

Aus der Poliklinik der zahnärztlichen Prothetik der Ludwig-Maximilians-
Universität München

Vorstand: Prof. Dr. Daniel Edelhoff

**Vergleich und Nachuntersuchung von festsitzendem versus
herausnehmbarem Implantat getragenen Zahnersatz zahnloser
Patienten und kombinierter Zahn – Implantat getragener
Arbeiten**

**Eine Untersuchung der Patienten der Praxis Prof. Dr. Stimmelmayr
zwischen 2000 - 2015**

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnmedizin an der
Medizinischen Fakultät der
der Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von

Veronika Kraus

aus

Furth im Wald

2020

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. Michael Stimmelmayr
Mitberichterstatter:	PD Dr. Dr. W. Smolka Prof. Dr. Dr. M. Folwaczny
Dekan:	Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel
Tag der mündlichen Prüfung:	24.11.2020

Für meine Eltern

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	8
1.1 Bedeutung von Zahnverlust und Zahnlosigkeit in Zusammenhang mit der Patientenzufriedenheit	8
1.2 Implantologie – historische Entwicklung	9
1.3 Stellenwert der Implantologie im 21. Jahrhundert.....	12
1.4 Prothetische Versorgungsformen	14
1.4.1 Steggelenke und Steggesschiebe	15
1.4.2 Kugelkopfkanker.....	15
1.4.3 Locatoren	15
1.4.4 Doppelkronen	16
1.5 Chirurgische und prothetische Ereignisse	17
1.5.1 Chirurgische Komplikationen	17
1.5.1.1 Biologische Komplikationen	17
1.5.1.2 Mechanische Komplikationen.....	19
1.5.2 Prothetische Ereignisse	20
2 Material und Methode	23
2.1 Studienbeschreibung	23
2.2 Ziele der Studie.....	23
2.2.1 Primäre Ziele der Studie	24
2.2.2 Sekundäre Ziele der Studie	24
2.3 Allgemeine Patienteninformationen und Patientenauswahl	24
2.4 Material.....	25
2.4.1 Grundlegendes Vorgehen.....	25
2.4.2 Patienten	27
2.4.3 Studienort und -zeitraum	29
2.4.4 Implantattypen.....	30
2.4.5 Augmentation	30
2.4.6 Einheilphase	31
2.4.7 Art des Zahnersatzes.....	31
2.4.7.1 Zahnloser Kiefer.....	31
2.4.7.1.1 <i>Festsitzende Versorgung</i>	31
2.4.7.1.2 <i>Herausnehmbarer Zahnersatz</i>	32
2.4.7.2 Teilbezahnter Kiefer	32
2.4.7.2.1 <i>Kombinierte Zahn-Implantat getragene Arbeiten</i>	32
2.4.8 Knochenabbau nach Eingliederung des Zahnersatzes	32

2.4.9 Fragebogen	33
2.4.9.1 Halt des Zahnersatzes	34
2.4.9.2 Kauleistung	34
2.4.9.3 Geschmacksempfinden.....	34
2.4.9.4 Sprechen	34
2.4.9.5 Pflegbarkeit.....	34
2.4.9.6 Ästhetik.....	35
2.4.9.7 Allgemeine Zufriedenheit.....	35
2.4.10 Chirurgische und prothetische Ereignisse.....	35
2.4.11 Anonymität	36
2.4.12 Statistische Analyse.....	36
3 Ergebnisse	37
3.1 Patientenkollektiv	37
3.2 Recall 40	
3.3 Augmentation.....	41
3.4 Einheilphase	43
3.5 Knochenabbau.....	43
3.6 Implantatüberleben	49
3.7 Chirurgische und prothetische Ereignisse	50
3.7.1 Chirurgische Ereignisse.....	52
3.7.2 Prothetische Ereignisse	59
3.8 Fragebogen	65
3.8.1 Halt des Zahnersatzes.....	66
3.8.2 Kauleistung.....	67
3.8.3 Geschmacksempfinden	68
3.8.4 Sprechen	69
3.8.5 Pflegbarkeit	70
3.8.6 Ästhetik.....	71
3.8.7 Allgemeine Zufriedenheit	72
4 Diskussion	75
4.1 Diskussion der Hypothesen.....	75
4.1.1 Hypothese 1: Festsitzender Zahnersatz hat weniger Nachbearbeitungsnotwendigkeit im Vergleich zu herausnehmbarem Zahnersatz	75
4.1.2 Hypothese 2: Prothetische Komplikationen treten häufiger auf als chirurgische Komplikationen	78

4.1.2.1	Überlebensfunktion bezüglich der Suprakonstruktion in Abhängigkeit vom Patientengeschlecht	78
4.1.2.2	Überlebensfunktion bezüglich der Suprakonstruktion in Abhängigkeit von der Versorgungsart.....	79
4.1.2.3	Überlebensfunktion bezüglich der Suprakonstruktion in Abhängigkeit von der Implantatanzahl.....	83
4.1.2.4	Überlebensfunktion bezüglich der Suprakonstruktion in Abhängigkeit von der Kieferlage	85
4.2	Biologische und mechanische Ereignisse	87
4.2.1	Periimplantitis und Mukositis.....	87
4.2.2	Implantatverlust	88
4.2.3	Abutmentfraktur, Abutmentschraubenfraktur, Abutmentschraubenlockerung	90
4.2.4	Implantatfraktur.....	92
4.3	Prothetische Ereignisse	93
4.3.1	Keramik-/ Kunststoffabplatzung	93
4.3.2	Partielles Abfrakturieren der Suprarekonstruktion.....	93
4.3.3	Fraktur und Lockerung der Okklusalschraube	94
4.3.4	Retentionsverlust und Auswechseln von Retentionsteilen	95
4.3.5	Prothesenzahnfraktur und Auswechseln von Prothesenzähnen	96
4.3.6	Druckstellenentfernung.....	97
4.3.7	Unterfütterungsnotwendigkeit	97
4.3.8	Sonstiges.....	98
4.4	Methodische Kritik.....	100
4.5	Auswertungskriterien und Indikation zur Implantatbehandlung.....	102
4.6	Augmentation.....	103
4.7	Knochenabbau.....	105
4.8	Fragebogen	107
4.9	Ergebnisse.....	111
5	Zusammenfassung	112
6	Anhang	115
6.1	Ethikantrag.....	115
6.2	Schreiben der Ethikkommission	120
6.3	Patientenanschreiben	121
6.4	Studieninformation	122
6.5	Einwilligungserklärung	125
6.6	Fragebogen	127
6.7	Studienbeschreibung	129

6.8 Tabellen	133
6.9 Eingetretene Ereignisse	135
7 Abbildungsverzeichnis.....	143
8 Tabellenverzeichnis.....	146
9 Literatur	147
10 Danksagung	157
11 Lebenslauf.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
12 Erklärung.....	158

1 Einleitung

1.1 Bedeutung von Zahnverlust und Zahnlosigkeit in Zusammenhang mit der Patientenzufriedenheit

Zähne haben die Aufgabe Nahrung zu zerkleinern, sind aber darüber hinaus von herausragender Bedeutung für das allgemeine Wohlbefinden und für zwischenmenschliche Kommunikation. Ein Verlust aller Zähne bedeutet gleichzeitig eine Veränderung des Untergesichtes. Das ursprüngliche Profil nähert sich dem „Greisenmund“: nach innen geneigtes Lippenrot, eingefallene Mundpartie sowie Mundwinkelrhagaden gehen einher mit einer Verkürzung des unteren Gesichtsdrittels.

Der Zustand ohne natürliche bleibende Zähne wird als eine irreversible Erkrankung angesehen, die etwa ab 65 Jahren und älter auftritt und früher als Teil des normalen Alterungsprozesses angesehen wurde. [1] Dieser wird bezeichnet als das finale Ergebnis eines multifaktoriellen Prozesses, der sich aus biologischen und patientenbezogenen Faktoren zusammensetzt. [2] Eine Studie nach Shimazaky et al., die sich mit Risikofaktoren bezüglich Zahnverlust beschäftigte, fand heraus, dass Männer mehr Zähne als Frauen verlieren und Zahnlosigkeit beim männlichen Geschlecht häufiger auftritt. [3]

Wenn sich Personen mit dem Erscheinungsbild ihres Gesichtes unwohl fühlen, beziehen die meisten diese Unzufriedenheit mehr auf das Aussehen der Zähne als auf irgendein anderes Charakteristikum. [4] Vor allem die ästhetische Zone stellt hohe Ansprüche an das Können des Chirurgen, dort einzelne oder mehrere Zähne zu ersetzen, insbesondere an Stellen mit Defiziten in Weichgewebe oder Knochen. [5] Die Insertion eines Implantats in der ästhetischen Zone ist ein durchaus techniksensitives Verfahren. Falsche Implantatposition oder inkorrekte Handhabung in Bezug auf das umliegende Hart- und Weichgewebe sind die Ursachen für ästhetisches Versagen und führen zur Unzufriedenheit der Patienten. [6] "Zufriedenheit ist nicht gleichzusetzen mit mundgesundheitsbezogener Lebensqualität. Patientenzufriedenheit wird mit Hilfe von Fragebögen erfasst, die Fragen zu spezifischen Aspekten – wie Kaufunktion oder Ästhetik – einer zahnärztlichen Behandlungsmaßnahme enthalten." [7], stellte Heydecke in einer Studie fest.

Nach Langer et al. wird die Zufriedenheit des Patienten nicht nur durch einen bestimmten Faktor festgesetzt. Vielmehr hängt sie von einem Zusammenspiel psychologischer, biologischer, anatomischer und technisch-qualitativer Variablen ab. [8]

Aufgrund vielfältiger Einsatzbereiche von Implantaten ist es gegenwärtig möglich, sowohl den teilbezahnten als auch den zahnlosen Kiefer unterschiedlich zu versorgen: festsitzende und herausnehmbare Arbeiten unterliegen differentem kinematischem Verhalten, was bedeutenden Einfluss auf die Langlebigkeit des Zahnersatzes nimmt. Aus diesem Grund sind sowohl mechanische als auch biologische Komplikationen möglich, welche im Laufe der vorliegenden Untersuchung rekonstruiert wurden.

Die breit gefächerten Anwendungsmöglichkeiten der Implantologie gewinnen vor allem im Bereich der totalprothetischen Versorgung an Bedeutung. In einer Studie von Watzek et al. wurde herausgearbeitet, welcher wissenschaftliche Fortschritt durch die Implantologie im Vergleich zur herkömmlichen Totalprothetik auf atrophierten Kieferkämme erreicht wurde. [9] Studien belegten, dass die Langzeitprognose von Implantat getragenen festsitzendem Zahnersatz vergleichbar mit konventionellem festsitzendem Zahnersatz ist. [10] [11] Zudem führt „[...] die Eingliederung von implantatgestütztem Zahnersatz für die betroffenen Menschen [...] zu einer deutlichen Verbesserung der [...] Phonetik.“ [12]

1.2 Implantologie – historische Entwicklung

Der Wunsch, verloren gegangene Zähne intra vitam zu ersetzen, manifestierte sich früh in den Köpfen der Menschen. Die ersten Versuche, Zähne zu replantieren, sind in der Literatur im 6. bis 5. Jahrtausend vor Christus datiert. [13] „So soll bereits die mittelamerikanische Urbevölkerung implantologische Techniken entwickelt haben.“ [14]

Daher sind Versuche, alloplastische Materialien zu verwenden, dokumentiert. „Es handelte sich dabei um Funde aus Copan (Honduras), die als erste Beweise prähistorischer Zahnheilkunde in Zentralamerika gelten. In dieser Sammlung fand sich in der Alveole eines seitlichen oberen Schneidezahnes eines Mayaschädels ein zahnähnlicher dunkler Stein. Er wies Zahnsteinablagerungen auf, was auf eine Implantation zu Lebzeiten deuten lässt.“ [15]

Jedoch erwiesen sich viele der ersten implantologischen Gehversuche als Retransplantationen bzw. Transplantationen. [13] M. Dupont, ein Operateur König Ludwigs XIV., beschrieb in einer 1674 veröffentlichten Zeitschrift, unmittelbar nach einer Extraktion natürliche Zähne in die Alveole zurückzusetzen. [16] Philipp Pfaff beschrieb daraufhin im Jahr 1756 in seinem Buch "Abhandlung von den Zähnen des menschlichen Körpers" erstmals die mögliche Keimübertragung durch eine Zahntransplantation. [17]

So wuchs bis in das 19. Jahrhundert der Wunsch nach einer Verbesserung der prothetischen Versorgungsformen und somit wurde auch die Idee gestärkt, verlorene Zähne durch künstliche Materialien zu ersetzen.

„Die ersten ernst zu nehmenden enossalen Implantationsversuche der Neuzeit waren in der Regel Sofortimplantate, wobei unmittelbar nach der Extraktion alloplastische Materialien in die Extraktionswunde eingebracht wurden.“ [13] Diese Methode fand beispielsweise Anwendung bei Jourdan und Magiolo 1807, die ein konisches Goldrohr als Sofortimplantat in eine frische Alveole einbrachten. [13] Aufgrund eines Hunderversuches legte Mitscherlich im Jahr 1863 dar, dass etwa vier Wochen nach der Implantation zweier Porzellanzähne diese aufgrund einer starken Lockerung wieder entfernt werden mussten. Somit widerlegte er die Möglichkeit, alloplastische Substanzen als Implantatmaterial zu verwenden. [15] [18] Daher stagnierte die weitere Forschung über Implantationen künstlicher Zähne in den Jahren 1880-1890. Dennoch wurden immer wieder Namen und Verfahren aufgeführt, die sich mit Implantationsmaßnahmen beschäftigten. Mit Harris (1887), Znamenski (1891) und Hillischer (1891) seien nur einige von ihnen genannt.

„1913 setzte Greenfield ein korb- bzw. wurzelförmiges Hohlimplantat aus einer Platin-Iridium-Legierung als enossales Implantat ein. [...] Er war einer der Ersten, der eine korrekte Okklusion als Voraussetzung für den Langzeiterfolg eines zahnärztlichen Implantats beschrieb.“ [13]

Formigginis Versuch in den 50er-Jahren mit Hilfe einer Heliokolloidschraube aus Tantal verloren gegangene Zähne zu ersetzen, zählte zu den Anfängen der enossalen Implantologie, woraus eine Vielzahl von Modifikationen, wie beispielsweise die Cherchève-Schraube oder die Tantalnadel nach Scialom erwuchsen. [13]

In etwa zeitgleich wurden 1937 erstmals die sogenannten "subperiostalen Implantate" von Müller beschrieben, die vor allem in den 50er- und 60er-Jahren große Anwendung fanden. Jedoch legte aufgrund verschiedener Langzeitergebnisse die dentale Implantologie in den darauffolgenden Jahren das Augenmerk abermals auf "enossale Implantate". [13]

In den 1970er-Jahren entwickelte Linkow die sogenannten „Blattimplantate“, deren besonderes Merkmal es war, eine möglichst große Kontaktfläche zum Knochen herzustellen. Diese bargen jedoch den Nachteil der schnellen Ausbreitung von Entzündungsprozessen und wurden im Laufe der Jahre von zahnwurzelähnlichen Implantaten verdrängt. [13]

Der Erfolg der enossalen Implantologie war eng verflochten mit der Arbeitsgruppe um Branemark: Nach der Beschreibung der Osseointegration [19] durch Branemark und der Bestätigung der Anwendbarkeit durch eine Studie nach Adell et al. [20][21], fand diese Therapiemethode ihren Einzug in die Bereiche der prothetischen Zahnmedizin. „Branemark prägte für seine Beobachtung eines im lichtmikroskopischen Bereich sichtbaren, direkten funktionellen und strukturellen Verbundes zwischen Knochengewebe und der Oberfläche eines (belasteten) Implantates den Begriff der Osseointegration.“ [22] Adell et al. berichten über Überlebensraten der Implantate von 86% im Unterkiefer und 78% im Oberkiefer nach 15 Jahren. [20] Die Erkenntnis, dass es jetzt eine vorhersehbare und zuverlässige Technik gibt, die es ermöglicht, funktionelle Belastungen von künstlichen Zähnen direkt in den Kieferknochen zu übertragen, stellt einen großen Fortschritt für multiple Gebiete der Zahnmedizin dar. [23]

Kurze Zeit nach Branemark führte Schulte ein ebenfalls rotationssymmetrisches, aber zylinderförmiges Implantat ein. Beide wussten um die Bedeutung der funktionslosen Einheilung. Branemark legte das Augenmerk auf die subgingivale, Schulte auf die transgingivale Einheilung. [13]

Beide Systeme finden auch heute noch ihre Anwendung in Klinik und Praxis. Weiterentwicklungen im Bereich der Implantologie finden sich unter anderem in der Formgebung, in der Materialforschung sowie in der Oberflächengestaltung und -beschichtung von Implantaten wieder.

Die Kombination der enossalen Implantologie mit der Ende der 80er Jahre neu entwickelten gesteuerten Geweberegeneration (Guided Bone Regeneration) erweiterte den Horizont in der implantologischen Therapie: die zu Beginn zwingende Bedingung, nur in Bereichen mit ausreichend Knochenangebot, rückte aufgrund der modernen Verfahren des Knochenaufbaus (Kieferkamm- und Sinusbodenaugmentation) in den Hintergrund. [24]

In jüngster Zeit wurden neue chirurgische Techniken entwickelt, um das Einsetzen von Zahnimplantaten in Bereichen mit extrem verringerter vertikaler Knochenhöhe zu ermöglichen. [24]

Zudem wurden Verfahren in der dentalen Implantologie aufgrund neuester Errungenschaften im Bereich der digitalen Bildgebung erleichtert. So ermöglichte die Anwendung der Digitalen Volumentomographie (DVT) die Gewinnung von genauen dreidimensionalen Daten über die vorliegende Knochenanatomie. [25]

Die Behandlung mit enossalen Implantaten überzeugte bis heute aufgrund der guten Langzeitergebnisse.

1.3 Stellenwert der Implantologie im 21. Jahrhundert

Von den primitiven Anfängen bis hin zu einer erstaunlichen Entwicklung der dentalen Implantologie: Heutzutage ist die Implantologie fester Bestandteil in der Zahnmedizin und als moderne Revolution in der Zahnheilkunde aufgrund vielfältiger Anwendungsgebiete nicht mehr wegzudenken. Das Implantat als alloplastisches Material, das permanent im Körper verbleiben soll, stellt eine künstliche Zahnwurzel dar und soll der funktionellen und ästhetischen Verbesserung dienen. Die Implantologie wurde durch Spiekermann als „Verankerung alloplastischer Materialien im Bereich des Kiefers zur Schaffung von Halte- und Stützelementen für den Ersatz verloren gegangener Kaueinheiten“ [26] beschrieben.

Die Prothetik profitierte von der enormen Bandbreite der Einsatzgebiete der Implantate. Nach dem BDIZ im Jahr 1997 ließen sich für die Regelversorgung in der zahnärztlichen Implantologie verschiedene Indikationsklassen aufführen. [27]

Klasse I beschreibt den Einzelzahnersatz, wenn vorausgesetzt ist, dass jeweils bis zu 4 Zähne fehlen, eine Versorgung im Oberkiefer mit einem Implantat je fehlendem Zahn. Im Unterkiefer wären hierfür zwei Implantate ausreichend, sofern die Nachbarzähne klinisch intakt sind und der Alveolarfortsatz erhalten ist. Durch die Vermeidung des Beschleifens natürlicher Zähne oder die Erneuerung suffizienter Restaurationen wurde für den Patienten eine Alternative geschaffen, für die er auch eine komplexere Therapie in Kauf nimmt.

Klasse II bezieht sich auf den reduzierten Restzahnbestand und lässt sich nochmals unterteilen in Klasse IIa, IIb und IIc. Als Grundsatz gilt, laut der Konsensuskonferenz Implantologie von 2014: "Bei der implantologischen Versorgung des reduzierten Restgebisses ist die Bezahnung des Gegenkiefers bei der Planung zu berücksichtigen. Darüber hinaus gelten die Regeln der konventionellen Prothetik." [28]

Für Klasse IIa, die Bezug auf die Freundsituation nimmt, lassen sich für folgende fehlende Zähne unterschiedliche Regelversorgungen aufstellen:

- Zahn 7 und 8: keine Indikation zur Implantation (fehlender Zahn 7 sollte bei Gegenbezahnung abgestützt werden; Ersatz von Zahn 8 ist nur in seltenen Fällen indiziert.)
- Zahn 6, 7 und 8: ein bis zwei Implantate
- Zahn 5, 6, 7 und 8: zwei bis drei Implantate
- Zahn 4, 5, 6, 7 und 8: drei Implantate [27]

Klasse IIb differenziert die Schalllücke: "Versorgung einer großen Schalllücke durch festsitzenden Zahnersatz: 1-2 Implantate an statisch notwendigen Positionen; (Implantanzahl hängt schließlich vom Umfang des Zahnverlusts und der statisch günstigen Positionierungsmöglichkeit von Implantaten ab)." [27]

Ein stark reduzierter Restbestand wird durch die Klasse IIc beschrieben. Die Verankerung eines festsitzenden Zahnersatzes erfordert im Oberkiefer acht und im Unterkiefer sechs Pfeiler. Wenn eine herausnehmbare Restauration geplant ist, sind im Oberkiefer sechs und im Unterkiefer vier Pfeiler ausreichend.

In der Prothetik rückten durch die Möglichkeiten der Implantologie Maßnahmen wie die präprothetische Kieferkammerhöhung, die eine deutliche Belastung für den Patienten darstellen, zunehmend in den Hintergrund. So stellte die Verankerung von Coverdenture- Prothesen auf Implantaten eine deutliche Konkurrenz zur herkömmlichen Versorgung mit Totalprothesen dar. [9] Patienten, die konventionelle Totalprothesen trugen, profitierten von der Stabilität Implantat getragener Overdentures und gewannen dadurch an Effizienz und Komfort während des Essens. [23]

Viele Patienten waren mit ihren herkömmlichen Prothesen, in etwa aufgrund von Einschränkungen während des Sprechens oder mangelnder Retention, grundlegend unzufrieden. Vor allem im Bereich des Unterkiefers war es zumal für den Behandler aus Atrophiegründen eine große Herausforderung, eine ausreichende Stabilität zu gewährleisten. Implantat prothetischer Zahnersatz konnte durch die Verbesserung von Aspekten wie "Stabilität", "Retention", "Funktionalität" und "Ästhetik" eine positive Veränderung der Lebensqualität dieser Patienten ermöglichen. [29]

So stellte die Konsensuskonferenz 2014 für die Klasse III folgende Regelversorgungen für den zahnlosen Kiefer auf:

Für die Verankerung eines festsitzenden Zahnersatzes im zahnlosen Oberkiefer sind acht Implantate, für die eines herausnehmbaren Zahnersatzes sind sechs Implantate erforderlich. Soll im zahnlosen Unterkiefer eine festsitzende Versorgung geplant werden, benötigt man sechs Implantate; für eine herausnehmbare prothetische Arbeit auf einem zahnlosen Unterkiefer sind vier Implantate ausreichend. [28]

In diesem Schema waren Sonderindikationen jedoch nicht berücksichtigt.

Nach Tumorresektionen oder Bestrahlungen spielen im Bereich der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie Implantate eine bedeutende Rolle: Sie sind oft die einzige Möglichkeit der Verankerung von Zahnersatz und bieten große Vorteile bei Patienten mit Xerostomie und Strahlenfibrose der Schleimhaut nach Radiotherapie, wenn konventionelle Prothesen aufgrund mangelnden Halts nicht toleriert werden. Des Weiteren dienen

Implantatversorgungen zur Prävention von Druckulzera mit Gefahr der Osteoradionekrose durch eine konventionelle Prothese. [25] So zeigte beispielsweise eine Studie von Ernst et al. eine hohe Erfolgsrate von Implantationen bei Patienten nach Radiotherapie: der periimplantäre Knochenverlust erwies sich vergleichbar mit dem Knochenverlust von Patienten ohne Tumor. [30]

1.4 Prothetische Versorgungsformen

Implantat getragener Zahnersatz verdrängt zunehmend die herkömmlichen Zahnersatzformen, das Einsatzspektrum erstreckt sich von der Einzelzahnlücke bis hin zur Rekonstruktion ganzer Zahnbögen. Sofern die natürlichen Pfeilerzähne noch klinisch intakt und statisch gut positioniert sind, können sie mit in den Zahnersatz einbezogen werden.

In der Implantatprothetik ist der Behandler mehr denn je gefordert: Bezüglich der Langlebigkeit eines Zahnersatzes ist nicht nur eine präzise chirurgische Planung, sondern vor allem die prothetische Versorgung ausschlaggebend für den Erfolg der Beständigkeit der Implantate.

Beim zahnlosen Kiefer ist primär festzulegen, ob der Patient mit feststehendem oder herausnehmbarem Zahnersatz versorgt werden soll.

Bezüglich der feststehenden Versorgung ist es möglich, die prothetische Rekonstruktion entweder auf den Implantaten zu verschrauben oder zu zementieren. Diese beiden Möglichkeiten wurden in der Literatur häufig divers diskutiert und es lassen sich gute Argumente für beide Konzepte finden. In einer Studie nach Wittneben et al, die zementierte und verschraubte Implantatarbeiten miteinander verglich, konnten keine Unterschiede in den Überlebensraten der Implantate beider Konzepte gefunden werden. Es zeigte sich jedoch, dass die verschraubten Rekonstruktionen insgesamt weniger technische und biologische Komplikationen aufwiesen. [31]

Neben den feststehenden Restaurationen etablierte sich im Laufe der Zeit eine Vielfalt unterschiedlicher Verbindungselemente, die dem herausnehmbaren Zahnersatz Verankerung und Stabilität ermöglichen. Grundsätzlich unterscheidet man Stegarbeiten, die sowohl individuell gefräst als auch konfektioniert hergestellt werden können, von Einzelverbindungselementen. Letztere können vorgefertigt sein, wie beispielsweise Kugelkopfanke, Locatoren und Magnete. Sie können aber auch individuell hergestellt werden, wie es bei Teleskoparbeiten der Fall ist. Implantatpositionen und Auswahl der retentiven Befestigungselemente für Implantat getragene Teil- oder Deckprothesen

werden individuell bestimmt. Bei der Entscheidung spielen Expertenmeinungen aus der Fachliteratur sowie Vorlieben des behandelnden Prothetiker eine Rolle. [32]

1.4.1 Steggelenke und Steggeschiebe

Stegkonstruktionen gehören mit den zu am häufigsten verwendeten Systemen zur Verankerung von Implantat getragenen Zahnersatz. [33] Bestehend aus einem Metallsteg und einem in der Prothese befestigten und dadurch abnehmbaren Stegreiter bietet der Steg als einziges Befestigungselement die Möglichkeit der primären Verblockung. [34] Vorteil der primären Verblockung ist Stabilität der Implantate zueinander. Mit den im Nachfolgenden erläuterten Strukturen wird lediglich eine sekundäre Verblockung erreicht. Der Vorteil dabei liegt in der erleichterten Erweiterbarkeit der Restauration.

1.4.2 Kugelkopfanker

Kugelkopfanker, die auf das Implantat geschraubt werden, haben sich als Möglichkeit der implantatgestützten Versorgung etabliert. Diverse Höhen des Aufbaus ermöglichen eine Anpassung an patientenspezifische Gingivaverhältnisse. Kugelkopfanker besitzen eine Matrize, deren Retention durch Lamellen oder Kunststoffeinsätze, die sich in den Unterschnitt der Kugel einlagern, erzeugt wird. [35] Die Matrize kann ausgetauscht werden, indem man sie aus der Prothesenbasis herauslöst.

1.4.3 Locatoren

Die sogenannten Locatoren® wurden von der Firma Zest Anchors Inc. Im Jahr 2001 erstmals auf den Markt gebracht (Escondido, CA, USA) und finden sowohl auf Implantaten als auch auf Wurzelkappen Anwendung. Der Indikationsbereich umfasst dabei mindestens zwei Implantate. Ein großer Vorteil der Locatoren gegenüber anderen Verankerungselementen besteht in den eingebauten Führungsebenen. [36] Locatoren können zudem dem Achsausgleich von Implantaten dienen. [37]

Es sind verschiedene farbkodierte Nyloneinsätze erhältlich. Derzeit auf dem Markt finden sich Retentionseinsätze mit 6,7 N (blaue Einsätze), 13,3 N (pinke Einsätze) und 22,7 N (transparente Einsätze) Abzugskraft und sind geeignet für einen Winkel bis maximal 20° zwischen den Implantaten. Für Interimplantatwinkel, die größer als 20° und maximal 40° sind, können Locatorattachments für die „erweiterte Angulation“ mit unterschiedlicher Retentionskraft gewählt werden (grüne, orange und rote Einsätze).

Locatoreinsätze sind nicht verschleißfest und müssen daher regelmäßig ausgetauscht werden.

1.4.4 Doppelkronen

Doppelkronen bestehen aus einer Patrize, die die Primärkrone darstellt und einer Matrize, die in der Prothese verarbeitet und somit auch als "Außenkrone" bezeichnet wird. Man unterscheidet Konus- von Teleskopkronen, wobei letztere noch einmal hinsichtlich Resilienzteleskope ausdifferenziert werden können. Eine Versorgung mit Doppelkronen ist im Oberkiefer ab sechs und im Unterkiefer ab vier Implantaten möglich. [38]

Durch einen definierten Winkel kann bei Konuskronen Konushaftung eingestellt werden. Im Gegensatz dazu werden die Primärkronen von Teleskopen parallel gefräst, wodurch eine Übergangspassung erreicht wird. Wird stattdessen eine Spielpassung, also das Fehlen einer Friktion, eingearbeitet, spricht man von einem Resilienzteleskop. [38] "Doppelkronen sind im Gegensatz zu Stegen und Kugelköpfen als nahezu starre Verankerungselemente anzusehen und übertragen daher die Sattelbelastung fast vollständig auf die künstlichen Pfeiler." [39]

"Die Versorgung eines Patienten mit einer Implantat gestützten Deckprothese ist in jeder Hinsicht einfacher und konzeptionell universeller, da sich eine dentale Kompensation ungünstiger Verhältnisse leichter als bei feststehendem Zahnersatz erreichen lässt. Jedoch unterliegt diese Therapie in speziellen Fällen gewissen Risiken und kann mit Nachteilen hinsichtlich der Prothesenfunktion verbunden sein." [40]

Diese These sollte in dieser Arbeit geprüft und erläutert werden.

1.5 Chirurgische und prothetische Ereignisse

Die Insertion von Zahnimplantaten ist als langfristige Option bei der Behandlung zahnloser Bereiche anerkannt. Im Laufe der Jahre wurde die Validität dieser Behandlungsoption durch mehrere Langzeitstudien bestätigt. [21] Dennoch ergaben sich aus dieser therapeutischen Option auch einige Komplikationen, auf die im Folgenden näher eingegangen wird. In dieser Arbeit wurde das Augenmerk sowohl auf chirurgische als auch prothetische Ereignisse gelegt.

Zu den chirurgischen Komplikationen wurden Ereignisse gezählt, die das Implantat selbst betreffen. Daher wurde zwischen biologischen und mechanischen chirurgischen Ereignissen unterschieden.

1.5.1 Chirurgische Komplikationen

1.5.1.1 Biologische Komplikationen

Zu den biologischen Komplikationen wurden gezählt:

1. Mukositis
2. Periimplantitis
3. Implantatverlust

Mukositis

Die periimplantäre Mukositis wird definiert als eine reversible entzündliche Veränderung der periimplantären Weichteile ohne Knochenverlust [41] und stellte sich in der Regel als Entzündung mit Erythem, Schwellung und einer auftretenden Blutung nach Sondieren dar. [42]

Die Anhäufung von Plaque an Implantaten und/ oder Abutments konnte zur Entwicklung einer periimplantären Mukositis führen. Auch Rauchen sollte als Risikoindikator für die Entwicklung einer periimplantären Mukositis angesehen werden. [42] Heitz-Mayfield et al. beschrieben unzureichende Mundhygiene, eine vorangegangene Parodontitis in der Anamnese sowie Nikotinabusus als Risikofaktoren für periimplantäre Erkrankungen. Zudem stünden Diabetes, Alkoholkonsum (>10mg/Tag) und genetische Vorbelastung in engem Zusammenhang mit der Entstehung periimplantärer Erkrankungen. [43]

Periimplantitis

Die Periimplantitis wird analog zur Parodontitis als Entzündung der das Implantat umgebenden Strukturen definiert. Sie stellt eine „irreversible entzündliche Reaktion im

periimplantären Weichteilgewebe eines in Funktion befindlichen Implantats mit Verlust des alveolären Stützknorpels“ dar. [22] „Die Periimplantitis ist ein multifaktorielles Geschehen, bei dem bakterielle Infektionen bei verminderter Abwehrlage sowie biomechanische Faktoren [...] als Ursachenkomplex angesehen werden. Zusätzliche Risikofaktoren sind Parodontitis der Nachbarzähne, Rauchen, schlecht eingestellter Diabetes, Fehlen von befestigter Gingiva und mangelnde Mundhygiene.“ [44] Weil immer mehr Implantate in der modernen Zahnheilkunde Verwendung fanden, wird auch den periimplantären Erkrankungen in Zukunft mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden müssen. [45] Im Zusammenhang mit Periimplantitis wurden unterschiedliche Ansätze bezüglich möglicher Ursachen diskutiert.

Eine Parodontitis in der Vorgeschichte schien die Ergebnisse der Implantattherapie zu beeinflussen und das Risiko einer Periimplantitis zu erhöhen. [46]

In einer 10-jährigen prospektiven Studie stellten Rocuzzo et al. die These auf, dass Patienten mit einer Parodontitis in der Anamnese eine höhere Rate an Implantatverlusten und eine statistisch signifikant höhere Anzahl von Stellen aufwiesen, die eine zusätzliche chirurgische und / oder antibiotische Behandlung benötigten. [47]

Auch die Mundhygiene war bezüglich der Überlebensrate von Implantaten von enormer Bedeutung: Die Pflege der gesetzten Implantate und der zugehörigen Prothese muss sowohl durch ein Aufzeigen der korrekten häuslichen Mundhygiene als auch durch ein regelmäßiges Recallprogramm unterstützt werden. [48]

Implantatverlust (biologisch)

Als chirurgische Komplikation wurde der biologische Implantatverlust, also die Entfernung des gesamten Implantats aufgeführt. „In fast allen Statistiken zur Überlebensrate von endossalen Implantaten werden ähnliche Erfolgswahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit von der Lokalisation (OK/UK), der Indikationsklasse (zahnloser Kiefer, Lückengebiss, Einzelzahnersatz) und dem Implantationszeitpunkt angegeben. Die Verlustraten betragen bei einer Liegedauer von 5 Jahren etwa 5–10 %, bei einer Liegedauer von 10 Jahren etwa 8–12 %. Die Misserfolgsrate bei Implantaten im OK ist im Vergleich zu denen im UK höher und korreliert mit der Knochenqualität und -quantität.“ [22]

Als mögliche Ursachen wurden Planungs- bzw. Operationsfehler, schlechte Knochenqualität, übermäßige Druckbelastung durch provisorischen Zahnersatz in der Einheilphase, Infektionen, Allgemeinerkrankungen, Überbelastungen, unzureichende Mundhygiene sowie Periimplantitis gewertet. [22]

1.5.1.2 Mechanische Komplikationen

Zu den mechanischen Ereignissen wurden gezählt:

1. Abutmentschraubenlockerung
2. Abutmentschraubenfraktur
3. Abutmentfraktur
4. Implantatfraktur

Abutmentschraubenlockerung und -fraktur

Über die Ursachen der Lockerung/Fraktur bestand eine Uneinigkeit in der Literatur: Manche Autoren vertraten die Meinung, das Bruchverhalten der Schrauben wurde maßgeblich bestimmt von Material und Design. [49] Goodacre et al. veröffentlichten 2003 eine Zusammenfassung klinischer Studien der Jahre 1981 bis 2001, die aufzeigten, dass die Rate von Abutmentschraubenlockerungen bzw. -frakturen bereits nach drei Jahren bis zu 45% betrug. [50] Bei einem Vergleich der Bruchfestigkeit von Abutmentschrauben aus Titan, Polyetheretherketon (PEEK) und carbonfaserverstärktem Polyetheretherketon stellte sich heraus, dass für Titan im Vergleich mit PEEK und carbonfaserverstärktem PEEK eine höhere Bruchfestigkeit zu verzeichnen war. Es machten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen PEEK und carbonfaserverstärktem PEEK bemerkbar. [51]

In den meisten Fällen können frakturierte Schrauben entfernt und durch neue ersetzt werden. Ist dies nicht möglich, muss eine chirurgische Entfernung des Implantats vorgenommen werden. [52]

Abutmentfraktur

Eine Fraktur des Abutments wird definiert als Bruch der Mesostruktur zwischen Implantat und Zahnersatz.

Implantatfraktur

Das Implantat besteht aus dem Implantatkörper als Ersatz der Zahnwurzel, in welches das Abutment als Verbindung zur Suprakonstruktion eingesetzt wird. Eine Implantatfraktur wird definiert als ein Bruch des Implantatkörpers und muss abgegrenzt werden zu Brüchen des Abutments bzw. des Aufbaus. In der Literatur wurden Implantatfrakturen als späte und relativ seltene Komplikationen eingestuft. [53] [54] [55]

1.5.2 Prothetische Ereignisse

Als prothetische Ereignisse wurden gewertet

1. Keramik-/Kunststoffabplatzung
2. Partielles Abfrakturieren der Suprarekonstruktion
3. Okklusalschraubenlockerung
4. Okklusalschraubenfraktur
5. Retentionsverlust sowie Wechsel von Retentionsteilen
6. Prothesenzahnfrakturen sowie Auswechseln von Prothesenzähnen
7. Druckstellenentfernung
8. Unterfütterungsnotwendigkeit

Keramik-/Kunststoffabplatzung

Dentale Keramiken wiesen im Vergleich zu anderen Dentalwerkstoffen wie metallischen Materialien eine erhöhte Sprödigkeit auf und neigten daher häufiger zu Frakturen und so genannten Chippings (Abplatzungen). Mögliche Ursachen waren unter anderem unterschiedliches Wärmeausdehnungsverhalten zwischen Gerüst- und Verblendkeramik, zu dünne Materialstärken sowie intraorales Beschleifen ohne Wasserkühlung. [56] Zudem sind dentale Keramiken auf Implantat getragenen Zahnersatz hohen Belastungen ausgesetzt. Diese Beobachtung konnte in einen Zusammenhang mit der fehlenden Propriozeption des Parodonts bei gleichzeitig hoher Kaubelastung zurückgeführt werden. Eine klinisch experimentelle Studie nach Hämmerle et al. beschrieb eine 8-fach höhere Tastschwelle von Implantaten im Vergleich mit natürlichen Zähnen. [57] Jacobs et al. wiesen darauf hin, dass parodontale Rezeptoren an der taktilen Funktion beteiligt waren. Die meisten dieser Rezeptoren befanden sich im parodontalen Ligament, wo ein inniger Kontakt zwischen den Ruffini-Enden und den umgebenden Kollagenfasern histologisch nachgewiesen wurde. Bei Implantaten fehlt das parodontale Ligament, aber die verbleibenden Rezeptoren in der Gingiva, Alveolarschleimhaut sowie im Kieferknochen könnten einen Teil der exterozeptiven Funktion übernehmen. Die Studie bestätigte die reduzierte taktile Funktion von oralen Implantaten im Vergleich zu Zähnen. Der berichtete passive Schwellenwert für orale Implantate war etwa 50 mal höher als der von Zähnen. Die sensorische Funktion des Implantats konnte durch Aktivierung periostaler Mechorezeptoren durch Knochenverformung erklärt werden. Klinisch deuteten die vorliegenden Ergebnisse darauf hin, dass kleine Belastungen, die während der oralen Funktion auftraten, von Patienten mit Implantat getragenen Prothesen nicht schnell wahrgenommen wurden. [58]

Partielles Abfrakturieren der Suprarekonstruktion

Eine Fraktur der Suprakonstruktion ist aus mehreren Gründen möglich, wie beispielsweise Bruxismus oder durch Scherkräfte bei einer schlecht eingestellten Okklusion.

Okklusalschraubenlockerung/-fraktur

Als weitere mögliche Komplikation wird die Lockerung bzw. Fraktur der Okklusalschraube gesehen, mit Hilfe derer der Implantat getragene Zahnersatz fixiert wird.

Retentionsverlust/ Wechsel von Retentionsteilen

Der Retentionsverlust beschreibt einen verminderten Halt der herausnehmbaren Suprakonstruktion. Retentionsverlust stellt die Folge mechanischer Abnutzung dar und konnte häufig durch einen Austausch der zugehörigen Halteelemente behoben werden. Bei Locatoren konnte durch einen Wechsel der Locatoreinsätze die retentive Wirkung wieder hergestellt werden. Locatoreinsätze sind nicht verschleißfest und mussten daher regelmäßig ausgetauscht werden. Bei Stegen konnte die Retention durch einen Austausch der Retentionseinsätze in der Matrize erhöht werden. Durch Lamellen-Retentionseinsätze konnte die Haltekraft von Zahnersatz, der mittels Kugelköpfen fixiert wurde, wiederhergestellt werden. Um die Friktion von Teleskopen zu erhöhen, konnten Laserpunkte im Inneren der Sekundärkrone aufgebracht werden, um den Fügspalt zu verkleinern, was jedoch meist zu einer punktuellen Klemmpassung führte.

Prothesenzahnfraktur/ Auswechseln von Prothesenzähnen

Des Weiteren wurden Frakturen von Prothesenzähnen als prothetisches Ereignis gewertet. Der Verlust eines solchen führte zu ästhetischen Beeinträchtigungen, aber auch zur Bildung von scharfen Kanten innerhalb des Mundraumes und konnte dadurch zu Verletzungen und Entzündungen führen.

Mussten Prothesenzähne ausgewechselt werden, wurde dies ebenfalls als ein Ereignis notiert.

Druckstellenentfernung

Nach Eingliederung von Prothesen bildeten sich häufig Druckstellen, insbesondere während der Phase der Eingewöhnung, aber auch im Laufe zunehmender Tragedauer, weshalb das Auftreten jeglicher Druckstellen als prothetisches Ereignis gewertet wurde.

Unterfütterungsnotwendigkeit

Halt und Funktion herausnehmbarer Prothesen gingen im Laufe der Zeit verloren. Diese Diskrepanz zwischen Tegument und Zahnersatz konnte durch eine Unterfütterung ausgeglichen werden, durch die eine erneute Anpassung der Prothesenbasis erzielt wurde.

Es bestanden mehrere Möglichkeiten, die einzelnen Ereignisse in verschiedene Kategorien einzuteilen. Die Grenzen zwischen mechanischen und prothetischen Ereignissen waren fließend, weshalb auch andere Zuordnungen der einzelnen Komplikationen denkbar waren. Da keine vorgegebene klassische Einordnung für die jeweiligen unterschiedlichen Vorkommnisse bestand, ist die oben erläuterte Einteilung ein möglicher Ansatz, welcher in der vorliegenden Arbeit Anwendung fand.

2 Material und Methode

2.1 Studienbeschreibung

Die vorliegende Arbeit trägt den Titel „Vergleich und Nachuntersuchung von feststizendem versus herausnehmbarem Implantat gestütztem Zahnersatz zahnloser Patienten und kombinierter Zahn - Implantat getragener herausnehmbarer Arbeiten - eine Untersuchung der Patienten der Praxis Prof. Dr. Stimmelmayr zwischen 2000 - 2015".

Vor Beginn dieser Arbeit wurde die Genehmigung der Ethikkommission der medizinischen Fakultät der Charité Berlin (Antragsnummer EA21163/1)¹ eingeholt.

Mit Hilfe von Karteikarteneinträgen wurden alle chirurgischen als auch prothetischen Ereignisse in einem Zeitraum von 15 Jahren (SD: +/- 3,6) rekonstruiert. Zudem wurde der Knochenverlust anhand von Röntgenbildern sowohl mesial als auch distal an somit insgesamt 800 Stellen vermessen.

Alle Patienten, die den Kriterien² dieser Studie entsprachen, erhielten einen Fragebogen, aus dem die subjektive Zufriedenheit mit der prothetischen Versorgung ermittelt wurde.

2.2 Ziele der Studie

Ziel dieser Untersuchung war, ein individuelles Risikoprofil der unterschiedlichen Versorgungsformen zu erstellen und somit in Zukunft die Patienten individuell mit einer langfristig am wenigsten anfälligen Rekonstruktion versorgen zu können.

Hierzu wurden die objektiven Ereignisse anhand der Patientenkartei mit der subjektiven Erfassung des Fragebogens kombiniert.

Ziel war somit auch die Erfassung und der Vergleich der subjektiven Evaluation über die prothetische Versorgung und die Zufriedenheit der Patienten. Anhand einer Gegenüberstellung sollten zwei Arbeitshypothesen herausgearbeitet werden, die im Nachfolgenden erläutert werden.

¹ Siehe Anhang 6.1 sowie 6.2

² Dazu finden sich ausführliche Darstellungen in Kapitel 2.3 sowie 2.4.2

2.2.1 Primäre Ziele der Studie

Hauptziel der Studie war der Vergleich von feststehendem und herausnehmbarem Zahnersatz auf Implantaten zahnloser Patienten und kombinierter Zahn - Implantat getragener herausnehmbarer Arbeiten, um die Langzeitstabilität und Prognose des Zahnersatzes darzustellen und mit der aktuellen Literatur abzugleichen. In diesem Zusammenhang sollte die Arbeitshypothese – zu erwarten ist, eine bessere Prognose für feststehenden Zahnersatz - geprüft werden.

2.2.2 Sekundäre Ziele der Studie

Im Rahmen der Studie wurden Informationen aus Akteneinträgen entnommen, Informationen, die sowohl Rückschlüsse auf mechanische als auch biologische Komplikationen ziehen lassen. Durch jeden schriftlich fixierten Zwischenfall bei dem jeweiligen Patienten sollte die Hypothesenbildung, dass mechanische Zwischenfälle häufiger zu erwarten sind als biologische, verifiziert werden. Zudem sollte herausgearbeitet werden, ob unterschiedliche Verankerungselemente Aspekte wie Patientenzufriedenheit, Retention, Knochenverlust, Weichgewebsskomplikationen und Kau- sowie Sprachverlust beeinflussen.

2.3 Allgemeine Patienteninformationen und Patientenauswahl

Es wurden die Daten von Patienten erhoben, die bezüglich ihrer Implantattherapie ausschließlich in der Praxis Prof. Dr. Stimmelmayer behandelt, und deren Implantate von Prof. Dr. Stimmelmayer inseriert wurden. Die Einschlusskriterien für die Patientenrekrutierung waren das Vorhandensein völliger Zahnlosigkeit bzw. eines geringen Restbestands an Zähnen, der in den Zahnersatz miteinbezogen wurde. Relevant für diese Arbeit waren zum einen Patienten, die einen zahnlosen Kiefer aufwiesen und anschließend mit feststehendem oder herausnehmbarem Zahnersatz versorgt wurden. Zum anderen waren es Patienten, die noch über einen Restzahnbestand verfügten und anschließend mit einer sowohl Implantat - als auch Zahn – getragenen herausnehmbaren Arbeit therapiert wurden. 71 Patienten bzw. 85 Kiefer der Praxis von Prof. Dr. Stimmelmayer wiesen diese Kriterien auf und wurden in die Studie miteinbezogen.

Davon wurden

- 15 Patientenkiefer feststehend
- 53 Patientenkiefer herausnehmbar
- 17 Patientenkiefer mit einer kombinierten herausnehmbaren Teleskoparbeit versorgt.

Die Patienten wurden zuvor telefonisch oder im Rahmen von Recalluntersuchungen gefragt, ob sie bereit seien, an der Studie teilzunehmen, da sie aufgrund der vorliegenden Behandlungsunterlagen die erforderlichen Kriterien aufwiesen. Anschließend erhielten sie auf dem Postweg eine Beschreibung der Studie³: Im Anschreiben wurde die Arbeit nochmals kurz vorgestellt und darauf verwiesen, nähere Informationen aus dem beiliegenden Patienteninformationsblatt⁴ zu entnehmen. Des Weiteren erhielten sie eine Einverständniserklärung⁵, in der sie sich zur Teilnahme bereit erklären sollten sowie einen frankierten Rückumschlag. Die beiliegende Studieninformation⁶ beinhaltete Angaben zum Zweck der Befragung und wies auf die freiwillige Teilnahme hin. Zudem wurde zugesichert, dass die Patienten ohne Angabe von Gründen die Teilnahme verweigern könnten ohne dass ihnen dadurch Nachteile erwachsen.

2.4 Material

2.4.1 Grundlegendes Vorgehen

Die Datenerfassung erfolgte mittels der Patientenakten der Praxis Prof. Dr. Stimmelmayer, wobei jüngere Ereignisse mit den elektronischen Patientenakten erfasst wurden. Folgende Daten wurden erhoben und computergestützt gespeichert:

Angaben zum einzelnen Patienten beschränkten sich auf Geburtsdatum, Alter bei Eingliederung des Zahnersatzes wie auch dem vergangenen Recalltermin. Bezüglich der Informationen zum Zahnersatz wurde festgehalten, ob sich dieser in Ober- oder Unterkiefer befindet, ob er feststehend oder herausnehmbar eingegliedert wurde sowie die jeweilige prothetische Versorgungsform. Außerdem wurden mit Hilfe der Akteneinträge Angaben zu den vorgenommenen Augmentationen in der Tabelle notiert,

³ Siehe Anhang 6.3

⁴ Siehe Anhang 6.7

⁵ Siehe Anhang 6.5

⁶ Siehe Anhang 6.4

sofern es bei den jeweiligen Probanden nötig war, verloren gegangenen Knochen operativ wiederherzustellen. Des Weiteren enthielt die Tabelle Daten zur Implantation selbst. Es wurde untergliedert in

1. Vorgenommene Augmentation/ einzeitiges oder zweizeitiges Vorgehen
2. Implantationszeitpunkt
3. Implantathersteller
4. Position des Implantats
5. Länge des Implantats
6. Durchmesser des Implantats

Informationen zur Einheilphase unterteilen sich in

1. Zeitpunkt
2. Dauer (gemessen in Tagen)
3. Geschlossenes oder offenes Vorgehen
4. Finale Belastung mit Zahnersatz

Daran anknüpfend wurde entweder auf analogen oder digitalen Röntgenbildern mit der Röntgensoftware SIDEXIS © der Knochenabbau in Millimetern bestimmt.

Abschließend wurden sowohl alle chirurgischen Ereignisse wie etwa Mukositis, Periimplantitis oder Implantatverlust als auch alle prothetischen Ereignisse, wozu beispielsweise Keramikabplatzungen oder Retentionsverlust zählten, sowie die jeweilige Therapie notiert.

Das Ausfüllen des Fragebogens fand zwischen Februar und Oktober 2016 statt. Bei der anschließenden Nachuntersuchung und während des Ausfüllens des Fragebogens wurden die Patienten eingehend betreut. Jeder Patient wurde von der Doktorandin eigens einbestellt und persönlich befragt.

Eine letzte Einblicknahme in die Patientendaten erfolgte am 05.04.2016.

Bei der Literaturrecherche wurden Datenbanken auf der Internetseite www.pubmed.com sowie Literatur der Bibliothek des Universitätsklinikums Regensburg verwendet und entsprechende Artikel ausgewählt, um die Beantwortung der Fragestellungen dieser Studie mit Literatur zu stützen.

2.4.2 Patienten

Um in die vorliegende Arbeit aufgenommen zu werden, mussten die Patienten die oben genannten Einschlusskriterien erfüllen. Insgesamt nahmen 71 Patienten beiderlei Geschlechts an der Studie teil, bei denen insgesamt 400 Implantate inseriert wurden. 38 Personen waren männlich, 33 weiblich. Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung betrug 73,6 (Männer: 74,2; Frauen: 73,1⁷).

Das Durchschnittsalter der Männer bei der Eingliederung des Zahnersatzes betrug 65,0 (SD: +/- 10,1); das Durchschnittsalter der Frauen 63,7 (SD: +/- 9,8).

Bei 14 Patienten wurde sowohl der Unter- als auch der Oberkiefer mit einer prothetischen Arbeit versorgt. Daher wurden in der Studie insgesamt 85 Kiefer ausgewertet, davon 46 Ober- und 39 Unterkiefer.

Folgende drei Gruppen wurden unterschieden:

1. Patienten mit Implantat gestützter festsitzender prothetischer Versorgung (Versorgung in Ober- oder Unterkiefer oder beiden)
2. Patienten mit Implantat gestützter herausnehmbarer prothetischer Versorgung (Versorgung in Ober- oder Unterkiefer oder beiden)
3. Patienten mit einer sowohl Implantat- als auch Zahn- getragenen herausnehmbaren Teleskoparbeit (Versorgung in Ober- oder Unterkiefer oder beiden)

⁷ Siehe Anhang 6.8: Tabelle 7

Die zweite Patientengruppe wurde in folgende Teilgruppen differenziert:

- 1.1 Patienten mit einer prothetischen Arbeit, auf zwei Implantaten verankert mit einer Steg-Prothese
- 1.2 Patienten mit einer prothetischen Arbeit, auf zwei Implantaten verankert mit einer Kugelkopf-Prothese
- 1.3 Patienten mit einer prothetischen Arbeit, auf zwei Implantaten verankert mit einer Locator-Prothese
- 1.4 Patienten mit einer prothetischen Arbeit, auf vier Implantaten verankert mit einer Steg-Prothese
- 1.5 Patienten mit einer prothetischen Arbeit, auf vier Implantaten verankert mit einer Kugelkopf-Prothese
- 1.6 Patienten mit einer prothetischen Arbeit, auf vier Implantaten verankert mit einer Locator-Prothese
- 1.7 Patienten mit einer prothetischen Arbeit, auf vier Implantaten verankert mit einer Teleskop-Prothese
- 1.8 Patienten mit einer prothetischen Arbeit, auf sechs Implantaten verankert mit einer Steg-Prothese
- 1.9 Patienten mit einer prothetischen Arbeit, auf sechs Implantaten verankert mit einer Teleskop-Prothese
- 1.10 Patienten mit einer prothetischen Arbeit, auf acht Implantaten verankert mit einer Steg-Prothese

Tabellarischer Überblick:

Tabelle 1: Tabellarischer Überblick über die Anzahl der unterschiedlichen Versorgungsarten

Art der Versorgung	Kieferanzahl
Festsitzende Versorgung	15
Herausnehmbare Versorgung	53
Kombiniert Zahn-Implantat getragene Versorgung	17

Tabelle 2: Tabellarischer Überblick über die Anzahl aller herausnehmbarer Versorgungsarten bezüglich der exakten Kieferanzahl

Implantatanzahl	Art der Versorgung	Kieferanzahl	Gesamtzahl
2 Implantate	Steg	1	9
2 Implantate	Kugelkopf	1	
2 Implantate	Locator	7	
4 Implantate	Steg	7	22
4 Implantate	Kugelkopf	2	
4 Implantate	Locator	7	
4 Implantate	Teleskop	6	
6 Implantate	Steg	18	21
6 Implantate	Teleskop	3	
8 Implantate	Steg	1	1

Sechs Patienten konnten wegen eingeschränkter Mobilität, Krankheit oder langen Anfahrtswegen den Termin in der Praxis Prof. Dr. Stimmelmayer nicht wahrnehmen. Mit diesen Patienten, die sich dazu einverstanden erklärten, wurde der Fragebogen telefonisch besprochen.

Elf Patienten waren zum Zeitpunkt der Befragung bereits verstorben, zwei Patienten verweigerten die Teilnahme an der Studie. Die Implantationen wurden ausschließlich durch Prof. Dr. Stimmelmayer vorgenommen; die anschließende prothetische Versorgung erfolgte entweder durch Prof. Dr. Stimmelmayer oder Dr. Martin Stangl.

2.4.3 Studienort und -zeitraum

Studienort war die Praxis Prof. Dr. Stimmelmayer, Josef-Heilingbrunner-Straße 2 in 93413 Cham. Die Befragung aller Patienten wurden zwischen Februar und Oktober 2016 durchgeführt. Das Ausfüllen des Fragebogens im Rahmen der Studie fand pro Patient einmalig statt.

2.4.4 Implantattypen

In dieser Arbeit wurden insgesamt 400 Implantate gesetzt, am häufigsten (154) Camlog – Implantate inseriert. 119 Implantate der Firma „Nobel Biocare“ wurden verwendet: Es wurden 21 Branemark Implantate „narrow platform“, 66 „regular platform“ und zwei „wide platform“ sowie acht Replace Select Tapered TiU „narrow platform“, 21 Replace Select Tapered TiU „regular platform“ und ein einzelnes Replace Select Tapered TiU „wide platform“ inseriert. Insgesamt 103 Implantate der Firma Straumann wurden inseriert. Diese wurden unterteilt in „tissue level“- und „bone level“- Implantate. Bezüglich der Regular Neck® „tissue level“ wurden 17 Implantate mit einem Implantatdurchmesser von 3,3 mm und 71 Implantate mit einem Implantatdurchmesser von 4,1 mm benutzt. Es wurden 13 Regular CrossFit® „bone level“ – Implantate mit einem Implantatdurchmesser von 4,1 mm implantiert. Außerdem wurden 2 Narrow Neck Crossfit® Implantate mit einem Implantatdurchmesser von 3,3 mm inseriert. Zudem fanden 14 Bio Horizon Tapered Internal laser-lock TLR sowie zehn Zimmer Bio Med/ Centerpulse TSV (MTX) Anwendung. Die Bezeichnung MTX bezog sich auf eine mikrostrukturierte Oberfläche.

Tabellarisch zusammengefasst:

Tabelle 3: Anzahl der verschiedenen Implantattypen

Implantattyp	Anzahl	Gesamtzahl
Camlog	154	154
Branemark MK3 TiU	89	119
Replace Select Tapered TiU	30	
Straumann TL SLA	90	103
Straumann BL SLA	13	
Bio Horizon Tapered Internal laser-lock TLR	14	14
Zimmer Bio Med/ Centerpulse TSV (MTX)	10	10
Gesamt		400

2.4.5 Augmentation

Zunächst wurde in der Studie festgehalten, ob eine Augmentation, ein Verfahren zum Knochenaufbau des Kiefers, stattgefunden hat.

Anschließend wurde ein einzeitiges sowie ein zweizeitiges Vorgehen unterschieden. Bei der einzeitigen Variante wurde im selben Eingriff mit der Augmentation die Insertion des Implantats vorgenommen, bei der zweizeitigen Variante erfolgte die Implantation im Rahmen einer zweiten Operation.

Danach wurde aus den Akteneinträgen eruiert, ob eine laterale oder eine vertikale Augmentation durchgeführt wurde. Die laterale Augmentation fand bei horizontalen

Knochendefekten Anwendung, die vertikale Augmentation bei vertikalen Knochendefekten.

Bei der vertikalen Augmentation differenzierte man eine absolute Augmentation, einen lateralen Sinuslift und einen internen Sinuslift.

2.4.6 Einheilphase

Man unterteilte den zweiphasigen Einheilmodus in ein geschlossenes und ein offenes Vorgehen. Beim geschlossenen Vorgehen blieb "die Schleimhaut [...] über dem Implantat verschlossen und eventuell inkorporierter Zahnersatz ist freigeschliffen oder weichbleibend unterfüttert." [59] Das offene Vorgehen war dadurch gekennzeichnet, dass die Schleimhaut um den Implantathals vernäht wurde und der Implantatkopf oder der Gingivaformer in die Mundhöhle ragte. [59]

„Im Regelfall wird eine Einheildauer von ca. 3–4 Monaten empfohlen.“ [22] Eine ankylotische Verankerung konnte im Unterkiefer nach einer Einheildauer von drei, im Oberkiefer von fünf Monaten erzielt werden.

Eine Sofortimplantation fand in der vorliegenden Arbeit keine Anwendung.

Alle Implantate unterlagen dem zweiphasigen Einheilmodus. Die Einheilung im Oberkiefer betrug im Durchschnitt 168,9 (SD: +/- 58,7) Tage, im Unterkiefer 103,6 (SD: +/- 33,1) Tage.

2.4.7 Art des Zahnersatzes

2.4.7.1 Zahnloser Kiefer

2.4.7.1.1 Festsitzende Versorgung

Implantate ermöglichen auch bei vollständiger Zahnlosigkeit die Möglichkeit der festsitzenden Versorgung: eine festsitzende Versorgung wurde im Oberkiefer entweder auf sechs oder acht Implantaten, im Unterkiefer auf vier oder sechs Implantaten verankert.

2.4.7.1.2 *Herausnehmbarer Zahnersatz*

Herausnehmbarer Zahnersatz wurde in der vorliegenden Nachuntersuchung entweder mittels Kugelhöfen auf zwei oder vier Implantaten im Unterkiefer befestigt. Stegversorgungen wurden mit zwei oder vier Implantaten im Unterkiefer, mit sechs oder acht Implantaten im Oberkiefer eingegliedert. Auf zwei oder vier Implantaten wurden Locatorversorgungen im Unterkiefer befestigt, im Oberkiefer fand diese Variante auf vier Implantaten Anwendung. Herausnehmbarer Zahnersatz mit Doppelkronen wurde mittels vier Implantaten sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer befestigt; mittels sechs Implantaten im Oberkiefer.

2.4.7.2 **Teilbezahnter Kiefer**

2.4.7.2.1 *Kombinierte Zahn-Implantat getragene Arbeiten*

In diese Studie wurden auch Patienten miteinbezogen, die ein stark reduziertes Restgebiss vorwiesen. Die Kombination von Zähnen und Implantaten kann zur achsengerechten Unterstützung von Prothesen dienen. Mit einem Restzahnbestand von 1-5 Zähnen je Kiefer, wurde die natürliche Bezahnung bei zwei Patienten um ein Implantat, bei drei Patienten um zwei Implantate, bei fünf Patienten um drei Implantate, bei sechs Patienten um vier Implantate sowie bei einem Patienten um sechs Implantate erweitert. Hierbei handelte es sich ausschließlich um herausnehmbaren Zahnersatz, der auf Teleskopkronen verankert wurde.

2.4.8 **Knochenabbau nach Eingliederung des Zahnersatzes**

Der Knochenabbau wurde anhand von analogen Röntgenbildern sowie digitalen Röntgenbildern ermittelt. Es handelte sich dabei zum Teil um Orthopantomogramme, zum Teil um Zahnfilme.

Die analogen Röntgenbilder wurden manuell mit Hilfe eines Lineals ausgemessen, die digitalen Röntgenbilder mit Hilfe der Verarbeitungssoftware SIDEXIS der Firma Dentsply Sirona mit den darin enthaltenen Messwerkzeugen.

Jedes dem Patienten zugehörige Röntgenbild wurde ausgewertet. Die Zeitspannen der erstellten Röntgenaufnahmen betragen in der Regel immer zwei Jahre. Das erste Röntgenbild wurde mit Eingliederung des Zahnersatzes erstellt, das zweite ein Jahr danach und ab diesem Zeitpunkt alle zwei Jahre. Der Knochenabbau der vorliegenden

Nachuntersuchung wurde über einen Beobachtungszeitraum von maximal 14 Jahren zurückverfolgt.

Als Maß für den Knochenabbau diente das Röntgenbild zum Zeitpunkt der Eingliederung der Suprakonstruktion. Es wurde an insgesamt 400 Implantaten sowohl mesial als auch distal des Implantates gemessen und anschließend die jeweilige Differenz zum vorhergehenden Röntgenbild nach Zahnersatzeingliederung (baseline) ermittelt und in einer Tabelle in Microsoft Excel® zusammengestellt.

2.4.9 Fragebogen

Nachdem bei Patienten konventionelle Prothesen eingesetzt worden waren, berichteten diese häufig über Verbesserungen, die die allgemeine Zufriedenheit, Ästhetik, Komfort und Sprache betreffen, aber äußerten sich negativ über die Verbesserung der Ergebnisse im Bereich "Funktion". [60]

In diesem Fragebogen⁸ sollten sich die Patienten daher in Bezug auf

- Halt des Zahnersatzes
- Kauleistung
- Geschmacksempfinden
- Sprechen
- Ästhetik

sowie die allgemeine Zufriedenheit äußern.

Der Fragebogen erhielt eine einheitliche Struktur: die Fragen waren durch Ankreuzen auf einer Skala von 1 bis 10 zu beantworten, wobei eine 1 mit „sehr zufrieden“ und 10 mit „absolut unzufrieden“ zu werten war. Unter der Garantie der Anonymität wurde an die Ehrlichkeit der Patienten appelliert. Zudem wurde auch Raum für weitere Anmerkungen gelassen.

Nach telefonischer Terminvereinbarung füllten die Befragten den Fragebogen in der Praxis Prof. Dr. Stimmelmayer im Beisein von Doktorandin Veronika Kraus selbstständig aus. Der Fragebogen wurde kurz und prägnant gehalten, wodurch eine hohe Auskunftsdichte erreicht wurde.

Ziel des für diese Studie entwickelten Fragebogens war es, die subjektive Meinung der behandelten Patienten zu erfassen und auszuwerten.

⁸ Siehe Anhang 6.6

2.4.9.1 Halt des Zahnersatzes

Hierbei sollte der Patient beurteilen, wie zufrieden er aktuell mit dem Halt seines Zahnersatzes – unabhängig von Situationen wie Nahrungsaufnahme oder längeren Gesprächen – ist.

2.4.9.2 Kauleistung

Diese Frage sollte eruieren, ob der Proband mit seinen künstlichen Zähnen jedes Nahrungsmittel zerkleinern kann.

Hierbei wurde dem Patienten vorgeschlagen, die Kauleistung von dem Implantat getragenen Zahnersatz mit der Kauleistung der natürlichen Zähne zu vergleichen, soweit deren Erinnerung dies zuließe.

2.4.9.3 Geschmacksempfinden

Der Proband wurde hierbei befragt, ob der Zahnersatz Auswirkungen auf die Geschmacksempfindung ausübe, da das Tragen von kunststoffhaltigen Prothesen mit Gaumenbedeckung häufig zu einem Geschmacksverlust führt.

2.4.9.4 Sprechen

Der Proband sollte bei diesem Aspekt seine Zufriedenheit in Bezug auf die sprachliche Verständigung im Alltag ausdrücken. Hierbei wurde dem Patienten angeraten, die gegebene Situation mit seiner Situation vor der Behandlung zu vergleichen.

2.4.9.5 Pflegbarkeit

In diesem Fragepunkt sollte der Patient beurteilen, ob er seinen Zahnersatz als gut reinigbar und somit hygienisch akzeptabel erachtete. Insbesondere bei festsitzenden Arbeiten wurde eruiert, ob alle Interdentalräume gut mit Zahnseide oder Interdentalbürstchen zu reinigen waren. Außerdem sollte der Proband abwägen, ob er auf die Hilfe weiterer Personen bei der Pflege seines Zahnersatzes angewiesen war, da die manuelle Geschicklichkeit im Alter abnimmt.

2.4.9.6 Ästhetik

Anhand dieser Frage sollte bewertet werden, wie anspruchsvoll die Patienten bezüglich ästhetischer Aspekte, wie beispielsweise Zahngröße und Zahnform, waren. Die Patienten wurden auf ästhetische Charakteristika wie Zahnfarbe, Inzisalkantenverlauf, Zahnproportionen und Gingivaverlauf aufmerksam gemacht. Daraufhin erfolgte eine subjektive Einschätzung durch die Patienten.

2.4.9.7 Allgemeine Zufriedenheit

Dieser Aspekt sollte klären, wie zufrieden der Patient mit seinem Zahnersatz von Beginn der Implantation bis zum Zeitpunkt des Ausfüllens des Fragebogens war.

2.4.10 Chirurgische und prothetische Ereignisse

Wie in der Einleitung bereits erwähnt, wurden folgende Vorkommnisse jeweils als biologische Komplikation gewertet:

1. Mukositis
2. Periimplantitis
3. Implantatverlust

Zu den mechanischen Komplikationen, die das Implantat selbst betrafen, zählten:

1. Abutmentschraubenlockerung
2. Abutmentschraubenfraktur
3. Abutmentfraktur
4. Implantatfraktur

Zu den prothetischen Ereignissen/technisch-mechanischen Komplikationen wurden gezählt:

1. Fraktur des Langzeitprovisoriums
2. Keramik-/Kunststoffabplatzung
3. Partielles Abfrakturieren der Suprarekonstruktion
4. Okklusalschraubenlockerung
5. Okklusalschraubenfraktur
6. Retentionsverlust/Wechsel von Retentionsteilen
7. Prothesenzahnfrakturen/ Auswechseln von Prothesenzähnen
8. Druckstellenentfernung
9. Unterfütterungsnotwendigkeit

Aus den Akteneinträgen wurden die jeweiligen Ereignisse entnommen und in einer Exceltabelle (Microsoft Excel 2016 für Windows 10 (Microsoft, erschienen 2016, Version 1803 (Build 9126.2116)) zusammengestellt. Auch die jeweilige Therapie zu jedem einzelnen Vorkommnis wurde in dieser Tabelle festgehalten.

2.4.11 Anonymität

Das Ausfüllen des Fragebogens fand unter anonymen Bedingungen in den Räumlichkeiten der Praxis Prof. Dr. Stimmelmayer statt. Da jedoch nicht der Behandler, sondern die Doktorandin während der Nachuntersuchung anwesend war, sollte den Patienten eine Atmosphäre geschaffen werden, in der sie sich nicht unter Druck gesetzt fühlen, die Fragen ehrlich zu beantworten.

2.4.12 Statistische Analyse

Alle erforderlichen Patientendaten sowie relevante Ereignisse bezüglich des jeweiligen Zahnersatzes wurden aus vorliegenden Akteneinträgen der Praxis Prof. Dr. Stimmelmayer entnommen und in Form von Microsoft Excel 2016 für Windows 10 (Microsoft, erschienen 2016, Version 1803 (Build 9126.2116)) gespeichert.

Die Statistik wurde mit Hilfe eines Statistik-Programms (SPSS Statistics 24 (IBM Corp., Erschienen 2016, IBM SPSS Statistics, Version 24, Armonk, NY: IBM Corp.)) erstellt. Zur Ermittlung der Erfolgswahrscheinlichkeit wurde die Kaplan-Meier-Analyse angewandt. Das Signifikanz-Niveau wurde festgesetzt bei $p < 0,05$. Um Verteilungen zu erfassen wurden Boxplot- sowie Säulendiagramme erstellt.

3 Ergebnisse

3.1 Patientenkollektiv

Das für diese Studie gewonnene Patientenkollektiv umfasste 71 Patienten (weiblich, n=33; männlich, n=38) mit insgesamt 400 Implantaten. (Abb.1)

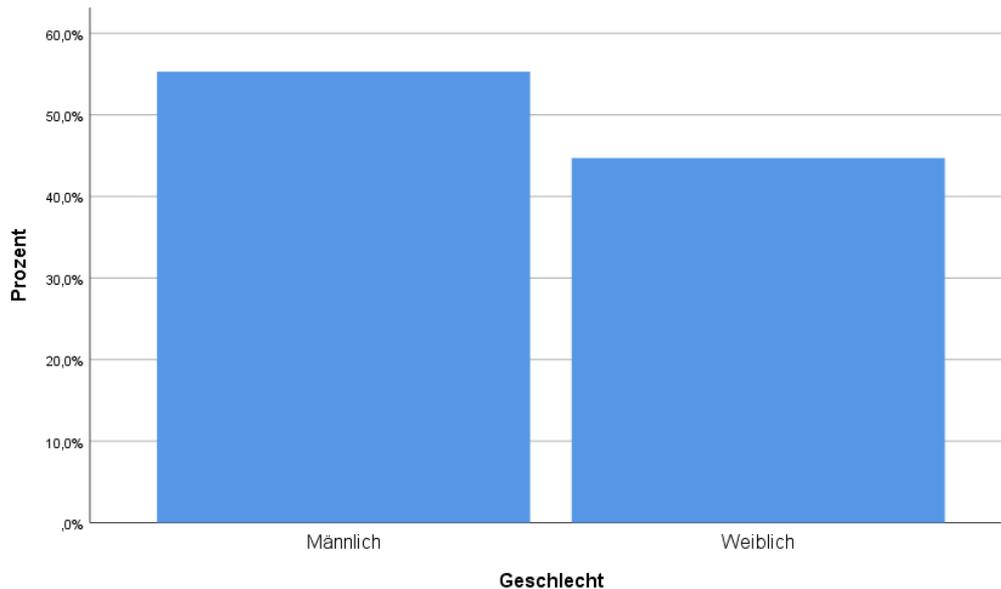


Abbildung 1: Balkendiagramm zur prozentualen Darstellung der Geschlechteranteile

Im Zeitraum von Februar bis Oktober 2016 unterzogen sich 58 Patienten (weiblich, n=31; männlich, n=27) einer Befragung im Rahmen dieser Studie. Den Fragebogen betreffend konnten 13 Patienten nicht für einen Termin gewonnen werden: elf davon waren vor Beginn der Studie verstorben, zwei Patienten lehnten die Befragung ab.

Es wurden von allen 71 Patienten die Akteneinträge hinsichtlich Knochenabbau, chirurgischer und prothetischer Ereignisse über einen Zeitraum von bis zu maximal 15 Jahren (SD: +/- 3,6) rückblickend ausgewertet.

Einige Patienten erhielten Prothesen nur in Ober- oder Unterkiefer, manche Patienten in beiden Kiefern, sodass insgesamt 85 Kiefer in die Studie einbezogen wurden; davon 54,1% (n=46) Oberkiefer und 45,9% (n=39) Unterkiefer. Die Verteilung der Prothesen in den beiden Kiefern wird wie folgt dargestellt. (Abb. 2)

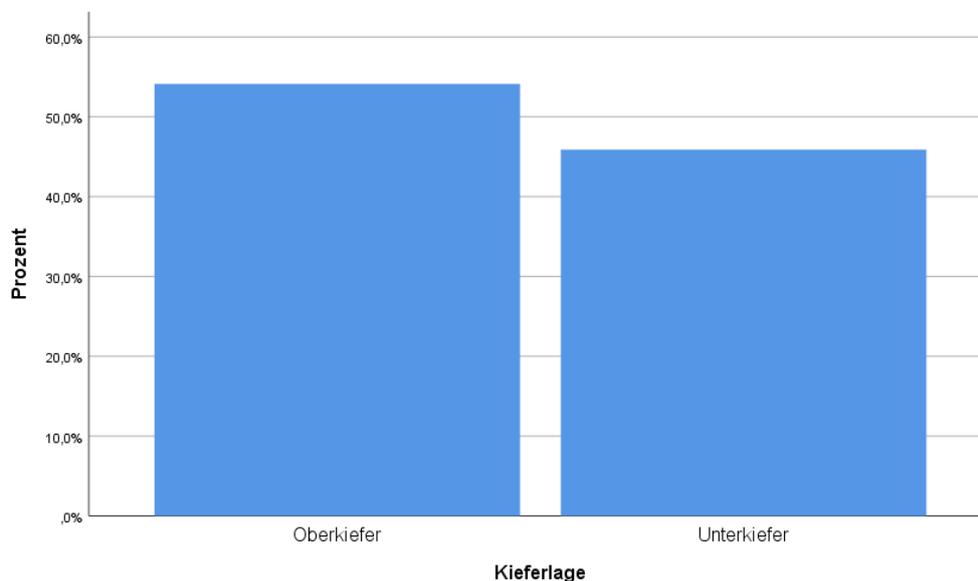


Abbildung 2: Balkendiagramm zur Darstellung der prozentualen Anteile der Kiefer

55,3% (n=47) dieser Kiefer waren Männern, 44,7% (n=38) waren Frauen zuzuordnen.

Davon wurden 17,6% (n=15) mit einer feststehenden, 62,4% (n=53) mit einer herausnehmbaren Arbeit und 20,0% (n=17) mit einer kombiniert Zahn-Implantat getragenen herausnehmbaren Teleskoparbeit versorgt. Diese Verteilung wird durch folgendes Balkendiagramm veranschaulicht. (Abb. 3)

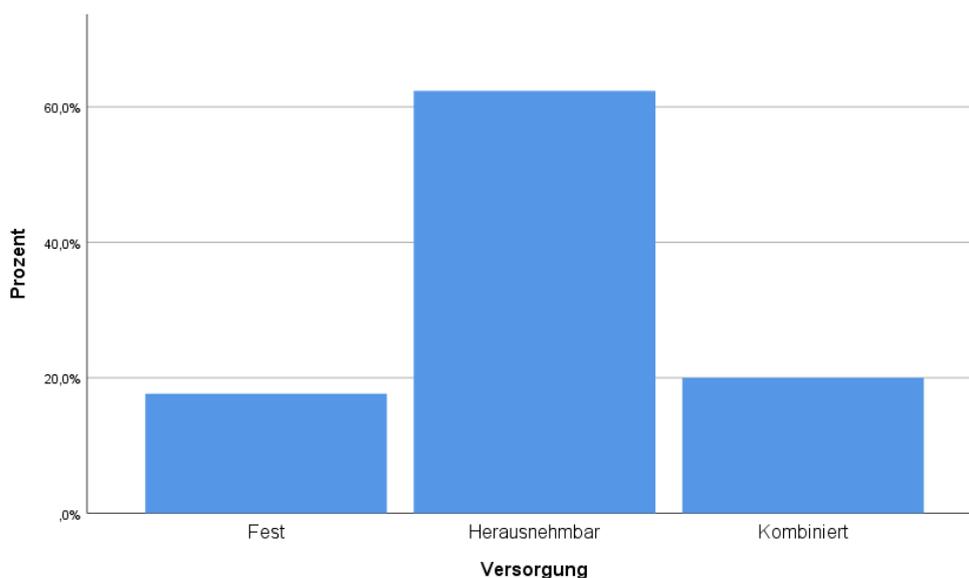


Abbildung 3: Balkendiagramm zur übersichtlichen Darstellung der prozentualen Anteile der unterschiedlichen Versorgungsarten

Von diesen 53 herausnehmbaren Versorgungen wurden

- 1,2% (n=1) mit zwei Implantaten und einer Prothese, die mittels Steg fixiert wurde, versorgt
- 1,2% (n=1) mit zwei Implantaten und einer Prothese, die mittels Kugelköpfen fixiert wurde, versorgt
- 8,2% (n=7) mit zwei Implantaten und einer Prothese, die mittels Locatoren befestigt wurde, versorgt
- 8,2% (n=7) mit vier Implantaten und einer Prothese die mittels Steg fixiert wurde, versorgt
- 2,4% (n=2) mit vier Implantaten einer Prothese, die mittels Kugelköpfen fixiert wurde, versorgt
- 8,2% (n=7) mit vier Implantate und einer Prothese, die mittels Locatoren befestigt wurde, versorgt
- 7,1% (n=6) mit vier Implantaten und einer auf Teleskopkronen befestigten Prothese versorgt
- 21,2% (n=18) mit sechs Implantaten und einer Prothese, die mittels Steg fixiert wurde, versorgt
- 3,5% (n=3) mit sechs Implantaten und einer Prothese, die mittels Teleskopkronen fixiert wurde, versorgt
- 1,2% (n=1) mit acht Implantaten und einer Stegarbeit versorgt.

Die unterschiedliche Verteilung wird in folgendem Balkendiagramm verdeutlicht. (Abb.4)

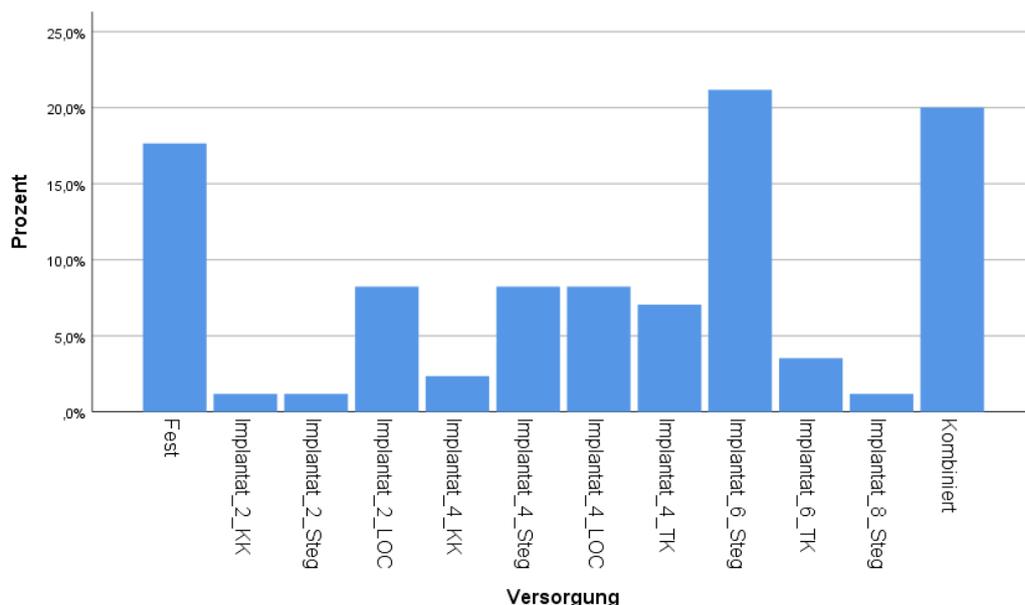


Abbildung 4: Säulendiagramm zur Darstellung der prozentualen Anteile der unterschiedlichen Versorgungsarten; hierbei Aufteilung der Anteile der differnten herausnehmbaren Versorgungen

Bei den Zahn-Implantat getragenen Versorgungen wurden im Mittel 3,1 (SD:+/- 1,3) Implantate gesetzt.

Die jeweilige Versorgungsart wurde auch geschlechterspezifisch aufgeteilt. Folgendes Balkendiagramm zeigt die Verteilung. (Abb. 5)

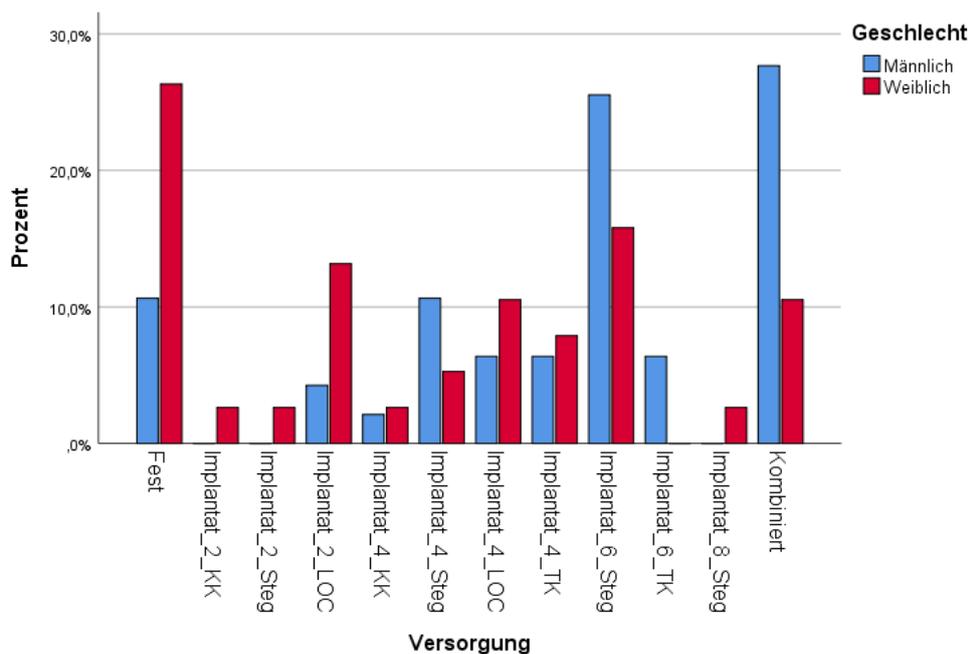


Abbildung 5: Säulendiagramm zur Darstellung der prozentualen Anteile der unterschiedlichen Versorgungsarten nach Geschlechteranteil

3.2 Recall

Die Patienten wurden in regelmäßigen Abständen von 3 bis 6 Monaten zur Kontrolle und Erhaltungstherapie einbestellt. Die Nachbeobachtungszeit der Ereignisse in vorliegenden Nachuntersuchung betrug maximal 15 Jahre. In diesem Zeitraum ergab sich der längste Recall von 173 Monaten, der kürzeste Recall von 9 Monaten (Beginn: Eingliederung des Zahnersatzes, Ende: letztes Erscheinen in der Praxis Prof. Dr. Stimmelmayer). Im Mittel betrug der Recall 83,3 Monate (SD: +/- 43,5)

3.3 Augmentation

Eine Augmentation wurde bei 256 Implantaten vorgenommen. (Abb. 6)

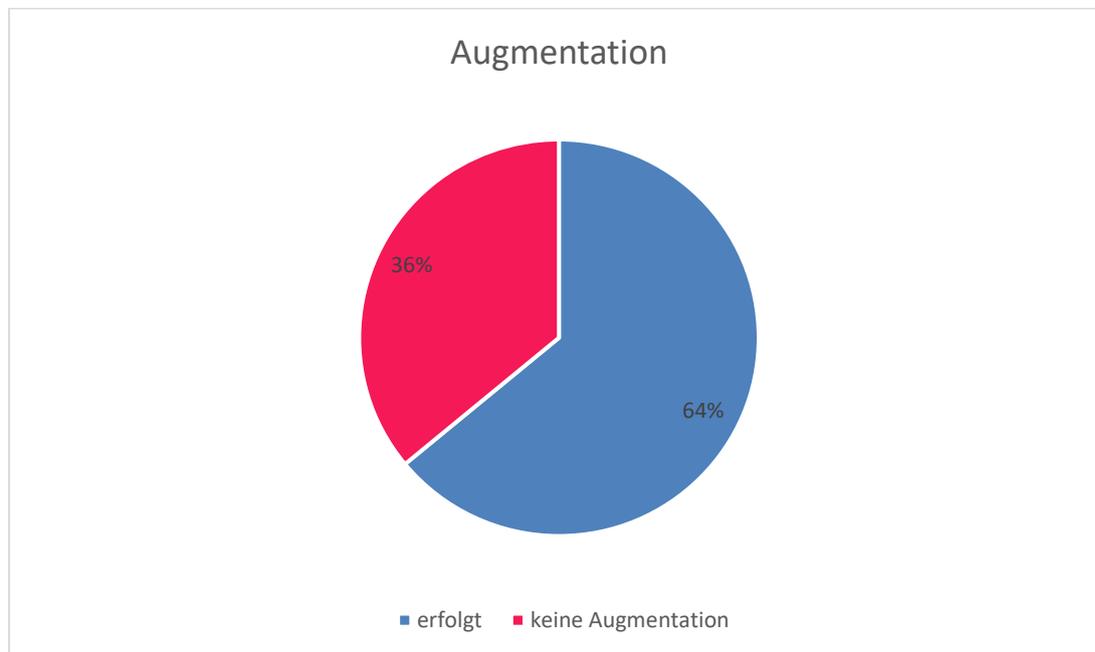


Abbildung 6: Kreisdiagramm bezüglich vorgenommener Augmentationen

Es wurde zwischen einzeitigem und zweizeitigem Vorgehen unterschieden. Bei 211 Implantaten erfolgte eine einzeitige, bei 45 Implantaten eine zweizeitige Augmentation. (Abb. 7)

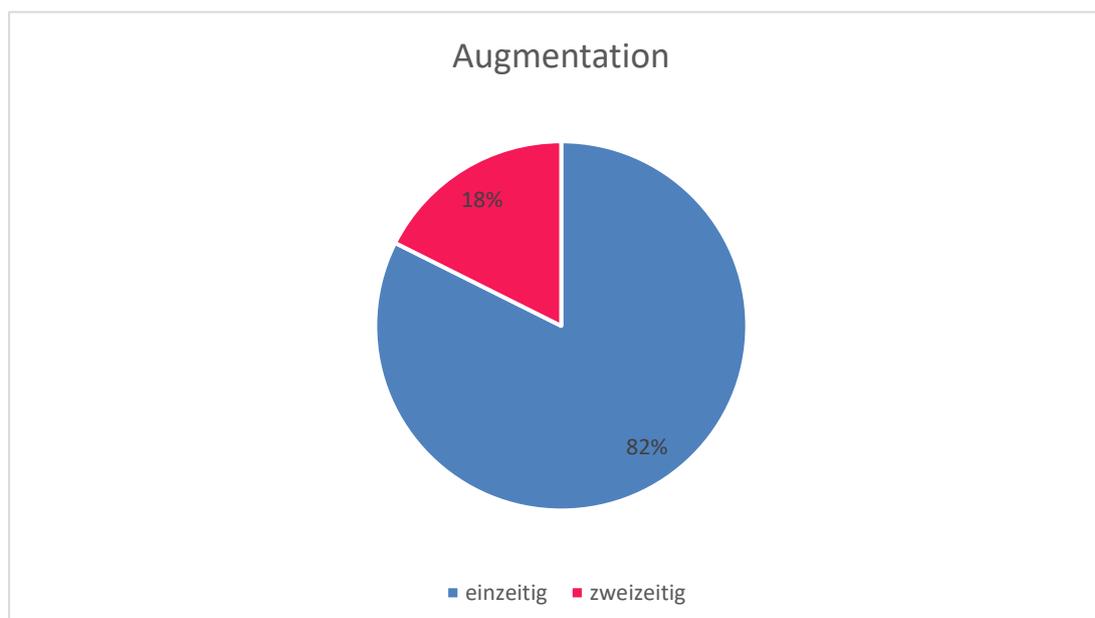


Abbildung 7: Kreisdiagramm bezüglich durchgeführter einzeitiger bzw. zweizeitiger Augmentationen

Danach wurde aus den Akteneinträgen eruiert, ob eine laterale oder eine vertikale Augmentation durchgeführt wurde. In 186 Fällen fand eine laterale, in 112 eine vertikale Augmentation statt. (Abb. 8)

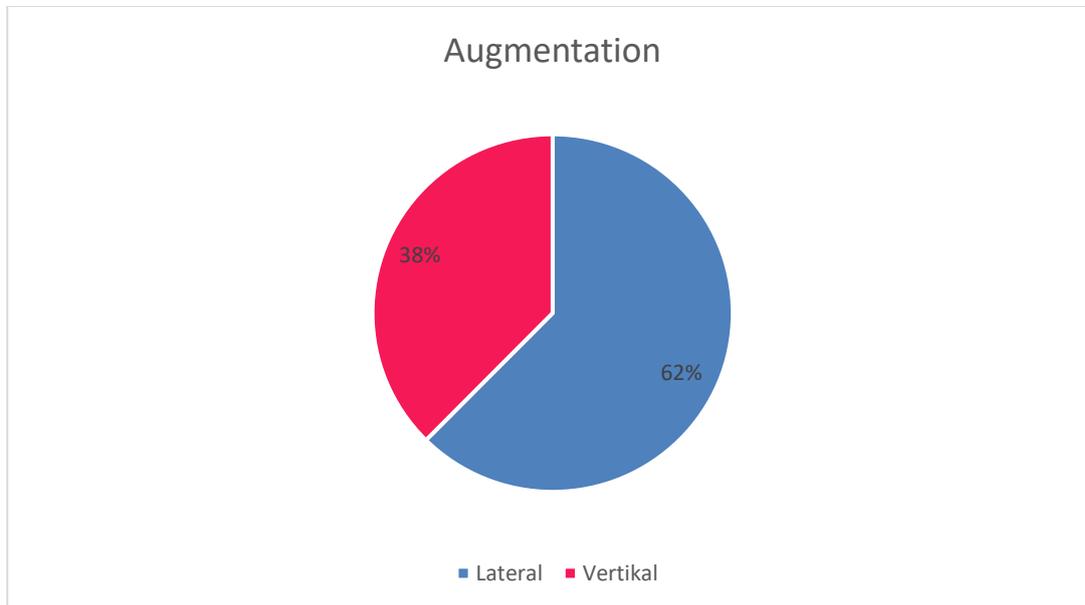


Abbildung 8: Kreisdiagramm zur übersichtlichen Darstellung durchgeführter lateraler und vertikaler Augmentationen

Bei der vertikalen Augmentation unterschied man in eine absolute Augmentation (n=12), einen lateralen Sinuslift (n=66) und einen internen Sinuslift (n=34). (Abb. 9)

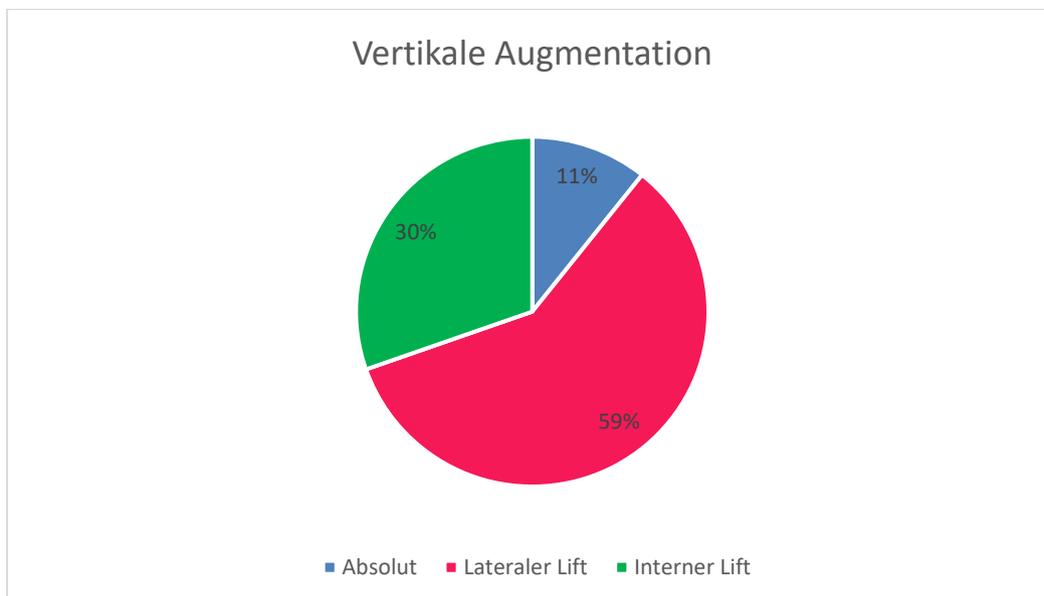


Abbildung 9: Kreisdiagramm zur übersichtlichen Darstellung der Durchführung von absoluten vertikalen Augmentationen, lateralem und internem Lift

3.4 Einheilphase

Die Einheilung im Oberkiefer betrug im Durchschnitt 168,9 (SD: +/- 58,7) Tage, im Unterkiefer 103,6 (SD: +/- 33,1) Tage. Eine Sofortbelastung fand in der vorliegenden Studie keine Anwendung.

Insgesamt fand das offene Vorgehen bei 167 Implantaten, das geschlossene bei 233 Implantaten Anwendung. (Abb. 10)

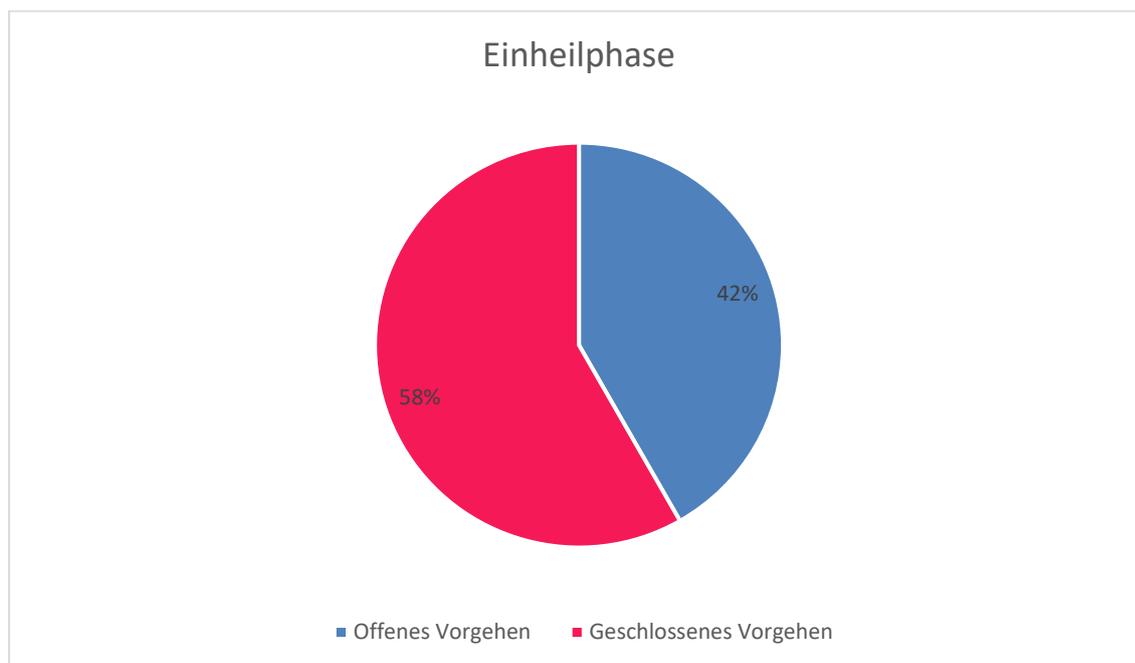


Abbildung 10: Kreisdiagramm zur übersichtlichen Darstellung der Verteilung von offenem und geschlossenem Vorgehen in der Einheilphase

3.5 Knochenabbau

Zur Prüfung auf Normalverteilung der Messwerte innerhalb der drei Patientengruppen (festsitzende, herausnehmbare, kombiniert Zahn-Implantat getragene Arbeiten) wurde der Kolmogorov-Smirnov-Test angewandt.

Da keine Normalverteilung vorlag, wurden für Patienten mit festsitzenden, mit kombiniert Zahn-Implantat getragenen sowie mit herausnehmbaren Versorgung die Mediane des Knochenabbaus errechnet. Als Größe für den Knochenabbau wurde als Ausgangspunkt das Röntgenbild zum Zeitpunkt der Eingliederung von Zahnersatz gewählt. Die Röntgenbilder wurden über einen Zeitraum von maximal 14 Jahren (SD: +/-2,8) nachuntersucht. Die durchschnittliche röntgenologische Nachuntersuchungszeit betrug 8 Jahre (SD: +/-1,3).

Bei Patienten mit festsitzenden Arbeiten wurde ein Median von 0,24 mm, bei Patienten mit herausnehmbaren Arbeiten ein Median von 0,18 mm und bei Patienten mit kombinierten Zahn-Implantat getragenen Arbeiten ein Median von 0,12 mm ausgewertet (Tabelle 4).

Tabelle 4: Deskriptive Statistik des Knochenabbaus ab dem Zeitpunkt der Zahnersatzeingliederung

	Festsitzende Versorgung	Herausnehmbare Versorgung	Kombiniert Zahn-Implantat
Median	0,24 mm	0,18 mm	0,12 mm

Es wurden die Medianwerte der jeweiligen Knochenabbauraten (Angabe in Zehntelmillimeter) errechnet, um den Knochenverlust nach Zeit sowie eine Abweichung der drei unterschiedlichen Versorgungsarten herauszuarbeiten.

Für festsitzende Arbeiten ergaben sich folgende Medianwerte: (Abb. 11)

- 1 Jahr nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz: 0,10mm (SD: +/-0,31)
- 2 Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz: 0,21mm (SD: +/-0,44)
- 4 Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz: 0,22mm (SD: +/-0,46)
- 6 Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz: 0,23mm (SD: +/-0,47)
- 8 Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz: 0,24mm (SD: +/-0,47)
- 10 Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz: 0,24mm (SD: +/-0,47)
- 12 Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz: 0,25mm (SD: +/-0,49)
- 14 Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz: 0,25mm (SD: +/-0,50)

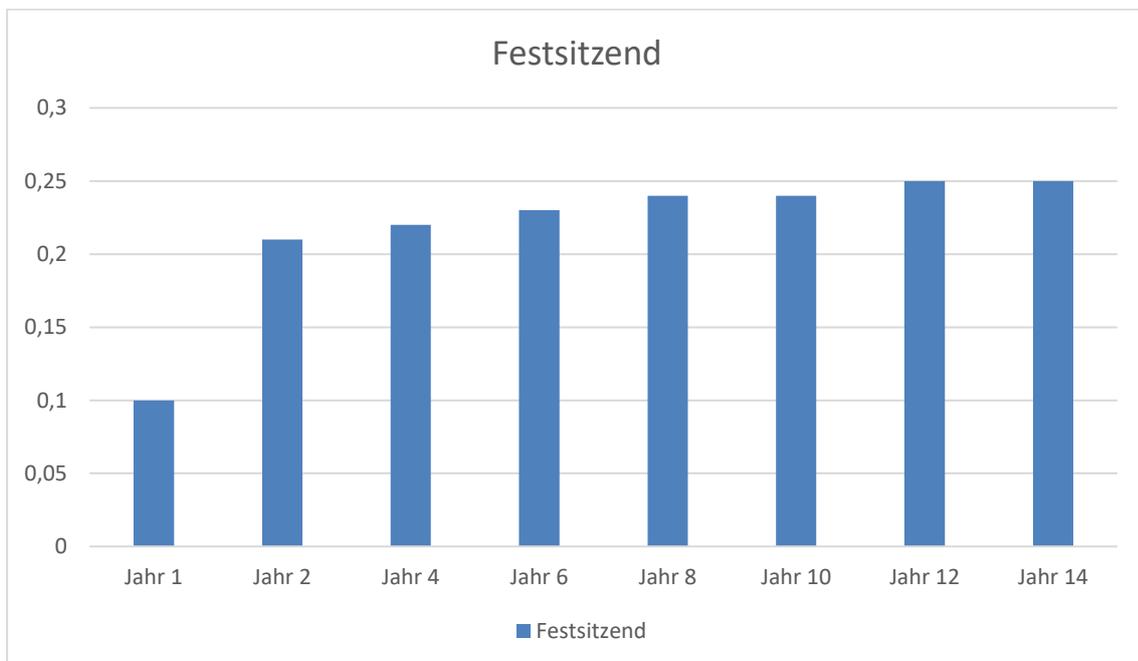


Abbildung 11: Medianwerte des Knochenabbaus festsitzender Arbeiten im Verlauf der Zeit (Angabe in Zehntelmillimeter)

Für herausnehmbaren Zahnersatz ergaben sich folgende Werte: (Abb. 12)

- 1 Jahr nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz: 0,11mm (SD: +/-0,39)
- 2 Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz: 0,14mm (SD: +/-0,41)
- 4 Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz: 0,16mm (SD: +/-0,44)
- 6 Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz: 0,17mm (SD: +/-0,47)
- 8 Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz: 0,18mm (SD: +/-0,47)
- 10 Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz: 0,18mm (SD: +/-0,48)
- 12 Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz: 0,19mm (SD: +/-0,48)
- 14 Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz: 0,20mm (SD: +/-0,50)

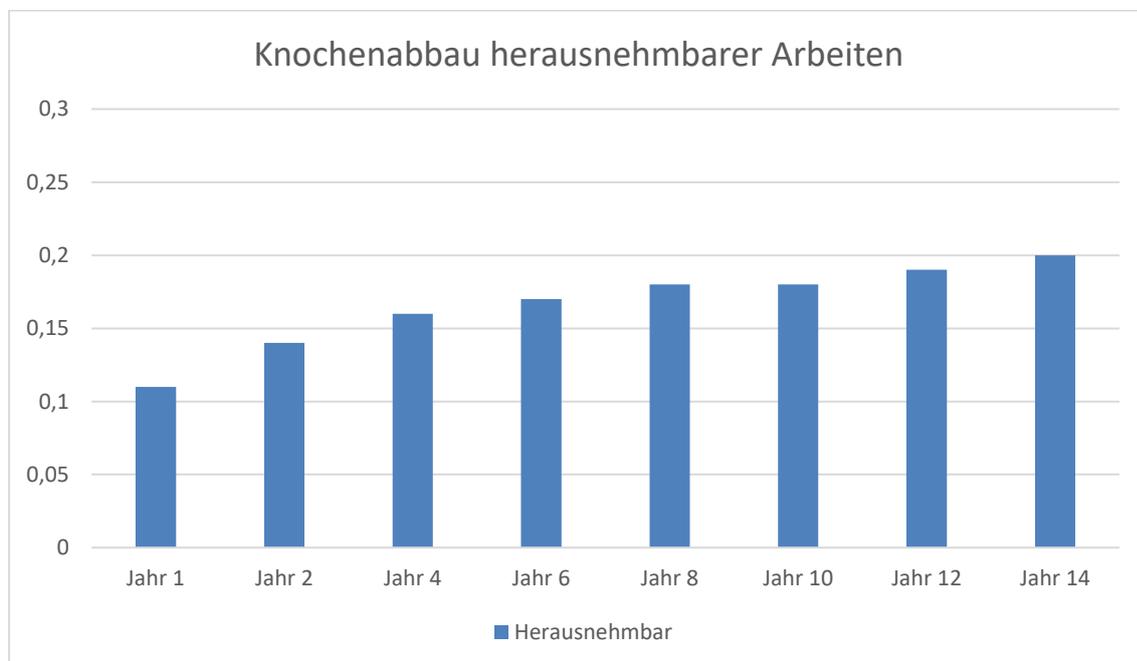


Abbildung 12: Medianwerte des Knochenabbaus herausnehmbarer Arbeiten im Verlauf der Zeit (Angabe in Zehntelmillimeter)

Hinsichtlich kombiniert Zahn-Implantat getragener Versorgungen ergab sich folgender Verlust von Knochen: (Abb. 13)

- 1 Jahr nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz: 0,06mm (SD: +/-0,17)
- 2 Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz: 0,07mm (SD: +/-0,18)
- 4 Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz: 0,10mm (SD: +/-0,22)
- 6 Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz: 0,12mm (SD: +/-0,23)
- 8 Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz: 0,12mm (SD: +/-0,23)
- 10 Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz: 0,14mm (SD: +/-0,26)
- 12 Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz: 0,15mm (SD: +/-0,29)
- 14 Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz: 0,15mm (SD: +/-0,29)

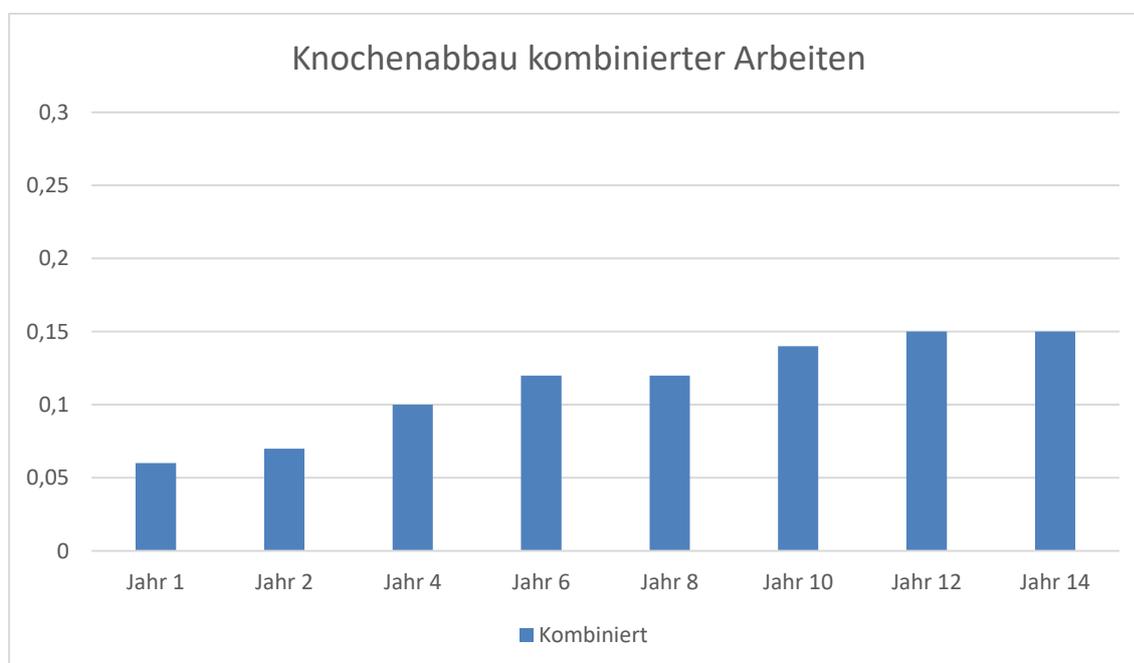


Abbildung 13: Medianwerte des Knochenabbaus kombiniert Zahn-Implantat getragener Arbeiten im Verlauf der Zeit (Angabe in Zehntelmillimeter)

Da die Messwerte keine Normalverteilung aufwiesen, fand der Mann-Whitney-U-Test Anwendung. Es soll nachfolgend untersucht werden, ob die Verteilungen des Knochenabbaus in Bezug auf festsitzende, herausnehmbare und kombiniert Zahn-Implantat getragene Arbeiten signifikante Unterschiede aufweisen.

Vergleich festsitzende und kombinierte Arbeiten

Der Mann-Whitney-U-Test ergab bei dem Vergleich der Knochenabbauraten von festsitzendem und kombiniert Zahn-Implantat getragenen Zahnersatz einen p-Wert von 0,003. Man kann von einem deutlich signifikanten Unterschied sprechen.

Vergleich festsitzende versus herausnehmbare Arbeiten

Der Mann-Whitney-U- Test ergab bei dem Vergleich der Knochenabbauraten von festsitzendem und herausnehmbarem Zahnersatz einen p-Wert von 0,001. Man kann von einem sehr signifikanten Unterschied sprechen.

Vergleich herausnehmbar versus kombiniert

Der Mann-Whitney-U- Test ergab bei dem Vergleich der Knochenabbauraten von herausnehmbarem und kombiniert Zahn-Implantat getragenen Zahnersatz einen p-Wert von 0,299. Man kann von keinem signifikanten Unterschied sprechen.

Ein übersichtlicher Vergleich der drei Gruppen findet sich in Abbildung 14.

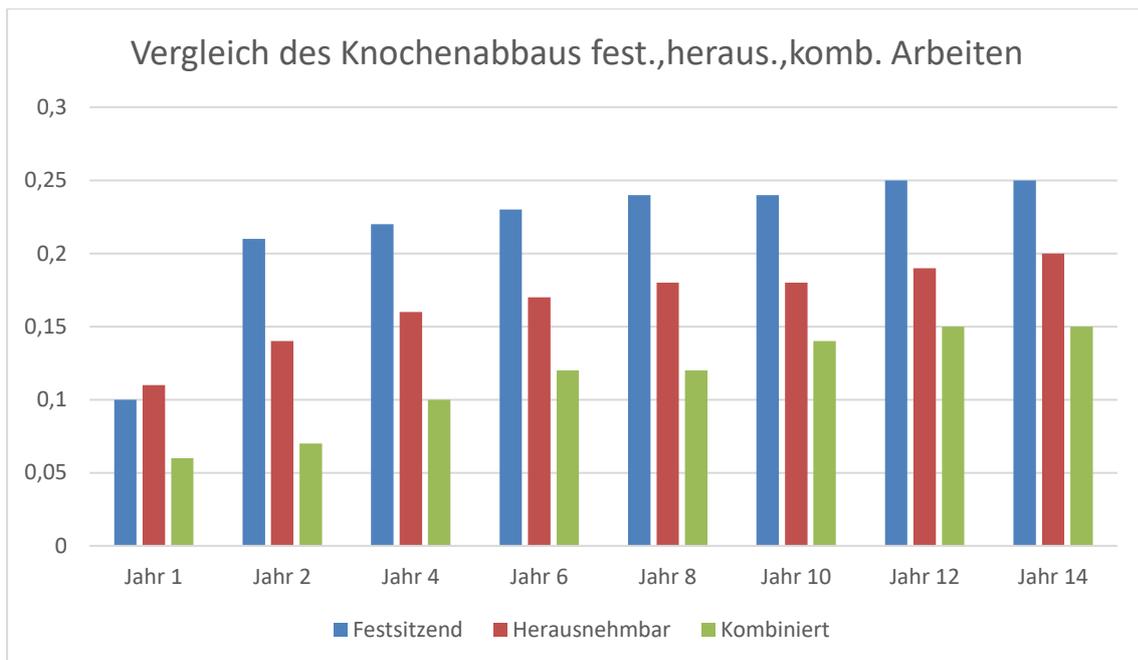


Abbildung 14: Vergleich des Knochenabbaus festsitzender, herausnehmbarer und kombinierter Zahn-Implantat getragener Arbeiten im Verlauf der Zeit (Angabe in Zehntelmillimeter)

Knochenabbau Männer

Bei männlichen Patienten mit festsitzenden Arbeiten wurde ein Median von 0,26 mm, bei Patienten mit herausnehmbaren Arbeiten ein Median von 0,19 mm und bei Patienten mit kombinierten Zahn-Implantat getragenen Arbeiten ein Median von 0,12 mm gemessen.

Knochenabbau Frauen

Bei weiblichen Patienten mit festsitzenden Arbeiten wurde ein Median von 0,17 mm, bei Patienten mit herausnehmbaren Arbeiten ein Median von 0,10 mm und bei Patienten mit kombinierten Zahn-Implantat getragenen Arbeiten ein Median von 0,0 mm gemessen.

3.6 Implantatüberleben

2 von 400 Implantaten gingen in einer Nachbeobachtungszeit von maximal 15 Jahren (SD: +/- 3,6) verloren, was 0,5% entspricht. Damit lag die Erfolgswahrscheinlichkeit der Implantate bei 99,5%. Die Implantate dieser Studie gingen aufgrund von Mukositis und Periimplantitis verloren: bei Patient 71 handelte es sich um ein Branemark MK3-Implantat regio 14 mit Länge 13 mm und Durchmesser 3,3 mm, das fünf Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz entfernt werden musste. Patient 71 wurde mit festsitzendem Zahnersatz versorgt. Es handelte sich um eine Sequesterbildung nach zweizeitiger Augmentation.

Patient 20 hatte ein Camlog-Implantat mit 11mm Länge und 3,8mm Durchmesser drei Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz verloren. Patient 20 wurde mit einer Prothese, die mittels sechs Implantaten und Steg fixiert wurde, versorgt. Es handelte sich um einen Tumorpatient, bei dem das Implantat regio 24 nach einer bone spreading-Maßnahme gelockert war und entfernt werden musste. Beide Implantate waren im Oberkiefer gesetzt worden. Der Zahnersatz beider Patienten funktionierte bis zum Ende der Nachuntersuchung: Der Zahnersatz von Patient 71 wurde an der Stelle des Implantatverlusts zur Brücke umgearbeitet; bei Patient 20 wurde der Steg distal des Implantats regio 23 eingekürzt, die Prothese konnte nach Unterfütterung erhalten werden.

3.7 Chirurgische und prothetische Ereignisse

Alle 85 Kiefer wurden anhand der Karteikarteneinträge nach chirurgischen sowie prothetischen Ereignissen nachuntersucht. 21,2% (n=18) hatten weder ein chirurgisches noch ein prothetisches Ereignis zu verzeichnen. Bei 7,1% (n=6) aller Kiefer konnte ein chirurgisches, in 50,6% (n=43) ein prothetisches Ereignis festgehalten werden. 21,2% (n=18) hatten sowohl ein chirurgisches als auch ein prothetisches Ereignis (Abb. 15).

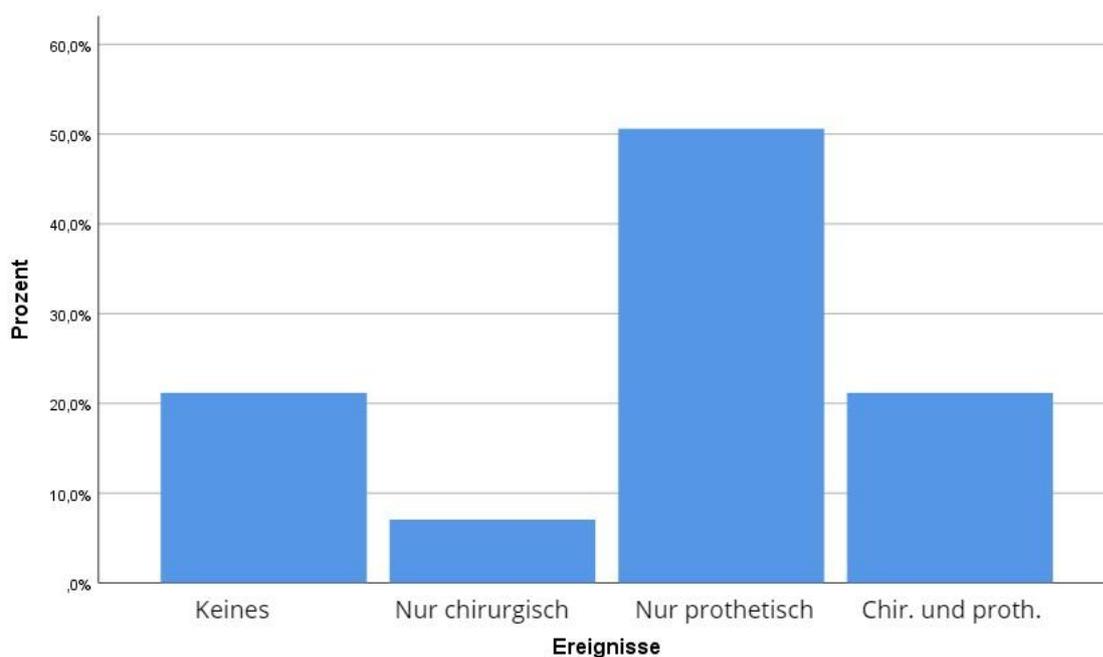


Abbildung 15: Balkendiagramm zur Darstellung der prozentualen Anteile des Eintretens von chirurgischen und prothetischen Ereignissen

Nach Trennung der Geschlechter ergab sich folgende Verteilung: Kein Ereignis wurde zu 19,1% (n=9) bei Männern und zu 23,7% (n=9) bei Frauen notiert. Chirurgische Ereignisse fanden zu 8,5% (n=4) bei männlichen und zu 5,3% (n=2) bei weiblichen Patienten statt. Prothetische Ereignisse wurden bei 48,9% (n=23) der Männer und 52,6% (n=20) der Frauen festgehalten. Bei 23,4% (n=11) der Männer sowie 18,4% (n=7) der Frauen wurde sowohl ein chirurgisches als auch ein prothetisches Ereignis notiert. (Abb. 16)

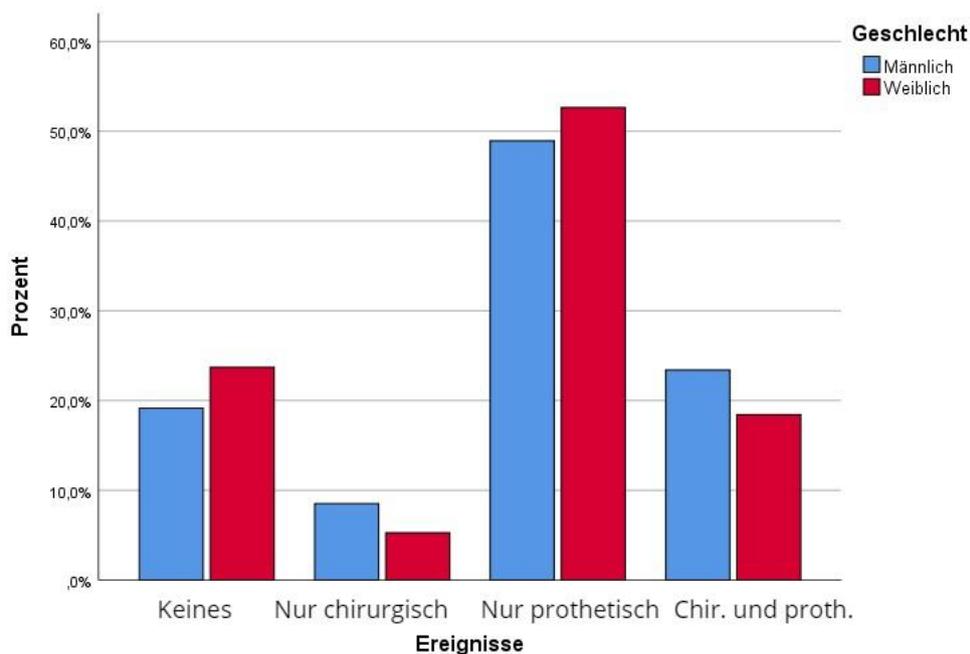


Abbildung 16: Säulendiagramm zur Darstellung der prozentualen Anteile des Eintretens von chirurgischen und prothetischen Ereignissen nach Geschlechteranteil

Im Anhang werden die einzelnen Ereignisse und deren Therapiemaßnahmen aufgeführt.⁹ Ein Verfahren zur Analyse von Latenzen eines Ereignisses (in diesem Falle von chirurgischen bzw. prothetischen Vorkommnissen) und zur Beschreibung des Ereignisverlaufes war die Methode nach Kaplan-Meier. Das Ereignis wurde zusammen mit dem zeitlichen Aspekt interpretiert.

⁹ Siehe Anhang 6.9

3.7.1 Chirurgische Ereignisse

Es wurde unterschieden zwischen mechanischen und biologischen Ereignissen. Zu den mechanischen zählten Implantat-, Abutment-, Abutmentschraubenfraktur und Abutmentschraubenlockerung. Diese Ereignisse bezogen sich folglich nur auf das Implantat selbst.

Als biologische Ereignisse wurden Mukositis, Periimplantitis sowie Implantatverlust, die sich auf das Zusammenspiel von Implantat und umgebenden Strukturen beziehen, gesehen. (Abb. 17)

Wie in folgendem Kreisdiagramm ersichtlich wird, traten häufiger biologische als mechanische Vorkommnisse auf.

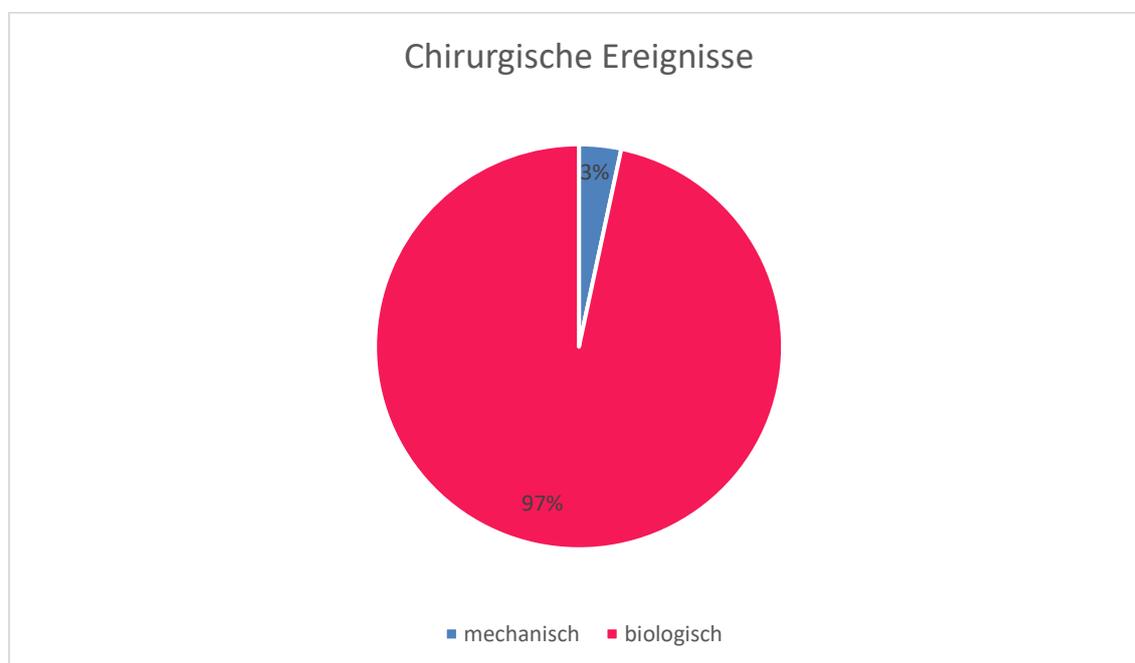


Abbildung 17: Kreisdiagramm zur übersichtlichen Darstellung der Verteilung mechanischer und biologischer chirurgischer Ereignisse

Folgende Säulendiagramme dienen zur Veranschaulichung der Häufigkeit des Auftretens von biologischen sowie mechanischen Ereignissen. Hierbei wurde zwischen feststehendem und herausnehmbarem Zahnersatz sowie kombiniert Implantat-Zahn getragener Arbeiten unterschieden („kombiniert“). (Abb. 18, 19)

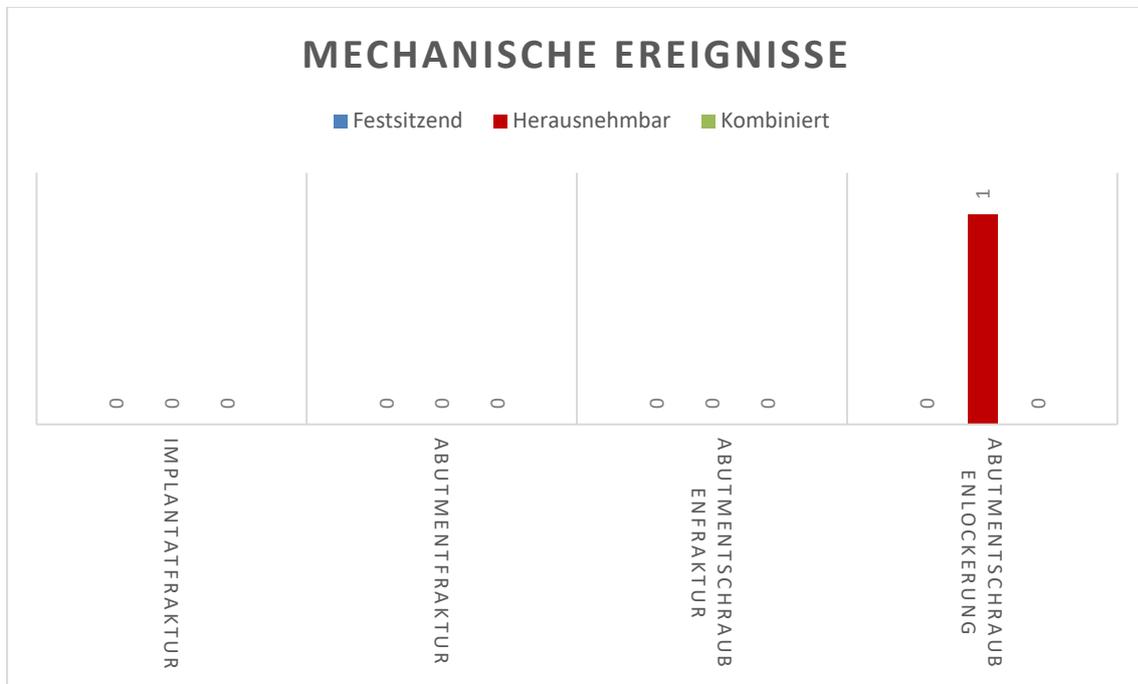


Abbildung 18: Balkendiagramm zur übersichtlichen Darstellung der eingetretenen mechanischen Ereignisse nach Versorgungsart

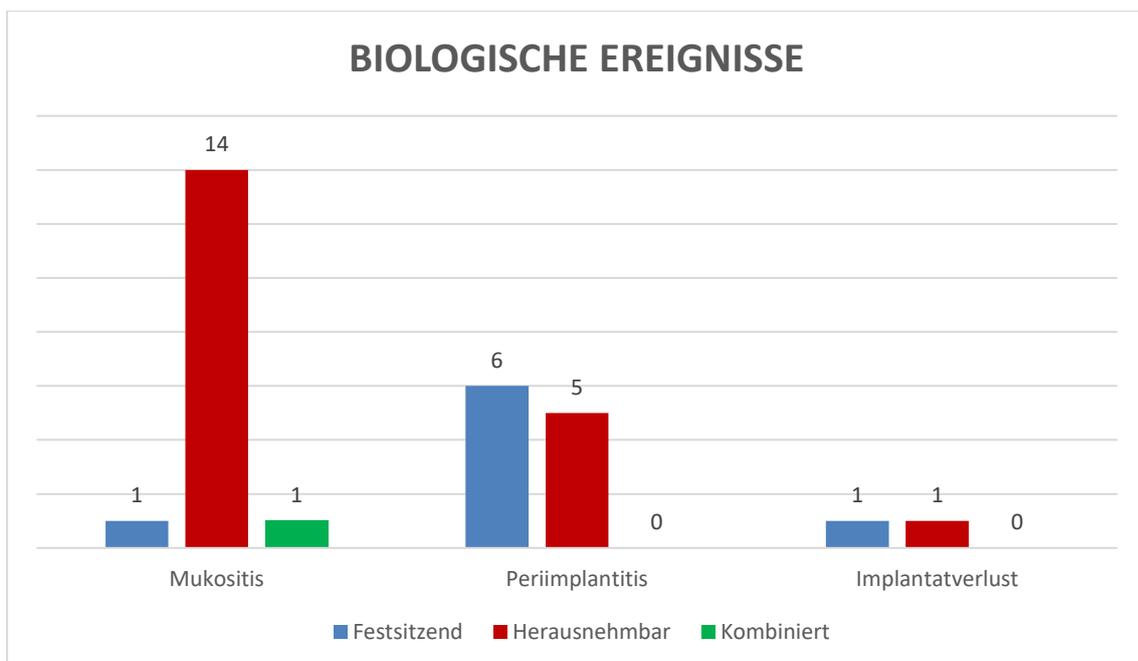


Abbildung 19: Balkendiagramm zur übersichtlichen Darstellung der eingetretenen biologischen Ereignisse nach Versorgungsart

Die Einteilung zur Ermittlung der Kaplan-Meier-Kurve wurde nach Geschlecht vorgenommen, wobei kein signifikanter Unterschied der zwei Gruppen hinsichtlich des Eintretens von chirurgischen Ereignissen festzuhalten war. Auch die einzelnen Kurven nahmen einen ähnlichen Verlauf, was ebenfalls gegen einen signifikanten Zusammenhang sprach. Bei 31,9% (n=15) der 47 männlichen Kiefer sowie bei 23,7% (n=9) der 38 weiblichen Kiefer traten chirurgische Ereignisse auf.

Nach einem Jahr betrug die Erfolgswahrscheinlichkeit (Nichteintreten eines biologischen Ereignisses) bei den Männern 87,2%, bei den Frauen 94,7%, nach drei Jahren bei den Männern 78,7% und bei den Frauen 84,2%. In dem Beobachtungszeitraum von 15 Jahren zeigte sich eine Erfolgswahrscheinlichkeit für Männer von 68,1%, für Frauen von 76,3%. (Abb. 20)

Die Ermittlung des Log-Rank-Testes als nicht parametrischer Test diente dem Vergleich der Erfolgswahrscheinlichkeit zweier Stichproben. Mit einem Wert von $p=0,625$ zeigte sich kein signifikanter Unterschied bezüglich des Erfolges in Abhängigkeit vom Patientengeschlecht.

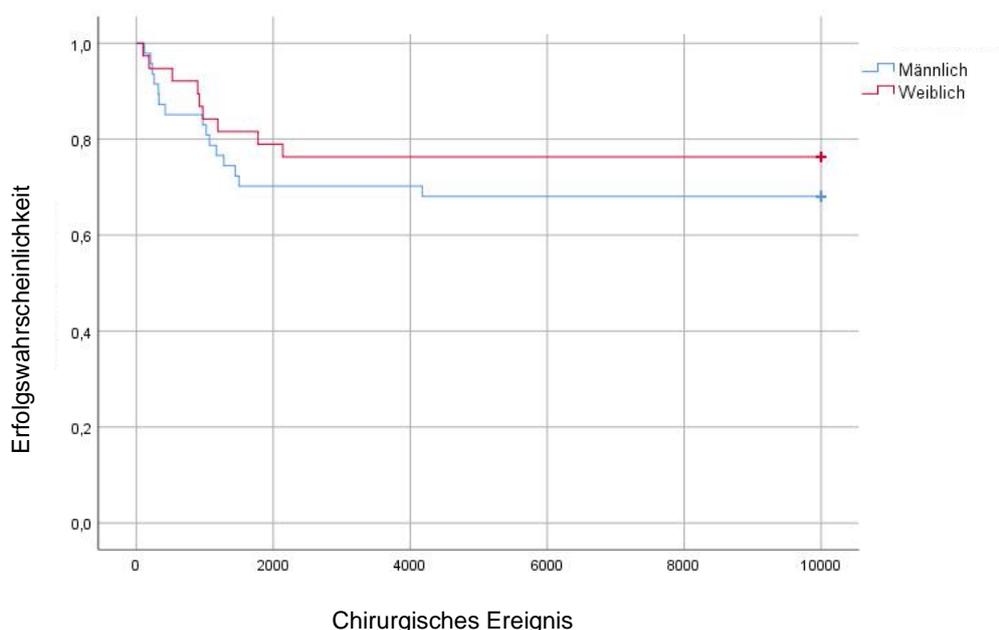


Abbildung 20: Kaplan-Meier-Analyse: Zeit bis zum Eintreten eines chirurgischen Ereignisses in Abhängigkeit vom Geschlecht (in Tagen)

Die Erfolgswahrscheinlichkeit beschrieb, dass kein Ereignis bei einer der untersuchten Gruppen in einem bestimmten Zeitraum eintrat. Nach Einteilung in drei Gruppen nach Versorgungsart, ließ sich festhalten, dass bei lediglich 5,9% (n=1), der kombiniert Zahn-Implantat versorgten Kiefer (n=17) ein chirurgisches Ereignis stattfand. In 32,1% (n=17) der herausnehmbar versorgten Kiefer (n=53) sowie in 40,0%

(n=6) aller feststehend versorgten Kiefer (n=15) waren chirurgische Ereignisse zu notieren. In der nachfolgenden Kaplan-Meier-Kurve zeigte der Verlauf auch deutlich, dass die Erfolgswahrscheinlichkeit bezüglich kombinierten Zahn-Implantat getragenen Versorgungen nach einem Jahr noch 100%, die der Kiefer mit feststehenden Versorgungen 86,7% und die der herausnehmbaren Versorgungen 88,7% betrug. Nach drei Jahren zeigte die Kurve der kombinierten Versorgungen noch immer eine Erfolgswahrscheinlichkeit von 100%, die der feststehenden 73,3% bzw. herausnehmbaren Versorgungen 77,4%. Nach 15 Jahren Beobachtungszeit zeigte sich eine Erfolgswahrscheinlichkeit von 60,0% für feststehende Arbeiten sowie eine Erfolgswahrscheinlichkeit von 67,9% für herausnehmbare Arbeiten. Der Wert für kombinierten Implantat-Zahn getragenen Zahnersatz stagnierte nach drei Jahren bei einem Prozentsatz von 94,1%. (Abb. 21)

Der Log-Rank-Test zum Vergleich der Erfolgswahrscheinlichkeit konnte lediglich zur Überprüfung zweier Stichproben durchgeführt werden.

Daher ergab sich nach Aufteilung der Stichproben ein Wert von $p=0,577$ („signifikant gleich“) beim Vergleich der Kurve der Patienten *mit feststehenden Arbeiten* mit der Kurve der Patienten mit *herausnehmbaren Arbeiten*. Ein signifikanter Unterschied ließ sich nach Ermittlung des Log-Rank-Testes für den Vergleich der Kurve *feststehend* mit der Kurve *kombiniert* ($p=0,019$; „signifikant unterschiedlich“) sowie für den Vergleich der Kurve *herausnehmbar* mit der Kurve *kombiniert* ($p=0,038$; „signifikant unterschiedlich“) festhalten.

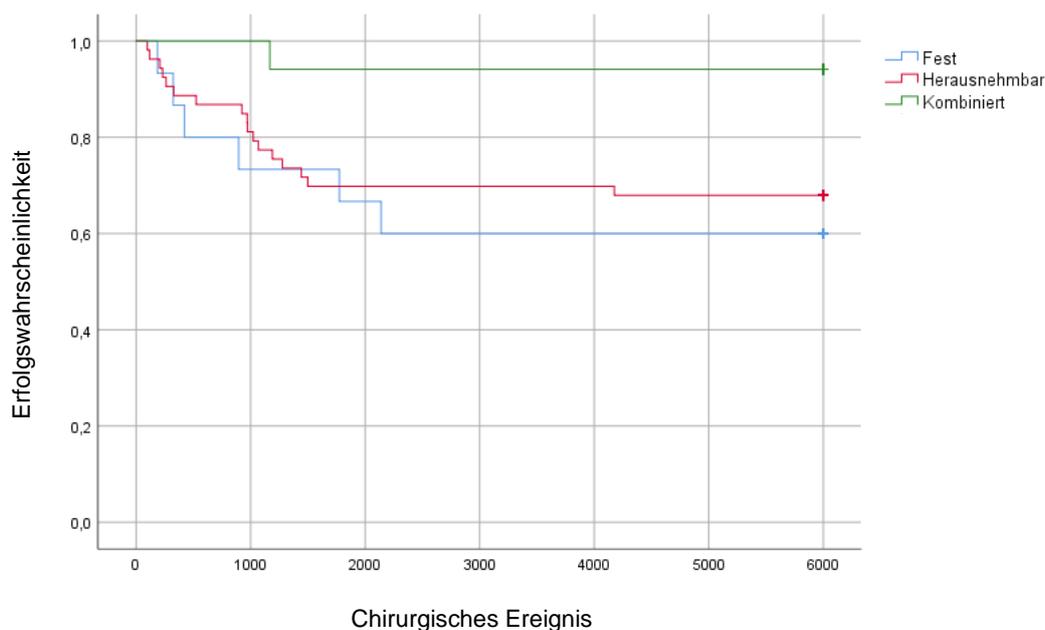


Abbildung 21: Kaplan-Meier-Analyse: Zeit bis zum Eintreten eines chirurgischen Ereignisses in Abhängigkeit von der Versorgungsart (in Tagen)

Außerdem wurde das Auftreten chirurgischer Ereignisse in Zusammenhang mit der Implantanzahl gebracht, hierbei wurden nur die Kiefer berücksichtigt, die mit festsitzendem oder herausnehmbarem Zahnersatz ($n=68$) versorgt wurden. Die Zahn-Implantat getragenen Arbeiten wurden hierbei nicht miteinbezogen, weil hier noch ein Restbestand an Zähnen vorhanden war.

Der Verlauf der Kaplan-Meier-Kurve (Abb. 22) zeigte, dass die Erfolgswahrscheinlichkeit der Kiefer, die mit zwei Implantaten versorgt wurden ($n=11$), nach einem Jahr nicht sank. Die Erfolgswahrscheinlichkeit der Kiefer, die mit vier Implantaten versorgt wurden ($n=21$) sank von den anfänglichen 100% auf 95,2%, die der Kiefer, die mit sechs Implantaten versorgt wurden ($n=25$) auf 96,0% und die der Kiefer, die mit acht Implantaten versorgt wurden auf 81,8%.

Nach drei Jahren reduzierte sich die Erfolgswahrscheinlichkeit der Kiefer, die mit zwei Implantaten versorgt wurden, von 100% auf 90,0%. Die Erfolgswahrscheinlichkeit der Kiefer, die mit vier Implantaten versorgt wurden ($n=21$) verringerte sich von den anfänglichen 100% auf 85,7%, die der Kiefer, die mit sechs Implantaten versorgt wurden ($n=25$) auf 68,0% und die der Kiefer, die mit acht Implantaten ($n=11$) versorgt wurden auf 63,6%.

Den Beobachtungszeitraum von maximal 15 Jahren betrachtend zeigten sich Werte für Kiefer mit zwei Implantaten von 90,0%, für Kiefer mit vier Implantaten von 81,0%, für Kiefer mit sechs Implantaten von 56,0% sowie für Kiefer mit acht Implantaten von 45,5%.

Nach Ermittlung des Log-Rank-Testes ergab sich beim Vergleich der Kurve *2,00 Implantate* mit der Kurve *4,00 Implantate* $p=0,553$ („signifikant gleich“). Ein Wert von $p=0,071$ („signifikant gleich“), jedoch mit der Tendenz zu „signifikant unterschiedlich“, ergab sich beim Vergleich der Kurve *2,00 Implantate* mit der Kurve *6,00 Implantate*. Ebenfalls ein signifikanter Unterschied bezüglich der Erfolgswahrscheinlichkeit zeigte sich zwischen der Kurve *2,00 Implantate* und *8,00 Implantate*: $p=0,032$ („signifikant unterschiedlich“). Kein signifikanter Unterschied zeigte sich in der Überlebensfunktion im Vergleich der Kurve *4,00 Implantate* mit der Kurve *6,00 Implantate* ($p= 0,076$; „signifikant gleich“), jedoch mit der Tendenz zu „signifikant unterschiedlich“.

Die Ermittlung des Log-Rank-Testes zum Vergleich der Kurve *4,00 Implantate* mit der Kurve *8,00 Implantate* zeigte einen signifikanten Unterschied beider Stichproben ($p= 0,037$; „signifikant unterschiedlich“). Kein signifikanter Unterschied konnte beim Vergleich der Kurve *6,00 Implantate* mit der Kurve *8,00 Implantate* festgestellt werden ($p=0,625$; „signifikant gleich“).

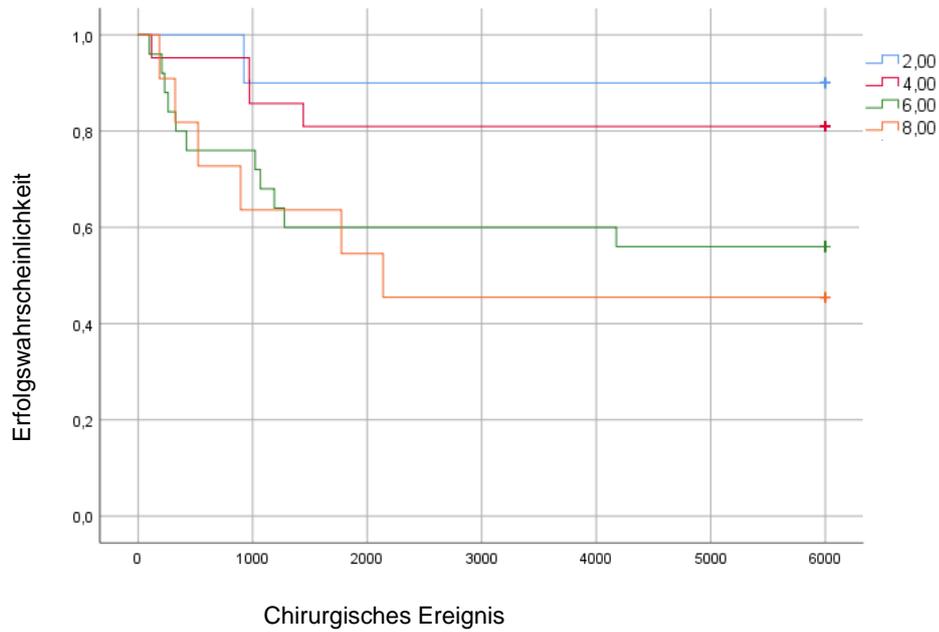


Abbildung 22: Kaplan-Meier-Analyse: Zeit bis zum Eintreten eines chirurgischen Ereignisses in Abhängigkeit der Implantatanzahl (in Tagen)

Die chirurgischen Ereignisse wurden in Zusammenhang mit der Kieferlage in einer Kaplan-Meier-Überlebenskurve untersucht: bei 43,5% (n=20) aller versorgten Oberkiefer (n=46) und 10,3% (n=4) aller versorgten Unterkiefer (n=39) fand ein chirurgisches Ereignis statt. In der nachfolgenden Kaplan-Meier-Kurve wird gezeigt, dass die Erfolgswahrscheinlichkeit aller versorgten Oberkiefer nach einem Jahr noch etwa 84,8%, das Unterkiefer 97,4% betrug. Nach drei Jahren zeigte die Kurve der Oberkiefer eine Erfolgswahrscheinlichkeit von 71,7%, die der Unterkiefer 92,3%. Im Nachbeobachtungszeitraum von 15 Jahren zeigte sich eine Erfolgswahrscheinlichkeit von 56,5% für den Oberkiefer sowie von 89,7% für den Unterkiefer. Damit konnte festgehalten werden, dass in der vorliegenden Studie chirurgische Ereignisse häufiger in Oberkiefern aufgetreten sind. (Abb. 23) Nach Durchführung des Log-Rank-Testes zeigte sich ein deutlich signifikanter Unterschied in Abhängigkeit der Kieferlage: $p = 0,001$ („signifikant unterschiedlich“).

Die Ermittlung des Log-Rank-Testes ergab einen Wert von $p=0,001$ und damit war ein deutlich signifikanter Unterschied bezüglich der Erfolgswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Kieferlage festzustellen.

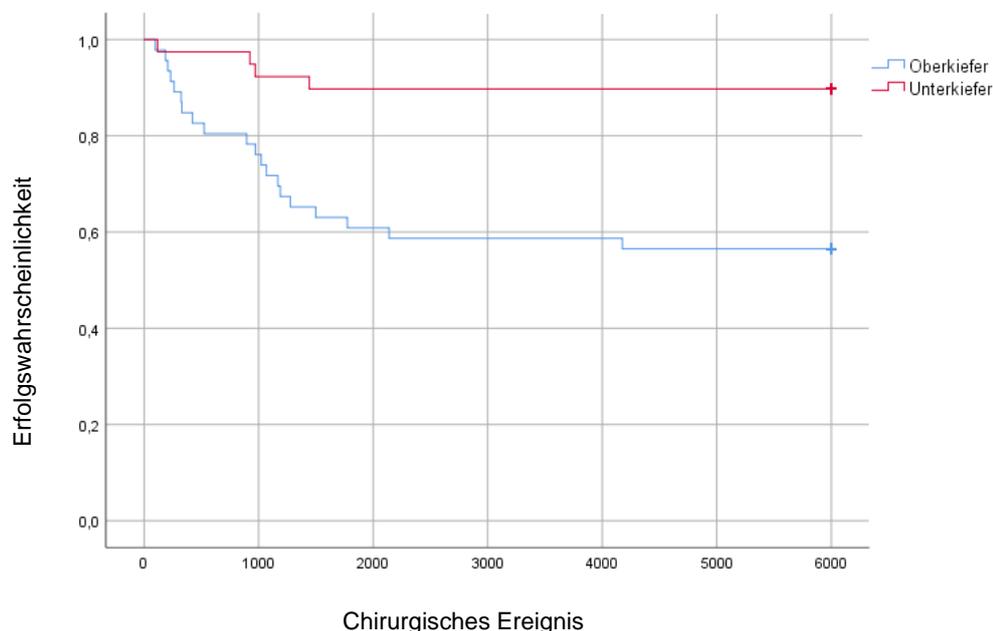


Abbildung 23: Kaplan-Meier-Analyse: Zeit bis zum Eintreten eines chirurgischen Ereignisses in Abhängigkeit der Kieferlage (in Tagen)

3.7.2 Prothetische Ereignisse

Die Häufigkeit des Auftretens prothetischer Ereignisse der einzelnen Versorgungsarten ist in Abbildung 24 dargestellt:

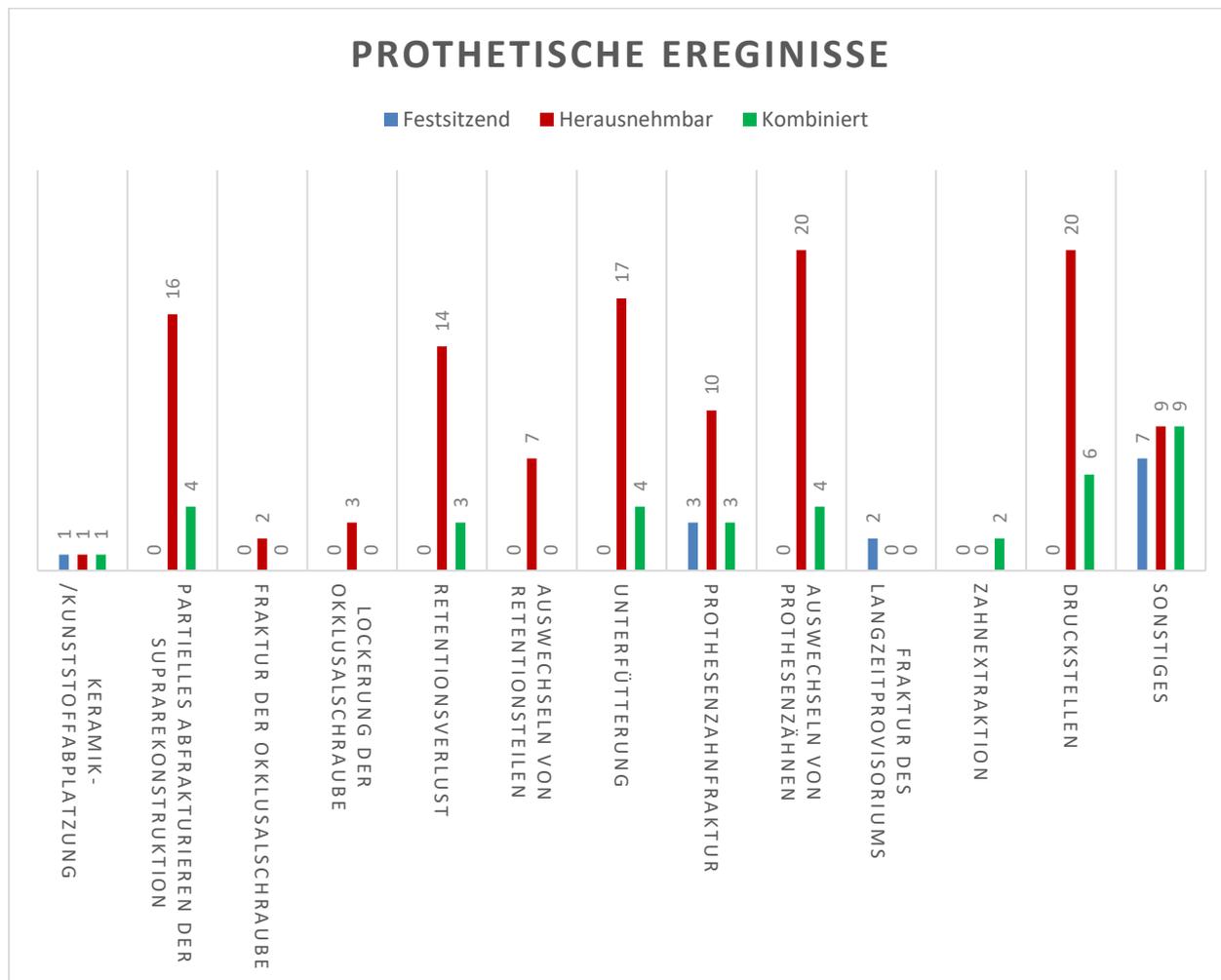


Abbildung 24: Balkendiagramm zur übersichtlichen Darstellung von eingetretenen prothetischen Ereignissen nach Versorgungsart

Die Erfolgswahrscheinlichkeit bezüglich der nachfolgenden Kaplan-Meier-Diagramme berief sich auf das Nichteintreten eines prothetischen Ereignisses.

Das Auftreten von prothetischen Vorkommnissen wurde hinsichtlich des Geschlechts überprüft, wobei kein signifikanter Unterschied der Geschlechter hinsichtlich des Eintretens von prothetischen Ereignissen festzuhalten war. Die Ermittlung des Log-Rank-Testes als nicht parametrischer Test diente dem Vergleich der Erfolgswahrscheinlichkeit zweier Stichproben. Mit einem Wert von $p=0,841$ zeigte sich kein signifikanter Unterschied bezüglich der Erfolgswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Patientengeschlecht.

Auch die einzelnen Kurven nahmen einen ähnlichen Verlauf, was ebenfalls gegen einen signifikanten Zusammenhang sprach. Bei 72,2% (n=34) der 47 männlichen Kiefer sowie in 71,1% (n=27) der 38 weiblichen Kiefer traten prothetische Ereignisse auf.

Nach einem Jahr betrug die Erfolgswahrscheinlichkeit der Männer 72,3%, die der Frauen 57,9%. Nach drei Jahren betrug die Erfolgswahrscheinlichkeit der Männer noch 42,6%, die der Frauen 42,1%. In dem Beobachtungszeitraum von 15 Jahren zeigte sich eine Erfolgswahrscheinlichkeit für Männer von 27,7%, für Frauen von 28,9%. (Abb. 25)

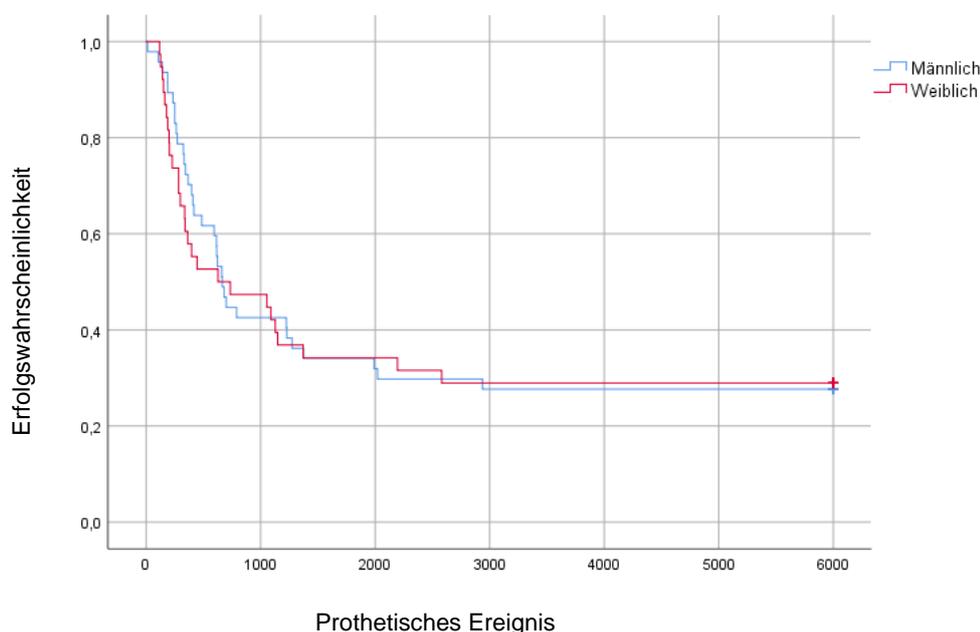


Abbildung 25: Kaplan-Meier-Analyse: Zeit bis zum Eintreten eines prothetischen Ereignisses in Abhängigkeit vom Geschlecht (in Tagen)

Nach Einteilung in die drei Gruppen nach Versorgungsart, ließ sich festhalten, dass im Beobachtungszeitraum von bis zu maximal 15 Jahren in etwa der Hälfte (53,3% (n=8)) aller festsitzend versorgten Kiefer (n=15) ein prothetisches Ereignis stattfand. In 75,5% (n=40) der herausnehmbar versorgten Kiefer (n=53) sowie in 76,5% (n=13) der kombiniert Zahn-Implantat versorgten Kiefer (n=17) waren prothetische Ereignisse zu notieren. In der nachfolgenden Kaplan-Meier-Kurve zeigte der Verlauf auch deutlich, dass die Erfolgswahrscheinlichkeit der Kiefer mit festsitzenden Versorgungen nach einem Jahr noch 73,3%, das der Kiefer mit herausnehmbaren bzw. kombinierten Zahn-Implantat getragenen Versorgungen etwa 60-65% betrug. Nach drei Jahren zeigte die Kurve der festsitzenden Versorgungen eine Erfolgswahrscheinlichkeit von etwa 53,3%, die der herausnehmbaren 37,7% und die der kombinierten Versorgungen 47,1%. Nach 15 Jahren ließ sich eine Erfolgswahrscheinlichkeit für festsitzende Versorgungen von

46,7%, für herausnehmbare Versorgungen von 24,5% sowie für kombinierten Zahn-Implantat getragenen Zahnersatz von 23,5% festhalten. (Abb. 26)

Der Log-Rank-Test zum Vergleich der Erfolgswahrscheinlichkeit konnte lediglich zur Überprüfung zweier Stichproben durchgeführt werden. So ließ sich im Vergleich aller drei Gruppen kein signifikanter Unterschied festhalten: der Vergleich der Kurve *feststehend* mit der Kurve *herausnehmbar* ergab einen Wert von $p=0,114$. Der Vergleich der Kurve *feststehend* mit der Kurve *kombiniert* ergab einen Wert von $p=0,231$. Ein Wert von $p=0,699$ ergab sich nach Ermittlung des Log-Rank-Testes für den Vergleich der Kurve *herausnehmbar* mit der Kurve *kombiniert*.

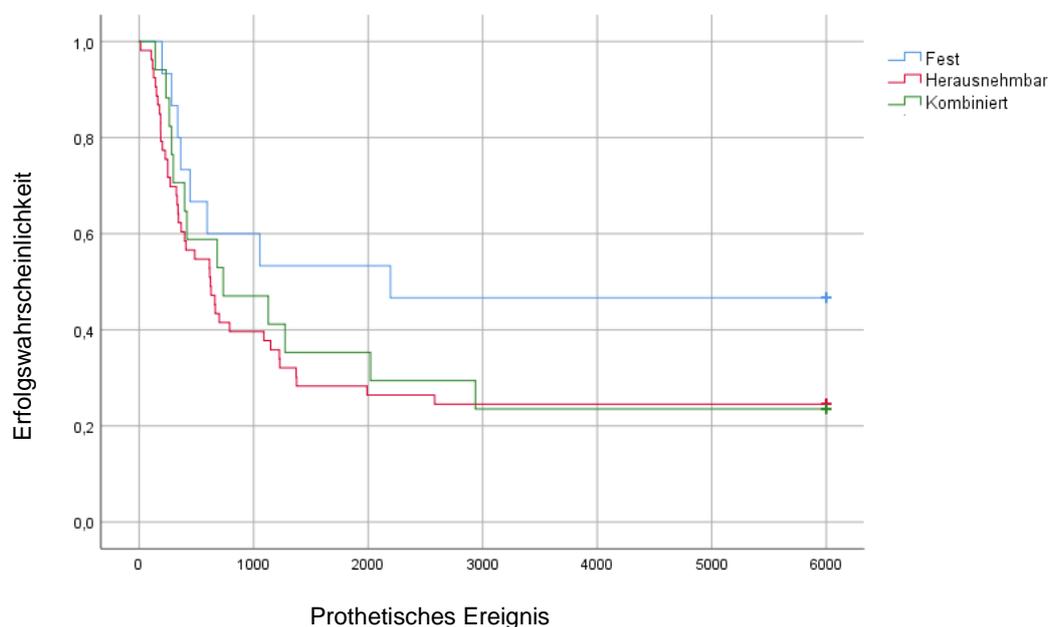


Abbildung 26: Kaplan-Meier-Analyse: Zeit bis zum Eintreten eines prothetischen Ereignisses in Abhängigkeit der Versorgungsart (in Tagen)

Das Auftreten prothetischer Ereignisse wurde in Zusammenhang mit der Implantatanzahl gebracht. Hierbei wurden nur die Kiefer berücksichtigt, die mit feststehendem oder herausnehmbarem Zahnersatz ($n=68$) versorgt wurden. Die Zahn-Implantat getragenen Arbeiten wurden außen vor gelassen, weil hier noch ein Restbestand an Zähnen vorhanden ist. In der nachfolgenden Kaplan-Meier-Kurve zeigte der Verlauf, dass die Erfolgswahrscheinlichkeit der Kiefer, die mit zwei Implantaten versorgt wurden ($n=11$), nach einem Jahr auf etwa 30,0% sank. Die Erfolgswahrscheinlichkeit bezüglich der prothetischen Ereignisse der Kiefer, die mit vier Implantaten versorgt wurden ($n=21$) sank von den anfänglichen 100% auf 61,9%, das der Kiefer, die mit sechs Implantaten versorgt wurden ($n=25$) auf 80,8%, die der Kiefer, die mit acht Implantaten versorgt wurden auf 72,7%.

Nach drei Jahren betrug die Erfolgswahrscheinlichkeit der Kiefer, die mit zwei Implantaten versorgt wurden 20,0%. Die Erfolgswahrscheinlichkeit der Kiefer, die mit vier Implantaten versorgt wurden (n=21) sank auf 38,1%, die der Kiefer, die mit sechs Implantaten versorgt wurden (n=25) auf 48,0% und die der Kiefer, die mit acht Implantaten versorgt wurden auf 54,5%.

Im Beobachtungszeitraum von 15 Jahren konnte eine Erfolgswahrscheinlichkeit für Kiefer mit zwei Implantaten von 20,0%, für Kiefer mit vier Implantaten von 19,0%, für Kiefer mit sechs Implantaten von 36,0% sowie für Kiefer mit acht Implantaten von 45,5% festgehalten werden. (Abb. 27)

Der Log-Rank-Test zum Vergleich der Überlebensraten kann lediglich zur Überprüfung zweier Stichproben durchgeführt werden. So ergab sich beim Vergleich der Kurve 2,00 *Implantate* mit der Kurve 4,00 *Implantate* der Wert $p=0,214$ („signifikant gleich“). Ein Wert von $p=0,017$ („signifikant unterschiedlich“) ergab sich beim Vergleich der Kurve 2,00 *Implantate* mit der Kurve 6,00 *Implantate*. Ebenfalls ein signifikanter Unterschied bezüglich der Erfolgswahrscheinlichkeit zeigte sich zwischen der Kurve 2,00 *Implantate* und 8,00 *Implantate*: $p=0,043$ („signifikant unterschiedlich“). Kein signifikanter Unterschied zeigte sich in der Überlebensfunktion im Vergleich der Kurve 4,00 *Implantate* mit der Kurve 6,00 *Implantate* ($p=0,129$; „signifikant gleich“), der Kurve 4,00 *Implantate* mit der Kurve 8,00 *Implantate* ($p=0,161$; „signifikant gleich“) sowie kein signifikanter Unterschied der Kurve 6,00 *Implantate* mit der Kurve 8,00 *Implantate* ($p=0,729$; „signifikant gleich“).

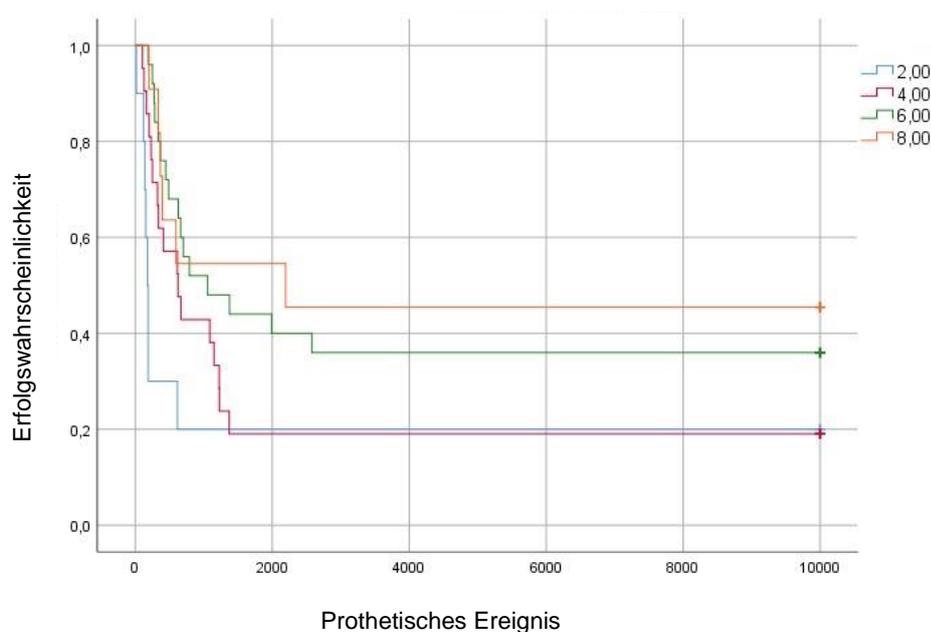


Abbildung 27: Kaplan-Meier-Analyse: Zeit bis zum Eintreten eines prothetischen Ereignisses in Abhängigkeit der Implantatanzahl (in Tagen)

Das Eintreten prothetischer Ereignisse bezüglich der Kieferlage wurde untersucht: bei 67,4% (n=31) aller versorgten Oberkiefer (n=46) und 76,9% (n=30) aller versorgten Unterkiefer (n=39) fand ein prothetisches Ereignis statt.

Nach Durchführung des Log-Rank-Testes zeigte sich ein signifikanter Unterschied im Vergleich beider Kurven in Abhängigkeit von der Kieferlage: $p=0,087$ („signifikant unterschiedlich“).

In der nachfolgenden Kaplan-Meier-Kurve wird gezeigt, dass die Erfolgswahrscheinlichkeit aller versorgten Oberkiefer nach einem Jahr noch 73,9%, die der Unterkiefer 56,4% betrug. Nach drei Jahren zeigte die Kurve der Oberkiefer eine Erfolgswahrscheinlichkeit von 50,0%, die der Unterkiefer 33,3%. Nach 15 Jahren erreichte die Erfolgswahrscheinlichkeit für Oberkiefer einen Wert von 32,6%, für Unterkiefer einen Wert von 23,1%. Damit konnte festgehalten werden, dass in der vorliegenden Studie prothetische Ereignisse häufiger in Unterkiefern auftraten. (Abb. 28)

Die Ermittlung des Log-Rank-Testes ergab einen Wert von $p=0,087$. Damit zeigte sich kein signifikanter Unterschied bezüglich der Erfolgswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Kieferlage, jedoch mit der Tendenz zu „signifikant unterschiedlich“.

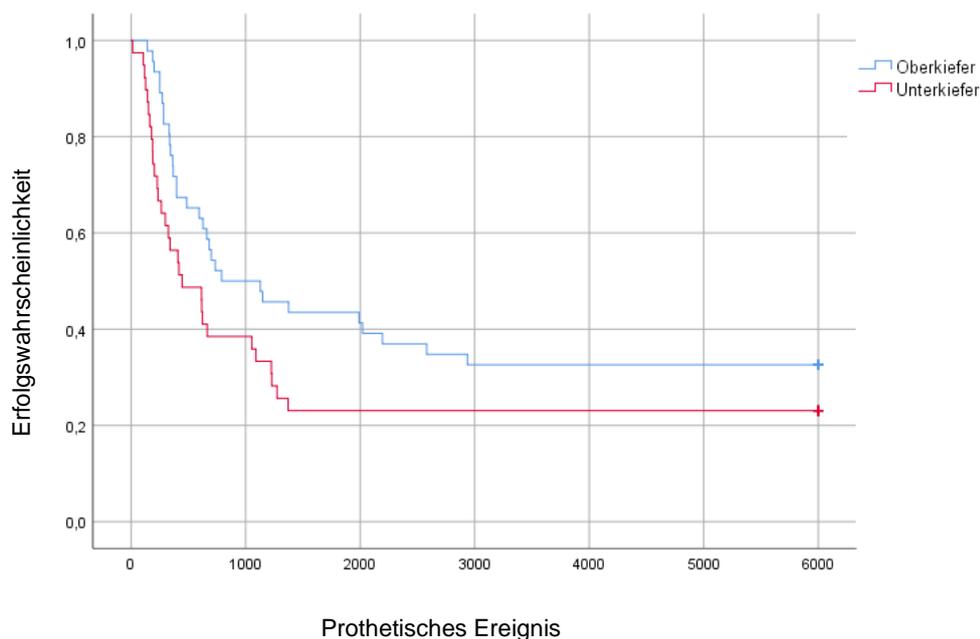


Abbildung 28: Kaplan-Meier-Analyse: Zeit bis zum Eintreten eines prothetischen Ereignisses in Abhängigkeit der Kieferlage (in Tagen)

Um abschließend noch einmal auf die Diskussion beider Hypothesen zurückzuführen, schien diesbezüglich eine Gegenüberstellung der Überlebensfunktionen prothetischer und chirurgischer Ereignisse hinsichtlich der unterschiedlichen Versorgungsarten angemessen (Abb. 29). Zu Beginn der vorliegenden Arbeit wurde die Arbeitshypothese, eine bessere Prognose für festsitzenden Zahnersatz zu erwarten, aufgestellt. Zudem sollte die Hypothese verifiziert werden, dass prothetische häufiger als chirurgische Komplikationen auftraten.

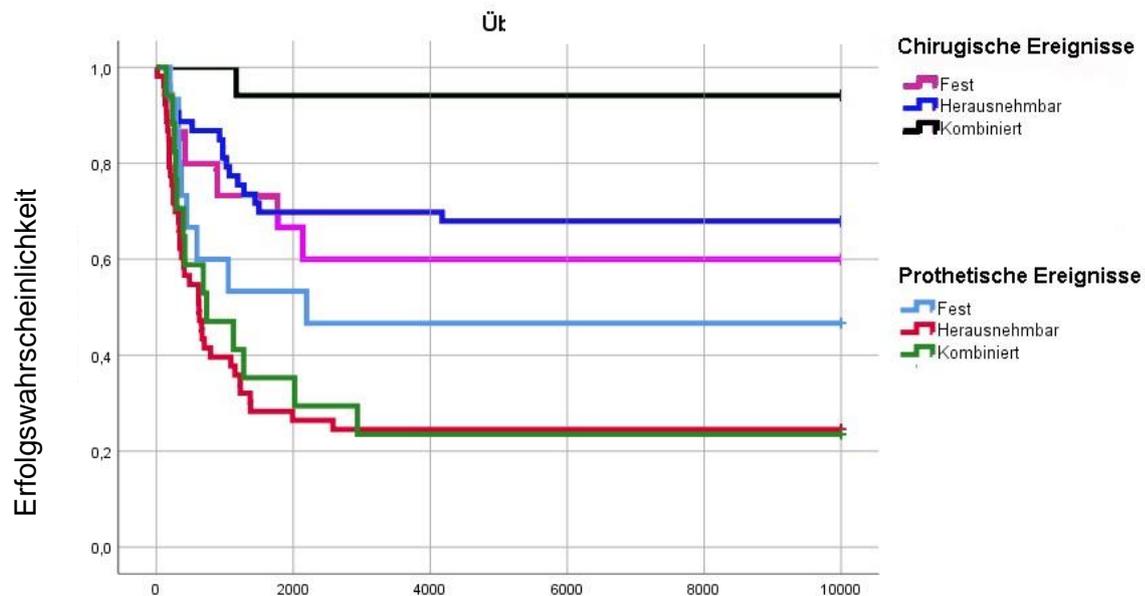


Abbildung 29: Kaplan-Meier-Analyse: Zeit bis zum Eintreten eines chirurgischen/prothetischen Ereignisses in Abhängigkeit der Versorgungsart (in Tagen)

3.8 Fragebogen

Der Fragebogen wurde von 58 Patienten beantwortet. 11 Patienten waren vor der Umfrage bereits verstorben, zwei Patienten verweigerten die Befragung.

Die jeweiligen Bewertungen wurden in einem Boxplot-Diagramm bezüglich der unterschiedlichen Versorgungsarten der Patienten aufgesplittet. Daraus ergab sich eine Gruppe von 13 Probanden, die mit feststehendem Zahnersatz versorgt wurden, 32 Probanden, die mit herausnehmbarem Zahnersatz versorgt wurden und 13 Probanden, die eine kombiniert Zahn-Implantat getragene Arbeit erhielten. Die Ergebnisse der Befragung wurden nochmals in diese Gruppen aufgeteilt.

In den folgenden Boxplot-Diagrammen werden Medianwerte sowie Interquartilbereiche aufgezeigt und erläutert.

Der Medianwert als Maß der Datenlage zeigt, dass die eine Hälfte der Werte kleiner oder gleich dem angezeigten Wert, die andere Hälfte größer oder gleich dem angezeigten Wert umfasst. Der Interquartilbereich beschreibt den Abstand zwischen ersten und drittem Quartil und umfasst damit die mittleren 50% der Daten.

3.8.1 Halt des Zahnersatzes

Mit folgendem Boxplot-Diagramm werden Antworten der Patienten mit unterschiedlichen Versorgungsarten aufgezeigt. Ein Medianwert von 1,08 mit Interquartilbereich von 0,00 wurde bei Patienten mit festsitzenden Arbeiten (n=13) und kombinierten Arbeiten (n=13) erzielt. Bei Patienten mit herausnehmbaren Arbeiten (n=32) konnte ein Medianwert von 1,28 mit IQR von 0,75 festgehalten werden, der obere Whisker lag jedoch deutlich bei einem Wert von 2,00 was die oberen 25% der Datenwerte festlegte. (Abb. 30)

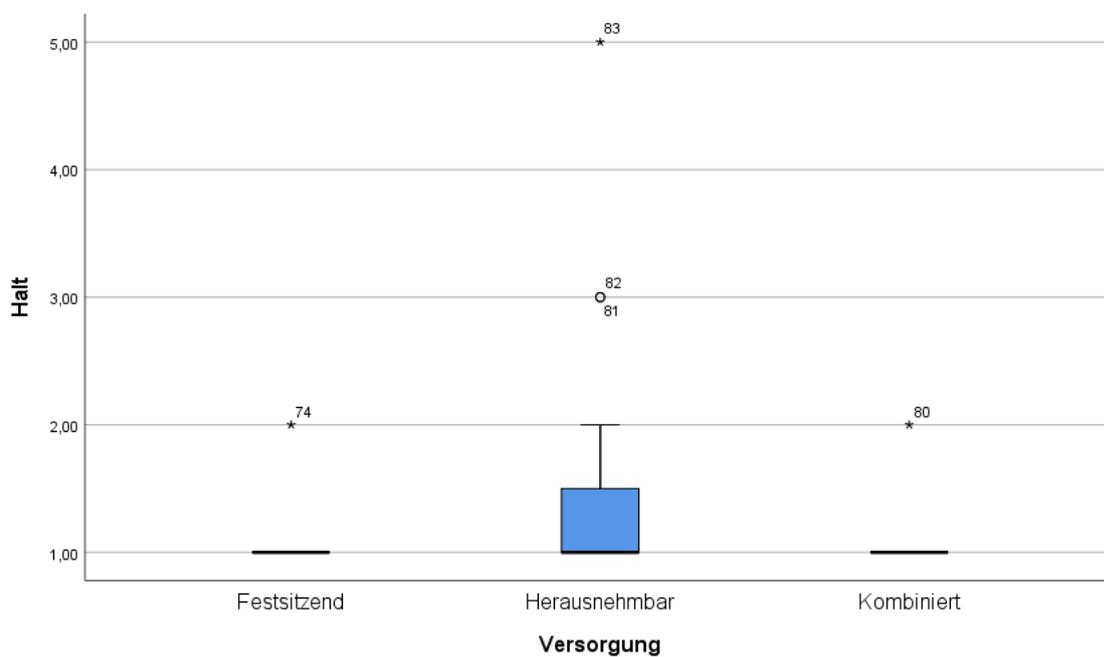


Abbildung 30: Auswertung der Fragebogenskala bezüglich "Halt", Angabe der Medianwerte mit 25% und 75% Perzentilen

3.8.2 Kauleistung

Nach Aufsplitten der drei Gruppen ergab sich für die festsitzende Gruppe (n=13) sowie für die Patienten mit kombinierten Arbeiten (n=13) ein Medianwert von 1,45, die herausnehmbaren Arbeiten (n=32) einen Medianwert von 1,33. Bezüglich der Boxplot-Auswertung lag bei allen drei Gruppen das erste Quartil auf einem Wert von 2,00, bei herausnehmbaren und kombinierten Arbeiten kann zusätzlich ein oberer Whisker bei einem Wert von 3,00 verzeichnet werden. Die IQR der drei Gruppen lagen bei 1,00. (Abb. 31)

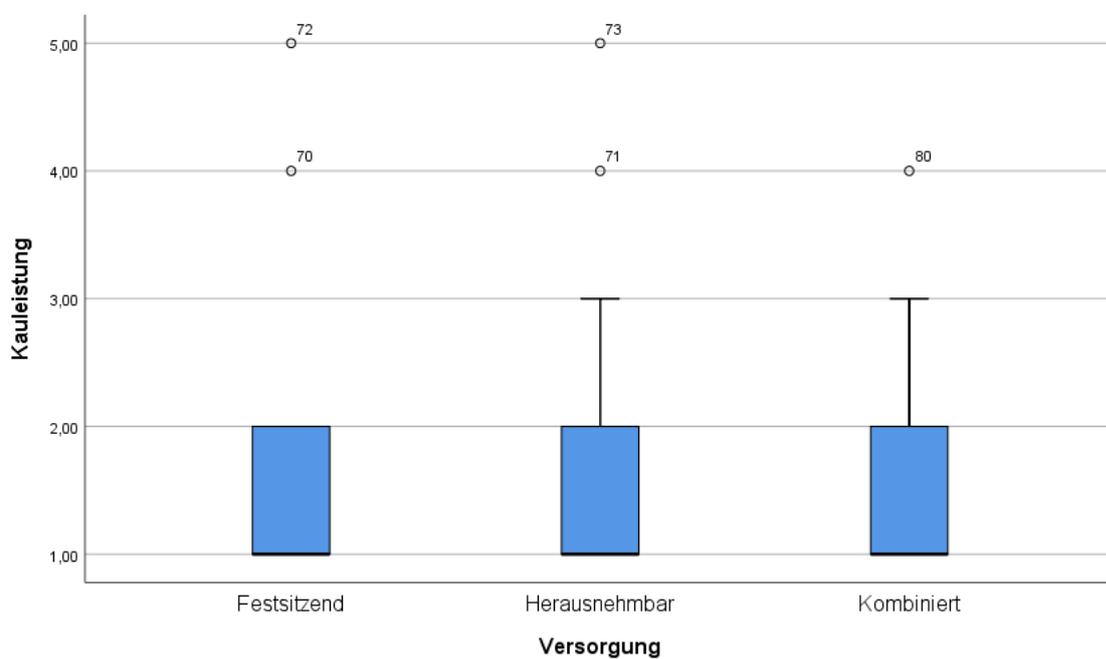


Abbildung 31: Auswertung der Fragebogenskala bezüglich "Kauleistung", Angabe der Medianwerte mit 25% und 75% Perzentilen

3.8.3 Geschmacksempfinden

In der Boxplot-Auswertung stellte sich eindrucksvoll ein Medianwert von 1,00 bezüglich aller drei differenten Gruppen dar. Die IQR für die drei unterschiedlichen Versorgungsarten lagen bei 0,00. (Abb. 32)

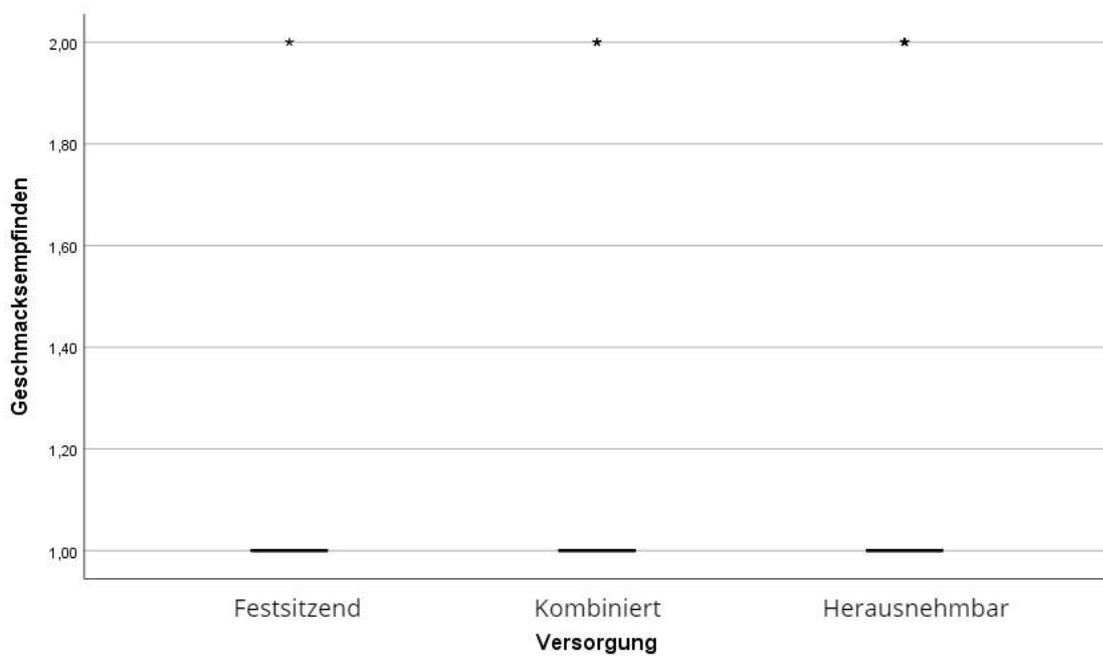


Abbildung 32: Auswertung der Fragebogenskala bezüglich "Geschmacksempfinden", Angabe der Medianwerte mit 25% und 75% Perzentilen

3.8.4 Sprechen

Nach Aufspaltung der Gruppen ergab sich ein Medianwert von 1,25 für festsitzenden, 1,42 für herausnehmbaren und 1,40 für kombinierten Implantat-Zahn getragenen Zahnersatz. Die IQR lagen bei 0,50 für festsitzende, 1,00 für herausnehmbare und 1,50 für kombinierte Versorgungen. Bei beiden letzteren war zudem ein erstes Quartil bei einem Wert von 2,00 sowie ein oberer Whisker bei einem Wert von 3,00 festzuhalten. (Abb. 33)

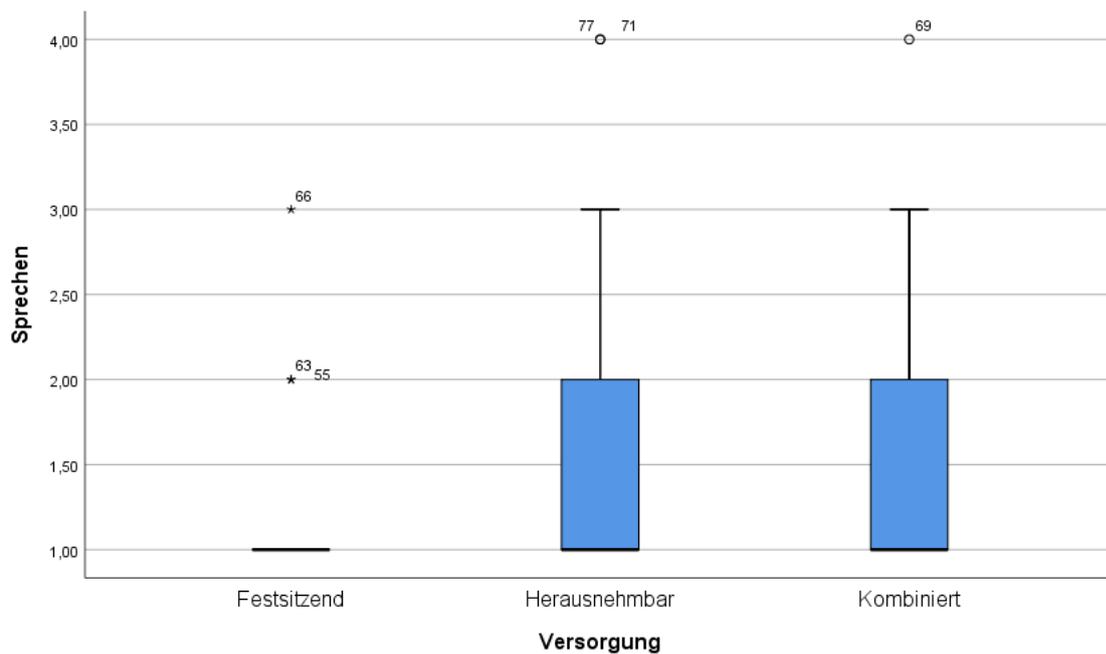


Abbildung 33: Auswertung der Fragebogenskala bezüglich "Sprechen", Angabe der Medianwerte mit 25% und 75% Perzentilen

3.8.5 Pflegbarkeit

Die Gruppe der Patienten mit festsitzenden Arbeiten (n=13) betreffend war ein Medianwert von 1,25, der kombinierten Arbeiten (n=13) betreffend von 1,25 und der herausnehmbaren Arbeiten (n=32) betreffend von 1,50 festzuhalten. Die Gruppe der herausnehmbaren Arbeiten zeigte in der Boxplot-Auswertung zudem ein erstes Quartil bei einem Wert von 2,00, einen oberen Whisker bei einem Wert von 3,00. IQR für festsitzende sowie kombinierte Arbeiten lagen bei 0,50; der IQR bezüglich herausnehmbarer Versorgungen lag bei 1,00. (Abb. 34)

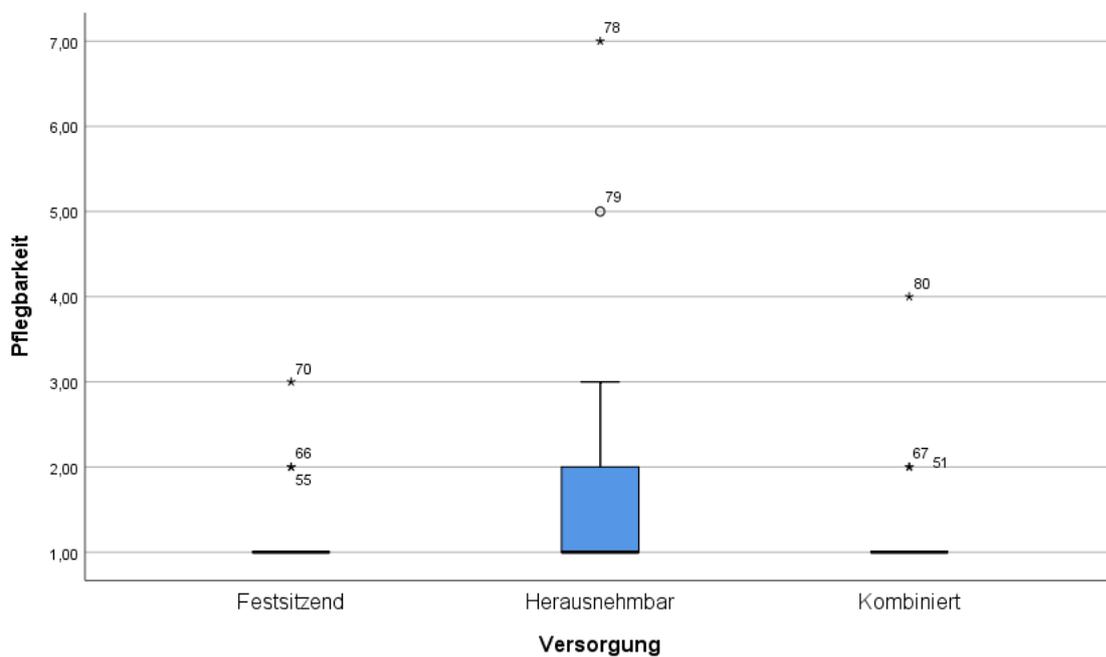


Abbildung 34: Auswertung der Fragebogenskala bezüglich "Pflegbarkeit", Angabe der Medianwerte mit 25% und 75% Perzentilen

3.8.6 Ästhetik

Die Patienten mit feststehendem Zahnersatz (n=13) zeigten einen Medianwert von 1,23, Patienten mit herausnehmbaren Arbeiten (n=32) mit 1,20 und Patienten mit kombiniert Zahn-Implantat getragenen Arbeiten (n=13) mit 1,40.

Bezüglich der Auswertung mittels Boxplot-Diagramms lag der IQR der feststehenden Versorgungsarten bei einem Wert von 0,50, der der herausnehmbaren Versorgungsarten bei 0,00 und der der kombiniert Zahn-Implantat getragene Arbeiten bei 1,50. Hierbei fiel auf, dass die Werte, die kombiniert Zahn-Implantat getragene Arbeiten betreffen, ein erstes Quartil bei einem Wert von 2,00, einen oberen Whisker bei einem Wert von 3,00 aufwiesen. (Abb. 35)

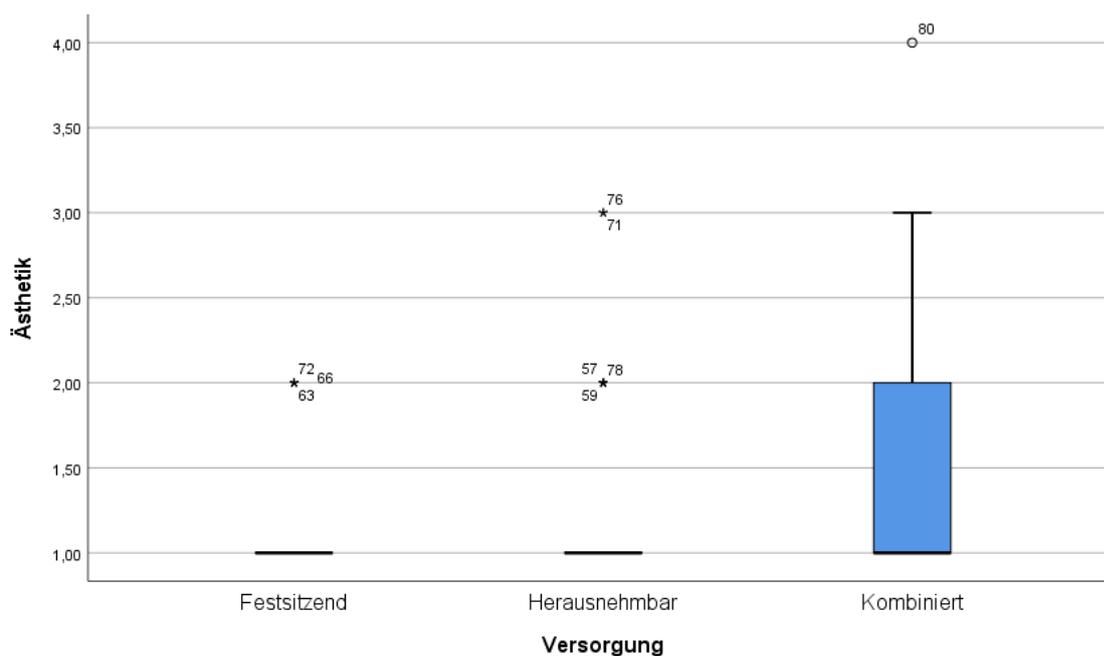


Abbildung 35: Auswertung der Fragebogenskala bezüglich "Ästhetik", Angabe der Medianwerte mit 25% und 75% Perzentilen

3.8.7 Allgemeine Zufriedenheit

Die Medianwerte der einzelnen Gruppen betragen bei

- Patienten mit feststehendem Zahnersatz 1,15
- Patienten mit herausnehmbarem Zahnersatz 1,29
- Patienten mit kombiniertem Zahn-Implantat getragenen Zahnersatz 1,67

Durch die Veranschaulichung in einem Boxplot-Diagramm konnten unterschiedliche Interquartilbereiche festgehalten werden. Der Wert von Patienten mit feststehenden Versorgungen betrug 0,67, der Wert von Patienten mit herausnehmbarem Zahnersatz 0,83 und der Wert von Patienten mit kombiniertem Zahnersatz 0,92. (Abb. 36)

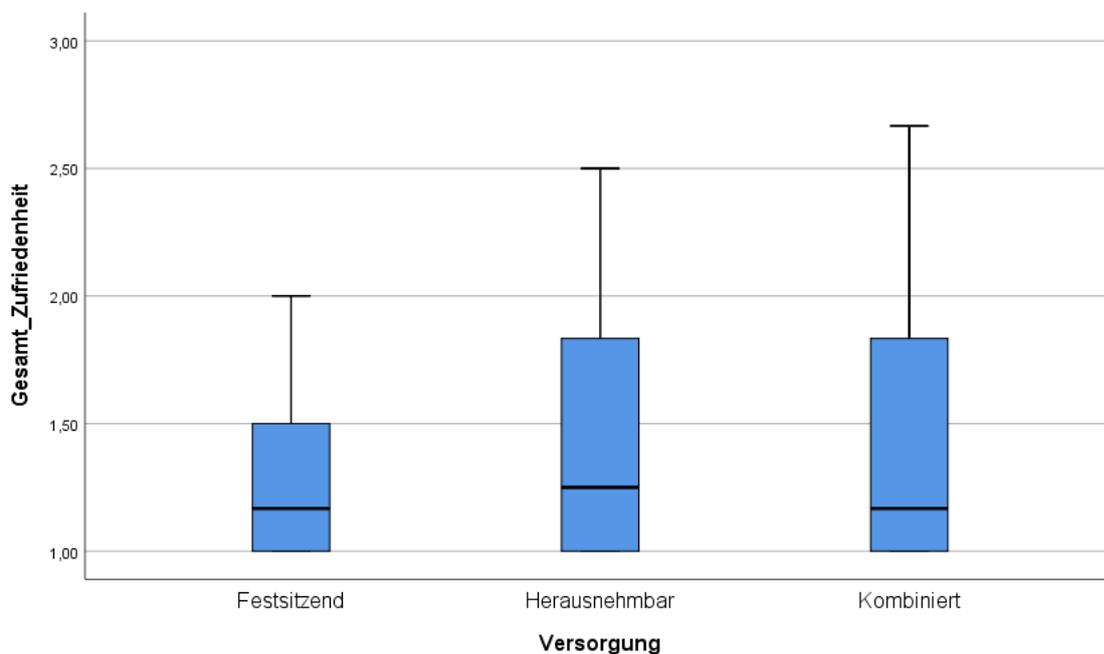


Abbildung 36: Auswertung der Fragebogenskala bezüglich "Allgemeiner Zufriedenheit", Angabe der Medianwerte mit 25% und 75% Perzentilen

Bezüglich der allgemeinen Zufriedenheit wurde es ebenfalls als interessant betrachtet, die Ergebnisse der Auswertung des Fragebogens anhand der jeweiligen Kieferlage zu vergleichen.

- Für Patienten, deren Oberkiefer prothetisch versorgt wurde (n=27) war ein Medianwert von 1,27 sowie ein Interquartilbereich von 0,83 zu verzeichnen.
- Für Patienten, deren Unterkiefer prothetisch versorgt wurde (n=21) war ein Medianwert von 1,15 sowie ein Interquartilbereich von 0,75 zu verzeichnen.
- Für Patienten, bei denen sowohl Ober- als auch Unterkiefer prothetisch versorgt wurde (n=10) war ein Medianwert von 1,17 sowie ein Interquartilbereich von 1,08 zu verzeichnen. (Abb. 37)

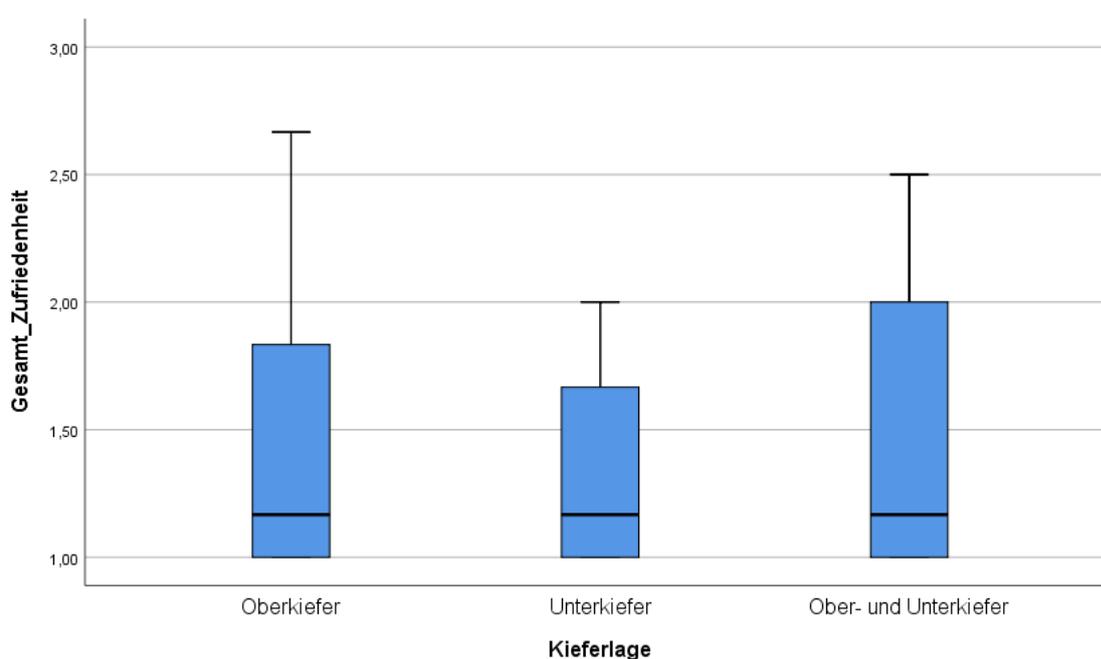


Abbildung 37: Auswertung der Fragebogenskala bezüglich "Allgemeiner Zufriedenheit" hinsichtlich der Kieferlage, Angabe der Medianwerte mit 25% und 75% Perzentilen

Abschließend wurden hinsichtlich der Fragebogenauswertung der Mittelwert der einzelnen Fragepunkte mit dem Mittelwert der Frage „Allgemeine Zufriedenheit“ mit einander verglichen und getrennt nach Versorgungsart aufgelistet. (Abb. 38)

Die einzelnen Fragebogenpunkte wurden im Durchschnitt besser bewertet als beim Fragebogenpunkt „Allgemeine Zufriedenheit“ angegeben.

Für festsitzender Zahnersatz ergab sich im Mittel der einzelnen Punkte 0,91 (SD: +/- 1,08) vs. Mittelwert „Allgemeine Zufriedenheit“ 1,13 (SD: +/- 1,07).

Für herausnehmbaren Zahnersatz ergab sich im Mittel der einzelnen Punkte 1,03 (SD: +/- 1,04) vs. Mittelwert „Allgemeine Zufriedenheit“ 1,33 (SD: +/- 1,00).

Für kombinierten Zahnersatz ergab sich im Mittel der einzelnen Punkte 0,93 (SD: +/- 1,17) vs. Mittelwert „Allgemeine Zufriedenheit“ 1,41 (SD: +/- 1,12).

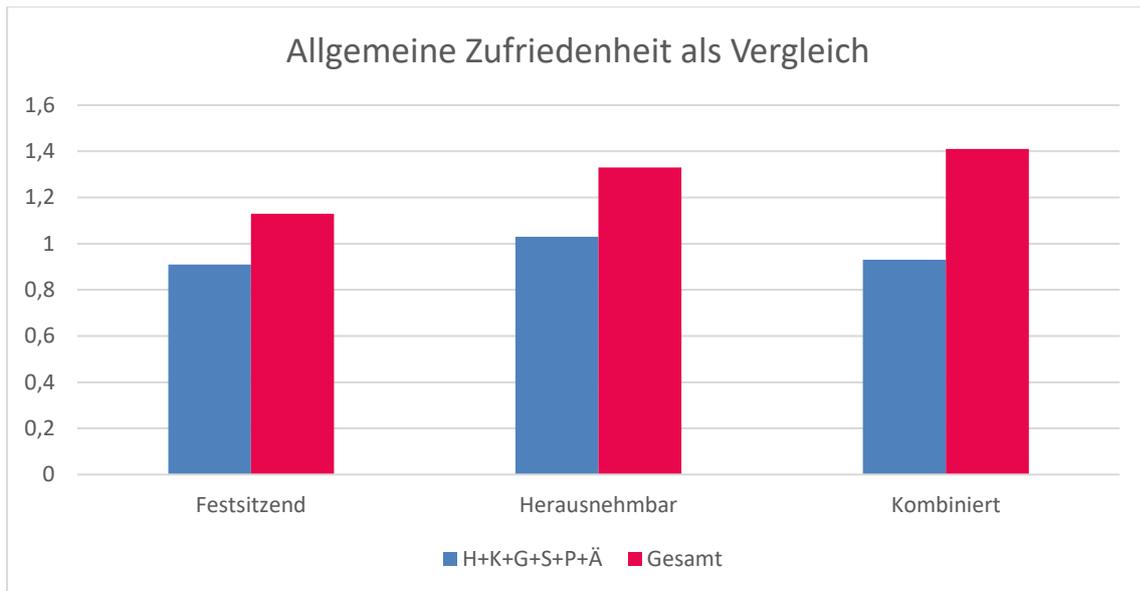


Abbildung 38: Vergleich des Mittelwerts der einzelnen Fragebogenpunkte mit dem Mittelwert der Frage der "Allgemeinen Zufriedenheit" hinsichtlich der Versorgungsart

4 Diskussion

In dieser Studie wurden im Zeitraum von 2002 bis 2015 71 Patienten mit insgesamt 400 inserierten Implantaten überprüft. Einer der zentralen Aspekte dieser Arbeit war der Vergleich der unterschiedlichen Versorgungsarten. Deshalb wurde diesem in der Diskussion besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

4.1 Diskussion der Hypothesen

4.1.1 Hypothese 1: Festsitzender Zahnersatz hat weniger Nachbearbeitungsnotwendigkeit im Vergleich zu herausnehmbarem Zahnersatz

Diese Hypothese wurde in der vorliegenden Nachuntersuchung angenommen. Liegt das Augenmerk auf den unterschiedlichen Versorgungsarten (festsitzend/herausnehmbar), so zeigte sich in dieser Untersuchung, dass die 3-Jahres-Erfolgswahrscheinlichkeit hinsichtlich des Eintretens chirurgischer Ereignisse einen ähnlichen Verlauf nahm (73,3% bezüglich festsitzender Versorgungsarten, 77,4% bezüglich herausnehmbarer Versorgungsarten). Nach maximal 15 Jahren Beobachtungszeit (SD: +/- 3,6) hinsichtlich chirurgischer Komplikationen zeigte sich eine Erfolgswahrscheinlichkeit von 60,0%, die festsitzende Arbeiten sowie eine Erfolgswahrscheinlichkeit von 67,9%, die herausnehmbare Arbeiten betraf. Betrachtet man das Eintreten prothetischer Ereignisse, so ist zu vermerken, dass in maximal 15 Jahren Nachbeobachtungszeit wesentlich mehr herausnehmbare Arbeiten prothetischen Nachsorgemaßnahmen unterlagen als festsitzender Zahnersatz (46,7% bezüglich festsitzender Versorgungsarten, 24,5% bezüglich herausnehmbarer Versorgungsarten). Hierbei fiel der Vergleich mit der vorhandenen Studienlage sehr schwer, da in der vorliegenden Nachuntersuchung kein prothetisches Ereignis zur Neuanfertigung von Zahnersatz führte. Es muss deutlich gemacht werden, dass jedes einzelne Ereignis, wie beispielsweise Fraktur eines Prothesenzahnes, in die statistische Auswertung zur Ermittlung der Erfolgswahrscheinlichkeit des Zahnersatzes miteinflusst. Es muss hervorgehoben werden, dass in maximal 15 Jahren Nachbeobachtungszeit (SD: +/- 3,6) kein Zahnersatz neu angefertigt werden musste.

Hinsichtlich des Eintretens chirurgischer Ereignisse ergab sich nach Ermittlung der Kaplan-Meier-Kurve kein signifikanter Unterschied im Vergleich von festsitzendem mit herausnehmbarem Zahnersatz. Betrachtet man den Bedarf prothetischer

Nachsorgemaßnahmen, ergab sich nach Ermittlung des Log-Rank-Testes kein signifikanter Unterschied beider Gruppen. Jedoch konnte der Wert $p=0,114$ für das Eintreten prothetischer Ereignisse nicht mehr als Tendenz zu „signifikant unterschiedlich“ gewertet werden. Dahingegen stand ein p -Wert von $p=0,577$ beim Vergleich beider Kurven bezüglich des Eintretens chirurgischer Ereignisse. Damit stellte sich sehr deutlich dar, dass kein signifikanter Unterschied vorlag.

In einer systematischen Übersichtsarbeit nach Kern et al. wurde aufgezeigt, dass herausnehmbare Oberkieferprothesen eine höhere Implantatverlustrate sowie Komplikationsanfälligkeit im Vergleich zu festsitzendem Zahnersatz aufweisen. Dahingegen konnte festgehalten werden, dass die Mehrheit der Studien keinen signifikanten Unterschied zwischen festsitzenden und herausnehmbaren Arbeiten im Unterkiefer feststellte. [61] Letztere Aussage deckt sich mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit, da auch kein signifikanter Unterschied zwischen festsitzenden und herausnehmbaren Arbeiten bezüglich des Implantatverlusts festgestellt werden konnte.

Die Häufigkeit benötigter prothetischer Nachsorgemaßnahmen hinsichtlich Implantat getragenen Zahnersatz wurde in der Literatur mit 1,3% bis 14,1% in einem Beobachtungszeitraum von fünf bis zehn Jahren beschrieben. [50] [62] [63]

Weitere Studien zeigten ebenfalls auf, dass prothetische Komplikationen für herausnehmbaren Implantat getragenen Zahnersatz im Vergleich mit festsitzenden Implantat getragenen Versorgungen häufiger und früher eintraten. [64] [63]

Ein vier bis zehn Mal häufigeres Auftreten prothetischer Ereignisse hinsichtlich herausnehmbarem Implantat getragenen Zahnersatz im Vergleich mit festsitzendem Implantat getragenen Zahnersatz wurde in einer Studie nach Berglundh et al. beschrieben. [65] Goodacre et al. beschäftigten sich ebenfalls mit dem Vergleich festsitzender und herausnehmbarer Implantat getragener Prothesen bei zahnlosen Patienten anhand der vorhandenen Studienlage. Sie verglichen den Zahnersatz hinsichtlich des Erfolges von Implantaten, Komplikationen, Prothesenpflege, Knochenveränderungen, Patientenzufriedenheit und Lebensqualität sowie Kostenaufwand. Beide Arten von Prothesen waren von der Notwendigkeit an chirurgischen sowie prothetischen Nachsorgeaufwand nach der Implantation betroffen. Bei Implantat-Deckprothesen traten mehr Komplikationen auf als bei festsitzendem Zahnersatz. [66] Feine et al. berichteten über mehr Komfort bei herausnehmbaren Prothesen im Vergleich zu festsitzendem Zahnersatz bei älteren Patienten (> 50 Jahre), was mit den in dieser Studie berichteten Ergebnissen nicht übereinstimmt. Die Prothesen befanden sich im Oberkiefer; die Gegenbezahnung war sowohl bei den herausnehmbar versorgten als auch den festsitzend versorgten Patienten eine Implantat getragene

Unterkieferhybridprothese. Das Hauptaugenmerk wurde auf den Vergleich zwischen festsitzenden und herausnehmbaren Versorgungen gelegt. [67]

Ein vergleichbares Studiendesign zeigte eine Studie nach Zou et al. von 2013, jedoch bezogen sie lediglich herausnehmbaren Zahnersatz mit ein. Hier wurden Patienten mit vier Implantaten und einer herausnehmbaren Oberkieferprothese versorgt. Jeweils zehn Patienten erhielten einen Zahnersatz, der auf Teleskopkronen, mittels Locatoren oder auf einem Steg verankert wurde. Die prothetischen Nachsorgen bei den zehn Patienten mit Teleskopkronenprothesen waren eine Abutmentschraubenlockerung, eine Matrixaktivierung, eine Prothesenzahnfraktur sowie fünf Unterfütterungen. Bei den zehn Patienten mit Stegversorgungen waren eine Matrixaktivierung, zwei Neuaufstellungen der Deckprothese sowie vier Unterfütterungen notwendig. Bei den Nachsorgen der Locatorgruppe musste die Prothese von vier der zehn Patienten unterfüttert werden. Nach drei Jahren Tragedauer betrug die Implantatüberlebensrate 100% und zeigte damit, dass die jeweilige Versorgungsart nicht die Erfolgsrate von Implantaten beeinflusste. [68] Eine koreanische Studie bewertete die klinischen Befunde und die Patientenzufriedenheit auf Implantat-Deckprothesen bei zahnlosen Patienten im Unterkiefer. Dabei verglich sie zwei Gruppen: Gruppe A umfasste acht Patienten, die eine Locator verankerte Prothese auf zwei Implantaten erhielten, Gruppe B umfasste ebenfalls acht Patienten, deren Prothese jedoch auf vier Implantaten mit einem Steg, auf dem im distalen Bereich Locatoren angebracht waren, versorgt wurden. Der marginale Knochenverlust, die Sondierungstiefe, der Plaque-Index der Locator-Steg-Gruppe waren signifikant niedriger als die der Locatorgruppe. Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen Blutungen, periimplantären Entzündungen und Patientenzufriedenheit zwischen den beiden Prothesentypen. Retentionsverlust war die häufigste Komplikation in beiden Gruppen. [69]

In einem Vergleich zwischen Kugelkopf verankerten Prothesen und Stegprothesen konnten keine Unterschiede der beiden Versorgungsarten in Bezug auf Retention oder Patientenzufriedenheit gefunden werden. Zudem wurde in dieser Studie nach Anas El-Wegoud kein Implantatversagen nach einem und fünf Jahren dokumentiert. [33]

Betrachtete man nun die Patientenzufriedenheit hinsichtlich festsitzender bzw. herausnehmbarer Implantat getragener Arbeiten, so zeigte sich in der vorliegenden Arbeit kein Unterschied im Vergleich der beiden Versorgungsarten.

Außerdem befasste sich eine Studie nach Krennmair et al. ebenfalls mit einer ähnlichen Thematik. 19 zahnlose Patienten erhielten jeweils zwei Implantate im Unterkiefer regio 33 sowie 43. Nach dreimonatiger Einheilungsphase wurde die Implantatprothese zunächst entweder mittels Kugelköpfen oder Locatoren für drei Monate verankert.

Anschließend wurde das Befestigungssystem gewechselt – diejenigen, die vorerst Locatoren erhielten, bekamen nun Kugelköpfe bzw. wurden Locatoren an die Stelle von Kugelköpfen gesetzt. Am Ende der Untersuchung präferierten die Patienten weder Locatoren noch Kugelköpfe, weshalb das zuletzt eingesetzte Attachment als definitive Versorgung im Mundraum verblieb. Auch die klinischen Parameter zeigten keine Unterschiede zwischen Kugelköpfen und Locatoren. Zwei von zwanzig Kugelkopfkernern mussten aktiviert werden, bei vier von 18 Locatoren musste der Retentionseinsatz gewechselt werden. Fünf Patienten mit einer Kugelkopfversorgung sowie fünf Patienten mit einer Locator getragenen Prothese benötigten im Laufe der Tragedauer eine Unterfütterung. Die Prothese im Gegenkiefer wurde bei beiden Attachmentarten gleich oft erneuert. [70]

4.1.2 Hypothese 2: Prothetische Komplikationen treten häufiger auf als chirurgische Komplikationen

Diese Hypothese wurde in der vorliegenden Nachuntersuchung angenommen: nach Ermittlung der Ergebnisse zeigte sich, dass prothetische Nachbearbeitungsnotwendigkeiten häufiger auftraten als dies für chirurgische Nachsorgemaßnahmen der Fall war. Dies wird im Folgenden erläutert und diskutiert.

4.1.2.1 Überlebensfunktion bezüglich der Suprakonstruktion in Abhängigkeit vom Patientengeschlecht

Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied im Vergleich der Stichproben „männliche Patienten“ mit „weibliche Patienten“ bezüglich der Erfolgswahrscheinlichkeit bis zum Eintreten eines chirurgischen bzw. prothetischen Ereignisses (Log-Rank-Test, alle Variablen $p > 0,05$). Die Ergebnisse erwiesen sich als „nicht signifikant unterschiedlich“.

Es konnten keine Studien in der Literatur gefunden werden, die sich mit geschlechtspezifischen Vergleichen bezüglich des Auftretens von biologischen und Komplikationen beschäftigten.

In wenigen Studien kristallisierte sich heraus, dass männliche Patienten häufiger Nachsorgemaßnahmen als Frauen aufwiesen, was auf erhöhte Bisskräfte sowie weniger vorsichtiger Umgang mit Zahnersatz zurückzuführen sein könnte. [71] [72]

4.1.2.2 Überlebensfunktion bezüglich der Suprakonstruktion in Abhängigkeit von der Versorgungsart

Eintreten chirurgischer Komplikationen

Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied nach Ermittlung des Log-Rank-Testes für die Erfolgswahrscheinlichkeit für Implantat getragenen Zahnersatz in Abhängigkeit von feststehendem mit herausnehmbarem Zahnersatz (Log-Rank-Test, $p > 0,05$). Dies lag nicht zuletzt auch an der unterschiedlichen Gruppengröße: 15 feststehende Arbeiten vs. 53 herausnehmbare Arbeiten.

Im Vergleich von feststehenden mit kombiniert Zahn-Implantat getragenen Zahnersatz ergab sich für feststehenden Zahnersatz eine niedrigere Erfolgswahrscheinlichkeit (Log-Rank-Test, $p < 0,05$). Ebenso im Vergleich von herausnehmbarem mit kombiniert Zahn-Implantat getragenen Zahnersatz zeigte sich für die herausnehmbare Versorgung eine signifikant niedrigere Erfolgswahrscheinlichkeit (Log-Rank-Test, $p < 0,05$). Dies wurde auch durch den deutlich unterschiedlichen Kurvenverlauf der Kaplan-Meier-Kurven bestätigt.

Dies zeigte, dass chirurgische Ereignisse bei Patienten mit herausnehmbar kombiniert Zahn-Implantat getragenen Zahnersatz weniger häufig eintraten als bei Patienten mit feststehendem bzw. herausnehmbarem Zahnersatz.

Die kombiniert Zahn-Implantat herausnehmbaren Versorgungen wiesen folglich eine niedrigere Komplikationsrate in Hinblick auf chirurgische Interventionen auf. Dies konnte darin begründet werden, dass in der vorliegenden Arbeit das Eintreten eines chirurgischen Ereignisses – sei es biologischer oder mechanischer Ursache – immer in Zusammenhang mit der vorgenommenen Implantation stand. Daher ist zu erwähnen, dass der niedrigere chirurgische Nachsorgebedarf bei kombiniert Zahn-Implantat getragenen Versorgungen durch den geringeren Anteil an Implantaten im Kiefer begründet werden könnte. Je mehr Implantate gesetzt wurden desto mehr Komponenten waren vorhanden, die von chirurgischen Komplikationen betroffen sein konnten.

In der Literatur wurde das Auftreten von prothetischen/chirurgischen Komplikationen häufig getrennt untersucht. Die Untersuchungen beschränkten sich entweder auf feststehende oder herausnehmbare Versorgungen. Nur selten konnten Studien gefunden werden, die sich mit dem Vergleich von feststehendem mit herausnehmbarem Zahnersatz beschäftigten; kombiniert Zahn-Implantat getragener Zahnersatz wurde dabei nicht ausführlicher bearbeitet.

In einer Studie nach Simonis et al., die kombiniert Implantat-Zahn getragene Prothesen hinsichtlich Erfolgswahrscheinlichkeit der Implantate sowie biologischer und technischer

Komplikationen untersuchten, erwies sich der chirurgische Nachsorgeaufwand ebenfalls als sehr gering. Die Prävalenz an Komplikationen betrug lediglich 16,94%. [73]

Zou et al. zeigten nach drei Jahren eine 100%ige Erfolgswahrscheinlichkeit bezüglich chirurgischer Komplikationen herausnehmbare Arbeiten betreffend auf. [68]

Generell können höhere Erfolgswahrscheinlichkeiten in anderen Studien durch ein kleineres Patientenkollektiv (Zou et al.: 30 Patienten) erklärt werden. Zudem wurden häufig weniger Implantate (Zou et al.: 120 Implantate) betrachtet sowie ein differentes Studiendesign verwendet.

Eine Erfolgswahrscheinlichkeit von 95,5% nach 5 Jahren Beobachtungszeit für kombiniert Zahn-Implantat getragenen Zahnersatz sowie 95,2% für festsitzenden Zahnersatz wurde in einer systematischen Übersichtsarbeit nach Pjetursson et al. festgehalten. Als häufigste Komplikationen wurden Keramikabplatzungen, Abutmentlockerungen, Retentionsverlust sowie Abutmentschraubenlockerungen genannt. Ziel dieser Übersichtsarbeit war es, die Erfolgswahrscheinlichkeit von zahngestütztem, kombiniertem Zahn-Implantat getragenen und rein Implantat getragenen festsitzendem Zahnersatz sowie von Implantat getragenen Einzelkronen zu bewerten und anhand biologischer und technischer Komplikationen zu vergleichen. Als biologische Komplikationen wurden Periimplantitis, Knochenverlust, ästhetische Komplikationen wie Keramikabplatzungen sowie Verlust der Pulpavitalität und Karies gewertet. Zu den technischen Komplikationen zählten Retentionsverlust, Abutmentfrakturen, Abutmentschraubenfrakturen und -lockerungen, Okklusalschraubenfrakturen und -lockerungen sowie Frakturen der Suprarekonstruktion. [10] Die hohe Erfolgswahrscheinlichkeit in der Studie nach Pjetursson et al. ist wohl auf die Tatsache zurückzuführen, dass in die Ermittlung der Erfolgswahrscheinlichkeit lediglich eine Neuanfertigung von Zahnersatz miteinfluss. In der vorliegenden Arbeit hingegen wurden Reparaturen zur Ermittlung des kumulativen Überlebens herangezogen. Aus dieser Überlegung heraus resultierten schlechtere Ergebnisse in Bezug auf die Erfolgswahrscheinlichkeit von Zahnersatz.

Eintreten prothetischer Komplikationen

Wird die Versorgungsart (festsitzend/herausnehmbar/kombiniert) betrachtet, zeigte sich, dass es keinen signifikanten Unterschied bezüglich Erfolgswahrscheinlichkeit bis zum Eintreten eines prothetischen Ereignisses gab, und die ermittelten Kurven sich als „signifikant gleich“ erwiesen (Log-Rank-Test, alle Variablen $p > 0,05$). Dies kann dadurch begründet werden, dass die Stichprobengrößen mit 15 festsitzenden, 53 herausnehmbaren und 17 kombiniert Zahn-Implantat getragenen Arbeiten nicht gleich verteilt waren.

Verglich man die Kurve der festsitzenden Arbeiten mit der Kurve der herausnehmbaren Arbeiten, ergab sich nach Ermittlung des Log-Rank-Testes ein Wert von $p = 0,114$. Damit war der Wert $p > 0,1$ nur leicht überschritten, wonach sich eine Tendenz zu „signifikant unterschiedlich“ aussprechen ließ. In anderen Studien wurde ein vermehrter und zeitlich früher notwendiger Nachsorgeaufwand bei herausnehmbarem Implantat getragenen Zahnersatz gegenüber festsitzendem Implantat getragendem Zahnersatz beschrieben. [64] [63] In einer systematischen Übersichtsarbeit, die das Ziel hatte, Studien bezüglich Implantat getragener Prothesen nach dem Aspekt biologischer/technischer Komplikationen zu vergleichen, zeigte sich: die Inzidenz von prothetischen Komplikationen war bei herausnehmbarem Implantat getragendem Zahnersatz signifikant höher als bei festsitzenden Rekonstruktionen. [65]

Auch in dieser vorliegenden Nachuntersuchung betrug die Erfolgswahrscheinlichkeit hinsichtlich der prothetischen Nachsorgemaßnahmen nach drei Jahren bei festsitzenden Arbeiten 53,3%, der der herausnehmbaren Arbeiten lag bei 37,7%. Die kombinierten Arbeiten reihten sich mit 47,1% zwischen den beiden vorherigen ein.

Pjetursson et al. berichteten über einen prothetischen Nachsorgeaufwand festsitzender Implantat getragener Versorgungen von 38,7% nach fünf Jahren. [10] In einer weiterführenden systematischen Übersichtsarbeit zeigten Pjetursson et al., dass 66,4% der Patienten keine Komplikationen mit ihrem festsitzenden Implantat getragenen Zahnersatz nach fünf Jahren Tragedauer aufwiesen. [74]

Einen sehr niedrigen prozentualen Anteil an Komplikationen wurde von Simonis et al. bezüglich kombiniert Zahn-Implantat getragener Prothesen beobachtet: lediglich ein Prozentsatz von 31,1% prothetischer Komplikationen nach einem Beobachtungszeitraum von zehn Jahren war zu verzeichnen. [73] Der geringe Anteil in der Studie von Simonis et al. kann durch ein nicht patientenabhängiges Studiendesign begründet werden.

Zou et al., die sich auf den Vergleich verschiedener herausnehmbarer Prothesen beschränkten, zeigten eine jährliche Komplikationsrate bezüglich prothetischer Ereignisse von 13-27% auf. [68] In einer Übersichtsarbeit untersuchten Kim et al. Implantat getragene Unterkiefer-Deckprothesen hinsichtlich Patientenzufriedenheit, Erfolgswahrscheinlichkeit der Implantate sowie Komplikationen und analysierten diese relativ zum Befestigungssystem. Insgesamt wurden 24 Studien eingeschlossen, wovon vier ein prospektives Studiendesign aufwiesen, die wenig aussagekräftig waren. Die Überlebensrate für Stegversorgungen betrug 95,8-97,5%, die für Prothesen mittels Kugelköpfen 96,2-100%. In zehn Studien wurde die Überlebensrate unter Ausschluss des Befestigungssystems auf 93,3-100% bestimmt. Aus allen Studien ergaben sich widersprüchliche Ergebnisse hinsichtlich der Reparaturanfälligkeit von Kugelkopf- und Stegprothesen. In den meisten dieser Studien konnten keine Unterschiede in der Patientenzufriedenheit bezüglich der unterschiedlichen Befestigungsarten notiert werden. [75] In der vorliegenden Nachuntersuchung zeigte sich eine Überlebensrate der Suprakonstruktionen von 100% hinsichtlich aller drei unterschiedlichen Versorgungsarten.

Gründe für abweichende Erfolgswahrscheinlichkeiten konnten durch einen kürzeren Beobachtungszeitraum im Vergleich mit der vorliegenden Studie begründet werden. Zudem wurden in den meisten Studien entweder Ober- oder Unterkieferprothesen betrachtet. In der vorliegenden Untersuchung wurden sowohl Zahnersatz, der im Oberkiefer eingesetzt wurde als auch Unterkieferprothesen eingeschlossen. Zudem wurde auch eine weit gefächerte Bandbreite an Verankerungen für herausnehmbaren Zahnersatz miteinbezogen. Häufig wurden in Untersuchungen lediglich zwei mögliche Verankerungen für herausnehmbare Versorgungen miteinander verglichen und anschließend die Erfolgswahrscheinlichkeit für die jeweilige Versorgungsart getrennt voneinander bestimmt.

Ein Beispiel hierfür wäre eine retrospektive Studie nach Zou et al.: Es wurden 41 Patienten mit zahnlosem Oberkiefer und mit insgesamt 201 Implantaten einbezogen. Die Kiefer wurden entweder mit einer Teleskop- oder einer Stegarbeit versorgt. In dieser Studie konnten zwischen beiden Therapieformen keine Unterschiede bezüglich Überlebensraten der Implantate, Patientenzufriedenheit und mechanischen Komplikationen notiert werden. Hinsichtlich biologischer Komplikationen wurde festgehalten, dass Stegarbeiten anfälliger für Zahnstein- und Plaquebildung sind. Abschließend wurde angemerkt, dass beide Optionen eine gute Therapie für Patienten mit zahnlosem Oberkiefer darstellen. [76]

4.1.2.3 Überlebensfunktion bezüglich der Suprakonstruktion in Abhängigkeit von der Implantatanzahl

Bezüglich des Eintretens chirurgischer Ereignisse konnte nach Vergleich der unterschiedlichen Stichproben nach Ermittlung des Log-Rank-Testes kein signifikanter Unterschied festgestellt werden: Vergleich von zwei mit vier Implantaten, Vergleich von sechs mit acht Implantaten (Log-Rank-Test, alle Variablen $p > 0,05$).

Ein signifikanter Unterschied konnte notiert werden beim Vergleich der Kurven 2 Implantate mit 8 Implantate sowie beim Vergleich der Kurven 4 Implantate mit 8 Implantate (Log-Rank-Test, alle Variablen $p < 0,05$). Dies bedeutete, dass Patienten mit einer Versorgung, die auf acht Implantaten verankert wurde, sich häufiger chirurgischen Nachsorgemaßnahmen unterziehen mussten als Patienten mit einer Versorgung, die auf zwei bzw. vier Implantaten verankert wurde.

Kein signifikanter Unterschied, jedoch die Tendenz zu „signifikant unterschiedlich“, zeigte sich beim Vergleich der Kurven 2 Implantate mit 6 Implantate sowie beim Vergleich 4 Implantate mit 6 Implantate (Log-Rank-Test, $p > 0,05$ sowie $p < 0,1$). Somit müsste die Stichprobenanzahl erhöht werden, um die These zu prüfen, dass Versorgungen auf sechs Implantaten eine kürzere Erfolgswahrscheinlichkeit bis zum Eintreten eines chirurgischen Ereignisses hatten als Versorgungen mit zwei bzw. vier Implantaten.

Hierbei muss erwähnt werden, dass ein erhöhter chirurgischer Aufwand eng verflochten mit einer erhöhten Implantatanzahl im Kiefer ist. Je mehr Implantate gesetzt wurden desto mehr Elemente waren im Kiefer vorhanden, die chirurgische Nachsorgemaßnahmen zur Folge haben konnten (Periimplantitis etc.).

Nach Prüfung des Eintretens von prothetischen Ereignissen auf Signifikanz, zeigte sich kein signifikanter Unterschied beim Vergleich der Kurven 2 mit 4 Implantaten, 4 mit 6 Implantaten, 4 mit 8 Implantaten sowie 6 mit 8 Implantaten (Log-Rank-Test, alle Variablen $p > 0,05$). Ein signifikanter Unterschied war festzuhalten beim Vergleich der Kurven 2 mit 6 Implantate sowie beim Vergleich der Kurven 2 mit 8 Implantate (Log-Rank-Test, alle Variablen $p < 0,05$). Dies zeigt, dass Prothesen, die auf zwei Implantaten verankert wurden, häufiger prothetischer Nachsorgemaßnahmen bedürfen als Prothesen, die auf sechs bzw. acht Implantaten verankert wurden.

Kern et al. zeigten nach dem Vergleich mehrerer Studien, dass eine geringere Implantatanzahl eine höhere Implantatverlustrate nach sich zieht. Dabei beriefen sie sich auf den Vergleich von 1 vs. 2 Implantate sowie 2 vs. 4 Implantate hinsichtlich

herausnehmbarer Arbeiten. Bezüglich feststehendem Zahnersatz verwiesen sie auf den Vergleich 4 vs. ≥ 5 Implantate. [61]

Eine retrospektive Studie nach Krennmair et al. beschäftigte sich mit dem Vergleich zweier herausnehmbarer Konzepte: 15 Patienten erhielten einen Steg, der auf vier Implantaten in der anterioren Maxillarregion fixiert wurde; 16 Patienten erhielten zwei bilaterale Stege, die auf sechs bis acht Implantaten in der posterioren Oberkieferregion fixiert wurden. Nach einem Beobachtungszeitraum von drei Jahren zeigte sich kein signifikanter Unterschied der beiden Designs hinsichtlich prothetischer Nachsorgemaßnahmen. [77] Diese Beobachtung deckt sich auch mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie, nach denen kein signifikanter Unterschied beim Vergleich von 4 mit 6 bzw. 8 Implantaten hinsichtlich des Eintretens prothetischer Ereignisse festgehalten werden konnte.

In einer systematischen Übersichtsarbeit mit dem Ziel, unterschiedliche Versorgungen mit unterschiedlicher Implantatanzahl zu vergleichen, wurde eine Unterscheidung zwischen verblockten und nicht verblockten Versorgungen vorgenommen. Bezüglich Stegversorgungen mit sechs oder mehr inserierten Implantaten betrug die Überlebensrate hinsichtlich der Suprarekonstruktion 98,1% und die von Stegversorgungen mit vier oder weniger inserierten Implantaten 97,0%. Die Erfolgswahrscheinlichkeit bezüglich Versorgungen mit Kugelköpfen, Locatoren oder Teleskopen und vier oder weniger Implantaten betrug 88,9%. In der Arbeit nach Raghoobar et al. wurden auch die Überlebensraten der Suprakonstruktionen miteinbezogen: 99,5% bezüglich Stegversorgungen mit sechs oder mehr inserierten Implantaten, 96,9% Stegversorgungen mit vier oder weniger inserierten Implantaten betreffend und 98,8% bezüglich Versorgungen mit Kugelköpfen, Locatoren oder Teleskopen und vier oder weniger Implantaten. Als Fazit wurde ein erhöhtes Risiko für Implantatversagen bei vier oder weniger Implantaten in Kombination mit einer nicht verblockten Variante ausgesprochen. Grund dafür war, dass die Implantatüberlebensraten der beiden verblockten Therapiemaßnahmen $>95\%$ waren. [78] Die sehr guten Überlebensraten konnten dadurch erklärt werden, dass in der Studie nach Raghoobar et al. nicht das Eintreten eines Ereignisses, sondern lediglich die Neuversorgung der Suprakonstruktion als Kriterium für das Überleben gewertet wurde. Da beispielsweise eine Prothese aufgrund einer Prothesenzahnfraktur nicht neu angefertigt werden musste, wurde ein derartiger Fall nicht in die Studie nach Raghoobar mit aufgenommen. Die kumulative Erfolgswahrscheinlichkeit bis zu einer Neuanfertigung lag somit höher als in der vorliegenden Studie.

4.1.2.4 Überlebensfunktion bezüglich der Suprakonstruktion in Abhängigkeit von der Kieferlage

Es zeigte sich im Oberkiefer eine signifikant niedrigere Erfolgswahrscheinlichkeit der Suprarekonstruktion bezüglich des Eintretens chirurgischer Ereignisse für Implantat gestützten Zahnersatzes als im Unterkiefer, d.h. die Zeit bis zum Eintreten eines chirurgischen Ereignisses erwies sich in dieser Studie kürzer für den Oberkiefer (Log-Rank-Test, $p=0,001$). Implantat getragener Zahnersatz im Oberkiefer zeigte sich somit anfälliger für chirurgische Nachsorgemaßnahmen.

In der Literatur wurde von einem geringeren Implantatüberleben im Oberkiefer berichtet, was als Einflussfaktor gewertet werden kann. [79] Auch in der vorliegenden Arbeit lag Implantatverlust lediglich im Oberkiefer vor.

Dies wurde auch in einer Metaanalyse nach Kern et al. deutlich, die mehrere Studien mit sowohl festsitzenden als auch herausnehmbaren Versorgungen miteinander verglich. Die Autoren sprachen sich für ein signifikant geringeres Implantatverlustisiko des zahnlosen Unterkiefers gegenüber des zahnlosen Oberkiefers aus. Es zeigte sich, dass die geschätzte 3- und 5-Jahres-Überlebensraten für Oberkieferimplantate in den meisten Studien zwar über 95% liegt, die Überlebensraten für Unterkieferimplantate lag in der Mehrheit der Studien jedoch bei 95-100%. [61] Gründe für die schlechtere Prognose im Oberkiefer können in der unterschiedlichen Knochenqualität von Ober- und Unterkiefer liegen: der Oberkieferseitenzahnbereich weist häufig eine weitmaschige Spongiosa bei dichter, poröser Kompakta auf.

Auch der Zustand nach Augmentation stellte ein Risiko dar. Mangelnde Knochenausgangssituationen können eine Periimplantitis fördern, die in dieser Studie Grund für den Implantatverlust war. Die Funktion bezüglich des Eintretens prothetischer Ereignisse zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen Ober- und Unterkiefer (Log-Rank-Test, $p=0,087$). Jedoch konnte nach Ermittlung des Log-Rank-Testes eine Tendenz in Richtung „signifikant unterschiedlich“ festgehalten werden: die Stichprobenanzahl müsste erhöht werden, um diese Behauptung eingehender zu prüfen. Damit wäre der Unterkiefer anfälliger für prothetische Nachsorgemaßnahmen, da die Überlebensrate bis zum Eintreten eines prothetischen Ereignisses kürzer wäre.

Letztendlich muss erwähnt werden, dass das Eintreten prothetischer Komplikationen auch auf den hohen Anteil technischer Komponenten, die zur Befestigung des festsitzenden Zahnersatzes nicht benötigt werden, sowie auf Maßnahmen wie beispielsweise Unterfütterungen, die bei festsitzendem Zahnersatz nicht zum Tragen

kommen, zurückzuführen ist. Es lag folglich nahe, dass der Nachsorgeaufwand und die Nachsorgehäufigkeit mit dem Anteil prothetischer Hilfskomponenten stieg.

4.2 Biologische und mechanische Ereignisse

Insgesamt waren 30 Fälle von chirurgischen Ereignissen zu notieren. Am häufigsten betroffen waren kombinierte Zahn-Implantat getragene herausnehmbare Teleskoparbeiten mit 21 Fällen, am häufigsten davon Erkrankungen der periimplantären Gewebe.

Der Abgleich mit der Literatur stellte sich als schwierig dar, da bezüglich des Eintretens von Ereignissen keine Normierung von Studien vorlag und in den verschiedenen Untersuchungen meist unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt oder diese durch andere Aspekte erweitert wurden.

4.2.1 Periimplantitis und Mukositis

Zu den ätiologischen Faktoren der Mukositis gehörten bakterielle Infektionen, genetische Disposition sowie biomechanische Fehlbelastung des Implantats. [22] Das Vorhandensein der Mukositis stellte das häufigste eingetretene chirurgische Ereignis dar.

Insgesamt 4% (n=16) aller Implantate waren von einer Mukositis betroffen.

Von allen Mukositisfällen trat sie mit 87,5% (n=14) bei Patienten mit herausnehmbarem Implantat getragenen Zahnersatz auf. Jeweils 6,3% (n=1) aller Mukositis-Fälle wurden bei Patienten mit festsitzenden und kombiniert Zahn-Implantat getragenen Versorgungen notiert. Mukositis zählte mit einem Prozentsatz von 56,6% aller eingetretener chirurgischer Nachsorgemaßnahmen zu den häufigsten Komplikationen.

Insgesamt 11 Implantate waren von Periimplantitis betroffen (2,75%).

Von diesen 11 Implantaten waren 6 Implantate (54,55%), die mit einem festsitzenden Zahnersatz sowie 5 Implantate (45,45%), die mit einem herausnehmbaren Zahnersatz versorgt wurden, betroffen. Periimplantitis zählte mit 36,7% aller eingetretenen chirurgischen Ereignisse zu den häufigsten durchgeführten chirurgischen Nachsorgemaßnahmen.

Die vorliegenden 2,75% (Periimplantitis) bzw. 4% (Mukositis) sind im Abgleich mit der Literatur vergleichsweise gering. Brägger et al. ermittelten bei festsitzenden Suprakonstruktionen über einen Beobachtungszeitraum von zehn Jahren eine Häufigkeit von 15,2% von an Periimplantitis erkrankten Implantaten. [80] Heydecke et al. berichteten in einer systematischen Übersichtsarbeit über biologische

Komplikationen, die unter dem unspezifischen Begriff "Weichteilentzündung" zusammengefasst wurden, mit einem weit gestreuten Bereich von 2,0 bis 35,5% bezüglich festsitzenden Implantat getragenen Prothesen nach 5 Jahren Tragedauer. [81] Papaspyridakos et al., die die Rate der biologischen Komplikationen und des Implantatüberlebens bei zahnlosen Patienten, die mit Implantat getragenen festsitzenden vollständigen Zahnersatz behandelt wurden, nach einer mittleren Beobachtungsdauer von 5,2 Jahren beurteilten, hielten Periimplantitis als häufigste biologische Komplikation fest. [82]

Heitz-Mayfield et al. beschrieben unzureichende Mundhygiene, eine vorangegangene Parodontitis in der Anamnese sowie Nikotinabusus als Risikofaktoren für periimplantäre Erkrankungen. Zudem stünden Diabetes, Alkoholkonsum (>10mg/Tag), genetische Vorbelastung in engem Zusammenhang mit der Entstehung periimplantärer Erkrankungen. [43]

Die vorliegenden niedrigen Werte (2,75% bzw. 4%) können durch die regelmäßige Teilnahme (in Abständen von drei bis sechs Monaten) an Recallprogrammen sowie eine gute Instruktion zur Prothesenreinigung bedingt sein. Zudem wurde durch konsequente vorherige Parodontitistherapie der Entstehung von Weichteilentzündungen vorgebeugt.

4.2.2 Implantatverlust

Der Verlustanteil der Implantate (2 von 400) betrug 0,5% über den Zeitraum der Nachuntersuchung von 15 Jahren. Damit lag die Überlebensrate der Implantate bei 99,5%. Mit 6,7% aller eingetretenen chirurgischen Ereignisse zählte der Implantatverlust zu den weniger häufig durchgeführten chirurgischen Nachsorgemaßnahmen dieser Untersuchung.

Bei Patient 71 handelte es sich um ein Branemark MK3-Implantat mit Länge 13 mm und Durchmesser 3,3 mm, das fünf Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz verloren ging. Patient 71 hatte eine festsitzende Versorgung regio 14 auf acht Implantaten erhalten.

Patient 20 hatte ein Camlog-Implantat mit Länge 11 mm und Durchmesser 3,8 mm insgesamt drei Jahre nach Beginn der Belastung mit einer Stegprothese verloren. Beide Implantate wurden im Oberkiefer gesetzt. Der Patient wurde mit einer herausnehmbaren Steg-Arbeit, die mittels sechs Implantaten stabilisiert wurde, versorgt.

Beide Implantate mussten aufgrund einer vorangegangenen Mukositis mit weiterführender Periimplantitis und dem daraus resultierenden Knochenabbau entfernt werden. Hierzu

muss deutlich gemacht werden, dass der Zahnersatz beider Patienten nicht neu angefertigt werden, sondern lediglich umgearbeitet werden musste.

Das Ziel einer Metaanalyse nach Kern et al. war es, sich mit der Frage zu befassen, ob es einen Einfluss von Implantatlage (Oberkiefer vs. Unterkiefer), Implantatanzahl, Prothesentyp (fest vs. herausnehmbar) und/oder unterschiedliche Verankerungssysteme zur Implantatverlustrate bei der Implantat-prothetischen Versorgung von zahnlosen Patienten gäbe. Dabei wurden mehrere Studien miteinander verglichen und analysiert. Retrospektive Studien wurden ausgeschlossen. In Bezug auf die geschätzte 3- und 5-Jahres-Implantat-Überlebensrate von sowohl herausnehmbaren als auch festsitzenden Implantat getragenen Prothesen im Oberkiefer lagen diese für die Mehrheit der Studienpopulationen bei über 95%. [61]

In der Metaanalyse nach Kern wurde auch eine Studie nach Richter et al. aufgeführt, die Überlebensraten der Implantate von weniger als 50% (24,8% und 47,2%) ermittelte. Die niedrigen Überlebensraten mit einer Implantationszahl von <4 betrafen zwei auf Eckzahnimplantaten abgestützte Oberkieferprothesen. [61] [84]

Daraus ist zu folgern, dass im zahnlosen Oberkiefer unabhängig von der Art der Versorgung mindestens vier Implantate benötigt werden. Weniger als vier Implantate wurden in einer Expertenkonsenskonferenz für den zahnlosen Oberkiefer als nicht durchführbar angesehen und sind derzeit auch nicht zu empfehlen. [85]

In der vorliegenden Studie gingen beide Implantate im Oberkiefer verloren. Dies stimmte mit der vorhandenen Datenlage in der Literatur überein: Implantatverlust im Oberkiefer war, verglichen mit dem Unterkiefer, häufiger beschrieben, was durch differenten Knochenabbau sowie der im Seitenzahnbereich des Oberkiefers oft notwendigen Knochenaugmentation begründet wird. [79] [86] Auch die bereits erwähnte Metaanalyse nach Kern et al. hielt nach Analyse mehrerer Studien fest, dass das Risiko für Implantatverlust signifikant niedriger für den zahnlosen Unterkiefer als für den zahnlosen Oberkiefer war. [61]

Zou et al. [68] sowie Krennmair et al. [70] hingegen zeigten eine Implantatüberlebensrate von 100% auf. Dies kann durch die geringere Anzahl an Studienteilnehmern begründet sein (30 Patienten [68]; 20 Patienten [70]). Zudem wurden bei der Studie nach Krennmair et al. [70] lediglich Unterkiefer untersucht.

Die Metaanalyse nach Kern et al. beschäftigte sich auch mit den Implantatüberlebensraten im Unterkiefer: die geschätzten Überlebensraten nach 3 und 5 Jahren für festsitzende Restaurationen waren im Allgemeinen sehr hoch (95-100%).

Lediglich bei einer Patientengruppe einer Studie nach Engquist et al. (Branemark MK 3 Implantat, einzeitiges Vorgehen) betrug das Implantatüberleben <90% (88,8%). [61] [87]

Auch muss auf das unterschiedliche Studiendesign sowie auf andere statistische Vorgehensweisen der genannten Untersuchungen im Vergleich mit der vorliegenden Arbeit hingewiesen werden.

Ein übersichtlicher Vergleich von Studien hinsichtlich der Implantatüberlebensraten wurde in Tabelle 5 festgehalten.

Tabelle 5: Vergleich von Studien hinsichtlich Implantatüberlebensraten

Studie	Implantatüberlebensrate
Vorliegende Studie	99,5%
Kern et al. [61]	95%
Zou et al. [68]	100%
Krennmair et al. [70]	100%

4.2.3 Abutmentfraktur, Abutmentschraubenfraktur, Abutmentschraubenlockerung

Abutmentfrakturen sind mit unzureichendem Anziehen der Schrauben sowie Schraubenlockerung, falschem Okklusionskonzept, vorzeitigen okklusalen Kontakten, Fehlstellung der Prothese und daraus resultierender Ermüdung des Schraubenmaterials und Herstellungsfehlern verbunden. [88]

In der vorliegenden Arbeit wurde weder eine Abutmentfraktur noch eine Abutmentschraubenfraktur notiert. Lediglich eine Abutmentschraubenlockerung wurde bei einem Patienten dokumentiert. Die Abutmentschraube lockerte sich acht Jahre nach Eingliederung des Zahnersatzes.

Auch in anderen Studien ist die Anzahl der Komplikationen bezüglich Abutmentschrauben gering. In einem Beobachtungszeitraum von zehn Jahren konnten Pjetursson et al. eine Häufigkeit von 0,35% bezüglich Implantat gestützten Kronen und eine Häufigkeit von 1,5% bezüglich Implantat gestützten Brücken festhalten. [10] Auch bei Zou et al. konnte in einem Beobachtungszeitraum von drei Jahren keine Abutmentfraktur notiert werden. [68]

Im Rahmen einer Studie untersuchten Santos et al. eine vierzigjährige Nichtraucherin mit zwei Implantaten regio 35 und 36, bei denen die Abutmentschrauben frakturiert waren. Die Frakturen wurden mithilfe der Rasterelektronenmikroskopie hinsichtlich struktureller Fehler untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass im beschriebenen Fall die Ursachen nicht auf Materialversagen oder mangelhafte Herstellung der Schrauben

zurückzuführen war, sondern vielmehr auf die Erzeugung von Scherkräfte, die durch eine fehlerhafte Passgenauigkeit zustande kamen. [89]

Aufgrund einer visuellen Analyse nach der oben genannten Vergleichsstudie zur Bruchfestigkeit konnte festgehalten werden, dass 100% der Frakturen in der Halsregion der Abutmentschrauben auftreten, die folglich den schwächsten Punkt der Struktur darstellt. [51]

Bei einem Vergleich von Teilprothesen, die entweder von zwei oder drei Implantaten unterstützt wurden berichteten Eliasson et al. über sowohl Abutmentschraubenlockerungen als auch Abutmentschraubenfrakturen. Sie hielten fest, dass signifikant mehr Abutmentschraubenlockerungen in der Gruppe der Patienten, die mit zwei Implantaten versorgt wurden, notiert wurden. [90] Kreissl et al. untersuchten in einer prospektiven Langzeitstudie das Auftreten von Nachsorgemaßnahmen Implantat getragener festsitzender Versorgungen. Sie beschrieben Abutmentschraubenlockerungen und -frakturen als häufigste aufgetretene Ereignisse. [91]

Eine Abutmentfraktur bzw. eine Abutmentschraubenfraktur lag in der vorliegenden Arbeit nicht vor. Dies kann auf die Tatsache zurückgeführt werden, dass alle Schrauben mit einem Drehmomentschlüssel mit einem vom Hersteller definierten Drehmoment eingeschraubt wurden. Zudem wurde mittels geregelter Recall, regelmäßigem Nachziehen der Abutmentschrauben sowie einem guten Okklusionskonzept der prothetischen Versorgung sowohl einer Fraktur als auch einer Lockerung vorgebeugt. Einer der wichtigsten Faktoren für eine genaue Passung ist die Genauigkeit der intraoralen Abformung: eine Studie nach Stimmelmayr et al. zeigte, dass eine verblockt-verschraubte Abformtechnik mit verblockten Abformpfosten bessere Ergebnisse im Vergleich mit einer verschraubten oder gesnapten Abformtechnik mit Kunststoffkappen erzielte. [92] Auch in einem Vergleich dreier Studien, die sich mit in-vivo- als auch in-vitro-Daten bezüglich der Abformung des mit Implantaten versorgten zahnlosen Kiefers beschäftigten, zeigte sich, dass erste Abformtechnik die präzisesten Ergebnisse lieferte. [93]

4.2.4 Implantatfraktur

Eine Implantatfraktur lag in der vorliegenden Arbeit nicht vor. In den meisten Studien, die sich auf den Vergleich von festsitzenden und herausnehmbaren Implantat getragenen Arbeiten sowie den Vergleich zweier Versorgungskonzepte beziehen, wird eine Implantatfraktur nicht thematisiert. [77] [94] [70] In einer prospektiven Studie nach Krennmair et al. wird „Implantatfraktur“ als Ereignis angeführt, tritt aber in dem Beobachtungszeitraum von drei Jahren nicht ein. [95]

4.3 Prothetische Ereignisse

4.3.1 Keramik-/ Kunststoffabplatzung

Insgesamt kam es bei drei Patienten zu einer Abplatzung von Kunststoff der Prothesenbasis/-zähne sowie zur Keramikabplatzung eines großen Segmentes festsitzender Brückenkonstruktionen (jeweils ein Patient mit festsitzender, herausnehmbarer und kombiniert Implantat-Zahn getragener Versorgung) und zählte mit 1,8% aller prothetischen Ereignisse zu den am wenigsten durchgeführten Nachsorgemaßnahmen.

In einer Studie aus dem Jahr 2003 zeigten Goodacre et al. hingegen die Abplatzung von Keramik als eine der häufigsten Komplikationen mit 14% bis 22% bei festsitzenden und herausnehmbaren Versorgungen. [50] 2012 bewerteten Papaspyridakos et al. die Häufigkeit und Art der biologischen und technischen Komplikationen in Zusammenhang mit Implantat gestütztem festsitzendem Zahnersatz für zahnlose Patienten. Sie hielten fest, dass die häufigste prothesenbedingte technische Komplikation ein Absplittern oder ein Bruch des Verblendmaterials darstellte. [96]

4.3.2 Partielles Abfrakturieren der Suprarekonstruktion

Eine Reparatur von Brüchen der Kunststoffbasis wurde am häufigsten bei Stegversorgungen beobachtet. Es muss angemerkt werden, dass nur Teile der Suprarekonstruktion frakturierten und alle Prothesen nach Reparatur bis zum Ende der Nachuntersuchung funktionierten. Keine Suprarekonstruktion musste aufgrund einer Fraktur neu angefertigt werden.

Neun Stegversorgungen frakturierten partiell über den Beobachtungszeitraum, was 17,0% aller herausnehmbarer Versorgungen darstellt. Mit einem Prozentsatz von 7,6% (n=4) aller herausnehmbarer Prothesen frakturierte Zahnersatz, der mittels Locatoren stabilisiert wurde, 5,7% (n=3) stellten die Teleskopkronenprothesen dar. Zahnersatz, der mittels Kugelköpfen fixiert wurde, frakturierte nicht. Insgesamt frakturierten Prothesenteile 23,5% (n=4) aller kombiniert Zahn-Implantat getragenen Prothesen.

Grund für das gehäufte Vorkommen des Ereignisses bezüglich Stegprothesen kann möglicherweise in der unsachgemäßen Handhabung seitens des Patienten durch Ein- und Ausgliedern der Prothese liegen. Außerdem konnte durch in vitro Studien festgestellt werden, dass Abnutzungsprozesse auch materialphysikalisch bedingt sein können. [97]

Mit 11,9% aller prothetischen Vorkommnisse zählt das Ereignis „Fraktur der Suprakonstruktion“ zu häufig durchgeführten Nachsorgemaßnahmen. Allerdings muss im Vergleich mit anderen Studien angemerkt werden, dass in der vorliegenden Nachuntersuchung lediglich Teile der Suprareonstruktion frakturierten und kein Zahnersatz aufgrund einer Fraktur der Prothesenbasis neu angefertigt werden musste. Jede partielle Fraktur wurde als einzelnes Ereignis notiert und dadurch in die Statistik mit aufgenommen.

Bezüglich des prozentualen Verhältnisses (11,9% aller prothetischen Ereignisse) zeigten sich ähnliche Ergebnisse in einer Studie nach Örtorp et al., die zum Ziel hatte, Daten von 72 Patienten mit Implantat getragenen Prothesen im zahnlosen Unterkiefer über einen Zeitraum von 15 Jahren retrospektiv zu erfassen und zu vergleichen. Mit 15,5% war die Fraktur der Suprareonstruktion die zweithäufigste Nachsorgemaßnahme hinter der Keramikabplatzung mit 39,7%. [98]

Jedoch konnte für die vorliegende Nachuntersuchung mit folgenden Studien ein besserer Vergleich gezogen werden: Bei einer Untersuchung nach Zou et al. musste in einem Beobachtungszeitraum von drei Jahren keine Suprakonstruktion aufgrund einer Fraktur repariert werden. [68] In einer Studie nach Krennmair et al. wurde im Zeitraum eines Jahres lediglich eine Suprareonstruktion erneuert. Diese wurde bezüglich eines Zahnersatzes, der mittels Kugelkopf-Attachments fixiert wurde, notiert. [70] Die vorliegende Nachuntersuchung stach im Vergleich mit diesen beiden Studien besonders heraus, da der Nachbeobachtungszeitraum 15 Jahre betrug und in dieser Zeit keine Suprareonstruktion neu angefertigt werden musste.

4.3.3 Fraktur und Lockerung der Okklusalschraube

Frakturen der Okklusalschraube von Stegversorgungen wiesen 1,2% aller prothetischen Ereignisse, Lockerungen 1,8% aller prothetischen Ereignisse auf. Beide Ereignisse stellen somit eine wenig durchgeführte Nachsorgemaßnahme dar. Okklusalschraubenfrakturen fanden sich bei drei Patienten, die mit einer herausnehmbaren Stegarbeit therapiert wurden. In der Literatur wurden keine Untersuchungen bzw. Studien gefunden, die sich mit der Erfassung dieser Aspekte beschäftigten.

4.3.4 Retentionsverlust und Auswechseln von Retentionsteilen

In der vorliegenden Arbeit wurde der Retentionsverlust einer Locator fixierten, von einer Kugelkopf verankerten, einer auf Teleskopkronen stabilisierten sowie von elf Steg-Versorgungen schriftlich notiert. Somit waren 33,3% aller Kugelkopf- (1 von 3), 7,14% aller Locator- (1 von 14), 10,0% aller Teleskopkronen- (1 von 10) und 40,7% aller Stegprothesen (11 von 27) von Retentionsverlust betroffen. Von allen prothetischen Ereignissen handelte es sich bei Retentionsverlust um einen Prozentsatz von 10,1%, das Auswechseln von Retentionsteilen von 4,2%. Damit gehörte die Wiederherstellung der Retention zu der dritthäufigsten durchgeführten Nachsorgemaßnahmen.

Im Abgleich mit der vorhandenen Datenlage fanden sich bei Zou et al. jeweils 10,0% Retentionsverlust bezüglich Locator- sowie Teleskopkronenprothesen. Es wurde kein Verlust der Retention hinsichtlich von Stegprothesen festgehalten. [68] Krennmair et al. stellten Retentionsverlust bei 10% aller Kugelkopf- sowie 22,2% aller Locatorversorgungen fest. Der erhöhte Bedarf an Erneuerung der Retentionselemente wurde dadurch begründet, dass Gummieinsätze, die sowohl bei Kugelköpfen als auch Locatoren angewendet werden, sehr anfällig gegenüber Umwelteinflüssen wie Reibung, Hitze sowie handelsüblichen Prothesenreinigungsmitteln sind. [70] Eine retrospektive Studie nach Krennmair et al., die sich auf mittels Steg verankerten Oberkieferprothesen bezog, hielt einen Retentionsverlust von 19,4% aller untersuchten Stegversorgungen fest. [77] Das Auswechseln von Retentionsteilen wurde für Kugelkopfprothesen ein Mal (33,3%), für Locatorprothesen drei Mal (21,4%) sowie für Stegprothesen zwei Mal (7,4%) festgehalten. In der vorliegenden Arbeit stellte Retentionsverlust sowie das Auswechseln von Retentionsteilen (an insgesamt 25 Arbeiten mindestens einmal durchgeführt) eine relativ häufig durchgeführte Nachsorgemaßnahme dar. Jedoch muss angemerkt werden, dass die Erhöhung der Friktion von Locator- und Kugelkopfprothesen größtenteils am Behandlungsstuhl durch Austausch der Einsätze geschehen konnte und daher keinen großen zeitlichen sowie technischen Aufwand darstellte. Die Erhöhung der Retention von Stegversorgungen hingegen musste in einem zahntechnischen Labor durch Einarbeitung von Preci Horix oder durch Auflasern punktueller Kontakte, wodurch eine Klemmpassung erreicht wurde, vorgenommen werden. In der Literatur wird Retentionsverlust als häufigste Komplikation Steg verankerter Prothesen aufgeführt. [99] [100] [101]

4.3.5 Prothesenzahnfraktur und Auswechseln von Prothesenzähnen

Chipping wurde bei drei Patienten mit festsitzenden, die Fraktur von Prothesenzähnen bei drei Patienten mit kombiniert Implantat-Zahn getragenen Arbeiten und zehn Patienten mit herausnehmbaren Arbeiten beobachtet. Von allen Frakturen wurden 72,2% (n=13) im Frontzahnbereich notiert, 27,8% (n=5) im Seitenzahnbereich. Bei manchen Patienten fand sowohl im Front- als auch Seitenzahnbereich eine Zahnfraktur statt. Die Fraktur von Prothesenzähnen im Frontzahnggebiet kann dadurch erklärt werden, dass im Bereich der Front (Abbeifunktion) horizontale statt vertikale Kräfte wirken. Weitere Möglichkeiten für Prothesenzahnfrakturen gründen in unzureichender Befestigung in der Prothesenbasis sowie mangelhaft eingestellter Okklusion. Insgesamt konnten Prothesenzahnfrakturen bei fünf Prothesen mit Stegverankerung, vier Prothesen mit Teleskopkronenverankerung sowie bei zwei Locatorprothesen notiert werden. Es gab keine Locatorprothese, deren Prothesenzähne frakturierten.

Grund für Abfrakturieren von Teilen der Suprarekonstruktion könnte in der fehlenden Propriozeption gesehen werden, wonach weniger sensible Wahrnehmung zu erhöhten Kaufkräften führen kann.

Das Auswechseln von Prothesenzähnen machte 14,3%, die Fraktur von Prothesenzähnen 9,5% aller durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahmen aus und stellt somit das häufigste prothetische Ereignis dar. In einer Untersuchung nach Krennmair et al., die Implantat getragene Unterkieferprothesen, die entweder auf Kugelköpfen oder Locatoren fixiert wurden, auf prothetische Nachsorgemaßnahmen hin untersuchten, stellte das Auswechseln von Prothesenzähnen bzw. deren Fraktur 4% aller durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahmen dar. Jedoch muss das differente Studiendesign aufgeführt werden: Das Patientkollektiv bestand lediglich aus 19 Teilnehmern, der Untersuchungszeitraum war auf ein Jahr Tragedauer beschränkt. [70]

Rentsch-Kollar et al., die Implantat verankerte Prothesen, die auf Kugelköpfen oder Stegen verankert wurden, hinsichtlich Patientencompliance und prothetische Komplikationen untersuchten, gaben als häufigste Gründe für eine Neuversorgung das Auswechseln von Prothesenzähnen nach starken Abnutzungserscheinung sowie nach Abnahme der vertikalen Okklusionshöhe an. [102]

4.3.6 Druckstellenentfernung

Mit 15,5% aller prothetischen Ereignisse war die Druckstellenbeseitigung die am dritthäufigsten durchgeführte Nachsorgemaßnahme. Druckstellen stellen sich als schmerzhafte Rötungen der Schleimhaut dar. Druckulzera entstehen durch mechanische Verletzung sowie durch eine fehlerhaft eingestellte Okklusion. [103] In der vorliegenden Arbeit mussten bei 20 Patienten mit herausnehmbarem und bei sechs Patienten mit kombiniert Implantat-Zahn getragenen Zahnersatz Druckstellen entfernt werden. Insgesamt mussten 48 Druckstellenentfernungen über den Beobachtungszeitraum vorgenommen werden. Bei manchen Patienten waren ein drei- und mehrfaches Ausschleifen der Prothese nötig. Eine unterschiedliche subjektive Schmerzwahrnehmung kann dafür Grund sein. Zudem zeigte sich in der Auflistung der prothetischen Ereignisse der einzelnen Patienten, dass eine Druckstellenentfernung häufiger im Unterkiefer vorgenommen werden musste. Im Unterkiefer war eine Entfernung bei zwanzig Patienten, im Oberkiefer bei sechs Patienten nötig. Dies konnte auch in einer Studie nach Visser et al. gezeigt werden. Auch hier hatten Unterkieferprothesen einen erhöhten Bedarf an Entfernung von Druckstellen als Oberkieferprothesen zu verzeichnen. [104]

Grund dafür kann in einer kleineren Prothesenbasis sowie an geringerer Implantatanzahl gesehen werden.

4.3.7 Unterfütterungsnotwendigkeit

„Veränderungen des knöchernen Teguments (Atrophie oder Apposition) führen zu veränderten Kraftübertragungen auf die Schleimhaut.“ [44] Die dadurch entstehende Inkongruenz von Kieferkamm und Prothesenbasis kann von Knochenabbau bis zu einer Fehlbelastung der Implantate führen, weshalb regelmäßige Unterfütterungen im Rahmen eines Recallprogramms indiziert sind. In der vorliegenden Arbeit wurden bei insgesamt 21 Arbeiten Unterfütterungen vorgenommen. Dieses prothetische Ereignis reiht sich mit 12,5% aller prothetischen Vorkommnisse nach Druckstellenbeseitigung sowie dem Auswechseln/Fraktur von Prothesenzähnen zu den vierthäufigsten prothetischen Ereignissen ein. Dies stellte 30,0% der versorgten Kiefer dar, bei denen eine Unterfütterung notwendig werden kann (53 herausnehmbare, 17 kombinierte Arbeiten). In der Studie nach Zou et al. musste bei 30 Patienten 13 Mal eine (Teil-) Unterfütterung vorgenommen werden (43,33%) und war die am häufigsten eingetretene prothetische Komplikation. [68] Goodacre et al. veröffentlichten 2003 eine Zusammenfassung klinischer Studien (1981 bis 2001), in denen sich die Unterfütterung

von Implantat getragenen Prothesen mit 19,0% auf den dritten Platz der prothetischen Komplikationen einreicht. [50] Im ersten Jahr nach Eingliederung des Zahnersatzes musste mit einem relativ erhöhten Knochenabbau aufgrund der Prothesenbelastung gerechnet werden. Sieben Versorgungen wurden im ersten Jahr nach Eingliederung des Zahnersatzes unterfüttert (10,0%). Der relativ hohe Anteil an Unterfütterungen in dieser Studie konnte in erster Linie durch den langen Beobachtungszeitraum erklärt werden.

4.3.8 Sonstiges

Eine Fraktur des Langzeitprovisoriums machte jeweils 1,2% aller prothetischer und damit eine wenig durchgeführte Nachsorgemaßnahme aus.

Zahnextraktionen konnten ausschließlich bei kombiniert Zahn-Implantat getragenen Arbeiten durchgeführt. Auch hier betrug der Prozentsatz 1,2% aller prothetischer Nachsorgemaßnahmen. Ein Vergleich mit der Literatur fiel hierbei schwer, da der Fokus von in Frage kommenden Studien häufig hauptsächlich auf prothetische Nachsorgemaßnahme bei kombiniert Zahn-Implantat getragendem Zahnersatz lag. Beispielsweise führte eine Studie nach Pjetursson et al. Ereignisse wie Karies und Verlust der Pulpavitalität als häufige biologische Komplikationen an. [10] In der vorliegenden Studie hingegen wurden endodontische Eingriffe sowie Stiftpräparationen unter dem Aspekt „Sonstiges“ (14,9% aller prothetischer Nachsorgemaßnahmen) notiert. Die Entfernung von Karies bei vorhandener Restbezahnung tauchte in der vorliegenden Arbeit nicht auf. Ziel einer Studie nach Schwarz et al. war es, das Vorkommen von prothetischen Komplikationen allein für implantatgetragene und kombinierte Zahn-Implantat gestützte Versorgungen für die Wiederherstellung eines kompletten Kiefers im Zeitraum von 2003 bis 2011 zusammenzutragen. Es zeigte sich, dass kombinierte Versorgungen für ältere Patienten eine geeignete Behandlungsoption zur rein Implantat getragenen Variante darstellten. Komplikationen dieser Studie hingen zum einen vom Geschlecht zum anderen von der Platzierung der Implantate ab. Männliche Patienten hatten mehr Komplikationen als Frauen, was auf erhöhte Bisskräfte sowie weniger vorsichtiger Umgang mit Zahnersatz zurückzuführen sein könnte. Zudem führte einseitige Insertion von Implantaten zu erhöhten Nachsorgemaßnahmen. Ein möglicher Grund wurde dafür in der unterschiedlichen Resilienz von Implantaten und Zähnen sowie der daraus resultierenden Spannung der Suprakonstruktion gesehen. [71]

Eine Studie nach Rammelsberg et al. verglich 166 Patienten, die entweder rein Implantat getragene oder Zahn – Implantat getragene Versorgungen erhielten, hinsichtlich ihrer kurzfristigen Komplikationsrate. Es zeigte sich, dass die Häufigkeit von vorübergehenden Komplikationen bei kombiniertem Zahnersatz nicht höher als bei rein

Implantat getragenen Zahnersatz war. Häufigste Komplikation war der Retentionsverlust. Zudem zeigte sich, dass das Abplatzen von Kunststoff oder Keramikverblendungen bei Männern signifikant höher war als bei Frauen. [72]

4.4 Methodische Kritik

Die Datengrundlage für die vorliegende Arbeit lieferten Patientenunterlagen der privaten Zahnarztpraxis Prof. Dr. Stimmelmayer in Cham.

Die Implantatinsertion und prothetische Versorgung wurden über einen Zeitraum von maximal 15 Jahren (SD: +/- 3,6) nachverfolgt.

Die Aussagefähigkeit war auf eine einzelne Praxis beschränkt, in der alle Implantationen durch einen Behandler vorgenommen wurden. Als Nachteil muss hier angeführt werden, dass lediglich das Behandlungsverhalten eines Oralchirurgen als Grundlage diente, und somit die Generalisierbarkeit der Studie eingeschränkt bleibt.

Die Datenerhebung basierte auf den von der Praxis Prof. Dr. Stimmelmayer zur Verfügung gestellten Unterlagen. Alle Akten der Patienten, die die Kriterien zur Teilnahme an der Studie erfüllten, wurden anhand von Einträgen über Behandlungsverlauf, Materialunterlagen und röntgenologischen Nachweisen jedes Patienten Schritt für Schritt rekonstruiert, in eine Excel-Tabelle übertragen und entsprechend ausgewertet.

Da es sich bei der vorliegenden Arbeit um eine prospektive Nachuntersuchung handelte, wurde noch vor Studienbeginn festgelegt, welche Arbeitshypothesen hinsichtlich der medizinischen Wirksamkeit bestimmter Behandlungsmethoden geprüft werden sollen. Folglich wurden die für diese Untersuchung wichtigen Parameter vor Beginn der Arbeit festgelegt.

In der vorliegenden Arbeit wurden mit Hilfe von Ergebnissen einer retrospektiven Untersuchung zwei Hypothesen erstellt, die im Nachfolgenden im Rahmen eines prospektiven Designs geprüft wurden. Die retrospektiv erfassten Daten wurden mit Hilfe von Karteikarteneinträgen der Praxis Prof. Dr. Stimmelmayer ausgewertet.

Der große Vorteil dieser Untersuchung bestand darin, dass sowohl die Implantatinsertion sowie die Koordination aller weiteren Behandlungsschritte durch den Behandler Prof. Dr. Stimmelmayer selbst vorgenommen wurden. Traten im Laufe der Untersuchung Fragen oder Unstimmigkeiten auf, konnten diese nach Rücksprache mit dem behandelnden Zahnarzt direkt geklärt werden.

Befunde zwischen Männern und Frauen konnten aufgrund der in etwa gleichen Verteilung von 33 (weiblich), 38 (männlich) miteinander verglichen werden. Der Rückfluss der ausgefüllten Fragebögen lag bei 58 Probanden (von insgesamt 71), weshalb die Aussagekraft nur gering limitiert war.

In der vorliegenden Arbeit wurden 15 festsitzende, 53 herausnehmbare und 17 kombiniert Zahn-Implantat getragene Arbeiten untersucht. Der Vergleich der

unterschiedlichen Versorgungsarten fiel daher aufgrund der unterschiedlichen Verteilung schwer. Zudem ist anzumerken, dass einzelne Versorgungsarten, die den herausnehmbaren Zahnersatz betrafen, wie beispielsweise eine Stegversorgung, die auf acht Implantaten fixiert waren, nur anhand eines Patienten vertreten waren. Daher konnte kein Augenmerk auf den Vergleich der unterschiedlichen herausnehmbaren Versorgungsarten gelegt werden.

Das Durchschnittsalter der Patienten in dieser Studie lag bei 73,6 (SD: +/- 10,6) Jahren. Somit umfasste das Patientenkollektiv ausschließlich Personen fortgeschritteneren Alters und reihte sich nur bedingt in die vorhandene Studienlage ein. Im Vergleich zu anderen Studien mit ähnlichem Thema war das Durchschnittsalter relativ hoch. (Tabelle 6)

Tabelle 6: Vergleich des Durchschnittsalters und der Teilnehmeranzahl mit anderen Studien

Studie	Durchschnittsalter	Teilnehmende Patienten
Vorliegende Arbeit	73,6 +/- 10,6	71
Zou et al. [68]	60,4	30
Geckili et al. [105]	64,4	55
Krennmair et al. [70]	62,4	20
Bryant et al. [106]	67,0	86

Die Befunde in den Akten wurden individuell und vor allem patientenorientiert dokumentiert. Die Daten waren oftmals nicht auf spätere Auswertungskriterien ausgerichtet, was als Nachteil erachtet werden kann. Hierbei war jedoch vorteilhaft, dass die Dokumentation nicht auf der Niederschrift mehrerer Behandler beruhte, und dadurch einheitliche Daten für die Statistik erhoben werden konnten.

In den vergangenen Jahren wurde das Augenmerk auch auf Studien mit negativem Einfluss auf Behandelbarkeit wie Diabetes, Medikamenteinnahme und Nikotinkonsum auf die Überlebensdauer von Implantaten gelenkt. [107] [108] [109] [110] [111]

Es wäre möglicherweise von Interesse gewesen, die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung den Ergebnissen von Daten der Anamnese gegenüber zu stellen. Die Menge an Daten und der zeitliche Aufwand zur Bearbeitung dieser Überlegung würde die Themenstellung dieser Arbeit überfrachten und wäre in einer weiterführenden Arbeit anzudenken.

4.5 Auswertungskriterien und Indikation zur Implantatbehandlung

Die Studie bezog sich primär auf die Versorgung zahnloser Patienten. Jedoch wurden auch Patienten, deren herausnehmbarer Zahnersatz sowohl von Implantaten als auch von natürlichen Zähnen getragen wird, mit in die Studie einbezogen. Die Implantatversorgung für den zahnlosen Kiefer stellt in der heutigen Zeit den Goldstandard dar. Im Gegensatz zu einer Implantat getragenen Deckprothese stellt eine herkömmliche Totalprothese – insbesondere bei atrophierten und unregelmäßigen Kieferkämme – inadäquaten Tragekomfort und schlechteren Halt dar. Aus diesem Grund lag das Hauptaugenmerk auf der Versorgung zahnloser Patienten. Um diese Arbeit einer größeren Objektivierbarkeit anzunähern, wurden die Studienpopulation vergrößert, indem auch Patienten mit einem geringen Restbestand an Zähnen miteinbezogen wurden. Zudem wurde der Vergleich kombiniert Zahn-Implantat getragener Arbeiten mit festsitzenden und herausnehmbaren Arbeiten als untersuchenswert erachtet.

Bei einigen Patienten lag die Behandlung mit Implantaten und anschließender prothetischer Versorgung bereits über zehn Jahre zurück. Andere Patienten hingegen, die ebenfalls in die Studie miteinbezogen wurden, erhielten ihre Versorgung erst ein Jahr vor dem Ausfüllen des Fragebogens. Daher lag die Vermutung nahe, dass Patienten, die ihre prothetische Arbeit in jüngerer Vergangenheit erhalten haben, ihre Beurteilung anderen Einflüssen unterzogen. So flossen beispielsweise eine anfängliche Euphorie über den neuen Zahnersatz sowie auch die Erfahrung des operativen Eingriffs in die Bewertung mit ein. Probanden, deren Implantationszeitpunkt schon einige Jahre zurück lag, bewerteten dieses Erlebnis nicht mehr so stark. Bei ihnen stellte sich möglicherweise schon eine gewisse Gewöhnung an den Zahnersatz ein.¹⁰

¹⁰ Subjektive Annahme, wohl wissend, dass diese Formulierung nicht den gängigen wissenschaftlichen Kriterien entspricht.

4.6 Augmentation

Aufgrund enormer Fortschritte im Bereich der Augmentation war es möglich, die Indikationen für eine Implantattherapie zu erweitern und dadurch ein breiteres Spektrum unterschiedlicher Ausgangssituationen zu behandeln. Eine Augmentation diene der "Verbesserung der knöchernen Regeneration [...] des Implantats". [27]

In der vorliegenden Studie wurden bei 64% (n=256) aller Implantate eine Augmentation vorgenommen.

Die Häufung dieser Anwendung ließ sich dadurch erklären, dass der Behandler sehr hohen Wert auf die Implantatinsertion an korrekter prothetischer Position legte.

Ein einzeitiges Vorgehen wurde bei 82,4% (n=211) aller Augmentationen, ein zweizeitiges bei 17,6% (n=45) durchgeführt. In einer Studie wiesen Cordioli et al. auf die Vorteile des einzeitigen Verfahrens hin: die Minimierung der Anzahl der chirurgischen Eingriffe und der Zeit, die für die Fertigstellung der implantatgetragenen Prothese benötigt wird. [112]

Ein zweiphasiges Vorgehen wurde bei geringem Restknochenangebot und nicht ausreichender Primärstabilität gewählt.

Bei 186 Implantaten wurde eine laterale, bei 112 Implantaten wurde eine vertikale Augmentation vorgenommen. Bei der absoluten lateralen bzw. vertikalen Augmentation wurde eine Auflagerungsplastik durchgeführt. „Indiziert ist diese Form der Augmentation bei niedrigen oder vollkommen atrophierten Alveolarfortsätzen in Oberkiefer und Unterkiefer. Meist wird ein Beckenkammstück transplantiert und mit Schrauben fixiert.“ [113]

Die Häufung konnte dadurch erklärt werden, dass bei manchen Implantationen sowohl eine laterale als auch eine vertikale Augmentation erfolgte.

Bezüglich der vertikalen Augmentation (n=112) wurde bei 58,9% (n=66) ein lateraler Sinuslift, bei 30,4% (n=34) ein interner Sinuslift und bei 10,7% (n=12) eine absolute vertikale Augmentation durchgeführt.

In einer Studie nach Raghoobar et al. konnte das Fazit gezogen werden, dass eine Knochentransplantation des Kieferhöhlenbodens mit autogenem Knochen zum Einsetzen von Implantaten eine zuverlässige Behandlungsmethode mit guten Langzeitergebnissen darstellt. [114] Dies wurde auch in der vorliegenden Arbeit bestätigt: Die Implantatüberlebensrate lag bei 99,5%.¹¹

¹¹ Siehe Kapitel 3.5

Visser et al. untersuchten in ihrer Studie zwanzig Patienten hinsichtlich Operationszeit, Implantatüberleben und Nachsorgeuntersuchungen. Die Patienten wurden in zwei Gruppen eingeteilt: eine Gruppe erhielt vor Implantation eine Augmentation, die andere nicht. Wie erwartet benötigten die Patienten mit einer Augmentation mehr Operationszeit. Der Aufwandsbedarf an Nachsorge hingegen war in beiden Gruppen vergleichbar. Die Implantatüberlebensrate der augmentierten Gruppe betrug nach 15 Jahren 88,7%, die der Gruppe ohne Augmentation 98,7%. [115]

Eine weitere Studie zu diesem Thema wertete Patientenakten von 202 Patienten, die insgesamt 774 Implantate erhielten, hinsichtlich der Implantatverlusten mit den einhergehenden Risiken aus. Als Ergebnis konnte festgehalten werden, dass Implantate, die in einem Knochenaugmentationsbereich platziert wurden, tendenziell versagten. [116]

4.7 Knochenabbau

Aufgrund unterschiedlicher Richtlinien für die Bewertung des Knochenabbaus fiel diese Beurteilung nicht leicht. Als unverzichtbares Diagnoseinstrument wurde die röntgenologische Kontrolle angesehen. Da in dieser Studie sowohl analoge als auch digitale Röntgenbilder ausgewertet wurden, entstanden Messfehler. Allgemein wurde die Auswertung des Knochenabbaus durch Achsenabweichungen und Verkippungen bei einigen Bildern erschwert. Zudem war es schwer, reproduzierbare Messungen, beispielsweise aufgrund unterschiedlicher Positionierung des Röntgenhalters, durchzuführen. Es wurden keine individualisierten Röntgenhalter verwendet.

In der vorliegenden Arbeit wurde an insgesamt 400 Implantaten der Knochenabbau sowohl mesial als auch distal anhand der Röntgenbilder bestimmt. Dennoch konnte nach dem Kolmogorov-Smirnov-Test in keiner der unterschiedlichen Studiengruppen eine Normalverteilung angenommen werden.

Es wurde der Knochenabbau hinsichtlich der Versorgungsart (festsitzend, herausnehmbar, kombiniert Implantat-Zahn getragen) untersucht. Auffällig war hierbei ein Medianwert von 0,12 mm für kombinierte Arbeiten festzuhalten. Im Verlauf der Medianwerte im Zeitverlauf ergab sich für kombinierte Versorgungen nach 14 Jahren ein Knochenabbauwert von 0,15 mm (SD: +/- 0,29 mm). Ein Grund dafür könnte darin liegen, dass die Untersuchung lediglich 17 kombiniert Zahn-Implantat getragene Arbeiten beinhaltete. Zudem lag das Augenmerk bezüglich dieser 17 Arbeiten auf weniger Implantaten, da diese durch die natürliche Bezahnung ergänzt wurden: Insgesamt wurden 53 Implantate bei kombinierten Versorgungen inseriert, es wurden folglich lediglich 106 Stellen (mesial und distal) gemessen. Im Vergleich dazu wurden für herausnehmbare Versorgungen 248 Implantate (496 Stellen) sowie 99 Implantate für festsitzenden Zahnersatz (198 Stellen) vermessen.

Festsitzende Versorgungen hatten einen Medianwert von 0,24 mm, herausnehmbare Versorgungen einen Medianwert von 0,18 mm zu verzeichnen. Im Verlauf der Medianwerte des Knochenverlusts im Zeitverlauf zeigte sich nach sechs Jahren ein Verlust von 0,23 mm (SD: +/- 0,47 mm) sowie nach 14 Jahren ein Verlust von 0,25 mm (SD: +/- 0,50 mm) für festsitzende Arbeiten. Träger von herausnehmbarem Zahnersatz wiesen nach 14 Jahren einen Knochenverlust von 0,20 mm (SD: +/- 0,50) auf. Im ersten Jahr nach Implantatinserion wird in der Literatur von einem vertikalem Knochenverlust von nicht mehr als 1,2 mm und in den folgenden Jahren von nicht mehr als 0,1 bis 0,2 mm jährlich [14] ausgegangen. Somit konnten die hier gemessenen Werte als sehr

gering betrachtet werden, auch angesichts der Tatsache, dass die Implantate zum Teil über einen Zeitraum von 15 Jahren beobachtet wurden.

Auch im Vergleich mit anderen Studien war der Knochenabbau bei Patienten, die in der vorliegenden Arbeit behandelt wurden, gering. In einer Untersuchung nach Krennmair et al., bei der periimplantäre Konditionen sowie prothetische Komplikationen nach einem Jahr Tragedauer ausgewertet wurden, ergaben sich Medianwerte von 1,6 bis 1,7 mm. [70] Slot et al. untersuchten in einer systematischen Übersichtsarbeit Implantatüberlebensraten bezüglich Implantat getragenen Oberkiefer-Deckprothesen in einem Nachbeobachtungszeitraum von mindestens einem Jahr. Der durchschnittliche Knochenverlust betrug zwischen 0,23 mm und 2,45 mm. [117] In der bereits erwähnten Studie nach Zou et al. wurden klinische Parameter wie Plaque-, Blutungs- und Gingivaindex erhoben sowie die Taschentiefen der Implantate gemessen. Zudem wurde auch wie in der vorliegenden Arbeit die Knochenresorption anhand von Röntgenbildern in Zehntelmillimetern gemessen. Bezüglich klinischer Parameter sowie Ermittlung der Knochenresorption gab es keine Unterschiede zwischen Teleskopkronen-, Locator- oder Stegträgern. Der Knochenabbau zeigte über einen Zeitraum von drei Jahren für die zehn Patienten mit Teleskopversorgungen Werte zwischen 0,6 mm und 0,9 mm auf; Knochenabbauwerte für zehn Patienten mit Stegversorgungen differierten zwischen 0,6 mm und 1,0 mm. Nach der Untersuchung der zehn Patienten mit Locatorversorgungen ergaben sich Werte zwischen 0,5 und 0,9 mm. Es konnte geschlussfolgert werden, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Versorgungsarten bestünden. [68] Dies wurde auch in einem systematischen Überblick nach Cehreli et al. bestätigt. Hier wurden unterschiedliche Implantatdesigns sowie verschiedene Versorgungsarten hinsichtlich marginalen Knochenabbaus untersucht. Insgesamt wurden 4200 Implantate von 13 unterschiedlichen Herstellern in die Übersichtsarbeit mit aufgenommen. Aus den 46 verwendeten Artikeln schien der Knochenverlust nicht durch das Implantatsystem oder das Befestigungsdesign beeinflusst zu sein. [118]

Unterschiede zwischen den in der Literatur ermittelten Werten und den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung konnten durch unterschiedliche anatomische Referenzpunkte sowie die Anzahl der Stichproben erklärt werden. Es muss zudem angemerkt werden, dass die Patienten der vorliegenden Untersuchung in Abständen von drei bis sechs Monaten an Recallprogrammen teilnahmen. Die Sondierungstiefen an den Implantaten wurden einmal jährlich erfasst. Auch fand eine regelmäßige radiologische Kontrolle statt: Röntgenbilder wurden zum Zeitpunkt der Implantation, ein Jahr nach Belastung mit Zahnersatz sowie in regelmäßigen Abständen von zwei Jahren erstellt. Die vorliegenden geringen Knochenabbauwerte sprechen für dieses Praxiskonzept.

4.8 Fragebogen

Das Patientenkollektiv von 71 für die Studie in Frage kommenden Patienten wurde durch Mortalitätsrate und der Verweigerung der Teilnahme an der Untersuchung auf eine Probandenanzahl von 58 reduziert.

Die Auswertung der Patientenfragebögen zeigte, dass die Patienten der Studie ihren Implantat-getragenen Zahnersatz sehr gut akzeptieren. Des Weiteren überraschte, dass sie trotz fortgeschrittenen Alters den doch meist aufwendigen operativen Eingriff tolerierten. Möglicherweise überwog der Wunsch nach einem hochwertigem Zahnersatz die Angst vor intraoperativen Komplikationen. Grundsätzlich war nach Auswertung der Fragebögen sowie der statistischen Analyse eine sehr positive Einstellung gegenüber dem implantologischen Zahnersatz festzustellen. Dies zeigte auch eine Studie nach Takemae et al.. Die Wiederherstellung der oralen Funktion und die gute Stabilität von Prothesen bei Patienten mittleren Alters, die keine Implantate erhielten, war mit konventionellen Totalprothesen möglich. Die Implantatbehandlung bei zahnlosen Patienten hingegen - insbesondere bei älteren Menschen - zeigte eine gewisse Auswirkung auf die allgemeine körperliche Verfassung, wobei davon ausgegangen wurde, dass dies auf eine Verbesserung des mentalen Zustandes zurückzuführen ist. [119] Ein möglicher Zusammenhang bestünde auch darin, dass nach Therapie Nahrung aufgenommen werden konnte, die vorher aufgrund der Defizite gemieden wurde.

In mehreren vorliegenden Kriterienkatalogen spielte die Dimension der Patientenzufriedenheit zur Bewertung der Qualität in der dentalen Implantologie kaum eine Rolle. [23] [120] [121] Aus medizinischer Sicht waren patientenbezogene Faktoren bezüglich einer guten Versorgung von großer Bedeutung.

In der vorliegenden Arbeit wurde die Patientenzufriedenheit nach Behandlungsabschluss gewertet. Daher wurden keine Vergleiche mit dem Zahnersatz vor Implantation gezogen und der Fragebogen bezog sich lediglich auf die aktuelle prothetische Rekonstruktion.

Eine eingehende Befragung zur Bewertung und zum Verständnis der persönlich erwarteten Behandlungserfolge des Patienten war dringende Voraussetzung für die Ermittlung der Zufriedenheit. Es gab jedoch keine akzeptierte qualitative oder quantitative Methode, um diese Erwartungen genau zu messen, da sowohl Erwartungen als auch psychologische und physiologische Bedürfnisse des jeweiligen Individuums eine Rolle spielen. [122] [123]

Das angestrebte Ziel einer möglichst hohen Anonymität wurde durch Präsenz der Patienten in der Zahnarztpraxis eventuell geschmälert. Es wurde versucht, durch

klärende Entgegnungen und das wiederholte Hinweisen auf die Anonymität der Befragten dem entgegenzuwirken.

In dieser Untersuchung bewegten sich die Medianwerte sowie Interquartilbereiche um Werte zwischen 1 und 3, damit zeigte sich eine mehrheitliche Zufriedenheit. Ähnliche Ergebnisse bezüglich der Patientenzufriedenheit mit Implantat getragenen Zahnersatz waren auch in der Literatur zu finden. [68] [70] Eine auf Fragebögen basierende Studie nach Adler et al., die die Ermittlung der Patientenzufriedenheit 8 bis 14 Jahre nach Implantattherapie zum Ziel hatte, legte 400 Patienten einen Fragebogen vor, der neun Fragen mit vorgegebenen Antworten sowie drei mit einer Bewertung mittels Skala beinhaltete. Die durchschnittlich vergangene Zeit seit der Implantation betrug 10 Jahre. 81% berichteten über hohen Kaukomfort, 94% waren mit der Ästhetik ihrer Prothese zufrieden bis sehr zufrieden. Viele Patienten äußerten sich negativ über die hohen Kosten. Im Vergleich zur vorliegenden Untersuchung wurden jedoch auch Patienten miteinbezogen, deren Kiefer einen größeren Restbestand an Zähnen aufwies. [124]

Der Kostenaspekt wurde im Fragebogen der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigt.

Dagegen steht eine Studie nach Geckili et al., die sich mit dem Einfluss der momentanen Retentionskräfte auf die Patientenzufriedenheit und die Lebensqualität von 55 Patienten mit je zwei Implantaten, auf denen einer Unterkiefer-Overdenture-Prothese befestigt wurde, beschäftigte. Der Gegenkiefer war mit einer konventionellen Prothese bestückt. Die Overdenture-Attachments waren entweder Kugelkopf- oder Locator-Attachments. Alle Patienten füllten das Mundgesundheits-Impact-Profil-14 (OHIP-14) und die Zufriedenheitsfragebögen für die visuelle Analogskala (VAS) aus. Diese klinische Studie hielt fest, dass, obwohl höhere sofortige Retentionskraft einer Implantat getragenen Prothese bessere Lebensqualität bot, dies die Patientenzufriedenheit nicht beeinflusste. [105]

Zudem sollte bezüglich des Ergebnisses („sehr zufrieden“) der „Allgemeinen Zufriedenheit“ Folgendes eingeräumt werden: In „Psychologische Aspekte der zahnprothetischen Versorgung“ (1992) beschäftigten sich Schneller, T. und Bauer, R. mit dem Thema der Compliance-Forschung. In dem Beurteilungspunkt der Gesamtzufriedenheit erreichten viele Untersuchungen einen Prozentsatz von 60-70% der Patienten, die mit ihrem Zahnersatz „sehr zufrieden“ waren. Dies war unabhängig davon, wie und wo die Studie durchgeführt wurde, ob mit älteren oder jüngeren Probanden, mit Teil- oder Totalprothesenträgern. Zudem wurde angeführt, dass die Bewertungen der Kau- und Sprechfunktionen sehr eng mit der Gesamtzufriedenheit der Patienten korrelierte. [125]

Ein vergleichbares Studiendesign zeigt eine Studie nach Zou et al. Hier wurden Patienten mit vier Implantaten und einer herausnehmbaren Oberkieferprothese, die entweder auf Teleskopkronen, Locatoren oder mittels Steg verankert wurde, versorgt. 30 Probanden beantworteten einen Fragebogen in Hinblick auf Ästhetik, Komfort, Sprache und Funktion. Der Unterschied zur vorliegenden Arbeit bestand in der Skala von 0 bis 2 (0=nicht zufrieden, 1=teilweise zufrieden, 2=sehr zufrieden). Die Fragebogenauswertung machte deutlich, dass alle Patienten „sehr zufrieden“ mit ihrer Prothese hinsichtlich aller genannten Aspekte waren. Lediglich ein männlicher Patient mit einer Stegversorgung kreuzte in der Kategorie „Prothesenkomfort“ eine 1 („teilweise zufrieden“) an. [68] Feine et al. berichteten über mehr Komfort bei herausnehmbaren Oberkieferprothesen im Vergleich zu festsitzenden implantatgetragenen Prothesen bei älteren Patienten (> 50 Jahre), was mit den in dieser Studie berichteten Ergebnissen nicht übereinstimmte. Insgesamt nahmen dreizehn Patienten an der Studie teil; davon erhielten fünf eine herausnehmbare Prothese und acht Patienten eine festsitzende Prothese. Nach 2 Monaten wurden festsitzende Versorgungen gegen herausnehmbaren Zahnersatz ausgetauscht bzw. herausnehmbarer Zahnersatz gegen festsitzenden Zahnersatz gewechselt. Die Patienten wurden nach jeweils zweimonatiger Tragedauer beider Prothesen gebeten, einen Fragebogen bezüglich allgemeiner Zufriedenheit sowie Komfort, Sprechfähigkeit, Stabilität, Ästhetik, Reinigungsfähigkeit und Okklusion auszufüllen. Die herausnehmbare Versorgung wurde hinsichtlich der allgemeinen Zufriedenheit, der Reinigungsfähigkeit und der Fähigkeit zu sprechen signifikant besser bewertet. Es bestanden keine Unterschiede beider Versorgungsarten hinsichtlich Komfort, Stabilität, Ästhetik, Okklusion oder Kaufähigkeit. [67] Dies stand in Kontrast zu einer Studie einer Arbeitsgruppe um Preciado et al. Hier wurde eine 10-teilige Skala "Lebensqualität mit Implantatprothesen" entwickelt und anschließend Träger von konventionellen Totalprothesen mit herausnehmbaren sowie mit festsitzenden Implantatgetragenen Arbeiten verglichen. Es wurden Informationen zur oralen Zufriedenheit sowie soziodemografischen, gesundheitsbezogenen, klinischen und prothetischen Daten gesammelt. Als Ergebnis ließ sich festhalten, dass festsitzende Implantatprothesen im Vergleich zu Implantat-Deckprothesen und konventionellen Totalprothesen die beste Behandlungsoption zu sein scheinen, um die Patientenzufriedenheit in Bezug auf orale Schmerzen und Kaufähigkeit zu verbessern. [126] Auch eine auf Fragebögen basierende Umfrage nach Hof et al. ergab, dass bezüglich der Patientenzufriedenheit eine Vermeidung von herausnehmbaren Versorgungen als vorrangig eingestuft wurde. [127] In der vorliegenden Untersuchung zeigte sich hingegen kein signifikanter Unterschied bezüglich der Patientenzufriedenheit zwischen Patienten mit festsitzendem, herausnehmbarem und kombiniert Zahn-

Implantat getragenen Zahnersatz. Ähnliches stellte sich in einer Studie nach Krennmair et al. dar, die sich mit dem Vergleich von Kugelkopf- und Locator- Attachments beschäftigte. Ziel war es, die Patientenzufriedenheit zu ermitteln und eine Präferenz bezüglich eines der beiden Befestigungssysteme herauszuarbeiten. Nach Zufallsprinzip wurde der Unterkiefer zunächst entweder mit einer Locator- oder mit einer Kugelkopfprothese versorgt. Nach drei Monaten Tragedauer wurden die Attachments in der vorhandenen Prothese gewechselt. Fragebögen zur Zufriedenheit / Beschwerden mit den Prothesen wurden zu Beginn (mit der herkömmlichen Prothese) und nach drei Monaten Tragedauer mit jedem Attachment von den Patienten ausgefüllt und ermöglichten so einen individuellen Vergleich. Die zeitlich unterschiedlich gesetzten Fragebögen enthielten immer dieselben Fragestellungen. Der Fragebogen wurde ähnlich der vorliegenden Arbeit mit einer Skalierung von 0-10 versehen (0=“vollkommen unzufrieden“, 10=“vollkommen zufrieden“). Die Patienten wurden zu Hygienefähigkeit, Komfort, Ästhetik, Sprache, Kauvermögen, Stabilität, Funktion sowie allgemeiner Zufriedenheit befragt. Die Patientenzufriedenheit verbesserte sich signifikant vom Ausgangspunkt der konventionellen Prothese bis zu den neuen Prothesen. Es gab jedoch keine Unterschiede zwischen Kugelkopf- oder Locator-Attachment in Hinsicht auf Patientenzufriedenheit, weshalb keine Präferenz für eines der beiden Befestigungstypen ermittelt werden konnte. [70] Auch Pisani et al. beschäftigten sich mit dem Vergleich zweier herausnehmbarer Befestigungsarten bezüglich der Patientenzufriedenheit. An der Studie nahmen 22 Träger von Implantat getragenen Deckprothesen teil. Sie wurden in zwei Gruppen eingeteilt, eine Gruppe erhielt eine Versorgung mit Kugelköpfen, die andere eine Versorgung mit Locatoren. Nach einem Jahr erfolgte ein Wechsel zur jeweils anderen Versorgungsart. Eine Woche später wurden Interviews durchgeführt. Die meisten Patienten bevorzugten die Versorgung, die sie in Phase II erhielten - unabhängig vom davor eingesetzten Verankerungstyp. Die meisten Patienten bezogen sich auf einen verbesserten Prothesenhalt. Die Arbeitsgruppe zog daraus den Schluss, Überretentionen zu vermeiden und den Patienten ein engmaschiges Follow-Up anzuraten, um Neueinstellungen des Prothesenhalts rechtzeitig planen zu können. [128]

4.9 Ergebnisse

Die Methode der enossalen Implantation stellte sich bis heute als ein weitgehend praxisbewährtes Verfahren dar. Zusammenfassend ließ sich festhalten, dass Implantat getragener Zahnersatz als eine sehr gute Option im Vergleich zu konventionellen Totalprothesen gewertet werden kann. Durch Implantat getragenen und -unterstützte Prothesen konnte die Retention und Stabilität verbessert, Rotationsbewegungen minimiert und die Teilnehmerzufriedenheit deutlich erhöht werden.

Grundsätzlich fiel ein Vergleich mit der aktuellen Literatur schwer, da sich die Studien häufig entweder auf festsitzenden oder herausnehmbaren Zahnersatz konzentrierten. Zudem beriefen sich viele Untersuchungen hinsichtlich Erfolgswahrscheinlichkeit rein auf die Neuanfertigung von Zahnersatz, wohingegen in der vorliegenden Untersuchung der kumulative Erfolg bis zum Eintreten eines Ereignisses ermittelt wurde. Durch unterschiedliche Studiendesigns konnten veröffentlichte Artikel nur sehr schwer miteinander verglichen werden. Chirurgische und prothetische Interventionen traten im Laufe der Zeit kontinuierlich auf. Diese Ereignisse mussten nicht zwangsläufig zu einem Versagen des Implantats bzw. der prothetischen Rekonstruktion führen, waren aber eng verstrickt mit dem Auftreten von Komplikationen.

Obwohl sich Implantat getragener Zahnersatz sehr gut in das prothetische Behandlungsspektrum integrieren konnte, muss in den Jahren nach Belastung mit Zahnersatz mit einer Reihe an sowohl chirurgischen als auch prothetischen Nachsorgemaßnahmen gerechnet werden. Die vorliegende Untersuchung zeigte durch Annahme der von Hypothese 1 auch, dass Patienten, die mit einem herausnehmbaren Implantat getragenen Zahnersatz versorgt wurden, häufiger mit Nachbehandlungen als Patienten mit festsitzendem Implantat getragenen Zahnersatz zu rechnen hatten.

Es ist daher äußerst wichtig, den Patienten vor Behandlungsbeginn eingehend zu erläutern, dass sie sich auch nach der Eingliederung des Implantat getragenen Zahnersatzes auf weitere Nachbehandlungen einstellen müssen.

5 Zusammenfassung

Mit der vorliegenden prospektiven Nachuntersuchung wurde die klinische Bewährung von Implantat getragenen Zahnersatz anhand des Auftretens chirurgischer und prothetischer Ereignisse sowie mittels eines Fragebogens zur Patientenzufriedenheit überprüft. Mit Hilfe einer zeitabhängigen Darstellung konnte der Verlauf chirurgischer sowie prothetischer Nachsorgemaßnahmen während einer maximalen Nachbeobachtungszeit von 15 Jahren des Implantat getragenen Zahnersatzes dokumentiert werden.

Es wurde ein Patientenkollektiv von 71 Patienten herangezogen, die mit insgesamt 85 Implantat getragenen Versorgungen therapiert wurden. Davon wurden 15 Patienten mit festsitzendem, 53 Patienten mit herausnehmbaren und 17 Patienten mit kombiniert herausnehmbarem Zahn-Implantat getragenen Zahnersatz versorgt. Es wurden insgesamt 400 Implantaten inseriert. Neben Patientendaten (Geschlecht, Alter) wurden chirurgische sowie prothetische Ereignisse und die Patientenzufriedenheit anhand eines Fragebogens analysiert.

Besonders hervorgehoben werden muss die hohe Implantatüberlebensrate von 99,5%. 2 von 400 inserierten Implantaten mussten aufgrund einer vorausgegangen periimplantären Entzündung und dem damit verbundenen periimplantären Knochenabbau entfernt werden; der vorhandene Zahnersatz musste dabei nicht neu angefertigt werden.

Zudem zeigte sich, dass alle Versorgungen im Studienzeitraum in situ verblieben, was einer Überlebensrate von 100% entspricht.

Als häufigste chirurgische Nachsorgemaßnahme wurde die Therapie einer Mukositis und Periimplantitis durchgeführt.

Kein signifikanter Unterschied konnte beim Vergleich des Geschlechts festgehalten werden. Der 15-Jahres-Erfolg (definiert durch das Nichteintreten chirurgischer Ereignisse) lag bei 68,1% für das männliche, bei 76,3% für das weibliche Geschlecht.

Chirurgischer Nachsorgeaufwand verhielt sich in Bezug auf die unterschiedlichen Versorgungsarten wie folgt: das Nichteintreten chirurgischer Ereignisse bei Patienten mit festsitzenden Arbeiten betrug 60,0%, bei Patienten mit herausnehmbaren Arbeiten 67,9% und bei Patienten mit kombiniert Zahn-Implantat getragenen Zahnersatz 94,1%.

Hinsichtlich der Implantatanzahl zeigte die kumulative 15-Jahres-Erfolgswahrscheinlichkeit in Bezug auf das Nichteintreten chirurgischer Ereignisse

Werte von 90,0% (2 Implantate) sowie 81,0% (4 Implantate) über 56,0% (6 Implantate) bis hin zu 45,5% (8 Implantate).

Hinsichtlich der Kieferlage zeigten sich signifikant mehr und vor allem frühere chirurgische Nachsorgemaßnahmen für Zahnersatz, der im Oberkiefer verankert wurde. Die kumulative 15-Jahres- Erfolgswahrscheinlichkeit (definiert als das Ausbleiben eines chirurgischen Ereignisses) im Oberkiefer betrug 56,5%, im Unterkiefer lag diese bei 89,7%.

Als häufigstes prothetisches Ereignis stellte sich das Auswechseln von Prothesenzähnen dar. Als zweithäufigste prothetische Komplikation reiht sich die Beseitigung von Druckstellen ein. Weitere häufige prothetische Folgebehandlungen waren Retentionsverlust sowie die Durchführung von Unterfütterungen.

Für die folgenden Prozentsätze muss angeführt werden, dass jede noch so geringe anfällige Reparatur in die Auswertung miteinbezogen wurde. Die Erfolgswahrscheinlichkeit wurde durch das Nichteintreten eines prothetischen Ereignisses definiert. Die Überlebensrate von Zahnersatz in der vorliegenden Studie betrug 100%.

Das Nichteintreten prothetischer Ereignisse hinsichtlich des Vergleichs nach Geschlecht lag bei den Männern bei 27,7%, bei den Frauen bei 28,9%. Es ließ sich kein signifikanter Unterschied feststellen.

Prothetischer Nachsorgeaufwand bezüglich unterschiedlicher Versorgungsarten zeigte sich wie folgt: es mussten mehr und vor allem früher prothetische Nachsorgemaßnahmen bei Patienten mit herausnehmbaren Suprakonstruktionen im Vergleich zu Patienten feststimmendem Zahnersatz durchgeführt werden. Das Ausbleiben prothetischer Ereignisse betrug bei Patienten mit feststimmenden Suprakonstruktionen 46,7% und bei Patienten mit herausnehmbaren Suprakonstruktionen 24,5%. Bei Patienten mit kombiniert Zahn-Implantat getragenen Arbeiten betrug die Erfolgswahrscheinlichkeit (Nichteintreten eines prothetischen Ereignisses) 23,5%.

Die 15-Jahres- Erfolgswahrscheinlichkeit bezüglich Implantatanzahl (in Hinblick auf das Ausbleiben prothetischer Ereignisse) wies eine gegenteilige prozentuale Verteilung auf. Sie reichte von Werten von 20,0% (2 Implantate) sowie 19,0% (4 Implantate) über 36,0% (6 Implantate) hin zu 45,5% (8 Implantate).

Eine Tendenz zu „signifikant unterschiedlich“ weist der Vergleich der Kieferlage in Bezug auf prothetische Ereignisse auf. Die 15-Jahres-Erfolgswahrscheinlichkeit (Nichteintreten eines prothetischen Ereignisses) betrug im Oberkiefer 32,6%, im Unterkiefer 23,1%.

Nach der Auswertung der Patientenfragebögen konnte kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Patientenzufriedenheit in Bezug auf die unterschiedlichen Versorgungsarten festgehalten werden.

Mit der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass sich chirurgische Komplikationen seltener als prothetische Komplikationen darstellten. Zudem waren mehr Nachsorgemaßnahmen für herausnehmbaren als für festsitzenden Zahnersatz notwendig. Außerdem wurde herausgearbeitet, dass bei Patienten mit mehr Implantaten auch häufiger chirurgische Komplikationen auftraten.

Es konnte geschlussfolgert werden, dass Implantat getragene Zahnprothesen eine zufriedenstellende und vorhersehbare Behandlungsmethode mit hohen Überlebensraten sind. Biologische und technische Komplikationen sind nicht auszuschließen. Die in der vorliegenden Studie vorhandenen Ergebnisse sowie die hohe Zufriedenheit der Patienten sprechen für das herausragende Konzept der Praxis: Keine Versorgung musste in einem Zeitraum von 15 Jahren neu angefertigt werden.

6 Anhang

6.1 Ethikantrag

Antrag auf Beratung durch die Ethikkommission zur Durchführung eines medizinisch-wissenschaftlichen Vorhabens, welches weder die klinische Prüfung eines Arzneimittels oder Medizinproduktes beinhaltet

1. Titel der Studie	Vergleich und Nachuntersuchung von feststehendem versus herausnehmbarem Implantat gestütztem Zahnersatz zahnloser Patienten und kombinierter Zahn - Implantat getragener herausnehmbarer Arbeiten – eine Untersuchung der Patienten der Praxis PD Dr. Stimmelmayr von 2000 - 2015
2. Ethikkommissions -Antragsnummer	<i>(wird von der EK vergeben)</i>
3. Entscheidungen anderer Ethikkommissionen in derselben Sache	Nein
4. Gegenstand der Studie und ihre Ziele; Angabe der Hypothesen, getrennt in Haupt- und Sekundärhypothesen sowie der klinischen Parameter (primäre und sekundäre Endpunkte), anhand derer die Hypothesen geprüft werden	Gegenstand der Studie ist die Nachuntersuchung von biologischen und mechanischen Ereignissen während der Tragedauer von totalem Implantat gestütztem und kombiniert Zahn – Implantat getragenen herausnehmbaren Zahnersatz 1. Hypothese: feststehender Zahnersatz hat eine bessere Prognose im Vergleich zu herausnehmbarem Zahnersatz 2. Hypothese: mechanische Komplikationen treten häufiger auf im Vergleich zu biologischen Komplikationen
5. Erläuterung der Bedeutung der Studie	Mit dieser Studie soll die Langzeitstabilität und Prognose von totalem Implantat getragenen Zahnersatz und kombiniert Zahn – Implantat getragenen herausnehmbaren Zahnersatz untersucht und mit der aktuellen Literatur abgeglichen werden
6. Welche der folgenden Bestimmungen finden Anwendung a) Medizinproduktegesetz gemäß § 23 b MPG - Ausnahme der klin. Prüfung b) Strahlenschutzverordnung § 23 c) Röntgenverordnung § 28 a d) Gendiagnostikgesetz e) Datenschutzgesetz: - Konkrete Angabe des durch die verantwortliche Stelle zu erfüllenden	Datenschutzgesetz: Die Patienten werden alle aus der Praxis PD Dr. Stimmelmayr rekrutiert und pseudonymisiert mit der Patientennummer der Kartei untersucht und ausgewertet.

<p>Datenschutzgesetzes (für die Charité = Berliner Datenschutzgesetz - BlnDSG).</p> <p>- Ggf. entsprechend des Teilnehmerkreises zusätzlich zu beachtende Landesdatenschutzgesetze oder BDSG.</p>	
<p>7. Ggf.: Bezeichnung und Charakterisierung der Prüfprodukte</p>	<p>Zahnimplantate und Zahnersatz</p>
<p>8. wesentliche Ergebnisse der vorklinischen Tests oder Gründe für die Nichtdurchführung derselben</p>	<p>Aufgrund langer klinischer Erfahrung und Anwendung der Techniken sind vorklinische Tests nicht angesagt.</p>
<p>9. Wesentlicher Inhalt und Ergebnisse der vorangegangenen Studien/Anwendungen der in der Studie zu prüfenden Produkte</p>	<p>siehe oben</p>
<p>10. Beschreibung der vorgesehenen Maßnahmen/Untersuchungsmethoden und eventuelle Abweichungen von den in der med. Praxis üblichen Maßnahmen/Untersuchungen (was ist „Routine“, was wird davon abweichend in der Studie gemacht?)</p>	<p>Es werden praxisübliche Methoden nachuntersucht, demnach keine Abweichungen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Es werden die Karteikarten bezüglich biologischer und mechanischer Komplikationen ausgewertet. 2. Die Patienten werden einbestellt und ein Fragebogen bezüglich Zufriedenheit der Versorgung vom Studienteilnehmer ausgefüllt
<p>11. Bewertung und Abwägung der vorhersehbaren Risiken und Nachteile der Studienteilnahme gegenüber dem erwarteten Nutzen für die Studienteilnehmer und zukünftig erkrankte Personen (Nutzen-Risiko-Abwägung)</p>	<p>Für die Studienteilnehmer bestehen keine Risiken. Der Nutzen für zukünftig zu versorgende Patienten ist, dass aufgrund der ausgewerteten Daten die Versorgung mit der besten Langzeitstabilität und den geringsten Komplikationen angewendet werden kann.</p>
<p>a. zu prüfender medizinischer Nutzen für die Studienteilnehmer (individueller Nutzen für den einzelnen Patienten)</p>	<p>keiner</p>

b. zu prüfender medizinischer Nutzen für zukünftig erkrankte Personen (Gruppennutzen)	Best mögliche individuelle Versorgung.
c. Risiken und Belastungen für die Studienteilnehmer (alle im Einzelnen auflisten)	keine
12. Maßnahmen zur Risikobeherrschung	nicht nötig
13. Abbruchkriterien	keine
14. Anzahl, Alter und Geschlecht der betroffenen Personen	Anzahl siehe beiliegender Patientenliste.
15. Biometrische Planung mit Angabe der statistischen Methodik, einschließlich der Begründung der Fallzahl. Angabe des/der Statistikers/Statistikerin	Die Fallzahl ist begrenzt auf die bisher in der Praxis PD Dr. Stimmelmayr versorgten Patienten.
16. a. Darlegung und ggf. Erläuterung der Ein- und Ausschlusskriterien	Alle bisher in der Praxis PD Dr. Stimmelmayr versorgten Patienten zu dieser Indikation, die die Einwilligungserklärung unterzeichnen.
b. Studieninformation (wer diese mündlich und schriftlich erteilt und Angabe, wie viel Zeit zwischen Aufklärung und Einwilligung verbleibt (schriftliche Information als Anlage)	Alle Patienten befinden sich in einem regelmäßigen Recallsystem und werden hierbei persönlich durch einen ärztlichen Mitarbeiter der Praxis PD Dr. Stimmelmayr aufgeklärt. Die Bedenkzeit kann der Patient frei wählen.
c. Einwilligungserklärung (schriftliche Form als Anlage)	Siehe Anlage
d. Ggf. Information und Einwilligung des gesetzlichen Vertreters (ggf. auch Beschreibung des Verfahrens zur Einrichtung einer gerichtlichen Betreuung)	Alle Patienten sind volljährig.

17. Maßnahmen zur Gewinnung von Studienteilnehmern (Aushang ?, Zeitungsannoncen? Etc.)	Siehe 16b
18. Ggf.: Grund für die Einbeziehung und Darlegung des therapeutischen Nutzens für Personen, die minderjährig und/oder nicht einwilligungsfähig sind.	Nicht nötig
19. Beziehung zwischen Studienteilnehmer und Studienarzt/-ärztin (Ist der Studienarzt zugleich der behandelnde Arzt?)	Nein, der Studienarzt ist eine Doktorandin, die die Patienten jedoch nicht behandelt. Sie wird persönlich mit dem Patienten nur einen Fragebogen zur Zufriedenheit ausfüllen.
20. Erklärung zur Einbeziehung möglicherweise vom Sponsor abhängiger Personen	Kein Sponsor eingeschaltet.
21. Maßnahmen, die eine Feststellung zulassen, ob ein Studienteilnehmer an mehreren Studien zugleich oder vor Ablauf einer in der vorangegangenen Studie festgelegten Frist teilnimmt. Ist die Teilnahme an mehreren Studien möglich?	Trifft nicht zu.
22. Ggf.: Honorierung bzw. Kostenerstattung der Studienteilnehmer (Höhe, wofür soll gezahlt werden?)	Keine Honorierung vorgesehen.
23. Ggf.: Plan für die Weiterbehandlung und medizinische Betreuung der betroffenen Personen nach dem Ende der Studie	Patienten befinden sich in einem regelmäßigen Recall in der Praxis PD Dr. Stimmelmayr
24. Ggf.: Versicherung der Studienteilnehmer (Versicherungsbestätigung und Versicherungsbedingungen, Versicherer, Versicherungsumfang, Versicherungsdauer)	Nicht nötig
25. Dokumentationsverfahren: - Ggf. Verweis auf CRF-Bögen. - Probenumgang - Aufbewahrung / Archivierung (inkl. Fristen) - Zugang zu den Daten und Proben	Zugang zu den Daten hat die Doktorandin, PD Dr. Stimmelmayr und Prof. Dr. Beuer. Es werden alle Ereignisse nach Eingliederung der Arbeit dokumentiert und innerhalb der unterschiedlichen Gruppen ausgewertet und verglichen.
26. Ggf.: Beschreibung, wie der Gesundheitszustand gesunder betroffener Personen dokumentiert werden soll	Es wird nicht der Gesundheitszustand der Patienten, sondern die Funktionstüchtigkeit des eingegliederten Zahnersatzes untersucht.

<p>27. Ggf.: Methoden, unerwünschte Ereignisse festzustellen, zu dokumentieren und mitzuteilen (wann, von wem und wie ??)</p>	<p>Die Patienten wurden vor Beginn der Versorgung und sind durch die regelmäßigen Kontrollen über evtl. mechanische und biologische Ereignisse aufgeklärt worden und haben Ihr Einverständnis hierfür gegeben.</p>
<p>28. Vorgehen zum Schutz der Geheimhaltung der gespeicherten Daten, Dokumente und ggf. Proben, Darlegung der Pseudonymisierung oder Anonymisierung der Daten und Proben von Studienteilnehmern (Initialen und Geburtsdatum als Codierungsschema sind nicht zulässig!)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beschreibung der Trennung von Krankenakten, Studiendokumentation und Zuordnung der personenbezogenen Daten - Nennung der Zugriffsrechte einschließlich des Zugangs zu Teilnehmeridentifikationslisten während und nach der Studiendurchführung - Detaillierte Angabe der Verfahren für die Übertragung, Verschlüsselung, Sperrung und Löschung (einschließlich Angabe der ggf. verwendeten Netzstruktur und verwendete Server). -ggf. Zugang zu identifizierenden Daten für gesetzlich berechnigte Prüfer (Dritte) zur zweckgebundenen Einsichtnahme in die dafür erforderlichen Akten. 	<p>Die Daten werden pseudonymisiert nach der Patientenummer in der Praxis PD Dr. Stimmelmayr ausgewertet.</p>

6.2 Schreiben der Ethikkommission



Charité | 10117 Berlin

Herrn
 Prof. Dr. Florian Beuer
 Charité Centrum für Zahn- Mund- und
 Kieferheilkunde
 Aßmannshäuser Str. 4-6
 14197 Berlin

Ethikkommission
 Ethikausschuss 2 am Campus Virchow-Bldnium
 Vorsitzender: Prof. Dr. jur. R. Seeland

Geschäftsführung: Dr. med. Katja Grzechowski
 ethikkommission@charite.de

Korrespondenzadresse: Charitéplatz 1, 10117 Berlin
 Tel.: 030-450-51222
 Fax: 030-450-517952

<http://ethikkommission.charite.de>

Datum: 29.02.2016

Vergleich und Nachuntersuchung von feststehendem versus herausnehmbarem Implantat gestütztem Zahnersatz zahnloser Patienten und kombinierter Zahn- Implantat getragener herausnehmbarer Arbeiten – eine Untersuchung der Patienten der Praxis PD Dr. Stimmelmayer zwischen 2000-2015

Antragsnummer: EA2/163/15

Vorgang vom 17.02.16, Eingang am 23.02.16

Sehr geehrter Herr Professor Beuer,

hiermit bestätigen wir Ihnen den Eingang ihres Schreibens vom 17.02.16 mit folgenden Anlagen:

- Ethikantrag, Version vom 04.02.2016
- Studieninformation, Version vom 09.02.2016
- Einwilligungserklärung, Version vom 04.02.2016
- Fragebogen
- Studienbeschreibung

Die Auflagen laut Votum vom 11.12.2015 sind damit erfüllt. Wir wünschen viel Erfolg bei der Durchführung der o.g. Studie.

Mit freundlichen Grüßen

Prof. Dr. jur. R. Seeland
 Vorsitzender

6.3 Patientenanschreiben

Stimmelmayer
 DR. MICHAEL ZAHNARZT | ORALCHIRURG
 TÄTIGKEITSSCHWERPUNKT IMPLANTOLOGIE (BDIZ)
 SPEZIALIST FÜR PARODONTOLOGIE (EDA)

Dr. Michael Stimmelmayer | Josef-Heilingbrunner-Str. 2 | 93413 Cham

Sehr geehrte(r) Herr/ Frau _____

die Praxis Priv. Doz. Dr. Michael Stimmelmayer in Cham führt in Verbindung mit der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Charite Berlin (Direktor: Prof. Dr. Florian Beuer) eine wissenschaftliche Studie mit dem Thema **„Vergleich und Nachuntersuchung von feststehendem versus herausnehmbarem Implantat gestütztem Zahnersatz zahnloser Patienten und kombinierter Zahn – Implantat getragener herausnehmbarer Arbeiten“** durch.

Dabei werden alle zahnlosen / teilbezahnten Patienten nachuntersucht, die in den Jahren 2000 – 2015 in der Praxis Priv. Doz. Dr. Michael Stimmelmayer mit Implantat – gestütztem Zahnersatz versorgt wurden. Diese Untersuchung wird im Rahmen einer Doktorarbeit von cand. med. dent. Veronika Kraus durchgeführt.

Es würde uns freuen, wenn Sie an der Untersuchung teilnehmen und uns dabei unterstützen würden.

Frau Veronika Kraus wird sich in nächster Zeit telefonisch bei Ihnen melden und mit Ihnen einen Kontrolltermin vereinbaren.

Anbei senden wir Ihnen eine Patienteninformation sowie eine Einverständniserklärung in doppelter Ausführung mit der Bitte um Rücksendung eines unterschriebenen Exemplars. Frankierter Briefumschlag liegt bei.

Vielen Dank für Ihre Mithilfe!

Mit freundlichen Grüßen

PD Dr. Michael Stimmelmayer
 Leiter der Studie

Veronika Kraus
 Doktorandin

Anlagen: Patienteninformation, Einverständniserklärung

6.4 Studieninformation



Charité
CharitéCentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

Campus Benjamin Franklin, CharitéCentrum 3 für ZMK

CharitéCentrum 3 für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Abteilung für Zahnärztliche Prothetik, Alterszahnmedizin
und Funktionslehre

Leiter: Univ.-Prof. Dr. Florian Beuer, MME

Alsmannshuser Str. 4-6, 14197 Berlin

Tel. 030 450 580 700
Fax: 030 450 580 812
E-mail: f.beuer@charite.de
<http://prothetik.charite.de/>

Studieninformation

Titel der Studie:
Vergleich und Nachuntersuchung von festsitzendem versus herausnehmbarem Implantat gestütztem Zahnersatz zahnloser Patienten und kombinierter Zahn - Implantat getragener herausnehmbarer Arbeiten - eine Untersuchung der Patienten der Praxis PD Dr. Stimmelmayer zwischen 2000-2015

Sehr geehrte Damen und Herren,

hiermit bieten wir Ihnen die Teilnahme an einer wissenschaftlichen Studie an.

Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig. Sie haben das Recht, ohne Angabe von Gründen an der Studie nicht teilzunehmen und Sie können jederzeit ohne Angabe von Gründen von der Zusage zur Teilnahme zurücktreten, ohne dass Ihnen hieraus Nachteile erwachsen.

Was ist das Ziel dieser Untersuchung?
Derzeit gibt es unterschiedliche Versorgungskonzepte für festsitzenden Zahnersatz auf Implantaten. Diese unterscheiden sich vor allem in der Verankerungsform (verschraubte oder zementierte Restaurationen) und den verwendeten Materialien (Metall, Keramik und Kombinationen). Die wissenschaftliche Datenlage, vor allem Ergebnisse nach einer Beobachtungszeit von 5 Jahren und mehr, ist jedoch leider nicht befriedigend. Deshalb wollen wir alle eingegliederten Restaurationen nachuntersuchen und als Qualität sichernde Maßnahme eine Datenbank aufbauen um den Verlauf unserer Therapien über die Zeit zu beobachten und zu reevaluieren. Es handelt sich um eine reine wissenschaftliche Datenerfassung ohne finanzielle Interessen Dritter.

Gibt es mögliche Risiken bei Teilnahme an dieser Untersuchung?
Grundsätzlich werden nur klinische Parameter erhoben und Ihre Restauration wird beurteilt, ohne dass irgendwelche Behandlungen durchgeführt werden. Daher besteht für Sie kein Risiko bei der Teilnahme an dieser Studie.

CHARITÉ – UNIVERSITÄTSMEDIZIN BERLIN
 Gieckkörperschaft der Freien Universität Berlin und der Humboldt-Universität zu Berlin
 Charitéplatz 1 | 10117 Berlin | Telefon +49 30 450-600 | www.charite.de

Gibt es mögliche Vorteile bei Teilnahme an dieser Untersuchung?

Durch die Nachuntersuchung werden sowohl die gesamte Mundgesundheit, als auch speziell Ihre Implantate sehr sorgfältig kontrolliert. Bei möglichem Behandlungsbedarf werden Sie speziell über die notwendigen Maßnahmen aufgeklärt.

Ablauf der Studie

Wenn Sie sich zur Teilnahme an der Studie bereit erklären, werden klinische Parameter (das Zahnfleisch um das Implantat und der natürlichen Zähne) und technische Parameter (das Implantat und die darauf befestigte Krone betreffend) untersucht und in einer elektronischen Datenbank dokumentiert. Selbstverständlich werden Ihnen die Ergebnisse der klinischen Beurteilung mitgeteilt. Sollte eine weitere Behandlung notwendig sein, werden Sie darüber informiert.

Datenschutz

Im Rahmen der klinischen Prüfung werden Ihre persönlichen Daten/Krankheitsdaten einschließlich der Daten über Geschlecht, Alter, Zahnstatus verschlüsselt. Die Daten werden ohne Personenbezug aufgezeichnet bzw. in verschlüsselter Form pseudonymisiert. Der Verschlüsselungscode enthält weder den Namen, noch die Initialen noch das exakte Geburtsdatum.

Im Falle von Veröffentlichungen der Studienergebnisse bleibt die Vertraulichkeit Ihrer persönlichen Daten ebenfalls gewährleistet.

Die Beachtung des Bundesdatenschutzgesetzes ist in vollem Umfange sichergestellt.

Die verantwortliche datenverarbeitende Stelle ist Doktorandin cand. med. dent. Veronika Kraus. Außerdem an der Studie mitbeteiligt ist PD Dr. Michael Stimmelmayer, Josef – Heilingbrunner Straße 2, 93413 Cham. Zweck der Studie ist es, eine Nachuntersuchung aller Implantat prothetisch versorgten Restaurationen im Bezug auf den zahnlosen Kiefer durchzuführen, um die Qualitätssicherung unterschiedlicher Versorgungskonzepte herauszuarbeiten.

Als personenbezogene Daten werden erhoben: Name, Geburtsdatum, Adresse, durchgeführte chirurgische und prothetische Behandlungsschritte, Röntgenbilder, Recalls in einem Zeitraum vom Jahre 2001 bis 2016.

Nach Zweckerfüllung werden alle Daten gelöscht.

Daten werden zur statistischen Auswertung an Dr. Kurt Erdelt, Poliklinik für zahnärztl. Prothetik LMU München, weitergeleitet. Andere Personen werden in die Studie nicht involviert. Nach Abschluss der Studie werden die Daten in einem Fachjournal publiziert. Hier werden anonymisierte Daten verwendet.

Alle Studienteilnehmer sind berechtigt, die Studiendaten einzusehen.

Sollte eine weitere Nachuntersuchung erfolgen, bei denen die bereits erhobenen Daten weiter verwendet werden, muss eine erneute Zustimmung von Seiten der Studienteilnehmer eingeholt werden.

Der Abschluss der Studie wird seitens Prof. Dr. Florian Beuer, Abteilung für zahnärztliche Prothetik der Charité Berlin, per Unterschrift bestätigt.

6.5 Einwilligungserklärung



Charité – Lehrstuhl für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

Dr. Ines Bärjema-Frank: Oberärztin / ZVK

Charité-Klinikum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Abteilung für Zahnärztliche Prothetik, Althandwerkmedizin
und Funktionslehre

Leiter: Univ.-Prof. Dr. Florian Beuer, MME

Amalienstr. 87 | 10117 Berlin

Tel. Sekret. 030460 502 132

Fax 030460 502 012

E-Mail Florian.Beuer@charite.de

<http://prothetik.charite.de/>

Einwilligungserklärung

für die Teilnahme an der Studie:

Vergleich und Nachuntersuchung von festsetzendem versus herausnehmbarem Implantat-gestütztem Zahnersatz zahnloser Patienten und kombinierter Zahn - Implantat getragener herausnehmbarer Arbeiten - eine Untersuchung der Patienten der Praxis PD Dr. Stimmelmayer zwischen 2000-2015

Hiermit erkläre ich

Name, Vorname

Geburtsdatum

Teilnehmercode (Pseudonym, wird von der Studienleitung eingetragen):

dass ich durch Herrn/Frau
(Name des Studienarztes / der Studienärztin)

mündlich und schriftlich über das Wesen, die Bedeutung und die Risiken der wissenschaftlichen Untersuchungen im Rahmen der o.g. Studie informiert wurde und ausreichend Gelegenheit hatte, meine Fragen mit dem Studienarzt/der Studienärztin zu klären.

Mir ist bekannt, dass ich das Recht habe, meine Einwilligung jederzeit ohne Angabe von Gründen und ohne nachteilige Folgen für mich zurückzuziehen und einer Weiterverarbeitung meiner Daten und Proben widersprechen und ihre Vernichtung verlangen kann.

Ich habe eine Kopie der schriftlichen Studieninformation und der Einwilligungserklärung mit Versions-Datum erhalten.

Ich erkläre, dass ich freiwillig bereit bin, an der wissenschaftlichen Studie teilzunehmen.

Ich erkläre mich damit einverstanden,

1. dass meine für den Zweck der o.g. Studie nötigen persönlichbezogenen Daten durch den Studienarzt erhoben und pseudonymisiert aufgezeichnet und verarbeitet werden, auch auf elektronischen Datenträgern;
2. dass die Studienergebnisse in anonymer Form, die keinen Rückschluss auf meine Person zulässt, veröffentlicht werden;

Ort, den

Unterschrift des/der Teilnehmer/in

Hiermit erkläre ich, dass die Teilnahme an über Nutzen, Bedeutung und Risiken der o.g. Studie mündlich und schriftlich aufgeklärt, alle Fragen beantwortet und ihm/ihr eine Kopie der Studieninformation und der Einwilligungserklärung übergeben habe.

Ort, den

Name

Unterschrift des erklärenden Studienarztes

6.6 Fragebogen

Prof. Dr. Florian Beuer
 Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Alterszahnmedizin und Funktionslehre der Charité Berlin
 Abmannshäuser Straße 4-6
 14197 Berlin
 und Praxis Priv. Doz. Dr. Michael Stimmelmayer
 Josef – Heilingbrunner - Straße 2
 93413 Cham

Vergleich und Nachuntersuchung von festsitzendem versus herausnehmbarem
 Implantat gestütztem Zahnersatz zahnloser Patienten und kombinierter Zahn -
 Implantat getragener herausnehmbarer Arbeiten -
 eine Untersuchung der Patienten der Praxis PD Dr. Stimmelmayer zwischen
 2000-2015

Pseudonym: _____
 (wird von der Studienleitung eingetragen)

Fragebogen Patientenzufriedenheit

Wie zufrieden sind sie mit ihrer eingesetzten Implantat getragenen Versorgung im Bezug auf:
 (1 bedeutet sehr zufrieden, ..., 10 absolut unzufrieden)

Halt:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Kauleistung:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Geschmacksempfinden:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Sprechen:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Pflegbarkeit:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ästhetik:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Zufriedenheit insgesamt:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Berlin, Cham, den ____ . ____ . ____

Unterschrift Patient

Unterschrift Zahnarzt

6.7 Studienbeschreibung

Einleitung

Zahnärztliche Implantate sind heutzutage weit verbreitet und finden sowohl beim teilbezahnten, wie auch beim zahnlosen Kiefer ihre Anwendung. Grundsätzlich werden festsitzende von herausnehmbaren Implantat-gestützten Rekonstruktionen unterschieden. Festsitzende und herausnehmbare Versorgungen zeigen unterschiedliches kinematisches Verhalten, wovon auch die Langlebigkeit des Zahnersatzes erheblich abhängen kann. Bei den herausnehmbaren Arbeiten kann die Prognose und Komplikationsanfälligkeit von der Anzahl und der Verteilung der Implantate, wie auch der verschiedenen Verankerungselemente abhängig sein. Als Verankerungselemente bei herausnehmbaren Versorgungen kommen Magnetattachments, Kugelköpfe, Locatoren, Stege und Teleskope zur Anwendung.

Neben den mechanischen Komplikationsmöglichkeiten der prothetischen Rekonstruktionen kann es auch zu biologischen Problemen an den periimplantären Hart- und Weichgeweben kommen.

Ziel

In dieser Untersuchung werden die mechanischen und biologischen Ereignisse (Komplikationsmöglichkeiten) bei festsitzendem und herausnehmbarem Implantat gestütztem Zahnersatz zahnloser Patienten und kombinierter Zahn-Implantat getragener herausnehmbarer Arbeiten untersucht, ausgewertet und miteinander verglichen.

Ziel dieser Untersuchung ist es, ein individuelles Risikoprofil der unterschiedlichen Arbeiten zu erstellen und somit in Zukunft den Patienten mit einer langfristig am wenigsten anfälligen Rekonstruktion zu versorgen.

Material und Methode

1. Alle Patienten werden aus der Praxis PD Dr. Michael Stimmelmayer rekrutiert. Es handelt sich um alle zahnlosen Patienten die mit festsitzendem oder herausnehmbarem und alle teilbezahnten Patienten die mit herausnehmbarem Implantat-Zahn-gestütztem Zahnersatz in der Zeit vom Jahre 2000-2015 versorgt wurden.

Insgesamt werden 436 Implantate nachuntersucht, welche alle von PD Dr. Michael Stimmelmayer inseriert wurden.

Die 85 prothetischen Rekonstruktionen wurden von PD Dr. Michael Stimmelmayer oder Dr. Martin Stangl angefertigt und eingegliedert.

2. Anhand der Karteikarteneinträge werden die mechanischen (Implantatfraktur, Abutmentfraktur, Abutmentschraubenfraktur oder –lockerung) und biologischen (Mukositis, Periimplantitis, Implantatverlust) Komplikationen aller Implantate dokumentiert und ausgewertet.

Zusätzlich werden anhand der Röntgenbilder die Knochenabbauraten nach Eingliederung der Suprarekonstruktion im Vergleich zu den während der Recalls durchgeführten Röntgenkontrollen ausgewertet und vermessen.

3. Anhand der Karteikarteneinträge werden alle Suprarekonstruktionen auf mechanische Komplikationen (Keramikabplatzung, Fraktur der Suprarekonstruktion, Fraktur oder Lockerung der Okklusalschrauben, Retentionsverlust, Auswechseln von Retentionsteilen, Prothesenzahnfrakturen, Auswechseln von Prothesenzähnen) hin nachuntersucht.

4. Mithilfe eines Fragebogens wird die Patientenzufriedenheit mit der jeweils eingegliederten Arbeit abgefragt und ausgewertet.

5. Die gewonnenen Daten werden ausgearbeitet und den unterschiedlichen Gruppen (feststehend \leftrightarrow herausnehmbar, Implantat getragen \leftrightarrow Zahn-Implantat getragen, Anzahl und Verteilung der Implantate) der verschiedenen Retentionselemente und Versorgungsarten zugeordnet. Mit einem Statistikprogramm werden die Daten bearbeitet und Rückschlüsse über die Komplikationsraten unterschiedlicher Versorgungsformen statistisch ausgewertet.

Auszuwertende Parameter

- Implantatüberlebensrate
- Biologische Komplikationen an den Implantaten
- Mechanische Komplikationen an den Implantaten
- Zahnersatzüberlebensrate
- Mechanische Komplikationen am Zahnersatz

Literatur

1. Krennmair G, Piehslinger E. Removable implant-supported maxillary prostheses anchored on milled bars: a retrospective evaluation of two concepts. *Int J Prosthodont* 2009; 22: 576-578
2. Krennmair G et al. Patient preference and satisfaction with implant-supported mandibular overdentures retained with ball or locator attachments: a cross over clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2012; 27: 1560-1568
3. Krennmair G et al. Removable four implant-supported mandibular overdentures rigidly retained with telescopic crowns or milled bars: a 3 year prospective study. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23: 481-484
4. Kuoppala R, Närpänkangas R, Raustia A. Outcome of implant-supported overdenture treatment – a survey of 58 patients. *Gerodontology* 2012; 29: 577-584
5. Heydecke G et al. What is the optimal number of implants for fixed reconstructions: a systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23: 217-228
6. Pjetursson BE et al. A systematic review of survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses after a mean observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23: 22-38
7. Cheng T, et al. Patient satisfaction and masticatory efficiency of single implant-retained mandibular overdentures using the stud and magnetic attachments. *J Dent* 2012; 40: 1018-1023
8. Zou D, et al. A 3-year prospective clinical study of telescopic crown, bar and locator attachments for removable four implant-supported maxillary overdentures. *Int J Prosthodont* 2013; 26: 566-573
9. Raghoobar GM, et al. A systematic review of implant-supported overdentures in the edentulous maxilla, compared to the mandible: how many implants? *Eur J Oral Implantol* 2014; 2: 191-201

10. Bryant Sr, Walton JN, MacEntee MI. A 5-year randomized trial to compare 1 or 2 implants for implant overdentures.

J Dent Res 2015; 94: 36-43

11. Kern JS, Kern T, Wolfart S, Heussen N. A systematic review and meta-analysis of removable and fixed implant-supported prostheses in edentulous jaws: post-loading implant loss. Clin Oral Implants Res 2015; 9

Kontakt:

Prof. Dr. Michael Stimmelmayer

Poliklinik für zahnärztliche Prothetik der LMU München

Goethestr. 70

80336 München

Tel.: 089/5160-9559

Email: michael.stimmelmayer@med.uni-muenchen.de

6.8 Tabellen

Tabelle 7: Patientenalter und Geschlechterverteilung bei der vorliegenden Nachuntersuchung

Patientennummer	Alter	Geschlecht
Patient 1	75	m
Patient 2	58	w
Patient 3	80	w
Patient 4	83	w
Patient 5	77	m
Patient 6	74	w
Patient 7	78	w
Patient 8	78	w
Patient 9	87	w
Patient 10	71	m
Patient 11	80	m
Patient 12	56	m
Patient 13	80	w
Patient 14	93	w
Patient 15	81	w
Patient 16	75	m
Patient 17	87	m
Patient 18	68	m
Patient 19	77	m
Patient 20	69	m
Patient 21	66	m
Patient 22	78	w
Patient 23	65	m
Patient 24	72	w
Patient 25	58	m
Patient 26	56	w
Patient 27	80	w
Patient 28	84	m
Patient 29	83	m
Patient 30	82	w
Patient 31	68	w
Patient 32	80	w
Patient 33	89	m
Patient 34	81	m
Patient 35	83	w
Patient 36	61	w
Patient 37	63	m
Patient 38	51	m
Patient 39	76	w
Patient 40	84	m
Patient 41	85	m
Patient 42	71	m
Patient 43	95	m
Patient 44	73	w
Patient 45	54	m
Patient 46	81	w

Patient 47	75	m
Patient 48	80	m
Patient 49	63	m
Patient 50	73	m
Patient 51	85	m
Patient 52	80	m
Patient 53	70	w
Patient 54	63	w
Patient 55	50	w
Patient 56	72	w
Patient 57	62	w
Patient 58	80	m
Patient 59	82	m
Patient 60	64	w
Patient 61	76	m
Patient 62	80	w
Patient 63	86	m
Patient 64	59	m
Patient 65	61	w
Patient 66	90	m
Patient 67	79	w
Patient 68	86	m
Patient 69	64	w
Patient 70	54	m
Patient 71	73	w

Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der vorliegenden Nachuntersuchung betrug 73,6 (Männer: 74,2, Frauen: 73,1).

6.9 Eingetretene Ereignisse

Mukositis

Eine Mukositis trat in 16 Fällen auf (bei einigen Patienten rezidierend). Auffällig hierbei ist, dass eine Mukositis gehäuft bei Patienten mit herausnehmbaren Versorgungen auftrat. Die Therapie erfolgte mittels CHX Spülung und Gel, Glättung von Prothesenrändern, Prothesenkarenz, Salbeitee, Dontisolonsalbe.

Periimplantitis

Periimplantitis wurde in elf Fällen dokumentiert. Die Therapie erfolgte mittels offener Kürettage, Air Flow, Ätzen mit Tetracyclin, Helbolaser (an einzelnen Implantaen) zur Desinfektion. Außerdem wurden zum Teil Kürettagen mit Implantatküretten sowie Spülungen und Therapie mit Aureomycin durchgeführt. Als weitere Therapiemaßnahme wurden Bindegewebstransplantationen vorgenommen: bei Patient 50 erfolgte ein Bindegewebstransplantat (Hautlappenplastik). Patient 53 wurde behandelt mit einem Bindegewebstransplantat mit Hilfe einer koronalen Verschiebeplastik. Patient 36 erhielt buccal mittels Tunneltechnik, regio 11 bis 22 eine koronale Verschiebeplastik.

Implantatverlust

Ein Implantatverlust wurde bei Patient 20 regio 24 (29.10.2012) festgestellt, der mit 6 Implantaten und einer Stegarbeit versorgt wurde, festgehalten. Ein Jahr vor der Implantatentfernung wurde bei diesem Patienten eine Mukositis diagnostiziert. Das Implantat musste aufgrund vorangeschrittener Lockerung entfernt werden. Die Implantatentfernung erfolgte etwa drei Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz. Die Therapie bestand in der Extraktion des Implantates sowie einer Kürzung der Stegarbeit.

Ein weiterer Implantatverlust ist bei Patient 71 festzuhalten, der mit zwei festsitzenden Arbeiten in Ober- und Unterkiefer versorgt wurde. Der Implantatverlust erfolgte bei der Oberkieferarbeit regio 14 etwa fünf Jahre nach Eingliederung des Zahnersatzes. Als Grund wurde in der Akte Periimplantitis dokumentiert, die sieben Monate zuvor diagnostiziert worden war. Zum Zeitpunkt der Diagnose wurde das Implantat mit CHX gespült. Das Implantat konnte jedoch nicht gehalten werden. Es wurde zudem eine Knochenplastik, verbunden mit einer Sequesterentfernung, vorgenommen. Diese Therapie wurde gewählt, um entzündetes Gewebe zu entfernen und die Oberfläche des Knochens zu vergrößern, um eine Gefäßeinsprossung zu begünstigen.

Abutmentfraktur/Abutmentschraubenlockerung/-fraktur

In keinem der für diese Arbeit geeigneten Fälle war weder eine Abutmentfraktur noch eine Abutmentschraubenfraktur dokumentiert. Bei Patient 56 wurde eine Abutmentschraubenlockerung notiert; der Patient erhielt eine herausnehmbare Versorgung mit acht Implantaten.

Implantatfraktur

Bei keinem der in die Studie aufgenommenen Patienten lag eine Fraktur des Implantates vor.

Fraktur des Langzeitprovisoriums

Eine Fraktur des Langzeitprovisoriums konnte bei Patient 22 und Patient 26 festgehalten werden. Beide Patienten erhielten eine festsitzende Versorgung.

Keramikabplatzung

Therapie nach Keramikabplatzung war entweder eine Politur der Stelle bzw. Sandstrahlen der Oberfläche und anschließende Füllung in Säureätzttechnik. Eine Keramikabplatzung trat bei Patient 8 (kombiniert Zahn-Implantat getragene Arbeit) und Patient 56 (8 Implantate, Stegversorgung) jeweils einmal und bei Patient 26 (festsitzende Versorgung) viermal auf, sodass in jeder der drei Gruppen einmal eine Keramikabplatzung zu notieren war.

Fraktur der Suprarekonstruktion

Bei Patient 24 (Zwei Implantate, Locatorprothese) brach die Suprarekonstruktion zwei Mal binnen eines Jahres. Beim ersten Mal brach die Prothese allerdings nur geringfügig, sodass es mit einer einfachen Politur behoben werden konnte. Die zweite Fraktur befand sich regio 47 zu verzeichnen und musste im Labor behoben werden. Bei Patient 57 (4 Implantate, Locatorprothese) und Patient 66 (4 Implantate, Locatorprothese): auch hier musste eine Reparatur im Labor vorgenommen werden. Patient 59 hatte drei kleine Frakturen (zwei im Jahr 2011, eine 2012), die jedoch vom behandelnden Zahnarzt selbst mit einer Fraktur behoben werden konnten.

Patient 40 hatte im Jahr 2003 kleinere Sprünge in der Prothese, woraufhin ein Stahlunterbau der Prothese vorgenommen wurde. 2007 frakturierte der Steg regio 32/34 und 2010 frakturierte die Prothese regio 43/42. Beides wurde im Labor anschließend repariert. Patient 49 hatte einen Sprung im Steg regio 34.

Patient 3 (4 Implantate, Teleskoparbeit) hatte einen Sprung der Suprarekonstruktion sowohl in der Ober- als auch der Unterkieferprothese im Gingivabereich. Bei Patient 21 (4 Implantate, Teleskoparbeit) frakturierte die Prothese 2008, 2012 sowie 2015 jeweils

im dritten Quadranten. Bei Patient 64 (4 Implantate, Teleskoparbeit) fand 2015 im dritten Quadranten eine Bruchreparatur statt.

Patient 2 (6 Implantate, Stegprothese) hatte eine Fraktur regio 13 bis 15, die durch eine Politur ausgebessert werden konnte. Patient 21 (6 Implantate, Stegprothese) frakturierte die Prothese regio 26, dies musste im Labor behoben werden.

Patient 33 (6 Implantate, Stegprothese) frakturierte die Prothese binnen eines halben Jahres (2005) zwei Mal. Patient 34 regio 25, durch eine Politur konnte dies ausgebessert werden.

Patient 49 (6 Implantate, Stegprothese) frakturierte der Steg regio 24 distal. Der Steg wurde entfernt, anschließend unter Verwendung von Multiunitschutzkappen die Präparation aufgefrischt und der Steg zwei Tage später wiedereingegliedert. Patient 70 (6 Implantate, Stegprothese) hatte zwischen den Jahren 2004 bis 2015 insgesamt sechs Frakturen der Prothese, die im Labor behoben werden mussten.

Patient 56 (8 Implantate, Stegprothese) hatte eine Fraktur der Suprarekonstruktion acht Jahre nach Eingliederung ihres Zahnersatzes.

Ein Jahr und fünf Jahre nach Eingliederung des Zahnersatzes frakturierte dieser bei Patient 8 (kombiniert Zahn-Implantat getragener Zahnersatz) in der Unterkieferprothese. Patient 48, 55 und 59 (alle kombiniert Zahn-Implantat getragener Zahnersatz) frakturierte die Suprakonstruktion ebenfalls, alle Arbeiten mussten im Labor repariert werden.

Okklusalschraubenlockerung/-fraktur

Eine Okklusalschraubenfraktur fand sich bei Patient 49 (4 Implantate, Stegprothese, regio 42) und 56 (8 Implantate, Stegprothese). Diese wurden jeweils durch eine neue Schraube ersetzt.

Ebenso musste bei Patient 49 (4 Implantate, Stegprothese) nach Lockerung der Okklusalschrauben regio 32 und 42 jeweils zwei mal die Abutments nachgezogen werden bzw. durch neue Schrauben ersetzt werden; ebenso bei Patient 14 (2 Implantate, Stegprothese) und Patient 21 (6 Implantate, Stegprothese). Insgesamt können also drei Okklusalschraubenlockerungen festgehalten werden.

Retentionsverlust/Wechsel von Retentionsteilen

Retentionsverlust wurde bei insgesamt 17 Patienten notiert.

Bei den herausnehmbaren Arbeiten trat bei 14 Patienten ein Retentionsverlust auf: Patient 30 (4 Implantate, Kugelkopfprothese) wurden in den Jahren 2007, 2008, 2009, 2011 und 2012 die Druckknöpfe neu aktiviert und auch neue Matrizen eingearbeitet.

Bei Patient 31 (4 Implantate, Stegprothese) wurden drei Jahre nach der Belastung mit Zahnersatz Preci horics eingearbeitet. Bei Patient 49 (4 Implantate, Stegprothese) konnte die Friktion dadurch erhöht werden, dass der Stegreiter regio 35 mit einem speziellen Kunststoff aufgefüllt wurde. Bei Patient 50 (4 Implantate, Stegprothese) wurden im Labor Friktionsstifte eingearbeitet und ein Jahr später die Friktion nochmals durch Auflasern erhöht.

Bei Patient 21 (4 Implantate, Telekopkronenprothese) konnte klinisch kein Grund dafür gefunden werden, warum der Patient über Retentionsverlust bezüglich seiner Unterkieferprothese klagte.

Bei Patient 64 (2 Implantate, Locatorprothese) wurde ein Locatorgummiwechsel vorgenommen.

Therapiemaßnahme bei Patient 2 (6 Implantate, Stegprothese) war das Einarbeiten von Friktionsstiften, ebenso bei Patient 41, Patient 46 und Patient 70 (alle: 6 Implantate, Stegprothese). Bei Patient 70 wurde zusätzliche Retention durch Auflasern geschaffen. Ebenfalls aufgelasert wurde bei Patient 20 (6 Implantate, Stegprothese) und 21 (6 Implantate, Stegprothese im Oberkiefer). Bei Patient 23 (6 Implantate, Stegprothese) wurden Preci Horix eingearbeitet. Patient 10 (6 Implantate, Stegprothese) klagte über Retentionsverlust, jedoch war dies klinisch ohne Befund und die Arbeit wurde so belassen.

Die kombiniert Zahn-Implantat getragenen Arbeiten betreffend wurde bei drei Patienten ein Verlust der Retention diagnostiziert. Bei Patient 8, der mit Teleskopkronen versorgt wurde, konnte die Retention (der Retentionsverlust entstand durch Lockerung einer Teleskopkrone) nach Reparatur im Labor wiederhergestellt werden. Die Stegarbeit von Patient 44 wurde nach Bruch der Retention regio 32 ins Labor geschickt und dort repariert. Der Retentionsverlust bei Patient 61, der mit Locatoren versorgt wurde, wurde durch Druckknopfaktivierung behoben.

Das Auswechseln von Prothesenteilen wurde ausschließlich bei herausnehmbarem Zahnersatz schriftlich fixiert. Patient 62 (2 Implantate, Kugelkopfprothese) hatte als Therapiemaßnahme eine Druckknopfaktivierung erhalten. Ein Wechsel von Locatorgummis wurde vorgenommen bei Patient 15, 27, 47 (alle: 2 Implantate, Locatorprothese) sowie Patient 59 (4 Implantate, Locatorprothese). Neue Reiter wurden bei Patienten 39 und 40 (beide 4 Implantate und Stegversorgung) eingearbeitet.

Prothesenzahnfrakturen / Wechsel von Prothesenzähnen

Prothesenzahnfrakturen konnten festgestellt werden bei drei Patienten mit festsitzenden Arbeiten, drei Patienten mit kombiniert Zahn-Implantat getragenen Arbeiten und zehn Patienten mit herausnehmbaren Arbeiten.

Bei Patienten mit festsitzenden Arbeiten zeigten sich folgende Probleme: Bei Patient 26 musste die Front von 12 bis 22 im Labor repariert werden, da nach seiner Aussage, er „auf etwas Hartes“ gebissen hatte. Bei Patient 54 zunächst nur eine Frontzahnecke des Zahns 11 betroffen. Drei Jahre später brachen Stücke an 11, 21 und 22 weg. Drei Jahre nach Reparatur dieser musste auch der Zahn 12 im Labor repariert werden. Bei Patient 69 musste eine Ecke des Zahnes 32 repariert werden. Dies geschah im Jahr 2011 im zahntechnischen Labor: Nach abermaliger Fraktur 2013 wurde mit einer dreiflächigen Füllung nach Sandstrahlen und Bonding therapiert.

Auch die herausnehmbaren Arbeiten waren von Komplikationen hinsichtlich Prothesenzahnfrakturen betroffen. Patient 47 (2 Implantate, Locatorprothese) hatte 4 Jahre nach Einsetzen seiner Unterkieferprothese eine Fraktur an 33, die im Labor repariert wurde. 1 Jahr nach Einsetzen seiner Oberkieferprothese (4 Implantate, Locatorprothese) brach ein Stück an 11 sowie 22 weg. 8 Jahre nach dieser Reparatur frakturierte eine Ecke abermals an 22.

Patient 21 (4 Implantate, Teleskopkronenprothese) hatte im selben Jahr nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz eine Fraktur an 43, ein Jahr darauf eine Fraktur an 36. Beides wurde im Labor repariert.

Patient 20 (6 Implantate, Stegprothese) hatte einen feinen Haarriss an 25, der nicht therapiert werden musste sowie eine Fraktur an 24, die im Labor behoben wurde.

Patienten mit einer Versorgung mit 6 Implantaten und Stegarbeit hatten folgende Frakturen zu dokumentieren: Patient 21 an Zahn 21 sowie 24, Patient 41 an Zahn 11, Patient 70 an 11 sowie 21. Patient 49 hatte ein Jahr nach Belastung mit Zahnersatz eine Fraktur an 13, zwei Jahre nach Belastung mit Zahnersatz an 12 und im dritten Jahr an 21. All diese Frakturen wurden im Labor repariert.

Bei Patient 45 (6 Implantate, Teleskopkronenprothese) wurde ein feiner Haarriss an 14 poliert. Patient 56 hatte eine Fraktur an 11, die durch eine Füllung nach Sandstrahlen und Bonden behoben sowie eine Fraktur an 12, die im Labor ausgebessert wurde.

Bezüglich der kombiniert Zahn-Implantat getragenen Arbeiten kann folgendes festgehalten werden: Patient 8 hatte eine Reparatur an Zahn 38, nachdem die Prothese zuvor runtergefallen war. Außerdem frakturierte der Zahn 33 inzisal vier Jahre nach dem Beginn der Belastung mit Zahnersatz. Patient 12 hatte eine Fraktur an 21 sieben Jahre

nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz, die im Labor behoben wurde. Eine Fraktur des Zahnes 24 des Patienten 18 konnte durch eine Füllung nach Sandstrahlen und Bonden repariert werden.

Das Auswechseln von Prothesenzähnen musste bei Patienten mit feststehendem Zahnersatz nicht vorgenommen werden. Bei elf Patienten mit herausnehmbarem Zahnersatz wurde dieses Vorgehen dokumentiert, ebenso bei drei Patienten mit kombiniert Implantat-Zahn getragenen Zahnersatz.

Eine Remontage erfolgte bei Patient 62 (2 Implantate, Kugelkopfprothese) sowie bei Patient 9 (2 Implantate, Locatorprothese). Bei Patient 40 (4 Implantate, Stegarbeit) mussten die Prothesenzähne 42 und 43 im Labor ausgetauscht werden. Acht Jahre später erfolgte eine Remontage, da der Patient eine neue Unterkieferprothese wünschte. Patient 49 (4 Implantate, Stegversorgung) erhielt eine Neuaufstellung des Seitenzahnbereichs. Bei Patient 21 wurde sowohl die Oberkiefer- (6 Implantate, Stegarbeit) als auch die Unterkieferprothese (4 Implantate, Teleskoparbeit) im selben Jahr remontiert. Ebenfalls eine Neuaufstellung erhielten Patient 20 sowie Patient 49 und 51 (alle 6 Implantate und Stegarbeit). Letzterer erhielt eine Remontage noch im selben Jahr nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz und acht Jahre später abermals.

Patient 50 (6 Implantate, Stegversorgung) erhielt eine Umstellung der Front, zwei Jahre danach wurde der Prothesenzahn 12 ausgetauscht, wieder zwei Jahre darauf der Prothesenzahn 22 und daraufhin etwa drei Monate später der Prothesenzahn 21.

Bezüglich der kombiniert Zahn-Implantat getragenen Arbeiten erhielt Patient 44 sechs Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz eine Remontage, bei Patient 59 musste Prothesenzahn 21 ausgetauscht werden. Bei Patient 61 wurden massive Abrasionen der Zähne 33 und 34 festgestellt, diese Zähne wurden jedoch zum Zeitpunkt der Untersuchung noch nicht ausgetauscht.

Druckstellen

Druckstellen wurden bei 20 Patienten mit herausnehmbarem Zahnersatz und bei 6 Patienten mit kombiniert Implantat-Zahn getragenen Zahnersatz dokumentiert. Patient 62 (2 Implantate, Kugelkopfprothese) hatte im selben Jahr nach Eingliederung des Zahnersatzes sowie vier Jahre später eine Druckstelle regio 48. Zwei Jahre nach Eingliederung des Zahnersatzes wurde eine Druckstelle regio 38 dokumentiert. Bei Patienten 15, 24, 27, 47, 66 (alle: 2 Implantate, Locatorprothese) wurden im selben Jahr nach Beginn der Belastung mit der Locatorprothese Druckstellen dokumentiert. Meist lagen diese an den Tubern beidseits. Patient 47, 57, 60 (alle: 4 Implantate, Locatorversorgung) sowie Patient 31, 39 (4 Implantate, Stegversorgung), Patient 28, 64

(4 Implantate, Teleskopprothese) Patient 50 (6 Implantate, Stegarbeit), Patient 18 (kombiniert Zahn-Implantat getragene Arbeit) hatten im selben Jahr, in dem die Prothese zum ersten Mal eingesetzt wurde, eine Druckstelle.

Bei Patient 30 (4 Implantate, Locatorversorgung) wurden sieben Jahre nach Erhalt der Prothese eine Druckstelle regio 35, 36 und acht Jahre nach Erhalt der Prothese eine Druckstelle regio 41 gefunden.

Patient 59 (4 Implantate, Locatorprothese) hatte zwei Jahre nach Beginn der Belastung eine Druckstelle regio 31,42, vier Jahre nach Beginn der Belastung regio 46 und sieben Jahre nach Beginn der Belastung regio 38.

Patient 16 (4 Implantate, Stegprothese) hatte zwei Jahre nach Einsetzen der Prothese eine Druckstelle regio 32, ein Jahr danach regio 41, 42. Patient 49 (4 Implantate, Stegprothese) hatte noch im selben Jahr, in dem die Versorgung eingegliedert wurde, eine Druckstelle von 33 auf 43 sowie zwei Jahre später regio 46. Auch Patient 46 (6 Implantate, Stegprothese) hatte zwei Jahre nach dem Einsetzen der Arbeit Druckstellen regio 44. Bei Patient 51 (6 Implantate, Stegarbeit) wurde acht Jahre nach Eingliederung der Zahnprothese eine Druckstelle regio 14 diagnostiziert.

Auch bezüglich kombiniert Zahn-Implantat getragener Arbeiten wurden Druckstellen in den zugehörigen Karteikarten dokumentiert. Nach Eingliederung des Zahnersatzes hatte Patient 8 fünf Jahre nach Eingliederung des Zahnersatzes eine Druckstelle regio 37. Patient 18 hatte noch im selben Jahr, in dem er seine neue Prothese erhielt, eine Druckstelle regio 17/16, Patient 42 zwei Jahre nach Eingliederung des Zahnersatzes regio 24, Patient 59 zwei Jahre später regio 18, Patient 61 zwei Jahre später regio 35,36, Patient 68 drei Jahre später regio 36.

Unterfütterung

17 Arbeiten von Patienten mit herausnehmbaren und vier Arbeiten von Patienten mit kombiniert Zahn-Implantat getragenen Versorgungen wurden unterfüttert.

Patient 62 (2 Implantate, Kugelkopfprothese) erhielt vier und acht Jahre nach Eingliederung des Zahnersatzes eine Unterfütterung. Patient 47 (2 Implantate, Kugelkopfprothese) erhielt in etwa ein halbes Jahr nach Eingliederung eine Unterfütterung. Ebenso Patient 66 (2 Implantate, Kugelkopfprothese) ein halbes Jahr nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz.

Die Prothese von Patient 30 (4 Implantate, Kugelkopfprothese) wurde drei und sieben Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz unterfüttert, die von Patient 59 (4 Implantate, Locatorprothese) vier Jahre.

Patient 10 (4 Implantate, Stegprothese) erhielt drei Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz, Patient 19 (4 Implantate, Stegprothese) zwei Jahre danach und Patient 40 (4 Implantate, Stegprothese) sieben Jahre danach eine Unterfütterung. Die Prothese von Patient 49 (4 Implantate, Stegprothese) wurde ein Jahr nach Erhalt seiner Prothese unterfüttert, sechs Jahre später musste die Prothese drei mal teilunterfüttert werden.

Patient 3 (4 Implantate, Teleskopkronenprothese) erhielt eine Unterfütterung von sowohl Ober- als auch Unterkieferprothese zwei Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz. Patient 13 (4 Implantate, Teleskopkronenprothese) erhielt ein halbes Jahr nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz eine Unterfütterung.

Patient 10 (6 Implantate, Stegarbeit) erhielt nach drei, Patient 20 (6 Implantate, Stegarbeit) sowie Patient 70 (6 Implantate, Stegversorgung) nach fünf Jahren eine Unterfütterung. Die Stegprothese von Patient 34 (6 Implantate, Stegversorgung) wurde ein halbes Jahr nach Eingliederung unterfüttert.

12 Jahre nach Eingliederung mit Zahnersatz erhielt Patient 56 (8 Implantate, Stegversorgung) eine Unterfütterung.

Patient 43 und 44 (beide kombiniert Zahn-Implantat getragene Arbeiten) erhielten ein halbes Jahr nach Eingliederung mit Zahnersatz eine Unterfütterung. Die Prothese von Patient 59 (kombiniert Zahn-Implantat getragene Versorgung) wurde zwei Jahre nach Belastung mit Zahnersatz und die von Patient 42 (kombiniert Zahn-Implantat getragene Versorgung) sechs Jahre nach Belastung mit Zahnersatz unterfüttert.

Sonstiges

Unter dem Punkt „Sonstiges“ wurde unter anderem festgehalten: Korrosionsflocken auf metallischen Arbeiten, Veränderungen der Mundschleimhaut wie beispielsweise intraoraler Pilzbefall oder Aphthen, Politur scharfer Kanten, Herstellen einer Jig-Schiene aufgrund von Kiefergelenksbeschwerden sowie Wünsche von Patienten bezüglich ästhetischer Änderungen. Insbesondere bezüglich kombinierter Implantat-Zahn-getragener Arbeiten wurden endodontische Eingriffe sowie Stiftpräparationen notiert. Zahnextraktionen wurden bei den Patienten mit kombiniert Implantat-Zahn getragendem Zahnersatz festgehalten. Fünf Jahre nach Eingliederung seines Zahnersatzes erhielt Patient 42 erhielt eine Extraktion des Zahnes 24. Bei Patient 48 wurden zwei Jahre nach Beginn der Belastung mit Zahnersatz die Zähne 42, 41, 41, 32 extrahiert.

7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Balkendiagramm zur prozentualen Darstellung der Geschlechteranteile	37
Abbildung 2: Balkendiagramm zur Darstellung der prozentualen Anteile der Kiefer.....	38
Abbildung 3: Balkendiagramm zur übersichtlichen Darstellung der prozentualen Anteile der unterschiedlichen Versorgungsarten.....	38
Abbildung 4: Säulendiagramm zur Darstellung der prozentualen Anteile der unterschiedlichen Versorgungsarten; hierbei Aufteilung der Anteile der differnten herausnehmbaren Versorgungsungen.....	39
Abbildung 5: Säulendiagramm zur Darstellung der prozentualen Anteile der unterschiedlichen Versorgungsarten nach Geschlechteranteil.....	40
Abbildung 6: Kreisdiagramm bezüglich vorgenommener Augmentationen	41
Abbildung 7: Kreisdiagramm bezüglich durchgeführter einzeitiger bzw. zweizeitiger Augmentationen	41
Abbildung 8: Kreisdiagramm zur übersichtlichen Darstellung durchgeführter lateraler und vertikaler Augmentationen	42
Abbildung 9: Kreisdiagramm zur übersichtlichen Darstellung der Durchführung von absoluten vertikalen Augmentationen, lateralem und internem Lift	42
Abbildung 10: Kreisdiagramm zur übersichtlichen Darstellung der Verteilung von offenem und geschlossenem Vorgehen in der Einheilphase.....	43
Abbildung 11: Medianwerte des Knochenabbaus festsitzender Arbeiten im Verlauf der Zeit (Angabe in Zehntelmillimeter)	45
Abbildung 12: Medianwerte des Knochenabbaus herausnehmbarer Arbeiten im Verlauf der Zeit (Angabe in Zehntelmillimeter)	46
Abbildung 13: Medianwerte des Knochenabbaus kombiniert Zahn-Implantat getragener Arbeiten im Verlauf der Zeit (Angabe in Zehntelmillimeter)	47
Abbildung 14: Vergleich des Knochenabbaus festsitzender, herausnehmbarer und kombinierter Zahn-Implantat getragener Arbeiten im Verlauf der Zeit (Angabe in Zehntelmillimeter)	48
Abbildung 15: Balkendiagramm zur Darstellung der prozentualen Anteile des Eintretens von chirurgischen und prothetischen Ereignissen	50
Abbildung 16: Säulendiagramm zur Darstellung der prozentualen Anteile des Eintretens von chirurgischen und prothetischen Ereignissen nach Geschlechteranteil.....	51
Abbildung 17: Kreisdiagramm zur übersichtlichen Darstellung der Verteilung mechanischer und biologischer chirurgischer Ereignisse	52
Abbildung 18: Balkendiagramm zur übersichtlichen Darstellung der eingetretenen mechanischen Ereignisse nach Versorgungsart	53

Abbildung 19: Balkendiagramm zur übersichtlichen Darstellung der eingetretenen biologischen Ereignisse nach Versorgungsart	53
Abbildung 20: Kaplan-Meier-Analyse: Zeit bis zum Eintreten eines chirurgischen Ereignisses in Abhängigkeit vom Geschlecht (in Tagen).....	54
Abbildung 21: Kaplan-Meier-Analyse: Zeit bis zum Eintreten eines chirurgischen Ereignisses in Abhängigkeit von der Versorgungsart (in Tagen)	55
Abbildung 22: Kaplan-Meier-Analyse: Zeit bis zum Eintreten eines chirurgischen Ereignisses in Abhängigkeit der Implantatanzahl (in Tagen).....	57
Abbildung 23: Kaplan-Meier-Analyse: Zeit bis zum Eintreten eines chirurgischen Ereignisses in Abhängigkeit der Kieferlage (in Tagen).....	58
Abbildung 24: Balkendiagramm zur übersichtlichen Darstellung von eingetretenen prothetischen Ereignissen nach Versorgungsart.....	59
Abbildung 25: Kaplan-Meier-Analyse: Zeit bis zum Eintreten eines prothetischen Ereignisses in Abhängigkeit vom Geschlecht (in Tagen).....	60
Abbildung 26: Kaplan-Meier-Analyse: Zeit bis zum Eintreten eines prothetischen Ereignisses in Abhängigkeit der Versorgungsart (in Tagen).....	61
Abbildung 27: Kaplan-Meier-Analyse: Zeit bis zum Eintreten eines prothetischen Ereignisses in Abhängigkeit der Implantatanzahl (in Tagen).....	62
Abbildung 28: Kaplan-Meier-Analyse: Zeit bis zum Eintreten eines prothetischen Ereignisses in Abhängigkeit der Kieferlage (in Tagen).....	63
Abbildung 29: Kaplan-Meier-Analyse: Zeit bis zum Eintreten eines chirurgischen/prothetischen Ereignisses in Abhängigkeit der Versorgungsart (in Tagen)	64
Abbildung 30: Auswertung der Fragebogenskala bezüglich "Halt", Angabe der Medianwerte mit 25% und 75% Perzentilen.....	66
Abbildung 31: Auswertung der Fragebogenskala bezüglich "Kauleistung", Angabe der Medianwerte mit 25% und 75% Perzentilen.....	67
Abbildung 32: Auswertung der Fragebogenskala bezüglich "Geschmacksempfinden", Angabe der Medianwerte mit 25% und 75% Perzentilen.....	68
Abbildung 33: Auswertung der Fragebogenskala bezüglich "Sprechen", Angabe der Medianwerte mit 25% und 75% Perzentilen.....	69
Abbildung 34: Auswertung der Fragebogenskala bezüglich "Pflegetbarkeit", Angabe der Medianwerte mit 25% und 75% Perzentilen.....	70
Abbildung 35: Auswertung der Fragebogenskala bezüglich "Ästhetik", Angabe der Medianwerte mit 25% und 75% Perzentilen.....	71
Abbildung 36: Auswertung der Fragebogenskala bezüglich "Allgemeiner Zufriedenheit", Angabe der Medianwerte mit 25% und 75% Perzentilen.....	72
Abbildung 37: Auswertung der Fragebogenskala bezüglich "Allgemeinen Zufriedenheit" hinsichtlich der Kieferlage, Angabe der Medianwerte mit 25% und 75% Perzentilen	73

Abbildung 38: Vergleich des Mittelwerts der einzelnen Fragebogenpunkte mit dem
Mittelwert der Frage der "Allgemeinen Zufriedenheit" hinsichtlich der
Versorgungsart74

8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Tabellarischer Überblick über die Anzahl der unterschiedlichen Versorgungsarten	29
Tabelle 2: Tabellarischer Überblick über die Anzahl aller herausnehmbarer Versorgungsarten bezüglich der exakten Kieferanzahl	29
Tabelle 3: Anzahl der verschiedenen Implantattypen	30
Tabelle 4: Deskriptive Statistik des Knochenabbaus ab dem Zeitpunkt der Zahnersatzeingliederung	44
Tabelle 5: Vergleich von Studien hinsichtlich Implantatüberlebensraten	90
Tabelle 6: Vergleich des Durchschnittsalters und der Teilnehmeranzahl mit anderen Studien	101
Tabelle 7: Patientenalter und Geschlechterverteilung bei der vorliegenden Nachuntersuchung.....	133

9 Literatur

1. Brown DW. Complete edentulism prior to the age of 65 years is associated with all-cause mortality. *Journal of public health dentistry* 2009; 69: 260–266
2. Felton DA. Edentulism and comorbid factors. *Texas dental journal* 2010; 127: 389–401
3. Shimazaki Y, Soh I, Koga T, Miyazaki H, Takehara T. Risk factors for tooth loss in the institutionalised elderly; a six-year cohort study. *Community dental health* 2003; 20: 123–127
4. Bull R, Rumsey N. *The Social psychology of facial appearance*. New York: Springer-Verlag, 1988
5. Al-Sabbagh M. Implants in the esthetic zone. *Dental clinics of North America* 2006; 50: 391-407, vi
6. Belser UC, Schmid B, Higginbottom F, Buser D. Outcome analysis of implant restorations located in the anterior maxilla. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 2004; 19 Suppl: 30–42
7. Heydecke G. Patientenzufriedenheit als Ergebnisgröße in klinischen Studien zur Mundgesundheit. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*; 2002: 330–336
8. Langer A., Michman J., Seifert I. Factors influencing satisfaction with complete denture in geriatric patients. *J Prosthet Dent*; 1961: 1019–1031
9. Watzek G, Matejka M. *Der zahnlose Unterkiefer*. Vienna: Springer Vienna, 1988
10. Pjetursson BE, Brägger U, Lang NP, Zwahlen M. Comparison of survival and complication rates of tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs) and implant-supported FDPs and single crowns (SCs). *Clinical oral implants research* 2007; 18 Suppl 3: 97–113
11. Able FB, Mattias Sartori IA de, Thomé G, Moreira Melo AC. Retrospective, cross-sectional study on immediately loaded implant-supported mandibular fixed complete-arch prostheses fabricated with the passive fit cementation technique. *The Journal of prosthetic dentistry* 2018; 119: 60–66
12. Christian Ebel. *Der Einfluss des Implantatlagers auf die Erfolgsquote enossaler Implantate – Eine Nachuntersuchung des betreffenden Patientenkollektivs mit BoneLock®-Implantaten an der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Universität Würzburg*. Würzburg, Mai 2006
13. Georg Watzek, Rudolf Fürhauser, Georg Mailath-Pokorny. Zahnärztliche Implantate. In: Schwenzer N, Ehrenfeld M, Eckelt U (Hrsg.). *Zahnärztliche Chirurgie*. s.l.: Thieme, 2009: 227–273

14. Georg Watzek, Rudolf Fürhauser, Georg Mailath-Pokorny. Zahnärztliche Implantate. In: Schwenzer N, Ehrenfeld M, Eckelt U (Hrsg.). Zahnärztliche Chirurgie. s.l.: Thieme, 2009: 227–273
15. Sabine Tänzer. Die Entwicklung der zahnärztlichen Implantologie von 1930-1994. München, 27.10.1998
16. M. Botot. LETTRE A MESSIEURS LES AUTELRS DU JOURNAL. Le Journal des Scavans pour l'année M. DCC. LXXII. Janvier A Paris, chez Lacombe, Libraire, rue Christine.: 493
17. Pfaff P. Abhandlung von den Zaehnen des menschlichen Koerpers und deren Krankheiten. Berlin: Haude und Spener, 1999
18. Mitscherlich A. Langenbecks Arch. Chir. 4. Langenbecks Arch. Chir. 4 1863: 375–417
19. Brånemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindström J, Ohlsson A. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. Scandinavian journal of plastic and reconstructive surgery 1969; 3: 81–100
20. Adell R, Eriksson B, Lekholm U, Brånemark PI, Jemt T. Long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. The International journal of oral & maxillofacial implants 1990; 5: 347–359
21. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. International journal of oral surgery 1981; 10: 387–416
22. Weber T. Memorix Zahnmedizin. Stuttgart [u.a.]: Thieme, 2010
23. Albrektsson T, Zarb G. The Brånemark osseointegrated implant. Chicago u.a.: Quintessence Publ. Co, 1989
24. Buser D, Dahlin C, Schenk R. Guided bone regeneration in implant dentistry. Chicago u.a.: Quintessence Publ, 1994
25. Kruse Gujer, A (Hrsg.). Facharztwissen Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. Berlin: Springer, 2013
26. Spiekermann H, Donath K, Rateitschak K-H. Implantologie. Stuttgart: Thieme, 1994
27. Cacaci C. Orale Implantologie. Stuttgart: Thieme, 2006
28. Konsensuskonferenz Implantologie. Indikationsklassen für Implantatversorgung zur Regelversorgung. <https://www.konsensuskonferenz-implantologie.eu/indikationsklassen-fuer-implantatversorgung-zur-regelversorgung/> (letzter Zugriff am: 06.12.2017)
29. Nikolovska J, Petrovski D, Petricevic N, Kapusevska B, Korunoska-Stevkovska V. Overdentures on Implants for Better Quality of Life Among the Fully Edentulous Patients - Case Reports. Prilozi (Makedonska akademija na naukite i umetnostite. Oddelenie za medicinski nauki) 2015; 36: 225–234

30. Ernst N, Sachse C, Raguse JD, Stromberger C, Nelson K, Nahles S. Changes in Peri-Implant Bone Level and Effect of Potential Influential Factors on Dental Implants in Irradiated and Nonirradiated Patients Following Multimodal Therapy Due to Head and Neck Cancer: A Retrospective Study. *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 2016
31. Wittneben J-G, Millen C, Brägger U. Clinical performance of screw- versus cement-retained fixed implant-supported reconstructions--a systematic review. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 2014; 29 Suppl: 84–98
32. Scherer MD, McGlumphy EA, Seghi RR, Campagni WV. Comparison of retention and stability of two implant-retained overdentures based on implant location. *J Prosthet Dent* 2014; 112: 515–521
33. Anas El-Wegoud M, Fayyad A, Kaddah A, Nabhan A. Bar versus ball attachments for implant-supported overdentures in complete edentulism. *Clinical implant dentistry and related research* 2017
34. Weber H, Setz J. Teilprothetik. In: Gernet W, Biffar R, Schwenzer N, Ehrenfeld M (Hrsg.). *Zahnärztliche Prothetik*. s.l.: Georg Thieme Verlag KG, 2011
35. Klaus Ludwig, Heike Hartfil, Matthias Kern. Untersuchung zum Verschleißverhalten von Kugelkopfattachments. *Quintessenz Zahntech* 31; 2005: 1074–1083
36. Schneider AL, Kurtzman GM. Bar overdentures utilizing the Locator attachment. *General dentistry* 2001; 49: 210–214
37. Stephens GJ, Di Vitale N, O'Sullivan E, McDonald A. The influence of interimplant divergence on the retention characteristics of locator attachments, a laboratory study. *Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists* 2014; 23: 467–475
38. Pospiech P. Die prophylaktisch orientierte Versorgung mit Teilprothesen. s.l.: Thieme, 2002
39. Richter E-J. Implantatprothetik. In: Gernet W, Biffar R, Schwenzer N, Ehrenfeld M (Hrsg.). *Zahnärztliche Prothetik*. s.l.: Georg Thieme Verlag KG, 2011
40. Richter E-J. Implantatprothetik. In: Gernet W, Biffar R, Schwenzer N, Ehrenfeld M (Hrsg.). *Zahnärztliche Prothetik*. s.l.: Georg Thieme Verlag KG, 2011: 117
41. Lang, NP (Hrsg.). *Proceedings of the 1st European Workshop on Periodontology*. London, Berlin, Chicago, São Paulo, Tokyo, Moscow, Prague, Warsaw: Quintessence Publ, 1994
42. Renvert S, Polyzois I. Risk indicators for peri-implant mucositis. *Journal of clinical periodontology* 2015; 42 Suppl 16: S172-86

43. Heitz-Mayfield LJA. Peri-implant diseases. *Journal of clinical periodontology* 2008; 35: 292–304
44. Reiner Biffar, Thomas Klinke, Torsten Mundt, Florian Mack. Nachsorge. In: Gernet W, Biffar R, Schwenzer N, Ehrenfeld M (Hrsg.). *Zahnärztliche Prothetik*. s.l.: Georg Thieme Verlag KG, 2011: 242–253
45. Lin G-H, Kapila Y, Wang H-L. Parameters to Define Peri-implantitis. *The Journal of oral implantology* 2017
46. Karoussis IK, Salvi GE, Heitz-Mayfield LJA, Brägger U, Hämmerle CHF, Lang NP. Long-term implant prognosis in patients with and without a history of chronic periodontitis. *Clinical oral implants research* 2003; 14: 329–339
47. Rocuzzo M, Bonino L, Dalmasso P, Aglietta M. Long-term results of a three arms prospective cohort study on implants in periodontally compromised patients. *Clinical oral implants research* 2014; 25: 1105–1112
48. Valente NA, Andreana S. Peri-implant disease. *Journal of periodontal & implant science* 2016; 46: 136–151
49. Strub JR, Gerds T. Fracture strength and failure mode of five different single-tooth implant-abutment combinations. *The International journal of prosthodontics* 2003; 16: 167–171
50. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JYK. Clinical complications with implants and implant prostheses. *The Journal of prosthetic dentistry* 2003; 90: 121–132
51. Neumann EAF, Villar CC, França FMG. Fracture resistance of abutment screws made of titanium, polyetheretherketone, and carbon fiber-reinforced polyetheretherketone. *Brazilian oral research* 2014; 28
52. Nergiz I, Schmage P, Shahin R. Removal of a fractured implant abutment screw. *J Prosthet Dent* 2004; 91: 513–517
53. Balshi TJ. An analysis and management of fractured implants. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 1996; 11: 660–666
54. Sánchez-Pérez A, Moya-Villaescusa MJ, Jornet-García A, Gomez S. Etiology, risk factors and management of implant fractures. *Medicina oral, patología oral y cirugía bucal* 2010; 15: e504-8
55. Gargallo Albiol J, Satorres-Nieto M, Puyuelo Capablo JL, Sánchez Garcés MA, Pi Urgell J, Gay Escoda C. Endosseous dental implant fractures. *Medicina oral, patología oral y cirugía bucal* 2008; 13: E124-8
56. Kunzelmann K-H. *Vollkeramik auf einen Blick*. Ettlingen: Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde, 2006

57. Hämmerle CH, Wagner D, Brägger U, et al. Threshold of tactile sensitivity perceived with dental endosseous implants and natural teeth. *Clinical oral implants research* 1995; 6: 83–90
58. Jacobs R, van Steenberghe D. Comparison between implant-supported prostheses and teeth regarding passive threshold level. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 1993; 8: 549–554
59. Richter E-J. Implantatprothetik. In: Gernet W, Biffar R, Schwenzer N, Ehrenfeld M (Hrsg.). *Zahnärztliche Prothetik*. s.l.: Georg Thieme Verlag KG, 2011: 92
60. Awad MA, Lund JP, Dufresne E, Feine JS. Comparing the efficacy of mandibular implant-retained overdentures and conventional dentures among middle-aged edentulous patients. *The International journal of prosthodontics* 2003; 16: 117–122
61. Kern J-S, Kern T, Wolfart S, Heussen N. A systematic review and meta-analysis of removable and fixed implant-supported prostheses in edentulous jaws. *Clinical oral implants research* 2016; 27: 174–195
62. Krennmair G, Seemann R, Schmidinger S, Ewers R, Piehslinger E. Clinical outcome of root-shaped dental implants of various diameters. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 2010; 25: 357–366
63. Romeo E, Lops D, Margutti E, Ghisolfi M, Chiapasco M, Vogel G. Long-term survival and success of oral implants in the treatment of full and partial arches. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 2004; 19: 247–259
64. Sadowsky SJ. Treatment considerations for maxillary implant overdentures. *The Journal of prosthetic dentistry* 2007; 97: 340–348
65. Berglundh T, Persson L, Klinge B. A systematic review of the incidence of biological and technical complications in implant dentistry reported in prospective longitudinal studies of at least 5 years. *Journal of clinical periodontology* 2002; 29 Suppl 3: 197-212; discussion 232-233
66. Goodacre C, Goodacre B. Fixed vs removable complete arch implant prostheses. *European journal of oral implantology* 2017; 10 Suppl 1: 13–34
67. Heydecke G, Boudrias P, Awad MA, Albuquerque RF de, Lund JP, Feine JS. Within-subject comparisons of maxillary fixed and removable implant prostheses. *Clinical oral implants research* 2003; 14: 125–130
68. Zou D, Wu Y, Huang W, et al. A 3-year prospective clinical study of telescopic crown, bar, and locator attachments for removable four implant-supported maxillary overdentures. *The International journal of prosthodontics* 2013; 26: 566–573

69. Seo Y-H, Bae E-B, Kim J-W, et al. Clinical evaluation of mandibular implant overdentures via Locator implant attachment and Locator bar attachment. *The journal of advanced prosthodontics* 2016; 8: 313–320
70. Krennmair G, Seemann R, Fazekas A, Ewers R, Piehslinger E. Patient preference and satisfaction with implant-supported mandibular overdentures retained with ball or locator attachments. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 2012; 27: 1560–1568
71. Schwarz S, Bernhart G, Hassel AJ, Rammelsberg P. Survival of double-crown-retained dentures either tooth-implant or solely implant-supported. *Clinical implant dentistry and related research* 2014; 16: 618–625
72. Rammelsberg P, Schwarz S, Schroeder C, Bermejo JL, Gabbert O. Short-term complications of implant-supported and combined tooth-implant-supported fixed dental prostheses. *Clinical oral implants research* 2013; 24: 758–762
73. Simonis P, Dufour T, Tenenbaum H. Long-term implant survival and success. *Clinical oral implants research* 2010; 21: 772–777
74. Pjetursson BE, Thoma D, Jung R, Zwahlen M, Zembic A. A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDPs) after a mean observation period of at least 5 years. *Clinical oral implants research* 2012; 23 Suppl 6: 22–38
75. Kim H-Y, Lee J-Y, Shin S-W, Bryant SR. Attachment systems for mandibular implant overdentures. *The journal of advanced prosthodontics* 2012; 4: 197–203
76. Zou D, Wu Y, Huang W, Zhang Z, Zhang Z. A 5- to 8-year retrospective study comparing the clinical results of implant-supported telescopic crown versus bar overdentures in patients with edentulous maxillae. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 2013; 28: 1322–1330
77. Krennmair G, Piehslinger E. Removable implant-supported maxillary prostheses anchored on milled bars. *The International journal of prosthodontics* 2009; 22: 576–578
78. Raghoobar GM, Meijer HJA, Slot W, Slater JJR, Vissink A. A systematic review of implant-supported overdentures in the edentulous maxilla, compared to the mandible. *European journal of oral implantology* 2014; 7 Suppl 2: S191-201
79. Conrad HJ, Jung J, Barczak M, Basu S, Seong W-J. Retrospective cohort study of the predictors of implant failure in the posterior maxilla. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 2011; 26: 154–162
80. Brägger U, Karoussis I, Persson R, Pjetursson B, Salvi G, Lang N. Technical and biological complications/failures with single crowns and fixed partial dentures on implants. *Clinical oral implants research* 2005; 16: 326–334

81. Heydecke G, Zwahlen M, Nicol A, et al. What is the optimal number of implants for fixed reconstructions. *Clinical oral implants research* 2012; 23 Suppl 6: 217–228
82. Papaspyridakos P, Barizan Bordin T, Kim Y-J, et al. Implant survival rates and biologic complications with implant-supported fixed complete dental prostheses. *Clinical oral implants research* 2018
83. Roos-Jansåker AM, Lindahl C, Renvert H, Renvert S. Nine- to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part I. *Journal of clinical periodontology* 2006; 33: 283–289
84. Richter, E.J. & Knapp, W. Auf zwei Eckzahnimplantaten abgestützte Oberkiefer-Coverdentureprothesen. *Implantologie* 2010: 165–174
85. Schley, J.S., Terheyden, H., Wolfart, S., Boehme, P., Gómez-Róman, G., Keese, E., Kern, M., Pilgrim, C., Reinhardt, S., Weber, A. & Schütte, U. Implantatprothetische Versorgung des zahnlosen Oberkiefers - S3 Leitlinie.
http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/083-010I_S3_Implantatprothetische-Versorgung_zahnloser-Oberkiefer_2017-03.pdf (letzter Zugriff am: 08.05.2018)
86. Lambert FE, Weber H-P, Susarla SM, Belser UC, Gallucci GO. Descriptive analysis of implant and prosthodontic survival rates with fixed implant-supported rehabilitations in the edentulous maxilla. *Journal of periodontology* 2009; 80: 1220–1230
87. Engquist B, Astrand P, Anzén B, et al. Simplified methods of implant treatment in the edentulous lower jaw. *Clinical implant dentistry and related research* 2005; 7: 95–104
88. Cibirka RM, Nelson SK, Lang BR, Rueggeberg FA. Examination of the implant-abutment interface after fatigue testing. *The Journal of prosthetic dentistry* 2001; 85: 268–275
89. Santos MDB, Pfeifer AB, Silva MRP, Sendyk CL, Sendyk WR. Fracture of abutment screw supporting a cemented implant-retained prosthesis with external hexagon connection. *Journal of applied oral science : revista FOB* 2007; 15: 148–151
90. Eliasson A, Eriksson T, Johansson A, Wennerberg A. Fixed partial prostheses supported by 2 or 3 implants. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 2006; 21: 567–574
91. Kreissl ME, Gerds T, Muche R, Heydecke G, Strub JR. Technical complications of implant-supported fixed partial dentures in partially edentulous cases after an average observation period of 5 years. *Clinical oral implants research* 2007; 18: 720–726
92. Stimmelmayer M, Güth J-F, Erdelt K, Happe A, Schlee M, Beuer F. Clinical study evaluating the discrepancy of two different impression techniques of four implants in an edentulous jaw. *Clinical oral investigations* 2013; 17: 1929–1935
93. Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D, Güth J-F. Implant Impression Techniques for the Edentulous Jaw. *Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists* 2016; 25: 146–150

94. Weinländer M, Piehslinger E, Krennmair G. Removable implant-prosthetic rehabilitation of the edentulous mandible. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 2010; 25: 589–597
95. Krennmair G, Sütö D, Seemann R, Piehslinger E. Removable four implant-supported mandibular overdentures rigidly retained with telescopic crowns or milled bars. *Clinical oral implants research* 2012; 23: 481–488
96. Papaspyridakos P, Chen C-J, Chuang S-K, Weber H-P, Gallucci GO. A systematic review of biologic and technical complications with fixed implant rehabilitations for edentulous patients. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 2012; 27: 102–110
97. Walton JN, Ruse ND. In vitro changes in clips and bars used to retain implant overdentures. *The Journal of prosthetic dentistry* 1995; 74: 482–486
98. Ortorp A, Jemt T. Early laser-welded titanium frameworks supported by implants in the edentulous mandible. *Clinical implant dentistry and related research* 2009; 11: 311–322
99. ELsyad MA. Prosthetic aspects and patient satisfaction with resilient liner and clip attachments for bar- and implant-retained mandibular overdentures. *The International journal of prosthodontics* 2012; 25: 148–156
100. Katsoulis J, Brunner A, Mericske-Stern R. Maintenance of implant-supported maxillary prostheses. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 2011; 26: 648–656
101. ELsyad MA, Soliman TA, Khalifa AK. Retention and Stability of Rigid Telescopic and Milled Bar Attachments for Implant-Supported Maxillary Overdentures. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 2018
102. Rentsch-Kollar A, Huber S, Mericske-Stern R. Mandibular implant overdentures followed for over 10 years. *The International journal of prosthodontics* 2010; 23: 91–98
103. Setz J, Körber E. Totalprothetik. In: Gernet W, Biffar R, Schwenzer N, Ehrenfeld M (Hrsg.). *Zahnärztliche Prothetik*. s.l.: Georg Thieme Verlag KG, 2011: 166–186
104. Visser A, Meijer HJA, Raghoobar GM, Vissink A. Implant-retained mandibular overdentures versus conventional dentures. *The International journal of prosthodontics* 2006; 19: 271–278
105. Geckili O, Cilingir A, Erdogan O, et al. The influence of momentary retention forces on patient satisfaction and quality of life of two-implant-retained mandibular overdenture wearers. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 2015; 30: 397–402
106. Bryant SR, Walton JN, MacEntee MI. A 5-year randomized trial to compare 1 or 2 implants for implant overdentures. *Journal of dental research* 2015; 94: 36–43

107. Chacon GE, Stine EA, Larsen PE, Beck FM, McGlumphy EA. Effect of alendronate on endosseous implant integration. *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 2006; 64: 1005–1009
108. Holzinger D, Seemann R, Matoni N, Ewers R, Millesi W, Wutzl A. Effect of dental implants on bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaws. *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 2014; 72: 1937.e1-8
109. Linden MSS, Bittencourt MEd, Carli JPD, et al. The effects of subcutaneous injection of nicotine on osseointegration of machined and anodized implants in rabbits. *Acta cirurgica brasileira* 2018; 33: 31–39
110. Margonar R, Sakakura CE, Holzhausen M, Pepato MT, Alba jRC, Marcantonio jE. The influence of diabetes mellitus and insulin therapy on biomechanical retention around dental implants. *Implant dentistry* 2003; 12: 333–339
111. Ormianer Z, Block J, Matalon S, Kohen J. The Effect of Moderately Controlled Type 2 Diabetes on Dental Implant Survival and Peri-implant Bone Loss. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 2018; 33: 389–394
112. Cordioli G, Mazzocco C, Schepers E, Brugnolo E, Majzoub Z. Maxillary sinus floor augmentation using bioactive glass granules and autogenous bone with simultaneous implant placement. Clinical and histological findings. *Clinical oral implants research* 2001; 12: 270–278
113. Georg Watzek, Rudolf Fürhauser, Georg Mailath-Pokorny. *Zahnärztliche Implantate*. In: Schwenzer N, Ehrenfeld M, Eckelt U (Hrsg.). *Zahnärztliche Chirurgie*. s.l.: Thieme, 2009: 227–273
114. Raghoobar GM, Timmenga NM, Reintsema H, Stegenga B, Vissink A. Maxillary bone grafting for insertion of endosseous implants. *Clinical oral implants research* 2001; 12: 279–286
115. Visser A, Stellingsma C, Raghoobar GM, Meijer HJ, Vissink A. A 15-Year Comparative Prospective Study of Surgical and Prosthetic Care and Aftercare of Overdenture Treatment in the Atrophied Mandible. *Clinical implant dentistry and related research* 2016; 18: 1218–1226
116. Borba M, Deluiz D, Lourenço EJV, Oliveira L, Tannure PN. Risk factors for implant failure. *Brazilian oral research* 2017; 31: e69
117. Slot W, Raghoobar GM, Vissink A, Huddleston Slater JJ, Meijer HJA. A systematic review of implant-supported maxillary overdentures after a mean observation period of at least 1 year. *Journal of clinical periodontology* 2010; 37: 98–110

118. Cehreli MC, Karasoy D, Kökat AM, Akça K, Eckert S. A systematic review of marginal bone loss around implants retaining or supporting overdentures. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 2010; 25: 266–277
119. Takemae R, Uemura T, Okamoto H, et al. Changes in mental health and quality of life with dental implants as evaluated by General Health Questionnaire (GHQ) and Health Utilities Index (HUI). *Environmental health and preventive medicine* 2012; 17: 463–473
120. Smith DE, Zarb GA. Criteria for success of osseointegrated endosseous implants. *The Journal of prosthetic dentistry* 1989; 62: 567–572
121. Schnitman PA, Shulman LB. Recommendations of the consensus development conference on dental implants. *Journal of the American Dental Association (1939)* 1979; 98: 373–377
122. Bowling A, Rowe G, Lambert N, et al. The measurement of patients' expectations for health care. *Health technology assessment (Winchester, England)* 2012; 16: i-xii, 1-509
123. McGrath C, Bedi R. Population based norming of the UK oral health related quality of life measure (OHQoL-UK). *British dental journal* 2002; 193: 521-4; discussion 517
124. Adler L, Liedholm E, Silvegren M, Modin C, Buhlin K, Jansson L. Patient satisfaction 8-14 years after dental implant therapy - a questionnaire study. *Acta odontologica Scandinavica* 2016; 74: 423–429
125. Schneller T, Bauer R, Micheelis W. *Psychologische Aspekte bei der zahnprothetischen Versorgung*. Köln: Dt. Ärzte-Verl., 1992
126. Preciado A, Del Río J, Lynch CD, Castillo-Oyagüe R. A new, short, specific questionnaire (QoLIP-10) for evaluating the oral health-related quality of life of implant-retained overdenture and hybrid prosthesis wearers. *Journal of dentistry* 2013; 41: 753–763
127. Hof M, Tepper G, Semo B, Arnhart C, Watzek G, Pommer B. Patients' perspectives on dental implant and bone graft surgery. *Clinical oral implants research* 2014; 25: 42–45
128. Pisani M, Bedos C, da Silva CHL, Fromentin O, Albuquerque RF de. A Qualitative Study on Patients' Perceptions of Two Types of Attachments for Implant Overdentures. *The Journal of oral implantology* 2017; 43: 476–481

10 Danksagung

Ich möchte mich herzlich bei meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Michael Stimmelmayer für die Überlassung des Themas bedanken. Ihm gilt zudem mein ganz besonderer Dank, da er während der ganzen Zeit für alle Fragen offen war und mit konstruktiver Kritik maßgeblich zum Erfolg der Arbeit beitrug.

Bei Herrn Dr. Kurt Erdelt bedanke ich mich für die außerordentlich hilfreichen Ratschläge und Anregungen bei der statistischen Auswertung.

Natürlich gebührt der größte Dank meinen Eltern, die mich in allen Lebenslagen unterstützen, immer wieder liebevoll motivieren und die mir erst meine berufliche Ausbildung ermöglicht haben. Ihnen ist diese Arbeit gewidmet.

Außerdem möchte ich mich bei meiner lieben Gerti bedanken, die mich während der gesamten Dissertation unermüdlich angespornt und ermutigt hat und mir stets mit guten Ratschlägen zur Seite stand.

Ein besonders großes Dankeschön gilt meinen Freundinnen Caro, Franzi und Carina, ohne die mein gesamtes Studium nicht halb so viel Spaß gemacht hätte.

Zum Schluss möchte ich meinem Bruder Richard danken, der mir immer wieder mit unerschöpflicher Geduld hilfreich zur Seite steht.

11 Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Titel „Vergleich und Nachuntersuchung von feststehendem versus herausnehmbarem Implantat getragenen Zahnersatz zahnloser Patienten und kombinierter Zahn-Implantat getragener Arbeiten“ selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe. Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

Furth im Wald, 03.01.2021

Kraus, Veronika

Ort, Datum

Name, Vorname