

Aus der
Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie

**Korrelation zwischen der Darstellung dritter Molaren im
Orthopantomogramm nach Winter, Pell und Gregory sowie
Archer und deren klinisch-operativem Behandlungsverlauf.
Eine retrospektive Studie im Zeitraum von 2017-2021.**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde**

**der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen**

vorgelegt von

Herrn Cloeren, Maximilian

2025

Dekan: Professor Dr. B. Pichler

1. Berichterstatter: Professor Dr. Dr. M. Krimmel

2. Berichterstatter: Professorin Dr. A. Forschner

Tag der Disputation: 02.09.2025

Meinem Vater gewidmet

1	<u>EINLEITUNG</u>	<u>1</u>
1.1	GESCHICHTLICHER EXKURS	2
1.2	ANATOMISCHE GRUNDLAGEN	5
1.2.1	ALLGEMEINES	5
1.2.2	ANATOMIE DER ZÄHNE UND DES ZAHNHALTEAPPARATES	5
1.2.3	ANATOMIE DER MANDIBULA SOWIE DER ANGRENZENDEN WEICHGEWEBIGEN STRUKTUREN	8
1.2.4	ANATOMIE DER MAXILLA SOWIE DER ANGRENZENDEN WEICHGEWEBIGEN STRUKTUREN	14
1.3	RADIOGRAPHISCHE DARSTELLUNG VON WEISHEITZÄHNEN	15
1.3.1	ZAHNFILM	16
1.3.2	ORTHOPANTOMOGRAMM	16
1.3.3	DREIDIMENSIONALE DARSTELLUNG	18
1.4	BESCHREIBUNG DES BENÖTIGTEN INSTRUMENTARIUMS ZUR ENTFERNUNG VON WEISHEITZÄHNEN	19
1.5	RETENTIONS- UND VERLAGERUNGSFORMEN VON WEISHEITZÄHNEN ANHAND DER KLASSIFIKATION NACH WINTER, PELL UND GREGORY UND ARCHER	20
1.6	PATHOLOGIEEN IN ZUSAMMENHANG MIT WEISHEITZÄHNEN	23
1.7	INDIKATIONEN ZUR ENTFERNUNG VON WEISHEITZÄHNEN	25
1.8	KOMPLIKATIONEN UND RISIKOFAKTOREN IN ZUSAMMENHANG MIT DER ENTFERNUNG VON WEISHEITZÄHNEN	26
2	<u>MATERIAL UND METHODEN</u>	<u>30</u>
2.1	BEANTRAGUNG DER STUDIE	30
2.2	DATENERHEBUNG	30
2.2.1	QUELLEN	31
2.2.2	DATENSICHERUNG	33
2.3	STATISTISCHE AUSWERTUNG	33
3	<u>ERGEBNISSE</u>	<u>36</u>
3.1	DATENAUFBEREITUNG	36
3.2	DESKRIPTIVE STATISTIK	36
3.2.1	STICHPROBENBESCHREIBUNG	36

3.2.2	INDIKATIONEN ZUR ZAHNENTFERNUNG -----	37
3.2.3	ÜBERWEISER -----	39
3.2.4	VERLAGERUNGSGRAD NACH WINTER -----	40
3.2.5	RETENTIONSGRAD NACH ARCHER SOWIE PELL UND GREGORY -----	43
3.2.6	ART DER ZAHNENTFERNUNG-----	45
3.2.7	ALLGEMEINE OPERATIVE KOMPLIKATIONEN -----	45
3.2.8	SPEZIFISCHE KOMPLIKATIONEN IM OBERKIEFER -----	49
3.2.9	SPEZIFISCHE KOMPLIKATIONEN IM UNTERKIEFER-----	50
3.2.10	WEITERE SELTEN AUFGETRETENE KOMPLIKATIONEN -----	52
3.3	INFERENZSTATISTIK -----	53
3.3.1	DAS ALTER HAT EINEN EINFLUSS AUF DIE KOMPLIKATIONSRATE -----	53
3.3.2	DAS GESCHLECHT HAT EINEN EINFLUSS AUF DIE KOMPLIKATIONSRATE -----	54
3.3.3	DER RETENTIONSGRAD HAT EINEN EINFLUSS AUF DIE KOMPLIKATIONSRATE -----	55
3.3.4	DER VERLAGERUNGSGRAD NACH WINTER HAT EINEN EINFLUSS AUF DIE KOMPLIKATIONSRATE -----	56
3.3.5	DIE ART DER ZAHNENTFERNUNG HAT EINEN EINFLUSS AUF DIE KOMPLIKATIONSRATE -----	57
3.3.6	DER ÜBERWEISUNGSURSPRUNG HAT EINEN EINFLUSS AUF DIE KOMPLIKATIONSRATE -----	58
3.3.7	DER RETENTIONSGRAD NACH PELL UND GREGORY UND/ODER DER VERLAGERUNGSGRAD NACH WINTER HAT EINEN EINFLUSS AUF SCHÄDEN DES N. ALVEOLARIS INFERIOR-----	60
3.3.8	DER RETENTIONSGRAD NACH ARCHER UND/ODER DER VERLAGERUNGSGRAD NACH WINTER HAT EINEN EINFLUSS AUF KIEFERHÖHLENERÖFFNUNGEN. -----	61
3.3.9	DER RETENTIONSGRAD NACH ARCHER/PELL UND GREGORY UND/ODER DER VERLAGERUNGSGRAD NACH WINTER HAT EINEN EINFLUSS AUF DAS AUFTRETEN VON WUNDHEILUNGSSTÖRUNGEN -----	61
3.3.10	DER RETENTIONSGRAD NACH ARCHER/PELL UND GREGORY UND/ODER DER VERLAGERUNGSGRAD NACH WINTER HAT EINEN EINFLUSS AUF ABSZESSGESCHEHEN-----	62
3.3.11	DIE ANTIKOAGULATION EINES PATIENTEN HAT EINEN EINFLUSS AUF BLUTUNGSEREIGNISSE -----	63
3.3.12	DAS RAUCHVERHALTEN EINES PATIENTEN HAT EINEN EINFLUSS AUF WUNDHEILUNGSSTÖRUNGEN	64
3.3.13	DER OPERATIONSMODUS INTUBATIONSNARKOSE HAT EINEN EINFLUSS AUF DIE KOMPLIKATIONSRATE	65
4	<u>DISKUSSION -----</u>	<u>66</u>
5	<u>ZUSAMMENFASSUNG-----</u>	<u>86</u>
6	<u>LITERATURVERZEICHNIS-----</u>	<u>88</u>

7 ERKLÄRUNG ZUM EIGENANTEIL -----97

8 DANKSAGUNG-----98

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1 Instrumentarium auf dem Grabstein eines Arztes im Lateranmuseum in Rom, aus „An introduction to the history of dentistry“, Weinberger, 1948, S. 145.....	3
Abbildung 2 Fauchards Zahnzangen, aus „Geschichte der Zahnmedizin“, Sudhoff 1926, S. 191	4
Abbildung 3 Histologie des Zahnes, aus „Prometheus Kopf, Hals und Neuroanatomie“, Schünke/Schulte et al. Georg Thieme Verlag, 2015, S. 49	6
Abbildung 4 Faserapparat im horizontalen Querschnitt, aus Farbatlanten der Zahnmedizin 1, Parodontologie Wolf, H. F., Rateitschak, E. M., & Rateitschak, K. H. Georg Thieme Verlag, 2004, S. 13	7
Abbildung 5 Anatomie des Unterkiefers, aus „Prometheus Kopf, Hals und Neuroanatomie“, Schünke/Schulte et al. Georg Thieme Verlag, 2015, S.46.....	8
Abbildung 6, Ansatz der Zungenbein- und Kaumuskulatur, aus „Prometheus Kopf, Hals und Neuroanatomie“, Schünke/Schulte et al. Georg Thieme Verlag 2015, S.86.....	9
Abbildung 7 Anatomie des Mundbodens, aus „Das Gesicht“, Radanski/Wesker, Quintessenz Verlag 2015, S. 281.....	11
Abbildung 8 Schematische Darstellung der Lage des N. lingualis, aus „Frequency of trigeminal nerve injury following third molar removal“, Goldberg, J. Oral Maxillofac Surg 2005;63;1773	13
Abbildung 9 Übersicht über die Anatomie des Kieferwinkels und des aufsteigenden Astes, aus „Das Gesicht“, Radlanski/Wesker, Quintessenz Verlag, 2015, S. 291	13
Abbildung 10, Anatomisches Zielgebiet zahnärztlicher Röntgenaufnahmen, aus Schulze R: Lehrbuch Zahnärztliches Röntgen, Grundlagen, Technik, Anwendung – Hintergrundinformationen –. Johannes-Gutenberg-Universität Mainz; 1. Auflage 2019, S 135	15
Abbildung 11, DVT bei interradiikulärem Nervverlauf, aus Schulze R: Lehrbuch Zahnärztliches Röntgen, Grundlagen, Technik, Anwendung – Hintergrundinformationen –. Johannes-Gutenberg-Universität Mainz; 1. Auflage 2019, S. 239.....	18
Abbildung 12, Die Klassifikation nach Winter, aus „Assessment of Third Molar Impaction Pattern and Associated Clinical Symptoms in a Central Anatolian Turkish Population“, Yilmas/Adisen et al., In: Medical Principals and Practice, 25. Jg. (2), S. 169-175.	21

Abbildung 13, Übersicht über die Retentionsklassifikation nach Pell und Gregory (1933), a: in Bezug auf den zweiten Molaren, b: in Bezug auf die vordere Ramusbegrenzung, aus Fragiskos F.D. „Surgical extraction of impacted teeth“ in Oral Surgery, Springer-Verlag, S. 126.....	22
Abbildung 14, Klassifikation der impaktierten oberen Weisheitszähne nach Archer (1975), a: Klasse A, b: Klasse B und c: Klasse C, aus Fragiskos F.D. „Surgical extraction of impacted teeth“ in Oral Surgery, Springer-Verlag, S. 155.....	23
Abbildung 15, Altersverteilung zum Operationszeitpunkt, eigene Darstellung.....	37
Abbildung 16, Häufigste Indikationen zur Weisheitszahnentfernung, eigene Darstellung	38
Abbildung 17, Vergleich der drei häufigsten Verlagerungsgrade im Ober- und Unterkiefer, eigene Darstellung.....	42
Abbildung 18, Die vier häufigsten Retentionsgrade im Unterkiefer, eigene Darstellung	44
Abbildung 19, Komplikationen dichotomisiert, eigene Abbildung	46
Abbildung 20, Anzahl an Komplikationen je Zahnentfernung, eigene Darstellung	46
Abbildung 21, Vergleich Wundheilungsstörungen, eigene Darstellung	47

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1, Indikationen zur Weisheitszahnentfernung, eigene Darstellung	38
Tabelle 2, Darstellung der Überweiser in Bezug auf die zu entfernenden/entfernten Zähne, eigene Darstellung	39
Tabelle 3, Verlagerungsgrade nach Winter im Oberkiefer, eigene Darstellung	40
Tabelle 4, Verlagerungsgrade nach Winter im Unterkiefer, eigene Darstellung	41
Tabelle 5, Retentionsgrade im Oberkiefer nach Archer, eigene Darstellung.....	43
Tabelle 6, Übersicht über die Retentionsgrade im Unterkiefer, eigene Darstellung.....	44
Tabelle 7, Art der Zahnentfernung, eigene Darstellung	45
Tabelle 8, Spezifische Komplikationen bei der Entfernung von Weisheitszähnen in Ober- und Unterkiefer, eigene Darstellung.....	47
Tabelle 9, Übersicht über die Blutungskomplikationen, zahnbezogen, eigene Darstellung	48
Tabelle 10, Spezifische Komplikationen des Oberkiefers, eigene Darstellung	49
Tabelle 11, Unterkieferfrakturen in Lebensdekaden, eigene Darstellung	50
Tabelle 12, Spezifische Komplikationen des Unterkiefers, eigene Darstellung	51
Tabelle 13, Selten aufgetretene Komplikationen, eigene Darstellung	52
Tabelle 14, Lineare Regression zur Hypothese 1, eigene Darstellung.....	53
Tabelle 15, Lineare Regression zur Hypothese 2, eigene Darstellung.....	54
Tabelle 16, Lineare Regression Hypothese 3, eigene Darstellung	55
Tabelle 17, Lineare Regression Hypothese 4, eigene Abbildung.....	57
Tabelle 18, Lineare Regression Hypothese 5, eigene Darstellung.....	58
Tabelle 19, Regressionsmodell Hypothese 6, eigene Darstellung.....	59
Tabelle 20, Regressionsmodell Hypothese 7, eigene Darstellung.....	60
Tabelle 21, Regressionsmodell Hypothese 11, eigene Darstellung.....	63
Tabelle 22, Regressionsmodell Hypothese 12, eigene Darstellung.....	64

Abkürzungsverzeichnis:

A.	Arteria
ASS	Acetylsalicylsäure
AV	Abhängige Variable
CD	Cook-Distanz
DOAK	Direkte orale Antikoagulantien
DVT	Digitale Volumetomografie
KZBV	Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung
M.	Musculus
MKG	Mund-, Kiefer- Gesichtschirurgie
N.	Nervus
OPT	Orthopantomogramm
PSA	Panoramaschichtaufnahme
UV	Unabhängige Variable

1 Einleitung

Die Zahnentfernung, von der einfachen Extraktion bis hin zur Entfernung von stark verlagerten und/oder retinierten Zähnen durch Osteotomie, gehört weltweit zu dem am häufigsten durchgeführten chirurgischen Eingriff in zahnärztlichen Praxen (Wagner/Kunkel et al. 2019). Laut dem Jahrbuch der Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung (KZBV) wurden 2023 in Deutschland über 11,7 Millionen Zähne extrahiert, wobei ca. 3,5 Millionen mittels Osteotomie entfernt worden sind (Mund/Horbert et al. 2023). Im Jahr 2016 wurden im Bereich der gesetzlichen Krankenversicherungen noch mehr als 1,26 Millionen verlagerte und/oder retinierte Zähne operativ entfernt (Wagner/Kunkel et al. 2019). Vergleicht man die Zahlen der KZBV mit denen von Kunkel und Wagner lässt sich also festhalten, dass ca. 10% der extrahierten Zähne durch einen operativen Eingriff entfernt wurden. Wie aus der aktuellen S2k-Leitlinie „Operative Entfernung von Weisheitszähnen“ zu entnehmen ist, handelt es sich bei den operativ entfernten Zähnen hauptsächlich um Weisheitszähne (Kunkel/Fritz et al. 2019), womit der Weisheitszahn zu den am häufigsten retinierten und/oder verlagerten Zähnen zählt. In konkreten Zahlen bedeutet dies, dass in Deutschland pro Jahr mehr als 1.000.000 Weisheitszähne operativ entfernt werden (Kunkel 2009). Die vorliegenden Zahlen untermauern nach wie vor die Ergebnisse einer Studie aus den 1980er-Jahren, dass bei ca. 80% der westeuropäischen Bevölkerung mindestens ein retinierter Weisheitszahn vorhanden oder angelegt ist (Hugoson 1988).

Die vorliegende Dissertation soll weiteren Aufschluss über den Verlauf einer (operativen) Weisheitszahnentfernung geben und einen möglichen Zusammenhang mit anamnestisch erhobenen Daten sowie radiologischen und klinischen Befunden aufzeigen.

Das Ziel war, durch Einbeziehung aller klinischen Daten und Befunde Risikoprofile zu erstellen die es einem chirurgisch tätigen Zahnarzt, einem Oralchirurgen oder einem Mund- Kiefer- und Gesichtschirurgen ermöglichen, das individuelle Patientenrisiko präoperativ schnell einschätzen zu können und dadurch gezielter aufzuklären. Zudem können die Risikoprofile dazu genutzt werden, geeignete Operationstechniken anzuwenden oder die Indikationsstellung noch einmal zu überdenken.

1.1 Geschichtlicher Exkurs

Bereits im alten China wurden Zahnentfernungen mittels Instrumenten vorgenommen, welche den heutigen Hebeln ähneln, wobei im Voraus die Zähne und das Zahnfleisch mittels Pasten und Pulvern bestrichen wurde, womit eine Lockerung der Zähne erreicht werden sollte (Toellner 1990). Auf dem Boden der griechischen Kultur konnte sich die zahnärztliche Wissenschaft weiterentwickeln. So beschrieb bereits Hippokrates die anatomischen Unterschiede der einzelnen Zähne und erklärte, dass Zähne nur dann extrahiert werden sollen, wenn diese bereits gelockert sind (Sudhoff 1926). So erklärt sich auch seine Einschätzung, dass die Zahnentfernung als einfach einzustufen ist, wenig bis keiner Übung bedarf, und die „Zahnzange“ nicht zu den ärztlichen Instrumente gerechnet wurde (Sudhoff 1926). Bei dieser „Zahnzange“ spricht Aristoteles von der „Odontagra“, einer aus Eisen hergestellten Zange, welche allerdings nur bei stark gelockerten Zähnen und unter höchster Vorsicht zum Einsatz kommen soll (Dude 2005). Es lässt sich festhalten, dass in der griechischen Antike die Zahnentfernung mit einer gewissen Zurückhaltung verbunden war.

Das gesammelte Wissen sowie die aus der praktischen Anwendung entstandenen Erfahrungen der Griechen konnten von den Römern genutzt und weiterentwickelt werden. Als einer der zentralen Figuren ist in diesem Zusammenhang Celsus zu nennen. Er stellte Verhaltensregeln auf, welche bei Zahnschmerzen zu befolgen waren, wozu der Verzicht auf Wein sowie der Konsum von weicher Kost zählten (Dude 2005). Im Vordergrund stand auch hier der Zahnerhalt. Sollte es allerdings keinen anderen Ausweg als die Extraktion geben, verabreichte Celsus präoperativ Medikamente, welche beispielsweise aus Weihrauch und Opium bestanden, um die Entfernung des Zahnes zu vereinfachen. Bemerkenswert ist jedoch, wie genau er das operative Vorgehen zur Zahnentfernung in seinem siebten Buch, Kapitel zwölf „Von den Leiden des Mundes, welche operative Hilfe fordern“ beschreibt. So rät er, vor der Entfernung des Zahnes das Zahnfleisch ringsherum „abzuschaben“, den Zahn vorab zu lockern, dass übermäßige Blutungen auf eine Kieferfraktur hinweisen und frakturierte Stücke eines Zahnes sogleich entfernt werden sollten (Dude 2005).

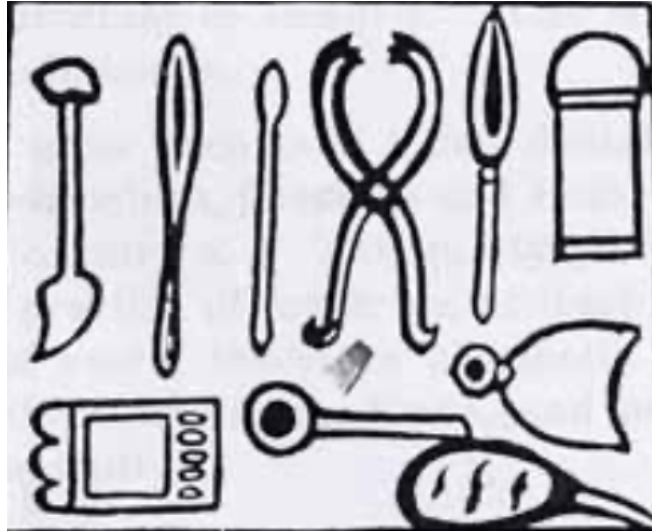


Abbildung 1 Instrumentarium auf dem Grabstein eines Arztes im Lateranmuseum in Rom, aus „An introduction to the history of dentistry“, Weinberger, 1948, S. 145

Im weitesten Sinne beginnt auch heute noch jede Extraktion nach den Richtlinien des Celsus, nämlich mit dem Ablösen des marginalen Parodonts, beispielsweise mittels Periotom.

In den letzten Jahren des römischen Kaiserreiches wurden die Provinzen zunehmend selbstständiger und so kam es unter der Auflösung der Zentralmacht Rom und der damit einhergehenden Abschaffung des Kaisertums zu einem weitgehenden Verlust wissenschaftlicher Kultur (Sudhoff 1926). So wurde im Mittelalter fehlendes Wissen durch Aberglaube ersetzt, was Jan Yperman zu der Annahme brachte, dass Eiter durch die Bewegung von Zahnwürmern entstehe (Sudhoff 1926). Zur etwa gleichen Zeit, um 1300, lebte Bernhard Gordon, Professor in Montpellier, welcher in Kapitel 25 und 26 seines dritten Buches „Lilium medicinae“ über das Zahneiden berichtet. Dort beschreibt er, ähnlich der Vorgehensweise von Celsus, dass ein Zahn zur Extraktion mittels Zange tief gegriffen werden muss, ergänzt jedoch, dass der Kopf des Patienten stabilisiert werden sollte, um ein Abgleiten der Instrumente zu vermeiden und von großer Kraftanwendung abzusehen sei (Majer 2006).

In der sich anschließenden Renaissance war das Ziel, durch rationelle Beobachtungen sowie durch erneute Prüfung antiker Literatur eine Grundlage für faktenbasierte und rational betriebene Wissenschaft zu schaffen. So kam es in dieser Zeit auch zu neuen anatomischen Erkenntnissen. In diesem Zusammenhang ist besonders Leonardo Da Vinci (1452-1519) hervorzuheben, der neben der Gesamtanatomie des menschlichen Körpers

auch die Anatomie der Lippenmuskulatur und der Kieferhöhlen, welche für Zahnärzte besonders wichtig ist, beschrieb (Sudhoff 1926).

In den kommenden Jahrhunderten kam es zu weiteren Erkenntnissen in der Zahnmedizin. So beschrieb William Cowper (1666-1709) das erste Mal Mund-Antrum-Verbindungen, welche in Zusammenhang mit Zahnextraktionen im Oberkiefer aufgetreten seien (Toellner 1990). Um 1700 kam es in Frankreich zu einer besonderen Wende: Der „Chirurgien dentiste“ wurde als eigener Stand anerkannt und den Barbieren das Zahnziehen verboten (Sudhoff 1926).

Anfang bis Mitte des 18. Jahrhunderts wirkte ein bedeutender Zahnarzt in Frankreich, welcher bis heute als Begründer der modernen Zahnheilkunde gilt: Pierre Fauchard (1678-1761). In seinem Buch „Le Chirurgien dentiste“ betont er, wie wichtig exakte Kenntnisse über die Mund- und Zahnanatomie seien, beschreibt diese genauestens, geht dabei sogar auf den mikroskopischen Zahnaufbau ein und verwirft die Theorie des Zahnwurms (Sudhoff 1926).

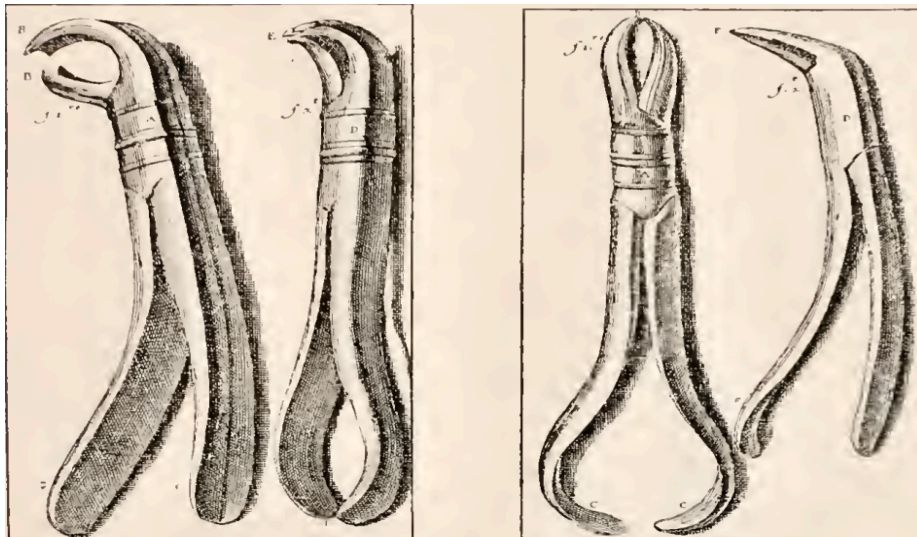


Abbildung 2 Fauchards Zahnzangen, aus „Geschichte der Zahnmedizin“, Sudhoff 1926, S. 191

Gegen Ende des 18. Jahrhunderts entdeckte Priestley das Lachgas und 1800 erkannte Humphrey Davy dessen anästhesierende Wirkung (Toellner 1990), wodurch es möglich war, operative Eingriffe unter einer allgemein wirkenden Sedierung durchzuführen.

1.2 Anatomische Grundlagen

1.2.1 Allgemeines

Vorraussetzung eines jeden operativen Eingriffes ist die anatomische Kenntnis des Operationssitus. Nur so ist gewährleistet, dass Verletzungen benachbarter anatomischer Strukturen, wie beispielsweise die von Nerven und Gefäßen, welche zu schwerwiegenden intra- und postoperativen Komplikationen führen, auf ein Minimum reduziert werden können. So soll im Folgenden eine kurze Zusammenfassung über die Anatomie der Mundhöhle sowie der wichtigsten benachbarten anatomischen Strukturen gegeben werden. Das stomatognathe System, welches als funktionelle Einheit zu verstehen ist und aus den Zähnen, dem Kieferknochen, der Kaumuskulatur, der Zunge, dem Kiefergelenk sowie deren neuronaler Innervation besteht, stellt den Eingang zum Magen-Darm-Trakt dar, in welchem die aufgenommene Nahrung zerkleinert und die Verdauung über die im Speichel befindlichen Enzyme eingeleitet wird (Lehmann/Hellwig et al. 2014). Die Mundhöhle, das Cavum oris, wird durch die Zahnreihen in einen Mundvorhof, das Vestibulum oris und in ein Cavum oris proprium, die eigentliche Mundhöhle, welche sich zwischen den Zahnreihen befindet, geteilt (Metzger 2019). Neben der Nahrungsaufnahme ist die überaus differenzierte Wiedergabe seelischer Empfindungen eine weitere Aufgabe, welche der oralen und perioralen Region zukommt. Daher sind diese Körperregionen sowohl auf dem motorischen als auch auf dem sensorischen Kortex überproportional repräsentiert (Lehmann/Hellwig et al. 2014).

1.2.2 Anatomie der Zähne und des Zahnhalteapparates

Makroskopisch lässt sich der Zahn in eine Krone (Corona dentis), eine Wurzel (Radix dentis), einen Zahnhals (Cervix dentis) sowie in eine Wurzelspitze (Apex dentis) einteilen, wobei unter physiologischen Bedingungen die Krone in die Mundhöhle hineinragt und die Wurzel im Alveolenfach des Knochens lokalisiert ist (Lehmann/Hellwig et al. 2014). Mikroskopisch bestehen die Zähne aus drei verschiedenen Hartsubstanzen: Dem Schmelz, welcher die Krone überzieht, zu 95% aus anorganischer mineralischer Substanz besteht und keine Zellen enthält, dem

knochenähnlichen Dentin oder auch Zahnbein genannt, welches das „Grundgerüst“ der Zähne bildet und von Zellfortsätzen der Odontoblasten, den sogenannten Tomesschen Fasern, durchzogen wird, als auch aus dem Wurzelzement, in welches die bindegewebigen Fasern des Zahnhalteapparates bzw. des Parodontiums einstrahlen, um den Zahn in seinem Alveolenfach beweglich zu verankern (Schünke/Schulte et al. 2015). Im Inneren des Zahnes, in einem von Dentin umschlossen Hohlraum, dem Pulpencavum, befindet sich die Pulpa, wobei es sich um spezialisiertes Bindegewebe handelt, in dem Nerven, Blutgefäße und Lymphgefäße, welche über das jeweilige Foramen apicale in den Zahn einziehen, als auch Fibrozyten und Osteoblasten eingebettet sind (Lehmann/Hellwig et al. 2014). Somit kommt der Pulpa neben einer Sensorischen- und Ernährungsfunktion auch eine Bildungsfunktion zu, da sie durch die vorhandenen Odontoblasten in der Lage ist auf verschiedene Reize hin Tertiärdentin zu bilden.

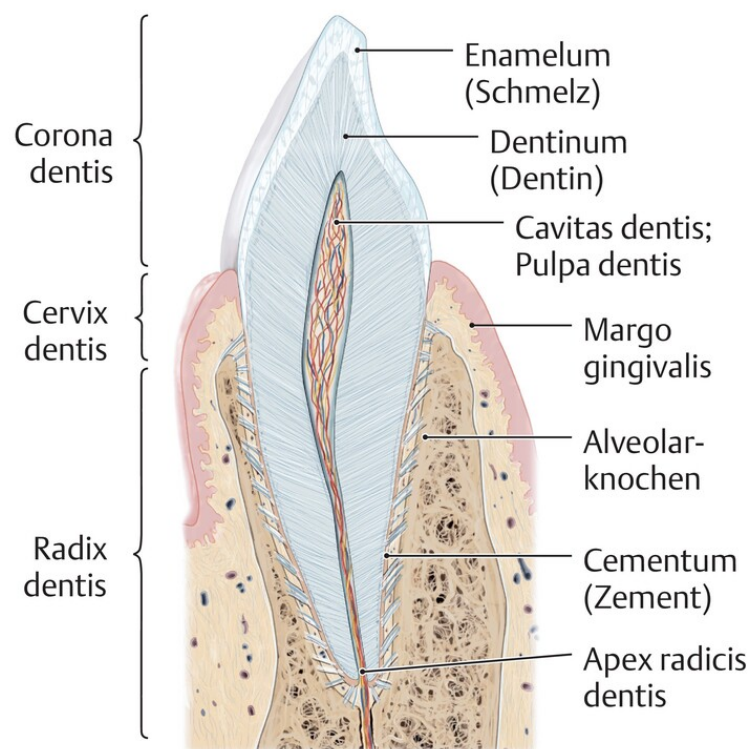


Abbildung 3 Histologie des Zahnes, aus „Prometheus Kopf, Hals und Neuroanatomie“, Schünke/Schulte et al. Georg Thieme Verlag, 2015, S. 49

Die bereits angesprochenen bindegewebigen Fasern, welche dem Zahn eine Beweglichkeit von ca. 100 µm erlauben, gehören zum Zahnhalteapparat, auch Parodontium genannt, worunter man die funktionelle Einheit der Gingiva, des Wurzelzementes, der Wurzelhaut und des Alveolarknochens versteht (Schünke/Schulte et al. 2015). Neben den schräg nach apikal verlaufenden Sharpey-Fasern finden sich supraalveolär eher zirkulär verlaufende Kollagenfasern, welche als *Fibrae circulares* und *Fibrae interdentalis decussatae* bezeichnet werden (Lehmann/Hellwig et al. 2014). Neben der Befestigung des Zahnes im Kieferknochen sind die Kollagenfasern entscheidend am Erhalt des Alveolarfortsatzes im Oberkiefer als auch im Unterkiefer beteiligt. So wird durch die federnd-elastische Aufhängung des Zahnes, welche auch als Thekodontie bezeichnet wird, der Kaudruck in einen Zug auf das Periost umgewandelt, was einem permanenten Reiz für die Knochenregeneration/Bone remodeling gleichkommt und somit ein Abbau des Kieferknochen vermieden wird (Schünke/Schulte et al. 2015). Kommt es demnach zu einem Zahnverlust und die Zugbelastung auf das Periost bzw. den Knochen entfällt, fehlt der Reiz zum knöchernen Remodelling und es kommt zu einer Resorption des knöchernen Alveolarfortsatzes, welche in extremen Fällen bis zur Ober- bzw. Unterkieferbasis fortschreiten kann.

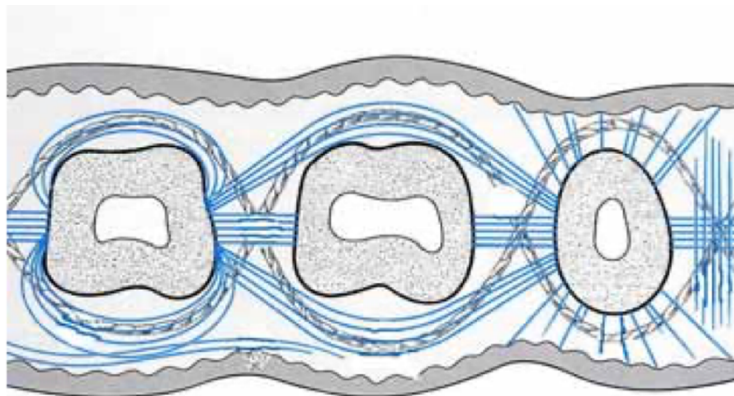


Abbildung 4 Faserapparat im horizontalen Querschnitt, aus Farbatlanten der Zahnmedizin I, Parodontologie Wolf, H. F., Rateitschak, E. M., & Rateitschak, K. H. Georg Thieme Verlag, 2004, S. 13

1.2.3 Anatomie der Mandibula sowie der angrenzenden weichgewebigen Strukturen

Der Ursprung der Mandibula befindet sich im ersten Kiemenbogenpaar, aus welchem die paarigen Unterkieferwülste hervorgehen, die ihrerseits aufeinander zuwachsen und am Ende der vierten Embryonalwoche miteinander verschmelzen, was an der knöchernen Mandibula zeitlebens als Symphysis mandibulae zu erkennen ist (Schünke/Schulte et al. 2015). Der Unterkiefer ist Teil des Viszerokraniums und nimmt als einziger beweglicher Knochen dieses Systems eine Sonderstellung ein (Strub/Kern et al. 2011). Topografisch lässt sich die Mandibula in ein Corpus mandibulae, welches den horizontal verlaufenden Teil des Unterkiefers darstellt, eine Pars alveolaris mandibulae, welche den zahortragenden Abschnitt der Mandibula mit den Zähnen und ihren Alveolen darstellt und den paarig angelegten, dorsal befindlichen, nach kranial ziehenden Ramus mandibulae, welcher sowohl den Muskel- als auch den Kiefergelenksfortsatz trägt, einteilen (Radlanski/Wesker 2015).

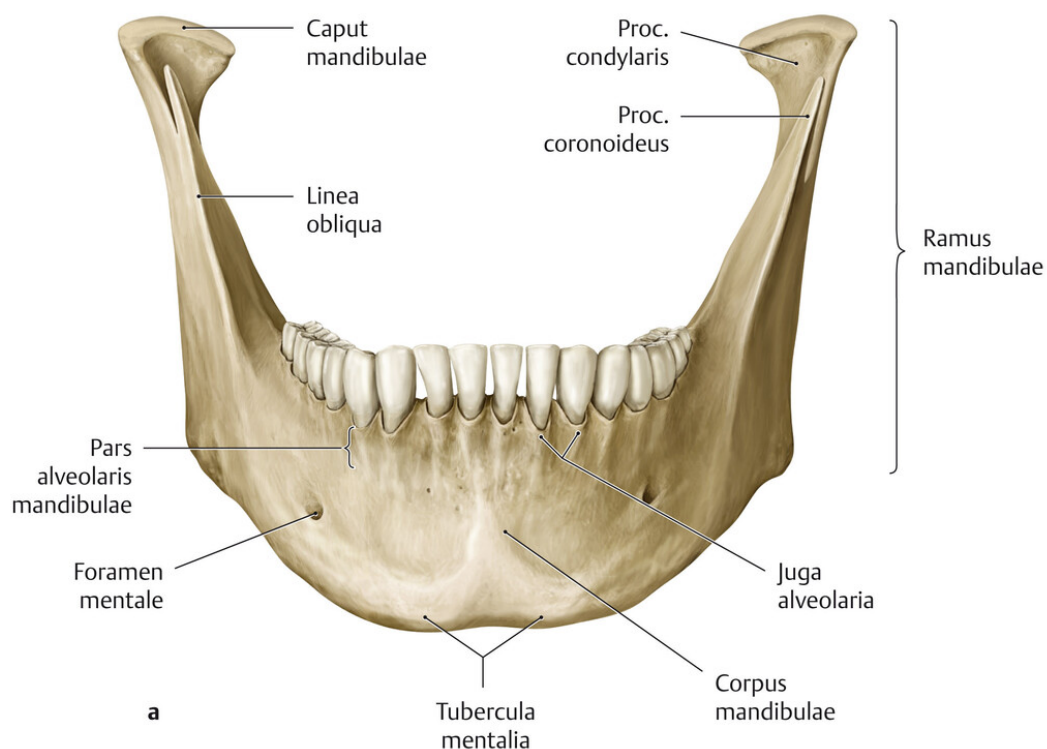


Abbildung 5 Anatomie des Unterkiefers, aus „Prometheus Kopf, Hals und Neuroanatomie“, Schünke/Schulte et al. Georg Thieme Verlag, 2015, S.46

Am Unterkiefer lassen sich außerdem kompakte, knöcherne Verstärkungslinien erkennen, die die umliegende Muskulatur als Ursprung oder Ansatz verwendet: So findet sich an der Innenseite der Mandibula die Linea mylohyoidea, welche dem Musculus mylohyoideus als Ursprung dient und die Basis des Mundbodens bildet (Metzger 2019). Unterhalb verläuft der Musculus digastricus, welcher mit seinem vorderen Bauch aus der Fossa digastrica entspringt, oberhalb der Musculus geniohyoideus, welcher die Spina mentalis mandibulae als Ursprung besitzt (Strub/Kern et al. 2011). Gemeinsam mit dem Musculus stylohyoideus bilden die oben genannten Muskeln die Gruppe der suprahyoidalen Muskulatur, die auch als akzessorische Kaumuskulatur bezeichnet wird, welchen gemein ist, dass sie am Zungenbein/Os hyoideum ansetzen (Lehmann/Hellwig et al. 2014). Die zweite wichtige Muskelgruppe, welche den Unterkiefer umgibt, ist die eigentliche Kaumuskulatur, die aus dem paarig angelegten M. masseter, M. temporalis, M. pterygoideus medialis und lateralis besteht (Metzger 2019).

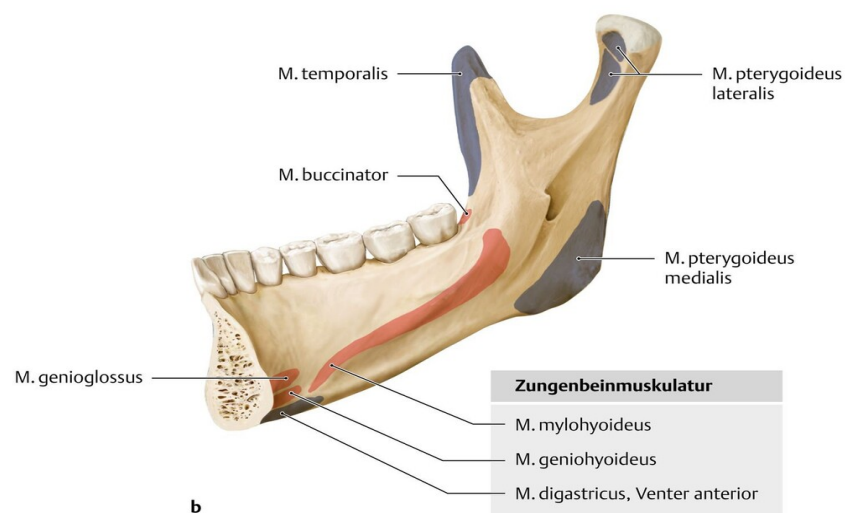


Abbildung 6, Ansatz der Zungenbein- und Kaumuskulatur, aus „Prometheus Kopf, Hals und Neuroanatomie“, Schünke/Schulte et al. Georg Thieme Verlag 2015, S.86

Diese Muskeln lassen sich durch ihre Funktion in die Gruppe der Adduktoren (Kieferschluss) und die Gruppe der Abduktoren (Kieferöffnung) einteilen: Der M. masseter, welcher vom Arcus zygomaticus zur Tuberositas masseterica auf der Außenseite des Kieferwinkels zieht, der M. temporalis, welcher von der Linea temporalis inferior zum Processus coronoideus/muscularis der Mandibula zieht, als auch der M. pterygoideus medialis, welcher von der Fossa pterygoidea zur Tuberositas pterygoidea

auf der Innenseite des Kieferwinkels zieht, bilden die Gruppe der Adduktoren und sind somit vorrangig für den Kieferschluss zuständig (Schünke/Schulte et al. 2015). Der M. pterygoideus lateralis ist ein zweiköpfiger Muskel, welcher gemeinsam mit der suprahyoidalen Muskulatur für die Abduktion des Kiefers, also die Kieferöffnung, zuständig ist. Das Caput superius zieht von der Crista infratemporalis des Keilbeins zum Discus articularis des Kiefergelenks wohingegen das Caput inferius seinen Ursprung an der Lamina lateralis des Keilbeins hat und zum Processus coronoideus der Mandibula zieht (Strub/Kern et al. 2011).

Neben der Muskulatur, welche als Weichgewebe den Unterkiefer umgibt, befinden sich weitere Weichgewebe-Strukturen wie Speicheldrüsen, Venen, Arterien und Nerven in unmittelbarer Nähe zum knöchernen Unterkiefer:

So liegt Glandula submandibularis im Trigonum submandibulare, welches von der Mandibula und den beiden Bäuchen des M. digastricus begrenzt wird, dem Unterkiefer direkt an (Schünke/Schulte et al. 2015). Bemerkenswert ist, dass diese seromuköse Drüse knapp 70% des Gesamtspeichels produziert, welcher über einen eigenen Gang, den sogenannten Wharton-Gang, in die Mundhöhle drainiert (Filippi/Waltimo 2020). Dieser verläuft auf dem M. mylohyoideus nach rostral und mündet seitlich des Zungenbändchens in die Caruncula sublingualis. Im Gegensatz dazu handelt es sich bei der Glandula sublingualis, welche die kleinste der drei großen Speicheldrüsen ist, um eine mukoseröse Drüse, welche knapp 5% der Gesamtspeichelmenge produziert. Dabei stellt diese Drüse den Übergang zu den kleinen Speicheldrüsen dar, da sie meist aus zahlreichen einzelnen Drüsen besteht, welche einen eigenen Ausführungsgang (Ductus sublinguales minores) besitzen. Der Hauptausführungsgang, der Ductus sublingualis major, mündet neben der Caruncula sublingualis in die Mundhöhle (Reuther/Kübler 2010).

Beide Drüsen haben jedoch eine wichtige Gemeinsamkeit: die Innervation. So stammen die präganglionären parasymphatische Fasern aus dem N. facialis, ziehen jedoch in Form der Chorda tympani innerhalb der Fossa infratemporalis Richtung N. lingualis, lagern sich diesem an und werden im Ganglion submandibulare auf die postganglionären parasymphatischen Fasern umgeschaltet (Aumüller/Wennemuth 2017).

Darüber hinaus verlaufen mit der Chorda tympani Geschmacksfasern, welche die vorderen zwei Drittel der Zunge gustatorisch innervieren (Schünke/Schulte et al. 2015). Sollte es demnach durch eine operative Weisheitszahntfernung zu einer vollständigen Durchtrennung des N. lingualis kommen, ist bei dem betroffenen Patienten mit einer Einschränkung der Speichelsekretion als auch der Geschmacksempfindung zu rechnen.

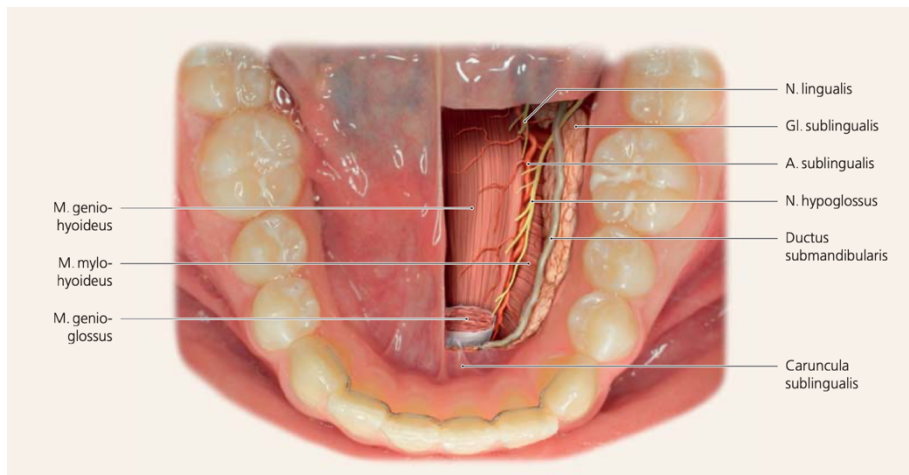


Abbildung 7 Anatomie des Mundbodens, aus „Das Gesicht“, Radanski/Wesker, Quintessenz Verlag 2015, S. 281

Die beschriebenen anatomische Strukturen, wie beispielsweise Nerven und Gefäße sollten nicht einzeln, sondern im Gesamtkontext betrachtet werden, um ein möglichst gutes Verständnis für die topografischen Beziehungen der Strukturen untereinander zu erlangen. So kann aus der Abbildung 7 die nachbarschaftliche Beziehung des Warthonganges mit dem N. hypoglossus, welcher die gesamte Zungenmuskulatur mit Ausnahme des M. styloglossus innerviert, als auch mit dem N. lingualis und der A. sublingualis entnommen werden.

Zum Abschluss dieses Kapitels soll eine Übersicht über die komplexe Anatomie des Kieferwinkels, des retromolaren Dreiecks als auch des aufsteigenden Astes erfolgen. Neben den bereits beschriebenen Muskeln, welche am Kieferwinkel ansetzen und eine kräftige Muskelschlinge bilden, finden sich in diesem Bereich vor allem Leitungsbahnen wie Nerven und Gefäße. So erfolgt die arterielle Blutversorgung des Unterkiefers aus der A. maxillaris, welche aus der A. carotis externa hervorgeht und medial des Ramus

mandibulae verläuft, aus der wiederum die A. alveolaris inferior hervorgeht, welche mit einer gleichnamigen Vene über das Foramen mandibulae Anschluss an den Canalis mandibularis erhält und in diesem bis zum Foramen mentale verläuft, aus welchem sie dann als A. mentalis hervorgeht (Radlanski/Wesker 2015).

Die sensible als auch motorische Innervation dieses Gebietes wird hauptsächlich vom dritten Ast des N. trigeminus geprägt: dem N. mandibularis. So zieht der N. mandibularis aus der mittleren Schädelgrube über das Foramen ovale in die Fossa infratemporalis, wo er sich in seine sensiblen als auch motorischen Nervenäste aufteilt (Aumüller/Wennemuth 2017). Die motorischen Äste innervieren dabei die großen Kaumuskeln sowie die Muskulatur des weichen Gaumens.

Aus dem N. mandibularis geht der N. alveolaris inferior hervor, dessen Hauptaufgabe die sensible Innervation des Unterkiefers, der Unterkiefer Zähne sowie der angrenzenden Gingiva, des Kinns und als auch der Unterlippe ist. Der Nerv verläuft zwischen M. pterygoideus medialis und lateralis Richtung Foramen mandibulae, folgt ab dort dem Verlauf der A. alveolaris inferior und geht analog zu dieser aus dem Foramen mentale als N. mentalis hervor. So kann es durch eine Schädigung des Nervens bei einer Weisheitszahnoperation zu einer Hyp-, Par-, oder Anästhesie der Unterlippe und des Kinnes kommen. (Schünke/Schulte et al. 2015).

Etwas weiter medial des N. alveolaris inferior verläuft der N. lingualis. Dieser zieht zwischen dem M. pterygoideus medialis und Ramus mandibulae nach ventral in Richtung Trigonum retromolare (Aumüller/Wennemuth 2017). In seinem weiteren Verlauf zur Zungenspitze überkreuzt er erst den Warthon-Gang, um diesen danach wieder zu unterkreuzen um zur Zungenspitze zu ziehen. Besonders variabel ist der Verlauf des N. lingualis im Bereich des Trigonum retromolare, weshalb dieser bei unsachgemäßen Operationstechniken oder Unachtsamkeit im Kontext einer Weisheitszahnentfernung verletzt werden kann. So ist die Vertikalausrichtung des Nervens in der Regel auf Höhe des Mandibularkanals lokalisiert, kann im Extremfall jedoch dem Alveolarkamm im Retromolarbereich aufliegen und ausschließlich von Schleimhaut bedeckt sein (Cornelius 2010).

Bereits eine anatomische Studie am Humanpräparat aus den 1980er Jahren konnte zeigen, dass sich der N. lingualis in über 17% der Fälle auf Höhe der lingualen Knochenkante oder kranial davon befand und in 62% der Fälle ein direkter Knochenkontakt zum Trigonum retromolare bestand (Kiesselbach/Chamberlain 1984). Demnach ist neben der korrekten Schnittführung, der subperiostalen Präparation des Mukoperiostlappens ebenfalls bei der Naht darauf zu achten, dass im lingualen Bereich nicht zu tief eingestochen wird, um ein mechanisches Trauma des Nervens am Ende der Operation zu vermeiden (Meyer/Bagheri 2011).

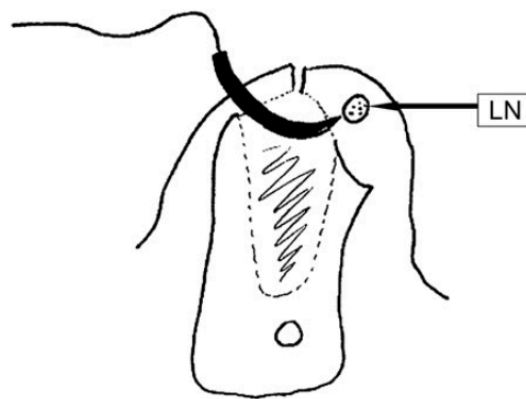


Abbildung 8 Schematische Darstellung der Lage des N. lingualis, aus
„Frequency of trigeminal nerve injury following third molar removal“,
Goldberg, J. Oral Maxillofac Surg 2005;63;1773

1.2.4 Anatomie der Maxilla sowie der angrenzenden weichgewebigen Strukturen

Die Maxilla ist Teil des Viszerocraniums und entsteht durch die Verschmelzung der paarig angelegten Oberkieferwülste während der embryonalen Entwicklung, wobei die Fusionsstelle beider Knochen zeitlebens als Sutura intermaxillaris zu sehen ist (Radlanski/Wesker 2015). Der Oberkiefer selbst besteht aus dem zahntragenden Processus alveolaris, einem Corpus maxillae, sowie dem Processus frontalis bzw. zygomaticus und ist im Vergleich zum Unterkiefer eher spongiös aufgebaut (Schünke/Schulte et al. 2015). Darüber hinaus ist die Maxilla stark pneumatisiert. Die paarig angelegte, pyramidenförmige Kieferhöhle ist die größte Nasennebenhöhle des Menschen und kann aufgrund des Recessus alveolaris eine enge topografische Beziehung zu den Wurzelspitzen der Oberkiefermolaren aufweisen, was bei Zahnextraktionen zu einer Mund-Antrum-Verbindung führen kann (Reinert/Egberts 2010).

Durch die Struktur der Maxilla ist sie entscheidend an der Formgebung des Gesichtes sowie am Aufbau der Nasen- und Orbitawand, als auch am Aufbau des Gaumens beteiligt (Schünke/Schulte et al. 2015). Außerdem wird die Kaukraft über drei knöcherne Verstärkungszonen, wozu der Stirnnasenpfeiler, der Jochbeinpfeiler und der Flügelgaumenpfeiler zählen - auch als vertikale Mittelgesichtspfeiler bezeichnet - auf den Gehirnschädel übertragen (Rasse 2010). Über das Foramen infraorbitale mündet der Nervus infraorbitalis mit den gleichnamigen Begleitgefäßen aus dem Canalis infraorbitalis und verzweigt sich daraufhin in die Nervi alveolares superiores anteriores, medius und posteriores, welche als gemeinsamer Plexus die Oberkieferzähne sensibel innervieren (Metzger 2019). Die arterielle Versorgung des Oberkiefers erfolgt zum größten Teil über die A. maxillaris (Schünke/Schulte et al. 2015).

Im Gegensatz zum Unterkiefer setzen am Oberkiefer, mit Ausnahme von Teilen der mimischen Muskulatur, kaum Muskelzüge an, sodass es weniger präformierte Logen gibt, in die sich eine Infektion oder ein Abszess ausbreiten können. Allerdings können Bakterien über die Vena facialis, welche unterhalb der mimischen Muskulatur verläuft, Anschluss an den intrakraniell liegenden Sinus cavernosus erhalten und somit zu einer potentiell lebensgefährlichen, bakterieninduzierten Sinusvenenthrombose führen (Schünke/Schulte et al. 2015).

1.3 Radiographische Darstellung von Weisheitszähnen

Neben einer suffizient erhobenen Anamnese und der klinischen Untersuchung komplettieren bildgebende Verfahren die moderne Diagnostik. In der Zahnmedizin stehen hierbei zumeist noch Röntgentechniken im Vordergrund, jedoch finden auch strahlenlose Verfahren wie die Magnetresonanztomographie (MRT) zunehmend Verwendung, beispielsweise bei der Befundung des Kiefergelenkes (Semper-Hogg/von See 2019). Neben den zahntragenden Abschnitten von Ober- und Unterkiefer sind weitere Teile des Gesichtsschädels wie die Sinus maxillares, das knöcherne Nasenskelett sowie das bereits genannte Kiefergelenk mit seiner Gelenkpfanne Zielgebiete der zahnärztlichen Radiologie (Schulze 2019). Das Grundgerüst der dentalen Röntgendiagnostik wird auch heutzutage noch von der Zahnfilmaufnahme, der Bissflügelaufnahme und der Panoramaschichtaufnahme gebildet. Alle drei Verfahren können sowohl im analogen als auch im digitalen Workflow angewandt werden, wobei die bis zu 70% geringere Strahlenbelastung, die sofortige Bildinformation sowie die Möglichkeit der Bildnachbearbeitung für die digitale Röntgentechnik sprechen (Rücker/Spitzer 2008). Die radiologische Basisdiagnostik muss jedoch bei bestimmten Befunden um eine dreidimensionale Bildgebung erweitert werden, um die räumlichen Beziehungen zwischen pathologischen und anatomischen Strukturen genau evaluieren zu können (Schulze 2019).



Abbildung 10, Anatomisches Zielgebiet zahnärztlicher Röntgenaufnahmen, aus Schulze R: Lehrbuch Zahnärztliches Röntgen, Grundlagen, Technik, Anwendung – Hintergrundinformationen –. Johannes-Gutenberg-Universität Mainz; 1. Auflage 2019, S 135

Im Folgenden sollen die unterschiedlichen Röntgentechniken und ihre jeweiligen Vor- und Nachteile sowie deren Indikationsbereiche kurz dargestellt werden. Auf die physikalischen und technischen Grundlagen der dargestellten Röntgentechniken sowie der biologischen Wechselwirkung ionisierender Strahlung wird nicht eingegangen.

1.3.1 Zahnfilm

Die Zahnfilmaufnahme findet Ihre Anwendung, wenn durch eine Panoramaschichtaufnahme (PSA) keine ausreichende Detailschärfe im Röntgenbild erreicht wurde und eignet sich somit besonders für die Bewertung von einem oder weniger Zähne, sei es nach einem Trauma, nach einer endodontischen Behandlung sowie deren Verlaufskontrollen (Pasler 2008). Die Aufnahme kann in der Paralleltechnik, Rechtwinkeltechnik oder Halbwinkeltechnik durchgeführt werden, was wiederum Einfluss auf die maßstäbliche Darstellung der Zähne hat (Semper-Hogg/von See 2019). Ein weiterer Vorteil dieser Aufnahmetechnik ist die geringe Strahlenbelastung pro Aufnahme, die nach Literatur im Mittel bei 4,5 μSv effektiver Dosis liegt (Schulze 2019). Der Nachteil dieser Röntgentechnik besteht jedoch darin, dass nur ein kleiner Bereich abgebildet wird und die räumlichen Beziehungen der Strukturen untereinander nur schwer bis nicht zu identifizieren sind (Rücker/Spitzer 2008). Aufgrund der aufgeführten Nachteile dieser Aufnahmetechnik wurden in dieser Studie keine Zähne berücksichtigt, welche ausschließlich mittels Zahnfilm röntgenologisch dargestellt wurden (siehe Material und Methoden Teil).

1.3.2 Orthopantomogramm

Die PSA bzw. das Orthopantomogramm (OPT) ist die radiologische Basisuntersuchung, wenn eine Bewertung von retinierten und/oder verlagerten Zähnen erfolgt (Heurich/Ziegler et al. 2002). Aufgrund der guten Übersicht über den dentomaxillofazialen Komplex und der geringen Strahlenbelastung von ca. 10 mikro Sievert (μSv) effektiver Dosis pro Aufnahme, ist diese Technik seit ihrer Einführung in den 1960er Jahren weiterhin eine Routineuntersuchung und ist aufgrund des hohen basisdiagnostischen Wertes, trotz Weiterentwicklung moderner 3D-Technologien, im

Klinikalltag nicht zu ersetzen (Schulze 2019). Indikationen für die Anfertigung einer PSA sind beispielsweise Frakturen, Zysten, Kieferhöhlenerkrankungen, retinierte Zähne aber auch die Basisuntersuchung beim Zahnarzt (Semper-Hogg/von See 2019). Darüber hinaus weist Schulze darauf hin, dass arteriosklerotische Veränderungen der Carotiden in einer PSA sichtbar sein können und einen unter Umständen lebensrettenden Nebebefund für den Patienten darstellt (Schulze 2019). Rood beschäftigte sich bereits 1990 mit der Fragestellung, zwischen welchen radiologischen Befunden dritter Molaren im OPT und postoperativen Schäden des N. alveolaris inferior eine signifikante Korrelation besteht (Rood/Noordaleen Shehab 1990). Die Ablenkung des Mandibularkanals, die Verdunkelung der Wurzeln und die Unterbrechung der weißlich-knöchernen Begrenzung des Mandibularkanals korrelierten dabei mit einem erhöhten Risiko für eine postoperative Sensibilitätsstörung. Zum gleichen Ergebnis kam eine Studie aus dem Jahr 2003, in welcher zusätzlich betont wird, dass bei Abwesenheit der genannten radiologischen Befunde die Wahrscheinlichkeit einer postoperativen Nervschädigung deutlich geringer war (Blaeser/August et al. 2003).

Trotz dieser radiologischen Befunde, welche aus der PSA entnommen werden können, muss dem Behandler bewusst sein, dass es sich bei dieser Röntgentechnik um eine Projektionsaufnahme handelt, was wiederum bedeutet, dass ein dreidimensionaler Raum zweidimensional abgebildet wird und es somit zu einem Verlust der räumlichen Information kommt (Kleinschmidt 2019). Bereits 2002 wiesen Heurich und Ziegler darauf hin, dass die Digitale Volumentomographie (DVT) ein diagnostisch wertvolles, zusätzliches Verfahren darstellt, um die genaue Lagebeziehung dritter Molaren zum N. alveolaris inferior zu evaluieren (Heurich/Ziegler et al. 2002). So empfiehlt die Expertenkommission der aktuellen S2k-Leitlinie „Operative Entfernung von Weisheitszähnen“ die Anfertigung einer dreidimensionalen Aufnahme, wenn Hinweise auf eine enge Lagebeziehung zu Risikostrukturen vorliegen oder die räumliche Ausdehnung pathologischer Veränderungen an den Weisheitszähnen genauer evaluiert werden muss (Kunkel/Fritz et al. 2019).

1.3.3 Dreidimensionale Darstellung

Sowohl bei der Computertomografie (CT) als auch der DVT handelt es sich um dreidimensionale bildgebende Röntgentechniken, in welchen ionisierende Strahlung zum Einsatz kommt. Beide Verfahren eignen sich besonders, um dichte Strukturen wie beispielsweise Knochen und Zähne darzustellen (Semper-Hogg/von See 2019). Somit finden beide Verfahren Anwendung im Bereich der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. Die CT hat gegenüber der DVT allerdings einen Vorteil, denn mit ihrer Hilfe besteht die Möglichkeit, weniger dichte Strukturen besser zu differenzieren und eignet sich somit auch zur Befundung des Weichgewebes (Keutel/Renz et al. 2017). Im Gegensatz zur DVT verwendet die CT einen Fächerstrahl und findet ihre Anwendung eher in der Mund-, Kiefer- Gesichtschirurgie, beispielsweise zur Evaluation eines Traumas, eines Tumors oder zur Planung einer Umstellungsosteotomien (Schulze 2019). Die seltenere Anwendung der CT in der Zahnmedizin liegt vor allem darin begründet, dass diese in den Zahnarztpraxen so gut wie nicht zur Verfügung steht und die Strahlenbelastung einer CT im Schnitt sieben bis achtmal höher ist als die einer DVT (Schulze 2019). Die DVT verwendet im Gegensatz zur CT einen kegelförmigen Strahl, weshalb diese Technik im englischsprachigen Raum auch als CBCT bekannt ist, was für „cone-beam computed tomography“ steht (Semper-Hogg/von See 2019). So sind neben der geringeren Strahlenbelastung der DVT eine hohe Ortsauflösung sowie reduzierte Metallartefakte, welche beispielsweise durch Zahnersatz verursacht sein können, weitere Vorteile der DVT, welche sie für den Einsatz in der Zahnmedizin besonders eignet (Dammann/Bootz et al. 2014). Somit kann ein implantologischer Eingriff, die Lokalisation eines Fremdkörpers oder die Darstellung eines retinierten/verlagerten Zahnes eine Indikation für eine DVT sein (Schulze 2013).

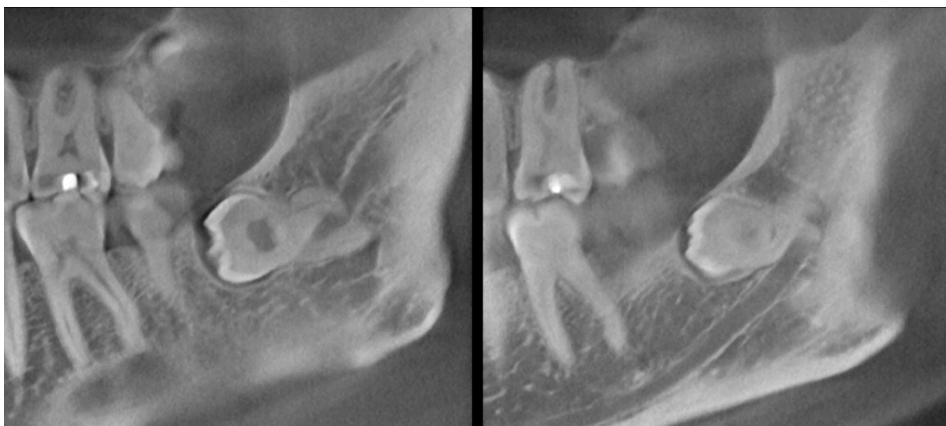


Abbildung 11, DVT bei interradiikulärem Nervverlauf, aus Schulze R: Lehrbuch Zahnärztliches Röntgen, Grundlagen, Technik, Anwendung – Hintergrundinformationen – Johannes-Gutenberg-Universität Mainz; 1. Auflage 2019, S. 239.

1.4 Beschreibung des benötigten Instrumentariums zur Entfernung von Weisheitszähnen

Um einen Zahn aus seinem Zahnfach zu entfernen, stehen mittlerweile verschiedenste Instrumente zur Verfügung, wobei in diesem Abschnitt nur auf die gängigsten sowie die in der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer und Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums Tübingen verwendeten Instrumente eingegangen werden soll. So werden bei Zähnen, welche bereits in die Mundhöhle eruptiert sind, die oberflächlichen Bindegewebsfasern mittels Desmotom gelöst, um die anschließende Luxation mittels Hebel zu erleichtern (Duttenhöfer/Stricker et al. 2019). Daraufhin folgt das initiale Lockern des Zahnes durch den Einsatz eines Hebels, wobei diese in der Regel einarmige Hebel darstellen, welche die knöcherne Begrenzung der Alveole als Hypomochlion nutzen (Weber 2017). Häufig zu finden sind verschiedene Größen des Bein'schen Hebels sowie Krallenhebel, wie jene nach Barry oder Cryer, wobei sich im Extraktionssieb der MKGC Tübingen der Hebel nach Barry befindet. Konnte der zu entfernende Zahn ausreichend luxiert werden, ist die anschließende Entfernung mittels spezifischer Weisheitszahnzangen möglich, wobei auch bei luxierten Zähnen auf eine kontrollierte Kraftanwendung zu achten ist.

Sollte sich der Zahn durch die Anwendung der Hebel nicht luxieren lassen, bietet es sich an, diesen entsprechend seiner Wurzelanatomie mittels Lindemannfräse zu zerteilen, sodass die angewendete Kraft dosiert bleibt, um zu verhindern, dass es zu einem iatrogen provozierten Kieferbruch kommt (Woldenberg/Gatot et al. 2007). Die einzelnen Zahnwurzelanteile können mit einem Bein'schen Hebel direkt oder mit einer spezifischen Wurzelzange aus der Alveole entfernt werden. Anschließend sollte, insbesondere bei Weisheitszähnen mit zystischen Veränderungen, eine ausgiebige Reinigung der Alveole mittels scharfem Löffel erfolgen, um die Voraussetzung einer optimalen Wundheilung zu gewährleisten und die Entstehung von Residualzysten vorzubeugen (Tsvetanov 2016). Bei einer einfachen Extraktion eines Weisheitszahnes ist eine Kreuznaht zum Schutz des Koagulums mittels atraumatischem Nahtmaterial zu empfehlen.

Anders verhält es sich bei der operativen Entfernung von Weisheitszähnen, bei welchen mittels Skalpell eine marginale Schnittführung erfolgt, um daraufhin einen Mukoperiostlappen mittels Raspatoriums zu präparieren. Anschließend erfolgt die vestibuläre Osteotomie mittels chirurgischer Kugelfräse unter ständiger Anwendung einer sterilen Kühlflüssigkeit, wobei darauf zu achten ist, dass der Zahn bis zu seiner größten Zirkumferenz freigelegt wird und ein Hypomochlion für den Bein'schen Hebel geschaffen wird (Tetsch/Wagner 1982). In Abhängigkeit der Lage des Zahnes sowie der räumlichen Nähe von relevanten anatomischen Strukturen zum Weisheitszahn muss im individuellen Fall abgewogen werden, ob der Zahn in toto entfernt werden kann oder ob dieser mittels Lindemannfräse geteilt werden muss. Nach vestibulärer Osteotomie erfolgt ebenfalls die Kürettage des knöchernen Defektes sowie eine obligate Readaptation des präparierten Lappens mittels atraumatischem Nahtmaterial. Der Vollständigkeit halber sei insbesondere mit Blick auf die Entfernung der Oberkieferweisheitszähne auf die Blattsonde hingewiesen, mit welcher in jedem Fall das Vorhandensein einer Mund-Antrum-Verbindung geprüft werden sollte.

1.5 Retentions- und Verlagerungsformen von Weisheitszähnen anhand der Klassifikation nach Winter, Pell und Gregory und Archer

In den vergangenen Jahrzehnten wurden mehrere Versuche unternommen, die Retentions- und Verlagerungsformen von dritten Molaren zu klassifizieren. Dabei zählen die Klassifikation nach Winter (Winter 1926), nach Pell und Gregory (Pell/Gregory 1933), die Weiterentwicklung dieser nach Peterson (Peterson 1998) -wobei sich diese in früheren Studien als nicht aussagekräftig erwies (Diniz-Freitas/Lago-Mendez et al. 2007)- sowie die Klassifikation nach Archer (Archer 1975) zu den bekannteren. Aber auch in jüngerer Vergangenheit erfolgten weiterhin Versuche, Klassifikationen zu entwerfen, um die Schwierigkeit einer Weisheitszahntfernung im Vorfeld besser abschätzen zu können (Juodzbaly/Daugela 2013), (Yuasa/Kawai et al. 2002).

Nachfolgend soll auf die in dieser Arbeit verwendeten Klassifikationen genauer eingegangen werden:

Winter veröffentlichte seine Klassifikation bereits im Jahre 1926, wobei in dieser ausschließlich die Verlagerung des Weisheitszahnes in Bezug auf die Längsachse des zweiten Molaren festgestellt wird (Yilmaz/Adisen et al. 2016), woraus sich folgende Verlagerungsformen ergeben: Vertikal (10 bis -10°), mesioangulär (11 bis 80°), distoangulär (-11 bis -80°), horizontal (81 bis 100°) sowie andere (101 bis -81°).

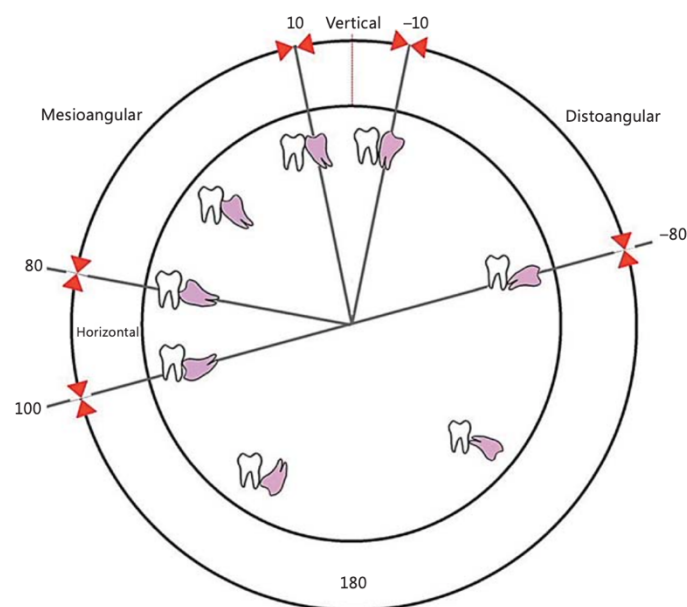


Abbildung 12, Die Klassifikation nach Winter, aus „Assessment of Third Molar Impaction Pattern and Associated Clinical Symptoms in a Central Anatolian Turkish Population“, Yilmaz/Adisen et al., In: Medical Principals and Practice, 25. Jg. (2), S. 169-175.

Gleichzeitig bedeutet dies jedoch, dass das Ausmaß der Retention eines dritten Molaren in dieser Klassifikation keine Berücksichtigung findet, sodass sich dazu entschieden wurde, die Klassifikation im Unterkiefer um die Einteilung nach Pell und Gregory zu erweitern. Dabei wird das Ausmaß der Retention sowohl in Relation zum zweiten Molaren als auch zum vorderen Rand des aufsteigenden Astes berücksichtigt, sodass sich folgende Einteilung ergibt (Fragiskos 2007):

- Klasse A: Die Kaufläche des Weisheitszahnes befindet sich auf der gleichen Höhe wie die des zweiten Molars
- Klasse B: Die Kaufläche des Weisheitszahnes befindet sich unterhalb der des zweiten Molaren jedoch nicht tiefer als dessen Zahnhals
- Klasse C: Die Kaufläche des Weisheitszahnes befindet sich unterhalb des Zahnhalses des zweiten Molars
-
- Klasse 1: Der Abstand zwischen dem zweiten Molaren und der vorderen Kante des aufsteigenden Astes ist größer als der mesio-distale Durchmesser des Weisheitszahnes
- Klasse 2: Der Abstand zwischen dem zweiten Molaren und der vorderen Kante des aufsteigenden Astes ist kleiner als der mesio-distale Durchmesser des Weisheitszahnes
- Klasse 3: Es besteht kein Abstand zwischen dem zweiten Molaren und der vorderen Kante des aufsteigenden Astes

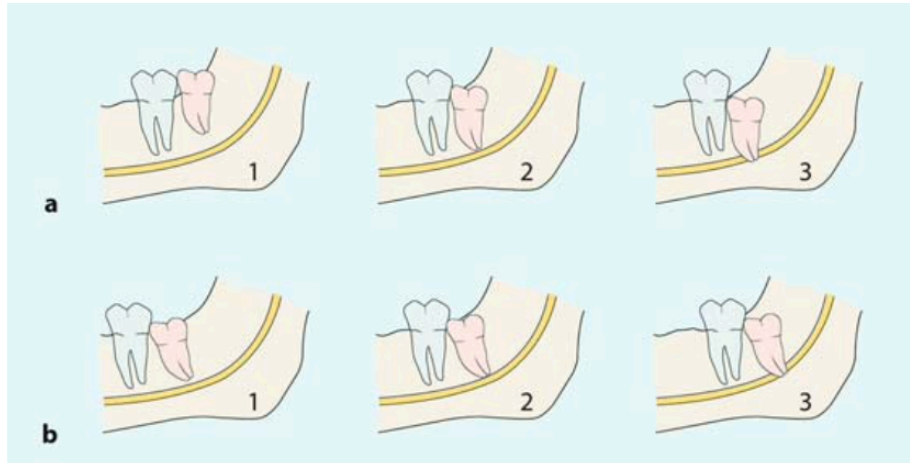


Abbildung 13, Übersicht über die Retentionsklassifikation nach Pell und Gregory (1933), **a**: in Bezug auf den zweiten Molaren, **b**: in Bezug auf die vordere Ramusbegrenzung, aus Fragiskos F.D. „Surgical extraction of impacted teeth“ in Oral Surgery, Springer-Verlag, S. 126

Da diese jedoch nur für Unterkieferweisheitszähne gültig ist, wurde im Oberkiefer auf die Retentionsklassifikation nach Archer (Archer 1975) ausgewichen. Diese orientiert sich ebenfalls am zweiten Molaren sodass sich hier folgende Klassifikation ergibt (Fragiskos 2007):

- Klasse A: Die Kaufläche des Weisheitszahnes befindet sich auf der gleichen Höhe wie die des zweiten Molars
- Klasse B: Die Kaufläche des Weisheitszahnes endet im mittleren Bereich der Krone des zweiten Molars
- Klasse C: Die Kaufläche des Weisheitszahnes befindet sich unterhalb des Zahnhalses des zweiten Molars oder tiefer

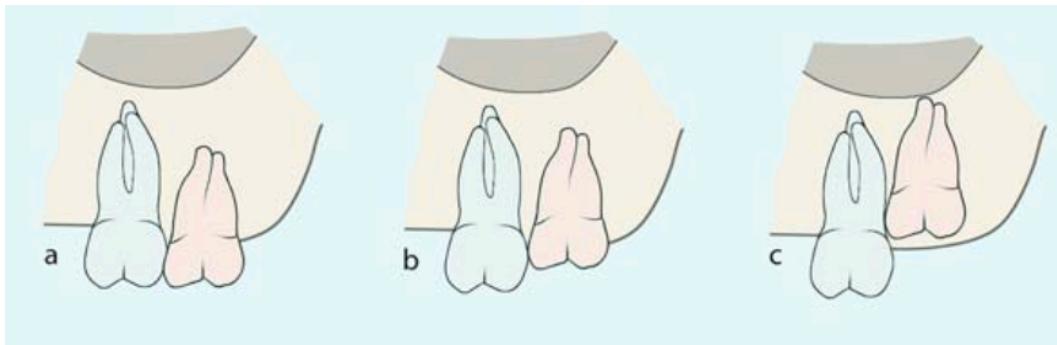


Abbildung 14, Klassifikation der impacted oberen Weisheitszähne nach Archer (1975), a: Klasse A, b: Klasse B und c: Klasse C, aus Fragiskos F.D. „Surgical extraction of impacted teeth“ in Oral Surgery, Springer-Verlag, S. 155

1.6 Pathologien in Zusammenhang mit Weisheitszähnen

Zähne, welche nicht regelrecht in den Zahnbogen integriert sind, stellen in vielen Fällen Bereiche dar, welche von Patienten nicht oder nur bedingt gereinigt werden können, wodurch sich Schmutznischen ergeben, die im weiteren Verlauf zu Karies, parodontalen Problemen und Entzündungen führen können (Schopf 2008). Insbesondere teilretinierte Zähne weisen im Vergleich zu vollständig retinierten dritten Molaren ein bis zu 34-fach erhöhtes Risiko für Pathologien wie Perikoronitiden, Karies und Wurzelresorptionen auf (Knutsson/Brehmer et al. 1996). Darüber hinaus stellt der parodontale Attachmentverlust distal am zweiten Molaren ein Problem dar, denn dieser muss nicht zwangsweise mit schmerzhaften Symptomen assoziiert sein (Blakey/Marciani et al. 2002), kann langfristig jedoch bis zum Verlust des zweiten Molaren führen. Gerade rezidivierende Perikoronitiden oder tiefe kariöse Läsionen im unteren Weisheitszahngebiet können zu odontogenen Infektionen führen, wobei hauptsächlich

Ausbreitungen nach sub-, peri- und pterygomandibulär sowie in die Wangenregion beschrieben sind (Al-Nawas/Karbach 2016). Jedoch sind auch Fallberichte über lebensgefährliche absteigende odontogene Infektionen mit anschließender eitriger-abszedierender Mediastinitis veröffentlicht worden (Bräunig/Mohr et al. 1997).

Neben den bereits beschriebenen pathologischen Veränderungen, welche vorwiegend teilretinierte Zähne betreffen, da diese eine Verbindung zur Mundhöhle und dadurch Kontakt zu dessen Mikrobiom haben, können weiterhin Zysten und Tumore in Zusammenhang mit teil- und vollständig retinierten Weisheitszähnen stehen. Odontome, Ameloblastome sowie odontogene Myxome stellen in absteigender Reihenfolge die häufigsten odontogenen Tumore dar, wobei sich alle von den zahnbildenden Geweben, dem Ektoderm und dem Ektomesenchym, ableiten (Ehrenfeld/Prein et al. 2011). In einer Metaanalyse von 2019 konnte festgestellt werden, dass odontogene Zysten an 4,4% der entfernten Weisheitszähne identifiziert werden konnten, wobei die radikuläre Zyste im Mittel bei 4,7% der Zähne, die follikuläre Zyste bei 2,1% der Zähne und die Keratozyste bei 0,5% der Zähne aufgetreten ist (Mello/Melo et al. 2019). In einer retrospektiven Studie aus dem Jahr 2000 wurde die Inzidenz von Zysten und Tumoren, welche mit impaktierten Weisheitszähnen assoziiert waren, untersucht. Insgesamt wurden dabei 9994 Weisheitszähne bei 7582 Patienten entfernt. Es wurden 231 Zysten (2,31%) und 79 Tumore (0,79%), von denen zwei maligne waren, identifiziert (Güven/Keskin et al. 2000). Auch in dieser Studie wurden hauptsächlich Ameloblastome, odontogene Myxome, die Keratozyste sowie die follikuläre Zyste diagnostiziert. Allerdings wird durch die Ergebnisse von Güven/Keskin et al. klar, dass pathologische Veränderungen, welche mit dritten Molaren assoziiert sind, in seltenen Fällen auch einen malignen Charakter besitzen können, was bei der Entscheidung über deren Entfernung und der histopathologischen Untersuchung des umliegenden Gewebes berücksichtigt werden muss.

1.7 Indikationen zur Entfernung von Weisheitszähnen

Aus den angeführten pathologischen Veränderungen, welche mit dritten Molaren assoziiert sein können, ergeben sich klare Indikationen, wann jene entfernt werden müssen. Anders verhält es sich jedoch bei asymptomatischen teil- und vollständig retinierten Weisheitszähnen. So gibt es nach aktuellem Stand keinen wissenschaftlichen Konsens bezüglich der Indikation zur prophylaktischen Weisheitszahnentfernung (Kunkel 2009).

Bereits 1982 beschrieben Tetsch und Wagner eine Tendenz zur prophylaktischen Weisheitszahnentfernung, wobei die Autoren die Funktionslosigkeit, die Infektionsprophylaxe, die orthognathe Chirurgie sowie die Resorptionsprophylaxe an Nachbarzähnen als Indikationsgruppen beschrieben (Tetsch/Wagner 1982). Aktuell empfehlen einige Autoren asymptomatische Weisheitszähne zu belassen, da in ihren Studien die Inzidenz für pathologische Veränderungen an impaktierten dritten Molaren bei unter 3% lag (Stathopoulos/Mezitis et al. 2011). Ebenfalls liegt keine ausreichende Evidenz vor, dass eine prophylaktische Weisheitszahnentfernung einen tertiären Engstand bei Erwachsenen verhindern kann (Mettes/Nienhuijs et al. 2005). So kommen weitere Autoren zum Entschluss, asymptomatische Weisheitszähne klinisch engmaschig zu kontrollieren (Mettes/Ghaeminia et al. 2012) und den Patienten deutlich über die Vor- und Nachteile der Entfernung sowie des Belassens aufzuklären und eine Abwägung in Bezug auf das Operationsrisiko zu treffen (Siddiqui/Agrawal et al. 2015). Unter die absoluten Indikationen für eine Weisheitszahnentfernung fallen nach aktueller Leitlinie (Kunkel/Fritz et al. 2019):

Akute oder chronische Infektionen

Zähne, die tief kariös zerstört und nicht restaurierfähig sind

Bei Hinweisen, dass Weisheitszähne mit einem unklaren Gesichtsschmerz assoziiert sind

Nicht behandelbare apikale Veränderungen

Bei Verdacht auf eine pathologische Veränderung (Zyste, Tumor)

Zur Behandlung von parodontalen Erkrankungen

Zähne, die bei einer kieferorthopädischen Behandlung stören

Zähne im Bruchspalt, welche die Frakturbehandlung erschweren

Zur Zahntransplantation

Jedoch rät die Leitlinie deutlich davon ab, klinisch und radiologisch asymptomatische verlagerte und tief impaktierte Zähne mit hohem operativem Risiko zu entfernen. Darüber hinaus kann eine Indikation zur Weisheitszahnentfernung bei Resorptionen an Nachbarzähnen, bei Pulpaexposition durch Karies, bei Okklusionsstörungen sowie bei Störung einer geplanten prothetischen Neuversorgung bestehen (Kunkel/Fritz et al. 2019).

1.8 Komplikationen und Risikofaktoren in Zusammenhang mit der Entfernung von Weisheitszähnen

Da es sich bei der Weisheitszahnentfernung, sei es eine einfache Extraktion oder eine operative Entfernung mit Osteotomie, um einen chirurgischen Eingriff handelt, entsteht eine Wunde und es kommt zum Austritt von Blut und Lymphflüssigkeit (Gutwald/Schmidinger 2018). Innerhalb der Komplikationen, die im Rahmen eines solchen Eingriffes auftreten können, muss zwischen intra- und postoperativen Komplikationen unterschieden werden. In der Vergangenheit haben mehrere Autoren versucht, Risikofaktoren zu ermitteln, (Blondeau/Daniel 2007; Chuang/Perrott et al. 2007; Rothamel/Wahl et al. 2006; Susarla/Dodson 2004), um bereits präoperativ besser abschätzen zu können, für welche Komplikationen der Patient prädestiniert ist. In einer Literaturübersicht konnten Strietzel und Reichart bereits im Jahre 2002 aufzeigen, dass insbesondere das Alter der Patienten, der Erfahrungsgrad des Operateurs und die Lage des Zahnes als präoperative, die Dauer der Operation sowie die Größe des präparierten Mukoperiostlappens als intraoperative Prädiktoren für postoperative Komplikationen genutzt werden können (Strietzel/Reichart 2002). Insbesondere in der Patientengruppe über 25 Jahren traten vermehrt postoperative Komplikationen auf. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch Phillips/White et al., welche neben dem Alter der Patienten und der Lage des Zahnes auch das Geschlecht als weiteren Risikofaktor ermittelten, wobei die weiblichen Patienten ein doppelt so hohes Risiko bezüglich einer verlangsamten Wundheilung aufwiesen (Phillips/White Jr et al. 2003). Der Einfluss des Geschlechtes auf die Wundheilung wurde in weiteren Studien untersucht (Benediktsdottir/Wenzel et

al. 2004; Blondeau/Daniel 2007) und es konnte festgestellt werden, dass eine Alveolitis sicca bei weiblichen Patienten doppelt so häufig zu beobachten war. In Bezug auf die Lage des Zahnes konnten in einem systematischen Review mesio-angulierte Weisheitszähne der Archer Klasse B als Risikofaktor zur Entstehung einer Mund-Antrum Verbindung ermittelt werden (Lewusz-Butkiewicz/Kaczor et al. 2018). Neben den bereits beschriebenen Risikofaktoren scheint der Body Mass Index (Gbotolorun/Arotiba et al. 2007) beziehungsweise das Übergewicht der Patienten (Renton/Smeeton et al. 2001) den Schwierigkeitsgrad der Operation zu erhöhen. Die aufgeführten Studien stimmen jedoch darin überein, dass ein Alter von über 25 Jahren zum Operationszeitpunkt einen der relevantesten Risikofaktoren darstellt. Zu diesem Ergebnis kommt auch die prospektive Studie von Chuang/Perrott et al., welche die Komplikationen nach Weisheitszahnentfernungen unter primärer Betrachtung des Patientenalters analysiert haben (Chuang/Perrott et al. 2007).

Wie bereits beschrieben, handelt es sich bei der Zahnentfernung um einen chirurgischen Eingriff und unterliegt somit dem Risiko, dass allgemeine und spezielle chirurgische Komplikationen auftreten können. Diese sind insbesondere aufgrund der bereits in Kapitel 1.2.3 sowie 1.2.4 beschriebenen topografischen Beziehungen zu relevanten anatomischen Nachbarstrukturen sowie dem Kontakt des Operationsgebietes zum kontaminierten Milieu der Mundhöhle auch unter besonderer Sorgfalt nicht immer sicher auszuschließen (Wagner/Kunkel et al. 2019). Als allgemeine chirurgische Risiken gelten Schwellung, Blutung, Wundschmerz, Narbenbildung sowie die Infektion. Die spezifischen Komplikationen sind abhängig davon, ob ein Zahn im Oberkiefer oder im Unterkiefer entfernt wird. So zählen nach Sigron/Pourmand et al. die Alveolitis sicca, temporäre und persistierende Hypästhesien, Abszesse, Dehiszenzen, Sequestrierungen Fistelbildung sowie Hämatombildung zu den häufigsten Komplikationen nach einer Weisheitszahnentfernung im Unterkiefer (Sigron/Pourmand et al. 2014). In einer weiteren retrospektiven Studie untersuchten beide Autoren zudem die häufigsten Komplikationen bei der Entfernung von Oberkieferweisheitszähnen, wozu die Mund-Antrum-Verbindung sowie die Alveolitis sicca zählten (Pourmand/Sigron et al. 2014b). Andere retrospektive Studien kommen außerdem zum Schluss, dass im Oberkiefer die Tuberfraktur (Christianes/Reychler 2002) als auch die Zahndislokation in die Kieferhöhle

weitere Komplikationen darstellen, die in ca. 1% der Fälle auftreten können (Arrigoni/Lambrecht 2004). Darüber hinaus kann es bei jeder Zahnentfernung, insbesondere bei der Anwendung von Zangen und Hebeln, sowohl im Unterkiefer als auch im Oberkiefer zu Wurzelfrakturen kommen (Voegelin/Suter et al. 2008). Zu den seltensten Komplikationen zählen lebensbedrohliche Blutungen, Emphyseme sowie Hirnabszesse (Brauer 2009).

Der Übersicht und Vollständigkeit halber eine Auflistung der regelmäßig vorkommenden Komplikationen vor und nach Weisheitszahnentfernung (Wagner/Kunkel et al. 2019):

Intraoperativ: Zahn-Wurzelfraktur
Zahn-Wurzeldislokation
Aspiration
Schaden an Nachbarzähnen
Blutungen
Nerv-Verletzungen
Kieferfrakturen
Gelenksluxationen
Mund-Antrum-Verbindung

Postoperativ: Schwellung
Nachblutung
Alveolitis sicca
Dehiszenzen
Logenabszess
Kieferfrakturen
Fistelbildung
Odontogene Sinusitis

Eine systematische Literaturrecherche aus dem Jahr 2014 (Sarikov/Juodzbaly 2014) zeigt, dass die Inzidenz für eine Verletzung des Nervus alveolaris inferior zwischen 0,35-8,4% liegt und stimmt mit den Ergebnissen von Kim/Cha et al. überein, dass das Risiko

einer persistenten Hypästhesie nach postoperativem Sensibilitätsdefizit bei nur knapp 1% liegt und es in den meisten Fällen nach bis zu 6 Monaten zu einer spontanen Regeneration der Nervenfunktion kommt (Kim/Cha et al. 2012). Darüber hinaus kann es zu Verletzungen des Nervus lingualis und somit zu Hypästhesien in den vorderen zwei Dritteln der Zunge kommen. In der Literatur sind insbesondere die zu starke linguale Lappenpräparation (Gomes/do Egito Vasconcelos et al. 2005) als auch die linguale Angulation des zu entfernenden Zahnes (Valmaseda-Castellón/Berini-Aytés et al. 2000) als Risikofaktoren beschrieben. Wird auf eine ausgedehnte linguale Präparation des Lappens verzichtet, traten in der Studie von Gomes/do Egito Vasconcelos keine postoperativen Hypästhesien des Nervus lingualis auf.

In Bezug auf Frakturen nach Weisheitszahnentfernung decken sich die ermittelten Risikofaktoren von Krimmel/Reinert mit denen von Woldenberg/Gatot et al., dass insbesondere vollständig bezahnte Erwachsene im Alter von über 40 Jahren mit tief impaktierten Weisheitszähnen die Hauptrisikogruppe darstellen, wobei die Inzidenz für Unterkieferfrakturen nach Weisheitszahnentfernung in der Literatur bei weit unter 0,1% liegt (Krimmel/Reinert 2000; Woldenberg/Gatot et al. 2007). Kunkel/Morbach et al. konnten in ihrer Studie zeigen, dass neben pathologischen Frakturen insbesondere Logenabszesse für eine stationäre Behandlung nach Weisheitszahnentfernung ursächlich waren (Kunkel/Morbach et al. 2006). Dabei hatten Patienten, die einen Weisheitszahn mit perikoronitischen Beschwerden aufwiesen, ein deutlich höheres Risiko hospitalisiert zu werden. Die Studie von Yoshi/Hamamoto et al. zeigte eine Inzidenz von 0,8%, wobei Männer und Frauen gleich häufig betroffen waren jedoch Patienten über 30 Jahren ein deutlich erhöhtes Risiko hatten einen Logenabszess zu entwickeln (Yoshii/Hamamoto et al. 2001).

2 Material und Methoden

2.1 Beantragung der Studie

Im ersten Schritt wurde, aufgrund der angestrebten Fallzahl, ein retrospektives Studiendesign festgelegt. Daraufhin erfolgte von Januar 2020 bis Oktober 2020 die Verfassung eines Ethikantrags, welcher am 23.11.2020 unter der Projektnummer 807/2020BO2 von der Ethik-Kommission der Medizinischen Fakultät der Eberhard-Karls-Universität Tübingen angenommen wurde. Die wissenschaftliche Aufarbeitung der Studie gliederte sich anschließend in zwei Abschnitte, wobei im ersten die Datenerhebung und im zweiten die statistische Auswertung durchgeführt wurde.

2.2 Datenerhebung

In der ersten Phase wurden Patienten erfasst, welche in einem Zeitraum vom 01.01.2017 bis 31.12.2021 einen oder mehrere Weisheitszähne in der Ambulanz der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums Tübingen entfernen ließen. Folgende Patientenfälle wurden inkludiert:

1. Indikationsstellung zur Zahnentfernung sowohl innerhäuslich als auch außerhäuslich
2. Extraktion und/oder operative Entfernung von mindestens einem Weisheitszahn in der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie Tübingen
3. Auswertbares OPT oder DVT/CT entweder außerhalb oder in der Klinik angefertigt
4. Patienten jeden Alters, Geschlechtes und Gesundheitszustandes
5. Entfernung des Zahnes unter ambulanten Bedingungen
6. Behandlungen unter allen gängigen Anästhesieverfahren
7. Suffiziente perioperative Dokumentation

Ausschlusskriterien waren folgende:

- Keine suffiziente Dokumentation (analog oder digital)
- Keine verwertbaren OPTs (analog oder digital)
- Ein stationäres Setting zur Entfernung der Weisheitszähne
- Mehrere Operationszeitpunkte zur Weisheitszahnentfernung

2.2.1 Quellen

Die Daten des Zeitraumes Oktober 2019 bis Dezember 2021 standen digital zur Verfügung, wohingegen die Daten aus dem Zeitraum Januar 2017 bis September 2019 über analoge Patientenakten aus dem Archiv in Bodelshausen bezogen wurden. Zum Teil wurden analoge „OP-Bücher“ durchgearbeitet, um im ersten Schritt herauszufinden, welche Patienten in den Jahren 2017 bis 2019 einen Weisheitszahn entfernt bekommen hatten. Zur Sicherung und Aufarbeitung der Daten wurden folgende Programme verwendet:

Die Karteneinträge von Oktober 2019 bis Dezember 2021 konnten über die Patientenverwaltungssoftware Ivoris (Computer konkret AG, Falkenstein, Deutschland), welche an der Zahnklinik der Universität Tübingen verwendet wird, eingesehen werden. Dadurch wurde der perioperative Verlauf ausgewertet. Entsprechend dazu wurden die handschriftlichen Einträge aus den analogen Patientenakten der Jahre 2017 bis 2019 analysiert. Digitale Röntgenbilder wurden an einem Befundungsmonitor über den Universal Viewer (GE HealthCare, Düsseldorf, Deutschland), Centricity (GE HealthCare, Düsseldorf, Deutschland) oder Sidexis (Dentsply Sirona Deutschland GmbH, Bensheim, Deutschland) betrachtet. Analoge Röntgenbilder wurden mithilfe eines Röntgenbildbetrachters befundet. Die Befunde bezüglich histopathologischer Präparate erfolgte über einen Zugang zum ISH (CompuGroup Medical CEE GmbH, Wien, Österreich).

Um die Daten zu verwalten und genauere Analysen vornehmen zu können, wurden diese nicht Patienten-bezogen, sondern Zahn-bezogen, in eine Excel®-Tabelle (Microsoft, Redmond, USA) eingefügt. Folgende Parameter wurden erhoben:

- Alter und Geschlecht
- Zeitpunkt der Zahntfernung
- Allgemeine und spezielle Anamnese inklusive Medikamentenanamnese
- Zahnstatus
- Indikation der Zahntfernung
- Retentions- und Verlagerungsgrade der dritten Molaren
- Operateur inklusive des Ausbildungsstands
- Operationsmodus (lokale Betäubung, Sedierung, Intubationsnarkose)
- Histopathologische Befunde
- Intra- und postoperative Komplikationen

Folgende intraoperativen Komplikationen wurden erfasst:

- Zahn- und Wurzelfrakturen
- Zahn- und Wurzelluxationen
- Blutungen
- Kieferfrakturen
- Anästhesieversager
- Perioperative Kreislaufbeschwerden des Patienten
- Prolaps des Corpus adiposum buccae
- Eingerissene Mundwinkel.

Als postoperative Komplikationen wurden folgende erhoben:

- Nachblutungen
- Unterkieferfrakturen
- Wundheilungsstörungen (Alveolitis sicca, Dehiszenz, Nekrosen, Abszesse),
- temporäre und bleibende Nerv-Schädigungen
- Sinusitiden
- Allergische Reaktionen

Als Nervschädigung wurden sämtliche pathologische Empfindungsstörungen (Parästhesie, Dysästhesien, Hypästhesie, Anästhesie) zusammengefasst, welche nach Zahntfernung im Versorgungsgebiet des N. alveolaris inferior oder des N. lingualis festgestellt werden konnten. Als temporäre Läsionen wurden Sensibilitätsstörungen eingestuft, welche maximal sechs Monate nach Zahntfernung klinisch zu verifizieren waren. Länger bestehende Sensibilitätsstörungen wurden als persistent klassifiziert.

2.2.2 Datensicherung

Die gesichteten Daten wurden auf einem passwortgeschützten Computer der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie Tübingen gespeichert, auf welchen nur an der Studie beteiligte Mitarbeiter Zugriff hatten.

2.3 Statistische Auswertung

Nach erfolgter Datenerhebung wurde der Rohdatensatz einer Aufbereitung unterzogen (genauerer dazu siehe Kapitel 3.1). Der finale Datensatz wurde in das Programm SPSS Statistics (IBM, Böblingen, Deutschland) transferiert. In der Version SPSS 29.0.2.0 erfolgte die statistische Auswertung in Zusammenarbeit mit der Noack Statistik GmbH (Bornheimer Straße 127, in 53119 Bonn).

Im ersten Schritt wurde eine deskriptive Statistik mit Häufigkeiten und arithmetischen Mittelwerten für die nominalen Variablen Indikationen, Überweiser, Retentions- und Verlagerungsgrade, Art der Entfernung, ober- und unterkieferspezifische Komplikationen sowie weitere selten aufgetretene Komplikationen erstellt. Neben der deskriptiven Statistik wurden im Vorfeld 13 Hypothesen aufgestellt, welche mittels linearer oder logistischer Regressionsmodelle inferenzstatistisch überprüft wurden. Folgende Hypothesen wurde getestet:

1. Das Alter hat einen Einfluss auf die Komplikationsrate
2. Das Geschlecht hat einen Einfluss auf die Komplikationsrate
3. Der Retentionsgrad hat einen Einfluss auf die Komplikationsrate
4. Der Verlagerungsgrad nach Winter hat einen Einfluss auf die Komplikationsrate

5. Die Art der Zahnentfernung hat einen Einfluss auf die Komplikationsrate
6. Der Überweisungsursprung hat einen Einfluss auf die Komplikationsrate
7. Der Retentionsgrad nach Pell und Gregory und/oder der Verlagerungsgrad nach Winter hat einen Einfluss auf Schäden des N. alveolaris inferior
8. Der Retentionsgrad nach Archer und/oder der Verlagerungsgrad nach Winter hat einen Einfluss auf Kieferhöhleneröffnungen
9. Der Retentionsgrad nach Archer/Pell und Gregory und/oder der Verlagerungsgrad nach Winter haben einen Einfluss auf Wundheilungsstörungen
10. Der Retentionsgrad nach Archer/Pell und Gregory und/oder der Verlagerungsgrad nach Winter hat einen Einfluss auf Abszessgeschehen
11. Die Antikoagulation eines Patienten hat einen Einfluss auf Blutungsereignisse
12. Das Rauchverhalten eines Patienten hat einen Einfluss auf Wundheilungsstörungen
13. Der Operationsmodus „Intubationsnarkose“ hat einen Einfluss auf die Komplikationsrate

Die Hypothesen eins bis sechs wurden jeweils mit Hilfe eines linearen Regressionsmodells statistisch überprüft. Lineare Zusammenhänge wurden mittels Streudiagrammen festgestellt. Handelte es sich bei der geprüften Variable um eine nominale, wurde diese als Dummy-Variable codiert. Eine mögliche Verzerrung des Modells durch Ausreißer wurde durch Prüfung der jeweiligen Cook-Distanz ausgeschlossen. Das Vorhandensein von Autokorrelation wurde mithilfe der Durbin-Watson-Statistik geprüft. Homoskedastizität wurde durch Betrachtung der Residuen-Diagramme geprüft. Sollte diese nicht gegeben sein, wurde das Modell mithilfe robuster Standardfehler nach der HC4 Methode berechnet. Die Prüfung auf Normalverteilung der Residuen erfolgte grafisch mittels Inspektion der jeweiligen Q-Q Plots.

Die Hypothesen sieben bis dreizehn wurden mittels logistischer Regression statistisch überprüft. Bei den jeweiligen Hypothesen entfiel die Linearitätsprüfung, da es sich jeweils um eine nominalskalierte unabhängige Variable (UV) handelt. Durch den Omnibustest wurde das Modell mit der UV mit dem Nullmodell verglichen. Die

Varianzaufklärung wurde mittels Nagelkerkes R^2 durchgeführt. Darüber hinaus wurde die Sensitivität und die Spezifität der Modelle erhoben. Die Anpassungsgüte des Modells wurde mittels Hosmer-Lemeshow überprüft.

3 Ergebnisse

3.1 Datenaufbereitung

Zur Datenauswertung wurde der Rohdatensatz, welcher insgesamt $n=3637$ Fälle enthielt, einer Datenaufbereitung unterzogen. Jeder Fall repräsentierte dabei einen Weisheitszahn, welcher in der Datenerhebung auf einem OPG sichtbar war, unabhängig davon, ob dieser entfernt wurde oder nicht. Im ersten Schritt wurden dann alle Zähne aus dem Datensatz entfernt, welche nicht entfernt wurden. Dadurch reduzierte sich die Fallanzahl auf $n = 2856$. Im Anschluss daran wurden alle Fälle entfernt, in denen die operative Zahntfernung auf mehrere Termine verteilt waren. Somit lagen $n = 2837$ Fälle (Weisheitszähne) vor. Zum Schluss wurden alle Fälle entfernt bei denen kein Retentions- oder Verlagerungsgrad bestimmbar war. Im finalen Datensatz lagen somit $n=2815$ Fälle vor.

3.2 Deskriptive Statistik

3.2.1 Stichprobenbeschreibung

Der Mittelwert des Alters lag bei $M=26,9$ Jahren mit einer Standardabweichung von $SD=13,1$ Jahren, wobei der jüngste Patient zum Operationszeitpunkt 10 Jahre und der älteste 87 Jahre alt war. Die detaillierte Altersverteilung kann Abbildung 15 entnommen werden. Bei Betrachtung der Geschlechterverteilung zeigte sich, dass $n=525$ (45,8%) weibliche Patienten und $n=621$ (54,2%) männliche Patienten vertreten waren. Anamnestisch gaben von diesen 1146 Patienten $n=96$ (8,4%) einen arteriellen Hypertonus und $n=93$ (3,3%) die Einnahme von Gerinnungshemmern an. Insgesamt gaben $n=264$ (23,2%) der Patienten an Raucher zu sein.

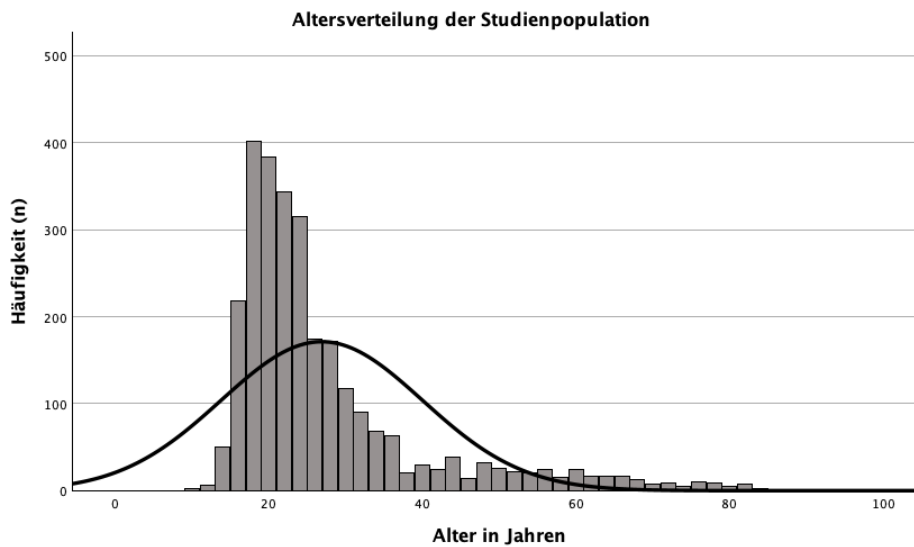


Abbildung 15, Altersverteilung zum Operationszeitpunkt, eigene Darstellung

3.2.2 Indikationen zur Zahnentfernung

Der größte Anteil der Weisheitszähne wurde aufgrund von Platzmangel $n=848$ (30,1%) oder aus kieferorthopädischer Indikation $n=737$ (26,2%) entfernt. Insgesamt wurden $n=418$ (14,8%) Zähne aufgrund von Dentitio difficilis entfernt. Weitere $n=331$ (11,8%) Weisheitszähne wurden aufgrund von kariösen Läsionen entfernt. Darüber hinaus wurden $n=221$ (7,9%) Zähne entfernt, da diese ohne Antagonisten und somit elongationsgefährdet waren. Weitere Indikationen waren Sanierungen vor onkologischer Therapie, parodontologische Beschwerden an Nachbarzähnen, prothetische Indikationen, Abszesse, Zahntransplantationen aber auch eine beginnende Hypästhesie sowie Neuralgien im Versorgungsgebietes des N. alveolaris inferior. Die genaue Verteilung auf Oberkiefer und Unterkiefer ist Tabelle 1 zu entnehmen. In Abbildung 16 sind in absteigender Reihenfolge die häufigsten Indikationen zur Weisheitszahnentfernung grafisch aufbereitet.

Indikationen zur Weisheitszahnentfernung

Indikation	Zahn					Gesamt	% Anteil
	18	28	38	48			
	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl		
Platzmangel	223	230	184	211	848	30.1%	
KFO	170	162	202	203	737	26.2%	
Dentitio difficilis	16	20	213	169	418	14.8%	
Karies	87	84	75	85	331	11.8%	
Elongationsgefährdet	112	100	3	6	221	7.9%	
Onkologisch	11	19	16	16	62	2.2%	
Parodontologisch	9	14	18	16	57	2.0%	
Zyste	4	1	14	9	28	1.0%	
Schmerzen	5	8	8	5	26	0.9%	
Prothetisch	3	6	5	6	20	0.7%	
Organtransplantation	2	3	4	5	14	0.5%	
Abzess	2	2	2	8	14	0.5%	
Extraktion alio loco	1	2	2	4	9	0.3%	
Wangeneinbisse	4	3	0	0	7	0.2%	
Odontogener Tumor	2	0	2	1	5	0.2%	
Nicht zutreffend	1	1	2	1	5	0.2%	
Zahntransplantation	1	2	0	0	3	0.1%	
Wurzelrest in situ	1	1	1	0	3	0.1%	
Zahnlängsfraktur	0	0	1	1	2	0.1%	
Resorption Nachbarzahn	0	0	1	1	2	0.1%	
Neuralgie	0	0	0	1	1	0.0%	
Kiefergelenkbeschwerden	0	1	0	0	1	0.0%	
Hypästhesie N. alveolaris	0	0	0	1	1	0.0%	
Gesamt	654	659	753	749	2815	100.0%	

Tabelle 1, Indikationen zur Weisheitszahnentfernung, eigene Darstellung

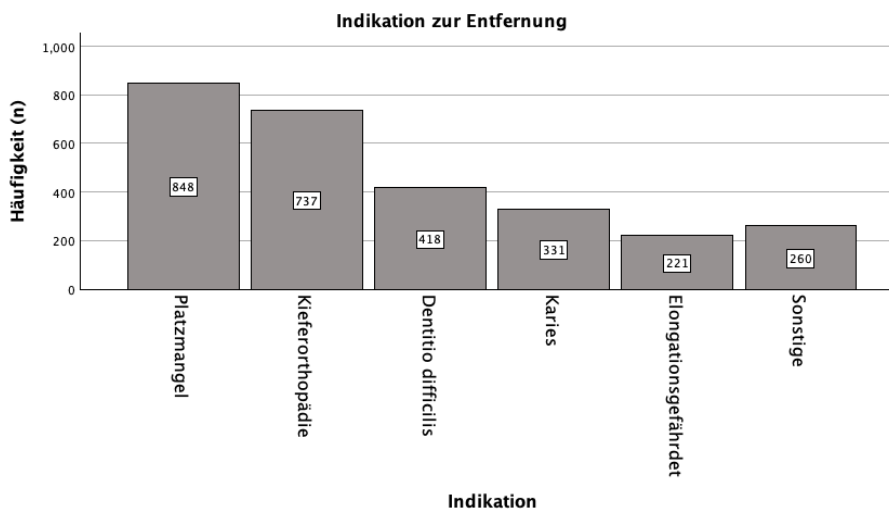


Abbildung 16, Häufigste Indikationen zur Weisheitszahnentfernung, eigene Darstellung

3.2.3 Überweiser

Insgesamt wurden n=1004 (35,7%) der Zähne bei Patienten entfernt, welche sich ohne Überweisung selbstständig in der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie vorstellten. 707 (25,1%) Zähne wurden aufgrund einer Überweisung vom Hauszahnarzt entfernt. Zudem wurden n=442 (15,7%) Zähne durch den behandelten Kieferorthopäden überwiesen. Darüber hinaus wurden n=82 Zähne von externen Kieferchirurgen und n=46 Zähne von externen Oralchirurgen überwiesen. Weitere Überweisungen stammten von internen Abteilungen wie der Poliklinik für Zahnerhaltung oder der Poliklinik für zahnärztliche Prothetik. Ebenfalls wurden Patienten aus dem Studentenkurs sowie anderen medizinischen Fachbereichen wie der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, der Onkologie oder auch der Inneren Medizin überwiesen. Bei insgesamt n=83 (2,9%) Zähnen konnte aus den vorliegenden Daten kein Überweiser ermittelt werden. Eine Gesamtübersicht bietet Tabelle 2.

Darstellung der Überweiser

		Zahn				Gesamt	
		18	28	38	48	Anzahl	% Anteil
		Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl		
Überweiser	Selbstvorstellung	226	238	276	264	1004	35.7%
	Hauszahnarzt	170	153	193	191	707	25.1%
	Kieferorthopäde	107	102	115	118	442	15.7%
	Zahnerhaltung	64	59	63	58	244	8.7%
	Prothetik	20	25	17	29	91	3.2%
	Nicht beurteilbar	18	19	24	22	83	2.9%
	Kieferchirurg extern	17	17	23	25	82	2.9%
	Oralchirurg extern	12	11	12	11	46	1.6%
	Hausarzt	7	12	10	14	43	1.5%
	Onkologie	5	10	11	8	34	1.2%
	HNO	1	6	4	3	14	0.5%
	Studentenkurs	3	3	2	2	10	0.4%
	Psychiatrie	2	2	1	1	6	0.2%
	Sonstige Chirurgen	0	1	2	2	5	0.2%
	Innere Medizin	1	0	0	1	2	0.1%
	Notdienst	1	1	0	0	2	0.1%
	Gesamt	654	659	753	749	2815	100.0%

Tabelle 2, Darstellung der Überweiser in Bezug auf die zu entfernenden/entfernten Zähne, eigene Darstellung

3.2.4 Verlagerungsgrad nach Winter

Am häufigsten mit n=1035 Zähnen wurde im Oberkiefer kein Verlagerungsgrad festgestellt. Dieser verteilte sich auf beide Oberkieferseiten in einem ähnlichen Verhältnis. Seltener mit n=207 Zähnen zeigte sich die disto-anguläre Verlagerung, wobei diese im zweiten Quadranten häufiger vorkam. Alle weiteren Verlagerungsarten kamen mit n<35 deutlich seltener vor. So zeigten n=34 Zähne eine mesio-anguläre und n=11 eine disto-horizontale Verlagerung. Bei n=10 Zähnen imponierte eine oro-/fazio-horizontale Verlagerung. Insgesamt konnte in n=9 Fällen aufgrund tiefer Zerstörung der Zähne kein Verlagerungsgrad ermittelt werden. Lediglich n=7 Zähne zeigte eine mesio-horizontale Verlagerung. Eine ektope Verlagerung konnte im Oberkiefer nicht festgestellt werden. Eine Übersicht über die Verlagerungsgrade der Zähne 18 und 28 bietet Tabelle 3.

Verlagerungsgrade im Oberkiefer nach Winter

		Oberkieferzähne			
		18	28	Gesamt	
Verlagerung		Anzahl	Anzahl	Anzahl	% Anteil
	Keine	535	500	1035	78.8%
	Disto-angulär	84	123	207	15.8%
	Mesio-angulär	16	18	34	2.6%
	Disto-horizontale	7	4	11	0.8%
	Oro/Fazio-horizontale	4	6	10	0.8%
	Nicht beurteilbar	5	4	9	0.7%
	Mesio-horizontale	3	4	7	0.5%
	Ektop	0	0	0	0.0%
	Gesamt	654	659	1313	100.0%

Tabelle 3, Verlagerungsgrade nach Winter im Oberkiefer, eigene Darstellung

Mit n=816 wiesen die meisten Unterkieferzähne keinen Verlagerungsgrad auf. Die mesio-anguläre Verlagerung trat mit n=436 deutlich häufiger auf als im Oberkiefer. Ebenfalls häufig mit n=200 trat eine mesio-horizontale Verlagerung der Unterkieferweisheitszähne auf. Deutlich seltener war die disto-anguläre Verlagerung mit n=31. Alle weiteren Verlagerungsformen traten im Unterkiefer mit n<10 deutlich seltener auf. Nur n=7 Zähne waren oro-/fazio-horizontal verlagert und weitere n=6 konnten aufgrund des Zerstörungsgrades keiner Verlagerungsform zugeordnet werden. Lediglich n=5 Zähne wiesen eine disto-horizontale Verlagerung auf. Im Gegensatz zum Oberkiefer konnte im Unterkiefer eine ektope Zahnanlage festgestellt werden. Dies trat in der Regio 48 auf. Eine Übersicht gibt Tabelle 4.

Verlagerungsgrade im Unterkiefer nach Winter

		Unterkieferzähne			
		38	48	Gesamt	
Verlagerung		Anzahl	Anzahl	Anzahl	% Anteil
	Keine	427	389	816	54.3%
	Mesio-angulär	194	242	436	29.0%
	Mesio-horizontale	107	93	200	13.3%
	Disto-angulär	12	19	31	2.1%
	Oro/Fazio-horizontal	6	1	7	0.5%
	Nicht beurteilbar	4	2	6	0.4%
	Disto-horizontale	3	2	5	0.3%
	Ektop	0	1	1	0.1%
	Gesamt	753	749	1502	100.0%

Tabelle 4, Verlagerungsgrade nach Winter im Unterkiefer, eigene Darstellung

Die beiden Balkendiagramme auf der folgenden Seite visualisieren den Vergleich zwischen den drei häufigsten Verlagerungsgraden im Oberkiefer und im Unterkiefer.

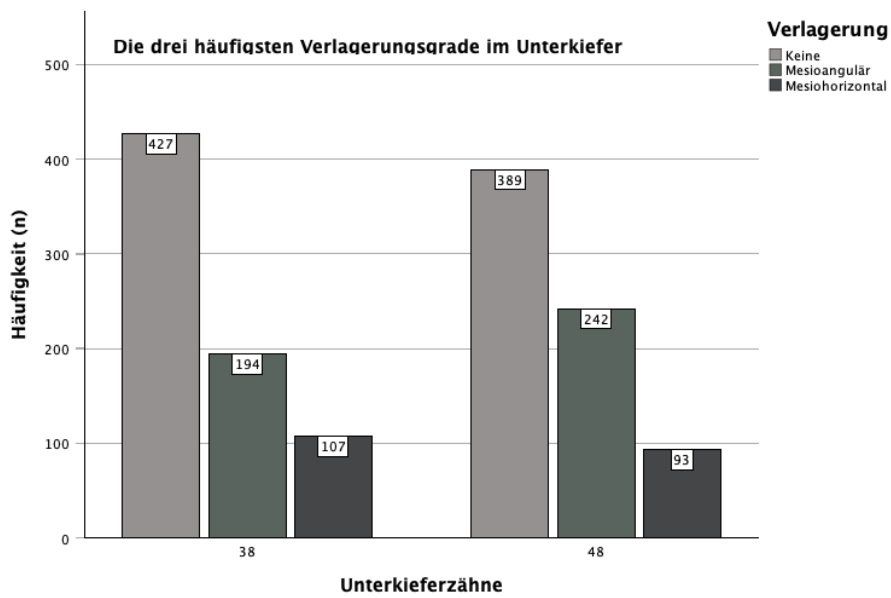
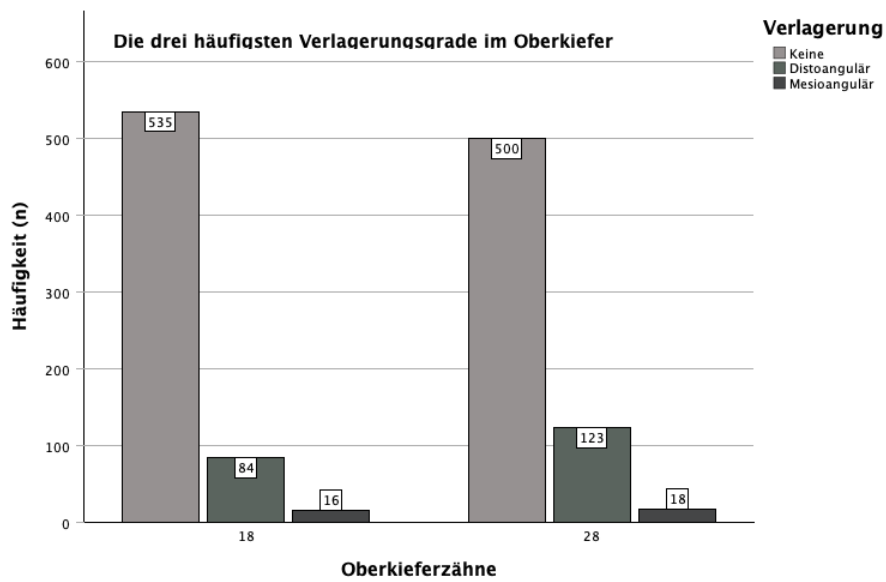


Abbildung 17, Vergleich der drei häufigsten Verlagerungsgrade im Ober- und Unterkiefer, eigene Darstellung

3.2.5 Retentionsgrad nach Archer sowie Pell und Gregory

Im Oberkiefer war festzustellen, dass der Großteil der untersuchten Zähne mit n=554 den Retentionsgrad C aufwiesen und somit vollständig retiniert waren. Weitere n=494 Zähne zeigten den Retentionsgrad A auf. Mit n=229 Zähnen trat der Retentionsgrad B, im Vergleich zu den anderen beiden, seltener auf. Bei n=23 Zähnen konnte aufgrund des Zerstörungsgrades oder eines fehlenden zweiten Molars keine Beurteilung des Retentionsgrades durchgeführt werden. Lediglich n=13 Zähne wiesen keinen Retentionsgrad auf. Insbesondere die Retentionsgrad A, B und C verteilen sich ähnlich auch beide Quadranten.

Retentionsgrade im Oberkiefer nach Archer

	Oberkieferzähne			
	18	28	Gesamt	
	Anzahl	Anzahl	Anzahl	% Anteil
Retentionsgrad C	284	270	554	42.2%
A	262	232	494	37.6%
B	99	130	229	17.4%
Nicht beurteilbar	9	14	23	1.8%
Keiner	0	13	13	1.0%
Gesamt	654	659	1313	100.0%

Tabelle 5, Retentionsgrade im Oberkiefer nach Archer, eigene Darstellung

Die beiden häufigsten Retentionsformen im Unterkiefer waren mit n=436 Grad B2 sowie mit n=431 die Klasse C2. Somit sind knapp 58% der Unterkieferweisheitszähne diesen beiden Kategorien zuzuordnen. Ebenfalls häufig mit n=372 kam Retentionsgrad A2 sowie mit n=135 die Klasse A1 auf. Abbildung 18 auf der folgenden Seite visualisiert nochmals die vier häufigsten Retentionsformen im Unterkiefer.

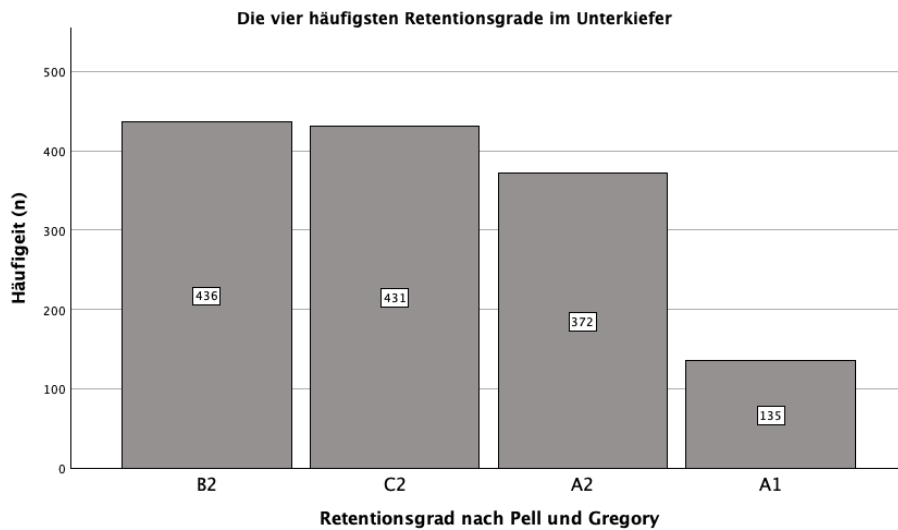


Abbildung 18, Die vier häufigsten Retentionsgrade im Unterkiefer, eigene Darstellung

Alle weiteren Retentionsgrade traten mit $n < 40$ verhältnismäßig selten auf. Von diesen war die Retentionsart C3 mit $n=29$ am häufigsten vertreten. Lediglich $n=13$ Zähne konnten nicht beurteilt werden und weitere $n=8$ Zähne zeigten keinen Retentionsgrad. Mit $n=5$ war der Retentionsgrad A3 am seltensten vertreten. Tabelle 6 gibt eine Übersicht über die Verlagerungsgrade bezogen auf die beiden Quadranten des Unterkiefers.

Retentionsgrade im Unterkiefer nach Pell und Gregory

	Unterkieferzähne			
	38	48	Gesamt	
	Anzahl	Anzahl	Anzahl	% Anteil
Retentionsgrad B2	209	227	436	29.0%
C2	208	223	431	28.7%
A2	194	178	372	24.8%
A1	67	68	135	9.0%
C1	26	13	39	2.6%
C3	13	16	29	1.9%
B1	13	5	18	1.2%
B3	5	11	16	1.1%
Nicht beurteilbar	9	4	13	0.9%
Keiner	6	2	8	0.5%
A3	3	2	5	0.3%
Gesamt	753	749	1502	100.0%

Tabelle 6, Übersicht über die Retentionsgrade im Unterkiefer, eigene Darstellung

3.2.6 Art der Zahnentfernung

Wird die Art der Zahnentfernungen auf Zahnebene betrachtet, fällt auf, dass sowohl im Oberkiefer als auch im Unterkiefer die operative Zahnentfernung deutlich häufiger durchgeführt wurde als die einfache Extraktion, wobei die Extraktion im Oberkiefer häufiger auftrat als im Unterkiefer. Insgesamt wurden n=1957 Zähne operativ entfernt, was 69,5% aller Zähne entspricht. Davon waren n=1234 Unterkieferweisheitszähne und n=723 Oberkieferweisheitszähne. N=858 Zähne konnten mittels einfacher Extraktion entfernt werden, wobei diese im Oberkiefer mit n=590 Zähnen mehr als doppelt so oft wie im Unterkiefer mit n= 268 Zähnen vorkam.

Art der Zahnentfernung

		Operative Entfernung		Extraktion		Gesamt
		Anzahl	% Anteil	Anzahl	% Anteil	Anzahl
Zahn	18	362	55.4%	292	44.6%	654
	28	361	54.8%	298	45.2%	659
	38	613	81.4%	140	18.6%	753
	48	621	82.9%	128	17.1%	749
	Gesamt	1957	69.5%	858	30.5%	2815

Tabelle 7, Art der Zahnentfernung, eigene Darstellung

3.2.7 Allgemeine operative Komplikationen

Bei Betrachtung der intra- und postoperativen Komplikationen war festzustellen, dass die einzelnen Komplikationen im Vergleich zur betrachteten Fallanzahl selten vorkamen. Daher wurden die verschiedenen Komplikationen zu einer Variable aggregiert. Diese wurde darüber hinaus dichotomisiert. Durch die Dichotomisierung kann die Variable den Wert 1 annehmen, wenn eine Komplikation aufgetreten ist und den Wert 0, wenn keine Komplikation auftrat.

Anhand der beschriebenen Variablen konnte festgestellt werden, dass bei n=675 (24%) der entfernten Weisheitszähnen Komplikationen aufgetreten sind. Somit ist zu erwähnen, dass bei n=2140 Zahnentfernungen keine Komplikationen aufgetreten sind. Die folgende Abbildung visualisiert die dichotomisierte Komplikationsvariable.

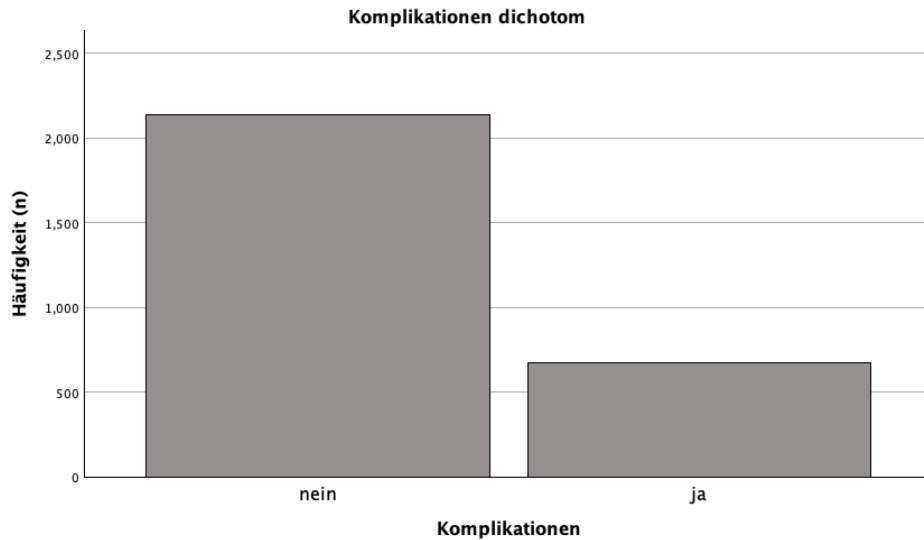


Abbildung 19, Komplikationen dichotomisiert, eigene Abbildung

Die nicht dichotomisierte Variable zeigte, dass bei n = 2140 (76%) Zahnentfernungen keine Komplikation aufgetreten sind. Am häufigsten konnten eine oder zwei Komplikationen pro entferntem Zahn festgestellt werden.

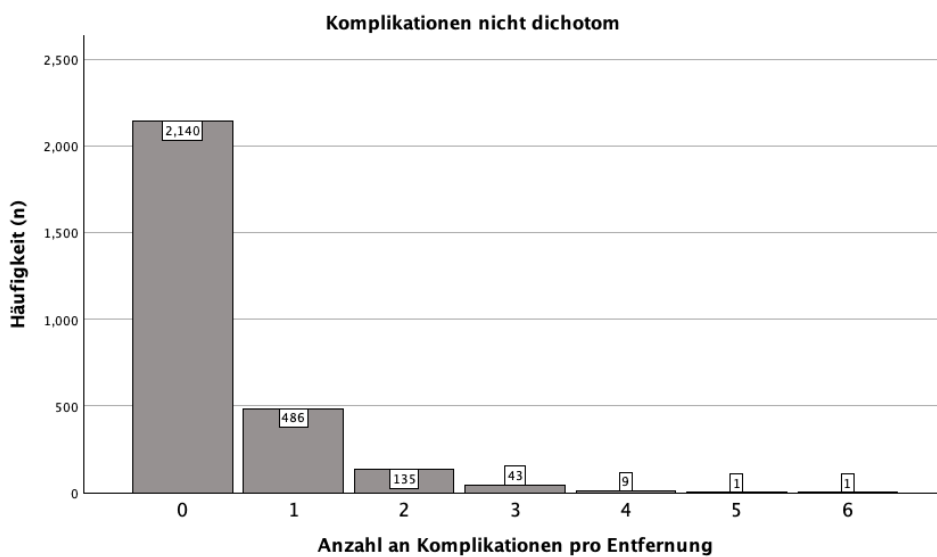


Abbildung 20, Anzahl an Komplikationen je Zahnentfernung, eigene Darstellung

3.2.7.1 Wundheilungsstörungen

Neben der dichotomisierten Komplikationsvariable wurde außerdem untersucht, wie häufig Wundheilungsstörungen auftraten. Hierzu wurden die Zähne zusammengefasst, bei welchen im postoperativen Verlauf eine Alveolitis sicca, eine Dehiszenz oder freiliegender Knochen auftraten. Insgesamt wurden n=141 (5%) Wundheilungsstörungen beobachtet. Nicht inkludiert wurden hierbei Abszessformationen, die eine weiterführende chirurgische Therapie indizierten. Insgesamt kam es post operationem zu n=38 Abszessformationen (1,3%). Sowohl Wundheilungsstörungen als auch Abszessformationen waren im Unterkiefer fünfmal so häufig zu beobachten wie im Oberkiefer. Tabelle 8 liefert eine Übersicht über die Verteilung der aufgetretenen Wundheilungsstörungen sowie Abszessbildungen.

Wundheilungsstörungen und Abszesse

		Wundheilungsstörung				Abszess			
		Nein		Ja		nein		ja	
		Anzahl	% Anteil	Anzahl	% Anteil	Anzahl	% Anteil	Anzahl	% Anteil
Zahn	18	646	98.8%	8	1.2%	649	99.2%	5	0.8%
	28	645	97.9%	14	2.1%	658	99.8%	1	0.2%
	38	688	91.4%	65	8.6%	734	97.5%	19	2.5%
	48	695	92.8%	54	7.2%	736	98.3%	13	1.7%
	Gesamt	2674	95.0%	141	5.0%	2777	98.7%	38	1.3%

Tabelle 8, Spezifische Komplikationen bei der Entfernung von Weisheitszähnen in Ober- und Unterkiefer, eigene Darstellung

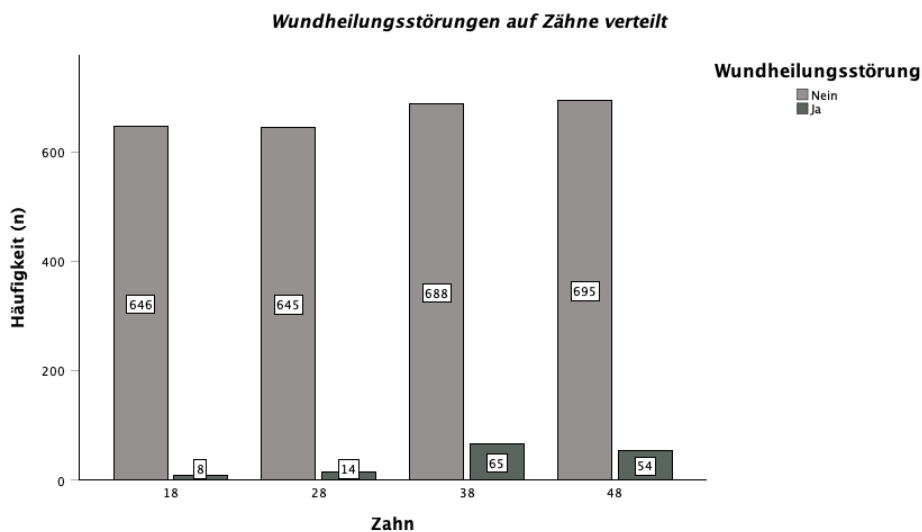


Abbildung 21, Vergleich Wundheilungsstörungen, eigene Darstellung

3.2.7.2 Blutungen

Darüber hinaus wurden perioperative Blutungsereignisse erfasst und ausgewertet. Intraoperativ kam es zu n=24 (0,9%) Blutungen, welche alle mittels lokalhämostyptischen Maßnahmen therapiert wurden. Die intraoperativen Blutungen traten mit n= 19 vermehrt im Unterkiefer auf. Von diesen wiederum kam es mit n=12 im vierten Quadranten zu den meisten intraoperativen Blutungen.

Zu aktiven postoperativen Blutungen kam es bei n=25 (0,9%) der Zahnentfernungen, wobei diese ebenfalls mit n=10 vermehrt im vierten Quadranten aufgetreten sind. Zusammengefasst konnten perioperativ n=49 Blutungsereignisse festgestellt werden, die insbesondere den Unterkiefer betroffen haben. Die Gesamtheit der postoperativen Blutungen konnten ebenfalls mittels lokal blutstillender Maßnahmen kontrolliert werden.

Zudem konnte postoperativ nach n=53 Weisheitszahnentfernungen eine Hämatombildung im Kiefer- und Gesichtsbereich festgestellt werden. Die Verteilung über die vier Quadranten zeigte sich annähernd gleich, wobei auch hier der Unterkiefer häufiger von einer Hämatombildung betroffen war. Tabelle 9 präsentiert die zahnbezogenen intra- und postoperativen Blutungen.

Perioperative Blutungen

		Intraoperativ				Postoperativ			
		nein		ja		nein		ja	
		Anzahl	% Anteil	Anzahl	% Anteil	Anzahl	% Anteil	Anzahl	% Anteil
Zahn	18	651	99.5%	3	0.5%	649	99.2%	5	0.8%
	28	657	99.7%	2	0.3%	655	99.4%	4	0.6%
	38	746	99.1%	7	0.9%	747	99.2%	6	0.8%
	48	737	98.4%	12	1.6%	739	98.7%	10	1.3%
	Gesamt	2791	99.1%	24	0.9%	2790	99.1%	25	0.9%

Tabelle 9, Übersicht über die Blutungskomplikationen, zahnbezogen, eigene Darstellung

3.2.8 Spezifische Komplikationen im Oberkiefer

Neben den bereits besprochenen allgemeinen operativen Komplikationen (Blutung, Wundschmerz, Schwellung, Infektion) traten abhängig von der Lokalisation des Zahnes im Ober- oder Unterkiefer spezifische Komplikationen auf. Im Oberkiefer handelt es sich dabei besonders um Komplikationen mit Bezug zur Kieferhöhle. Insgesamt wurde diese bei n=1313 entfernten Weisheitszähnen im Oberkiefer in n=201 (15,3%) Fällen eröffnet. Daraus resultierte in n=5 (0,4%) Fällen eine Sinusitis. Zudem kam es bei n=3 (0,2%) Zahntfernungen zu einer Luxation des jeweiligen Zahnes in die Kieferhöhle. Alle drei beschriebenen Komplikationen traten in unterschiedlicher Häufigkeit sowohl im ersten als auch im zweiten Quadranten auf. Im Gegensatz dazu traten die insgesamt n=3 (0,2%) Tuberfrakturen ausschließlich in Regio 18 auf. Ebenso verhielt es sich in n=1 (0,1%) Fall mit einem Prolaps des Bichat'schen Fettpropf, welcher ebenfalls rechtsseitig aufgetreten ist. Tabelle 10 auf der folgenden Seite gibt nochmals einen Überblick über die Häufigkeiten der oberkieferspezifischen Komplikationen.

Spezifische Oberkiefer Komplikationen

		Oberkieferzähne					
		18		28		Gesamt	
		Anzahl	% Anteil	Anzahl	% Anteil	Anzahl	% Anteil
Kieferhöhleneröffnung	nein	540	82.6%	572	86.8%	1112	84.7%
	ja	114	17.4%	87	13.2%	201	15.3%
Sinusitits	nein	653	99.8%	655	99.4%	1308	99.6%
	ja	1	0.2%	4	0.6%	5	0.4%
Luxation in Kieferhöhle	nein	652	99.7%	658	99.8%	1310	99.8%
	ja	2	0.3%	1	0.2%	3	0.2%
Tuberabriss	nein	651	99.5%	659	100.0%	1310	99.8%
	ja	3	0.5%	0	0.0%	3	0.2%
Bichard Prolaps	nein	653	99.8%	659	100.0%	1312	99.9%
	ja	1	0.2%	0	0.0%	1	0.1%

Tabelle 10, Spezifische Komplikationen des Oberkiefers, eigene Darstellung

3.2.9 Spezifische Komplikationen im Unterkiefer

Da die unteren Weisheitszähne in topografischer Nähe zum N. lingualis sowie zum N. alveolaris inferior liegen, stellen insbesondere temporäre oder persistente Sensibilitätsstörungen im Versorgungsgebiet dieser beiden Nerven spezifische Komplikationen des Unterkiefers dar. Insgesamt wurden n=1502 untere Weisheitszähne entfernt. Im Versorgungsgebiet des N. lingualis wurden n=6 (0,4%) temporäre und keine persistenten Sensibilitätsstörungen beobachtet. Mit n=31 (2,1%) lagen temporäre Empfindungsstörungen des N. alveolaris inferior vor, wobei diese auf beiden Seiten annähernd gleich verteilt waren. In insgesamt n=5 (0,3%) Fällen kam es zu einer bleibenden Gefühlseinschränkung im Versorgungsgebiet des N. alveolaris inferior.

Nach operativer Zahnentfernung kam es in n=4 (0,3%) Fällen zu einer Fraktur des Unterkiefers. Die Frakturen traten mit jeweils n=2 auf beiden Seiten des Unterkiefers auf und verteilten sich im gleichen Verhältnis auf beide Geschlechter. Ein gehäuftes Auftreten von pathologischen Frakturen ab einem bestimmten Alter konnte nicht festgestellt werden. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Verteilung der Unterkieferfrakturen auf die jeweiligen Lebensdekaden.

Verteilung der Unterkieferfrakturen auf das Alter

				Unterkiefer Fraktur	
				nein	ja
				Anzahl	Anzahl
Zahn 38	Alter	10-19	268	0	
		20-29	303	0	
		30-39	81	0	
		40-49	39	1	
		50-59	26	0	
		60-69	21	1	
		70+	13	0	
48	Alter	10-19	281	0	
		20-29	289	1	
		30-29	71	1	
		40-49	36	0	
		50-59	35	0	
		60-69	21	0	
		70+	14	0	

Tabelle 11, Unterkieferfrakturen in Lebensdekaden, eigene Darstellung

In der vorliegenden Studiengruppe kam es in einem Fall zu einer Luxation eines Wurzelrestes in den Mundboden (0,1%). Dieser konnte intraoperativ jedoch zurück in die Alveole befördert und in toto entfernt werden. Ebenso wurde in einem Fall intraoperativ beschlossen, einen Wurzelrest zur Schonung des N. alveolaris inferior zu belassen. Beide beschriebenen Komplikationen traten linksseitig in Regio 38 auf.

In keinem in dieser Studie betrachteten Fälle wurde eine Kiefergelenksluxation beobachtet werden. Tabelle 12 gibt einen Überblick bezüglich der eingetretenen spezifischen Risiken der Unterkieferweisheitszahnentfernung.

Spezifische Unterkiefer Komplikationen

		Unterkieferzähne					
		38		48		Gesamt	
		Anzahl	% Anteil	Anzahl	% Anteil	Anzahl	% Anteil
N. lingualis temporäre Sensibilitätsstörung	nein	752	99.9%	744	99.3%	1496	99.6%
	ja	1	0.1%	5	0.7%	6	0.4%
N. lingualis persistierende Sensibilitätsstörung	nein	753	100.0%	749	100.0%	1502	100.0%
	ja	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
N. alveolaris inf. temporäre Sensibilitätsstörung	nein	737	97.9%	734	98.0%	1471	97.9%
	ja	16	2.1%	15	2.0%	31	2.1%
N. alveolaris inf. persistierende Sensibilitätsstörung	nein	750	99.6%	747	99.7%	1497	99.7%
	ja	3	0.4%	2	0.3%	5	0.3%
Unterkieferfraktur	nein	751	99.7%	747	99.7%	1498	99.7%
	ja	2	0.3%	2	0.3%	4	0.3%
Wurzelrest in Mundboden	nein	752	99.9%	749	100.0%	1501	99.9%
	ja	1	0.1%	0	0.0%	1	0.1%
Wurzelanteile belassen aufgrund Gefahr des Nervschadens	nein	752	99.9%	749	100.0%	1501	99.9%
	ja	1	0.1%	0	0.0%	1	0.1%

Tabelle 12, Spezifische Komplikationen des Unterkiefers, eigene Darstellung

3.2.10 Weitere selten aufgetretene Komplikationen

Über die bereits beschriebenen Komplikationen hinaus kam es in n=11 Fällen zu einer postoperativen Myalgie. In insgesamt n=6 Fällen kam es perioperativ zu einer Ohnmacht des Patienten. Eine Unverträglichkeit des Antibiotikums trat in n=2 Fällen auf, wobei ein Patient aufgrund einer ausgeprägten Urtikaria in der Universitäts-Hautklinik Tübingen behandelt werden musste. Weitere zwei Patienten klagten perioperativ über ein Engegefühl in der Brust, welches sich im Verlauf jedoch legte.

In weiteren zwei Fällen kam es im Zuge der Operation zu Rissverletzungen im Bereich der Mundwinkel, welche mittels Nahtversorgung behandelt werden mussten. In n=1 Fall konnte eine allergische Reaktion auf das Lokalanästhetikum beobachtet werden und in einem weiteren musste die Operation wegen eines Anästhesieversagens abgebrochen werden. Ein Schaden an einem Nachbarzahn konnte in nur einem Fall festgestellt werden. Tabelle 13 gibt eine Übersicht über die weiteren Komplikationen.

Weitere Komplikationen			
		Anzahl	% Anteil
Myalgie	nein	2804	99.6%
	ja	11	0.4%
Ohnmacht	nein	2809	99.8%
	ja	6	0.2%
AB Unverträg.	nein	2813	99.9%
	ja	2	0.1%
Mundwinkel eingerissen	nein	2813	99.9%
	ja	2	0.1%
Thorakale Beschwerden	nein	2813	99.9%
	ja	2	0.1%
Allergische Reaktion auf LA	nein	2814	100.0%
	ja	1	0.0%
Anästhesieversager	nein	2814	100.0%
	ja	1	0.0%
Schaden Nachbarzahn	nein	2814	100.0%
	ja	1	0.0%

Tabelle 13, Selten aufgetretene Komplikationen, eigene Darstellung

3.3 Inferenzstatistik

3.3.1 Das Alter hat einen Einfluss auf die Komplikationsrate

Zur Überprüfung der Hypothese „Das Alter hat einen Einfluss auf die Komplikationsrate“ wurde eine lineare Regression zwischen dem Alter bei Entfernung und der Komplikation berechnet. Mittels Streudiagramm konnte ein linearer Zusammenhang zwischen den beiden Variablen festgestellt werden. Eine Verzerrung durch Ausreißer konnte ausgeschlossen werden, da die Cook-Distanz (CD) für das Modell unterhalb der kritischen Grenze von $1,0 \log$ ($CD = 0,036$). Die Durbin-Watson-Statistik ergab für das getestete Modell einen Wert, welcher darauf schließen lässt, dass eine Autokorrelation vorliegt ($DW = 1,367$). Durch die Betrachtung der Residuen-Diagramme konnte keine Homoskedastizität bestätigt werden. Die Normalverteilung der Residuen konnte durch die grafische Inspektion des Q-Q-Plots bestätigt werden. Multikollinearität kann an dieser Stelle als gegeben angenommen werden, da in dem entsprechenden Modell nur eine unabhängige Variable aufgenommen wurde. Multikollinearität, welche sich auf die Beziehung mehrerer unabhängiger Variablen untereinander bezieht, kann somit ausgeschlossen werden. Da weder Autokorrelationsfreiheit noch Homoskedastizität gegeben waren, wurde das Modell nochmals mithilfe robuster Standardfehler nach der HC3 Methode berechnet.

Das lineare Regressionsmodell hat ein $R^2 = .002$ berechnet und ist nach ANOVA signifikant, $F(1,2812) = 6,317$, $p = ,012$. Da das Modell nach ANOVA signifikant geschätzt wurde, kann davon ausgegangen werden, dass die unabhängige Variable einen signifikanten Einfluss auf die abhängige Variable hat. Betrachtet man den Regressionskoeffizienten, so kann dies bestätigt werden, $b = 0.002$, $p = ,020$.

Ein höheres Alter ist mit häufiger auftretenden Komplikationen assoziiert.

Regressionsmodell

Parameter	Regressionskoeffizient B	Robuster Standardfehler		T	Sig.	95% Konfidenzintervall		Partielles Eta-Quadrat
			r^a			Untergrenze	Obergrenze	
Konstanter Term	.265		.029	9.236	<.001	.209	.321	.029
AlterEntf	.002		.001	2.334	.020	.000	.005	.002

a. HC3-Methode

Tabelle 14, Lineare Regression zur Hypothese 1, eigene Darstellung

3.3.2 Das Geschlecht hat einen Einfluss auf die Komplikationsrate

Um Hypothese zwei „Das Geschlecht hat einen Einfluss auf die Komplikationsrate“ zu testen, wurde eine lineare Regression zwischen dem Geschlecht und der Anzahl an Komplikationen berechnet. Für diese Berechnung wurde eine Dummy-Variable gebildet, welche den Wert 1 annimmt, wenn das Geschlecht männlich war und den Wert 0 annimmt, wenn das Geschlecht weiblich war. Da es sich bei dem Geschlecht um eine dichotome Variable handelt wurde keine Linearitätsprüfung durchgeführt. Die entsprechende Cook-Distanz für das Modell lag unterhalb der kritischen Grenze von 1,0, wodurch eine mögliche Verzerrung durch Ausreisser ausgeschlossen werden konnte ($CD = 0,024$). Die Durbin-Watson-Statistik ergab für das getestete Modell einen Wert, welcher darauf schließen lässt, dass eine Autokorrelation vorliegt ($DW = 1,366$). Durch die Betrachtung der Residuen-Diagramme konnte Homoskedastizität bestätigt werden. Die Normalverteilung der Residuen konnte durch die grafische Inspektion des Q-Q-Plots bestätigt werden. Multikollinearität kann an dieser Stelle als gegeben verstanden werden, da in dem entsprechenden Modell nur eine unabhängige Variable aufgenommen wurde. Da keine Autokorrelationsfreiheit gegeben war wurde das Modell nochmals mithilfe robuster Standardfehler nach der HC3 Methode berechnet.

Das lineare Regressionsmodell hat ein $R^2 = .002$ berechnet und ist nach ANOVA signifikant, $F(1,2812) = 4,708$, $p = ,030$. Da das Modell nach ANOVA signifikant geschätzt wurde, kann davon ausgegangen werden, dass die unabhängige Variable einen signifikanten Einfluss auf die abhängige Variable hat. Betrachtet man den Regressionskoeffizienten, so kann dies bestätigt werden, $b = - 0.056$, $p = ,030$.

Hypothese zwei kann somit bestätigt werden: Das Geschlecht hat einen Einfluss auf die Komplikationsrate, wobei Männer im Schnitt weniger Komplikationen haben als Frauen.

Regressionsmodell

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten		Kollinearitätsstatistik		
		Regressionskoeffizient B	Std.-Fehler	Beta	T	Sig.	Toleranz	VIF
1	Konstante	.360	.019		19.371	<.001		
	Männlich	-.056	.026	-.041	-2.170	.030	1.000	1.000

a. Abhängige Variable: Komplikationen

Tabelle 15, Lineare Regression zur Hypothese 2, eigene Darstellung

3.3.3 Der Retentionsgrad hat einen Einfluss auf die Komplikationsrate

Zur Überprüfung der Hypothese „Der Retentionsgrad hat einen Einfluss auf die Komplikationsrate“ wurde eine lineare Regression zwischen dem Retentionsgrad und der Anzahl der Komplikationen berechnet. Da es sich beim Retentionsgrad um eine nominale Variable handelt, wurde diese als Dummy-Variable codiert. Demnach entfällt eine Linearitätsprüfung. Die Cook-Distanz für das Modell lag unterhalb der kritischen Grenze von 1,0, wodurch eine mögliche Verzerrung durch Ausreisser ausgeschlossen werden konnte ($CD = 0,124$). Die Durbin-Watson-Statistik ergab für das getestete Modell einen Wert, welcher darauf schließen lässt, dass eine Autokorrelation vorliegt ($DW = 1,380$). Durch die Betrachtung der Residuen-Diagramme konnte keine Homoskedastizität bestätigt werden. Die Normalverteilung der Residuen konnte durch die grafische Inspektion des Q-Q-Plots ebenfalls nicht bestätigt werden. Anhand der VIF-Werte konnte Multikollinearität ausgeschlossen werden, da diese alle < 5 waren. Da weder Autokorrelationsfreiheit noch Homoskedastizität noch Normalverteilung der Residuen gegeben waren, wurde das Modell nochmals mithilfe robuster Standardfehler nach der HC3 Methode berechnet.

Regressionsmodell

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten		Kollinearitätsstatistik		
		Regressions-koeffizient B	Std.-Fehler	Beta	T	Sig.	Toleranz	VIF
Retentionsgrad	Konstante (B2)	.287	.032		9.024	<.001		
	Keiner	.063	.152	.008	.417	.676	.963	1.038
	A1	-.067	.070	-.019	-.966	.334	.826	1.210
	Nicht beurteilbar	-.176	.115	-.029	-1.526	.127	.936	1.069
	Archer A	-.128	.043	-.073	-2.978	.003	.560	1.785
	Archer B	-.021	.054	-.009	-.397	.691	.713	1.403
	Archer C	.145	.042	.085	3.416	<.001	.548	1.826
	A2	-.089	.047	-.044	-1.907	.057	.623	1.606
	A3	.113	.298	.007	.380	.704	.990	1.010
	B1	-.051	.164	-.006	-.313	.754	.968	1.033
	B3	-.162	.169	-.018	-.958	.338	.970	1.031
	C1	.406	.111	.070	3.658	<.001	.931	1.074
	C2	.344	.045	.181	7.624	<.001	.595	1.680
	C3	.058	.127	.009	.457	.648	.947	1.056

a. Abhängige Variable: Komplikationen

Tabelle 16, Lineare Regression Hypothese 3, eigene Darstellung

Das lineare Regressionsmodell hat ein $R^2 = .055$ berechnet und ist nach ANOVA signifikant, $F(13,2800) = 13.527, p < ,001$. Bei Betrachtung der Regressionskoeffizienten ist sichtbar, dass der Retentionsgrad A ($b = -0,127, p = ,003$) signifikant weniger Komplikationen zeigt, wohingegen die Retentionsgrade C ($b = 0,145, p < ,001$), C1 ($b = 0,406, p < ,001$) und C2 ($b = 0,344, p < ,001$) signifikant mehr Komplikationen haben.

3.3.4 Der Verlagerungsgrad nach Winter hat einen Einfluss auf die Komplikationsrate

Um die Hypothese „Der Verlagerungsgrad nach Winter hat einen Einfluss auf die Komplikationsrate“ zu testen wurde, eine lineare Regression zwischen dem Verlagerungsgrad und der Anzahl der Komplikationen berechnet. Da der Verlagerungsgrad eine nominale Variable ist, wurde dieser als Dummy-Variable codiert. Die Linearitätsprüfung entfällt entsprechend. Die Cook-Distanz für das Modell lag unterhalb der kritischen Grenze von 1,0, wodurch eine mögliche Verzerrung durch Ausreisser ausgeschlossen werden konnte ($CD = 0,085$). Die Durbin-Watson-Statistik ergab für das getestete Modell einen Wert, welcher darauf schließen lässt, dass eine Autokorrelation vorliegt ($DW = 1,377$). Durch die Betrachtung der Residuen-Diagramme konnte keine Homoskedastizität bestätigt werden. Die Normalverteilung der Residuen konnte durch die grafische Inspektion des Q-Q-Plots ebenfalls nicht bestätigt werden. Anhand der VIF-Werte konnte Multikollinearität ausgeschlossen werden, da diese alle < 5 waren. Da weder Autokorrelationsfreiheit noch Homoskedastizität noch Normalverteilung der Residuen gegeben waren wurde das Modell nochmals mithilfe robuster Standardfehler nach der HC3 Methode berechnet.

Das lineare Regressionsmodell hat ein $R^2 = .033$ berechnet und ist nach ANOVA signifikant, $F(10,2803) = 9.516, p < ,001$. Bei Betrachtung der Regressionskoeffizienten ist sichtbar, dass der Verlagerungsgrad „vertikal elongiert“ ($b = -0,192, p = ,043$) und kein Verlagerungsgrad ($b = -0,198, p < ,001$) signifikant weniger Komplikationen zeigen, wohingegen der Verlagerungsgrad „mesiohorizontal“ ($b = 0,182, p < ,001$) signifikant mehr Komplikationen hat. Hypothese 4 kann somit teilweise bestätigt werden.

Regressionsmodell

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten	Standardisierte Koeffiziente	T	Sig.	Kollinearitätsstatistik	
	RegressionskoeffizientB	Std.-Fehler	Beta		Toleranz	VIF
1 (Konstante)	.381	.022		16.980	<.001	
Mesio-angulär	.067	.038	.037	1.747	.081	.788
Disto-angulär	-.066	.049	-.027	-1.341	.180	.864
Mesio-horizontal	.182	.052	.070	3.510	<.001	.878
Disto-horizontal	.182	.170	.020	1.072	.284	.988
Oro/Fazio-horizontal	-.087	.165	-.010	-.527	.598	.987
Ektop	-.381	.673	-.011	-.566	.571	.999
Keine	-.198	.032	-.135	-6.249	<.001	.734

a. Abhängige Variable: Komplikationen

Tabelle 17, Lineare Regression Hypothese 4, eigene Abbildung

3.3.5 Die Art der Zahnentfernung hat einen Einfluss auf die Komplikationsrate

Um die Hypothese „Die Art der Zahnentfernung hat einen Einfluss auf die Komplikationsrate“ zu testen, wurde eine lineare Regression zwischen der Art der Entfernung und der Anzahl der Komplikationen berechnet. Da die Art der Entfernung eine nominale Variable ist, wurde dieser als Dummy-Variable codiert. Die Linearitätsprüfung entfällt entsprechend. Die Cook-Distanz für das Modell lag unterhalb der kritischen Grenze von 1,0, wodurch eine mögliche Verzerrung durch Ausreisser ausgeschlossen werden konnte ($CD = 0,018$). Die Durbin-Watson-Statistik ergab für das getestete Modell einen Wert, welcher darauf schließen lässt, dass eine Autokorrelation vorliegt ($DW = 1,369$). Durch die Betrachtung der Residuen-Diagramme konnte Homoskedastizität bestätigt werden. Die Normalverteilung der Residuen konnte durch die grafische Inspektion des Q-Q-Plots ebenfalls bestätigt werden. Da nur eine Variable in das Modell aufgenommen wurde entfiel die Prüfung der Multikollinearität. Das lineare Regressionsmodell hat ein $R^2 = .043$ berechnet und ist nach ANOVA signifikant, $F(10,2812) = 126.247$, $p < ,001$. Bei Betrachtung des Regressionskoeffizienten ist zu sehen, dass die operative Entfernung im Schnitt mehr Komplikationen aufweist als die Extraktion ($b = 0.307$, $p < ,001$). Hypothese 5 kann somit bestätigt werden:

Die operative Weisheitszahnentfernung weist signifikant mehr Komplikationen auf als die einfache Extraktion.

Regressionsmodell

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten		Kollinearitätsstatistik		
		Regressions-Koeffizient B	Std.-Fehler	Beta	T	Sig.	Toleranz	VIF
1	Konstante (Extraktion)	.118	.023		5.165	<.001		
	Operative Entfernung	.307	.027	.207	11.236	<.001	1.000	1.000

a. Abhängige Variable: Komplikationen

Tabella 18, Lineare Regression Hypothese 5, eigene Darstellung

3.3.6 Der Überweisungsursprung hat einen Einfluss auf die Komplikationsrate

Um die Hypothese „Der Überweisungsursprung hat einen Einfluss auf die Komplikationsrate“ zu testen, wurde eine lineare Regression zwischen der Überweisungsart und der Anzahl der Komplikationen berechnet. Da die Überweisungsart eine nominale Variable ist, wurde diese als Dummy-Variable codiert. Die Linearitätsprüfung entfällt entsprechend. Die Cook-Distanz für das Modell lag unterhalb der kritischen Grenze von 1,0, wodurch eine mögliche Verzerrung durch Ausreisser ausgeschlossen werden konnte ($CD = 0,068$). Die Durbin-Watson-Statistik ergab für das getestete Modell einen Wert, welcher darauf schließen lässt, dass eine Autokorrelation vorliegt ($DW = 1,372$). Durch die Betrachtung der Residuen-Diagramme konnte keine Homoskedastizität bestätigt werden. Die Normalverteilung der Residuen konnte durch die grafische Inspektion des Q-Q-Plots ebenfalls nicht bestätigt werden. Anhand der VIF-Werte konnte Multikollinearität ausgeschlossen werden, da diese alle < 5 waren.

Da weder Autokorrelationsfreiheit noch Homoskedastizität noch Normalverteilung der Residuen gegeben waren wurde das Modell nochmals mithilfe robuster Standardfehler nach der HC4 Methode berechnet.

Regressionsmodell

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten		Kollinearitätsstatistik		
		Regressions-Koeffizient B	Std.-Fehler	Beta	T	Sig.	Toleranz	VIF
1	Konstante	.300	.021		13.986	<.001		
	(Selbstvorstellung)							
	Hauszahnarzt	.034	.033	.022	1.020	.308	.784	1.276
	HNO	-.086	.183	-.009	-.468	.640	.991	1.009
	Innere Medizin	.200	.481	.008	.416	.677	.999	1.001
	Studentenkurs	-.200	.216	-.017	-.926	.355	.994	1.006
	Psychiatrie	-.300	.278	-.020	-1.078	.281	.996	1.004
	Onkologie	-.241	.118	-.039	-2.035	.042	.979	1.021
	Externer Chirurg	.300	.305	.019	.986	.324	.997	1.003
	Kieferorthopäde	.062	.039	.033	1.604	.109	.824	1.214
	Kieferchirurg	.286	.078	.070	3.661	<.001	.952	1.050
	Oralchirurg	.322	.103	.059	3.115	.002	.973	1.028
	Notdienst	-.300	.481	-.012	-.624	.533	.999	1.001
	Zahnerhaltung	-.033	.048	-.014	-.689	.491	.881	1.135
	Prothetik	.052	.074	.013	.697	.486	.948	1.055
	Hausarzt	-.044	.106	-.008	-.416	.678	.974	1.027

a. Abhängige Variable: Komplikationen

Table 19, Regressionsmodell Hypothese 6, eigene Darstellung

Das lineare Regressionsmodell hat ein $R^2 = .014$ berechnet und ist nach ANOVA signifikant, $F(15,2813) = 2,684$, $p < .001$. Bei Betrachtung der Koeffizienten ist ersichtlich, dass Patienten mit Überweisung aus der Onkologie signifikant weniger Komplikationen haben ($b = -0,241$, $p = .042$), während Patienten die vom Kieferchirurg ($b = 0,286$, $p < .001$) oder vom Oralchirurg ($b = 0,322$, $p = .002$) überwiesen worden sind, mehr Komplikationen erfahren. Hypothese 7 kann somit in Teilen bestätigt werden.

3.3.7 Der Retentionsgrad nach Pell und Gregory und/oder der Verlagerungsgrad nach Winter hat einen Einfluss auf Schäden des N. alveolaris inferior

Die Hypothese "Der Retentionsgrad nach Pell und Gregory und/oder der Verlagerungsgrad nach Winter hat einen Einfluss auf Schäden des N. alveolaris inferior" wurde anhand einer logistischen Regression überprüft. Zunächst wurden für das Modell die Annahmen getestet. Die Linearitätsprüfung entfiel, da es sich um eine nominalskalierte unabhängige Variable handelt. Multikollinearität konnte ebenfalls ausgeschlossen werden.

Anhand des Omnibustests war ersichtlich, dass das Modell mit unabhängigen Variablen besser als das Nullmodell ist, $\chi^2(23) = 102,182, p < ,001$. Die Varianzaufklärung, welche mittels Nagelkerkes R^2 vorgenommen wurde, zeigte einen moderaten Effekt, $R^2 = .279$. Durch die Betrachtung der Klassifikationstabelle war zu entnehmen, dass die Sensitivität des Modells bei 5,6% liegt, wohingegen die Spezifität des Modells bei 100.0% einzuordnen ist. Die korrekte Klassifikation beträgt 95,8%. Die Anpassungsgüte des Modells, welche mittels Hosmer-Lemeshow überprüft wurde, ist als hoch zu bewerten, $\chi^2(7) = 1,412, p = ,985$. Bei den Koeffizienten ist zu erkennen, dass mit jedem Anstieg der Variable Verlagerungsgrad „disto-horizontal“, die Wahrscheinlichkeit des Eintretens der einer Nervenschädigung um den Faktor 14,991 steigt ($OR = 14,991, p = ,008$). Die weiteren Ausprägungen der unabhängigen Variablen zeigten keinen Effekt.

Hypothese 7 kann somit nur für einen Verlagerungsgrad, die distohorizontale Verlagerung, bestätigt werden.

Regressionsmodell

		Regressions- Koeffizient B	Standardfehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Konfidenzintervall für EXP(B)	
								Unterer Wert	Oberer Wert
Verlagerung	Distohorizontal	2.707	1.028	6.931	1	.008	14.991	1.997	112.507

Tabelle 20, Regressionsmodell Hypothese 7, eigene Darstellung

3.3.8 Der Retentionsgrad nach Archer und/oder der Verlagerungsgrad nach Winter hat einen Einfluss auf Kieferhöhleneröffnungen.

Die Hypothese "Der Retentionsgrad nach Archer und/oder der Verlagerungsgrad nach Winter hat einen Einfluss auf Kieferhöhleneröffnungen" wurde anhand einer logistischen Regression überprüft. Zunächst wurden für das Modell die Annahmen getestet. Die Linearitätsprüfung entfiel, da es sich um eine nominalskalierte unabhängige Variable handelt. Multikollinearität konnte ebenfalls ausgeschlossen werden. Anhand des Omnibustests war ersichtlich, dass das Modell mit unabhängigen Variablen besser als das Nullmodell ist, $\chi^2(15) = 89,115$, $p < ,001$. Die Varianzaufklärung, welche mittels Nagelkerkes R^2 vorgenommen wurde, zeigte einen schwachen Effekt, $R^2 = .114$. Durch die Betrachtung der Klassifikationstabelle war zu entnehmen, dass die Sensitivität des Modells bei 0,5% liegt, wohingegen die Spezifität des Modells bei 100,0% einzuordnen ist. Die korrekte Klassifikation beträgt 84,8%. Die Anpassungsgüte des Modells, welche mittels Hosmer-Lemeshow überprüft wurde, ist als hoch zu bewerten, $\chi^2(5) = 2,000$, $p = ,849$. Bei den Koeffizienten ist zu erkennen, dass kein einzelner Retentions- oder Verlagerungsgrad einen signifikanten Effekt auf die Eröffnung der Kieferhöhle hat. Lediglich die Gesamtbetrachtung der Retentionsgrade zeigte einen Effekt ($p < ,001$). Hypothese 8 kann somit nicht bestätigt werden.

3.3.9 Der Retentionsgrad nach Archer/Pell und Gregory und/oder der Verlagerungsgrad nach Winter hat einen Einfluss auf das Auftreten von Wundheilungsstörungen

Die Hypothese "Der Retentionsgrad nach Archer/Pell und Gregory und/oder der Verlagerungsgrad nach Winter hat einen Einfluss auf das Auftreten von Wundheilungsstörungen" wurde anhand einer logistischen Regression überprüft. Zunächst wurden für das Modell die Annahmen getestet. Die Linearitätsprüfung entfiel, da es sich um eine nominalskalierte unabhängige Variable handelt. Multikollinearität konnte ebenfalls ausgeschlossen werden. Anhand des Omnibustests war ersichtlich, dass das Modell mit unabhängigen Variablen besser als das Nullmodell ist, $\chi^2(23) = 121,760$, $p < ,001$. Die Varianzaufklärung, welche mittels Nagelkerkes R^2 vorgenommen wurde, zeigte einen schwachen Effekt, $R^2 = .129$. Durch die Betrachtung der

Klassifikationstabelle war zu entnehmen, dass die Sensitivität des Modells bei 0,0% liegt, wohingegen die Spezifität des Modells bei 100,0% einzuordnen ist. Die korrekte Klassifikation beträgt 95,0%. Die Anpassungsgüte des Modells, welche mittels Hosmer-Lemeshow überprüft wurde, ist als hoch zu bewerten, $\chi^2(7) = 0,747, p = ,998$.

Bei den Koeffizienten ist zu erkennen, dass nur die Gesamtbetrachtung des Retentionsgrades einen signifikanten Effekt zeigt ($p < ,001$), jedoch keine einzelne Ausprägung des Retentions- oder Verlagerungsgrades einen solchen Effekt hat.

Hypothese 9 kann somit nicht bestätigt werden.

3.3.10 Der Retentionsgrad nach Archer/Pell und Gregory und/oder der Verlagerungsgrad nach Winter hat einen Einfluss auf Abszessgeschehen

Die Hypothese "Der Retentionsgrad nach Archer/Pell und Gregory und/oder der Verlagerungsgrad nach Winter hat einen Einfluss auf Abszessgeschehen" wurde anhand einer logistischen Regression überprüft. Zunächst wurden für das Modell die Annahmen getestet. Die Linearitätsprüfung entfiel, da es sich um eine nominalskalierte unabhängige Variable handelt. Multikollinearität konnte ebenfalls ausgeschlossen werden. Anhand des Omnibustests war ersichtlich, dass das Modell mit unabhängigen Variablen besser als das Nullmodell ist, $\chi^2(23) = 44,565, p = ,004$. Die Varianzaufklärung, welche mittels Nagelkerkes R^2 vorgenommen wurde, zeigte einen schwachen Effekt, $R^2 = .118$. Durch die Betrachtung der Klassifikationstabelle war zu entnehmen, dass die Sensitivität des Modells bei 0,0% liegt, wohingegen die Spezifität des Modells bei 100,0% einzuordnen ist. Die korrekte Klassifikation beträgt 98,7%. Die Anpassungsgüte des Modells, welche mittels Hosmer-Lemeshow überprüft wurde, ist als hoch zu bewerten, $\chi^2(7) = 3.474, p = ,838$. Bei Betrachtung der Koeffizienten zeigt sich kein signifikanter Effekt der Retentions- oder Verlagerungsgrade auf die Abszedierung.

Hypothese 11 kann somit nicht bestätigt werden

3.3.11 Die Antikoagulation eines Patienten hat einen Einfluss auf Blutungsereignisse

Die Hypothese "Die Antikoagulation eines Patienten hat einen Einfluss auf Blutungsereignisse" wurde anhand einer logistischen Regression überprüft. Zunächst wurden für das Modell die Annahmen getestet. Die Linearitätsprüfung entfiel, da es sich um eine nominalskalierte unabhängige Variable handelt. Multikollinearität konnte ebenfalls ausgeschlossen werden.

Anhand des Omnibustests war ersichtlich, dass das Modell mit unabhängigen Variablen besser als das Nullmodell ist, $\chi^2(10) = 36,669, p < ,001$. Die Varianzaufklärung, welche mittels Nagelkerkes R^2 vorgenommen wurde, zeigte einen schwachen Effekt, $R^2 = .087$. Durch die Betrachtung der Klassifikationstabelle war zu entnehmen, dass die Sensitivität des Modells bei 4,1% liegt, wohingegen die Spezifität des Modells bei 99,9% einzuordnen ist. Die korrekte Klassifikation beträgt 98,3%. Die Anpassungsgüte des Modells, welche mittels Hosmer-Lemeshow überprüft wurde, ist als hoch zu bewerten, $\chi^2(6) = 0,000, p = 1.0$. Bei der Betrachtung der Koeffizienten fällt auf, dass lediglich Patienten mit ASS 100 mit $p = ,051$ knapp oberhalb des Signifikanzniveaus liegen. Patienten mit „Vit. K Antagonist“ (OR = 21.733, $p < .001$), „DOAK“ (OR = 15.696, $p < ,001$), „andere Thrombozytenaggregationshemmer“ (OR = 70.632, $p = ,003$), „Clopidogrel + DOAK“ (OR = 70.632, $p = ,002$) und „Heparin“ (OR = 23.544, $p = ,007$) eine höhere Chance eines Blutungsereignisses haben, also solche ohne Antikoagulation. Hypothese 11 kann somit bestätigt werden.

Regressionsmodell

	Regressions		Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Konfidenzintervall für EXP(B)	
	Koeffizient B	Standardfehler					Unterer Wert	Oberer Wert
Antikoagulation			59.1 53	10	<.001			
ASS 100	1.454	.746	3.79 6	1	.051	4.281	.991	18.483
Vit. K Antagonist	3.079	.595	26.8 07	1	<.001	21.733	6.776	69.708
DOAKs	2.753	.799	11.88 7	1	<.001	15.696	3.281	75.089
Andere Thrombozytenaggregationshemmer	4.257	1.424	8.94 4	1	.003	70.632	4.337	1150.230
Clopidogrel + DOAK	4.257	1.424	8.94 4	1	.003	70.632	4.337	1150.230
Heparin	3.159	1.166	7.33 7	1	.007	23.544	2.394	231.499

a. In Schritt 1 eingegebene Variablen: Antikoagulation.

Tabelle 21, Regressionsmodell Hypothese 11, eigene Darstellung

3.3.12 Das Rauchverhalten eines Patienten hat einen Einfluss auf Wundheilungsstörungen

Die Hypothese "Das Rauchverhalten eines Patienten hat einen Einfluss auf Wundheilungsstörungen" wurde anhand einer logistischen Regression überprüft. Zunächst wurde der Nikotinkonsum dichotomisiert in 0 = kein Konsum, 1 = Konsum. Darauffolgend wurden für das Modell die Annahmen getestet. Die Linearitätsprüfung entfiel, da es sich um eine nominalskalierte unabhängige Variable handelt. Multikollinearität konnte ebenfalls ausgeschlossen werden.

Anhand des Omnibustests war ersichtlich, dass das Modell mit unabhängigen Variablen besser als das Nullmodell ist, $\chi^2(1) = 3,982, p = ,046$. Die Varianzaufklärung, welche mittels Nagelkerkes R^2 vorgenommen wurde, zeigte einen schwachen Effekt, $R^2 = .005$. Durch die Betrachtung der Klassifikationstabelle war zu entnehmen, dass die Sensitivität des Modells bei 0,0% liegt, wohingegen die Spezifität des Modells bei 100,0% einzuordnen ist. Die korrekte Klassifikation beträgt 96.0%. Die Anpassungsgüte des Modells, welche mittels Hosmer-Lemeshow überprüft wurde, ist als hoch zu bewerten, $\chi^2(0) = 0,000, p = 1.0$. Der Nikotinkonsum zeigt einen positiven Effekt auf das Eintreten einer Wundheilungsstörung (OR = 1,536, $p = ,040$). Hypothese 12 kann somit bestätigt werden.

Regressionsmodell

	Regressions- Koeffizient B	Standardfehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Konfidenzintervall für EXP(B)	
							Unterer Wert	Oberer Wert
Raucher	.429	.209	4.197	1	.040	1.536	1.019	2.315
Konstante (Nichtraucher)	-3.302	.117	799.054	1	<.001	.037		

Tabelle 22, Regressionsmodell Hypothese 12, eigene Darstellung

3.3.13 Der Operationsmodus Intubationsnarkose hat einen Einfluss auf die Komplikationsrate

Die Hypothese "Der Operationsmodus Intubationsnarkose hat einen Einfluss auf die Komplikationsrate» wurde anhand einer logistischen Regression überprüft. Zunächst wurden für das Modell die Annahmen getestet. Die Linearitätsprüfung entfiel, da es sich um eine nominalskalierte unabhängige Variable handelt. Multikollinearität konnte ebenfalls ausgeschlossen werden.

Anhand des Omnibustests war ersichtlich, dass das Modell mit unabhängigen Variablen nicht besser als das Nullmodell ist, $\chi^2(1) = 0,981, p = ,322$. Die Varianzaufklärung, welche mittels Nagelkerkes R^2 vorgenommen wurde, zeigte einen schwachen Effekt, $R^2 = .001$. Durch die Betrachtung der Klassifikationstabelle war zu entnehmen, dass die Sensitivität des Modells bei 0,0% liegt, wohingegen die Spezifität des Modells bei 100,0% einzuordnen ist. Die korrekte Klassifikation beträgt 76,0%.

Die Anpassungsgüte des Modells, welche mittels Hosmer-Lemeshow überprüft wurde, ist als hoch zu bewerten, $\chi^2(6) = 0,000, p = 1.0$. Die Narkose scheint keinen Effekt auf die Komplikationen zu haben (OR = 1.118, $p = ,319$). Hypothese 15 kann somit nicht bestätigt werden.

4 Diskussion

Nach wie vor ist die Weisheitszahnentfernung eine der am häufigsten durchgeführten Eingriffe in der zahnärztlichen Chirurgie (Arrigoni/Lambrecht 2004). Werden die vorliegenden Zahlen des Jahrbuchs 2023 der Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung betrachtet, so kann festgestellt werden, dass im Jahr 2023 mehr als 3,5 Millionen Zähne operativ entfernt worden sind (Kunkel/Fritz et al. 2019; Mund/Horbert et al. 2023) und es kann von einem Routineeingriff gesprochen werden.

Wird die Literatur der letzten Jahrzehnte betrachtet, ist zu erkennen, dass sich die Autoren über einen Zeitraum von mehr als 50 Jahren darin einig sind, dass die Weisheitszähne am häufigsten von Retention und/oder Verlagerung betroffen sind, häufig gefolgt von Oberkieferzähnen (Aitasalo/Lehtinen et al. 1972; Arabion/Gholami et al. 2017; Yilmaz/Adisen et al. 2016). Aufgrund dessen haben sich in der Vergangenheit verschiedene Autoren mit der Frage beschäftigt, wie eine Klassifizierung der retinierten Weisheitszähne gestaltet werden könnte. Bereits Anfang des 20. Jahrhunderts stellte Winter eine Klassifikation auf, welche den Verlagerungsgrad der Zähne beschreibt (Winter 1926). Diese Klassifikation wurde in der vorliegenden Studie verwendet, um den Verlagerungsgrad der Weisheitszähne zu beschreiben. Referenzpunkt zur Bewertung ist die Längsachse des zweiten Molaren.

Anhand der Klassifikation nach Winter ist zwar eine Bewertung des Verlagerungsgrades möglich, eine eventuell vorliegende Retention wird jedoch nicht berücksichtigt. Diese kann jedoch maßgeblichen Einfluss auf den operativen Aufwand haben, um einen Zahn zu entfernen. Pell und Gregory entwickelten in den 1930er Jahren eine Klassifikation, welche den Retentionsgrad des Zahns in den Mittelpunkt stellte (Pell/Gregory 1933). Zur Einteilung in diese Klassifikation sind zwei Referenzpunkte zu berücksichtigen:

Einmal der Abstand zwischen der distalen Kante des zweiten Molaren zur Vorderkante des aufsteigenden Astes. Andererseits wird anhand der Okklusalfäche sowie der Schmelzzementgrenze des zweiten Molaren die Tiefe der Retention evaluiert. Da die Klassifikation von Pell und Gregory ausschließlich für den Unterkiefer gilt, wurde für die Einteilung des Retentionsgrades im Oberkiefer auf die Klassifikation von Archer

zurückgegriffen, die sich analog zu der von Pell und Gregory an der Okklusalfäche sowie der Schmelzzementgrenze des zweiten Molaren orientiert (Archer 1975).

Berücksichtigt man alle in dieser Studie inkludierten Zähne, so ist festzustellen, dass über 65% der Zähne keinen Verlagerungsgrad nach Winter aufgewiesen haben, gefolgt von der mesioangulären Verlagerung mit n=470 Zähnen sowie der distoangulären Verlagerung mit n=238 Zähnen. Werden die Verlagerungsgrade jedoch nach Ober- und Unterkiefer getrennt betrachtet, fällt auf, dass insbesondere die horizontal verlagerten Zähne in einem deutlich unterschiedlichen Umfang vorkamen. So lagen im Unterkiefer n=200 Zähne mesiohorizontal verlagert vor, wohingegen im Oberkiefer ausschließlich n=7 Zähne diesen Verlagerungsgrad aufwiesen. Im Gegensatz dazu lagen im Oberkiefer mit n=207 deutlich häufiger distoangulierte Zähne vor verglichen mit n=31 im Unterkiefer. Somit zeigen sich doch relevante Unterschiede in der Häufigkeit der Verlagerungsformen von Ober- und Unterkieferweisheitszähnen.

Primo und Primo analysierten in ihrer Studie die Verlagerung und Retention von 1211 Weisheitszähnen bei 310 Patienten (Primo/Primo et al. 2017). In den Ergebnissen wird deutlich, dass im Oberkiefer eine distoanguläre Verlagerung häufiger vorkam als eine mesioanguläre. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Resultaten dieser Studie. Darüber hinaus konnten Primo und Primo zeigen, dass nur ca. 1,8% der Oberkieferweisheitszähne einen horizontalen Verlagerungsgrad aufwiesen. Auch dieses Ergebnis deckt sich mit dem der vorliegenden Studie, in welcher nur 1,3% der Oberkieferweisheitszähne eine mesio- oder distohorizontale Verlagerung aufwiesen. In der Studie von Primo und Primo konnte der mesioanguläre Verlagerungsgrad im Unterkiefer am häufigsten beobachtet werden, was sich ebenso in den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit widerspiegelt.

In einer anderen Studie untersuchte Yilmaz die Retentions- und Verlagerungsinzidenz dritter Molaren an einer zentral-anatolischen Studienpopulation (Yilmaz/Adisen et al. 2016). Hier wurden bei 705 Patienten 2133 Zähne untersucht. Auch in dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass im direkten Vergleich die distale Angulation im Oberkiefer und die mesiale Angulation im Unterkiefer häufiger vorkommt. Ebenso lagen die horizontalen Verlagerungsarten im Unterkiefer mehr als zehnmal so häufig vor als im

Oberkiefer. Die Studien von Simons/Gonesh sowie von Santos/Lages beschäftigten sich ausschließlich mit der Analyse von Unterkieferweisheitszähnen. In beiden Studien konnte ebenfalls gezeigt werden, dass die mesioanguläre Verlagerung im Unterkiefer am häufigsten auftritt (Santos/Lages et al. 2022; Simons/Gonesh et al. 2024). Somit ist festzuhalten, dass sich die Ergebnisse der aktuellen Studie für die Verlagerungsgrade nach Winter in die vorliegende Literatur eingliedern und diese bekräftigen.

Neben den Verlagerungsgraden nach Winter wurde in den oben genannten Studien auch der Retentionsgrad nach Pell und Gregory analysiert. Vergleicht man die Ergebnisse miteinander fällt auf, dass in allen vier Publikationen der Retentionsgrad B2 immer unter den drei meist vorliegenden Retentionsgraden vertreten war. Auch dieses Ergebnis deckt sich mit der vorliegenden Studie, in welcher B2 der häufigste Retentionsgrad im Unterkiefer war.

In der aktuellen Literatur finden sich keine aussagekräftigen Analysen hinsichtlich Oberkieferweisheitszähnen und der Klassifikation nach Archer. Die bereits beschriebenen Studien von Primo/Primo sowie von Yilmaz/Adisen verwenden die Klassifikation nach Pell und Gregory auch im Oberkiefer. Da die Einteilung in die Retentionsklassen A, B und C bei Pell und Gregory als auch bei Archer nach dem gleichen Prinzip und den gleichen anatomischen Landmarken erfolgt, ist ein Vergleich der Klassen A, B und C möglich. Da für die korrekte Einteilung nach Pell und Gregory aber auch der Abstand vom zweiten Molaren zur Vorderkante des aufsteigenden Astes verwendet wird, ist darauf hinzuweisen, dass in den beschriebenen Studien besser die Klassifikation nach Archer hätte verwendet werden sollen. In der Studie von Yilmaz lag der Retentionsgrad B am häufigsten vor, wohingegen in der Studie von Primo/Primo der Retentionsgrad C am häufigsten vorkam. Verglichen mit den Ergebnissen von Shaari/Nawi et al., welche in ihrer retrospektiven Untersuchung Orthopantomographien von 2150 Patienten analysierten, ist festzustellen, dass im Oberkiefer der Retentionsgrad C am häufigsten vorlag (Shaari/Nawi et al. 2023). Auch dies deckt sich mit den vorliegenden Ergebnissen. Mit n=554 waren mehr als 42% der Oberkieferweisheitszähne dem Retentionsgrad C zuzuordnen. So lässt sich auch für den Retentionsgrad resümieren, dass sich die Ergebnisse dieser Kohorte in die vorliegende Literatur eingliedern lassen.

Werden die Indikationen zur Weisheitszahnentfernung innerhalb dieser Studie betrachtet ist festzustellen, dass mehr als 50% der Zähne aufgrund von Platzmangel oder sonstiger kieferorthopädischer Indikation entfernt worden sind. Neben diesen beiden Indikationen waren eine vorliegende *Dentitio difficilis*, kariöse Läsionen sowie die Zahnentfernung zur Elongationsprophylaxe die häufigsten fünf Indikationsgründe. Vergleicht man diese mit einer retrospektiven Studie aus Nigeria, in welcher 1763 Patienten untersucht wurden, fällt auf, dass auch in dieser Studie kariöse Läsionen und Perikoronitiden zu den häufigsten Indikationen der Zahnentfernung zählten (Adeyemo/James et al. 2008). Auffällig bei diesem Vergleich ist, dass in der genannten Studie kein Zahn aus kieferorthopädischen Gründen entfernt wurde. Dies kann dem Umstand geschuldet sein, dass in afrikanischen Ländern die kieferorthopädische Korrektur von Zahnfehlstellungen nicht im Ansatz die Relevanz und damit die Häufigkeit ausweist, wie es in Deutschland der Fall ist. Weitere mögliche Gründe könnten eine geringer ausgeprägte und priorisierte Zahnprophylaxe sein, welche im Verlauf zu mehr kariösen Läsionen und gehäuft auftretenden Perikoronitiden führt und somit eine Zahnentfernung nötig machen.

Werden im Vergleich dazu Studien aus westliche Industrieländern betrachtet wird deutlich, dass die Indikation zur Weisheitszahnentfernung häufig aus kieferorthopädischen Gründen gestellt wird (Steed 2014). Dies bestätigte bereits eine in den 1980er Jahren veröffentlichte Studie aus Schweden, in welcher die Indikationen von 870 entfernten Unterkieferweisheitszähnen untersucht wurden (Lysell/Rohlin 1988). Es zeigte sich, dass mehr Zähne aus kieferorthopädischer Indikation entfernt wurden als aufgrund kariöser Zerstörung. In der Studie von Lysell/Robin wurden fünf Weisheitszähne für eine Zahntransplantation entfernt, ein weiterer Zahn aufgrund eines Tumors. Beide Indikationsstellungen waren selten mit jeweils einem Anteil von unter 1%. Vergleicht man die prozentualen Anteile der dargestellten Indikationen mit den Ergebnissen dieser Studie, sind diese vergleichbar. Sowohl die Zahntransplantation als auch Tumore im Zusammenhang mit Weisheitszähnen lagen bei weit unter 1%.

Die seltene Indikationsstellung bezüglich tumoröser Neubildung ist insbesondere durch das seltene Vorkommen dieser begründbar. In einer Metaanalyse von 2019 konnte gezeigt werden, dass echte odontogene Tumore wie beispielsweise das Ameloblastom

eine Prävalenz von 0,4% aufweisen (Mello/Melo et al. 2019). Darüber hinaus konnten Mello und Melo zeigen, dass Tumore wie das odontogene Myxom eine Prävalenz von 0,1% aufweisen und die Keratozyste mit einer Prävalenz von 0,5% etwas häufiger vorkommt. Obwohl diese Tumoren selten auftreten, haben sie für die betroffenen Patienten meist weitreichende Konsequenzen. Denn mit dieser Diagnose ist häufig eine invasive chirurgische Therapie verbunden. Für das Management von Keratozysten wird nach wie vor ein chirurgisches Vorgehen mit Zystektomie, Osteotomie des umliegenden Knochens und, falls möglich, die Anwendung von Carnoy'scher Lösung empfohlen (Thiem/Straub et al. 2019). Diagnosen wie das Ameloblastom machen häufig noch invasivere chirurgische Eingriffe, wie eine Kontinuitätsresektion des betroffenen Kieferabschnittes, nötig (Mendenhall/Werning et al. 2007).

Die Indikation zur Zahnentfernung muss von einem approbierten Zahnarzt gestellt werden. Dennoch hat die Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie an der Universität Tübingen eine Überweiserstruktur. Externe Praxen schicken die Patienten, um diese aufgrund eines höheren Komplexität-Niveaus fachgerecht behandeln zu lassen. Somit wurde im Rahmen dieser Dissertation auch untersucht, welche Fachabteilungen und Praxen die Patienten an die Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums Tübingen schicken. In erster Linie ist aufgefallen, dass mit n=1004 (35,6%) die meisten Zähne bei Patienten entfernt worden sind, welche sich ohne Überweisung und meist mit akuten Beschwerden in der Ambulanz der Klinik vorstellten. Insbesondere Hauszahnärzte, welche keine oder nur kleine chirurgische Eingriffe in ihrer Praxis anbieten, überwiesen mit n=707 (25,1%) die meisten Weisheitszähne in die Poliklinik. Etwas weniger, aber dennoch n=442 (15,7%) Zähne wurden von Fachzahnärzten der Kieferorthopädie in die Klinik überwiesen. Neben den hausinternen Fachabteilungen wie der Zahnerhaltung und zahnärztlichen Prothetik überwiesen auch onkologische Fachärzte Patienten zur Weisheitszahnentfernung.

Ein Grund für die häufigen Überweisungen aus den Hauszahnarztpraxen könnte das durch den demographischen Wandel entstehende erhöhte Durchschnittsalter der Patienten sein, welches häufig mit vorliegenden Allgemeinerkrankungen und daher mit einem komplexeren Patientenprofil verknüpft ist (Al-Nawas/Grötz 2011).

In der vorliegenden Studie lag bei n=816 Zahntfernungen eine Besonderheit in der allgemeinen Anamnese vor, was 29% der entfernten Zähne entspricht. N=93 Zahntfernungen wurden beispielweise unter bestehender Antikoagulation durchgeführt, was 3,3% entspricht. Aktuell liegt die Prävalenz von oral antikoagulierten Patienten in Deutschland bei etwa 1%, was etwas mehr als einer Millionen Patienten entspricht (Kämmerer/Al-Nawas 2018). In der vorliegenden Leitlinie zur zahnärztlichen Chirurgie unter oraler Antikoagulation wird empfohlen, die Behandlung der Patienten durch eine Fachpraxis oder Klinik durchführen zu lassen (Kämmerer/Al-Nawas 2018).

Von Onkologen wurden mit n=34 (1,2%) Zähnen im Verhältnis eher wenige Fälle überwiesen. Dennoch stellen diese Patienten meist eine größere Herausforderung in der Behandlung dar. In der Regel handelt es sich um Patienten, welche aufgrund einer malignen Grunderkrankung vor oder während einer antiresorptiven und/oder Chemotherapie einen oder mehrere Zähne entfernt bekommen müssen. Laut aktueller S3-Leitlinie sollte vor Beginn der antiresorptiven Therapie eine Fokussuche durchgeführt werden, um nicht erhaltungswürdige Zähne sowie bakterielle Eintrittspforten zu eliminieren um dadurch das Risiko einer im Verlauf der antiresorptiven Therapie auftretenden Kiefernekrose zu minimieren (Schiegnitz/Al-Nawas et al. 2017). Außerdem weist die Leitlinie daraufhin, dass unter einer laufenden antiresorptiven Therapie strenge perioperative Kautelen einzuhalten sind. Zu diesen zählen eine prolongierte antibiotische Prophylaxe, die saubere Glättung aller scharfen Kanten sowie ein speicheldichter Wundverschluss im Sinne einer plastischen Deckung. Durch diese Aufzählung wird klar, dass die Behandlung solch komplexer Patienten in der Regel nicht durch den Hauszahnarzt erfolgt, und diese Patienten vermehrt in spezialisierten Kliniken und Praxen behandelt werden.

Die aufgeführten Beispiele zeigen deutlich, dass das Patientenprofil im zahnärztlich chirurgischen Alltag durchaus als komplex einzustufen ist. Selbstverständlich gibt es eine Vielzahl an weiteren allgemeinen Grunderkrankungen wie beispielsweise Diabetes und Erkrankungen des rheumatoiden Formenkreises, welche den postoperativen Heilungsverlauf beeinflussen können (Schriber/Bornstein 2022). Die zunehmende Komplexität der allgemeinen Anamnese konnte bereits in einer Studie aus dem Jahr 2009

belegt werden, in welcher retrospektiv 58.317 Patienten bezüglich ihrer allgemeinen Anamnese untersucht wurden (Dhanuthai/Sappayatosok et al. 2009). Insgesamt wiesen 12,2% der Patienten eine Besonderheit in der allgemeinen Anamnese auf, wobei Allergien, Hypertension, Diabetes, Herzerkrankungen sowie Funktionsstörungen der Schilddrüse am häufigsten vorkamen. Auch in der vorliegenden Studie war der Hypertonus mit 8,4% eine der häufigsten Auffälligkeiten in der allgemeinen Anamnese. Eine Veröffentlichung aus dem Jahr 2011 untermauert die durch den demografischen Wandel vorliegende Veränderung von Krankheitsbildern und Patientenmorbidity in der zahnärztlichen Praxis (Al-Nawas/Grötz 2011). Al-Nawas und Grötz weisen in ihrer Publikation eindeutig darauf hin, dass die zahnärztliche Betreuung von Patienten, welche mittels moderner Medikamente wie Antiresorptiva, Immunsuppressiva und Angiogenesehemmer therapiert werden, deutlich komplexer ist als früher, mit steigender Tendenz. Die aufgeführten Studien untermauern die Vermutung, dass viele selbstständig praktizierende Zahnärzte eine Behandlung solcher Patienten nicht durchführen, und diese in Zukunft vermehrt an chirurgische Spezialisten in Praxen und/oder Kliniken überweisen werden.

Ein weiteres Ziel dieser Arbeit war die Analyse der aufgetretenen Komplikationen. Diese wurden in allgemeine operative Komplikationen wie Blutungen, Wundheilungsstörungen und Abszessbildungen sowie spezifische Komplikationen des jeweiligen Kiefers unterteilt. Zu den spezifischen Risiken des Unterkiefers zählen Verletzungen mit einhergehenden Sensibilitätsstörungen im Versorgungsgebiet des N. alveolaris inferior sowie des N. lingualis. Darüber hinaus sind Luxationen von Zähnen oder Zahnanteilen in die Mundbodenregion möglich. Als eine der schwerwiegendsten unterkieferspezifischen Komplikationen gilt die Unterkieferfraktur, welche sowohl intraoperativ als auch im postoperativen Heilungsverlauf auftreten kann (Wagner/Otten et al. 2005).

Im Gegensatz hierzu besteht im Oberkiefer die Gefahr einer Kieferhöhleneröffnung und eine damit einhergehende postoperative Sinusitis. Auch die Luxation von Zähnen oder Zahnanteilen in den Sinus selbst, eine Tuberkelfraktur oder ein Prolaps des Wangenfettes stellen weitere spezifische Komplikationen der Oberkieferweisheitszahnentfernung dar (Pourmand/Sigron et al. 2014a).

In einer retrospektiven Studie von 2004 wurden 3980 Weisheitszahnentfernungen über einen Zeitraum von sieben Jahren ausgewertet (Arrigoni/Lambrecht 2004). Die Ergebnisse der zitierten Studie sowie der vorliegenden lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Die relative Häufigkeit der aufgetretenen Tuberfrakturen in der vorliegenden Studie (0,2%, n=3) ist gut mit den Ergebnissen von Arrigoni und Lambrecht (0,1%, n=3) vergleichbar. Auch das Auftreten einer postoperativen Sinusitis in 0,5% der Fälle (n=8) der zitierten Studie ist vergleichbar mit den aufgetretenen postoperativen Sinusitiden dieser Arbeit (0,4%, n=5). Vergleicht man die unterkieferspezifischen Komplikationen miteinander fällt auf, dass die relative Häufigkeit für Unterkieferfrakturen mit 0,3% in beiden Studien identisch war. Auch die allgemeinen operativen Komplikationen im Sinne von Wundheilungsstörungen in 2,6% der Fälle sowie 0,22% Nachblutungen sind vergleichbar mit der vorliegenden Arbeit.

Größere Unterschiede der Ergebnisse liegen bei den Komplikationen der Kieferhöhleneröffnungen vor:

So kam es bei Arrigoni und Lambrecht in 3,8% der Oberkieferweisheitszahn Entfernungen zu einer Kieferhöhleneröffnung. In der vorliegenden Studie kam es auf n=1313 entfernte Oberkieferweisheitszähne in 15,3% (n=201) der Fälle zu einer Kieferhöhleneröffnung. Somit ergibt sich eine Abweichung von ca. 12%. Ein Grund hierfür könnten tiefer impaktierte Zähne sein, welche anatomisch bereits mit dem Sinus kommunizieren.

Werden die Ergebnisse dieser Studie mit denen einer weiteren retrospektiven Arbeit aus dem Jahr 2014 (Pourmand/Sigron et al. 2014a) verglichen, in welcher 1562 Oberkieferweisheitszähne entfernt wurden, so kann erneut festgestellt werden, dass die Ergebnisse gut miteinander vergleichbar sind. Die häufigste Komplikation war auch in dieser Vergleichsstudie die Mund-Antrum-Verbindung. Jedoch ist diese, verglichen mit der vorliegenden Studie, nur in 2,4% der Fälle (n=38) aufgetreten und somit deutlich seltener. Komplikationen wie das Vortreten des Wangenfetts in 0,1 % der Fälle (n=2)

sowie das Auftreten einer Tuberfraktur in 0,1% der Fälle (n=6) sind nahezu deckungsgleich mit den Ergebnissen dieser Arbeit. Ebenso kam es in 0,1% der Fälle (n=1) zu einer Luxation eines Wurzelrestes in die Kieferhöhle.

Im zweiten Teil ihrer Studie untersuchten Sigron und Pourmand ausschließlich Komplikationen ausgehend von Unterkieferweisheitszahnentfernungen. Auch hier fällt beim Vergleich der Ergebnisse zur vorliegenden Studie auf, dass mit 4,1 % (n=50) die häufigste Komplikation eine Wundheilungsstörung im Operationsgebiet war und diese, verglichen zum Oberkiefer in 0,3% der Fälle (n=6), im Unterkiefer deutlich häufiger auftrat (Sigron/Pourmand et al. 2014). Auch in der vorliegenden Arbeit wurden deutlich häufiger Wundheilungsstörungen im Unterkiefer beobachtet (7,9%, n=119) verglichen mit dem Oberkiefer. (1,6%, n=22).

Interessanterweise konnte in der Studie von Sigron und Pourmand aus dem Jahr 2014 keine Unterkieferfraktur beobachtet werden. Bereits 14 Jahre zuvor untersuchten Krimmel und Reinert Unterkieferfrakturen nach Weisheitszahnentfernung (Krimmel/Reinert 2000). Insgesamt wurden 917 entfernte Unterkieferweisheitszähne über einen Zeitraum von 3 Jahren nachuntersucht. Eine Unterkieferfraktur post operationem trat in 0,6% (n=6) der Fälle auf. Die betroffenen Patienten waren zwischen 42 und 50 Jahren alt und vollständig bezahnt. Eine Signifikanz bezüglich eines gewissen Verlagerungsgrades konnte nicht festgestellt werden, jedoch waren alle Zähne vollständig impaktiert. Somit wurde geschlossen, dass insbesondere Patienten in einem fortgeschrittenen Alter mit voller Dentition eine Risikogruppe für Mandibulafrakturen nach Weisheitszahnentfernung darstellen. Diese Schlussfolgerung wird durch eine weitere Studie aus dem Jahr 2005 untermauert, in der es bei Patienten über 40 mit vollimpaktierten Zähnen ebenfalls häufiger zu Unterkieferfrakturen kam (Wagner/Otten et al. 2005). Lediglich das männliche Geschlecht zeigte in dieser Studie einen zusätzlichen Einfluss auf das Auftreten von Unterkieferfrakturen. Vergleicht man die Ergebnisse der beschriebenen Studien mit den vorliegenden Ergebnissen dieser Arbeit muss festgestellt werden, dass das Verhältnis der aufgetretenen Unterkieferfrakturen in 0,1% der Fälle (n=4) zu den entfernten Unterkieferweisheitszähnen (n=1502) gut mit den Ergebnissen von Krimmel und Reinert vergleichbar ist, die Altersverteilung hingegen

nicht. So konnte in der vorliegenden Arbeit in der zwanzigsten, dreißigsten, vierzigsten und sechzigsten Lebensdekade eine postoperative Unterkieferfraktur festgestellt werden. Eine Häufung innerhalb einer Lebensdekade oder ab einem bestimmten Alter konnte nicht festgestellt werden. Ein Grund dafür könnte das geringe Durchschnittsalter mit $M=26,9$ Jahren der untersuchten Patientengruppe sein. Insgesamt wurden 76% ($n=1142$) der Unterkieferweisheitszähne in der zweiten und dritten Lebensdekade entfernt und somit nur 24% ($n=360$) der Zähne ab dem 30. Lebensjahr. In der Auswertung der Ergebnisse ist jedoch aufgefallen, dass alle aufgetretenen Unterkieferfrakturen bei Zähnen vorkamen, welche den Retentionsgrad C2 nach Pell und Gregory aufwiesen. Aufgrund der geringen Anzahl aufgetretener Unterkieferfrakturen im Vergleich zu den entfernten Zähnen machte eine statistische Auswertung dieser Variablen keinen Sinn. Es untermauert aber die Ergebnisse von Krimmel und Reinert, dass die vollständige Impaktion des Zahnes durchaus einen Einfluss auf das Auftreten postoperativer Frakturen des Unterkiefers haben kann. Weitere Ursachen einer pathologischen Unterkieferfraktur können Raumforderungen verschiedener Entitäten sein, wie beispielsweise Zysten und Tumore, welche die Integrität des Kieferknochens negativ beeinflussen sowie die Einnahme von antiresorptiven Medikamenten aufgrund von Osteoporose oder einer malignen Grunderkrankung (Boffano/Roccia et al. 2013). Ebenso kann eine Strahlentherapie die Entstehung einer pathologischen Unterkieferfraktur begünstigen (Jereczek-Fossa/Orecchia 2002)

In der bereits zitierten Studie von Sigron und Pourmand konnte zwar keine Unterkieferfraktur festgestellt werden, jedoch kam es in 1,2% ($n=15$) der Fälle zu Sensibilitätsstörungen im Versorgungsbereich des N. alveolaris inferior sowie in 0,2% ($n=3$) der Fälle des N. lingualis (Sigron/Pourmand et al. 2014). 0,3% ($n=4$) der Schädigungen des N. alveolaris und 0,15% ($n=2$) des N. lingualis zeigten sich als persistierend. In der vorliegenden Studie kam es insgesamt in 0,3% ($n=5$) der Fälle zu persistierenden Sensibilitätsstörungen des N. alveolaris inferior und zu keiner persistierenden Gefühlsstörung des N. lingualis. Die in der Literatur beschriebene Inzidenz von Sensibilitätsstörungen hat eine große Streubreite von 0,23% (Neumann 2003) bis zu 19% (Renton/Hankins et al. 2005). Bei der zitierten Studie von Renton handelt es sich um eine prospektive Studie, in der lediglich $n=196$ Zähne entfernt worden sind. Von

diesen wurden 52% (n=102) in toto entfernt und in 48% (n=94) der Fälle wurde eine Koronektomie durchgeführt. In 18% der Fälle (n=19) von den 102 vollständig entfernten unteren Weisheitszähnen konnte postoperativ eine Nervschädigung festgestellt werden. In der Gruppe der erfolgreich durchgeführten Koronektomien kam es zu keiner Sensibilitätsstörung.

In zwei weiteren prospektiven Studien der Arbeitsgruppe um Eduard Valmaseda-Castellon wurde ebenfalls die Inzidenz von Nervschädigungen nach Unterkieferweisheitszahnentfernung untersucht. Insgesamt wurden bei n=946 Patienten n=1117 untere Weisheitszähne entfernt. 2,3% der Patienten (n=22) wiesen zum Zeitpunkt der Nahtentfernung eine Parästhesie des N. lingualis auf, wobei alle Sensibilitätsstörungen von temporärer Dauer waren, welche im Mittel 6,2 Wochen anhielten. (Valmaseda-Castellón/Berini-Aytés et al. 2000).

Die zweite Studie derselben Arbeitsgruppe beschäftigte sich mit dem Auftreten von Sensibilitätsstörungen des N. alveolaris inferior. Hier konnte festgestellt werden, dass postoperativ bei n=15 (1,3%) von n=946 Patienten eine Sensibilitätsstörung aufgetreten ist (Valmaseda-Castellon/Berini-Aytes et al. 2001). Von diesen 15 Patienten zeigten 0,4% (n=4) eine persistierende Hypästhesie ohne Verbesserungstendenz nach sechs Monaten. Zu vergleichbaren Ergebnisse kam auch die Studie von Gülicher und Gerlach, in welcher n=1103 untere Weisheitszähne bei n=687 Patienten entfernt wurden. Insgesamt konnte postoperativ in 3,5% der Fälle eine Sensibilitätsstörung des N. alveolaris inferior und in 2,1 % des N. lingualis festgestellt werden (Gülicher/Gerlach 2000). Persistierende Sensibilitätsstörungen lagen für beide Nerven bei unter 1%.

Vergleicht man die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit in Bezug auf Nervläsionen erneut mit denen der Studie von Arrigoni und Lambrecht, sind gewisse Unterschiede festzustellen. So konnten in der vorliegenden Studie in 0,4% (n=6) der Fälle eine temporäre und keine persistierende Schädigung des N. lingualis festgestellt werden. Der N. alveolaris inferior war in 2,1% (n=31) der Fälle von einer temporären und in 0,3% (n=5) der Fälle von einer bleibenden Sensibilitätsstörung betroffen. Dahingegen kam es in der Studie von Arrigoni und Lambrecht in 0,54% (n=13) der Fälle zu Hypästhesien

und in 0,16% (n=4) der Fälle zu einer Anästhesien des N. alveolaris inferior, wobei diese alle temporären Charakter aufwiesen (Arrigoni/Lambrecht 2004). Somit kam es in der zitierten Studie zu keiner persistenten Störung des N. alveolaris inferior. Im Versorgungsgebiet des N. lingualis kam es in 0,16% (n=4) der Fälle zu Hypästhesien und in einem Fall (0,04%) zu einer Anästhesie, wobei sich diese als persistent erwies. Trotz geringer Unterschiede im Vergleich zur Studie von Arrigoni und Lambrecht lassen sich die Ergebnisse der diskutierten Literatur bezüglich Sensibilitätsstörungen nach Weisheitszahnentfernung gut mit denen der vorliegenden Studien vergleichen.

Schädigungen des N. alveolaris inferior können insbesondere auf die zum Teil sehr enge anatomische Beziehung zu den Wurzeln dritter unterer Molaren zurückgeführt werden. Dabei kann der Nerv lingual, bukkal oder interradikulär verlaufen, wobei jede anatomische Variation ihre operative Herausforderung mit sich bringt (Nakayama/Nonoyama et al. 2009). Liegt ein linguale Nervverlauf vor, ist die Gefahr der Verletzung während der bukkalen Osteotomie eher gering. Sollte der Zahn jedoch mittels scharfer Instrumente wie beispielsweise einer Lindemannfräse getrennt werden müssen, so ist darauf zu achten, dass die Trennungsstelle streng innerhalb des Zahns verläuft und nicht zu weit auf die linguale Seite ausgedehnt wird. Dies kann neben dem lingual verlaufenden N. alveolaris inferior auch den im linguale Weichgewebe liegenden N. lingualis gefährden (Wagner/Kunkel et al. 2019). Bei einer hohen bukkalen Lage des N. alveolaris inferior kann es während der bukkalen Osteotomie bereits zu einer Verletzung des Nervens kommen. Eine besondere Herausforderung ist der interradikuläre Nervverlauf. Dies setzt häufig eine mehrfache Teilung des Zahnes voraus, bei welcher explizit zu beachten ist, dass die Trennung ausschließlich innerhalb des Zahnes anzulegen ist (Valmaseda-Castellon/Berini-Aytes et al. 2001).

Sollte diese Regel missachtet werden, kann bei zu tiefer Teilung mittels Lindemannfräse eine irreversible Schädigung des Nervens auftreten. Eine Schädigung des Nervus lingualis kann, wie bereits beschrieben, durch zu weit lingual verwendete rotierende Instrumente verursacht werden. Andererseits kann eine retromolare, suprapariostale Lappenelevation nach lingual zu einer Reizung und Verletzung des Nervens führen (Hägler/Reich 2002), insbesondere dann, wenn diese mit scharfen Instrumenten wie

einem Raspatorium durchgeführt wurde. Somit ist bei einer linguale Lappenpräparation insbesondere auf die subperiostale Präparation zu achten und der Lappen sollte mit einem stumpfen Instrument abgehalten werden. Ebenso sollte auf eine zu tiefe linguale Naht verzichtet werden, um den Nerven nicht mittels Naht zu traumatisieren (Goldberg 2005).

Neben den bereits beschriebenen Komplikationen seien noch jene erwähnt, die äußerst selten aufgetreten sind. In n=6 Fällen kam es perioperativ zu einer Ohnmacht, welche mittels Schocklagerung und kalter Kompressen erfolgreich behandelt werden konnte. In n=2 Fällen wurde eine Unverträglichkeit auf das Antibiotikum festgestellt, wobei ein Patient die intravenöse Gabe eines Antihistaminikums benötigte. Außerdem kam es in weiteren zwei Fällen zu eingerissenen Mundwinkeln, welche mittels Einzelknopfnähten versorgt wurden. Auch wenn diese Komplikationen äußerst selten auftreten, sollte der behandelnde Arzt die Patienten auch über diese Komplikationen aufklären.

Die beschriebenen Komplikationen nach Weisheitszahnentfernungen stellen für den Patienten eine unangenehme Situation dar. Komplikationen wie Logenabszesse, Kieferbrüche und Nervverletzungen, welche häufig eine weitere Operation im stationären Rahmen nach sich ziehen, können für die Patienten eine große körperliche und psychische Belastung darstellen (Kunkel/Morbach et al. 2006). Insbesondere Logenabszesse nach Weisheitszahnentfernung können bei inadäquater Behandlung zu lebensbedrohlichen Komplikationen wie einer nekrotisierenden Mediastinitis führen (de Figueiredo/Aires et al. 2019). Das Fallbeispiel einer gesunden 37-jährigen Patientin nach Unterkieferweisheitszahnentfernung aus dem Jahr 2019 von de Figueiredo und Aires zeigt, dass auch der Routineeingriff einer Weisheitszahnentfernung lebensbedrohliche Komplikationen nach sich ziehen kann. Obwohl diese Komplikation, insbesondere in Zeiten der antibiotischen Therapie, äußerst selten vorkommt, muss der behandelnde Arzt eine Wundheilungsstörung mit Ausbreitungstendenz erkennen und im Zweifel an eine spezialisierte Klinik überweisen.

Neben der Analyse der auftretenden Komplikationen hatte diese Studie das Ziel, Risikofaktoren für peri- und postoperative Komplikationen nach Weisheitszahnentfernungen zu definieren. In der Vergangenheit haben sich einige

Veröffentlichungen mit der Analyse von Risikofaktoren in der Oralchirurgie beschäftigt. Immer wieder rückt dabei das Alter der Patienten in den Vordergrund. Bereits in den 1980er Jahren beschäftigte sich eine Studie aus Amerika mit dem Einfluss des Alters auf die Morbidität der Weisheitszahnentfernung (Bruce/Frederickson et al. 1980). In dieser Studie wurden insgesamt 990 Patienten untersucht. Jeweils 330 in einer Gruppe bis 24 Jahre, 330 in einer Gruppe bis 34 Jahre und 330 in einer Gruppe 35 Jahre und älter. Insgesamt konnte festgestellt werden, dass die Komplikationsraten sowie die Patientenmorbidity in der Altersgruppe 35 und älter am höchsten waren. Eine weitere, im Jahr 2007 veröffentlichte, prospektiv ausgerichtete Studie untersuchte ebenfalls den Einfluss des Alters auf die Komplikationen bei Weisheitszahnentfernung. Insgesamt wurden bei 4004 Patienten 8748 dritte Molaren entfernt (Chuang/Perrott et al. 2007). Die statistische Auswertung dieser Studie ergab, dass Patienten über 25 ein 1,5-fach erhöhtes Risiko ($OR=1,5$ $p=,05$) für Komplikationen haben. Insgesamt decken sich die Ergebnisse der vorliegenden Studie mit denen der Literatur. So konnte mithilfe einer linearen Regression festgestellt werden, dass mit Anstieg des Alters das Risiko für auftretende Komplikationen signifikant ansteigt ($p=,020$). Eine genaue Altersgrenze, ab wann das Risiko für Komplikationen signifikant ansteigt, konnte anhand der vorliegenden Daten nicht ermittelt werden. Nichtsdestotrotz erscheint die Entfernung von Weisheitszähnen vor dem 25. Lebensjahr als empfehlenswert (Strietzel/Reichart 2002).

Ursächlich für die ansteigende Komplikationsrate könnte die bereits beschriebene erhöhte Morbidität der älteren Patienten sein, welche häufig mit schwerwiegenden Allgemeinerkrankungen sowie medikamentösen Therapien vergesellschaftet ist. Darüber hinaus zeigt die praktische Erfahrung, dass langjährig retinierte Weisheitszähne eine ausgesprochen hohe Tendenz zur Ankylose aufweisen. Somit ist im fortgeschrittenen Patientenalter häufig kein Parodontalspalt mehr vorhanden, welcher zum Einsetzen eines Instrumentes zur Luxation des Zahnes verwendet werden könnte. Dies macht häufig eine umfangreichere Osteotomie nötig, um den Zahn luxieren zu können. Dies kann zu einem größeren Knochendefekt und zu einer verlängerten OP-Zeit führen, welche als Risikofaktoren für eine erhöhte postoperative Morbidität gelten (Baqain/Karaky et al. 2008).

Neben dem Alter der Patienten wurde in der Vergangenheit häufig der Einfluss des Geschlechtes auf die Komplikationsrate geprüft. Insgesamt zeigt die vorliegende Literatur, dass besonders das weibliche Geschlecht häufiger von postoperativen Komplikationen betroffen ist (Wächter/Stoll 1995), (Voegelin/Suter et al. 2008). Dies untermauert auch eine evidenzgestützte Analyse aus Berlin, in welcher gezeigt werden konnte, dass die Inzidenz von postoperativen Wundheilungsstörungen bei Frauen doppelt so hoch ist wie bei Männern (Strietzel/Reichart 2002). Im Gegensatz dazu zeigt eine prospektive Studie aus dem Jahr 2001, dass es vor allem bei männlichen Patienten zu einer verlängerten Operationszeit kommt (Renton/Smeeton et al. 2001). Jedoch überwiegen in der Literatur die Berichte bezüglich einer erhöhten Inzidenz für Wundheilungsstörungen beim weiblichen Geschlecht (Phillips/White Jr et al. 2003). Auch in der vorliegenden Studie konnte anhand einer linearen Regression festgestellt werden, dass Frauen statistisch signifikant ($p=,030$) mehr Komplikationen nach einer Weisheitszahnentfernung aufweisen als Männer. Ein Grund hierfür könnte die Einnahme von oralen Kontrazeptiva sein. Bereits 1997 konnte eine Studie zeigen, dass orale Kontrazeptiva die Aktivität von Plasminogen im Serum erhöht und dies zu einer verstärkten Fibrinolyse führen kann (Norris/Bonnar 1997). Durch den erhöhten Abbau des Fibringerüsts kann es zu den Symptomen einer Alveolitis sicca kommen. Eine aktuelle Metaanalyse aus dem Jahr 2022 bestätigt, dass Frauen mit oralen Kontrazeptiva eine doppelt so hohe Wahrscheinlichkeit für die Entwicklung einer postoperativen Wundheilungsstörung aufweisen (Tang/Gurpegui Abud et al. 2022). Dieser Sachverhalt wurde in der aktuellen Studie jedoch nicht untersucht.

Neben dem Alter und dem Geschlecht wurden in der vorliegenden Arbeit auch die Retentions- und Verlagerungsgrade der Weisheitszähne untersucht. Im Unterkiefer wurde für die Retention die Klassifikation nach Pell und Gregory herangezogen, im Oberkiefer die nach Archer. Zur Beurteilung des Verlagerungsgrades wurde die Klassifikation nach Winter verwendet. Sowohl für die Retentions- als auch die Verlagerungsgrade wurde eine lineare Regression berechnet. Insbesondere die Retentionsgrade C1 und C2 nach Pell und Gregory als auch der Retentionsgrad C nach Archer wiesen mit einem $p<,001$ jeweils statistisch signifikant mehr Komplikationen auf. Der Retentionsgrad A nach Archer wies signifikant weniger Komplikationen auf ($p=,003$).

Retentionsgrad C entspricht in beiden Klassifikationen einer Lage unterhalb des Zahnhalses des zweiten Molaren und somit einer vollständigen Retention (Pell/Gregory 1933). Das solche Zähne, aufgrund des erhöhten operativen Aufwandes zur Zahntfernung, postoperativ häufiger Komplikationen aufweisen, zeigt auch die Analyse der Literatur. Insbesondere vollständig impaktierte Weisheitszähne gelten als Prädiktor für vermehrt auftretende Komplikationen (Christianses/Reychler 2002), (Benediktsdottir/Wenzel et al. 2004). Somit untermauert das Ergebnis der vorliegenden Studie die Ergebnisse der Literatur. Dass Komplikationen bei Zähnen mit dem Retentionsgrad C3 hier nicht signifikant häufiger beobachtet wurden, liegt vermutlich an dem im Verhältnis seltenen Vorkommen dieses Retentionsgrades mit n=29 (1,3%). Insgesamt erscheint dieses Studienergebnis erklärbar, da eine tiefere Retention in der Regel mit einer umfangreicheren Osteotomie und somit einer verlängerten Operationszeit verbunden ist, welche das Auftreten von Komplikationen begünstigen können (Baqain/Karaky et al. 2008).

Bei den Verlagerungsgraden nach Winter kam es bezüglich einer erhöhten Komplikationsrate lediglich bei der mesiohorizontalen Verlagerung zu einem statistisch signifikanten Ergebnis ($p < ,001$). Insgesamt konnte dieser Verlagerungsgrad mit n=200 in 13,3% der Unterkieferzähne beobachtet werden. Aus der praktischen Erfahrung lässt sich bestätigen, dass zur Entfernung dieser Zähne meist eine umfangreiche Osteotomie sowie ein mehrfaches Teilen des Zahnes nötig ist. Die klinische Erfahrung zeigt jedoch, dass insbesondere die distoangulierten und distohorizontalen Verlagerungsgrade eine Herausforderung darstellen. Jedoch waren auch in diesem Fall die Häufigkeiten der angesprochenen Verlagerungsgrade im Verhältnis selten und führten zu keinem statistisch signifikanten Ergebnis. Lediglich n=31 (2,1%) der Zähne zeigten eine distoanguläre Verlagerung und n=5 Zähne (0,3%) zeigten eine distohorizontale Verlagerung. Dennoch sei an dieser Stelle hervorzuheben, dass solch verlagerte Zähne eine nicht zu unterschätzende operative Herausforderung sein können, da in der Regel keine standartmäßige Luxation in distaler Richtung erfolgen kann und ebenso eine mehrfache Teilung des Zahnes nötig ist. Diese Einschätzung wird auch von den Ergebnissen der linearen Regression zur Analyse des Prädiktors „Art der Entfernung“ bestätigt. So wurde untersucht, ob eine einfache Extraktion oder die operative Entfernung

eines Zahnes mittels Schnittführung und Osteotomie häufiger zu Komplikationen führt. Es überrascht wenig, dass die operative Entfernung eines Zahnes statistisch signifikant ($p < ,001$) mehr Komplikationen nach sich zieht als eine einfache Extraktion.

Wie bereits diskutiert, hat die Ambulanz der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie im Wesentlichen einen Überweisungscharakter, sodass primär Patienten aus umliegenden Praxen behandelt werden. Bei der statistischen Auswertung der Überweiser fiel auf, dass insbesondere Patienten aus umliegenden oral- ($p = ,002$) oder mund-, kiefer- gesichtschirurgischen ($p < ,001$) Praxen statistisch signifikant mehr Komplikationen aufwiesen als Patienten, die von anderen Überweisern geschickt worden sind. Dieses Ergebnis ist wenig überraschend. Wenn fachweitergebildete Kollegen Patienten an die Klinik überweisen, handelt es sich in der Regel um äußerst komplexe Fälle. Bei diesen kommt es im Verlauf eher zu Komplikationen als bei Patienten, welche aus der allgemeinen Zahnarztpraxis überwiesen worden sind. Somit stellen Patienten, welche aus externen chirurgischen Fachpraxen überwiesen werden, eine besondere Risikogruppe dar.

Im Rahmen von logistischen Regressionen wurden ebenfalls die Einflüsse der Retentions- und Verlagerungsgrade auf bestimmte Komplikationen überprüft. Die bereits ausführlich diskutierten Verletzungen von sensiblen Nerven stellen eine schwerwiegende Komplikation dar. Im Rahmen der statistischen Auswertung konnte festgestellt werden, dass Unterkieferweisheitszähne mit einer distohorizontalen Verlagerung ein fast 15-fach ($OR = 14,9$, $p = ,008$) höheres Risiko für eine postoperative Sensibilitätsstörung aufweisen. Gründe dafür können -wie bereits diskutiert- eine umfangreiche Osteotomie im distalen Bereich des aufsteigenden Astes sowie mehrfaches Teilen eines Zahnes mittels Lindemannfräse sein. Somit sollte bei der Verwendung von rotierenden Instrumenten zur Osteotomie solcher Zähne äußerst vorsichtig vorgegangen werden. Auch der Einsatz von nicht rotierenden Instrumenten wie beispielsweise eines piezochirurgischen Gerätes kann empfehlenswert sein, auch wenn eine recht aktuelle Metanalyse keine eindeutige Evidenz bezüglich verringerter Sensibilitätsstörungen nach Weisheitszahnentfernung mittels piezochirurgischen Instrumenten feststellen konnte (Cicciù/Stacchi et al. 2021).

Im Zusammenhang mit Nervschädigungen sollte noch ein Augenmerk auf die Operationstechnik der Koronektomie gelegt werden. Dabei handelt es sich um eine Technik, welche zur Entfernung unterer Weisheitszähne zum Einsatz kommen kann, insbesondere dann, wenn die Wahrscheinlichkeit einer Nervläsion aufgrund enger topografischer Beziehung zwischen Nerv und Wurzel wahrscheinlich ist (Pogrel 2009). Dabei wird der Zahn nicht in toto entfernt. Es wird lediglich die Krone des Zahnes tief abgetrennt und der Wurzelstock in situ belassen. Eine Metaanalyse aus dem Jahr 2012 konnte zeigen, dass das Risiko einer Nervläsion bei Koronektomien geringer ist als bei Zähnen, welche in toto entfernt wurden (Long/Zhou et al. 2012). Lediglich Bewegungen der Wurzelreste (durchschnittlich 3 mm) konnten beobachtet werden. Diese Ergebnisse werden von einer jüngst veröffentlichten Metaanalyse bestätigt, jedoch wird in dieser darauf hingewiesen, dass durch die beschriebene Wanderung der Wurzelreste ein zweiter chirurgische Eingriff nötig werden kann (de Oliveira Peixoto/Bachesk et al. 2023). Somit ist festzustellen, dass insbesondere in Hochrisikofällen die Koronektomie ein alternativer Ansatz sein kann und der Patient über die teilweise Entfernung seines Zahnes im Sinne einer Koronektomie zur Protektion sensibler Strukturen aufgeklärt werden sollte.

In der vorliegenden Studie konnte für keinen Retentions- oder Verlagerungsgrad ein signifikanter inferenzstatistischer Zusammenhang zu Kieferhöhleneröffnungen ($p=0,849$), Wundheilungsstörungen ($p=0,998$) oder Abszessbildungen ($p=0,898$) festgestellt werden. Auch die Ergebnisse eines systematischen Reviews aus dem Jahr 2018 zeigen, dass die zweidimensionale Bildgebung mittels OPG keine verlässliche Methode darstellt, um Kieferhöhleneröffnungen vorherzusagen (Lewusz-Butkiewicz/Kaczor et al. 2018). Ein Grund hierfür könnte sein, dass es sich beim OPT um eine Projektionsaufnahme handelt (Schulze 2019). Somit wird ein dreidimensionaler Raum zweidimensional abgebildet und es kommt zu Überlagerungseffekten. Daher ist es möglich, dass sich die Wurzel eines oberen Weisheitszahnes vollkommen in den Recessus alveolaris projiziert, dieser in Wirklichkeit aber lateral, palatinal oder zwischen den Wurzeln des Weisheitszahnes liegt. Die tatsächliche räumliche Beziehung des Sinus maxillaris zu den Wurzeln eines Weisheitszahnes ließe sich im Vorfeld nur mittels dreidimensionaler Bildgebung feststellen. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass die dreidimensionalen Bildgebungen eine höhere Strahlenbelastung als ein konventionelles

OPT aufweisen, welches nach wie vor die Standardbildgebung bei der Weisheitszahnentfernung ist (Schulze 2013).

Anders als bei der Vorhersage von Kieferhöhleneröffnungen konnte bei antikoagulierten Patienten ein statistisch signifikanter Einfluss ($p < ,001$) auf Komplikationen im Sinne von Blutungen festgestellt werden. Zu vergleichbaren Ergebnissen kommt eine Studie aus dem Jahr 2018, in welcher antikoagulierte Patienten ein 8,8-fach erhöhtes Risiko für perioperative Blutungen hatten (Rocha/Souza et al. 2018). Auch wenn es sich hierbei um eindeutige Ergebnisse handelte, stellt sich an dieser Stelle die Frage, welchen Einfluss die Antikoagulation auf das perioperative Management des Patienten hat. So kommt ein systematisches Review der Arbeitsgruppe um Kämmerer und Al-Nawas aus dem Jahr 2015 zu dem Schluss, dass für kleinere oralchirurgische Eingriffe keine Pausierung der Antikoagulation erfolgen sollte, da das Risiko thromboembolischer Ereignisse nicht im Verhältnis zu lokalen Blutungskomplikationen steht (Kämmerer/Frerich et al. 2015). Dennoch weisen sie darauf hin, dass bei Patienten mit Vitamin K Antagonisten der INR zum Operationszeitpunkt kleiner vier sein sollte. Auch die aktuell geltende S3-Leitlinie „Zahnärztliche Chirurgie unter oraler Antikoagulation/Thrombozytenaggregationshemmung“ empfiehlt eindeutig eine Weiterführung der oralen Antikoagulation (Kämmerer/Al-Nawas 2018). Lediglich bei Patienten mit $INR > 4$ sowie unter doppelter oder dreifacher Thrombozytenaggregationshemmung sollten keine elektiven Eingriffe erfolgen, jedoch sollte bei Notfalleingriffen eine Weiterführung der entsprechenden Antikoagulation stattfinden. In solchen Fällen wird eine stationäre Aufnahme des Patienten empfohlen. Die Leitlinienautoren befürworten darüber hinaus den Einsatz von lokalen Hämostyptika wie beispielweise der von Kollagen- und Zellulosepräparaten oder Tranexamsäure. Die Empfehlungen der aktuellen Leitlinie zeigen eindeutig, dass in der Regel eine Fortsetzung der Antikoagulation anzustreben ist, da das Risiko für systemische Komplikationen bei Aussetzen dieser zu gefährlich ist. Dennoch muss der Behandler sich bewusst sein, dass das Risiko für perioperative Blutungen bei antikoagulierten Patienten deutlich erhöht ist und mit diesen fachgerecht umgegangen werden muss. Dabei stellt der Einsatz von lokalen Hämostyptika eine gute Möglichkeit dar. Alle in dieser Studie aufgetretenen Blutungen ($n=49$) konnten durch den Einsatz lokal blutstillender Mittel gestoppt werden.

Dazu zählt in der Ambulanz der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer und Gesichtschirurgie Tübingen der Einsatz von kollagenbasierten Hämostyptika, der Einsatz von lokal applizierter Tranexamsäure (Antifibrinolytikum) sowie eine plastische Deckung des Wundgebiets.

Zum Abschluss wurde mit Hilfe einer logistischen Regression geprüft, ob das Rauchverhalten des Patienten einen Einfluss auf das Auftreten von Komplikationen hat. Hierbei konnte festgestellt werden, dass Raucher ein 1,5-fach erhöhtes Risiko ($OR=1,5$) für das Auftreten einer perioperativen Komplikation haben ($p=,040$). In einer aktuell veröffentlichten systematischen Übersichtsarbeit wurde untersucht, ob das Einstellen des Rauchverhaltens vor oralchirurgischen Eingriffen einen Einfluss auf die Wundheilung hat. In der beschriebenen Arbeit konnte kein signifikanter Einfluss durch die Veränderung des Rauchverhaltens festgestellt werden (Olsson/Nordendahl et al. 2024). Eine retrospektive Studie zu Risikofaktoren in der Dysgnathie-Chirurgie konnte jedoch zeigen, dass insbesondere das Rauchen ein signifikanter Risikofaktor für postoperative Infektionen darstellt (Kuhlefeld/Laine et al. 2012). In einer weiteren prospektiven Studie aus dem Jahr 2020 konnte ebenfalls gezeigt werden, dass die postoperative Infektionsrate bei Rauchern, verglichen mit Nichtrauchern, höher war (Sanari/Alsolami et al. 2020). Somit sollte der Patient postoperativ über den negativen Einfluss des Rauchens auf die intraorale Wundheilung aufgeklärt werden. Auf Grund des retrospektiven Studiendesigns wurden in der vorliegenden Untersuchung die vorhandenen Angaben auf den Anamnesebögen genutzt ohne, dass eine Überprüfung der Angaben im Patientengespräch möglich war. Daher sind diese Angaben mit einer gewissen Vorsicht zu betrachten.

5 Zusammenfassung

Weisheitszähne weisen am häufigsten einen Retentions- oder Verlagerungsgrad auf und sind pro Jahr die am häufigsten operativ entfernten Zähne in Deutschland. Im Rahmen dieser Arbeit sollten retrospektiv die peri- und postoperativ aufgetretenen Komplikationen im Rahmen der Weisheitszahnentfernung analysiert und untersucht werden. Dazu wurden für den Zeitraum von Januar 2017 bis Dezember 2021 insgesamt 1146 Patienten mit 2815 entfernten Weisheitszähnen eingeschlossen. Alle Patienten hatten präoperativ ein Orthopantomogramm oder eine digitale Volumentomographie. Die Lage der Weisheitszähne wurde mit Hilfe der Klassifikation nach Winter, Pell und Gregory sowie Archer beurteilt.

Im Oberkiefer konnte in den meisten Fällen (n=1035, 78,8%) keine Zahnverlagerung festgestellt werden, gefolgt von einer distoangulären Verlagerung mit n=207 (15,8%). Am seltensten, mit n=7 Zähnen (0,5%), lag im Oberkiefer eine mesiohorizontale Verlagerung vor. Im Unterkiefer wiesen die meisten Zähne mit n=816 (54,3%) ebenfalls keine Verlagerung auf, gefolgt von einer mesioangulären Verlagerung mit n=436 (29%). Der seltenste Verlagerungsgrad im Unterkiefer war die distohorizontale Lage in n=5 Fällen (0,3%). Im Oberkiefer war am häufigsten der Retentionsgrad C und A (Archer) zu beobachten. Am seltensten lag keine Retention vor. Im Unterkiefer konnte am häufigsten der Retentionsgrad B2 gefolgt von C2 nach Pell und Gregory festgestellt werden. Im Unterkiefer kam der Retentionsgrad A3 am seltensten vor.

Insgesamt traten bei n=675 Zähnen von insgesamt n=2815 entfernten Zähnen Komplikationen auf. Dies entspricht einer Komplikationsrate von 24%. Dabei handelte es sich bei den allgemeinen operativen Komplikationen vor allem um Wundheilungsstörungen und Blutungen. Im Oberkiefer kam es insgesamt zu n=201 Kieferhöhleneröffnungen. Damit ist die Mund-Antrum-Verbindung mit 15,3% die am häufigsten aufgetretene oberkieferspezifische Komplikation. Im Unterkiefer kam es in n=31(2%) Fällen zu einer temporären Sensibilitätsstörung des Nervus alveolaris inferior. Lediglich in n=5 (0,3%) Fällen konnte nach einem halben Jahr keine vollständige Rückbildung beobachtet werden.

Diese wurden somit als persistierende Gefühlsstörungen klassifiziert. Eine Unterkieferfraktur konnte in n=4 (0,3%) Fällen beobachtet werden.

Von besonderem Interesse war die Frage, ob Risikofaktoren ermittelt werden können, welche das vermehrte Auftreten von Komplikationen begünstigen. Insgesamt zeigte sich, dass ältere Patienten ($p=,020$) und das weibliche Geschlecht ($p=,030$) eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit für perioperative Komplikationen aufweisen. Zu dem kommt es bei vollständig impaktierten Zähnen ($p<,001$) ebenfalls zu statistisch signifikant mehr Komplikationen. Dies zeigt auch die vergleichende Auswertung zwischen einfacher Extraktion sowie operativer Zahnentfernung, bei welcher die operative Zahnentfernung ebenfalls statistisch signifikant ($p<,001$) mehr Komplikationen nach sich zieht als die Extraktion. In der vorliegenden Studie konnte nachgewiesen werden, dass die distohorizontale Lage eines Unterkieferweisheitszahnes das Risiko für eine postoperative Sensibilitätsstörung um den Faktor 15 ($OR=14,9$ $p=,008$) erhöht. Auch antikoagulierte Patienten (Vitamin K Antagonis $OR=21,7$ $p= <,001$, DOAK $OR=15,6$ $p= <,001$, Thrombozytenaggregationshemmer $OR=70,6$ $p=,003$, Heparin $OR=23,5$ $p= ,007$) sowie rauchende Patienten ($OR=1,5$ $p=,040$) hatten ein erhöhtes Risiko für das Auftreten von Komplikationen.

Abschließend lässt sich feststellen, dass die auftretenden Komplikationen verglichen mit der Anzahl an entfernten Zähnen eher selten aufgetreten sind. Schwerwiegende Komplikationen wie bleibende Sensibilitätsstörungen, Abszesse oder Kieferbrüche kamen in dieser Untersuchung in weniger als 1% der Fälle vor. Nichtsdestotrotz sollte der behandelnde Arzt bezüglich auftretender Komplikationen vorbereitet sein und das theoretische Wissen sowie die praktische Erfahrung im Umgang mit diesen besitzen. Ein erhöhtes Alter der Patienten, das weibliche Geschlecht, der mesiohorizontale Verlagerungsgrad, die Retentionsgrade C (Archer) C1 und C2 (Pell und Gregory), sowie eine positive Anamnese zur Antikoagulation und zum Rauchen konnten als signifikante Risikofaktoren ermittelt werden. Liegen bei Patienten solche Risikofaktoren vor, sollten sie gezielt bezüglich einer erhöhten Komplikationswahrscheinlichkeit aufgeklärt werden.

6 Literaturverzeichnis

- Adeyemo, WL/James, O/Ogunlewe, MO/Ladeinde, AL/Taiwo, OA/Olojede, AC (2008): Indications for extraction of third molars: a review of 1763 cases. In: Niger Postgrad Med J, 15. Jg. (1), S. 42-46.
- Aitasalo, Kalle/Lehtinen, Risto/Oksala, Erkki (1972): An orthopantomography study of prevalence of impacted teeth. In: International Journal of oral surgery, 1. Jg. (3), S. 117-120.
- Al-Nawas, B/Grötz, KA (2011): Risikopatienten in der zahnärztlichen Praxis. In: Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz, 9. Jg. (54), S. 1066-1072.
- Al-Nawas, B./Karbach, J. (2016): Odontogene Infektionen. 1.0. Auflage: Deutsche Gesellschaft für Mund-, Kiefer und Gesichtschirurgie.
- Arabion, Hamidreza/Gholami, Mahdi/Dehghan, Habibollah/Khalife, Hussein (2017): Prevalence of Impacted Teeth among Young Adults: A Retrospective Radiographic Study. In: Journal of Dental Materials & Techniques, 6. Jg. (3), S. 131.
- Archer, William Harry (1975): Oral and maxillofacial surgery. In: WB Saunders, S. 1045-1087.
- Arrigoni, Jeannine/Lambrecht, Thomas (2004): Komplikationen bei und nach operativer Weisheitszahnentfernung. In: Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin, 114. Jg. (12), S. 1271-1279.
- Aumüller, G/Wennemuth, G (2017): Leitungsbahnen im Kopfbereich. In: Aumüller, G/Aust, G/Engele, J (Hrsg.): Duale Reihe Anatomie. 4. Auflage, Stuttgart: Georg Thieme Verlag, S. 993-1000.
- Baqain, Zaid H/Karaky, Ashraf Abu/Sawair, Faleh/Khaisat, Ameen/Duaibis, Ramzi/Rajab, Lamis D (2008): Frequency estimates and risk factors for postoperative morbidity after third molar removal: a prospective cohort study. In: Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 66. Jg. (11), S. 2276-2283.
- Benediktsdottir, I. S./Wenzel, A./Petersen, J. K./Hintze, H. (2004): Mandibular third molar removal: risk indicators for extended operation time, postoperative pain, and complications. In: Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, and Oral Radiology, 97. Jg. (4), S. 438-446.
- Blaeser, B. F./August, M. A./Donoff, R. B./Kaban, L. B./Dodson, T. B. (2003): Panoramic radiographic risk factors for inferior alveolar nerve injury after third molar extraction. In: Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 61. Jg. (4), S. 417-421.
- Blakey, G. H./Marciani, R. D./Haug, R. H./Phillips, C./Offenbacher, S./Pabla, T./White, R. P., Jr. (2002): Periodontal pathology associated with asymptomatic third molars. In: Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 60. Jg. (11), S. 1227-1233.
- Blondeau, François/Daniel, Nach G (2007): Extraction of impacted mandibular third molars: postoperative complications and their risk factors. In: Journal of the Canadian Dental Association, 73. Jg. (4), S. 325a-325d.
- Boffano, Paolo/Roccia, Fabio/Gallesio, Cesare/Berrone, Sid (2013): Pathological mandibular fractures: a review of the literature of the last two decades. In: Dental Traumatology, 29. Jg. (3), S. 185-196.
- Brauer, Hans Ulrich (2009): Unusual complications associated with third molar surgery: a systematic review. In: Quintessence international, 40. Jg. (7).

- Bräunig, G./Mohr, C./Schönfelder, T./Weischer, T. (1997): Eitrig abszedierende Mediastinitis nach Zahnextraktion. In: Mund- Kiefer- und Gesichtschirurgie, 1. Jg., S. 300-304.
- Bruce, Robert A/Frederickson, George C/Small, Gilbert S (1980): Age of patients and morbidity associated with mandibular third molar surgery. In: Journal of the American Dental Association 101. Jg. (2), S. 240-245.
- Christianes, I./Reychler, H. (2002): Complications after third molar extractions-retrospective analysis of 1,213 teeth. In: Revue de Stomatologie, de Chirurgie Maxillo-faciale et de Chirurgie Orale, 103. Jg. (5), S. 269-274.
- Chuang, S. K./Perrott, D. H./Susarla, S. M./Dodson, T. B. (2007): Age as a risk factor for third molar surgery complications. In: Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 65. Jg. (9), S. 1685-1692.
- Cicciù, Marco/Stacchi, C/Fiorillo, L/Cervino, G/Troiano, G/Vercellotti, T/Herford, AS/Galindo-Moreno, P/Di Lenarda, R (2021): Piezoelectric bone surgery for impacted lower third molar extraction compared with conventional rotary instruments: a systematic review, meta-analysis, and trial sequential analysis. In: International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 50. Jg. (1), S. 121-131.
- Cornelius, Carl-Peter (2010): Erkrankungen von Nerven im Mund-Kiefer-Gesichtsbereich. In: Schwenzer, Norbert/Ehrenfeld, Michael (Hrsg.): Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Dammann, Florian/Bootz, Friedrich/Cohnen, Mathias/Haßfeld, Stefan/Tatagiba, Marcos/Kösling, Sabrina (2014): Bildgebende Verfahren in der Kopf-Hals-Diagnostik. In: Dtsch Arztebl Int, 111. Jg., S. 417-423.
- de Figueiredo, Eugênia Leal/Aires, Carolina Chaves Gama/Neres, Bruno José Carvalho Macêdo/de Araújo, Bruna Luna/de Arruda, José Alcides Almeida/de Holanda Vasconcellos, Ricardo José (2019): Persistent necrotizing mediastinitis after dental extraction. In: Case reports in dentistry, 2019. Jg. (1).
- de Oliveira Peixoto, Alexandre/Bachesk, Andressa Bolognesi/Leal, Marilia de Oliveira Coelho Dutra/Jodas, Claudio Roberto Pacheco/Machado, Renato Assis/Teixeira, Rubens Gonçalves (2023): Benefits of coronectomy in lower third molar surgery: A systematic review and meta-analysis. In: Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 82. Jg. (1), S. 73-92.
- Dhanuthai, Kittipong/Sappayatosok, Kraisor/Bijaphala, Panruthai/Kulvitit, Sirinya/Sereerat, Thanasit (2009): Prevalence of medically compromised conditions in dental patients. In: Med Oral Patol Oral Cir Bucal, 14. Jg. (6), S. 287-291.
- Diniz-Freitas, M./Lago-Mendez, L./Gude-Sampedro, F./Somoza-Martin, J. M./Gandara-Rey, J. M./Garcia-Garcia, A. (2007): Pederson scale fails to predict how difficult it will be to extract lower third molars. In: British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 45. Jg. (1), S. 23-26.
- Dude, Leonardo. (2005). Extraktionszangen der römischen Kaiserzeit, Medizinische Dissertationsschrift. Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main.
- Duttenhöfer, Fabian/Stricker, Andreas/Schmelzeisen, Rainer (2019): Zahnentfernung und Osteotomie. In: Gutwald, Ralf/Gellrich, Nils Claudius/Schmelzeisen, Rainer (Hrsg.): Zahnärztliche Chirurgie und Implantologie. 3. Auflage, Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag S. 381-417.
- Ehrenfeld, M/Prein, J/Jundt, G (2011): Tumoren und tumorähnliche Läsionen im Mund-Kiefer-Gesichts-Bereich. In: Schwenzer, Norbert/Ehrenfeld, Michael (Hrsg.):

- Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie. 4. Auflage, Stuttgart: Georg Thieme Verlag, S. 117-145.
- Filippi, Andreas/Waltimo, Tuomas (2020): Speichel. 1. Auflage. Berlin: Quintessenz Verlag.
- Fragiskos, FD (2007): Surgical extraction of impacted teeth. Oral Surgery. Springer-Verlag, S. 121-179.
- Gbotolorun, O. M./Arotiba, G. T./Ladeinde, A. L. (2007): Assessment of factors associated with surgical difficulty in impacted mandibular third molar extraction. In: Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 65. Jg. (10), S. 1977-1983.
- Goldberg, Morton H (2005): Frequency of trigeminal nerve injuries following third molar removal. In: Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 63. Jg. (12), S. 732-736.
- Gomes, Ana Cláudia Amorim/do Egito Vasconcelos, Belmiro Cavalcanti/e Silva, Emanuel Dias de Oliveira/da Silva, Luiz Carlos Ferreira (2005): Lingual nerve damage after mandibular third molar surgery: a randomized clinical trial. In: Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 63. Jg. (10), S. 1443-1446.
- Gülicher, D./Gerlach, K L (2000): Inzidenz, Risikofaktoren und Verlauf von Sensibilitätsstörungen nach operativer Weisheitszahnentfernung In: Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, 4. Jg. (2), S. 99-104.
- Gutwald, R./Schmidinger, M. (2018): Wundheilung und Wundversorgung. In: Gutwald, Ralf/Gellrich, Nils-Claudius/Schmelzeisen, Rainer (Hrsg.): Zahnärztliche Chirurgie und Implantologie. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag.
- Güven, Orhan/Keskin, Ahmet/Akal, Ümit K (2000): The incidence of cysts and tumors around impacted third molars. In: International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 29. Jg. (2), S. 131-135.
- Hägler, G./Reich, R. H. (2002): Risiko und Vermeidung von Läsionen des N. Lingualis bei der Weisheitszahnosteotomie. In: Mund- Kiefer- und Gesichtschirurgie, 6. Jg. (1), S. 34-39.
- Heurich, T./Ziegler, C./Steveling, H./Wortche, R./Muhling, J./Hassfeld, S. (2002): Erweiterte Diagnostik im Rahmen der operativen Weisheitszahnentfernung mittels digitaler Volumetomographie. In: Mund- Kiefer- und Gesichtschirurgie, 6. Jg. (6), S. 427-432.
- Hugoson, A (1988): The prevalence of third molars in a Swedish population: an epidemiological study. In: Community Dent Health, 5. Jg., S. 121-138.
- Jereczek-Fossa, Barbara A/Orecchia, Roberto (2002): Radiotherapy-induced mandibular bone complications. In: Cancer treatment reviews, 28. Jg. (1), S. 65-74.
- Juodzbaly, Gintaras/Daugela, Povilas (2013): Mandibular third molar impaction: review of literature and a proposal of a classification. In: Journal of oral & maxillofacial research, 4. Jg. (2).
- Kämmerer, P/Al-Nawas, B. (2018). S3-Leitlinie-Zahnärztliche Chirurgie unter oraler Antikoagulation/Thrombozytenaggregationshemmung, AWMF-Registrienummer: 083-018. AWMF.
- Kämmerer, Peer W/Frerich, Bernhard/Liese, Jan/Schiegnitz, Eik/Al-Nawas, Bilal (2015): Oral surgery during therapy with anticoagulants—a systematic review. In: Clinical oral investigations, 19. Jg., S. 171-180.
- Keutel, C./Renz, C./Reinert, S. (2017): Digitale Volumetomographie - Mehr Licht als Schatten? -. In: Zahnärzteblatt Baden-Württemberg (2), S. 28-32.

- Kiesselbach, J. /Chamberlain, J. (1984): Clinical and Anatomic Observations on the Relationship of the Lingual Nerve to the Mandibular Third Molar Region. In: *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 42. Jg., S. 565-567.
- Kim, Jin-Woo/Cha, In-Ho/Kim, Sun-Jong/Kim, Myung-Rae (2012): Which risk factors are associated with neurosensory deficits of inferior alveolar nerve after mandibular third molar extraction? In: *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 70. Jg. (11), S. 2508-2514.
- Kleinschmidt, J. M. (2019): Zur topographischen Lagebeziehung der unteren Weisheitszähne in Panoramaschicht- und DVT-Aufnahmen. München Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Klinikums rechts der Isar.
- Knutsson, Kerstin/Brehmer, Berndt/Lysell, Leif/Rohlin, Madeleine (1996): Pathoses associated with mandibular third molars subjected to removal. In: *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 82. Jg. (1), S. 10-17.
- Krimmel, M./Reinert, S. (2000): Mandibular fracture after third molar removal. In: *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 58. Jg. (10), S. 1110-1112.
- Kuhlefelt, Marina/Laine, Pekka/Suominen, Anna L/Lindqvist, Christian/Thorén, Hanna (2012): Smoking as a significant risk factor for infections after orthognathic surgery. In: *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 70. Jg. (7), S. 1643-1647.
- Kunkel, M./Morbach, T./Kleis, W./Wagner, W. (2006): Third molar complications requiring hospitalization. In: *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, and Oral Radiology*, 102. Jg. (3), S. 300-306.
- Kunkel, M./Fritz, U./Terheyden, H./Müller-Richter, U./Strietzel, P./Bornes, G./Frank, M./Beck, J./Werkmeister, R./Weingart, D. (2019): S2k-Leitlinie (Langversion) Operative Entfernung von Weisheitszähnen. AWMF online: DGMKG, DGZMK.
- Kunkel, Martin (2009): Weisheitszahnentfernung. In: *Der MKG-Chirurg*, 2. Jg. (2), S. 99-106.
- Lehmann, K. M./Hellwig, E/Wenz, H.-J. (2014): Zahnärztliche Propädeutik. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag.
- Lewusz-Butkiewicz, Katarzyna/Kaczor, Kinga/Nowicka, Alicja (2018): Risk factors in oroantral communication while extracting the upper third molar: Systematic review. In: *Dental and Medical Problems*, 55. Jg. (1), S. 69-74.
- Long, H/Zhou, Y/Liao, L/Pyakurel, U/Wang, Y/Lai, W (2012): Coronectomy vs. total removal for third molar extraction: a systematic review. In: *Journal of dental research*, 91. Jg. (7), S. 659-665.
- Lysell, Leif/Rohlin, Madeleine (1988): A study of indications used for removal of the mandibular third molar. In: *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 17. Jg. (3), S. 161-164.
- Majer, Melanie. (2006). Intra -und postoperative Komplikationen bei der operativen Entfernung von Weisheitszähnen, Medizinische Dissertation. Würzburg: Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Universität Würzburg.
- Mello, Fernanda Weber/Melo, Gilberto/Kammer, Pedro Vitali/Speight, Paul M/Rivero, Elena Riet Correa (2019): Prevalence of odontogenic cysts and tumors associated with impacted third molars: a systematic review and meta-analysis. In: *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 47. Jg. (6), S. 996-1002.

- Mendenhall, William M/Werning, John W/Fernandes, Rui/Malyapa, Robert S/Mendenhall, Nancy P (2007): Ameloblastoma. In: American journal of clinical oncology, 30. Jg. (6), S. 645-648.
- Mettes, Dirk TG/Nienhuijs, Marloes MEL/van der Sanden, Wil JM/Verdonschot, Emiel H/Plasschaert, Alphons (2005): Interventions for treating asymptomatic impacted wisdom teeth in adolescents and adults. In: Cochrane Database of Systematic Reviews (2).
- Mettes, Theodorus Dirk G/Ghaemina, Hossein/Nienhuijs, Marloes EL/Perry, John/van der Sanden, Wil JM/Plasschaert, Alphons (2012): Surgical removal versus retention for the management of asymptomatic impacted wisdom teeth. In: Cochrane Database of Systematic Reviews (6).
- Metzger, M. C. (2019): Anatomische Grundlagen. In: Gutwald, R./Gellrich, Nils Claudius/Schmelzeisen, Rainer (Hrsg.): Zahnärztliche Chirurgie und Implantologie. 3. Auflage, Köln: Deutsche Zahnärzterverlag, S. 1-30.
- Meyer, R. A./Bagheri, S. C. (2011): Nerve injuries from mandibular third molar removal. In: Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics, 19. Jg. (1), S. 63-78.
- Mund, A/Horbert, R/Salm, K (2023): KZBV Jahrbuch 2023. Köln: Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung.
- Nakayama, Keisuke/Nonoyama, Makoto/Takaki, Yasuo/Kagawa, Toyohiro/Yuasa, Kenji/Izumi, Kiwako/Ozeki, Satoru/Ikebe, Tetsuro (2009): Assessment of the relationship between impacted mandibular third molars and inferior alveolar nerve with dental 3-dimensional computed tomography. In: Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 67. Jg. (12), S. 2587-2591.
- Neumann, Frank. (2003). Der Einfluss des chirurgischen Vorgehens zum Schutz des Nervus lingualis bei der Entfernung unterer Weisheitszähne: eine prospektive Studie. Medizinische Fakultät. Greifswald: Ernst-Moritz-Arndt Universität
- Norris, Lucy A/Bonnar, John (1997): 9 Haemostatic changes and the oral contraceptive pill. In: Baillière's clinical obstetrics and gynaecology, 11. Jg. (3), S. 545-564.
- Olsson, Magnus/Nordendahl, Eva/Klinge, Björn/Ekbom, Anders/Edlund, Christoffer/Fored, Michael/Sundström, Johan/Naimi-Akbar, Aron (2024): Does smoking cessation affect postoperative healing following oral surgery among smokers?—a systematic review. In: BMC Oral Health, 24. Jg. (1), S. 242-250.
- Pasler, Friedrich Anton (2008): Zahnärztliche Radiologie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Pell, GJ/Gregory, BT (1933): Impacted mandibular third molars: classification and modified techniques for removal. In: Dent Digest, 39. Jg., S. 330-338.
- Peterson, Larry J (1998): Principles of management of impacted teeth. In: Contemporary oral and maxillofacial surgery, 3rd ed, St. Louis: Mosby, S. 215-248.
- Phillips, Ceib/White Jr, Raymond P/Shugars, Daniel A/Zhou, Xiaolei (2003): Risk factors associated with prolonged recovery and delayed healing after third molar surgery. In: Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 61. Jg. (12), S. 1436-1448.
- Pogrel, Michael Anthony (2009): Coronectomy to prevent damage to the inferior alveolar nerve. In: The Alpha Omegan, 102. Jg. (2), S. 61-67.
- Pourmand, P. P./Sigron, G. R./Mache, B./Stadlinger, B./Locher, M. C. (2014a): The most common complications after wisdom-tooth removal- Part 2- A retrospective study of 1,562 cases in the maxilla. In: Swiss Dental Journal, 124. Jg., S. 1047-1051.
- Pourmand, Pierre P/Sigron, Guido R/Mache, Beatrice/Stadlinger, Bernd/Locher, Michael C (2014b): The most common complications after wisdom-tooth removal: part 2:

- a retrospective study of 1,562 cases in the maxilla. In: Swiss Dental Journal, 124. Jg. (10), S. 1047-1061.
- Primo, Fábio Tochetto/Primo, Bruno Tochetto/Scheffer, Miguel Angelo Ribeiro/Hernández, Pedro Antonio González/Rivaldo, Elken Gomes (2017): Evaluation of 1211 third molars positions according to the classification of Winter, Pell & Gregory. In: Int j odontostomatol, 11. Jg. (1), S. 61-65.
- Radlanski, Ralf/Wesker, Karl (2015): Das Gesicht. 2. Auflage. Berlin: Quintessenz Verlag.
- Rasse, M. (2010): Frakturen des Gesichtsschädels. In: Schwenzer, Norbert/Ehrenfeld, Michael (Hrsg.): Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Reinert, S./Egberts, M. (2010): Erkrankungen der Nasennebenhöhlen. In: Schwenzer, Norbert/Ehrenfeld, Michael (Hrsg.): Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Renton, T/Smeeton, N/McGurk, M (2001): Factors predictive of difficulty of mandibular third molar surgery. In: British Dental Journal, 190. Jg. (11), S. 607-610.
- Renton, T/Hankins, M/Sproate, C/McGurk, M (2005): A randomised controlled clinical trial to compare the incidence of injury to the inferior alveolar nerve as a result of coronectomy and removal of mandibular third molars. In: British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 43. Jg. (1), S. 7-12.
- Reuther, Jürgen/Kübler, Norbert (2010): Erkrankungen der Speicheldrüsen. In: Schwenzer, Norbert/Ehrenfeld, Michael (Hrsg.): Mund- Kiefer-Gesichtschirurgie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Rocha, Amanda L/Souza, Alessandra F/Martins, Maria AP/Fraga, Marina G/Travassos, Denise V/Oliveira, Ana CB/Ribeiro, Daniel D/Silva, Tarcília A (2018): Oral surgery in patients under antithrombotic therapy: perioperative bleeding as a significant risk factor for postoperative hemorrhage. In: Blood Coagulation & Fibrinolysis, 29. Jg. (1), S. 97-103.
- Rood, J. P./Noordaleen Shehab, A. A. (1990): The radiological prediction of inferior alveolar nerve injury during third molar surgery. In: British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 28. Jg., S. 20-25.
- Rothamel, D./Wahl, G./d'Hoedt, B./Nentwig, G. H./Schwarz, F./Becker, J. (2006): Incidence and predictive factors for perforation of the maxillary antrum in operations to remove upper wisdom teeth: prospective multicentre study. In: British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 45. Jg. (5), S. 387-391.
- Rücker, M./Spitzer, W. (2008): Zahnärztliche Röntgenologie. In: Schwenzer, Norbert/Ehrenfeld, Michael (Hrsg.): Chirurgische Grundlagen. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Sanari, Alaa A/Alsolami, Bushra A/Abdel-Alim, Hala M/Al-Ghamdi, Mohammed Y/Meisha, Dalia E (2020): Effect of smoking on patient-reported postoperative complications following minor oral surgical procedures. In: The Saudi Dental Journal, 32. Jg. (7), S. 357-363.
- Santos, Karina Kendelhy/Lages, Frederico Santos/Maciél, César Alexandre Barroso/Glória, José Cristiano Ramos/Douglas-de-Oliveira, Dhelfeson Willya (2022): Prevalence of mandibular third molars according to the Pell & Gregory and Winter classifications. In: Journal of maxillofacial and oral surgery, 21. Jg. (2), S. 627-633.

- Sarikov, Rafael/Juodzbaly, Gintaras (2014): Inferior alveolar nerve injury after mandibular third molar extraction: a literature review. In: Journal of oral & maxillofacial research, 5. Jg. (4).
- Schiegnitz, E/Al-Nawas, B/Hoefert, S/Otto, S/Pautke, C/Ristow, O/Voss, P/Grötz, KA (2017): S3-Leitlinie Antiresorptiva-assoziierte Kiefernekrosen, AWMF Registernummer: 007-091.
- Schopf, P (2008): Curriculum Kieferorthopädie (Band 1). 4. Auflage. Berlin: Quintessenz Verlag, S. 63-64.
- Schriber, Martina/Bornstein, M. M. (2022): Komplexes Patientprofil in der Oralchirurgie. In: Filippi, Andreas/Saccardin, Fabio/Kühl, Sebastian (Hrsg.): Das große 1 x 1 der Oralchirurgie. Berlin: Quintessenz Verlag, S. 2-20.
- Schulze, R (2019): Lehrbuch Zahnärztliches Röntgen: Grundlagen, Technik, Anwendung - Hintergrundinformation -. Mainz: Johannes Gutenberg-Universität Mainz.
- Schulze, R. (2013): S2k-Leitlinie Dentale digitale Volumetographie. DGZMK.
- Schünke, M./Schulte, E./Schumacher, U./Voll, M./Wesker, K. (2015): Prometheus Lernatlas-Kopf, Hals und Neuroanatomie. Stuttgart: Thieme.
- Semper-Hogg, W./von See, C. (2019): Bildgebende Verfahren. In: Gutwald, R./Gellrich, Nils Claudius/Schmelzeisen, Rainer (Hrsg.): Zahnärztliche Chirurgie und Implantologie. Köln: Deutscher Zahnärzterverlag.
- Shaari, Ramizu Bin/Nawi, Mohamad Arif Awang/Khaleel, Ameera Kamal/AlRifai, Ali Sultan (2023): Prevalence and pattern of third molars impaction: A retrospective radiographic study. In: Journal of advanced pharmaceutical technology & research, 14. Jg. (1), S. 46-50.
- Siddiqui, Saif Rauf/Agrawal, Suyash/Monga, Harjeet Singh/Gaur, Abhishek (2015): Prophylactic removal of the third molars: Justified or not. In: Journal Of International Oral Health, 7. Jg. (11), S. 132.
- Sigron, G. R./Pourmand, P. P./Mache, B./Stadlinger, B./Locher, M. C. (2014): The most common complications after wisdom-tooth removal Part 1- A retrospective study of 1,199 cases in the mandible. In: Swiss Dental Journal, 124. Jg., S. 1042-1046.
- Simons, Rashida N/Gonesh, Mitchell S/Tuk, Jacco G/de Lange, Jan/Lindeboom, Jerome A (2024): Association of indications for mandibular third molar coronectomy and the Pell and Gregory and the Winter classification systems. In: Oral and Maxillofacial Surgery, 28. Jg., S. 885-892.
- Stathopoulos, Panagiotis/Mezitis, Michalis/Kappatos, Constantinos/Titsinides, Savas/Stylogianni, Evaggelia (2011): Cysts and tumors associated with impacted third molars: is prophylactic removal justified? In: Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 69. Jg. (2), S. 405-408.
- Steed, Martin B (2014): The indications for third-molar extractions. In: The Journal of the American Dental Association, 145. Jg. (6), S. 570-573.
- Strietzel, F. P./Reichart, P. A. (2002): Wundheilung nach operativer Weisheitszahnentfernung. In: Mund- Kiefer- und Gesichtschirurgie, 6. Jg. (2), S. 74-84.
- Strub, Jörg/Kern, Matthias/Türp, Jens/Witkowski, Siegbert/Heydecke, Guido/Wolfart, Stefan (2011): Curriculum Prothetik. 4. Auflage. Berlin: Quintessenz Verlag.
- Sudhoff, Karl (1926): Geschichte der Zahnheilkunde. Leipzig.
- Susarla, Srinivas M/Dodson, Thomas B (2004): Risk factors for third molar extraction difficulty. In: Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 62. Jg. (11), S. 1363-1371.

- Tang, Madison/Gurpegui Abud, Daniela/Shariff, Jaffer A (2022): Oral Contraceptive Use and Alveolar Osteitis Following Third Molar Extraction: A Systematic Review and Meta-Analysis. In: *International Journal of Dentistry* (1).
- Tetsch, Peter/Wagner, Wilfried (1982): *Die operative Weisheitszahnentfernung*. München: Carl Hanser Verlag.
- Thiem, D/Straub, B/Krüger, M/Kämmerer, P (2019): Keratozyste im Oberkiefer. In: *Zahnärztliche Mitteilung* 9. Jg. (8), S. 56-59.
- Toellner, Richard (1990): *Illustrierte Geschichte der Medizin*. Salzburg: Andreas Verlag.
- Tsvetanov, TS (2016): Residual cysts: A brief literature review. In: *International Journal of Medical and Dental Sciences*, 5. Jg. (2), S. 1341-1346.
- Valmaseda-Castellon, E./Berini-Aytes, L./Gay-Escoda, C. (2001): Inferior alveolar nerve damage after lower third molar surgical extraction: a prospective study of 1117 surgical extractions. In: *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, and Oral Radiology*, 92. Jg. (4), S. 377-383.
- Valmaseda-Castellón, Eduard/Berini-Aytés, Leonardo/Gay-Escoda, Cosme (2000): Lingual nerve damage after third lower molar surgical extraction. In: *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 90. Jg. (5), S. 567-573.
- Voegelin, T. C./Suter, V. G. A./Bornstein, M. M. (2008): Komplikationen während und nach chirurgischer Entfernung unterer Weisheitszähne. In: *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin*, 118. Jg., S. 192-198.
- Wächter, R./Stoll, P. (1995): Complications of surgical wisdom tooth removal of the maxilla. A clinical and roentgenologic study of 1,013 patients with statistical evaluation. In: *Fortschritte der Kiefer-und Gesichts-Chirurgie*, 40. Jg., S. 128-133.
- Wagner, KW/Otten, J-E/Schoen, R/Schmelzeisen, R (2005): Pathological mandibular fractures following third molar removal. In: *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 34. Jg. (7), S. 722-726.
- Wagner, Wilfried/Kunkel, Martin /Koch, Felix Peter (2019): Zahnentfernung In: Schwenzer, Norbert /Ehrenfeld, Michael (Hrsg.): *Zahnärztliche Chirurgie* 5. Auflage, Stuttgart: Georg Thieme Verlag S. 2-34.
- Weber, Thomas (2017): *Zahnärztliche Chirurgie*. Memorix Zahnmedizin. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, S. 273.396.
- Winter, George B (1926): *Principles of exodontia as applied to the impacted mandibular third molar: a complete treatise on the operative technic with clinical diagnoses and radiographic interpretations*. American medical book company.
- Woldenberg, Y./Gatot, I./Bodner, L. (2007): Iatrogenic mandibular fracture associated with third molar removal. Can it be prevented. In: *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal*, 12. Jg., S. 70-72.
- Yilmaz, S./Adisen, M. Z./Misirlioglu, M./Yorubulut, S. (2016): Assessment of Third Molar Impaction Pattern and Associated Clinical Symptoms in a Central Anatolian Turkish Population. In: *Medical Principals and Practice*, 25. Jg. (2), S. 169-175.
- Yoshii, Takashi /Hamamoto, Yoshihiko/Murasoka, Shigetada/Kohjiitani, Atsushi /Teranobu, Osamu /Furudoj, Shungo /Komori, Takahide (2001): Incidence of deep fascial space infection after surgical removal of the mandibular third molars. In: *Journal of Infection and Chemotherapy*, 7. Jg., S. 55-57.

Yuasa, H./Kawai, T./Sugiura, M. (2002): Classification of surgical difficulty in extracting impacted third molars. In: British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 40. Jg. (1), S. 26-31.

7 Erklärung zum Eigenanteil

Die vorliegende Arbeit wurde in der Klinik für Mund-, Kiefer und Gesichtschirurgie der Universitätsklinik Tübingen unter der Betreuung von Prof. Dr. Dr. Krimmel durchgeführt. Die Konzeption der Studie erfolgte in Zusammenarbeit mit Frau Dr. Dr. Keutel sowie Herrn Dr. Schulz.

Sämtliche Daten wurden nach Einarbeitung durch Frau Dr. Dr. Keutel und Herrn Dr. Schulz von mir, Maximilian Cloeren, eigenständig erhoben. Die statistische Auswertung erfolgte in Zusammenarbeit mit der Noack Statistik GmbH sowie Herrn Dr. Schulz. Dabei wurde nach statistischer Beratung durch die Noack Statistik GmbH das statistische Konzept der Arbeit von Herrn Dr. Schulz und mir festgelegt. Die mathematische Berechnung der aufgeführten Regressionsmodelle wurde der Noack Statistik GmbH in Auftrag gegeben. Die Einordnung der Ergebnisse in den wissenschaftlichen Kontext sowie die Erstellung der Abbildungen und Tabellen wurde von mir eigenständig durchgeführt.

Ich versichere, dass vorliegende Manuskript selbstständig nach Anleitung durch Herrn Schulz verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Tübingen, den 22.07.2025

Maximilian Cloeren

8 Danksagung

An dieser Stelle gilt insbesondere meinem Vater und meiner Partnerin Luisa mein Dank. Lieber Papa, ohne dich würde ich jetzt nicht dort stehen, wo ich aktuell bin. Vielen Dank für die Unterstützung, welche Du mir über das gesamte Studium und die Zeit danach hast zukommen lassen.

Liebe Luisa, seit mehr als 5 Jahren ziehst du gemeinsam mit mir durchs Leben. Vielen Dank für deine nicht enden wollende Unterstützung und Geduld in jeder Lebenslage mit mir. Danke für deine Unterstützung in jedem Hoch und Tief bei der Erstellung dieser Promotion und deine Motivation, wenn mir sie manchmal gefehlt hat.