

# **Diplomarbeit**

**Ist eine präoperative Aussage über die intraoperative Lage  
des Nervus alveolaris inferior im Kieferwinkelbereich  
bei der sagittalen Spaltung  
anhand des Orthopantomogramms möglich?  
Eine prospektive Pilotstudie**

eingereicht von

**Dr. med. univ. Herbert Kurath**

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktor der Zahnheilkunde  
(Dr. med. dent)**

an der

**Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheit Graz**

ausgeführt an der

**Mund- Kiefer- und plastischen Gesichtschirurgie  
Klinikum Klagenfurt am Wörthersee**

unter der Anleitung von

Univ.-Prof. DDr. Gert Santler

### **Eidesstattliche Erklärung**

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Klagenfurt, am 29.5.17

Dr. Herbert Kurath, eh.

# Danksagungen

Mein Dank gilt Herrn Univ. Prof. DDr. Gert Santler für seine sehr hilfreiche Unterstützung und Betreuung während der Erstellung dieser Diplomarbeit. Ich bedanke mich insbesondere für seinen tatkräftigen Beistand und seine Hilfe bei der Klärung zahlreicher Fragestellungen, die bei der Verfassung dieser Arbeit aufgetreten sind.

Ich möchte mich ganz herzlich bei Frau Dipl. Ing. Irene Mischak bedanken, welche mir bei der statistischen Aufarbeitung der Daten und die grafische Darstellung der Ergebnisse zur Seite gestanden ist.

Ein ganz besonderer Dank gilt nicht zuletzt meinen Eltern und meiner Freundin Andrea Lavric, die mich immer unterstützt haben und immer für mich da waren.

# Zusammenfassung

## Hintergrund

Bei der sagittalen Spaltung des Unterkiefers (BSSO) ist der N. alveolaris inf., der im Unterkieferknochen nach vorne läuft, je nach Lage, sehr gefährdet und sollte nach Möglichkeit geschont werden.

## Fragestellung und Ziel

Im Rahmen dieser Arbeit wurde untersucht, ob man präoperativ, vor der sagittalen Spaltung, anhand eines Orthopantomogramms Rückschlüsse auf die bukkolinguale Lage des N. alveolaris inf. im Unterkieferknochen ziehen kann, um in weiterer Folge das intraoperative Risiko einer Nervenläsion abzuschätzen. Das Ziel ist, bereits vor der Operation ohne weitere Strahlenbelastung durch eine zusätzliche Computertomographie, oder digitale Volumentomographie, die Schwierigkeit der Operation abzuschätzen und letztlich die Komplikationsrate einer Nervenläsion während der sagittalen Spaltung zu reduzieren.

## Patienten/Patientinnen und Methode

Die Orthopantomogramm-Aufnahmen der Patientinnen/der Patienten wurden präoperativ durch den Untersucher subjektiv beurteilt und in 4 Gruppen, je nach vermuteter Lage des N. alveolaris inf., eingeteilt (bukkal eingeschleitet, deutliche Darstellung, geringe Darstellung, keine Darstellung). Danach wurden die Röntgenaufnahmen mit Hilfe der Signalintensität im Softwareprogramm Impax EE® untersucht und objektiv in die genannten Gruppen eingeteilt. Im Anschluss erfolgte die sagittale Spaltung und die Bestimmung der tatsächlichen Lage des Nervus alv. inf. intraoperativ. Schließlich wurden die radiologischen Ergebnisse mit den intraoperativen Befunden verglichen und statistisch ausgewertet.

## Ergebnisse

Die Trefferwahrscheinlichkeit von präoperativer Annahme und definitiver intraoperativer Lage war ca. 44%. Diese konnte durch die Zusammenführung der Gruppen auf klinisch besonders relevante Lagebeziehungen des N. alveolaris inf. auf ca. 54% erhöht werden.

## Conclusio

Ausschließlich mit dem OPTG die bukkolinguale Lage des unteren Alveolarnerven im Kieferwinkelbereich festzustellen, ist zu diesem Zeitpunkt nicht, oder nur bedingt möglich. Es kann zurzeit nur als weiteres Hilfsmittel in Kombination mit zusätzlichen Untersuchungen bei der Abschätzung der Lage dienen.

# Abstract

## Background

The inferior alveolar nerve is running inside the mandible, in the area where the bilateral sagittal split osteotomy (BSSO) is performed. The position of the nerve in the bone has a great influence on how endangered it is during the operation and he should be preserved the most possible way.

## Questions and Answers

It is to be investigated, if it is possible to determine the intraoperative position of the alveolar nerve preoperatively by means of an orthopantomogram and be consequently prepared for difficult nerve tracts in order to assess the intraoperative risk of a nerve lesion. If this hypothesis is confirmed, the surgeon would be prepared for the difficulty of the operation, already before the operation, without further radiation exposure due to an additional computer tomography, or a digital volume tomography. The surgeon could estimate the difficulty of the operation and ultimately reduce the complication rate of a nerve lesion during the sagittal split osteotomy.

## Patients and method

The panoramic images were assessed preoperatively by the examiner. At first a subjective subdivision into 4 groups, using the hypothesis, is carried out (entrapped in the buccal compacta, clear presentation, low presentation and no presentation). Afterwards, the images were analyzed, using the so called "signal intensity", in the software program Impax EE®. The sagittal split osteotomy is carried out by Prof. DDR. Gert Santler and he checks, whether the actual intraoperative position of the alveolar nerve corresponds to the presumed preoperative position. This is documented exactly in the operation log by him. The examiner compares the radiologic and intraoperative results and makes the statistical evaluation.

## Results

The correspondence between preoperative and intraoperative findings was low with a percentage of 44%. This result could be increased with the simplification of the groups to very dangerous nerve runs, to 54%.

## Conclusion

The determination of the buccolingual position of the lower alveolar nerve in the angle of the lower jaw by using only the OPTG, is hardly not possible at all or only to a limited extent. Right now, it is just an additional tool to estimate the location of the nerve.

# Inhaltsverzeichnis

Danksagungen .....	III
Zusammenfassung .....	IV
Abstract.....	V
Inhaltsverzeichnis .....	VI
Abbildungsverzeichnis .....	VIII
1 Einführung .....	1
1.1 Hintergrund und Geschichte .....	1
1.2 Einführung in die klinische Anatomie des Unterkiefers .....	2
1.2.1 Die Mandibula .....	2
1.2.2 Die knöcherne Mandibula .....	3
1.2.3 Gefäßversorgung des Unterkiefers .....	6
1.3 Eugnathie .....	9
1.4 Dysgnathie .....	9
1.4.1 Angle Klassifikation .....	9
1.4.1.1 Dentoalveoläre Dysgnathien .....	9
1.4.1.2 Syndrome .....	10
1.4.2 Skelettale Dysgnathien .....	12
1.5 Die sagittale retromolare Osteotomie .....	12
1.5.1 Zugangsweg.....	14
1.5.2 Operativer Vorgang .....	14
1.5.3 Zusammenführen und Fixierung der zwei Fragmente.....	16
1.5.4 Abschluss der Operation und Wundversorgung.....	16
1.6 Radiologische Untersuchungsmethoden.....	17
1.6.1 Das Orthopantomogramm (OPG, OPT, OPTG, PSA) .....	17
1.6.2 Indikationen .....	17
1.6.3 Das Prinzip des Orthopantomogramms.....	17
1.6.4 Radiologisches Gerät im Klinikum Klagenfurt am Wörthersee.....	18
1.6.5 Summations- und Tangentialeffekt .....	19
1.6.6 Positionierung und Mitarbeit des Patienten/der Patientin .....	20
1.7 Impax EE® und Signalintensität .....	21
2 Zielsetzung .....	23

3	Material und Methoden .....	24
3.1	Studiendesign .....	24
3.2	Gruppeneinteilung .....	25
3.3	Datenaufbereitung .....	28
3.3.1	Statistische Auswertung .....	28
4	Ergebnisse.....	29
4.1	Deskriptive Statistik der Signalintensität .....	29
4.1.1	Zusammenhang zwischen Unterschied der Signalintensität/rel. Dichteunterschied und subjektiver Beurteilung .....	31
4.1.2	Zusammenhang zwischen Unterschied der Signalintensität/rel. Dichteunterschied und intraoperativer Beurteilung .....	33
4.1.3	Übereinstimmung zwischen subjektiven und intraoperativen Beurteilungen	35
4.1.3.1	Häufigkeiten .....	35
4.1.4	Darstellung des rel. Dichteunterschiedes mit Hilfe der Streuung (Kontrast)	37
5	Diskussion .....	39
5.1	Kritische Überlegungen.....	43
6	Conclusio .....	45
7	Literaturverzeichnis .....	46

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Mandibula von medial (rechte Hälfte) .....	4
Abbildung 2: Mandibula von lateral oben.....	4
Abbildung 3: Mandibula von unten.....	5
Abbildung 4: Ganglion Oticum .....	6
Abbildung 5: N. alveolaris inferior .....	7
Abbildung 6: Verlauf des N. alveolaris inf.....	8
Abbildung 7: Angle Klasse I .....	10
Abbildung 8: Angle Klasse II/1 .....	11
Abbildung 9: Angle Klasse II/2.....	11
Abbildung 10: Angle Klasse III (Progenie).....	11
Abbildung 11: Sagittale Spaltung nach Obwegeser .....	13
Abbildung 12: Sagittale Osteotomie, modifiziert nach Hunsuck- Epker .....	13
Abbildung 13: dreidimensionale Darstellung der Schnittführung.....	15
Abbildung 14: Spaltung der zwei Fragmente mit dem Meisel.....	15
Abbildung 15: Prinzip des OPTG.....	18
Abbildung 16: Ellipsoide Bahn nach Paatero.....	18
Abbildung 17: ORTHOPHOS XG PLUS DS / CEPH.....	19
Abbildung 18: Frontzähne vor und hinter der Schicht .....	20
Abbildung 19: Positionierung der Patientin/des Patienten mit Hilfe der Aufbisslehre.....	20
Abbildung 20: Fehler bei der Positionierung des Patienten/der Patientin.....	21
Abbildung 21: Softwareprogramm Impax EE® und rot markiert die Signalintensität (SI) 22	
Abbildung 22: Signalintensität (SI).....	22
Abbildung 23: Panoramabild mit großem Dichteunterschied zwischen Alveolarkanal und umliegenden Knochen .....	26
Abbildung 24: Großer Dichteunterschied zwischen Alveolarkanal und umliegenden Knochen und dichter Saum um den Alveolarkanal.....	26

Abbildung 25: Geringer, bis kein Dichteunterschied zwischen Alveolarkanal und umliegenden Knochenanteilen .....	27
Abbildung 26: Geringer, bis kein Dichteunterschied zwischen Alveolarkanal und umliegenden Knochen, sowie dichter Saum um den Alveolarkanal .....	27
Abbildung 27: Boxplots der Signalintensität/rel. Dichteunterschiede an den 5 Positionen	29
Abbildung 28: Boxplots der Signalintensität/rel. Dichteunterschiede zwischen den einzelnen Positionen .....	30
Abbildung 29: Unterschiede der Signalintensität/rel. Dichteunterschied zwischen den verschiedenen Positionen bei subjektiver Beurteilung .....	32
Abbildung 30: Unterschiede der Signalintensität/rel. Dichteunterschiede zwischen den einzelnen Positionen bei intraoperativer Beurteilung.....	34
Abbildung 31: Häufigkeiten der subjektiven und intraoperativen Beurteilungen grafisch dargestellt .....	36
Abbildung 32: Boxplots der Streuung bei subjektiver Beurteilung .....	37
Abbildung 33: Boxplots der Streuung bei intraoperativer Beurteilung.....	38

## Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Mittelwerte der Signalintensität/rel. Dichteunterschiede an den fünf Positionen .....	29
Tabelle 2: Unterschiede der Signalintensität/rel. Dichteunterschiede zwischen den einzelnen Positionen .....	30
Tabelle 3: Unterschiede der Signalintensität/rel. Dichteunterschied zwischen den einzelnen Positionen bei subjektiver Beurteilung.....	31
Tabelle 4: Unterschiede der Signalintensität/rel. Dichteunterschied zwischen den verschiedenen Positionen bei intraoperativer Beurteilung mit Hilfe von Mittelwerten .....	33
Tabelle 5: Häufigkeiten der subjektiven und intraoperativen Beurteilungen.....	35
Tabelle 6: Übereinstimmung von intraoperativer Beurteilung und subjektiver Annahme .	36
Tabelle 7: Mittelwerte der rel. Dichteunterschiede und Streuung bei subjektiver Beurteilung .....	37
Tabelle 8: Mittelwerte der rel. Dichteunterschiede und Streuung bei intraoperativer Beurteilung .....	38

# Glossar und Abkürzungen

BSSO	Bilateral Sagittal Split Osteotomie
Bsp.	Beispiel
bzw.	beziehungsweise
CT	Computertomographie
DVT	Digitale Volumetomographie
IAN	Intra Alveolar Nerve
lat.	lateral
MMF	mandibulomaxilläre Fixation
Mm.	Musculi
mot.	motorisch
n. alv inf.	Nervus alveolaris inferior
NSD	Neurosensorisches Defizit
OP	Operation
OPT/OPG/OPTG	Orthopantomogramm
PMB	Prämolarenbreite
Proc.	Prozessus
PSA	Panoramaschichtaufnahme
rel.	relative(r,n)
Rr.	Rami
SI	Signalintensität

# 1 Einführung

## 1.1 HINTERGRUND UND GESCHICHTE

An der Mund-, Kiefer und plastischen Gesichtschirurgie Klinikum Klagenfurt am Wörthersee, unter der Leitung von Prim. Univ. Prof. DDr. Gert Santler, werden jährlich ca. 200 Unterkieferosteotomien zur Korrektur von Dysgnathien durchgeführt. Bei der Unterkieferosteotomie wird der Unterkiefer im Kieferwinkelbereich beidseits sagittal in 2 Schichten gespalten und danach der zahntragende Teil über einen Splint in die therapeutische Okklusion gebracht, in der mindestens drei Kontakte (Einer in der Front und je Einer links und rechts im Seitenzahnbereich) vorhanden sind. Mit Hilfe von je drei Stellschrauben pro Seite erfolgt die Osteosynthese. Im Kieferwinkelbereich läuft der Nervus alveolaris inferior im Unterkieferknochen nach vorne und muss bei dieser Operation, zur Vermeidung von postoperativen Sensibilitätsstörungen, unbedingt geschont werden. Dies gestaltet sich in Abhängigkeit von der Lage des Nervens teilweise als sehr schwierig. Die exakte Lage lässt sich anhand des Panoramaröntgens (OPTG) nur in vertikaler Richtung abschätzen. Besonders die horizontale Position des Nervens im Knochen hat jedoch einen großen Einfluss darauf, wie gefährdet er während der Operation ist. Diese Studie analysiert, ob es anhand des Panoramaröntgens möglich ist, die räumliche Lage des N. alveolaris inf. abzuschätzen, um die Operateurin/den Operateur auf eine gegebenenfalls erhöhte Schwierigkeit der Operation einzustellen. Es stellt sich somit die Frage, ob man bei der Beurteilung des Röntgenbildes mit einer Einscheidung des Nervens in der bukkalen Compacta rechnen kann, ob der Nerv weit bukkal liegt und intraoperativ deutlich sichtbar ist, zentral in der Mandibula verläuft und intraoperativ wenig sichtbar ist, oder soweit lingual geschützt von einer Knochenhülle liegt, sodass er gar nicht zur Darstellung kommt. Vermutet wird ein Zusammenhang zwischen den Dichteunterschieden im digitalen Orthopantomogramm zwischen Kanal des N. alveolaris inf. bzw. umliegenden Knochen und der intraoperativen bukkolingualen Lage des Nervens [1, 2, 3, 4].

Wie gefährdet der N. alveolaris inf. ist, merkten schon Chirurgen/Chirurginnen bei den Anfängen der orthognathen Chirurgie. Bei Versuchen den Unterkiefer bei prognathen Patientinnen/Patienten zu spalten, wie bei Vilray Papin Blair in Zusammenarbeit mit W. Whipple und Edward Hartles Angle 1897, als die erste horizontale Unterkiefer Spaltung

durchgeführt wurde, wurde keine Rücksicht auf den Unterkiefernerve genommen. Somit gab es makroskopische Schäden am Nerven mit permanenten Sensibilitätsstörungen. Die Operationstechniken haben sich in den darauffolgenden Jahren immens verbessert [1].

In der Studie von Roychoudhury et al. zeigte sich, dass ein neurosensorisches Defizit (NSD) eine häufige Komplikation in der postoperativen Phase bei BSSO ist, sich der Nerv jedoch meist wieder erholt. Nach einem Jahr zeigten nur 6,7% der Patienten/der Patientinnen ein anhaltendes NSD [2].

Laut einer Studie von Degala S et al. gibt es einen Zusammenhang zwischen intraoperativen Nervenbegegnungen und neurosensorischen Störungen von Unterlippe und Kinn. Die Operation möglichst ohne Nervenirritationen, oder Läsionen abzuschließen, ist wesentlich davon abhängig, ob es sich um eine Vor-oder Rücklagerung des Unterkiefers handelt, und wie die chirurgischen Fertigkeiten der Operateurin/des Operateurs sind [3].

In speziellen Fällen könnte die Piezo-Ultraschalltechnik eingesetzt werden, da hier nur knöcherne Strukturen osteotomiert und Weichteilstrukturen geschont werden [4].

Brockmeyer et al. haben herausgefunden, dass die Piezotechnik zu verminderten somatosensorischen Störungen führte und dass die Erholung bei somatosensorischen Störungen schneller war [5].

Um Zusammenhänge besser verstehen zu können, soll ein Überblick über die Anatomie der Mandibula, die Nervenversorgung derselben, Dysgnathien, die Operationstechniken und das Orthopantomogramm gegeben werden.

## **1.2 EINFÜHRUNG IN DIE KLINISCHE ANATOMIE DES UNTERKIEFERS**

Der für diese Studie relevante Knochen im Gesichtsschädelbereich ist der Unterkiefer (Mandibula), mit dem Gefäß-Nerven-Bündel, das in diesem Knochen nach vorne läuft [6, 7]

### **1.2.1 Die Mandibula**

Die Mandibula gehört zum Gesichtsschädel (Viscerocranium) und besteht aus zwei Hälften, welche vor dem ersten Lebensjahr noch bindegewebig (Symphysis mentalis) verbunden sind und erst danach miteinander verknöchern. Die Mandibula, mit ihrer Pars

alveolaris, dient der Aufnahme von den Zähnen und ist mit dem Schädel in der Artikulatio temporo-mandibularis beweglich verbunden [6, 7, 8].

### **1.2.2 Die knöchernen Mandibula**

Die Mandibula besteht aus dem unpaaren Corpus mandibulae und den paarigen Rami mandibulae. Der Corpus mandibulae geht auf beiden Seiten im Kieferwinkel (Angulus mandibulae) in den aufsteigenden Unterkieferast, Ramus mandibulae, über [6, 7, 8].

Der Corpus besteht aus der Basis mandibulae und der Pars alveolaris, die der Verankerung der Zahnwurzeln (Alveoli dentales) dient. Hier sind die Zähne durch die Sharpey'schen Fasern im Knochen verankert. Die einzelnen Zahnfächer sind durch Septa interalveolaria getrennt. Bei mehrwurzeligen Zähnen befinden sich die Septa interradiaria zusätzlich zwischen den Wurzeln. Nach vorne imponieren die Wurzeln als Vorwölbung im Knochen (Juga alveolaria). Diese sind bei der Osteotomie gut zu sehen und dienen als Hilfe, die Apices der Zähne zu erahnen und nicht zu verletzen [6, 7, 8].

An der Basis kann man vorne einen Kinnvorsprung erkennen (Protuberantia mentalis). Seitlich davon imponieren die Tubercula mentalia als kleine Knochenvorsprünge. Weiters zeigt sich in Höhe der Prämolarenregion beidseits eine Öffnung für den Durchtritt des Nervus mentalis und begleitender Gefäße (Foramen mentale). Dieser versorgt die Lippe und den Kinnbereich mit sensiblen Fasern. Diese Struktur ist wichtig bei chirurgischen Eingriffen, da diese nicht verletzt werden darf [6, 7, 8].

Yu SK et al. fanden in einer Studie heraus, dass das inferiore, alveoläre, neurovaskuläre Bündel wichtig bei Implantationen und anderen Operationen in der Zahnheilkunde ist, da über den Kanal des Nervens Blut zum Unterkiefer befördert wird [9].

Zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang auch die Studie von Mardinger O et al., wo herausgefunden wurde, dass zu 28% eine anteriore Schleife vorliegt, die insbesondere bei Implantationen beachtet werden muss [10].

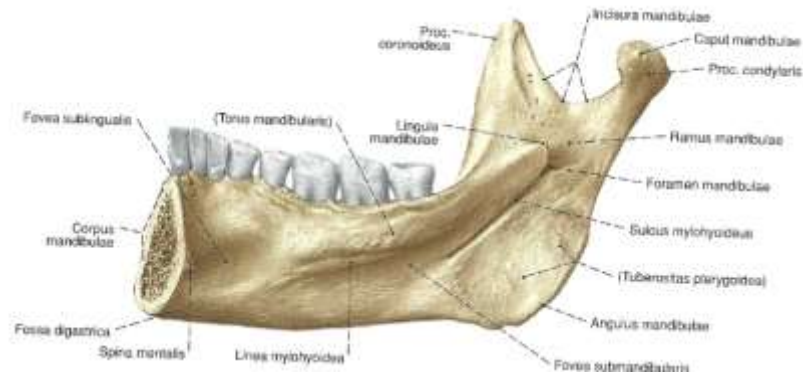


Abbildung 1: Mandibula von medial (rechte Hälfte) [8]

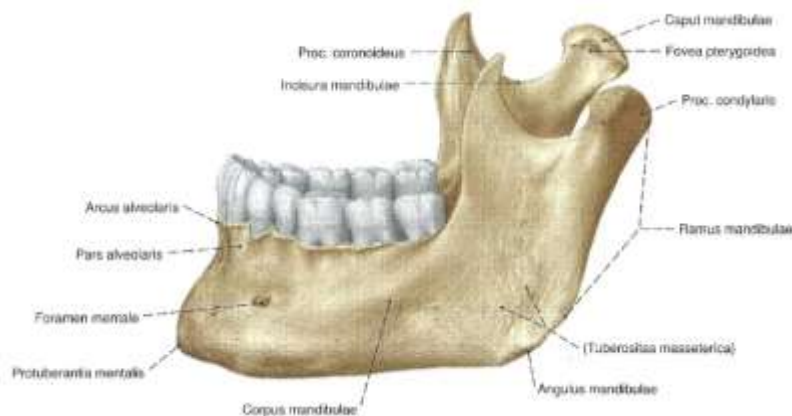


Abbildung 2: Mandibula von lateral oben [8]

An der Innenseite des Corpus findet man die, durch die Spina mentalis getrennt, paarig angelegten Fossae digastricae, die den Mm. digastricae als Ansatz dienen. Von hinten oben nach vorne unten läuft beidseits die Linea mylohyoidea, wo der Musculus mylohyoideus entspringt [6, 7, 8].

An der Innenseite, vorne ober der Linea mylohyoidea, findet man die Fovea sublingualis, wo sich die Glandula sublingualis einlagert. Im hinteren Drittel des Corpus befindet sich die Fovea submandibularis für die gleichnamige Drüse [6, 7, 8].

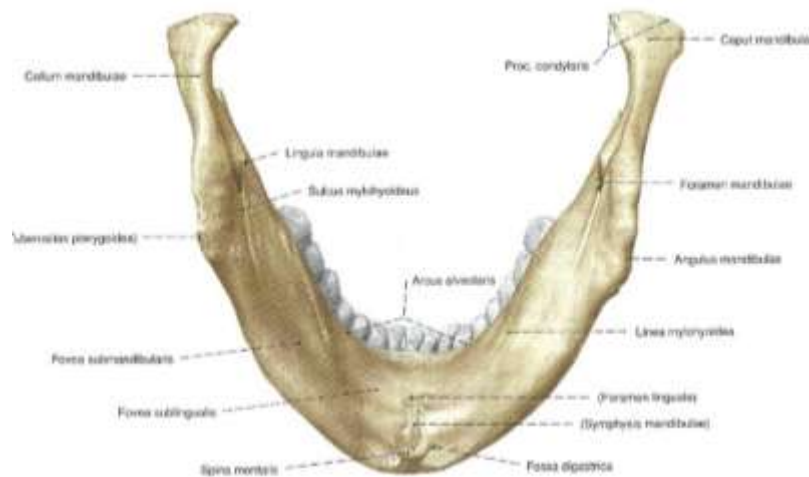


Abbildung 3: Mandibula von unten [8]

Der Corpus geht im Kieferwinkel (Angulus mandibulae) in den Ramus mandibulae über. Der Winkel zwischen Unterrand der Mandibula und dem Hinterrand des Ramus beträgt 90 bis 140°. Bei Neugeborenen beträgt Dieser 150° und es ist wahrscheinlich, dass die Kaumuskelentwicklung wesentlichen Einfluss auf den Winkel im Erwachsenenalter hat [7].

Von den Rami zweigen die Processus coronoidei und die Processus condylares nach oben hin ab. Die Letztgenannten bestehen aus dem Collum und dem Caput mandibulae, welche beweglich mit dem Os temporale in der Articulatio temporo-mandibularis verbunden sind. Der spitz auslaufende Processus coronoideus dient als Ansatz für den M. temporalis. An der Vorderseite des Proc. condylaris findet sich die Fovea pterygoidea für den Ansatz des M. pterygoideus lateralis. Am Außen- und Innenrand des Unterkieferastes befinden sich die Tuberositas masseterica und die Tuberositas pterygoidea, die als Ansatz für die gleichnamigen Muskeln dienen und eine Schleife um den Unterkieferast bilden. Diese Beiden gehören zu den Schließmuskeln des Unterkiefers. Der Vorderrand des Muskels läuft nach unten vorne entlang der Linea obliqua aus, die als Verstärkung für den schmalen knöchernen Bereich dient [6, 7, 8].

An der Innenseite des Unterkieferastes tritt der Unterkiefernerve, die Arterie und die Vene in den Unterkieferknochen ein (Foramen mandibulae). Dieses befindet sich auf der Höhe der hinteren Mahlzähne und ist durch die Lingula etwas versteckt. An der Lingula inseriert das Ligamentum sphenomandibulare [7].

### 1.2.3 Gefäßversorgung des Unterkiefers

Der Nervus trigeminus (V) hat eine Radix sensoria und eine Radix motoria. Im Cavum semilunare bildet er das Ganglion semilunare. Dieses Ganglion hat drei Äste [6, 7, 8, 11].

Der *Nervus ophthalmicus (V/1)* läuft in die Augenhöhle und innerviert die Schleimhaut der Siebbeinzellen, lat. Nasenwand, Nasenseptum, Haut des Nasenrückens, Haut des Oberlides und Haut der Stirn. Ebenso versorgt er sensibel die Tränendrüse. Über einen R. communicans erhält der N. ophthalmicus vegetative Fasern vom N. zygomaticus, welche für die effektorische Innervation der Tränendrüse wichtig sind [6, 7, 8, 11].

Der *Nervus maxillaris (V/2)* gelangt durch das Foramen rotundum in die Fossa pterygopalatina. Er gibt Äste an die lat. Nasenwand, das Nasenseptum, den Gaumen, an die Schleimhaut der Siebbeinzellen ab und sein Endast (N. infraorbitalis) zieht durch die Fissura orbitalis inf. und Foramen infraorbitale an die Vorderseite des Gesichtes [6, 7, 8, 11].

Es kommt in weiterer Folge zur Entlassung von feinen Fasern zu den Oberkieferzähnen, die sich zu einem Plexus dentalis superior zusammenschließen. Anschließend zerfällt er in seine Hautäste für das Unterlied, die Seitenfläche der Nase und des Nasenlochs, die Haut und Schleimhaut der Oberlippe, sowie Haut der Schläfe [6, 7, 8, 11].

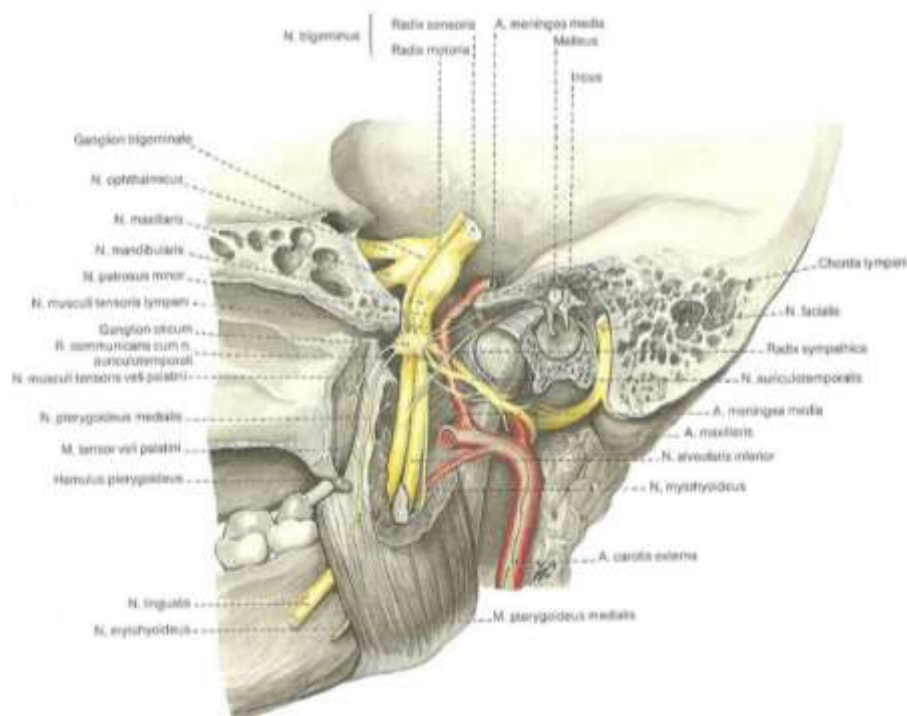


Abbildung 4: Ganglion Oticum [11]

Der **Nervus mandibularis (V/3)** hat sowohl sensible als auch motorische Qualitäten. Dieser Nerv tritt vom Gehirn kommend durch das Foramen ovale. Seine Aufgabe besteht darin, mot. Fasern für die Kaumuskeln und teilweise die Mundbodenmuskeln zu entlassen. Weiters hat er die sensible Versorgung der Mundhöhle, bis auf den Gaumen und den hinteren Teil der Zunge, die durch den N. maxillaris bzw. den N. glossopharyngeus Fasern erhalten, über. Zusätzlich entlässt er sensible Nervenfasern für Zähne, Zahnfleisch und Haut im Bereich des Unterkiefer. Als erster Ast verlässt der Ramus meningeus den Nerven in Richtung Dura mater. Der N. mandibularis teilt sich dann in einen vorderen Ast, der motorisch den M. masseter, den M. temporalis, die beiden Mm. pterygoidei, den M. tensor veli palatini und den M. tensor tympani und sensibel als N. buccinator die Wangenschleimhaut, das bukkale Zahnfleisch und Haut der Wange, versorgt. Der sensible hintere Ast gibt als lateralen Zweig den N. auriculotemporalis, der nach hinten oben zur Haut der Schläfengegend zieht, ab [6, 7, 8, 11].

Der N. lingualis, als medialer Zweig, gelangt zwischen den Mm. Pterygoidei an die Innenfläche des Ramus mandibulae, bekommt Fasern von der Chorda tympani (Geschmacksfasern) und vom Ganglion submandibulare, die parasymphatisch die Glandula submandibularis und sublingualis versorgen. Danach taucht der N. lingualis in die seitliche Zunge ein [6, 7, 8, 11].

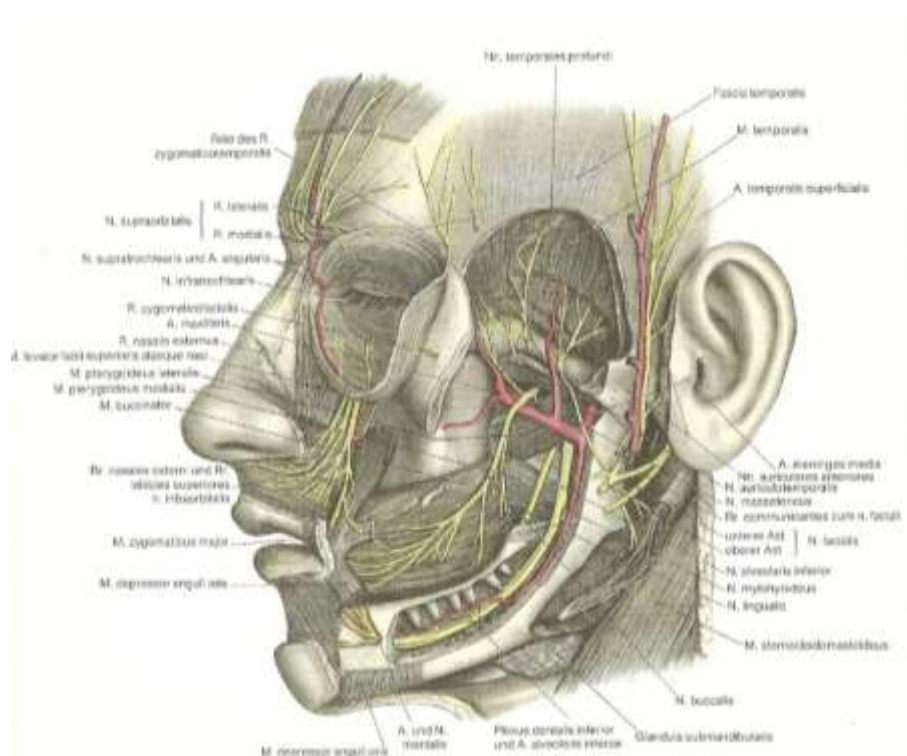


Abbildung 5: N. alveolaris inferior [11]

Der mittlere Zweig, der **N. alveolaris inf.**, ist der für diese Studie relevante Nerv. Er läuft hinter dem N. lingualis und tritt nachdem er den N. mylohyoideus für den M. mylohyoideus abgegeben hat, am Foramen mandibulae in den Canalis mandibulae ein. Geschützt wird er nach oben hin von einem Knochenvorsprung, der Lingula genannt wird. Hier wird er von der gleichgenannten A. und V. begleitet. Er bildet den Plexus dentalis inf., der die Unterkieferzähne sensibel versorgt. Vom Plexus gelangen noch Rr. gingivales inf. zur Gingiva [6, 7, 8, 11].

Schließlich verlässt der Nerv, als N. mentalis durch das Foramen mentale den Unterkieferknochen zwischen ersten und zweiten Prämolaren und spreizt sich in seine Endäste auf. Diese liefern die Qualität der Sensibilität der Haut im Kinnbereich (Rr. Mentales) und Haut und Schleimhaut der Unterlippe [6, 7, 12, 13].

In der Studie von Kqiku L et al. wurde festgestellt, dass der Nerv zwei größere Nerven umfasst, die getrennt in perineuralen Hüllen gewickelt und spiralförmig umeinander verdreht sind [13].

Bei einer dreidimensionalen Rekonstruktion von mehreren Unterkiefern zeigte sich, dass zu 80% die Arterie über dem Nerven liegt, wobei die Arterie lingual der Vene entlang verläuft. In 20% liegt die Arterie bukkal zum Nerven [14].

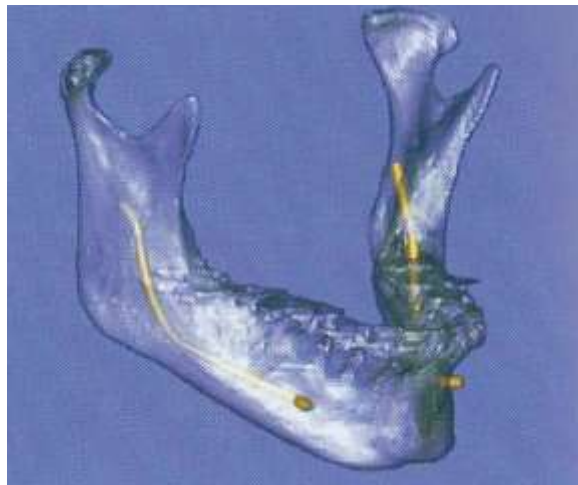


Abbildung 6: Verlauf des N. alveolaris inf. [1]

Es wird in den darauffolgenden Kapiteln genauer auf Fehlstellungen (Dysgnathien), die dentoalveolärer als auch skelettaler Natur sein können, eingegangen. Dabei ist zu erwähnen, dass skelettale Dysgnathien meist zusammen mit dentoalveolären Dysgnathien auftreten, da der Organismus versucht die falsche Bisslage auszugleichen [1].

### **1.3 EUGNATHIE**

Unter Eugnathie versteht man eine Regelverzahnung oder Normalverzahnung.

Diese ist gekennzeichnet durch sechs Punkte [15]:

1. Oberer Zahnbogen hat die Form einer halben Ellipse.  
Unterer Zahnbogen hat die Form einer Parabel.
2. Die unteren Seitenzähne liegen bei Okklusion mesial von den gleichen Oberen.
3. Der mesiobukkale Höcker des oberen ersten Molaren liegt über der Fossa zwischen dem mesiobukkalen und distobukkalen Höckers des unteren ersten Molaren.
4. Overbite und Overjet sind zwei mm.
5. Physiologische Wilson'sche und Spee'sche Kurve.
6. Harmonisches Weichteilgleichgewicht.

### **1.4 DYSGNATHIE**

Dysgnathie ist eine Zusammenfassung von Anomalien und bedeutet konkret eine fehlerhafte Bissituation. Die Ursachen sind vielfältig und reichen von Angeborenen zu Erworbenen. Einteilen kann man sie auch in Skelettale und Dentoalveoläre. Skelettale Dysgnathien kommen meist zusammen mit Dentalen vor. Hier versucht der Körper durch Umstellung der Zahnstellung die skelettale Anomalie zu kompensieren. Dysgnathien können durch bedingte Okklusionsstörungen Schäden am Parodontium der Zähne mit Zahnverlust und Kiefergelenksbeschwerden verursachen. Auch die Kau- und Sprechfunktion kann dadurch negativ beeinflusst werden.

Bei ausgeprägten Fällen leidet ebenfalls die Psyche des Patienten/der Patientin aufgrund des ästhetischen Defizits [1, 15].

#### **1.4.1 Angle Klassifikation**

##### **1.4.1.1 Dentoalveoläre Dysgnathien**

- a) Klasse I Verzahnung = Neutralokklusion

Wenn man den Seitzahnbereich von der Seite betrachtet, steht der mesiobukkale Höcker des oberen ersten Molaren in der Fossa des unteren ersten Molaren. Somit liegt der untere Sechser eine PMB vor dem oberen Sechser [15].

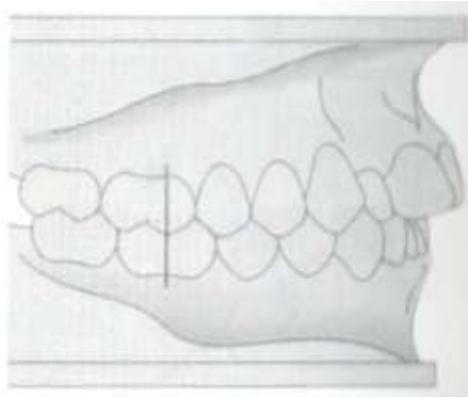


Abbildung 7: Angle Klasse I [1]

b) Klasse II Verzahnung = Distalokklusion

Der untere Sechser ist in Bezug auf den oberen Sechser nach distal verschoben [1, 15]

c) Klasse III Verzahnung = Mesialokklusion

Der untere Sechser ist in Bezug auf den oberen Sechser nach mesial verschoben [1, 15].

#### 1.4.1.2 Syndrome

1. Angle Klasse I Syndrom: Fehlstellungen, die eine Klasse I Bissituation im Seitenzahnbereich haben. (z.b.: Engstand, lutschoffener Biss, rotierte Zähne, Tiefbiss, Kreuzbiss und Scherenbiss) [1, 15].
  
2. Angle Klasse II Syndrom: Fehlstellungen, die im Seitenzahnbereich eine Klasse II haben.
  - Die Merkmale eines Distalbisses Klasse IIa sind: Distalokklusion, Protrusion der oberen Front, vergrößerte sagittale Stufe, tiefer Biss, verstärkte Spee'sche Kurve, schlaffe circumorale Muskulatur, eingezogene Mentolabialfalte, meist Unterkieferrücklage, V-Form des Oberkiefers [1, 15].

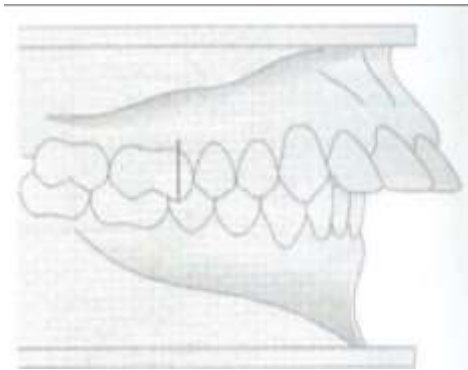


Abbildung 8: Angle Klasse II/1 [1]

Die Merkmale eines Deckbisses Klasse IIb sind: Distalokklusion, steilstehende obere Front, die Zweier überlappen die Einser von vorne, normaler Overjet, tiefer Biss verstärkter Spee, straffe circumorale Muskulatur, schachtelförmiger OK, meist verstärkte Kondylenbahnneigung, vergrößerter SNA Winkel, vergrößerte ANB Differenz [1, 15].

3. Angle Klasse III Syndrom oder Progenie genannt: Hier steht der untere 1 Molar zu weit mesial. Die Merkmale dieses Syndrom sind die folgenden: Mesialokklusion, verkehrter Overjet, prominentes Kinn, verstrichene Mentolabialfalte, meist Kreuzbiss im Seitenzahnbereich, protrudierte obere und retrudierte untere Front [1, 15].

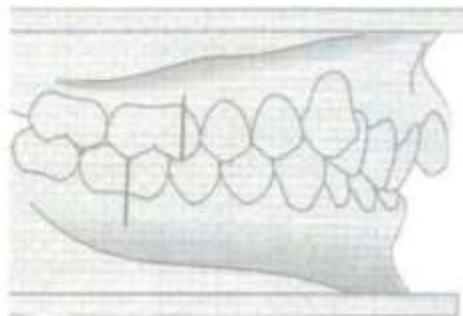


Abbildung 9: Angle Klasse II/2 [1]

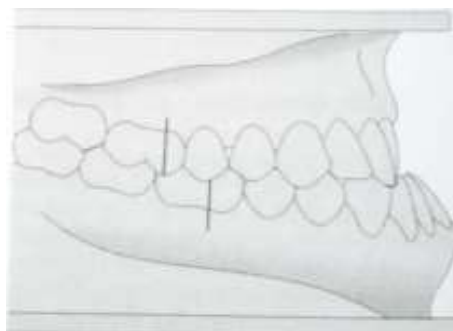


Abbildung 10: Angle Klasse III (Progenie) [1]

### 1.4.2 Skelettale Dysgnathien

Bei skelettalen Dysgnathien liegt ein Missverhältnis von Ober- und Unterkiefer zueinander, als auch zur Schädelbasis, hinsichtlich Größe und Lage vor.

Um eine Einteilung zu machen, wird der ANB, SNA und SNB Winkel benötigt. Es wird hier jedoch nicht genauer auf diese Winkel eingegangen, da es nicht Thema dieser Diplomarbeit ist und den Rahmen sprengen würde [1].

Man kann hier zwischen Dysgnathien in 3 Raumebenen unterscheiden.

(1) In der Sagittalebene [1]

- Horizontal (Ober-oder Unterkiefer ist in Bezug auf die Schädelbasis nach ventral oder nach dorsal von der Norm verlagert) Bsp.: maxilläre Retro-/Prognathie, mandibuläre Retro-/Prognathie.
- Vertikal (Ober-und Unterkiefer sind pathologisch weit auseinander) Bsp.: offener oder tiefer Biss.

(2) In der Frontalebene [1]

- Horizontal (Abweichung eines Kiefers von der Mitte in der Horizontalen) Bsp.: mandibuläre oder maxilläre Laterognathie.
- Vertikal (Unterschiedliches Wachstums einer Kieferseite) Bsp.: kondyläre Hypoplasie.

(3) In der Transversalebene [1]

- Bsp.: Unterer Zahnbogen ist breiter als der Obere, obwohl normal der Obere breiter ist. Es liegt somit eine Kreuzbissituation vor.

## 1.5 DIE SAGITTALE RETROMOLARE OSTEOTOMIE

Die Operationsmethode nach Obwegeser und Dal Pont ist die zurzeit am meisten verwendete Methode, zur Korrektur von skelettalen Unterkiefer-Dysgnathien. [4, 16].

Hier wird im Gegensatz zu der Methode nach Ernst nicht der Ramus ascendens, sondern der horizontale Unterkiefer osteotomiert. Es entstehen hierbei zwei dorsale Teile, die die Gelenke und ein anteriorer Teil, der die Zähne beinhaltet. Vorteil dieser Methode sind die doppelte Anlagerungsfläche und die Möglichkeit den losgelösten Unterkieferteil in allen Raumrichtungen bewegen zu können. Dies hat enormen positiven Einfluss auf die

Stabilität und die Rezidivrate. Als Nachteil zeigt sich jedoch manchmal, dass der Unterkiefer an einer ungewollten Stelle bricht (= Bad Split) [4, 16].

Wang T et al. fanden heraus, dass Patienten/Patientinnen mit kürzeren Rami und geringere Dicke der bukkolingualen Alveolarregion hinter dem zweiten Molaren ein höheres Risiko für einen „Bad Split“ haben [17].

Dieser Nachteil wird durch die Operationsmethode nach Hunsuck und Epker minimiert, da hier die linguale Kompakta nur bis zum Foramen mandibulae osteotomiert wird. Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass die Pterygoid-Masseterschlinge nicht vom Knochen gelöst werden muss. Somit bleibt die gesamte Kaumuskulatur am proximalen Fragment. Besonders für die Vorverlagerung des Unterkiefers ist diese Operationsmethode von Vorteil und für den Patienten/die Patientin ist diese Operationsmethode deutlich schonender [4, 16].

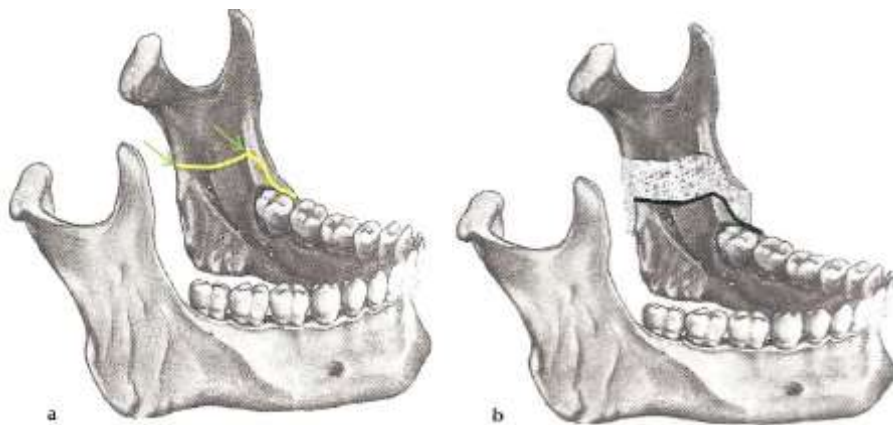


Abbildung 11: Sagittale Spaltung nach Obwegeser [1]

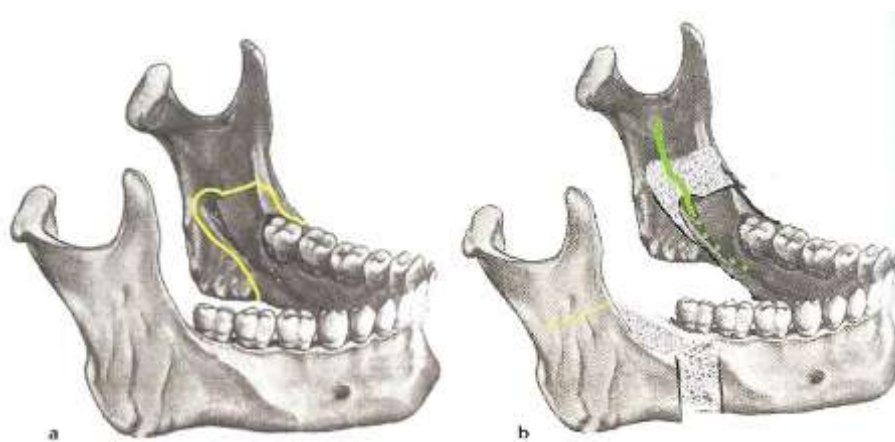


Abbildung 12: Sagittale Osteotomie, modifiziert nach Hunsuck- Epker [1]

### **1.5.1 Zugangsweg**

Mit einem Mundsperrer wird eine gute Übersicht geschaffen. Der Schleimhautschnitt erfolgt mit dem Skalpell in halber Höhe des Ramus ascendens auf der äußeren Seite und wird über die Linea obliqua bis zum ersten Molaren geführt. Danach wird mit einem Rasparatorium subperiostal das Weichgebe nach distal bis zum Hinterrand des Ramus ascendens, nach oben bis zur Inzisura mandibulae mit Freilegen der vorderen Knochenkante und am inneren Kieferwinkel in der Regio retromolaris abgelöst. Die lingualen Weichteile, die das Gefäß-Nervenbündel enthalten, werden mit gebogenen Rasparatorien immer unter strengem Knochenkontakt etwas unterhalb der Inzisur abgelöst. Wichtig ist es, dass diese Tunnelierung nach distal parallel zur unteren Zahnreihe erfolgt. Vor der Osteotomie ist es möglich, mit T-förmigen Positionsplatten aus Titan, selbstschneidenden Minischrauben und Teflonblöcken die Lage zu definieren, bei der es zu einer zentralen Kondylenposition kommt. Sehr erfahrene Operateurinnen/Operateure können das Kieferköpfchen auch per Hand in die zentrale Relation führen [4, 16].

### **1.5.2 Operativer Vorgang**

Ein subperiostal eingesetzter Ramushaken drückt die Weichteile vom Knochen weg und verbessert neben dem Schutz der Weichteile auch die Übersicht. Die eingesetzte innere Progeniererinne verlagert die Weichteile, die das Gefäß-Nervenbündel enthalten, weiter nach lingual und schützt sie somit vor Schäden [4, 16].

Eine große Lindemannfräße, alternativ kann eine oszillierende Säge verwendet werden, um eine Führungsrille zu erzeugen, von der aus die Osteotomie bis zum Hinterrand des Ramus ascendens geführt wird. Die vertikale Ausrichtung dieser Rinne liegt in der Mitte zwischen der Distanz Incisura mandibulae und Foramen mandibulae. Die Osteotomie muss parallel zur unteren Zahnebene erfolgen. Es wäre vor der Osteotomie möglich, den N. alveolaris inf. mit einem stumpfen Nervenbogen beim Eintritt in den Canalis unterhalb der Lingula aufzusuchen, um diesen danach auch sicher zu schonen. Bukkal wird anschließend eine äußere Progeniererinne eingesetzt, die bei der horizontalen Osteotomie in Höhe des ersten und zweiten unteren Molaren, die Funktion des Schutzes der Weichteile hat. Die Osteotomie muss bis zum unteren Mandibularrand reichen [1, 4, 16].

Zur Spaltung des Unterkiefers bestehen mehrere Möglichkeiten. Die erste Möglichkeit ist mit einem feinen, flexiblen Meisel, der in mediolateraler Richtung entlang der Kontur der

äußeren Kompakta eingeführt und fortgeführt wird und das Gefäß- Nervenbündel in der Tiefe schonen soll. Dieses liegt im Canalis mandibularis in der Spongiosa.



Abbildung 13: dreidimensionale Darstellung der Schnittführung.  
In der Tiefe liegt der Nerv und wird geschont[1]

Die zweite Möglichkeit ist mit einem Spreng- und zwei Dehnmeiseln, die in der sagittalen Spalte eingesetzt den Frakturspalt erweitern und den Knochen ermüden sollen. Vorteil ist eine Schonung des Nervens durch schrittweise Freilegung desselben. Nachteil hier ist jedoch die häufigere Möglichkeit eines “Bad Splits“. Beide Möglichkeiten sollen unter Gegenhalten von äußerer und innerer Progeniererinne erfolgen [1, 4, 16].

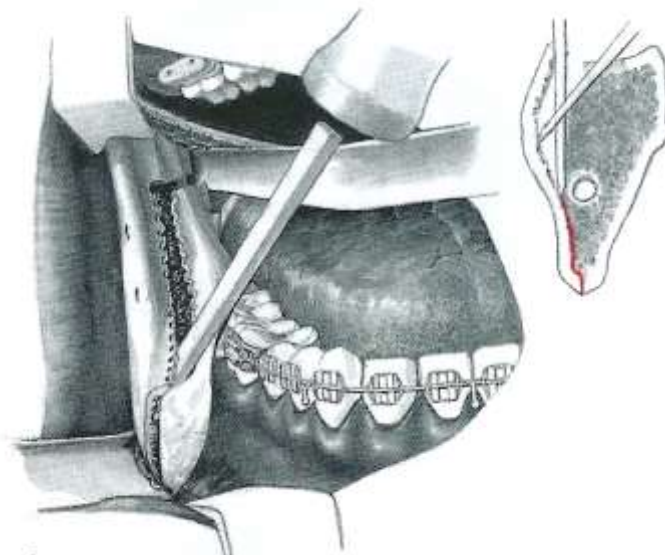


Abbildung 14: Spaltung der zwei Fragmente mit dem Meisel. Das kleine Bild zeigt, wie der Meisel entlang der bukkalen Kortikalis am Nerven vorbei nach kaudal geführt wird. [4]

Sollte sich beim Spalten ein Widerstand bemerkbar machen, sollten die Schnitte noch mal nachgesägt werden, da es bei Anwendung von Gewalt sonst zu einem Bruch an nicht gewollter Stelle kommen kann (Bad Split) [18].

### **1.5.3 Zusammenführen und Fixierung der zwei Fragmente**

Bei Distalverlagerung der beweglichen Lamelle ist es nötig, den bukkalen Knochen unter Weichteilschutz zu kürzen. Bei Vorverlagerung und dabei entstandenen Spalten zwischen den zwei bukkalen Lamellen von mehr als 5 mm, muss der Defekt mit Eigenspongiosa aufgefüllt werden. Bei Bedarf müssen nach Einsetzen des zweiten Bitesplints und MMF wieder die Positionsplatten angebracht werden. Es wird mit dem Skalpell zwei Querfinger unterhalb des Unterkieferastes eine Hautinzision durchgeführt. Diese Position wird aufgrund des Verlaufs des Ramus marginalis des N. facialis am Unterkieferrand gewählt, um einen gewissen Sicherheitsabstand zu Diesem zu erreichen. Mit einem Trokar wird ein Zugang bis zum Unterkiefer geschaffen. Über den eingesetzten Wangenretraktor werden unter dem Weichteilschutz oberhalb und unterhalb des Kanals des N. alveolaris inf. zwei Bohrlöcher angelegt und jeweils zwei selbstschneidende Titanschrauben drucklos, bicortikal eingebracht. Lingual sollen diese Schrauben maximal zwei Gewindegänge überstehen [4, 6, 16, 19].

### **1.5.4 Abschluss der Operation und Wundversorgung**

Nun wird der MMF gelöst, der Bitesplint entfernt und die Okklusion wird geprüft. Nach Glättung von Knochenkanten und ausgiebigen Spülungen werden, um postoperative Nachblutungen und Schwellungen zu vermeiden, im Klinikum Klagenfurt Redon-Drains eingelegt und über die vorher gelegte Hautinzision für den transbukkalen Zugang abgeleitet. Die Wundversorgung erfolgt mit einer resorbierbaren Fortlaufnaht. Es kann eine isolierte Unterkieferosteotomie, aber auch eine Kombination mit einer Oberkieferosteotomie, oder sogar eine „drei Etagen“ Osteotomie inklusive Kinn nötig sein, um ein funktionell und ästhetisch ansprechendes Ergebnis zu erreichen. Die kieferchirurgische Behandlung erfolgt immer interdisziplinär mit einem Kieferorthopäden/einer Kieferorthopädin, der/die die präoperative Grob- als auch die postoperative Feineinstellung durchführt [1, 4, 16, 18].

## **1.6 RADIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGSMETHODEN**

Es gibt mehrere radiologische Untersuchungsmethoden in der Zahnmedizin wie z.B.: Das Orthopantomogramm, Kleinbildröntgen, Bissflügelröntgen, digitale Volumetomographie, das CT oder das MRT. In diesem Zusammenhang soll das Orthopantomogramm genauer erklärt werden.

### **1.6.1 Das Orthopantomogramm (OPG, OPT, OPTG, PSA)**

Das Orthopantomogramm ist eine Röntgenaufnahme des Ober- und Unterkiefers und zählt zu einer strahlensparenden und kostengünstigen Routineuntersuchung. Es ist möglich pathologische Veränderungen bereits früh zu erkennen und somit schon in der Frühphase entsprechende therapeutische Schritte einzuleiten. Es dient auch als Untersuchungsmethode bei Verlaufskontrollen. Mit dem Orthopantomogramm kann man Zähne, Zahnanlagen, Kiefer, den Kieferwinkel, Kiefergelenke und weitere Strukturen im Gesichtsschädel untersuchen [20].

### **1.6.2 Indikationen**

Als Verwendungen des OPTG's wären Erstuntersuchungen von Patientinnen/Patienten, Fehlanlagen bei Kindern, Beurteilung devitaler Zähne, Patienten/Patientinnen mit Schwellungen, Kiefergelenksproblematiken, Tumoren, vor operativen Eingriffen und viele mehr, zu erwähnen [20].

### **1.6.3 Das Prinzip des Orthopantomogramms**

Ein Strahler und ein Bildempfängerhalter bewegen sich im Uhrzeigersinn um den Kopf des Patienten/der Patientin. Der Bildempfänger im Bildempfängerhalter bewegt sich gegenläufig. Es gibt fokusnahe und bildempfängernahe Schlitzblenden, durch die der Röntgenstrahl auf den Bildempfänger fällt [21].

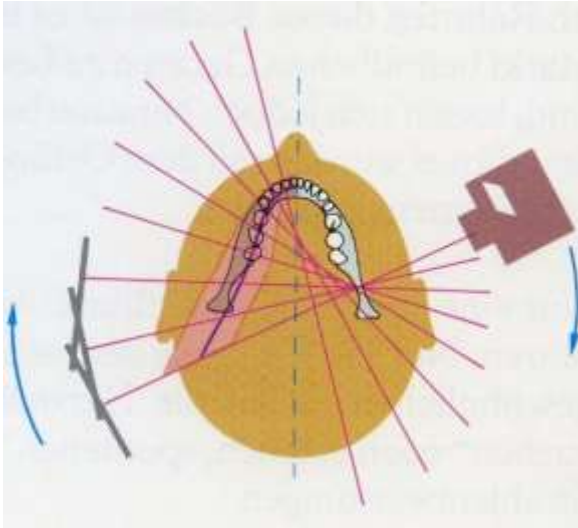


Abbildung 15: Prinzip des OPTG [20]

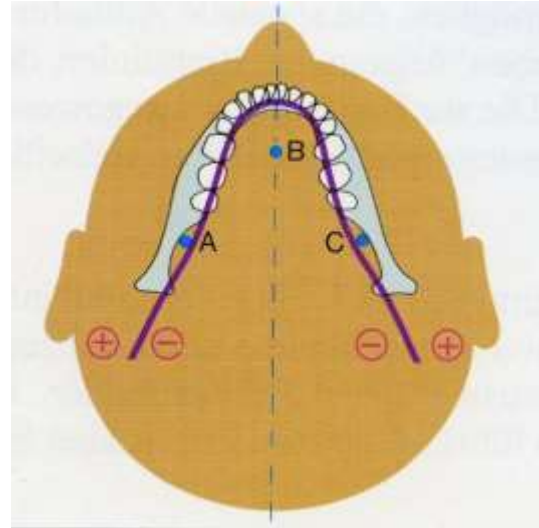


Abbildung 16: Ellipsoide Bahn nach Paatero [20]

Nach Paatero wird der Röntgenstrahler auf einer ellipsoiden Bahn geführt. Diese Bahn läuft über drei Drehpunkte, die mit A, B und C benannt werden, wobei der Start bei C ist. Abbildung 16 beleuchtet dieses Prinzip genauer [21]. In Abbildung 15 sieht man folgendes:

- a) Weg des Strahlers.
- b) Gegenläufiger Weg des Bildempfängers.
- c) Die Schichtebene.
- d) Den Schichtwinkel.
- e) Gefragtes Detail in der Schichtebene, das nicht verwischt wird.
- f) Nicht gefragtes Detail, das außerhalb der Schicht liegt und verwischt wird.

Die Schichtdicke ist abhängig vom Schichtwinkel. Wenn dieser klein ist, ist gegenläufig die Schichtdicke groß. Umgekehrt ist die Schichtdicke dünn, wenn der Winkel groß ist. Dünne Schichtdicken bedeuten gutes Auflösungsvermögen, jedoch müssen hier die Expositions Dosen steigen. Zusätzlich sind dann auch noch hohe Bedienqualitäten von Nöten [21].

#### 1.6.4 Radiologisches Gerät im Klinikum Klagenfurt am Wörthersee

An der Mund- Kiefer- und plastischen Gesichtschirurgie am Klinikum Klagenfurt am Wörthersee wird für radiologische Abklärungen im Gesichts- und Mundbereich der ORTHOPHOS XG PLUS DS / CEPH (Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim /Deutschland) verwendet.

Mit diesem Gerät sind Aufnahmen von Maxilla und Mandibula, den Sinus maxillares und der Kiefergelenke möglich. Es besteht auch die Möglichkeit dieses Gerät mit einem sogenannten Cephalometer aufzurüsten. Dann erweitert sich das Anwendungsspektrum und man kann auch Fernröntgenbilder herstellen. Alle Bilder werden anschließend digital im Softwaresystem Impax EE® (AGFA, Bonn/Deutschland) gespeichert [22].



Abbildung 17: ORTHOPHOS XG PLUS DS / CEPH [23]

### 1.6.5 Summations- und Tangentialeffekt

Strahlen bewirken im Röntgen gewisse Effekte, die unter dem Namen Summations- und Tangentialeffekten zusammengefasst werden [20, 21].

Unter Summationseffekt versteht man, dass Strahlung, die verschiedene Gewebe durchquert, sie übereinander projiziert und auf einem zweidimensionalen Bild summiert sichtbar macht [20, 21]

Wenn die Strahlen Luft durchqueren, werden sie nicht geschwächt und treffen ungebremsst auf das darzustellende Gewebe. Dieses wird dann anstatt schön abgebildet zu werden, überstrahlt oder ausgelöscht. Die Strukturen werden weniger deutlich dargestellt. Diesen Effekt nennt man Substraktionseffekt [20, 21].

Wenn die Strahlen jedoch mehrere Gewebe durchstrahlen, werden sie mehr und mehr abgeschwächt und das Objekt, das abgebildet werden soll, wird mit schwächerer Strahlung getroffen. Ergebnis ist eine Verschattung der interessanten Struktur, welche die Beurteilung deutlich erschwert. Diesen Effekt nennt man Additionseffekt [20, 21].

Strukturen die  $90^\circ$  zur Strahlenrichtung liegen, werden nur dargestellt, wenn sie eine entsprechende Dicke haben. Dünne Knochenlamellen, wie zum Spongiosabälkchen werden nur dargestellt, wenn sie in Strahlenrichtung liegen. Sollten sie  $90^\circ$  zur Strahlenrichtung

sein, müssen sie wie oben beschrieben sehr dick sein, um im Röntgenbild dargestellt zu werden. Diesen Effekt nennt man Tangentialeffekt [20, 21].

### 1.6.6 Positionierung und Mitarbeit des Patienten/der Patientin

Die Patientin/Der Patient steht und beißt mit den Frontzähnen in eine Aufbisslehre (siehe Abb. 19). Diese bewirkt, dass die Frontzähne so positioniert werden, dass sie in der Schicht stehen und somit scharf abgebildet werden. Wären die Frontzähne vor der Schicht, würden sie weniger scharf und schmaler, wären sie hinter der Schicht würden sie weniger scharf und verbreitert dargestellt werden (siehe Abb. 18). Weiters ist es wichtig die Okklusionsebene so einzustellen, dass sie waagrecht steht, oder etwas nach hinten ansteigt, um Überlagerungen und unscharfe Darstellungen zu vermeiden [20, 21].

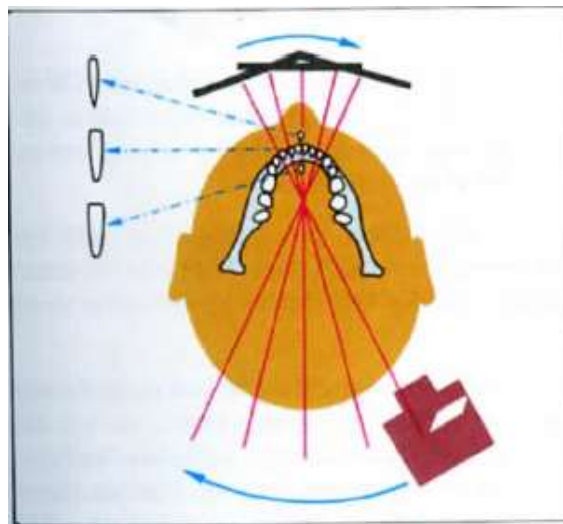


Abbildung 18: Frontzähne vor und hinter der Schicht [21]



Abbildung 19: Positionierung der Patientin/des Patienten mit Hilfe der Aufbisslehre [23]

Fehler können auch beim Einstellen der Mediansagittalen entstehen (siehe Abbildung 18), die mit schlechterer Bildqualität und Interpretationsfehler verbunden sein können. Der Patient/Die Patientin wird instruiert, während der Aufnahme die Zunge an den Gaumen zu drücken und weiter flach und ruhig zu atmen, um lufthaltige Räume und somit Subtraktionseffekte zu vermeiden. Wichtig sind diese Einstellungen, da es sich bei dem OPTG um Summationsaufnahmen handelt, wo die entsprechenden Gewebe in der jeweiligen Strahlenrichtung übereinander projiziert werden. Somit werden dreidimensionale Objekte auf einem zweidimensionalen Bild wiedergeben. Schon kleine Abweichungen der Position und Fehler der Mitarbeit der Patientin/des Patienten bewirken eine andere Strahleneinfallrichtung und der gefragte Raum wird in einer anderen Perspektive dargestellt [20, 21].

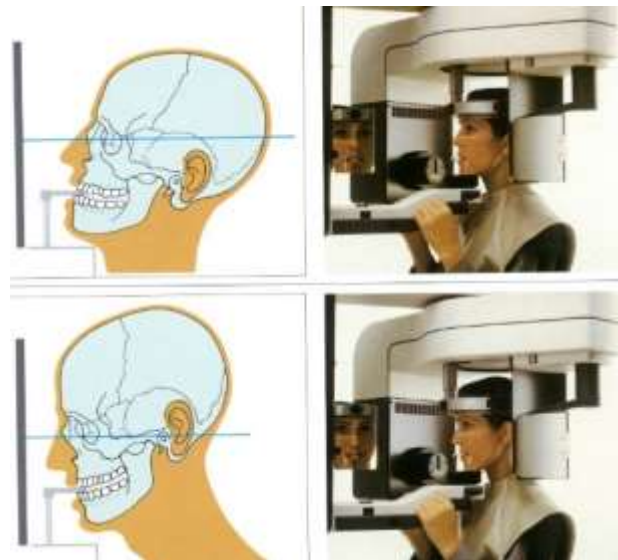


Abbildung 20: Fehler bei der Positionierung der Patientin/des Patienten [20]

## 1.7 IMPAX EE® UND SIGNALINTENSITÄT

Impax EE® ist ein Softwareprogramm der Firma AGFA Healthcare, mit dem es möglich ist, radiologische Bilder zu speichern, anzusehen und somit eine Diagnose zu stellen. Es sind zusätzlich einige andere Möglichkeiten wie z.B.: Vermessungen möglich. Die Bilder bleiben danach zu Dokumentationszwecken in einer elektronischen Patientenakte/Patientinnenakte gespeichert und sind immer wieder abrufbar. Dies ist nötig, um zuerst eine Diagnose zu stellen und eine weiterführende Therapie einleiten zu können. Danach dient es z.B. der Verlaufskontrolle. Diese Art der Diagnostik und Speicherung der Bilder ist im Gesundheitsbereich nicht mehr wegzudenken. Die Signalintensität (SI) ist ein

Tool im Softwareprogramm Impax EE®, um „relative Dichtemessungen“ durchzuführen und ist rechts oben am Bildschirm zu finden. [24]



Abbildung 21: Softwareprogramm Impax EE und rot markiert die Signalintensität (SI)  
(Mit bestem Dank für das Panoramabild an die Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie Klinikum Klagenfurt am Wörthersee)



Abbildung 22: Signalintensität (SI)  
(Mit bestem Dank für das Bild an die Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie Klinikum Klagenfurt am Wörthersee)

## 2 Zielsetzung

Im Rahmen dieser Arbeit soll untersucht werden, ob man präoperativ, vor der sagittalen Spaltung, anhand eines Orthopantomogramms Rückschlüsse auf die bukkolinguale Lage des N. alveolaris inf. im Unterkieferknochen ziehen kann, um in weiterer Folge das intraoperative Risiko einer Nervenläsion abzuschätzen. Somit wäre bereits vor der Operation ohne weitere Strahlenbelastung durch eine zusätzliche Computertomographie oder eine digitale Volumetomographie, die Schwierigkeit der Operation abschätzbar, der Nervenverlauf voraussehbar und letztlich könnte die Komplikationsrate einer Nervenläsion während der sagittalen Spaltung reduziert werden. Ziel dieser Studie ist es somit, die Nervenschäden durch präoperative Abklärung noch mehr zu reduzieren bzw. gänzlich zu vermeiden.

Besonders gefährdet ist der Nerv bei der Osteotomie im horizontalen Unterkiefer, wenn er sehr weit bukkal liegt. Hier ist die Gefahr, den Nerven bei der sagittalen Osteotomie zu verletzen, sehr hoch. Außerdem können Schäden beim Spalten des Unterkiefers mit dem Meißel entstehen, weil die Übersicht schlecht ist und man manchmal faktisch blind entlang der bukkalen Kortikalis den Meißel am Nerven vorbei nach unten führen muss [4].

Wenn sich diese Hypothese bestätigt, könnte sich die Operateurin/der Operateur schon vor der Operation, auf die Schwierigkeit der Operation einstellen, den Nervenverlauf errahnen und deshalb bei schwieriger Lage noch vorsichtiger und atraumatischer die sagittale Spaltung durchführen. Makroskopische Schäden am Nerven mit damit verbundenen, für den Patienten/die Patientin als unangenehmen empfundenen temporären oder permanenten Sensibilitätsstörungen im Ausbreitungsbereich des N. alveolaris inf., könnten somit deutlich reduziert bzw. sogar gänzlich vermieden werden.

## 3 Material und Methoden

Um diese Studie durchzuführen wurde bei 100 Patientinnen/Patienten (200 Seiten) das Orthopantomogramm untersucht und mit den intraoperativen Befunden verglichen. Es galt herauszufinden, ob es einen Zusammenhang der Dichteunterschiede zwischen Kanal des N. alveolaris inf. und dem umliegenden Knochengewebe gibt und ob so die Lage des Nervens bei der sagittalen Spaltung präoperativ festgestellt werden kann.

### 3.1 STUDIENDESIGN

Es wurde bei 100 Patienten/Patientinnen sowohl der rechte, als auch der linke Unterkiefer mit Hilfe des digitalen Panoramaröntgens untersucht. Als Untersuchungsinstrument wurde die Signalintensität (SI) im Softwareprogramm Impax EE® von der Firma AGFA verwendet. Mit ihr kann man unterschiedliche Graustufen in Zahlen ausdrücken. Helle Graustufen im Panoramaröntgen bedeuten dichteres Gewebe und ergeben hohe Werte der Signalintensität. In diesem Falle werden die Röntgenstrahlen durch dickeres Gewebe geschwächt und schwärzen den Film weniger. Dunkle Graustufen bedeuten umgekehrt weniger dichtes Gewebe und zeigen niedrige Werte der Signalintensität. Hier kommen die Röntgenstrahlen weniger geschwächt durch das Gewebe und schwärzen den Film mehr. Somit ist es möglich, „relative Dichteunterschiede“ mit Zahlen zu beschreiben. In dieser Studie entsprechen deshalb die Unterschiede der Signalintensität, dem „relativen Dichteunterschied“ (siehe Abbildung 21,22).

Als erstes wurde das Röntgenbild beurteilt und nach subjektiver Einschätzung eine Lage des Nervens, wie oben beschrieben, eine der vier Gruppen zugeordnet.

Anschließend wurde das Röntgenbild mit Hilfe der Signalintensität untersucht und die Zahlenwerte der entsprechenden Patientin/dem entsprechenden Patienten und der Position zugeordnet.

Als mesiale Grenze für die Untersuchung mit der Signalintensität diente das distale Ende der distalen Wurzel, des jeweiligen ersten Molaren. Von diesem aus wurde, wie nachfolgend beschrieben, ein Messfenster gebildet: 1 cm nach distal, 1 cm oberhalb des Kanals und 1 cm unterhalb des Kanals. In diesem Messfenster wurde wieder zwischen

oberhalb des Kanals, obere sichtbare Kanalbegrenzung, der Kanal selbst, die untere sichtbare Kanalbegrenzung und unterhalb des Kanals unterschieden.

In jedem Feld wurden danach fünf zufällige Punkte gesucht und der Wert der Signalintensität notiert. Abschließend wurden zu diesen Werten noch die intraoperativen Lagen der Nerven in einer Excel Tabelle hinzugefügt, das Ganze statistisch ausgewertet und auf einen Zusammenhang hin untersucht.

Die Röntgenbilder wurden immer in der gleichen Position, immer mit dem gleichen Gerät (ORTHOPHOS XG PLUS DS / CEPH von der Firma Sirona, Programm P1) und immer mit der gleichen Bissgabel durchgeführt. Die Bilder wurden dann auf Dichteunterschiede zwischen Kanal des N. alveolaris inf. und umliegenden Knochengewebe untersucht.

Es wurde zuerst subjektiv eine Einteilung in vier Gruppen (siehe unten.) gemacht. Anschließend wurden mit Hilfe der Signalintensität (SI), die bei digitalen Bildern im Softwaresystem Impax EE von der Firma AGFA zur Verfügung steht, die interessanten Kieferabschnitte untersucht (siehe Abbildung 21,22).

### **3.2 GRUPPENEINTEILUNG**

Im Folgenden werden die vier Gruppen beschrieben, in die die Patienten/die Patientinnen, je nach vermuteter Lage des N. alveolaris inf. eingeteilt werden.

- 1. Großer** Dichteunterschied zwischen Alveolarkanal und umliegenden Knochenanteilen. Der Nerv liegt intraoperativ in einer Rinne in bukkaler Compacta, kommt deutlich zur Darstellung und ist damit intraoperativ stärker gefährdet.



Abbildung 23: Panoramabild mit großem Dichteunterschied zwischen Alveolarkanal und umliegenden Knochen. (Mit bestem Dank für das Panoramabild an die Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie Klinikum Klagenfurt am Wörthersee)

2. **Großer** Dichteunterschied zwischen Alveolarkanal und umliegenden Knochenanteilen, sowie ein sehr **dichter Saum** um Alveolarkanal. Der Nerv liegt intraoperativ in einer Rinne in bukkaler Compacta und ist durch eine Knochenhülle ingescheidet. Er muss somit chirurgisch aus dieser befreit werden - mit besonders starker Gefährdung.



Abbildung 24: Großer Dichteunterschied zwischen Alveolarkanal und umliegenden Knochen und dichter Saum um den Alveolarkanal. (Mit bestem Dank für das Panoramabild an die Mund-,Kiefer- und Gesichtschirurgie Klinikum Klagenfurt am Wörthersee)

3. **Gering** bis **kein** Dichteunterschied zwischen Alveolarkanal und umliegenden Knochenanteilen. Der Nerv liegt intraoperativ mittig in der Spongiosa und kommt intraoperativ nur gering zur Darstellung - mit geringem Gefährdungspotential.



Abbildung 25: Gering, bis kein Dichteunterschied zwischen Alveolarkanal und umliegenden Knochenanteilen. (Mit bestem Dank für das Panoramabild an die Mund-, Kiefer und Gesichtschirurgie Klinikum Klagenfurt am Wörthersee)

4. **Gering** bis **kein** Dichteunterschied zwischen Alveolarkanal und umliegenden Knochenanteilen, sowie sehr **dichter Saum** um Alveolarkanal. Der Nerv liegt intraoperativ in der Spongiosa und ist von einer Knochenhülle umgeben und kommt intraoperativ nicht zur Darstellung - mit sehr geringem intraoperativen Gefährdungspotential.



Abbildung 26: Gering, bis kein Dichteunterschied zwischen Alveolarkanal und umliegenden Knochen, sowie dichter Saum um Alveolarkanal. (Mit bestem Dank für das Panoramabild an die Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie Klinikum Klagenfurt am Wörthersee)

### **3.3 DATENAUFBEREITUNG**

Es wurde die Signalintensität an fünf Positionen an je fünf Punkten gemessen:

1. 5 oberhalb des Kanals.
2. 5 an der sichtbaren oberen Begrenzung zum Kanal.
3. 5 im Kanal.
4. 5 an der unteren sichtbaren Begrenzung zum Kanal.
5. 5 unterhalb des Kanals.

Diese fünf Punkte wurden für die statistische Auswertung gemittelt.

Der Signalintensitätsunterschied/“relativer Dichteunterschied“ wurde bestimmt, indem die Abstände (Absolutwerte) zwischen den fünf Positionen ausgerechnet wurden. Daher ergaben sich vier Dichteunterschiede pro Patientin/ pro Patient und ein Mittelwert über diese vier Werte.

Abschließend wurden diesen Werten die intraoperativen Ergebnisse gegenübergestellt.

#### **3.3.1 Statistische Auswertung**

Die Daten wurden rein deskriptiv durch DI Irene Mischak von der Medizinischen Universität Graz/Zahnklinik mit SPSS 22 ausgewertet. Die Diagramme wurden mit SPSS (IBM, Armonk/USA), Excel und Powerpoint (Microsoft, Redmond/USA) erstellt.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 DESKRIPTIVE STATISTIK DER SIGNALINTENSITÄT

Signalintensität	N	Min	Max	Mittelwert	SD
ober Kanal	200	63,8	129,0	86,8	11,5
obere Begrenzung	200	61,0	128,6	85,5	11,2
Kanal	200	56,0	125,4	82,8	11,0
untere Begrenzung	199	63,8	126,0	93,7	11,7
unter Kanal	198	70,4	128,2	96,3	11,7

Tabelle 1: Mittelwerte der Signalintensität/rel. Dichteunterschiede an den fünf Positionen

Die Signalintensität ist im Durchschnitt mit einer SI von 82,8 im Kanal am niedrigsten, nach unten wird sie etwas höher, mit einem maximalen Mittelwert der SI von 96,3 bei der Position unter Kanal.

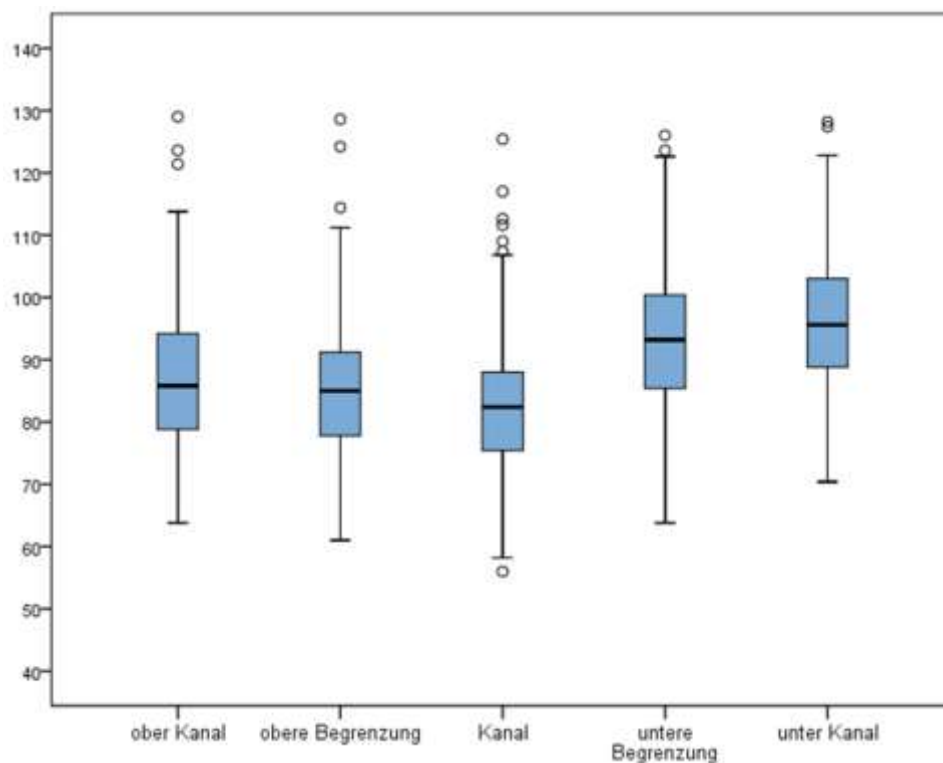


Abbildung 27: Boxplots der Signalintensität/rel. Dichteunterschiede an den 5 Positionen

In der Abbildung 27 werden die Meridiane der Signalintensität an den unterschiedlichen Positionen dargestellt.

rel. Dichteunterschied	N	Min	Max	Mittelwert	SD
ober Kanal - obere Begrenzung	200	0,0	20,0	4,52	3,54
obere Begrenzung - Kanal	200	0,2	21,0	4,95	4,00
ober Kanal – Kanal	200	0,0	30,0	7,35	5,73
untere Begrenzung - Kanal	199	0,2	36,6	11,34	6,33
untere Begrenzung - unter Kanal	198	0,0	27,2	5,64	4,40
Kanal – unter Kanal	198	0,8	47,0	14,33	8,16
Mittlerer Dichteunterschied	200	1,2	20,1	8,03	3,23

Tabelle 2: Unterschiede der Signalintensität/rel. Dichteunterschiede zwischen den einzelnen Positionen

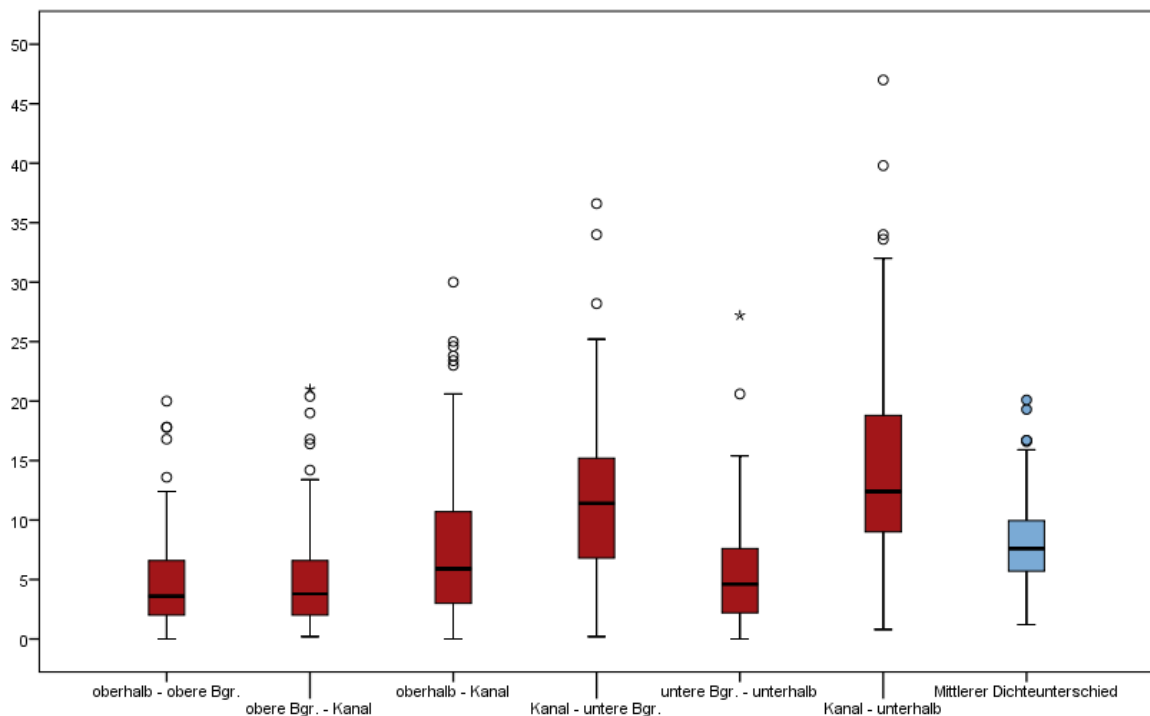


Abbildung 28: Boxplots der Signalintensität/rel. Dichteunterschiede zwischen den einzelnen Positionen

In Tabelle 2 und in Abbildung 28 werden die einzelnen Positionen der vier Gruppen hinsichtlich ihrer Signalintensität grafisch dar- und gegenübergestellt. Man erhält einen Mittelwert (siehe Tabelle 2) der Dichtedifferenz zwischen den einzelnen Positionen. Man sieht auch hier, dass der Unterschied der Signalintensitäts-/rel. Dichtemittelwerte nach unten hin zunimmt und der größte Unterschied zwischen Kanal und unter Kanal und zwischen Kanal und unterer Begrenzung ist.

#### 4.1.1 Zusammenhang zwischen Unterschied der Signalintensität/rel. Dichteunterschied und subjektiver Beurteilung

Mittelwert und Standardabweichung der Signalintensität wurden für die fünf verschiedenen Beurteilungen berechnet und grafisch dargestellt:

<b>Subjektive Beurteilung</b>		Mittelwert	SD
bukkal eingescheidet	ober Kanal - obere Begrenzung	3,97	2,76
	obere Begrenzung - Kanal	11,38	5,95
	ober Kanal -Kanal	11,28	7,62
	Kanal - untere Begrenzung	13,60	4,34
	untere Begrenzung - unter Kanal	6,87	7,88
	Kanal - unter Kanal	13,60	9,11
	Mittlerer Dichteunterschied	10,11	2,48
deutliche Darstellung	ober Kanal - obere Begrenzung	4,61	3,58
	obere Begrenzung - Kanal	4,84	3,67
	ober Kanal -Kanal	8,06	5,85
	Kanal - untere Begrenzung	12,72	6,92
	untere Begrenzung - unter Kanal	6,56	4,51
	Kanal - unter Kanal	17,24	8,95
	Mittlerer Dichteunterschied	8,99	3,56
geringe Darstellung	ober Kanal - obere Begrenzung	4,59	3,65
	obere Begrenzung - Kanal	4,33	3,39
	ober Kanal -Kanal	6,40	5,27
	Kanal - untere Begrenzung	10,10	5,82
	untere Begrenzung - unter Kanal	4,87	3,63
	Kanal - unter Kanal	12,40	6,89
	Mittlerer Dichteunterschied	7,15	2,76
nicht zur Darstellung	ober Kanal - obere Begrenzung	2,45	,75
	obere Begrenzung - Kanal	4,05	1,91
	ober Kanal -Kanal	6,50	1,52
	Kanal - untere Begrenzung	9,70	6,21
	untere Begrenzung - unter Kanal	4,00	3,70
	Kanal - unter Kanal	10,10	1,32
	Mittlerer Dichteunterschied	6,15	1,75

Tabelle 3: Unterschiede der Signalintensität/rel. Dichteunterschied zwischen den einzelnen Positionen bei subjektiver Beurteilung

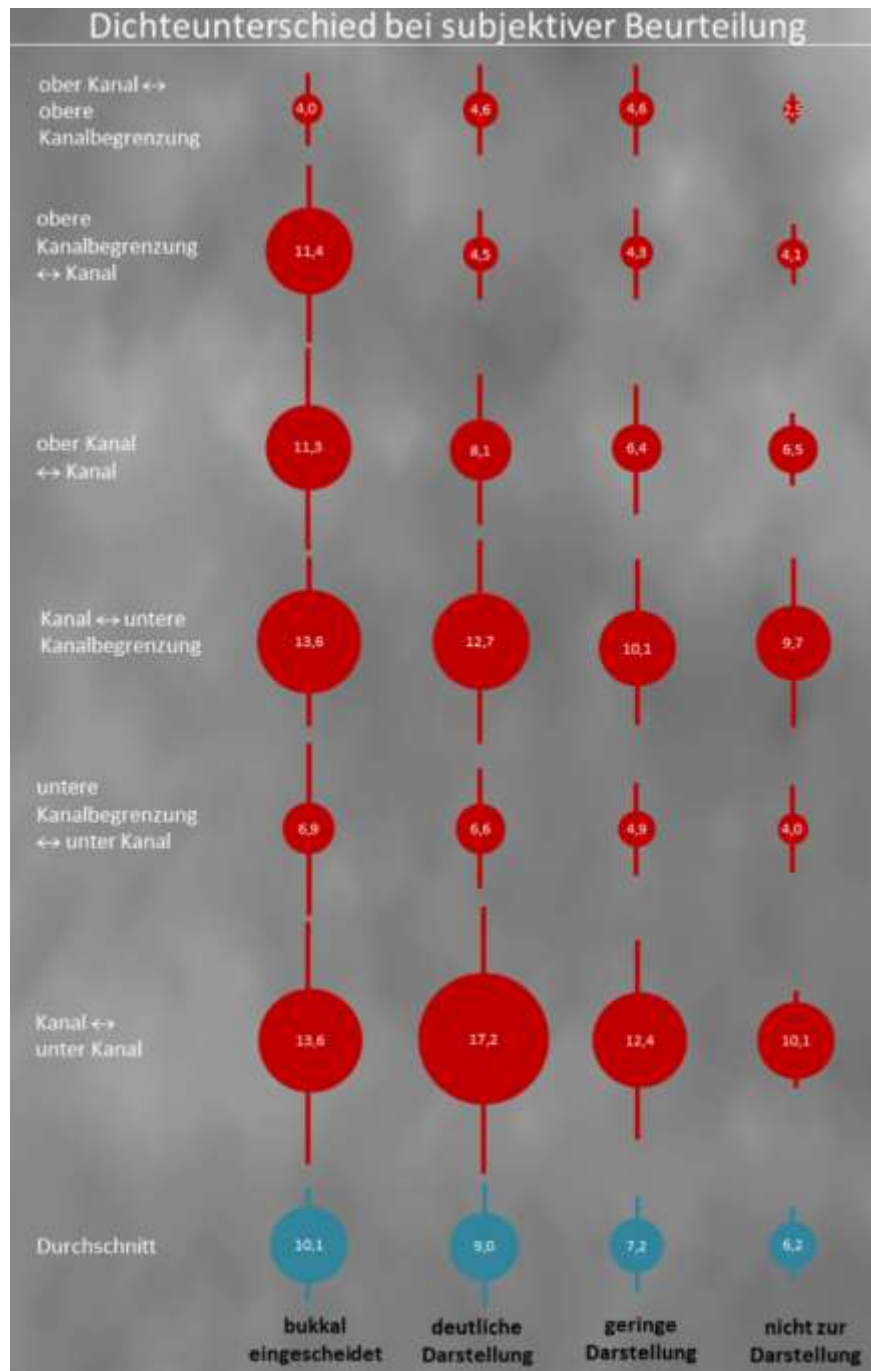


Abbildung 29: Unterschiede der Signalintensität/rel. Dichteunterschied zwischen den verschiedenen Positionen bei subjektiver Beurteilung grafisch mit Mittelwerten dargestellt

Bei der Tabelle 3 und Abbildung 29 kann man bei der Gruppe „bukkal eingescheidet“ einen großen rel. Dichteunterschied bei den verschiedenen Positionen sehen, vor allem bei Kanal und ober Kanal. Außerdem kann man auch einen größeren rel. Dichteunterschied zwischen ober Kanal und obere Kanalbegrenzung und auch zwischen oberer Kanalbegrenzung und Kanal sehen. Der rel. Dichteunterschied war im Durchschnitt mit einer SI von 10,1 von allen Gruppen am größten.

Bei der Gruppe „deutlicher Darstellung“ verhält es sich ähnlich, nur, dass es keinen so gravierenden rel. Dichteunterschied bei obere Kanalbegrenzung und Kanal gibt. Kanal und unter Kanal zeigt sich hier mit dem größten rel. Dichteunterschied.

Wenn man die Gruppe „geringe Darstellung“ und „nicht zur Darstellung“ betrachtet, sind die rel. Dichteunterschiede geringer als bei den zwei vorher Genannten. Allen gemeinsam ist, dass zwischen Kanal und unterer Kanalbegrenzung und zwischen Kanal und unter Kanal der Dichteunterschied am größten ist.

#### 4.1.2 Zusammenhang zwischen Unterschied der Signalintensität/rel. Dichteunterschied und intraoperativer Beurteilung

<b>Intraop. Beurteilung</b>		Mittelwert	SD
bukkal eingescheidet	ober Kanal - obere Begrenzung	4,31	3,18
	obere Begrenzung - Kanal	4,92	3,97
	ober Kanal -Kanal	7,73	6,04
	Kanal - untere Begrenzung	13,29	6,70
	untere Begrenzung - unter Kanal	5,49	4,35
	Kanal - unter Kanal	15,75	10,07
	Mittlerer Dichteunterschied	8,58	4,34
deutliche Darstellung	ober Kanal - obere Begrenzung	4,29	3,32
	obere Begrenzung - Kanal	5,03	4,24
	ober Kanal -Kanal	7,25	5,56
	Kanal - untere Begrenzung	11,11	5,69
	untere Begrenzung - unter Kanal	5,49	4,97
	Kanal - unter Kanal	13,68	7,28
	Mittlerer Dichteunterschied	7,85	2,76
geringe Darstellung	ober Kanal - obere Begrenzung	4,71	4,21
	obere Begrenzung - Kanal	5,05	3,78
	ober Kanal -Kanal	7,44	6,58
	Kanal - untere Begrenzung	11,35	7,18
	untere Begrenzung - unter Kanal	5,53	3,93
	Kanal - unter Kanal	14,78	9,21
	Mittlerer Dichteunterschied	8,14	3,68
nicht zur Darstellung	ober Kanal - obere Begrenzung	4,82	3,07
	obere Begrenzung - Kanal	4,89	4,12
	ober Kanal -Kanal	7,27	4,31
	Kanal - untere Begrenzung	9,93	5,72
	untere Begrenzung - unter Kanal	6,58	3,93
	Kanal - unter Kanal	13,56	6,58
	Mittlerer Dichteunterschied	7,84	2,61

Tabelle 4: Unterschiede der Signalintensität/rel. Dichteunterschied zwischen den verschiedenen Positionen bei intraoperativer Beurteilung mit Hilfe von Mittelwerten

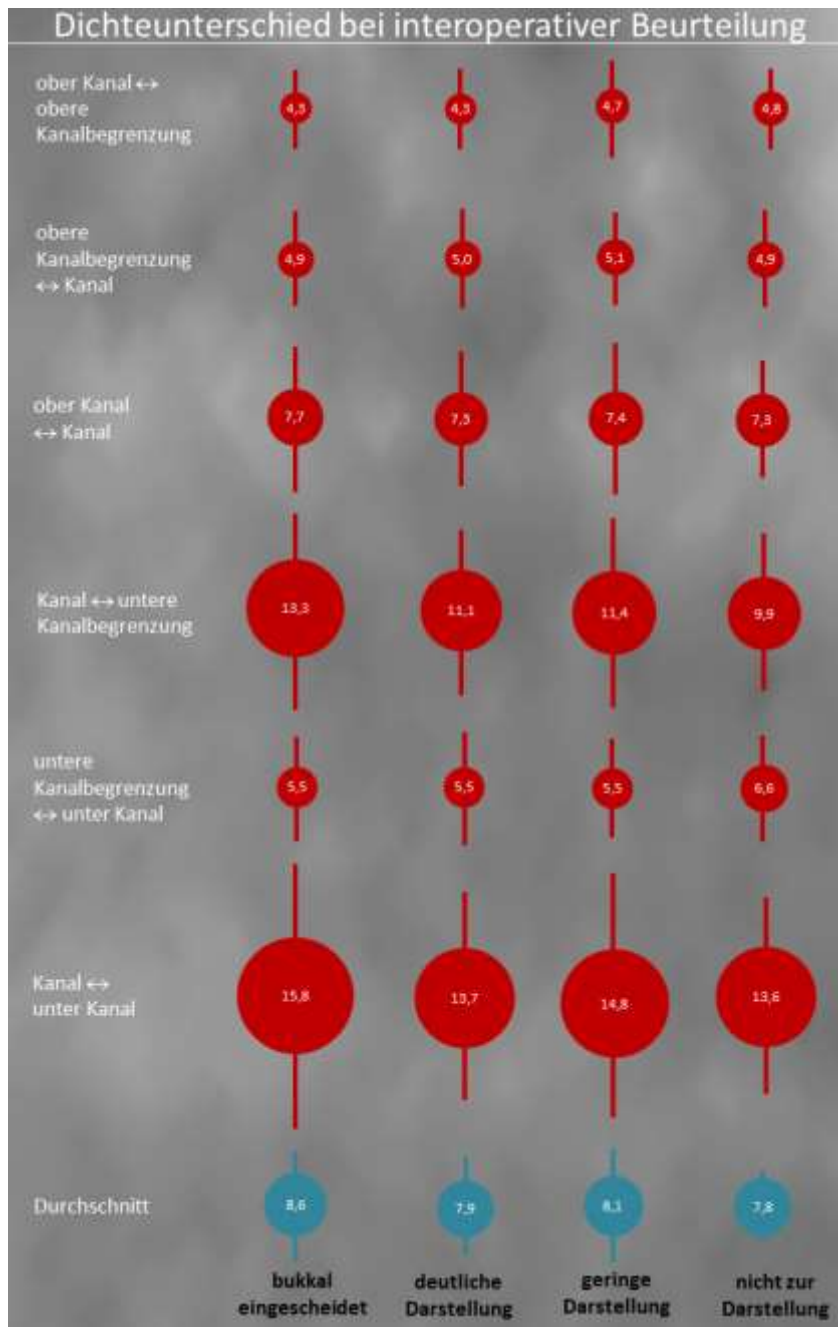


Abbildung 30: Unterschiede der Signalintensität/Dichteunterschiede zwischen den einzelnen Positionen bei intraoperativer Beurteilung mittels Mittelwerte grafisch dargestellt

In Tabelle 4 und Abbildung 30 kann man feststellen, dass es keinen markanten rel. Dichteunterschied zwischen den einzelnen Beurteilungen gibt.

Jedoch sieht man, dass hier, wenn auch nicht so ausgeprägt wie bei subjektiver Beurteilung, der rel. Dichteunterschied von ober Kanal und Kanal, Kanal und untere Kanalbegrenzung, Kanal und unter Kanal bei der Gruppe „bukkal eingescheidet“ am größten und bei der Gruppe „nicht zur Darstellung“ am niedrigsten ist.

Auffallend ist hier auch, dass bei der Gruppe „geringer Darstellung“ der rel. Dichteunterschied zwischen Kanal und ober Kanal, Kanal und untere Kanalbegrenzung, als auch bei Kanal und unter Kanal grösser ist, als bei der Gruppe „deutliche Darstellung“. Im Durchschnitt ist somit der rel. Dichteunterschied bei der Gruppe „geringe Darstellung“ grösser als bei der Gruppe „deutliche Darstellung“, jedoch noch immer kleiner als bei der Gruppe „bukkal eingescheidet“.

Der rel. Dichteunterschied ist bei Kanal und untere Kanalbegrenzung und bei Kanal und unter Kanal bei allen Beurteilungen am grössten.

### 4.1.3 Übereinstimmung zwischen subjektiven und intraoperativen Beurteilungen

#### 4.1.3.1 Häufigkeiten

<b>subjektiv</b>	Anzahl	%
bukkal eingescheidet	12	6,0
deutliche Darstellung	79	39,5
geringe Darstellung	105	52,5
nicht zur Darstellung	4	2,0

<b>interoperativ</b>	Anzahl	%
bukkal eingescheidet	24	12,2
deutliche Darstellung	82	41,8
geringe Darstellung	62	31,6
nicht zur Darstellung	28	14,3

Tabelle 5: Häufigkeiten der subjektiven und intraoperativen Beurteilungen

Am häufigsten wurden geringe (52,2%) und deutliche Darstellung (39,5%) subjektiv angenommen. Am seltensten bukkal eingescheidet (6%) und nicht zur Darstellung (2%).

Intraoperativ zeigte sich der Nerv am häufigsten deutlich (41,8%), gefolgt von geringer Darstellung (31,6%) und nicht zur Darstellung (14,3%). Am seltensten war der Nerv bukkal eingescheidet (12,2%)

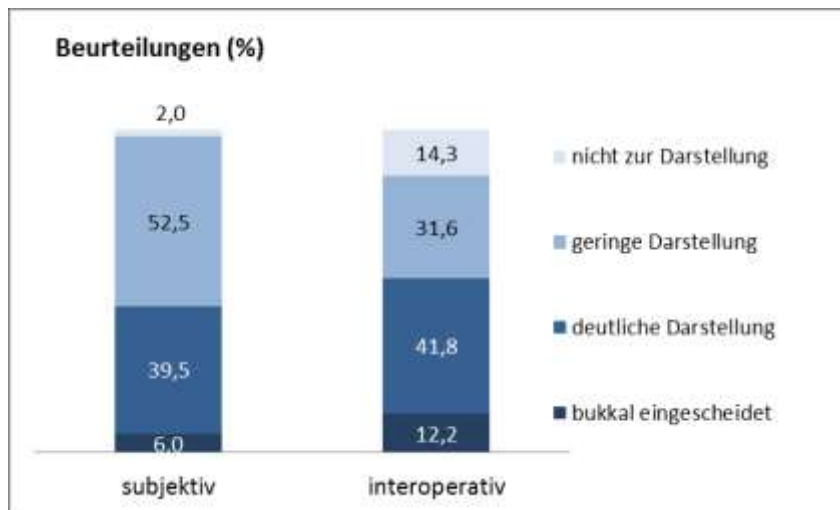


Abbildung 31: Häufigkeiten der subjektiven und intraoperativen Beurteilungen grafisch dargestellt

	subjektiv			
intraoperativ	bukkal eingescheidet	deutliche Darstellung	geringe Darstellung	nicht zur Darstellung
bukkal eingescheidet	<b>5</b>	8	10	1
deutliche Darstellung	5	<b>38</b>	39	
geringe Darstellung	2	18	<b>41</b>	1
nicht zur Darstellung		14	12	<b>2</b>

Tabelle 6: Übereinstimmung von intraoperativer Beurteilung und subjektiver Annahme

86 von 196 Beurteilungen bzw. 44% stimmten exakt überein. Das Maß der Übereinstimmung ( $Kappa=0,148$ ) ist gering.<sup>1</sup>

Intraoperativ „bukkal eingescheidet“ konnte nur zu 21% exakt vorhergesagt werden. Wenn man nun betrachtet, wie intraoperativ „bukkal eingescheidet“, präoperativ bewertet wurde, sieht man folgende Verteilung: als „geringe Darstellung“ (42%), als „deutliche Darstellung“ (33%) sowie als „nicht zur Darstellung“ (4,2%).

Die Gruppe „deutliche Darstellung“ konnte zu 46,3% vorhergesagt werden. Die Gruppe „geringe Darstellung“ war mit einer Trefferquote von 57% am höchsten. Die Gruppe „nicht zur Darstellung“ war mit 7,1% präoperativ kaum zu erkennen. Wenn man jetzt die Gruppe „bukkal eingescheidet“ und die Gruppe „deutliche Darstellung“ zusammenfasst, weil man annimmt, dass beide Nervenlagen für den Chirurgen/die Chirurgin gefährlich

<sup>1</sup> je näher das Kappa bei 1 ist, desto höher ist die Übereinstimmung

sind, so kann man folgendes feststellen: Es stimmen subjektiv und intraoperativ zu 54% überein.

#### 4.1.4 Darstellung des Dichteunterschiedes mit Hilfe der Streuung (Kontrast)

Ein Versuch:

Um den Unterschied der Intensität in einem Wert darzustellen, wurde die Standardabweichung (= Streuung) aller 25 Messpunkte berechnet. Bei großem rel. Dichteunterschied sollte auch die Streuung hoch sein. Das sollte auch für einen höheren Kontrast stehen.

subjektiv	N	Min	Max	Mittelwert	SD
bukkal ausgeschiedet	12	6,2	15,5	9,71	2,57
deutliche Darstellung	79	4,1	18,9	9,61	3,23
geringe Darstellung	105	3,2	19,8	8,81	2,83
nicht zur Darstellung	4	6,3	11,1	8,39	2,13

Tabelle 7: Mittelwerte der rel. Dichteunterschiede und Streuung bei subjektiver Beurteilung

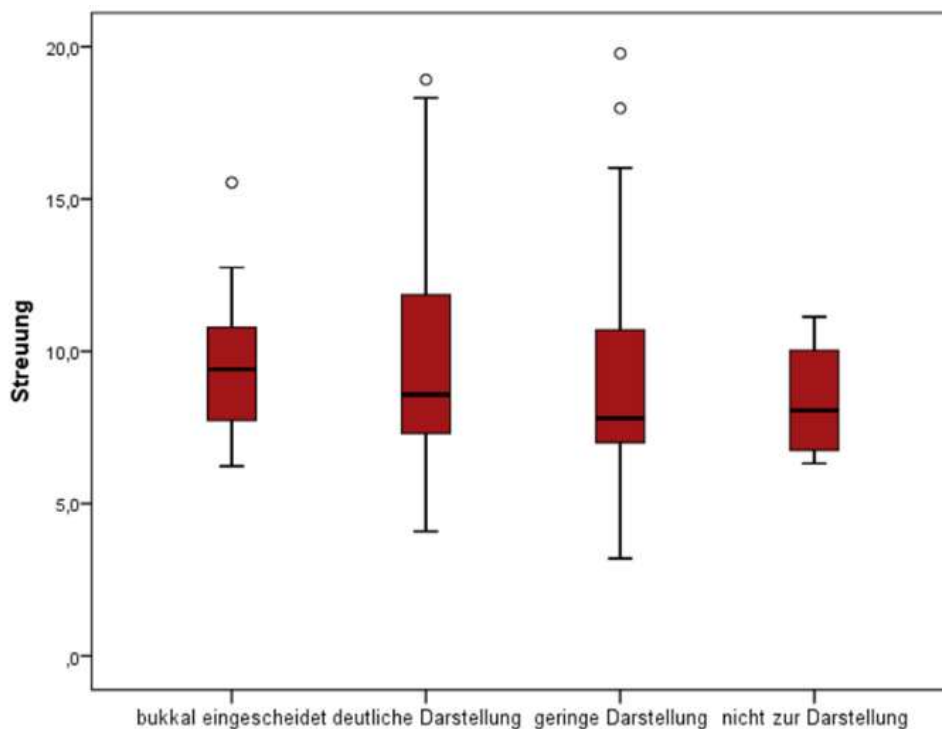


Abbildung 32: Boxplots der Streuung bei subjektiver Beurteilung

In Bezug auf Tabelle 7 und Abbildung 32 ist die Streuung bei der Gruppe „bukkal ausgeschiedet“ am höchsten und bei der Gruppe „geringe Darstellung“ am niedrigsten.

<b>intraoperativ</b>	N	Min	Max	Mittelwert	SD
bukkal ausgescheidet	24	4,4	18,3	9,35	3,14
deutliche Darstellung	82	4,1	18,0	9,20	3,06
geringe Darstellung	62	5,2	19,8	9,13	2,96
nicht zur Darstellung	28	3,2	15,6	9,02	2,99

Tabelle 8: Mittelwerte der rel. Dichteunterschiede und Streuung bei intraoperativer Beurteilung

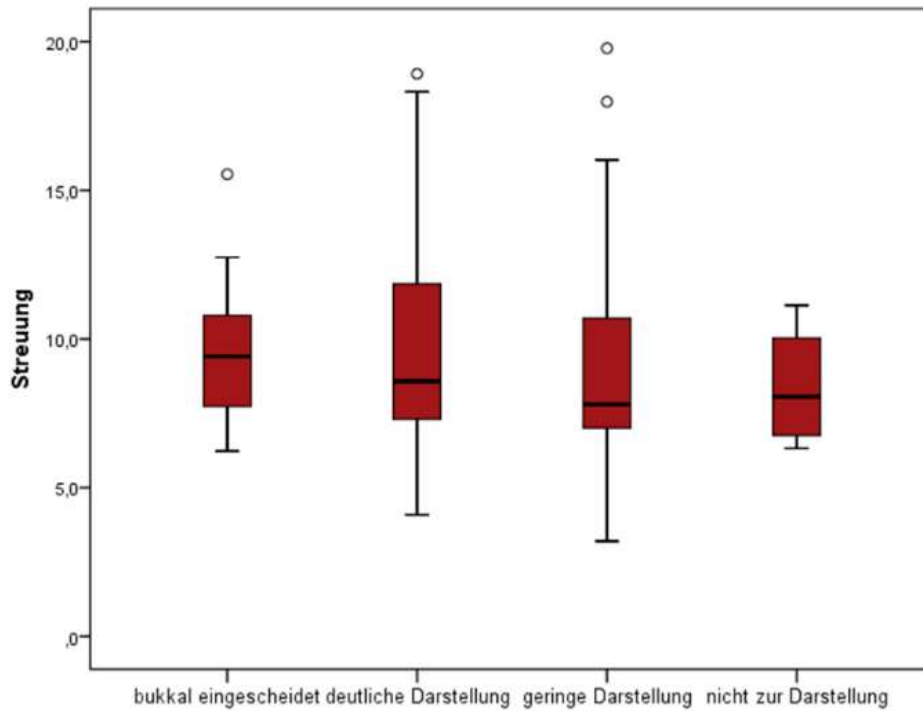


Abbildung 33: Boxplots der Streuung bei intraoperativer Beurteilung

In Bezug auf Tabelle 8 und Abbildung 33 ist bei bukkal ausgescheidet die Streuung am höchsten und bei nicht zur Darstellung am niedrigsten. Das heißt der Kontrast und somit der rel. Dichteunterschied ist hier am größten.

## 5 Diskussion

Dysgnathien können unterschiedliche Ursachen, mehrere Kombinationsmöglichkeiten und unterschiedlich starke Ausprägungsgrade haben. Abgesehen davon, dass es funktionell oftmals äußerst bedenklich ist, haben Patientinnen/Patienten, die an gewissen dentalen Syndromen oder skelettalen Dysgnathien leiden, oftmals zusätzlich psychische Probleme. Auch Sprachschwierigkeiten und Schäden am Parodontium der Zähne gesellen sich zu den bereits vorher genannten Problemen hinzu. Diesen Patienten/Patientinnen kann eine BSSO, oder auch aufwändigere Operationen, wie eine zwei oder sogar drei Etagen Osteotomie, ein funktionell und ästhetisch optimales Ergebnis liefern. (Vgl. Kapitel 1 und 1.3). Jedoch kann es bei all diesen Operationen zu Komplikationen kommen, allen voran der Verletzung des N. alveolaris inf. [1, 4, 16].

Wie in der Arbeit von Kuhlefeld et al. festgestellt wurde, hängen neurosensorische Störungen von der Manipulation des Nervens während der OP ab, mit der Gefahr von schweren postoperativen neurosensorischen Störungen, oder neuropathischen Schmerzen [25].

Somit wäre eine präoperative Abklärung der bukkolingualen Lage des N. alveolaris inferior vor einer BSSO, mit einem strahlenarmen Röntgenverfahren, von großem Vorteil. Ziel ist die Vermeidung von intraoperativen Komplikationen mit nachfolgenden postoperativen ev. sogar permanenten Sensibilitätsstörungen im Lippen und Kinnbereich. Die Abklärung hinsichtlich der bukkolingualen Lage des Nervens gestaltet sich jedoch als äußerst schwierig.

Das OPTG ist ein gutes strahlenärmeres Verfahren für Erstuntersuchungen von Patientinnen/von Patienten, Folgeuntersuchungen und vor Operationen, um die Kiefer, Zähne und weitere Strukturen im Gesichtsschädel darzustellen. Leider ist dies ein Verfahren, bei dem dreidimensionale Strukturen nur zweidimensional dargestellt werden können [20, 21].

Trotzdem ist es wünschenswert, die Lage des Nervens schon präoperativ zu erkennen. Bei dieser Studie waren 54% der Nervenlagen intraoperativ entweder „bukkal eingeschleitet“ oder kamen „deutlich zur Darstellung“. Diese Nervenlagen sind für den Operateur/für die Operateurin gefährlicher, da der Nerv weiter bukkal liegt und manchmal sogar zusätzlich

eingescheidet ist und bei der sagittalen Osteotomie gefährdeter ist. Somit könnte jede zweite OP bei BSSO zu intraoperativen Komplikationen mit nachfolgender NSD führen.

Man könnte bei diesen vermuteten gefährlichen Nervenlagen präventiv die Osteotomie vorsichtiger und mit einem Piezotom durchführen, da dieses nur Knochen und keine Weichteile schneidet und zu einer verminderten postoperativen somatosensorischen Störung führt. Allerdings wird dadurch die OP-Dauer verlängert. [4, 5].

Abgesehen davon, dass dreidimensionale Strukturen im OPTG nur zweidimensional dargestellt werden können, gibt es die Problematik der fehlerhaften Position der Patientin/des Patienten mit Überlagerungen am Röntgenbild im Sinne eines Subtraktions- oder Additionseffektes. Es können hierbei Strukturen mehr verschattet oder mehr ausgelöscht sein, als normal. Auch der Tangentialeffekt spielt eine große Rolle. Wenn die Spongiosabälkchen nicht in Strahlenrichtung liegen, werden sie nicht dargestellt; Außer sie sind dick genug. Der Knochen erscheint so im Röntgenbild weniger dicht. (siehe Kapitel 1.5.3 und 1.5.4). Um optimale vergleichbare Bilder zu erhalten, ist eine präzise Arbeit der Röntgenassistentin mit richtiger Positionierung des Patienten/der Patientin im Röntgengerät unabdingbar. Schon eine kleine Abweichung kann große Auswirkungen auf die Bildqualität und somit auf die in dieser Studie „interessanten“ Signalintensitäts/rel. Dichtewerte haben [20, 21]. Die rel. Dichtewerte könnten aufgrund von Überlagerungen so stark schwanken und somit die Auswertungen beeinflussen.

Wenn man jetzt alle oben genannten Fehlerquellen und Darstellungseinschränkungen des OPTG außer Acht lässt und Tabelle 1 und Abbildung 29 betrachtet, sieht man, dass die Dichtewerte im Durchschnitt im Kanal am niedrigsten sind und nach unten, Richtung Unterrand der Mandibula, zunehmen. Man könnte daraus schließen, dass der Alveolarfortsatz weniger röntgendicht ist als die „kortikale Spange“ der Mandibula, die auch nach Verlust des Alveolarfortsatzes aufgrund von Zahnverlusten bestehen bleibt. Dies kann bis zur sogenannten Involution gehen. Eventuell bedingen zusätzlich die kleinen Gefäße, die vom Gefäß-Nervenbündel nach oben zu den Zähnen entlassen werden, eine Ausdünnung des Knochens und somit oberhalb des Kanals niedrigere Dichtewerte. Die Vermutung liegt auch nahe, dass das untere Drittel der Mandibula dichter ist, da im Kieferwinkelbereich die Muskelschlinge von Masseter und Pterygoideus medialis ansetzen und diese Kieferabschnitte somit sehr viel Kraft aushalten und weiterleiten müssen [6, 13, 26].

Es ist auch möglich, dass eine schlechtere Positionierung des Patienten/der Patientin mit den genannten Substraktions- und Additionseffekten zu deutlich höheren Dichtewerten unter dem Kanal und zu deutlich niedrigeren Werten ober und im Kanal führen. Weiters könnten auch einfach weniger Spongiosabälkchen in Richtung der Strahlenrichtung liegen, oder diese zu dünn sein, um dargestellt zu werden (Tangentialeffekt) [20, 21].

Wenn man, wie in dieser Studie durchgeführt, eine Einteilung präoperativ (s.o.) in vier Gruppen durchführt und den beliebigen Punkten an den verschiedenen Positionen Zahlenwerte in Form der Signalintensität zuordnet, kann man sehr gut eine Tendenz zu den präoperativ aufgestellten Hypothesen sehen. (siehe Tabelle 3, Abbildung 29)

Die Dichteunterschiede waren bei der Gruppe „bukkal eingescheidet“ am größten und nahmen bis hin zur Gruppe „nicht zur Darstellung“ an allen Positionen deutlich ab.

Wenn man aber nun die Dichteunterschiede bei intraoperativer Beurteilung betrachtet, waren diese Unterschiede nicht mehr so ausgeprägt und auch anders verteilt. Bei der Gruppe „bukkal eingescheidet“ findet man nach wie vor die größten Dichteunterschiede. Die Gruppe „geringe Darstellung“ hatte höhere Dichteunterschiede als die Gruppe „deutliche Darstellung“ vor allem bei ober Kanal und obere Kanalbegrenzung, Kanal und untere Kanalbegrenzung und Kanal und unter Kanal. Also genau umgekehrt, als bei den präoperativen Hypothesen angenommen. Bei der Gruppe „nicht zur Darstellung“ waren hier die geringsten Dichteunterschiede zu sehen, außer bei untere Kanalbegrenzung und unter Kanal. (siehe Tabelle 4, Abbildung 30)

### **Fazit:**

Die signifikantesten Dichteunterschiede bei intraoperativer Beurteilung waren bei allen Gruppen bei Kanal und untere Kanalbegrenzung, als auch bei Kanal und unter Kanal zu finden. Man konnte einen leichten Dichteunterschied zwischen den einzelnen Positionen der unterschiedlichen Gruppen ähnlich den Hypothesen feststellen, nur „geringe“ und „deutliche Darstellung“ waren vertauscht. Außerdem ist an dieser Stelle zu erwähnen, dass die Dichteunterschiede nicht sehr ausgeprägt und somit nicht sehr aussagekräftig waren.

Da die intraoperativen Dichteunterschiede von den Werten der hypothetischen Annahmen abwichen, ist eine Trefferquote von ca. 44% nicht verwunderlich. (siehe Tabelle 6).

Für die Chirurgin/den Chirurgen ist sowohl die Gruppe „bukkal eingescheidet“, als auch die Gruppe „gute Darstellung“ schwieriger zu behandeln, als ein Nerv, welcher nur gering

oder nicht zur Darstellung kommt. Bei diesen zwei erstgenannten Fällen liegt der Nerv weiter bukkal und kann bei der sagittalen Osteotomie leichter verletzt werden.

Wenn man die beiden Gruppen „bukkal eingeschleitet“ und „deutliche Darstellung“ zusammenfasst und den Gruppen „geringer Darstellung“ und „nicht zur Darstellung“ gegenüberstellt, erhöht sich die Trefferwahrscheinlichkeit auf 54%.

In Zusammenschau mit allen möglichen Fehlerquellen, Darstellungseinschränkung des OPTG, den teilweise mit Röntgeneffekten behafteten Röntgenbildern und den Ergebnissen der Studie, ist zu diesem Zeitpunkt ausschließlich mit dem OPTG die Abklärung der Lage des Nervens in bukkolingualer Ausrichtung nicht, oder nur bedingt möglich. Es kann lediglich als weiteres Hilfsmittel zu anderen Untersuchungen und Überlegungen sein, wie zum Beispiel:

Rasse und Alter spielen eine Rolle bei der bukkolingualen Lage des Nervenkanals. Ältere und weiße Patienten/Patientinnen hatten im Schnitt weniger Abstand vom bukkalen Aspekt des Kanals zum bukkalen mandibulären Rand, als es bei anderen Menschenrassen der Fall war [27].

Außerdem gibt es unterschiedliche Verläufe des Nervenkanals, die vor der Operation in die Überlegungen mit einbezogen werden sollten [28].

Somit ist zu diesem Zeitpunkt die Feststellung der bukkolingualen Lage des Nervens nur mit dreidimensionalen Techniken wie DVT, CT oder MRT definitiv möglich.

Es gibt bereits Studien, die sich auf eine intraoperative Anwendung von MRT konzentrieren, um das Gefäß-Nerven-Bündel während der Operation zu visualisieren [29].

Aqbaje JO et al. fanden heraus, dass auch die intraoperative Computertomographie ein hilfreiches Verfahren ist um die postoperative Gesundheit des N. alveolaris inf. zu verbessern. So wäre eine sofortige intraoperative Beurteilung des Nervens möglich und der Operateur/die Operateurin könnte die OP-Technik gegebenenfalls modifizieren bzw. adaptieren [30].

Trotz allem muss man sich immer vor Augen halten, dass es wichtig ist, Indikation und Risiko gegenüberzustellen und die Untersuchungsmethode zu wählen, die die geringste Strahlenbelastung an der Patientin/an dem Patienten bewirkt. (ALARA- Prinzip) [31].

## 5.1 KRITISCHE ÜBERLEGUNGEN

Wenn man Tabelle 7, 8 und Abbildung 32 und 33 betrachtet, sieht man, dass bei der Gruppe „bukkal eingescheidet“ die Streuung am höchsten und bei der Gruppe „nicht zur Darstellung“ am niedrigsten ist. Das heißt, der Kontrast und somit der rel. Dichteunterschied ist hier am größten und bei der Gruppe „nicht zur Darstellung“ am niedrigsten. Es gibt anhand dieses Ergebnisses einen Zusammenhang zwischen den rel. Dichteunterschieden im OPTG und den intraoperativen Nervenlagen.

Da die weiteren Untersuchungen dieses Themas jedoch den Rahmen dieser Diplomarbeit sprengen würden, werden von Seiten des Verfassers im Folgenden weitere Untersuchungsfelder bzw. zu klärende Fragen vorgeschlagen.

- a) Man könnte, um die Zusammenhänge zu präzisieren, bei weiteren Studien das Messfeld auf den Molarenbereich bis zum Eintritt des Nervens in das Foramen ausweiten.
- b) Es wäre auch möglich, mehrere Signalintensitätspunkte zu bestimmen.
- c) Es sollte untersucht werden, inwieweit es einen Zusammenhang bezüglich der Dichteunterschiede bei Kanal und untere Kanalbegrenzung und Kanal und unter Kanal und den unterschiedlichen Nervenlagen gibt. Ist eine Erhöhung der Trefferwahrscheinlichkeit möglich?
- d) Es sollte durch mehrere Personen eine subjektive Beurteilung der Röntgenbilder mit Einschätzung der Nervenlagen durchgeführt werden.
- e) Um Substraktions- und Additionseffekte zu reduzieren, muss immer die gleiche Position des Patienten/der Patientin, ohne den Schädel der Patientin/des Patienten zu verkippen, eingestellt werden.
- f) Okklusionsebene und Frankfurter Horizontale sollten bei jedem Patienten/jeder Patientin individuell kontrolliert und dementsprechend eingestellt werden.
- g) Es sollten nur optimale Röntgenbilder ohne Überlagerungen verwendet werden.
- h) Am besten wäre es, wenn man die Studie nur bei Patientinnen/bei Patienten durchführt, bei denen auch eine dreidimensionale Untersuchung durchgeführt wurde. Hier könnte man dann direkt die Nervenlage in bukkolingualer Richtung kontrollieren.

- Als Mittel der Wahl kommt die digitale Volumetomographie in Frage. Ein CT sollte aufgrund der höheren Energiedosis als das DVT und aufgrund der höheren Kosten nur noch bei speziellen Fragestellung wie Abklärung von traumatischen Verletzungen und tumorösen Veränderungen verwendet werden [31, 32].

Nach Ansicht des Verfassers würden die Untersuchungen dieser oben genannten Themen zu einer höheren Validität dieser Studie führen und die daraus abgeleiteten Verfahren wesentlichen Einfluss auf Vorbereitungsmöglichkeiten des Operateurs/der Operateurin nehmen.

## 6 Conclusio

Ausschließlich mit dem OPTG die bukkolinguale Lage des unteren Alveolarnerven im Kieferwinkelbereich festzustellen, ist zu diesem Zeitpunkt nicht, oder nur bedingt möglich. Es kann zurzeit nur als weiteres Hilfsmittel in Kombination mit weiteren Überlegungen bei der Abschätzung der Lage dienen.

Es ist jedoch eventuell möglich, durch geringe Änderungen des Studiendesigns, durch Ausschaltung gewisser Fehlerquellen und durch kombinierte dreidimensionale Kontrolluntersuchungen wie DVT, oder wenn nicht vorhanden mit dem CT, mit denen die Lage definitiv bestimmt werden kann, die Trefferquote von präoperativen Annahmen und intraoperativen Nervenlagen zu erhöhen und einen deutlicheren Zusammenhang erkennen zu können.

Die Zukunft wird möglicherweise beim intraoperativem MRT liegen, wobei diese Methode sicherlich aufwändig und teuer ist und mit Sicherheit die Operationsdauer deutlich verlängert.

## 7 Literaturverzeichnis

- [1] Schamsawary S, *Dsygnathien, Interdisziplinäre Therapiekonzepte von der Planung bis zur Operation*, München: Elsevier GmbH, 2007, pp. 1-57.
- [2] Roychoudhury S, Nagori SA, Roychoudhury A, „Neurosensory disturbance after bilateral sagittal split osteotomy: A retrospective study“. *J Oral Biol Craniofac Res.* 2015 May-Aug;5(2):65-8.
- [3] Degala S, Shetty SK, Bhanumathi M, „Evaluation of neurosensory disturbance following orthognatic surgery: A Prospective Study“. *J Maxillofac Oral Surg.* 2015 Mar;14(1):24-31.
- [4] Hausamen, Machtens, Reuther, Eufinger, Kübler, Schliephake, *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie*, Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 2012, pp. 379-398.
- [5] Brockmeyer P, Hahn W, Fenge S, Moser N, Schliephake H, Gruber RM, „Reduced somatosensory impairment by piezosurgery during orthognatic surgery of the mandible“. *Oral Maxillofac Surg.* 2015 Sep;19(3):301-7.
- [6] Hafferl A, *Lehrbuch der topographischen Anatomie*, Berlin: Springer Verlag, 1969
- [7] Waldeyer A, Mayet A, *Anatomie des Menschen 2, Kopf und Hals*, Berlin: De Gruyter&Co, 1992
- [8] Sobotta, *Atlas der Anatomie des Menschen, Band 1, Kopf, Hals, obere Extremität*, München. Jena: Urban&Fischer, 2000, pp. 66-67.
- [9] Yu SK, Lee MH, Jeon YH, Chung YY, Kim HJ, „Anatomical configuration of the inferior alveolar neurovascular bundle: a histomorphometric analysis“. *Surg Radiol Anat.* 2016 Mar;38(2):195-201.
- [10] Mardinger O, Chaushu G, Arensburg B, Taicher S, Kaffe I, „Anterior loop of the mental canal: an anatomical-radiologic study“. *Implant Dent.* 2000;9(2):120-5.
- [11] Rauber/Kopsch, *Anatomie des Menschen, Lehrbuch und Atlas, Topographie der Organsysteme, Systematik der peripheren Leitungsbahnen*, Stuttgart/New York: Thieme Verlag, 1998, pp.85-105.
- [12] Pria CM, Masood F, Beckerley JM, Carson RE, „Study of the inferior alveolar canal and the mental foramen on digital panoramic images“. *J Contemp Dent Pract.* 2011 Jul 1;12(4):265-71.

- [13] Kqiku L, Weiglein AH, Pertl C, Biblekaj R, Städtler P., „Histology and intramandibular course of the inferior alveolar nerve.“ *Clin Oral Investig.* 2011 Dec;15(6):1013-6.
- [14] Kim ST, Hu KS, Song WC, Kang MK, Park HD, Kim HJ, „Location of the mandibular canal and the topography of its neuro vascular structures.“ *J Craniofac Surg.* 2009 May;20(3):936-9.
- [15] Bühner P, „Skriptum Kieferorthopädie aus der klinischen Abteilung für Kieferorthopädie,“ Graz, Univ.Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Graz, 1990, pp. 1-16.
- [16] Horch H.H., Mund- Kiefer-Gesichtschirurgie II, München-Wien-Baltimore: Urban&Schwarzenberg, 1998.
- [17] Wang T, Han JJ, Oh HK, Park HJ, Jung S, Park YJ, Kook MS, „Evaluation of Mandibular Anatomy Associated With Bad Splits in Sagittal Split Ramus Osteotomy of Mandible.“ *J Craniofac Surg.* 2016 Jul;27(5):e500-4.
- [18] Trauner R, Kiefer- und Gesichtschirurgie, 1973: Urban&Schwarzenberg, 1973, pp. 301-304.
- [19] Lanzer M, *Ästhetische Ergebnisse nach sagittaler Spaltung*, Graz, 2011.
- [20] A.Pasler, Friedrich, Farbatlant der Zahnmedizin 5, Stuttgart: Thieme, 1991, pp. 3-41.
- [21] Friedrich A. Pasler, Heiko Visser, Taschenatlas der zahnärztlichen Radiologie, Stuttgart: Thieme, 2003, pp. 2-39.
- [22] Sirona Dental Systems GmbH, *Gebrauchsanweisung ORTHOPHOS XG PLUS DS / CEPH Deutsch*, pp. 1-118.
- [23] Sirona Dental Systems GmbH, „ORTHOPHOS XG plus - digitales Panoramaröntgen in Perfektion,“ *Röntgensysteme*, pp. 1-26.
- [24] AGFA Health Care, „Gebrauchsanweisung Produktnummer: IMPAX EE R20 XIII,“ Nr. Version 2, 2008-2014.
- [25] Kuhlefelt M, Laine P, Suominen AL, Lindqvist C, Thorèn H, „Nerve manipulation during bilateral sagittal split osteotomy increases neurosensory disturbance and decreases patient satisfaction.“ *J Oral Maxillofac Surg.* 2014 Oct;72(10):2052.e1-5.
- [26] Piehslinger E, Grundlagen der Zahnärztlichen Prothetik, Handbuch für die klinische Ausbildung, Wien: Universimed Verlags- und Service GmbH, 2006, p. 301.

- [27] Levine MH, Goddard AL, Dodson TB, „Inferior alveolar nerve canal position: a clinical and radiographic study.“ *J Oral Maxillofac Surg.* 2007 Mar;65(3):470-4.
- [28] Denio D, Torabinejad M, Bakland LK., „Anatomical relationship of the mandibular canal to its surrounding structures in mature mandibles“ *J Endod.* 1992 Apr;18(4):161-5.
- [29] Weckx A, Aqbaje JO, Sun Y, Jacobs R, Politis C, „Visualization techniques of the inferior alveolar nerve (IAN); A narrative review.“ *Surg Radiol Anat.* 2016 Jan;38(1):55-63.
- [30] Aqbaje JO, Salem AS, Lambrichts I, Daems L, Legrand P, Politis C, „Intraoperative Computed Tomography in Bilateral Sagittal Split Osteotomy.“ *J Maxillofac Oral Surg.* 2016 Dec;15(4):461-468.
- [31] Fuhrmann A, Schulze D, Rother U, Vesper M., „Digital Transversal Slice Imaging in Dental- maxillofacial Radiology: From Pantomography to Digital Volume Tomography“ *International Journal of Computerized Dentistry* 2003; 6: 129-140.
- [32] Möbes O, Becker J, Schnelle C Ewen K, Kemper J, Cohnen M., „Strahlenexposition bei der digitalen Volumentomographie, Panoramaschichtaufnahme und Computertomographie“ *Dtsch Zahnärztl Z.* 2000 May;55(5):336-9..
- [33] Khan I, Halli R, Gadre P, Gadre KS, „Correlation of panoramic radiographs and spiral Ct scan in the preoperative assessment of intimacy of the inferior alveolar canal to impacted mandibular third molars“ *J Craniofac Surg.* 2011 Mar;22(2):566-70.