahlström, L., K.-E. Kahnberg, L. Lindahl (1989) 15 years follow-up on condylar fractures. Int J Oral Maxillofac Surg 18, 18
5. De S. Amaratunga, N. A. (1988) Mandibular Fractures in Children - A Study of Clinical Aspects, Treatment Needs, and Complications. J. Oral Maxillofac. Surg. 46: 637-640
6. De S. Amaratunga, N. A. (1999) Mandibular Motion After Closed and Open Treatment of Unilateral Mandibular Condylar Process Fractures. J. Oral Maxillofac. Surg. 57: 775-776
7. Dixter, C., R. B. Langlais, G. C. Lichty (1983) Intraorale Röntgendiagnostik III. Übungen in zahnärztlicher Röntgenologie, Band 3. Thieme, Stuttgart, New York
8. Eckelt, U. (2000) Gelenkfortsatzfrakturen. Mund Kiefer GesichtsChir (2000) 4 (Suppl 1): 110-117, Springer
9. Ellis, E., C. Palmieri, G. Throckmorton (1999) Further Displacement of Condylar Process Fractures After Closed Treatment. J. Oral Maxillofac. Surg. 57: 1307-1316

10. Ellis, E., D. McFadden, P. Simon, G. Throckmorton (2000) Surgical Complications With Open Treatment of Mandibular Condylar Process Fractures. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 58: 950-958
11. Ellis, E., P. Simon, G. S. Throckmorton (2000) Occlusal Results After Open or Closed Treatment of Fractures of the Mandibular Condyle Process. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 58: 260-268
12. Eulert, S. (2002) Die Behandlung von Gelenkfortsatzfrakturen des Unterkiefers unter besonderer Berücksichtigung der Würzburger Zugschrauben-Platte. *Med. Diss. Würzburg. Julius-Maximilians-Universität*
13. Faupel, H., G. Schargus, F. Schröder, Würzburg (1996) Klinische und röntgenologische Nachuntersuchungen von Kollumfrakturen. In: Schwenzler (Hrsg): *Traumatologie des Unterkiefers, Orbitaerkrankungen. Fortschritte der Kiefer- und Gesichts-Chirurgie, Bd. 41.:* 316-317. Thieme, Stuttgart, New York
14. Feifel, H., J. Albert-Deumlich, D. Riediger (1992) Long term follow up of subcondylar fractures in children by electronic computerassisted recording of condylar movements. *Int J Oral Maxillofac Surg* 21: 70-76
15. Feifel, H., G. Risse, A. Opheys, W. Bauer, T. Reineke, Aachen (1996) Konservative versus operative Therapie unilateraler Frakturen des Collum mandibulae- anatomische und funktionelle Ergebnisse unter besonderer Berücksichtigung der computergestützten dreidimensionalen axiographischen Registrierung der Kondylenbahnen. In: Schwenzler (Hrsg): *Traumatologie des Unterkiefers, Orbitaerkrankungen. Fortschritte der Kiefer- und Gesichts-Chirurgie, Bd. 41.:* 124-127. Thieme, Stuttgart, New York
16. Frass, K. (2004) Aktivatoren - eine Gegenüberstellung von Gerätetypen. *KFO Zeitung 7/2004 September 2004, Freiburg*
17. Fridrich, K. L., G. Pena- Velasco, R. A. J. Olson (1992) Changing Trends With Mandibular Fractures: A Review of 1,067 Cases. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 50: 586-589

18. Frommhold, W., H. Gajewski, H. D. Schoen (1979) Medizinische Röntgentechnik. 4. Auflage Thieme, Stuttgart
19. Gerlach, K. L., B. Kahl, St. Berg, Köln (1991) Die Behandlung der Gelenkfortsatzfrakturen bei Kindern. Dtsch Zahnärztl Z 46.: 43-45, 1, Hanser
20. Greene, D. (1997) Epidemiology of facial injury in blunt assault. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 123: 923-928
21. Guerrissi, J. O., Buenos Aires, Argentina (2001) Fractures of Mandible: Is Spontaneous Healing Possible? Why? When? The Journal of Craniofacial Surgery/ Volume 12, Number 2, March 2001
22. Gundlach, K., E. Lammers, V. Schwipper (1985) Growth of the Mandibular Condyle: Histological Findings in Rodents Relevant to the Treatment of Fractures of the Condyle. Oral and Maxillofacial Surgery: Proceedings from the 8th International conference on Oral and Maxillofacial Surgery, Quintessence Publishing Co., 200, Chicago, Hjörting-Hansen (Hrsg.)
23. Gundlach, K. K. H., E. Schwipper, A. Fuhrmann (1991) Die Regenerationsfähigkeit des Processus condylaris mandibulae. Dtsch Zahnärztl Z 46, 36-38, 1, Hanser
24. Habel, G. B. O' Regan, J. Hidding, A. Eissing, London (1990) A Transcoronoidal Approach of Fractures of the Condylar Neck. J. Cranio-Max.- Fac. Surg. 18: 348-351
25. Härtel, J., S. Janenz, C. Mielke, Rostock (1994) Klinische Funktionsanalyse nach der Behandlung von Gelenkfortsatzfrakturen des Unterkiefers. Dtsch Z Mund Kiefer GesichtChir 18: 224-227, Hanser
26. Herrmann, A., J. Zöllner, Heidelberg (1991) Die Zonographie zur Diagnostik der Kiefergelenksfrakturen. Dtsch Zahnärztl Z 46: 41-43,1, Hanser
27. Hirschfelder, U., D. Müssig, S. Zschiesche, H. Hirschfelder, Erlangen (1987) Funktionskieferorthopädisch behandelte Kondylusfrakturen - eine

- klinische und computertomographische Untersuchung. Fortschr. Kieferorthop. 48: 504-515 (Nr. 6)
28. Hlawitschka, M., U. Eckelt, Dresden (2002) Assessment of Patients Treated for Intracapsular Fractures of the Mandibular Condylar by Closed Techniques. J. Oral Maxillofac. Surg. 60,2: 784-791
29. Iizuka, T., K. Lädach, A. H. Geering, J. Raveh (1998) Open Reduction Without Fixation of Dislocated Condylar Process Fractures: Long-Term Clinical and Radiologic Analysis. J. Oral Maxillofac. Surg. 56: 553-561
30. Jacobs, H. G. (1983) Zahnärztlich-kieferchirurgische Traumatologie. Hanser, München-Wien
31. Jeckel, N., Th. Rakosi, U. Joos, Freiburg (1998) Apparative Möglichkeiten der Rehabilitation bei Einschränkung habitueller Unterkieferbewegungen. Fortschr. Kieferorthop. 49: 331-341 (Nr.4)
32. Joos, U., J. Kleinheinz, Münster (1998) Therapy of condylar neck fractures. Int. J. Oral Maxillofac. Surg. 27: 247-254
33. Joos, U., J. Piffko, U. Meyer, Münster (2001) Neue Aspekte in der Versorgung von Unterkieferfrakturen. Mund Kiefer GesichtsChir 5: 2-16, Springer
34. Kahl, B., K. L. Gerlach, Köln (1990) Funktionelle Behandlung nach Gelenkfortsatzfrakturen mit und ohne Aktivator. Fortschr. Kieferorthop. 51: 352-360 (Nr. 6), Urban & Vogel
35. Kahl-Nieke (1995) Einführung in die Kieferorthopädie. Urban & Schwarzenberg
36. Kahl-Nieke, B., R. Fischbach (1995) Eine kritische Bewertung der funktionellen Behandlung von Kollumfrakturen bei Kindern. Ergebnisse einer spiralcomputertomographischen Verlaufskontrolle. Fortschr. Kieferorthop. 56: 157-164 (Nr. 3)

37. Kelker, M., Reuter (2004) Vorlesung der Röntgentechnik in der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie in Münster
38. Kermer, C., G. Undt, M. Rasse (1998) Surgical reduction and fixation of intracapsular condylar fractures - a follow up study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 27: 191-194
39. Kleinheinz, J., U. Meyer, R. Werkmeister, J. Piffko, D. Weingart, Münster (1996) Conservativ versus Surgical Treatment of Dislocated Condylar Neck Fractures- a Prospective Study. *J. Dent. Res.* 75 (IADR Abstracts)
40. Koberg, W. R., W. G. Momma (1978) Treatment of fractures of the articular process by functional stable osteosynthesis using miniaturized dynamic compression plates. *Int J Oral Surg* 7: 256-259
41. Köhler, J. A. (1956): Die Behandlung der Luxationsfrakturen im wachsenden und ausgewachsenen Kiefer sowie ihre Ergebnisse. *Dtsch Stomat* 6: 577
42. Kristen, K. (1981) Die Extensionsbehandlung der Luxationsfrakturen des kindlichen Kiefergelenkes. *Zahnärztl Prax* 32: 101
43. Kristen, K., R. Singer, Heidelberg (1996) Therapie und Prognose der Luxationsfrakturen des Kiefergelenks beim Jugendlichen. In: Schwenzer (Hrsg): *Traumatologie des Unterkiefers, Orbitaerkrankungen. Fortschritte der Kiefer- und Gesichts-Chirurgie*, Bd. 41.: 314-315. Thieme, Stuttgart, New York
44. Kubein-Meesenburg, D., H. Nägerl, J. Fanghänel, R. Schwestka (1989) Die Anordnung des stomatognathen Koppelsystems im Schädel. *Dtsch Zahnärztl Z* 44: 23-26
45. Lammers, E., V. Schwipper, A. Fuhrmann (1983) Spätergebnisse kindlicher Collumfrakturen nach konservativ-funktioneller Therapie. *Dtsch Zahnärztl Z* 38: 437, Hanser

46. Lehmann, T., W. Oberschwelp, E. Pelikan, R. Regges (1997) Bildverarbeitung für die Medizin: Grundlagen, Modelle, Methoden, Anwendungen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, London, Tokio
47. Lindahl, L., L. Hollender (1977) Condylar fractures of the mandible. II. A radiographic study of remodelling processes in the temporomandibular joint. *Int. J. oral Surg.* 6: 153-165
48. Mac Arthur, C.J., P.J. Donald, J. Knowels, H. C. Moore (1993) Open reduction-fixation of mandibular subcondylar fractures. A review. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 119: 403-406
49. Nasser Hachem, A., T. Hierl, S. Schmidt, A. Hemprich, Leipzig (1996) Vergleich der Miniplatten- und Zugschraubenosteosynthese bei der Behandlung von Kollumfrakturen. In: Schwenzer (Hrsg): *Traumatologie des Unterkiefers, Orbitaerkrankungen. Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie*, Bd. 41.: 131-133. Thieme, Stuttgart, New York
50. Neff, A., A. Kolk, H. Deppe, H.-H. Horch, München (1999) Neue Aspekte zur Indikation der operativen Versorgung intraartikulärer und hoher Kiefergelenkluxationsfrakturen. *Mund Kiefer Gesichtschir* 3: 24-29, Springer
51. Neff, A., A. Kolk, H.-H. Horch, München (2000) Position und Beweglichkeit des Discus articularis nach operativer Versorgung diakapitulärer und hoher Kiefergelenkluxationsfrakturen. *Mund Kiefer Gesichtschir* 4: 111-117, Springer
52. Neff, A., F. Neff, A. Kolk, H.-H. Horch (2001) Risiken und perioperative Komplikationen bei offenen gelenkchirurgischen Eingriffen. *Dtsch Zahnärztl Z* 56: 258-262
53. Neff, A., A. Kolk, F. Neff, H.-H. Horch, Greifswald (2002) Operative vs. Konservative Therapie diakapitulärer und hoher Kollumluxationsfrakturen. Vergleich mit MRT und Achsiographie. *Mund Kiefer Gesichtschir* 6: 66-73

54. Neff, A., G. Mühlberger, M. Karoglan, A. Kolk, W. Mittelmeier, D. Scheurn, H.-H. Horch, München (2004) Stabilität der Osteosynthese bei Gelenkwalzenfrakturen in Klinik und biomechanischer Simulation. *Mund Kiefer GesichtChir* 8: 63-74, Springer
55. Neff, A., A. Kolk, F. Meschke, H. Deppe, H.-H. Horch (2005) Kleinfragmentschrauben vs. Plattenosteosynthese bei Gelenkwalzenfrakturen. Vergleich funktioneller Ergebnisse mit MRT und Achsiographie. *Mund Kiefer GesichtChir* 2: 80-88
56. Nehse, G., R. Maerker, Dortmund (1996) Indikationsstellung verschiedener Rekonstruktions- und Osteosyntheseverfahren bei der operativen Versorgung von subkondylären Frakturen des Unterkiefers. In: Schwenzler (Hrsg): *Traumatologie des Unterkiefers, Orbitaerkrankungen. Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie*, Bd. 41.:120-123. Thieme, Stuttgart, New York
57. Pasler, F. A. (2003) *Zahnärztliche Radiologie*. 4. unveränderte Auflage. Thieme, Stuttgart, New York
58. Pasler, F. A., H. Visser (2003) *Taschenatlas der zahnärztlichen Radiologie*. Thieme
59. Petzel, J. R. (1980) Die chirurgische Behandlung des frakturierten Cololum mandibulae durch funktionsstabile Zugschraubenosteosynthese. In: Schuchardt K., Schwenzler N. (Hrsg) *Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie*, Bd. 25.: 84. Thieme, Stuttgart, New York
60. Proffit, D. (1980) Early fractures of the mandibular condyle: frequently and unsuspected cause of growth disturbances. *Amer. J. Orthodont.* 78: 1-24
61. Rahn, R., G. Thomaidis, G. Frenkel, P. Frank, U. Kinner, Frankfurt am Main (1989) Spätergebnisse der konservativen Behandlung von Kiefergelenkfrakturen. *Dtsch Z Mund Kiefer GesichtChir* 13: 197-202, 3, Hanser

62. Rasse, M., A. Koch, H. Traxler, R. Mallek (1993) Der Frakturverlauf von diakapitulären Frakturen der Mandibula- eine klinische Studie mit anatomischer Korrelation. *Z Stomatol* 90: 119-125
63. Rasse, M. (2000) Neuere Entwicklungen der Therapie der Gelenkfortsatzbrüche der Mandibula. *Mund Kiefer Gesichtschir* 4: 69-87, Springer-Verlag
64. Raveh, J., T. Vuillemin, K. Lädach (1989) Open Reduction of the Dislocated, Fractured Condylar Process: Indications and Surgical Procedures. *J. oral Maxillofac. Surg.* 47: 120-126
65. Reichenbach, E. (1958) Probleme der Frakturbehandlung beim wachsenden Schädel. In: Schuchardt, K.: Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie. Bd. 4.: 213. Thieme, Stuttgart, New York
66. Rodloff, C., N. Hartmann, R. Maerker, Dortmund (1991) Kollumluxationsfrakturen im Wachstumsalter- konservative versus operative Therapie. *Dtsch Zahnärztl Z* 46: 63-65,1, Hanser
67. Sahm, G., Würzburg (1988) Erfolg und Misserfolg bei der kieferorthopädischen Behandlung nach Kiefergelenkfortsatzfrakturen. *Fortschr. Kieferorthop.* 49: 557-567 (Nr. 6)
68. Sahm, G., E. Witt (1989) Long-term results after childhood condylar fractures. A computer-tomographic study. *Europ. J. Orthodont.* 11: 154-160
69. Sahm, G., B. Schuhknecht, K. Eberhardt. (1990) Zur Remodellation nach Kondylusfrakturen bei Heranwachsenden. *Dtsch Zahnärztl Z* 45: 403, Hanser
70. Sander, F. G. (1980) Zur Frage der Biomechanik des Aktivators. Entwicklung und Erprobung neuer Untersuchungsmethoden. Wiesbaden: Med. Habil.
71. Sander, F. G. (1990) Mandibuläre Aktivitäten bei starren und elastischen Aktivatoren. *Informationen* 1: 67-78

72. Sander, F. G. (1991) Biomechanische Aspekte des Federaktivators während des Nachtschlafens. *Prakt Kieferorthop* 5: 17-28
73. Schendel, K. U., A. Wiesinger, G. Gademann, G. Komposch, Heidelberg (1991) Ergebnisse der funktionellen Behandlung von Kollumfrakturen im Wachstumsalter mit Aktivatoren. *Dtsch Zahnärztl Z* 46: 726-729,11, Hanser
74. Schlungbaum, W. (1973) *Medizinische Strahlenkunde*. Walter de Gruyter, Berlin, 5. Auflage
75. Schmidt, S., A. Eckardt, M. Stiesch-Scholz (2004) Klinische Vergleichsstudie zur Kiefergelenkfunktion nach chirurgischer und konservativer Versorgung von Kollumfrakturen. *Dtsch Zahnärztl Z* 59,8: 444-447
76. Schmidt-Hoberg, W., H.-G. Luhr, Hamburg (1996) Technik und Ergebnisse der funktionellen Frühbehandlung von Kollumfrakturen bei gleichzeitigem Vorliegen von Unterkieferkörperfrakturen. In: Schwenger (Hrsg): *Traumatologie des Unterkiefers, Orbitaerkrankungen*. Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie, Bd. 41.: 317-321. Thieme, Stuttgart, New York
77. Schwenger, N., M. Ehrenfeld (2002) *Spezielle Chirurgie*. 3. aktualisierte und erweiterte Auflage. Thieme, Stuttgart, New York
78. Silvennoinen, U., T. Iizuka, K. Oikarinen, C. Lindqvist (1994) Analysis of Possible Factors Leading to Problems After Nonsurgical Treatment of Condylar Fractures. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 52: 793-799
79. Spiessl, B., K. Schroll (1972) Gesichtsschädel. In: Nigst H. (Hrsg) *Spezielle Frakturen- und Luxationslehre*, Bd. 1.: 136. Thieme, Stuttgart, New York
80. Spitzer, W. J., S. Zschiesche, Erlangen (1986) Ergebnisse funktionskieferorthopädischer Behandlung von Kiefergelenkfortsatzfrakturen im Wachstumsalter. *Dtsch Zahnärztl Z* 41: 174-178, Hanser

81. Spitzer, W. J., U. Hirschfelder, D. Müßig, K. Hertrich, Erlangen- Nürnberg (1991) Befunde nach FKO-Behandlung von Kiefergelenkfrakturen im Wachstumsalter. Dtsch Zahnärztl Z 46: 57-59, 1, Hanser
82. Stamm, T. (2000) Mitschrift der Vorlesungen Kieferorthopädie I und II. 4. Auflage
83. Stiesch-Scholz, M., A. Eckardt, K. Fokas, S. Schmidt, A. Rossbach, Hannover (2000) Untersuchung der Kiefergelenkfunktion nach operativer Versorgung von einseitigen Kollumfrakturen. Dtsch Zahnärztl Z 55, 10: 703-706, Hanser
84. Stoll, P. R. Wächter, U. Schlotthauer, Freiburg, J. Türp, A. Arbor (1996) Spätergebnisse bei 15 Jahre und länger zurückliegenden Kiefergelenkfortsatzfrakturen. In: Schwenger (Hrsg) Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie, Bd. 41.: 127-130. Thieme, Stuttgart, New York
85. Sugiura, T., K. Yamamoto, K. Murakami, M. Sugimura (2001) A Comparative Evaluation of Osteosynthesis With Lag Screws, Miniplates, or Kirschner Wires for Mandibular Condylar Process Fractures. J. Oral Maxillofac. Surg. 59: 1161-1168
86. Takenoshita, Y., H. Ishibashi, M. Oka (1990) Comparison of Functional Recovery After Nonsurgical and Surgical Treatment of Condylar Fractures. J. Oral Maxillofac. Surg. 48: 1191-1195
87. Terheyden, H., B. Fleiner, F. Schubert, A. Bumann (1996) Zur Position des Diskus bei Collum-mandibulae-Frakturen - eine magnetresonanztomographische Studie. Fortschr Kiefer Gesichtschir 41: 112-114
88. Throckmorton, G., E. Ellis, H. Hayasaki (2004) Masticatory Motion After Surgical or Nonsurgical Treatment for Unilateral Fractures of the Mandibular Condylar Process. J. Oral Maxillofac. Surg. 62: 127-138
89. Travers, K. H., P. H. Buschang, H. Hayasaki, G. S. Throckmorton (2000) Associations between incisor and mandibular condylar movements during maximum mouth opening in humans. Arch Oral Biol 45: 267-275

90. Tscherne, H., O. Trentz (1980) Allgemeine Frakturenlehre. In: G. Heberer, W. Köle, H. Tscherne (Hrsg) Chirurgie, 3. Auflage.: 532-553. Springer, Berlin Heidelberg New York
91. Umstadt, H. E., M. Ellers, H. H. Müller, K. H. Austermann (2000) Fictional reconstruction of the TMJ joint in cases of severely displaced fractures and fracture dislocation. J Craniomaxillofac Surg 28: 97-105
92. Villarreal, P. M., F. Monje, L. M. Junquera, J. Mateo, A. J. Morillo, C. Gonzalez (2004) Mandibular Condyle Fractures. Determinants of Treatment and Outcome. J. Oral Maxillofac. Surg. 62: 155-163
93. Walker, R. V., Dallas: Condylar Fractures (1994) Nonsurgical Management. J. Oral Maxillofac Surg. 52: 1185-1188
94. Walz, C., H.-D. Pape, M. Lenz, Köln (1996) Miniplattenosteosynthese der Unterkieferfraktur in Lokalanästhesie - Indikation und Ergebnisse bei 316 Patienten. In: Schwenzler (Hrsg): Traumatologie des Unterkiefers, Orbitaerkrankungen. Fortschritte der Kiefer- und Gesichts-Chirurgie, Bd. 41.: 133-135. Thieme, Stuttgart, New York
95. Wassmund, M. (1927) Frakturen und Luxationen des Gesichtsschädels unter Berücksichtigung der Komplikationen des Hirnschädels. Ihre Klinik und Therapie. Berlin
96. Wichelhaus, A., F. G. Sander (1989) Der Federaktivator- eine neue Therapiemöglichkeit für die Behandlung des offenen Bisses. Prakt Kieferorthop 3: 235-240
97. Wichelhaus, A., R. Haas, F.-G. Sander, J.-F. Kreidler, Ulm (1998) Der Einfluß des Federaktivators auf die Unterkiefermobilität traumatisch geschädigter Patienten. Journal of Orofacial Orthopedics/ Fortschr Kieferorthop. 59: 340-351 (Nr. 6)
98. Wiltfang, J., F. Halling, H. A. Merten, H. G. Luhr, Göttingen (1991) Gelenkfortsatzfrakturen des Unterkiefers im Kindesalter: Auswirkung auf Wachstum und Funktion. Dtsch Zahnärztl Z 46: 54-56, 1, Hanser

99. Worsaae, N., J. J. Thorn, Aalborg, Denmark (1994) Surgical Versus Nonsurgical Treatment of Unilateral Dislocated Low Subcondylar Fractures: A Clinical Study of 52 Cases. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 52: 353-360
100. Zide, M. F., J. N. Kent (1983) Indications for open reduction of mandibular condyle fracture. *J Oral Maxillofac Surg* 41: 89
101. Zide, M. F. (2001) Outcomes of open versus closed treatment of mandibular subcondylar fractures. *J Oral Maxillofac Surg* 59: 375
102. Zimmer, E. A., M. Zimmer-Brossy (1982) Lehrbuch der röntgen-diagnostischen Einstelltechnik. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 3. Auflage

8 Anhang

8.1 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Priv. Doz. Dr. med. dent. G. Danesh, nicht nur für die Unterstützung bei der statistischen Datenanalyse und die fachliche Anregung, sondern vor allem für die geduldige und freundliche Betreuung während der Erstellung der Arbeit.

Des Weiteren möchte ich mich bei meinem Vater Dr. med. Dr. med. dent. M. Kelker für seine Hilfsbereitschaft und fachliche Kompetenz sowohl bei unseren Gesprächen als auch bei der kritischen Durchsicht und Korrektur des Manuskriptes bedanken.

Bei dem Team des Institutes für zahnärztliche Röntgenologie (Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde) und vor allem bei Frau Treus aus der Poliklinik für Kieferorthopädie bedanke ich mich für die erwiesene Geduld und Hilfsbereitschaft bei der Sammlung der Patientenakten.

Viele nützliche Hinweise für die optimierte Scannereinstellung und die digitale Bildverarbeitung verdanke ich Herrn J. Zimmer.

Abschließend möchte ich mich bei meinem Mann Mirko Brückner für seine großartige fachliche Hilfe und Geduld bei der Arbeit am Computer und für die kritische Durchsicht der Arbeit bedanken.

8.2 Lebenslauf

Persönliche Angaben

Name, Vorname: Brückner (geb. Kelker), Nadine
Geburtsdatum, -ort: 08.03.1981, Münster
Familienstand: verheiratet, Ehemann Mirko Brückner
Kinder: Fynn Mathis (geb. am 27.01.2007)

Schulbesuche

Grundschule: 1987 - 1991: Sankt Michael Grundschule, Münster
Gymnasium: 1991 - 2000: Besuch des Freiherr-vom-Stein-Gymnasiums
Münster. Abschluss mit der Allgemeinen
Hochschulreife

Tätigkeit vor dem Studium

09/2000 - 04/2001: Ausbildung zur Zahntechnikerin

Studium der Zahnmedizin

April 2001: Immatrikulation an der Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster i. Westf.
01.10.2003: Zahnärztliche Vorprüfung
13.02.2006 - 11.07.2006: Zahnärztliche Prüfung
26.07.2006: Approbation als Zahnärztin

Ort, Datum, Unterschrift