

Patientenbezogene Analyse der Überlebenszeit und des prothetischen Nachsorgebedarfes von implantatgestütztem Zahnersatz

Inauguraldissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin

des Fachbereichs Medizin

der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Karina Rudel

aus Gießen

Gießen 2011

Aus dem Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik

Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH, Standort Gießen

Direktor: Prof. Dr. B. Wöstmann

Gutachter: Prof. Dr. B. Wöstmann

Gutachter: Frau PD Dr. Dr. H. Schaaf

Tag der Disputation: 09.05.2012

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

Ort, Datum

Karina Rudel

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
2	Ziel der Arbeit	8
3	Fragestellung	9
4	Literaturübersicht	10
4.1	Implantatgestützter Zahnersatz	10
4.2	Langzeiterfolg von implantatgestütztem Zahnersatz	14
4.2.1	Langzeiterfolg von Implantaten	18
4.3	Technische und biologische Komplikationen und prothetischer Nachsorgebedarf bei implantatgestütztem Zahnersatz und Implantaten.....	20
4.3.1	Festsitzender implantatgestützter Zahnersatz	20
4.3.2	Herausnehmbarer implantatgestützter Zahnersatz	24
4.3.3	Biologische und technische Komplikationen seitens der Implantate.....	29
5	Material und Methode	32
5.1	Patientengut.....	32
5.2	Datenerfassung.....	34
5.3	Datenermittlung und Definition der Zielereignisse	35
6	Ergebnisse	37
6.1	Deskriptive allgemeine Daten.....	37
6.2	Deskriptive Daten zu prothetischen Nachsorgemaßnahmen und Komplikationen	44
6.2.1	Prothetische Nachsorgemaßnahmen und Komplikationen seitens der Suprakonstruktionen und der Implantate.....	45
6.3	Überlebenswahrscheinlichkeit aller implantatgestützter Suprakonstruktionen	53
6.3.1	Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Versorgungsart.....	56
6.3.2	Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von dem Patientengeschlecht.....	58
6.3.3	Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Lokalisation der Versorgung ...	60
6.3.4	Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Gegenbezahnung	62
6.3.5	Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Recallteilnahme	64
6.3.6	Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von zuvor durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahmen	66
6.4	Berechnung der Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme	68
6.4.1	Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von der Versorgungsart.....	70

6.4.2	Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von der Gegenbezahnung.....	73
6.4.3	Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von dem Patientengeschlecht, der Lokalisation der Versorgung und der Recallteilnahme	75
7	Diskussion.....	76
7.1	Methodenkritik.....	76
7.2	Ergebniskritik.....	78
7.2.1	Prothetische Nachsorgemaßnahmen und Komplikationen seitens der Implantate und der Suprakonstruktionen.....	78
7.3	Überlebenswahrscheinlichkeit aller implantatgestützter Zahnersatzarten.....	91
7.3.1	Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Versorgungsart.....	93
7.3.2	Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von dem Patientengeschlecht.....	95
7.3.3	Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Lokalisation	95
7.3.4	Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Gegenbezahnung	96
7.3.5	Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Recallteilnahme	97
7.3.6	Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von zuvor durchgeführten Nachsorgemaßnahmen.....	97
7.4	Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme.....	98
7.4.1	Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von der Versorgungsart.....	99
7.4.2	Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von der Gegenbezahnung.....	100
7.4.3	Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von dem Patientengeschlecht, der Lokalisation der Versorgung und der Recallteilnahme	102
8	Schlussfolgerung.....	103
9	Zusammenfassung.....	104
9.1	Summary	106
10	Literaturverzeichnis	108
11	Anhang.....	119
11.1	Tabellenverzeichnis	122
11.2	Abbildungsverzeichnis.....	123
	Danksagung.....	125
	Lebenslauf.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.

1 Einleitung

Eines der wesentlichen Ziele in der heutigen Zahnheilkunde ist der lebenslange Erhalt einer möglichst vollständigen natürlichen Bezahnung. Dennoch besteht trotz eines allgemein zu verzeichnenden Rückgangs des Zahnverlustes eine immer noch hohe Prävalenz fehlender Zähne bei steigender Lebenserwartung der Bevölkerung. Die häufigsten Ursachen für Zahnverlust sind laut einer aktuellen Studie von *Glockmann et al.*³⁷ nach wie vor Karies (29,7%) und Parodontitis (28,2%). Kieferorthopädische Behandlungen (4,7%), Traumata (2,9%) sowie prothetische Behandlungsplanungen (2,9%) sind als weitere Ursachen für Zahnverlust zu nennen. Unbehandelter Zahnverlust kann zu Störungen der Kaufunktion, der Nahrungsaufnahme sowie zu Störungen der Phonetik und der Ästhetik und dadurch zu einer erheblichen Verminderung der Lebensqualität führen.

Seit einigen Jahren zeigt sich eine deutliche Verschiebung bezüglich der notwendigen Therapiemittel. So gilt heutzutage nicht mehr die Totalprothese als Behandlungsmittel der ersten Wahl bei vollkommener Zahnlosigkeit, sondern der herausnehmbare, auf Implantaten befestigte Zahnersatz.³³ Bei Erwachsenen und Senioren zeigt sich ein deutlicher Trend zu hochwertiger, festsitzender und implantatgestützter Zahnersatzversorgung.⁴⁸ Rund 58,0% der Patienten, die mit implantatgestütztem Zahnersatz versorgt werden, sind über 50 Jahre alt.¹¹ Des Weiteren erkundigen sich deutlich mehr Patienten seit einigen Jahren gezielt nach festsitzendem implantatgestütztem Zahnersatz.¹¹ Besonders bei traumatisch bedingtem Zahnverlust oder bei angeborenen Nichtanlagen von einem oder mehreren Zähnen im ästhetisch sichtbaren Bereich sowie bei funktionellen Problemen mit konventionellen Prothesen besteht eine große Nachfrage nach implantatbefestigtem Zahnersatz.⁹¹

Die Vorteile der Therapie mit Implantaten liegen in der Schonung vorhandener Zahnhartsubstanz durch die Vermeidung von Kronenpräparationen, in der Ermöglichung von festsitzendem Zahnersatz sowie in der Stabilisierung und Sicherung von abnehmbarem Zahnersatz. Ein weiterer Vorteil liegt in der Resorptionsprophylaxe, der Substanzerhaltung von Knochen und Weichgewebe.²⁷ Als Nachteil gilt nach wie vor der erhöhte finanzielle Aufwand in Verbindung mit einer Implantatversorgung. *Zitzmann et al.*¹⁰¹ errechneten einen um das drei- bis sechsfach höheren Kostenfaktor bei einer Versorgung mit einer implantatgestützten Prothese auf zwei oder vier Implantaten im Vergleich mit einer konventionellen Totalprothese.

Dennoch, abgesehen von dem erhöhten finanziellen Aufwand, welcher oftmals für viele Patienten eine klare Kontraindikation für eine Behandlung mit implantatgestütztem Zahnersatz darstellt, bestehen aus chirurgischer und prothetischer Sicht keine wirklichen Kontraindikationen bezüglich einer Therapie mit Implantaten. Vielmehr wird von möglichen Risikofaktoren, welche den Implantaterfolg beeinflussen können, gesprochen.^{8, 24, 65, 67, 84}

Seitens der Patienten werden, nicht zuletzt durch die lange Behandlungszeit und die erhöhten Kosten bedingt, hohe Anforderungen an den neuen Zahnersatz gestellt. Um diesen gerecht zu werden, gilt für den behandelnden Zahnarzt, den Patienten zuvor über die Erfolgsaussichten, die zu erwartenden möglichen Komplikationen und Risiken seitens der Suprakonstruktionen und der Implantate sowie über die anfallenden prothetischen Nachsorgemaßnahmen und Folgeuntersuchungen zu informieren.

Zwar findet sich eine Vielzahl an klinischen Untersuchungen über implantatgestützten Zahnersatz in der aktuellen Literatur, dennoch beschäftigen sich diese Studien überwiegend mit sehr spezifischen Themen und nur wenige befassen sich mit festsitzendem und mit herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz bezüglich der Überlebenszeiten und des prothetischen Nachsorgebedarfs. Weiterhin werden keine aktuellen Untersuchungen gefunden, welche beide Versorgungsformen (festsitzend/herausnehmbar) vergleichend betrachten.

Die vorliegende Studie soll in diesem Sinne einen Beitrag zum Forschungsstand über die klinische Bewährung von festsitzendem und herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz leisten.

2 Ziel der Arbeit

Ziel der vorliegenden retrospektiven Longitudinalstudie war es, die klinische Bewährung von implantatgestütztem Zahnersatz zu untersuchen. Dabei sollte insbesondere herausgefunden werden, ob gewisse modellierende Faktoren wie die Versorgungsart, die Lokalisation der Versorgung, das Patientengeschlecht, die Teilnahme am Recallprogramm oder zuvor durchgeführte Nachsorgemaßnahmen einen Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeiten der implantatgestützten Suprakonstruktionen ausüben.

Weiterhin sollten die anfallenden prothetischen Komplikationen und Nachsorgemaßnahmen, welche während der Funktionsperiode, besonders innerhalb der ersten Jahre nach Eingliederung der implantatgestützten Zahnersatzarten, auftraten, aufgezeigt und untersucht werden. Dies sollte vergleichend für festsitzenden und herausnehmbaren implantatgestützten Zahnersatz erfolgen.

Des Weiteren sollte die Verweilwahrscheinlichkeit bis zum Eintreten der ersten einer solchen prothetischen Nachsorgemaßnahme evaluiert werden, und zusätzlich modellierende Faktoren, welche die Verweildauer bis zur ersten durchgeführten Nachsorgemaßnahme beeinflussen können, identifiziert werden.

3 Fragestellung

Folgende Fragestellungen wurden bezüglich der **Überlebenswahrscheinlichkeit der implantatgestützten Suprakonstruktionen** in dieser Studie bearbeitet:

- Wie lange ist die durchschnittliche Überlebenszeit von implantatgestütztem Zahnersatz?
- Zeigt sich ein Unterschied bezüglich der Überlebenswahrscheinlichkeit bei festsitzendem und herausnehmbarem implantatgetragenen Zahnersatz?
- Besteht ein Zusammenhang zum Geschlecht der Patienten?
- Wirkt sich die Lokalisation der Versorgung in Ober- oder Unterkiefer auf die Überlebenszeit aus?
- Zeigt die Bezahnung des Gegenkiefers einen Einfluss auf die Überlebenszeit?
- Beeinflusst die Teilnahme der Patienten am Nachsorgeprogramm (Recallprogramm) die Überlebenswahrscheinlichkeit des Zahnersatzes?
- Besteht ein Zusammenhang zwischen zuvor durchgeführten Nachsorgemaßnahmen an den Versorgungen und der Überlebenszeit?

Bezüglich des **prothetischen Nachsorgebedarfs** wurden folgende Fragestellungen in dieser Studie bearbeitet:

- Welche prothetischen Komplikationen treten während der Funktionsphase nach welchem Zeitraum und in welcher Häufigkeit auf? Welche prothetischen Nachsorgemaßnahmen müssen wann und wie häufig durchgeführt werden? Wie hoch ist der prothetische Nachsorgeaufwand?
- Wie hoch ist die Verweildauer der implantatgetragenen Zahnersatzarten bis zur ersten durchgeführten Nachsorgemaßnahme?
- Gibt es einen Unterschied bezüglich der Verweildauer bis zur ersten Nachsorgemaßnahme zwischen festsitzendem und herausnehmbarem implantatgetragenen Zahnersatz?
- Wird die Verweilwahrscheinlichkeit bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme durch das Patientengeschlecht, die Lokalisation der Versorgung, die Teilnahme am Recallprogramm oder die Gegenbezahnung beeinflusst?

4 Literaturübersicht

Die enorme Implantologie hat sich im Laufe der Jahre als wissenschaftlich anerkannte Behandlungsform durchgesetzt und stellt somit eine wichtige Alternative zu den konventionellen Therapieformen dar. *Mericske-Stern*⁶³ spricht bei der Therapie mit Implantaten sogar von einer gefühlten „*restitutio ad integrum*“, während die konventionellen Therapiemittel nur eine „*restitutio ad similem*“ darstellen.

Bei der Behandlung von teilbezahnten oder zahnlosen Patienten mittels implantatgestütztem Zahnersatz steht eine Vielzahl an prothetischen Behandlungsmöglichkeiten zur Auswahl. Sie sollen allesamt der Wiederherstellung oder Verbesserung der Kaufunktion und der Ästhetik sowie der sozialen Rehabilitation dienen.⁶³ Klassische Indikationen zur Implantation zeigen sich bei Einzelzahnersatz im Front- oder Seitenzahnbereich, bei reduziertem Restzahnbestand zur Pfeilervermehrung, bei verkürzter Zahnreihe oder bei gänzlich zahnlosem Kiefer.¹⁷

Im folgenden Kapitel wird anhand der aktuellen Literatur der Forschungsstand bezüglich implantatgestützter Suprakonstruktionen, deren Überlebenszeiten sowie die prothetischen Komplikationen und Nachsorgemaßnahmen beschrieben.

4.1 Implantatgestützter Zahnersatz

Implantatgestützter Zahnersatz hat sich innerhalb des letzten Jahrzehnts zu einer gängigen Therapiealternative etabliert. Sowohl die sehr guten Überlebens- und Erfolgsraten auf Seiten der Implantate und der Suprakonstruktionen als auch die sehr hohe Patientenzufriedenheit wurden in einer Vielzahl von klinischen Studien belegt und sprechen für eine implantatprothetische Versorgung.^{35, 45, 55, 57, 62, 73, 85}

*Pjetursson et al.*⁷¹ zeigten in einer Studie an 104 Patienten nach erfolgter Implantattherapie mit festsitzendem implantatbefestigtem Zahnersatz eine sehr hohe Patientenzufriedenheit von über 90% bezüglich funktioneller und ästhetischer Aspekte. Dies wurde ebenfalls in der Untersuchung von *Farzad et al.*³² bestätigt. Weiterhin wurden die Behandlungskosten in *Pjeturssons* Studie von den Patienten insgesamt als gerechtfertigt angesehen. *Brennan et al.*¹⁵ verglichen herausnehmbaren und festsitzenden implantatverankerten Zahnersatz und zeigten eine geringfügig niedrigere Zufriedenheit bei Patienten mit

herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz bezüglich der Kaufunktion und der Ästhetik. Allerdings zeigten Patienten mit herausnehmbarem Zahnersatz eine höhere Zufriedenheit bezüglich der Kosten und der Hygienefähigkeit.

Indikationen für eine implantatprothetische Versorgung zeigen sich laut *Stellungnahme der DGZMK*²⁷ bei Patienten, die ohne Implantate funktionell nicht befriedigt versorgt werden können, wie beispielsweise bei extremer Kieferatrophie oder angeborener und unfallbedingter Defekte; bei Patienten, bei denen die Versorgung mit Implantaten gegenüber der konventionellen Versorgung funktionelle Vorteile bietet, wie dies z.B. im zahnlosen Kiefer oder bei Freundsituationen sowie bei Schalllücken oftmals der Fall ist; und bei Patienten, bei denen auch durch alternative Behandlungsmaßnahmen vergleichbare funktionelle Ergebnisse zu erzielen sind.

Die implantologische Versorgung erfolgt nach folgenden, von der Konsensuskonferenz Implantologie (2002/2008) festgelegten Indikationsklassen:¹⁷

- Klasse I: Einzelzahnersatz und Schalllücken
 - Klasse Ia: Frontzahnersatz
 - Klasse Ib: Seitenzahnersatz
- Klasse II: Reduzierter Restzahnbestand und Freindlücke
 - Klasse IIa: Freindlücke
- Klasse III: Zahnloser Kiefer

Einzelzahn- und Schalllücken sowie Freindlücken im Ober- und Unterkiefer lassen eine festsitzende implantatgestützte Versorgung mittels einem oder mehrere Implantate zu.¹⁷ Sie stellen laut einer Studie von *Bornstein* den häufigsten Indikationsbereich bei der implantologisch-prothetischen Versorgung dar.¹¹ Als alternative Behandlungsmöglichkeiten bei Einzelzahnücken im Front- oder Seitenzahnbereich kommen eine konventionelle Brückenversorgung mit der Beschleifung der Nachbarzähne, eine Adhäsivbrücke im Frontzahnbereich, also eine durch Verklebung an den Nachbarzähnen befestigte Brücke, oder der kieferorthopädische Lückenschluss in Frage. Bei der Versorgung der Freindlücke bzw. der verkürzten Zahnreihe mit implantatgetragendem Zahnersatz müssen ebenfalls konventionelle Therapiemöglichkeiten berücksichtigt werden. So sollte zuvor die Versorgung mit einer abnehmbaren Teilprothese oder einer reduziert festsitzenden Versorgung in Form einer teleskopverankerten Prothese sowie mit einer Extensionsbrücke mit dem Patienten besprochen werden. Als weitere Behandlungsmöglichkeit bietet sich bei fehlenden Molaren in

beiden Kieferhälften das Belassen oder Herstellen einer Prämolarenokklusion an.^{6, 93} Die Indikation zur Versorgung einer verkürzten Zahnreihe mit Implantaten ist dann gegeben, wenn dadurch eine dauerhafte okklusale Abstützung geschaffen und somit eine Elongation der Antagonisten verhindert werden kann sowie ein Strukturverlust des Alveolarkamms und eine Entlastung der natürlichen Restbeziehung ermöglicht werden kann.⁶

Bei Patienten mit stark reduziertem Restzahnbestand werden im Oberkiefer acht Pfeiler/Implantate und im Unterkiefer sechs Pfeiler/Implantate empfohlen, um eine festsitzende implantatgestützte Versorgung zu gewährleisten. Die Miteinbeziehung von günstig stehenden, gesunden Pfeilerzähnen ist ebenfalls möglich.^{17, 63} Als weitere Behandlungsoption bei teilbezahnten Patienten bzw. Patienten mit reduziertem Restzahnbestand steht die implantatretinierte herausnehmbare Teilprothese zur Verfügung. Indikationen bestehen bei Patienten mit resorbierten Alveolarkämmen, welche die Insertion von multiplen Implantaten zur Befestigung von festsitzendem implantatgestütztem Zahnersatz nicht zulassen; bei Patienten, welche einen chirurgischen Eingriff zum Aufbau des Knochens ablehnen oder bei denen ein chirurgischer Eingriff aus gesundheitlichen Gründen nicht durchführbar ist; bei Patienten, deren Restbeziehung wegen parodontaler Erkrankung oder ungünstiger Lokalisation nicht als Pfeilerzähne benutzt werden kann und in den Fällen, in denen die Restbeziehung erhalten werden soll, da der Patient eine Abneigung gegenüber einer Totalprothese zeigt. Die Vorteile dieser Versorgung liegen deutlich in den geringeren Kosten und in dem Erhalt der Restbeziehung.²³ Die konventionelle Versorgung von Patienten mit stark reduziertem Restzahnbestand ist je nach parodontalem Zustand und Verteilung der Pfeilerzähne im Kiefer mit einer reduziert festsitzenden Prothese, mit herausnehmbaren Teilprothesen oder Coverdenture-Prothesen möglich. Die klammerverankerte herausnehmbare Teilprothese ist bei gesunden oralen Verhältnissen und einer guten Mundhygiene sowie einer hygienefähigen Gerüstgestaltung eine kostengünstige Therapiealternative.⁹⁸ Die teleskopverankerte Prothese zeigt hervorragende Ergebnisse bezüglich der Überlebensdauer von Prothesen und Zähnen. Dennoch sind die bei der Herstellung und Behandlung anfallenden erhöhten Kosten gegenüber der klammerverankerten Prothese zu berücksichtigen.⁹⁷

Um bei zahnlosen Patienten festsitzenden Zahnersatz zu verankern, werden im Oberkiefer acht Implantate und im Unterkiefer sechs Implantate empfohlen. Es stehen eine Vielzahl an Retentionselementen, welche zur Verankerung der Prothesen auf den Implantaten genutzt

werden können, zur Auswahl. Die Anzahl der benötigten Implantate ist hierbei abhängig von dem verwendeten Retentionsmechanismus bzw. der Befestigungsart (rein implantatgetragen oder implantatretiniert und schleimhautgetragen). Bei der Versorgung mit herausnehmbarem Zahnersatz werden für die Verankerung von implantatretiniertem und schleimhautgetragenem Zahnersatz im zahnlosen Kiefer zwei bis vier Implantate empfohlen. Es wird als wünschenswert angesehen rein implantatgetragenen Zahnersatz auf sechs Implantaten zu verankern, wobei im Unterkiefer auch nur vier Implantate genutzt werden können.^{17, 27, 33, 63} Es ist mit einer Mindestanzahl an notwendigen Implantaten von vier im zahnlosen Oberkiefer und von zwei im zahnlosen Unterkiefer zu rechnen.^{27, 33, 63} Bei zahnlosen Patienten trägt eine implantatverankerte Versorgung enorm zur Verbesserung des Prothesenhalts, der Kaufunktion, der Phonetik und Ästhetik und des Selbstwertgefühls bei, was anhand von klinischen Studien bezüglich der Patientenzufriedenheit belegt wird.^{71, 100} Als konventionelle Therapiemöglichkeiten kommen bei zahnlosen Patienten lediglich Totalprothesen in Betracht. Eine Versorgung mit festsitzendem Zahnersatz ist bei diesem Patientenkollektiv nur mit implantatverankertem Zahnersatz zu realisieren.

*Lambert et al.*⁵⁷ untersuchten festsitzenden Zahnersatz im zahnlosen Oberkiefer und zeigten für diesen bessere Überlebensraten, wenn mehr als sechs Implantate zur Befestigung inseriert wurden und diese gleichmäßig in den vorderen und hinteren Kieferabschnitten verteilt waren. *Slot et al.*⁸⁶ untersuchten in einer Studie herausnehmbaren implantatgestützten Zahnersatz im Oberkiefer. Bezüglich der Überlebenszeiten von Implantaten und Prothesen und hinsichtlich des Nachsorgebedarfs zeigte sich die auf sechs Implantaten stegverankerte Prothese vor der auf vier Implantaten stegverankerten Prothese am erfolgreichsten bezüglich der Überlebenswahrscheinlichkeit. Die Behandlungsoption mit vier oder weniger Implantaten und einer Befestigung mittels Kugelkopfverankerung zeigte sich am wenigsten erfolgreich. *Weinlander et al.*⁹⁵ untersuchten verschiedene Verankerungssysteme für herausnehmbaren implantatgestützten Zahnersatz im Unterkiefer. Sie zeigten, dass eine starre Befestigung der Prothese mit gefrästen Stegen, welche auf vier Implantaten befestigt wird, bessere Ergebnisse bezüglich Überleben und Nachsorgebedarf erzielte als eine resiliente Befestigung mit runden Stegen, welche auf zwei oder vier Implantaten befestigt wird. *Meijer et al.*⁶² verglichen implantatgestützten herausnehmbaren Zahnersatz im Unterkiefer, welcher auf zwei oder vier Implantaten befestigt wurde. Es zeigte sich hierbei keinerlei Unterschied in der Nachsorgehäufigkeit und in der Entzündungshäufigkeit der periimplantären Gewebe sowie in der Patientenzufriedenheit.

Die Versorgung von Patienten mit einem zahnlosen Unterkiefer mittels zwei intraforaminalen Implantaten gilt schon länger als Therapiemittel der ersten Wahl.³³ Es wird somit ein besserer Prothesenhalt und eine bessere Kaufunktion sowie eine Steigerung des Selbstwertgefühls und ein damit verbundenes besseres Lebensgefühl geschaffen.^{42, 100} Langfristig gesehen werden laut *Zitzmann et al.*¹⁰⁰ die besten Ergebnisse bezüglich des Prothesenhaltes mit einer rein implantatgetragenen und auf vier Implantaten befestigten Prothese erzielt.

Um Komplikationen und Misserfolge zu vermeiden, muss zu Behandlungsbeginn eine gründliche Planung mit einer Evaluierung möglicher risikobehafteter Konstellationen durchgeführt werden und dem Patienten die alternativen Therapiemittel erläutert werden.⁸⁰

4.2 Langzeiterfolg von implantatgestütztem Zahnersatz

Die Langzeitergebnisse bezüglich Überlebenszeiten von Implantaten und Suprakonstruktionen sind sowohl bei festsitzenden als auch bei herausnehmbaren Versorgungsmöglichkeiten als durchweg positiv in der Literatur anzusehen. Bei der Versorgung mit festsitzendem implantatgestütztem Zahnersatz berichten Studien von über 94,0% bzw. über 85,0% bei den 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensraten der Suprakonstruktionen und bei der Versorgung mit herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz von über 95,0% bzw. über 82,0% (siehe Tabelle 4.2-a auf Seite 17).^{2, 45, 54, 70, 73, 86}

Die Langzeitergebnisse der implantatgestützten festsitzenden und herausnehmbaren Suprakonstruktionen sind durchaus vergleichbar mit denen der konventionell befestigten Zahnersatzarten, was anhand der Studien von *Pjetursson et al.*⁷⁰ und *Koller et al.*⁵² belegt wurde. Im direkten Vergleich von festsitzendem implantatgestütztem und konventionell befestigtem Zahnersatz zeigten *Pjetursson* und Kollegen bessere 5-Jahres-Überlebensraten bei den implantatgestützten festsitzenden Suprakonstruktionen (Kronen 94,5%, Brücken 95,2%) als bei den konventionell auf Zähnen befestigten Brücken (93,8%). Die 10-Jahres-Überlebensraten betragen bei implantatbefestigten Brücken und Kronen 86,7% bzw. 89,4% und bei auf natürlichen Zähnen befestigten Kronen und Brücken 89,2%. *Koller et al.*⁵² verglichen teleskopverankerte Prothesen, welche auf Implantaten oder natürlichen Zähnen befestigt sind, bezüglich ihrer Überlebenszeiten. Die implantatgestützten Prothesen zeigten nach neun bis zehn Jahren eine Überlebensrate von 95,0% bis 100,0% auf, die auf natürlichen Zähnen befestigten Prothesen zeigten Überlebensraten von 90,0% bis 95,1% nach vier bzw.

über fünf Jahren in Funktion auf. *Torabinejad et al.*⁸⁸ untersuchten und verglichen verschiedene Behandlungsoptionen bei der Versorgung von Zahnlücken. Sie untersuchten die Versorgung mit implantatgestütztem Zahnersatz, mit konventionellem Zahnersatz, die Wurzelkanalbehandlung von Zähnen oder die Extraktionen von Zähnen ohne Zahnersatz hinsichtlich ihres Langzeiterfolgs. Die besten Langzeiterfolgsraten zeigten hierbei implantatgestützte Kronen vor wurzelkanalbehandelten Zähnen und konventionell befestigten Brücken.

Der Langzeiterfolg der implantatgestützten Suprakonstruktionen wird zum einen durch Fehler bzw. Komplikationen seitens der Implantate und zum anderen durch technische bzw. prothetische Komplikationen sowie durch patientenbedingte Faktoren (z. B. Bruxismus oder Schmerzen) beeinflusst. Einfluss auf die prothetische Erfolgsrate der implantatgestützten Suprakonstruktionen haben laut der Untersuchung von *Salvi et al.*⁸⁰ das fehlende Einarbeiten eines Metallgerüsts bei Prothesen, die Ausdehnung des Anhängers bei Anhängerbrücken über 15 mm, Bruxismus sowie die Ausdehnung der Suprakonstruktionen (mehrgliedrige Brücken sind anfälliger als eingliedrige). *Lambert et al.*⁵⁷ untersuchten festsitzenden implantatgestützten Zahnersatz bei zahnlosen Patienten im Oberkiefer und zeigten, dass die Implantatanzahl pro Suprakonstruktion und die Implantatverteilung bzw. -anordnung im Kiefer einen Einfluss auf die Überlebensrate der Suprakonstruktionen ausüben. So zeigten Suprakonstruktionen mit sechs und mehr Implantaten, welche gleichmäßig im anterioren und posterioren Kieferbereich verteilt sind, bessere Überlebenszeiten als Suprakonstruktionen mit weniger als sechs Implantaten, welche nur im anterioren Kieferbereich inseriert sind. Weiterhin wird beschrieben, dass Komplikationen technischer und biologischer Art sowie vorausgegangene prothetische Nachsorgemaßnahmen das Risiko für Ausfälle seitens der Suprakonstruktionen erhöhen.^{14, 80} *Cehreli et al.*²² untersuchten unter anderem den Einfluss der Kieferlokalisierung und den Einfluss des verwendeten Verankerungssystems auf die Neuanfertigungshäufigkeit von implantatbefestigtem herausnehmbarem Zahnersatz. Beide Faktoren zeigten keinen signifikanten Einfluss auf die Neuanfertigungshäufigkeit ($p > 0,05$). Insgesamt mussten nach einem Jahr in Funktion 3,8% und nach über fünf Jahren in Funktion 7,8% der eingegliederten Prothesen neu angefertigt werden. *Romeo et al.*⁷⁴ zeigten ebenfalls, dass die Kieferlokalisierung keinen Einfluss auf die Überlebenszeiten der Suprakonstruktionen ausübt. *Weber et al.*⁹⁴ untersuchten, ob die Art der implantatgestützten Versorgung bei teilbezahnten Patienten einen Einfluss auf die Überlebens- und Erfolgsraten zeigt. Es zeigte sich eine bessere prothetische Erfolgsrate nach 72 Monaten in Funktion bei zementierten

Versorgungen (93,2%) als bei verschraubten Versorgungen (83,4%). Weiterhin beobachteten sie einen besseren prothetischen Erfolg bei rein implantatgestützten Brückenversorgungen (89,7%) gegenüber Einzelzahnimplantaten (85,4%). Beide Untersuchungen erwiesen sich allerdings als nicht signifikant ($p > 0,05$).

Häufige Gründe für eine Neuanfertigung von *herausnehmbarem implantatbefestigtem Zahnersatz* stellen eine stark fortgeschrittene Abnutzung der Prothesen, ästhetisch bedingte Probleme wie Verfärbungen von Zähnen und Kunststoffanteilen, Implantatverlust, nicht zu reparierende Prothesenbrüche und Brüche der Verankerungssysteme sowie subjektive Probleme der Patienten wie Verspannungen und Schmerzen dar.^{73, 92} *Visser et al.*⁹² untersuchten 39 Patienten mit implantatbefestigten und stegverankerten Oberkieferprothesen über zehn Jahre bezüglich ihres prothetischen Nachsorgebedarfs. In diesem Zeitraum mussten neun Prothesen (23%) neu angefertigt werden. Die Gründe für eine Neuanfertigung der Prothesen waren bei über der Hälfte der betroffenen Patienten ein vorausgegangener Implantatverlust. Weitere Gründe waren eine starke Abnutzung der Prothesen, ästhetische Belange sowie subjektive Patientenprobleme (Schmerzen/Verspannungen). *Heckmann et al.*⁴¹ zeigten bei der Untersuchung von auf zwei Implantaten teleskopverankerten Unterkieferprothesen eine Neuversorgungshäufigkeit von 8,6% nach zehn Jahren in Funktion auf. Die Gründe hierfür lagen in einer erheblichen Abnahme der Friktion, also des Prothesenhaltes, und in ästhetischen Defiziten. Bei *feststehendem implantatgestütztem Zahnersatz* zeigen sich als häufige Gründe für eine notwendige Neuanfertigung der Suprakonstruktionen irreparable Brüche der Verblendmaterialien, Gerüstbrüche, Implantatverlust, ästhetische Defizite sowie Frakturen der Abutments.^{2, 45, 51, 91} *Jung et al.*⁴⁵ untersuchten 534 implantatgestützte Kronen und zeigten 5-Jahres-Überlebensraten von 94,5% auf. Insgesamt gingen in *Jungs* Untersuchung 33 Kronen verloren, davon 15 Kronen wegen Implantatmisserfolgen und 18 Kronen wegen technischer Komplikationen. Sie untersuchten weiterhin die Überlebenszeiten von 236 keramisch vollverblendeten Metallkronen (95,4%) und verglichen diese mit 162 Vollkeramikkkronen (91,2%). Die keramisch vollverblendeten Metallkronen zeigten eine signifikant höhere Überlebensrate nach fünf Jahren ($p < 0,01$). *Aglietta et al.*² untersuchten die Überlebens- und Komplikationsraten von implantatgestützten feststehenden Konstruktionen mit Anhängern. Sie zeigten 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensraten von 94,3% bzw. 88,9% auf. Insgesamt gingen in dieser Untersuchung neun (5,8%) Konstruktionen verloren. Die Gründe hierfür waren Implantatverlust, Frakturen von Abutments und Suprakonstruktionen und Retentionsverlust der Suprakonstruktionen.

Tab. 4.2-a: Literaturübersicht über Langzeitstudien bezüglich der Überlebenszeiten von implantatgestütztem Zahnersatz.

Autor	Jahr	Zeitraum (Jahre)	Versorgungsart * (n = Anzahl)	Patienten- bezogene Auswertung	Neuanfertigungen (n / %)	Überlebensrate
Aglietta ²	2009	10	FZE (n = 155)	nein	9 / 5,8%	88,9%
Bortolini ¹²	2011	8	HZE (n = 32)	ja	0 / 0%	100,0%
Cehreli ²²	2010	5	HZE (n = -)	nein	- / 7,8%	-
Friberg ³⁵	2010	5	FZE und HZE (n = 117)	nein	0 / 0%	-
Heckmann ⁴¹	2004	10	HZE (n = 23)	ja	2 / 8,6%	-
Jemt ⁴⁴	2006	15	FZE (n = 76)	ja	5 / 6,5%	90,6%
Jung ⁴⁵	2008	5	FZE (n = 534)	nein	33 / 6,1%	94,5%
Kreissl ⁵⁴	2007	5	FZE (n = 112)	nein	-	94,5%
Krennmair ⁵⁵	2010	5	FZE und HZE (n = 234)	nein	0 / 0%	-
Lambert ⁵⁷	2009	1 / 3 5 / 10	FZE (n = -)	-	-	98,2% / 95,8% 94,6% / 92,1%
Pjetursson ⁷⁰	2007	5/10	FZE (n = -)	-	-	Brücken: 95,2% / 86,7% Kronen: 94,5% / 89,4%
Purcell ⁷²	2008	5	HZE (n = 46)	ja	0 / 0%	-
Rentsch- Kollar ⁷³	2010	10	HZE (n = 101)	ja	27 / 26,7%	> 80,0%
Romeo ⁷⁴	2004	5	FZE und HZE (n = 340)	nein	-	91,0%
Slot ⁸⁶	2010	1	HZE (n = -)	ja	-	96,5%
Visser ⁹¹	2011	5	FZE (n = 92)	ja	11 / 11,9%	-
Visser ⁹²	2009	10	HZE (n = 39)	ja	9 / 23,0%	-
Zinsli ⁹⁹	2004	5	FZE und HZE (n = 177)	nein	4 / 2,2%	-

* FZE = Festsitzender implantatgestützter Zahnersatz; HZE = Herausnehmbarer implantatgestützter Zahnersatz

4.2.1 Langzeiterfolg von Implantaten

Hervorragende Langzeiterfolge von Implantaten, welche festsitzende oder herausnehmbare Suprakonstruktionen tragen, wurden seit Jahrzehnten von einer Vielzahl von Autoren aufgezeigt. Es wurden 5-Jahres-Überlebenszeiten der Implantate von über 98,0% beobachtet.^{35, 55, 99}

Bei Implantaten, welche zur Befestigung von festsitzenden Suprakonstruktionen bei teilbezahnten und zahnlosen Patienten dienen, wurden 5- bzw. 10-Jahres-Überlebenszeiten von 90,7% bis 96,8% bzw. von 88,9% bis 93,0% aufgezeigt.^{2, 44, 45, 57, 59, 74, 85, 91} Implantate, welche zur Befestigung von herausnehmbarem Zahnersatz bei zahnlosen Patienten oder bei Patienten mit stark reduziertem Restzahnbestand inseriert werden, zeigten 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensraten von 95,7% bis 96,1% bzw. von 86,1% bis 95,4%.^{74, 83, 92}

Tab. 4.2-b: Literaturübersicht über Langzeitstudien bezüglich der Überlebenszeit von Implantaten

Autor	Jahr	Zeitraum (Jahre)	Implantatanzahl/ Implantatverlust	Versorgungsart*	Überlebensrate
Aglietta ²	2009	5/10	354 / 8	FZE	98,5% / 97,1%
Friberg ³⁵	2010	5	390 / 6	FZE und HZE	98,4%
Jemt ⁴⁴	2006	5/10/15	450 / 37	FZE	93,4% / 91,2% / 90,9%
Jung ⁴⁵	2008	5	1558 / 54	FZE	96,8%
Krennmair ⁵⁵	2010	5	541 / 4	FZE und HZE	98,3%
Lambert ⁵⁷	2009	1/5/10/15	8376 / -	FZE	94,0% / 90,7% / 90,3% / 87,7%
Lekholm ⁵⁹	2006	20	69 / 6	FZE	91,0%
Romeo ⁷⁴	2004	7	665 / 30	FZE und HZE	94,0%
Schwartz-Arad ⁸³	2005	5/10	277 / 11	HZE	96,1% / 95,4%
Simonis ⁸⁵	2010	10/16	131 / 22	FZE	89,2% / 82,9%
Visser ^{91 / 92}	2011/2009	5/10	92 / 3 ; 234 / 35	FZE / HZE	96,7% / 86,1%
Zinsli ⁹⁹	2004	5	298 / 5	FZE und HZE	98,7%

* FZE = Festsitzender implantatgestützter Zahnersatz; HZE = Herausnehmbarer implantatgestützter Zahnersatz

Trotz der guten Überlebensraten bezüglich des Langzeiterfolgs von Implantaten stellt der Verlust von Implantaten einen der häufigsten erwähnten Gründe für die Neuanfertigungsrate von implantatgestütztem Zahnersatz dar.^{2, 91, 92}

In der Literatur werden als häufige Ursachen für einen Implantatmisserfolg eine Erkrankung an Periimplantitis und ein damit einhergehender Knochenabbau und schließlich die Lockerung der Implantate, eine mangelhafte Osseointegration der Implantate (häufig schon während der Einheilphase) sowie eine eher selten vorkommende Fraktur der Implantate und die daraus resultierende Entfernung von Implantaten beschrieben.^{55, 59, 83, 85, 91} Besonders innerhalb des ersten Jahres nach Freilegung und Belastung der Implantate wird ein erhöhter Misserfolg beschrieben.^{44, 55, 90, 92} Weiterhin wird von einem erhöhten Implantatmisserfolg im Oberkiefer im Vergleich zum Unterkiefer berichtet. *Schwartz-Arad et al.*⁸³ zeigten eine signifikant höhere Überlebenszeit von Implantaten, welche herausnehmbaren Zahnersatz tragen und im Unterkiefer lokalisiert sind im Vergleich mit im Oberkiefer lokalisierten Implantaten, welche ebenfalls herausnehmbaren Zahnersatz trugen ($p < 0,001$). Dies wurde ebenfalls in der Studie von *Bryant et al.*¹⁶ bestätigt. *Bryants* Studie zeigte, dass die Kieferlokalisation einen signifikanten Einfluss auf die Überlebenszeit der Implantate ($p < 0,001$) hat. Die Überlebenszeiten der Implantate im Unterkiefer, welche eine Suprakonstruktion tragen, waren 6,6% größer als für im Oberkiefer lokalisierte, eine Suprakonstruktion tragende Implantate. Weiterhin untersuchten sie, ob die Versorgungsart bei der Behandlung von zahnlosen Patienten einen Einfluss auf den Implantaterfolg bzw. das Überleben der Implantate ausübt. Es zeigte sich kein signifikanter Einfluss seitens der Versorgungsart. *Lambert et al.*⁵⁷ untersuchten mögliche Faktoren, die den Implantaterfolg beeinflussen können und zeigten, dass Implantate mit einer rauen Oberfläche bessere Überlebenszeiten aufweisen als Implantate mit maschinell bearbeiteten Oberflächen. Weiterhin zeigten sie, dass Implantate, welche in augmentierten Knochen inseriert werden, eine geringfügig schlechtere Überlebensrate aufweisen als Implantate, welche in natürlichen Knochen inseriert werden.

4.3 Technische und biologische Komplikationen und prothetischer Nachsorgebedarf bei implantatgestütztem Zahnersatz und Implantaten

Sowohl festsitzende als auch herausnehmbare implantatgestützte Suprakonstruktionen weisen einen hohen prothetischen Nachsorgebedarf auf.^{22, 40, 45, 72} Technische Komplikationen bei der Therapie mit implantatgestütztem Zahnersatz stellen ein häufiges Problem dar und sind oft verbunden mit einem erhöhten prothetischen Nachsorgebedarf sowie erhöhten Kosten für den Patienten.^{45, 90} *Goodacre et al.*⁴⁰ untersuchten die auftretenden Komplikationen mit auf Implantaten fixiertem Zahnersatz. Die häufigsten auftretenden prothetischen Komplikationen waren der Attachmentverlust bei Prothesen und die Fraktur der Attachmentsysteme (30% bzw. 17%), die Fraktur der Verblendmaterialien (22% Kunststoffverblendung, 14% Keramikverblendung), die Unterfütterung der Prothesenbasis (19%), Kunststofffrakturen der Prothesen (7%) und die Lockerung der Verbindungsschrauben (7%).

Die Komplikationen mit festsitzendem implantatgestütztem Zahnersatz liegen hauptsächlich in der Lockerung und der Fraktur der Verbindungsschrauben sowie in Brüchen des Verblendmaterials. Bei herausnehmbarem implantatbefestigtem Zahnersatz liegen die Hauptprobleme in der Reparatur und dem Austausch von Verankerungselementen. Im Vergleich von festsitzendem implantatgestütztem Zahnersatz mit herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz zeigt sich ein höherer prothetischer Nachsorgebedarf für den herausnehmbaren implantatgestützten Zahnersatz.^{74, 99} Im weiteren Vergleich mit konventionell befestigtem Zahnersatz weist implantatgestützter Zahnersatz ebenfalls einen erhöhten prothetischen Nachsorgebedarf auf.^{70, 90, 100}

Seitens der Implantate lassen sich biologische Komplikationen wie die Erkrankung der Implantate an Periimplantitis und technische Komplikationen wie die Fraktur der Implantate oder der Abutments unterscheiden.

4.3.1 Festsitzender implantatgestützter Zahnersatz

Wie zuvor erwähnt sind die häufigsten beschriebenen technischen Komplikationen bei der Therapie mit festsitzendem implantatgestütztem Zahnersatz die Fraktur des Verblendmaterials, die Lockerung der Verbindungsschrauben und die Rezementation von gelockerten Aufbauten.^{2, 14, 45}

Im Vergleich dazu zeigen sich bei konventionellem festsitzendem Zahnersatz die Rezementation von Kronen und Brücken (3,3% nach fünf Jahren), Materialfrakturen (2,9% nach fünf Jahren) und Frakturen von Pfeilerzähnen (2,9% nach fünf Jahren) als die häufigsten vorkommenden Komplikationen.^{39, 70} Insgesamt betrachtet ist die Häufigkeit an technischen Komplikationen und notwendigen prothetischen Nachsorgemaßnahmen bei implantatgestütztem festsitzendem Zahnersatz nach fünf Jahren in Funktion höher (38,7%) als bei konventionellem festsitzendem Zahnersatz (15,7%).⁷⁰ Implantatgestützte Kronen zeigen nach zehn Jahren in Funktion eine Nachsorgehäufigkeit von 33,5% im Gegensatz zu implantatgestützten Brücken, deren Nachsorgehäufigkeit nach zehn Jahren in Funktion bei 45,5% liegt.¹⁴

*Brägger et al.*¹³ betrachteten in einer Arbeit insgesamt 175 Brückenkonstruktionen, welche auf natürlichen Zähnen (n = 121), auf Implantaten (n = 24), auf Zähnen und Implantaten (n = 30) befestigt sind hinsichtlich ihrer Komplikations- und Fehlerrate. Die vollständig auf Implantaten verankerten Brückenkonstruktionen wiesen nach fünf Jahren mit 100% die beste Verweildauer auf. Insgesamt sind 59 biologische Komplikationen und 46 technische Komplikationen über den gesamten Zeitraum zu verzeichnen. Die häufigsten vorkommenden biologischen Komplikationen waren Parodontitis, periapicale Erkrankungen, Karies und Periimplantitis. Die häufigsten technischen Komplikationen waren die Wiederbefestigung von zementierten Suprakonstruktionen, Brüche des Verblendmaterials und Frakturen der Abutments. Nach fünf Jahren in Funktion zeigten die implantatbefestigten Brücken die höchste technische und biologische Komplikationsrate auf. *Jemt et al.*⁴⁴ konstatierten, dass sich die größte Anzahl an klinischem Nachsorgebedarf im ersten Jahr nach Eingliederung der implantatgestützten Suprakonstruktionen mit einer mittleren Anzahl an notwendigen Behandlungen von $6,1 \pm 3,56$ pro Patient zeigt. *Zinsli et al.*⁹⁹ zeigten ebenfalls den größten Anteil an prothetischen Nachsorgemaßnahmen innerhalb des ersten Jahres nach Eingliederung der Suprakonstruktionen auf.

In der Implantologie neu verwendete Materialien wie Keramik und Zirkonoxid führen ebenfalls zu neuen technischen Problemen. So zeigen z.B. vollkeramische Einzelkronen eine erhöhte Frakturgefahr und eine somit geringere Überlebenszeit gegenüber vollverblendeten Metallkronen.⁴⁵ Zirkonoxid-Kronen und Zirkonoxid-Brücken zeigen ebenfalls eine hohe Komplikationsrate bezüglich Verblendungs- und Gerüstfrakturen auf.⁵³

Im Folgenden werden die prothetischen Komplikationen und Nachsorgemaßnahmen einzeln aufgezeigt. Eine Übersicht der aktuellen Studien bietet Tabelle 4.3-a. (siehe Seite 23).

Lockerung bzw. Fraktur der Verbindungsschrauben

Die Lockerung der Verbindungsschrauben stellt eine häufig vorkommende technische Komplikation bei festsitzendem implantatgestütztem Zahnersatz dar. Sie wird in der Literatur mit einer Häufigkeit von 5,6% bis 12,7% nach fünf Jahren beschrieben, wobei hier besonders die Einzelkronenrestorationen mit 7,1% bis 12,7% nach fünf Jahren betroffen sind.^{2, 14, 45, 70} Bei Brückenkonstruktionen wird eine Häufigkeit von 5,8% nach fünf Jahren in Funktion beschrieben.⁴⁵

Fraktur des Verblendmaterials

Viele klinische Studien untersuchen die Frakturen des Verblendmaterials bei implantatbefestigten Einzelkronen und Brücken und ermitteln eine Häufigkeit an Verblendungsbrüchen nach fünf Jahren in Funktion von 4,5% bis 11,9%.^{2, 45, 54, 70} Es zeigt sich außerdem eine deutlich höhere Verblendfrakturrate bei Brückenversorgungen (13,2%) im Vergleich zu Kronenversorgungen (4,5%) nach fünf Jahren in Funktion.⁴⁵

*Pjetursson et al.*⁷⁰ zeigten in ihrer Studie ein geringeres 5-Jahres-Risiko für Verblendungsfrakturen bei konventionellem Zahnersatz (2,9%) im Vergleich zu implantatgestütztem Zahnersatz (8,8%). Des Weiteren belegten einige Studien eine erhöhte Verblendfrakturgefahr bei vollkeramischen Versorgungen gegenüber keramisch vollverblendeten Metallversorgungen.^{45, 70} *Karl et al.*⁴⁶ untersuchten den Effekt von wechselnder Kaubelastung auf implantatgetragene, metallkeramische Brücken, welche entweder verschraubt oder zementiert befestigt sind. Sie zeigten eine signifikant höhere Verblendungsfraktur in der Gruppe der verschraubten Brückenkonstruktionen ($p < 0,01$) und erklärten dies durch die Unebenheit in der Kaufläche, bedingt durch die okklusale Schraubenöffnung. Dies stellt somit einen Schwachpunkt in der Keramikverblendung dar. In der Untersuchung von *Kinsel et al.*⁵¹ zeigte sich eine signifikant erhöhte Gefahr für Verblendungsfrakturen bei Patienten mit Bruxismus ($p < 0,05$) und bei Patienten, welche in der Gegenbezahnung ebenfalls implantatgestützten Zahnersatz tragen ($p < 0,01$).

Wiederbefestigung von zementierten Suprakonstruktionen

Die Wiederbefestigung von zementierten Suprakonstruktionen wird mit einer Häufigkeit von 5,5% bei implantatgestützten Kronen und 5,7% bei implantatgestützten Brücken nach fünf Jahren in Funktion beschrieben.^{2, 45, 70} Im Vergleich dazu zeigt sich die Häufigkeit der Rezementation bei konventionell auf Zähnen befestigten Kronen und Brücken nach fünf Jahren in Funktion mit 3,3% leicht niedriger.⁷⁰

Gerüstbrüche

Gerüstbrüche zählen zu den weniger häufig vorkommenden prothetischen Komplikationen und führen bei Auftreten zu einem Neuversorgungsgrund. Brüche des Kronen- oder Brückengerüsts bei implantatgestütztem festsitzendem Zahnersatz werden mit einer Häufigkeit von 0,7% bis 3,0% nach fünf Jahren in Funktion beschrieben.^{13, 45, 54} *Pjetursson et al.*⁷⁰ stellten eine Häufigkeit an Gerüstbrüchen bei implantatgestützten Brücken von 0,7% und bei Kronen von 3,0% nach fünf Jahren in Funktion fest. Besonders hoch zeigte sich die Komplikationsrate in Verbindung mit vollkeramischen Restaurationen. Dies belegten ebenfalls *Jung et al.*⁴⁵

Tab. 4.3-a: Literaturübersicht: Prothetischen Nachsorgemaßnahmen bei festsitzenden implantatgestützten Suprakonstruktionen

Autor	Jahr	Zeitraum (Jahre)	Versorgungsart (Anzahl)	Art und Häufigkeit der prothetischen Nachsorgemaßnahmen *
Aglietta ²	2009	5	Brücken (n = 155)	LS : 8,2% FV: 5,4% RE: 5,7% GB: 0,0%
Bräger ¹⁴	2005	10	Kronen und Brücken (n = 102)	LS: 7,1%
Jung ⁴⁵	2008	5	Kronen (n = 534)	LS: 12,7% FV: 4,5% RE: 5,5% GB: 3,0%
Kinsel ⁵¹	2009	6 Monate	Kronen und Brücken (n = 484)	FV: 19,4%
Kreissl ⁵⁴	2007	5	Kronen und Brücken (n=112)	LS: 12,5% FV: 8,9% GB: 1,0%

Krennmair ⁵⁵	2010	5	Kronen und Brücken (n = 180)	LS: 5,0% FV: 6,1% RE: 9,4%
Lekholm ⁵⁹	2006	20	Brücken (n = 27)	LS: 8 Fälle FV: 14 Fälle GB: 6 Fälle
Linkevicius ⁶⁰	2008	9 Monate	Kronen (n = 151) / Brücken (n = 208)	FV: 1,3% / 6,7%
Pjetursson ⁷⁰	2007	5	Kronen und Brücken	LS: 12,7% / 5,8% FV: 4,5% / 11,9% RE: 5,5% / 5,7%

* LS = Lockerung der Verbindungsschrauben, FV = Fraktur des Verblendmaterials;
RE = Rezementation der Suprakonstruktionen, GB = Gerüstbruch

4.3.2 Herausnehmbarer implantatgestützter Zahnersatz

Die häufigsten prothetischen Komplikationen bei herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz werden in der Literatur im Zusammenhang mit dem verwendeten Verankerungssystem und -mechanismus beschrieben.⁶³ Insbesondere der Austausch und die Aktivierung von Retentionselementen stellen den Hauptanteil an allen technischen Komplikationen dar.^{22, 73, 92} *Goodacre et al.*⁴⁰ zeigten den Attachmentverlust bzw. die Fraktur der Verankerungssysteme als die häufigste bzw. dritthäufigste auftretende prothetische Komplikation bei implantatbefestigtem herausnehmbarem Zahnersatz. Weiterhin stellen die Unterfütterung der Kunststoffbasis, die Reparatur von Kunststoffanteilen (inkl. der Kunststoffprothesenzähne), die Wiederbefestigung von gelockerten Aufbauten sowie die Reparatur von Verblendmaterialien häufig durchgeführte prothetische Nachsorgemaßnahmen dar. Es zeigt sich eine erhöhte prothetische Nachsorgenotwendigkeit bei herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz im Vergleich mit konventionellem herausnehmbarem Zahnersatz und implantatgestütztem festsitzendem Zahnersatz.^{42, 74, 90, 100}

*Zitzmann et al.*¹⁰⁰ verglichen in einer Studie konventionelle Totalprothesen mit implantatretinierten und implantatgetragenen Prothesen. Sie konstatierten einen signifikant höheren prothetischen Nachsorgebedarf bei implantatbefestigten Prothesen im Vergleich mit Totalprothesen ($p < 0,05$). Weiterhin zeigten implantatretinierte Prothesen einen höheren Nachsorgebedarf nach drei Jahren in Funktion verglichen mit implantatgestützten Prothesen und Totalprothesen. Die häufigste Nachsorgemaßnahme bei implantatretinierten Prothesen ist

die Aktivierung der Retentionselemente. Bei implantatgetragenen Prothesen zeigte sich die Lockerung der Verbindungsschraube als häufigste prothetische Nachsorgemaßnahme. Im Vergleich dazu zeigten konventionelle Totalprothesen als häufigste prothetische Nachsorgemaßnahme die Entfernung von Druckstellen, die Unterfütterung der Kunststoffbasis und die Reparatur von Kunststoffteilen. *Visser et al.*⁹⁰ zeigten ebenfalls einen erhöhten Behandlungsaufwand und eine erhöhte prothetische Nachsorgehäufigkeit bei implantatverankerten Prothesen im Vergleich zu konventionellen Totalprothesen. Sie zeigten auch eine erhöhte Notwendigkeit an Unterfütterung der Kunststoffbasis bei konventionellen Totalprothesen.

Die größte Anzahl an durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahmen bzw. der größte prothetische Nachsorgebedarf besteht auch hier laut aktueller Literatur innerhalb des ersten Jahres nach Eingliederung der implantatgestützten Prothesen.^{61, 62, 78, 101}

Im Folgenden werden die prothetischen Komplikationen und Nachsorgemaßnahmen einzeln dargestellt. Die Zusammenfassung aller Studien ist Tabelle 4.3-b (siehe Seite 28) zu entnehmen.

Aktivierung bzw. Erneuerung der Verankerungssysteme

Die Aktivierung bzw. die Erneuerung der Verankerungssysteme stellt bei implantatgestützten Prothesen den größten Anteil an den zu erwartenden technischen Komplikationen und somit an den durchzuführenden Nachsorgemaßnahmen dar.^{19, 56, 62, 92, 100} *Cehreli et al.*²² zeigten in ihrer Studie eine Häufigkeit an notwendigen Aktivierungen bzw. Austausch von Matrizen von 16,3% bzw. 13,4% nach einem Jahr und 62,7% bzw. 59,4% nach über fünf Jahren in Funktion. Eine Aktivierung bzw. ein Austausch der Matrizen musste nach einem Jahr in Funktion bei 3,3% bzw. 3,5% und nach über fünf Jahren in Funktion bei 23,5% bzw. 17,6% durchgeführt werden.

Bei teleskopverankerten Prothesen spricht man in diesem Zusammenhang von einer Friktionsverbesserung. Sie wird als weniger häufig vorkommende prothetische Nachsorgemaßnahme beschrieben. *Krennmair et al.*⁵⁶ zeigten anhand einer Studie über kugelverankerten und teleskopverankerten implantatbefestigten herausnehmbaren Zahnersatz insgesamt vier Fälle von Friktionsverbesserungen bei den teleskopverankerten Prothesen und 25 Aktivierungen bzw. sieben Erneuerungen der Verankerungssysteme bei den

kugelverankerten Prothesen innerhalb von drei Jahren in Funktion. *Heckmann et al.*⁴¹ beobachteten bei teleskopverankerten Unterkieferprothesen innerhalb von 10 Jahren in Funktion lediglich fünf Friktionsverbesserungen. Ein erheblicher Friktionsverlust bedeutet häufig einen Austausch der Primärteile oder macht gegebenenfalls eine komplette Neuanfertigung des Zahnersatzes notwendig, was ebenfalls in der Studie von *Heckmann et al.*⁴¹ gezeigt wurde.

Unterfütterung der Kunststoffbasis

Unterfütterungen der implantatgestützten Prothesen werden unabhängig vom Prothesendesign und Verankerungssystem mit einer Häufigkeit von 10,6% nach einem Jahr in Funktion und 20,3% nach über fünf Jahren in Funktion beschrieben.²² Bei teleskopverankerten Prothesen im Unterkiefer wird nach zehn Jahren in Funktion eine Unterfütterungshäufigkeit von 10,8% beschrieben.⁴¹

*Weinlander et al.*⁹⁵ untersuchten in einer Studie aus dem Jahr 2010 stegverankerte Prothesen und fanden vor allem bei runden Stegen, welche mit zwei oder vier Implantaten befestigt sind, eine hohe Unterfütterungshäufigkeit von 59,7% nach fünf Jahren in Funktion. *Krennmair et al.*⁵⁶ zeigten die Unterfütterung der Kunststoffbasis als die häufigste vorkommende prothetische Nachsorgemaßnahme bei implantatbefestigten resilient teleskopverankerten Prothesen nach drei Jahren in Funktion.

Reparatur von Kunststoffanteilen und Kunststoffzähnen

Die Häufigkeit der Reparatur von Kunststoffanteilen einschließlich der Prothesenzähne wird mit 4,9% nach einem Jahr und 17,5% nach über fünf Jahren in Funktion unabhängig von dem Prothesendesign und der Kieferlokalisation angegeben.²²

*Gonda et al.*³⁸ untersuchten die Frakturresistenz von Unterkieferprothesen, welche auf einem oder zwei Implantaten befestigt sind. Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen: Die Frakturhäufigkeit betrug 15,3% nach über einem Jahr in Funktion. *Purcell et al.*⁷² untersuchten in einer Studie implantatgestützte Unterkieferprothesen, welche als Gegenbezahnung eine konventionelle Totalprothese aufweisen, hinsichtlich ihres prothetischen Nachsorgebedarfs. Als häufigste Nachsorgemaßnahme stellte sich die Reparatur bzw. der Austausch von frakturierten oder abgenutzten Kunststoffzähnen besonders im

posterioren Bereich beider Prothesen heraus. Die Fraktur der vorderen Kunststoffzähne wurde als die dritthäufigste prothetische Komplikation beschrieben. Nach über zwei Jahren in Funktion zeigte sich für die implantatgestützten Unterkieferprothesen eine Häufigkeit der Fraktur der Kunststoffzähne von 15,2%; nach über fünf Jahren in Funktion betrug diese Rate 47,8%.

Lockerung bzw. Fraktur der Verbindungsschrauben und Wiederbefestigung von zementierten Aufbauten

Lockerungen der Verbindungsschrauben werden mit einer Häufigkeit von 10,8% bis 39,1% nach über fünf Jahren in Funktion in der aktuellen Literatur angegeben.^{41, 72, 99} *Purcell et al.*⁷² zeigten eine Frakturhäufigkeit der Verbindungsschrauben bei im Unterkiefer implantatbefestigte Prothesen von 5,2% nach fünf Jahren in Funktion.

Die Rezementation von gelockerten Suprakonstruktionen wird bei herausnehmbarem implantatbefestigtem Zahnersatz mit einer Häufigkeit von 8,4% nach zehn Jahren angegeben.⁴¹

Entfernung von Druckstellen

Die Entfernung von Druckstellen ist, ebenso wie bei konventionellen Totalprothesen, eine häufig durchgeführte Nachsorgemaßnahme.⁹² Sie zählt zu den sogenannten Anpassungsarbeiten, da sie überwiegend innerhalb des ersten Jahres nach Eingliederung der Prothesen stattfindet. Sie wird mit einer Häufigkeit von 15,8% angegeben. Nach fünf Jahren beträgt die Häufigkeit der Druckstellenentfernung 21,6%.⁹⁹

Tab. 4.3-b: Literaturübersicht: Prothetische Nachsorgemaßnahmen bei herausnehmbaren implantatgestützten Suprakonstruktionen

Autor	Jahr	Zeitraum (Jahre)	Verankerungsart/ Anzahl	Art und Häufigkeit der prothetischen Nachsorgemaßnahme *
Cehreli ²²	2010	5	Kugel-, Steg- Magnetverankerung und andere	AV: Matrize 59,3%, Patrize 23,5% EV: Matrize 62,7%, Patrize 17,6% UF: 20,3% RK: 17,5%
Gonda ³⁸	2010	1,5	-	RK: 17 Fälle
Heckmann ⁴¹	2004	10	Teleskop- verankerung	UF: 10,8% RK: 13,1% LS: 10,8% RE: 8,6%
Kiener ⁴⁹	2001	3	Steg- und Kugelverankerung	AV: 11 Fälle EV: 10 Fälle UF: 2 Fälle RK: 7 Fälle LS: 15 Fälle DS: 16 Fälle
Krennmair ⁵⁶	2006	3	Kugel- und Teleskop- verankerung	AV: Kugel 25 Fälle, Teleskope 4 Fälle EV: Kugel 7 Fälle UF: Kugel 15 Fälle, Teleskop 9 Fälle RK: Kugel 4 Fälle, Teleskop 4 Fälle LS: Kugel 3 Fälle, Teleskop 3 Fälle
MacEntee ⁶¹	2005	3	Kugel- und Stegverankerung	AV: Kugel 25 Fälle, Steg 69 Fälle EV: Kugel >100 Fälle, Steg 19 Fälle UF: Kugel 8 Fälle, Steg 5 Fälle RK: Kugel 5 Fälle, Steg 0 Fälle DS: Kugel 77 Fälle, Steg 97 Fälle
Minoretti ⁶⁴	2009	8	Steg-, Magnet- Kugel- und Teleskopverankerung	AV: 2 Fälle EV: 2 Fälle LS: 4 Fälle
Purcell ⁷²	2008	5	-	UF: 0 Fälle RK: 33 Fälle LS: 28 Fälle
Rentsch- Kollar ⁷³	2010	10	Kugel- und Stegverankerung	EV: Kugel 30 Fälle, Steg 86 Fälle

Weinlander⁹⁵	2010	5	Stegverankerung	AV: 57 Fälle UF: 37 Fälle RK: 30 Fälle LS: 28 Fälle DS: 38 Fälle
Zinsli⁹⁹	2004	7	Stegverankerung	AV: 15 Fälle EV: 14 Fälle UF: 10 Fälle RK: 3 Fälle DS: 27 Fälle

* AV /EV = Aktivierung / Erneuerung der Verankerungssysteme, UF = Unterfütterung der Kunststoffbasis,
 RK = Reparatur der Kunststoffanteile, LS = Lockerung der Verbindungsschrauben,
 RE = Rezementation der Suprakonstruktionen, DS = Entfernung von Druckstellen

4.3.3 Biologische und technische Komplikationen seitens der Implantate

Biologische Komplikationen wie eine periimplantäre Entzündung und der Verlust von periimplantärem Knochen werden in der Literatur häufig beschrieben.^{31, 76, 85}

Eine entzündliche, pathologische Veränderung an dem periimplantären Weich- und/oder Hartgewebe eines osseointegrierten Implantates wird als Periimplantitis bezeichnet. Sie entwickelt sich meist aus einer vorangegangenen Mucositis, welche zur Hyperplasie und Tascheninfektion führen kann. Eine fortgeschrittene Periimplantitis führt zu Knochenverlust und somit zur Deintegration des Implantats.¹⁸ Ein erhöhtes Risiko für eine Erkrankung an Periimplantitis zeigt sich bei Rauchern und Patienten mit Parodontitis sowie bei Patienten mit Allgemeinerkrankungen wie Diabetes mellitus und Osteoporose, Immunsuppression, Bestrahlung und bei Patienten unter Bisphosphonat-Therapie. Weitere lokale Risikofaktoren sind eine mangelhafte Mundhygiene, augmentierter Knochen, schlechte Knochenqualität, die OP-Technik (thermisches oder mechanisches Trauma des Knochens, Fehlpositionierung) sowie die prothetische Versorgung (mangelhafte Hygienefähigkeit, prothetische Spannung durch Fehlbelastung, Mikrobewegungen in den Aufbauten oder in den Suprakonstruktionen).^{18, 77, 83, 85}

Technische Komplikationen zeigen sich in Form von Implantat- oder Abutmentfrakturen. *Implantatfrakturen* werden in der Literatur als selten und spät vorkommende Komplikationen mit einer Häufigkeit von 0,16 bis 1,50% beschrieben.^{7, 28, 36, 81} Es werden zwei wesentliche

Gründe für eine Implantatfraktur beschrieben. Zum einen der Ermüdungsbruch durch mechanische Überbelastung, zum anderen der periimplantäre vertikale Knochenverlust.³⁶ Beeinflussende Faktoren für eine Implantatfraktur werden in patientenabhängige, implantatabhängige und prothetische Faktoren unterteilt. Als patientenabhängige Faktoren für eine Implantatfraktur gelten Sondierungstiefen über 5 mm, Knochenverlust und Überbelastung der Implantate durch parafunktionale Habits. Implantatbedingte Faktoren für eine Fraktur sind ein Implantatdurchmesser unter 4 mm sowie ein fehlerhaftes Implantatdesign oder Implantatmaterial. Aus prothetischer Sicht gelten eine Lockerung der Suprakonstruktion, eine festsitzende Versorgung mit Anhänger, ein nicht passiver Sitz der Suprakonstruktion sowie eine Fraktur der Keramikverblendung als auslösende Faktoren für eine Implantatfraktur.^{7, 28, 81}

Frakturen des Abutments gelten ebenfalls als selten vorkommende Komplikationen. Die 5-Jahres-Werte liegen zwischen 0,35% bis 2,4% bei festsitzendem und herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz.^{2, 45, 70} Zirkonoxid- und Titanabutments zeigen annähernd vergleichbare Überlebensraten nach fünf Jahren von über 97%.^{20, 79} Die Gründe für die Fraktur von Abutments liegen häufig in einer okklusalen Überbelastung, speziell bei Patienten mit Bruxismus, sowie in einem ungenauen Sitz der Abutments auf den Implantaten und einem fehlerhaften Abutmentdesign.^{1, 68}

*Simonis et al.*⁸⁵ zeigten eine Komplikationsrate bei Implantaten von 48,8% nach 16 Jahren auf. Davon zählten 16,9% zu den biologischen Komplikationen und 31,9% zu den technischen Komplikationen. Es zeigte sich in der Studie ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Erkrankung an Periimplantitis und einer vorherigen Erkrankung der Patienten an Parodontitis ($p < 0,01$). *Astrand et al.*⁵ zeigten anhand einer Langzeitstudie über 20 Jahre mit implantatgetragendem Zahnersatz bei zahnlosen Patienten gute Ergebnisse bezüglich der biologischen Komplikationsrate. Sie zeigten eine Häufigkeit von an Periimplantitis betroffenen Implantaten von 2,4% nach 20 Jahren und verzeichnen nur einen Implantatverlust in dem gesamten Beobachtungszeitraum. *Zinsli et al.*⁹⁹ untersuchten 298 Implantate und 177 implantatgestützte Zahnersatzarten hinsichtlich ihrer technischen und biologischen Komplikationsraten. Von sieben an Periimplantitis erkrankten Implantaten mussten drei entfernt werden. Zwei Implantate (eine Einzelkrone und eine Brücke) gingen aufgrund von Frakturen verloren. Insgesamt betrug der Implantatverlust 1,6% nach fünf Jahren. *Lekholm et al.*⁵⁹ untersuchten über 20 Jahre lang 24 implantatgestützte Brückenkonstruktionen auf

biologische und technische Komplikationen. Von ursprünglich 69 Implantaten kam es bei vier (5,7%) zu einer Fraktur. Zwei der Implantate frakturierten nach acht Jahren in Funktion und zwei weitere nach 17 Jahren in Funktion. Zwei weitere Implantate zeigten eine mangelhafte Osseointegration aufgrund von periimplantären Entzündungen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es eine Vielzahl an Studien gibt, welche sich mit der klinischen Bewährung von implantatgestütztem Zahnersatz beschäftigen. Sie unterscheiden sich alle erheblich in der Anzahl und Art des Untersuchungskollektivs, in der Beobachtungslänge und in der statistischen Vorgehensweise.

In der aktuellen Literatur existiert nur eine sehr begrenzte Anzahl an Studien, welche sich mit feststehendem und mit herausnehmbarem Zahnersatz beschäftigen. Die überwiegende Anzahl an Studien thematisiert entweder nur feststehenden oder nur herausnehmbaren implantatgestützten Zahnersatz. Oftmals sind die einzelnen Studien noch spezifischer und beziehen sich ausschließlich auf eine bestimmte Ausführungsart der Suprakonstruktionen, so werden z.B. nur Einzelkronen, Brücken, steg- oder kugelverankerte Prothesen betrachtet, wie beispielsweise bei *Jung et al.*⁴⁵, *Aglietta et al.*², *Weinlander et al.*⁹⁵ und *Rentsch-Kollar et al.*⁷³. Es werden hauptsächlich Langzeitergebnisse (5- bis 10-Jahres-Ergebnisse) bezüglich der Überlebenszeiten der Suprakonstruktionen und der prothetischen Nachsorgemaßnahmen aufgezeigt.^{2, 45, 54, 70, 73, 86} Die in der Anfangsphase (1- bis 3-Jahres-Ergebnisse) der eingegliederten Suprakonstruktionen auftretenden Komplikationen und notwendigen prothetischen Nachsorgemaßnahmen sind nur wenig, bei *Krennmair et al.*⁵⁶, *Cehreli et al.*²² und *Purcell et al.*⁷² beschrieben. Eine mit der vorliegenden Arbeit vergleichbare Studie bezüglich der Verweildauer der Suprakonstruktionen bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme wurde im Rahmen der Literaturstudie nur bei *Kiener et al.*⁴⁹ gefunden. Weiterhin existieren nur wenige Studien, in welchen eine patientenbezogene Auswertung durchgeführt wird.

5 Material und Methode

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine retrospektive Longitudinalstudie anhand von Patientenunterlagen. Die relevanten Daten sind dem seit 2004 bestehenden EDV-Programm (Multizentrische Datenanalyse, MZD) entnommen. Ab diesem Zeitpunkt wurden die Behandlungsschritte kontinuierlich elektronisch dokumentiert und sind somit datumsgenau nachvollziehbar. Es wurde ausschließlich implantatgestützter Zahnersatz berücksichtigt, der im Beobachtungszeitraum vom 01.01.2004 bis zum 31.12.2009 in der Poliklinik für zahnärztliche Prothetik der Justus-Liebig-Universität Gießen hergestellt und eingegliedert wurde.

5.1 Patientengut

Die Behandlung der Patienten erfolgte gemäß des standardisierten Verfahrens der Abteilung für Zahnersatzkunde und wurde in der Regel durch Assistenz Zahnärzte, Oberärzte und Professoren der Abteilung durchgeführt. Die Anfertigung des Zahnersatzes erfolgte ebenfalls anhand von standardisierten Verfahren durch qualifizierte zahnärztliche Labore.

In der Erhebungsphase der Untersuchung konnten zunächst 270 Patienten, welche mit insgesamt 591 implantatgestützten Suprakonstruktionen versorgt wurden, identifiziert werden. Sie alle entsprachen den vorgenannten Kriterien. Die Auswahl der Patienten erfolgte in anonymisierter Form.

Bei der inferenzstatistischen Auswertung kann pro Patient nur eine Versorgung betrachtet werden kann, andernfalls käme es zu einer Vermischung der Variabilität zwischen den einzelnen Patienten und der Variabilität innerhalb eines Patienten. Es wurde somit randomisiert eine Versorgung pro Patient ausgewählt. Von 34 der 270 identifizierten Patienten lagen unvollständige Datensätze in Form von fehlenden Nachbeobachtungszeiten vor, so dass letztendlich 236 Patienten mit 236 implantatgestützten Suprakonstruktionen, welche auf insgesamt 579 Implantaten befestigt sind, in die Studie aufgenommen wurden.

Nach Eingliederung des Zahnersatzes wurden die Patienten in ein Nachsorgeprogramm (Recallprogramm) aufgenommen, in dem die eingegliederten Zahnersatzarten und Implantate

in jährlichen Abständen nachuntersucht werden. Die Teilnahme am Recallprogramm war freiwillig.

5.1.1 Alters- und Geschlechterverteilung

Die Patienten waren zum Zeitpunkt der Eingliederung des implantatgetragenen Zahnersatzes im Mittel $51,00 \pm 17,09$ Jahre alt. Der jüngste Patient war 18 Jahre alt, der älteste 83 Jahre alt. Patienten mit festsitzendem Zahnersatz waren im Mittel $44,73 \pm 16,41$ Jahre alt, der jüngste Patient war zum Zeitpunkt der Eingliederung 18 Jahre und der älteste Patient 81 Jahre alt. Das Patientenkollektiv, welches mit herausnehmbarem Zahnersatz versorgt wurde, war im Mittel $63,45 \pm 10,27$ Jahre alt. Der jüngste Patient in dieser Gruppe war 29 Jahre, der älteste Patient 83 Jahre alt.

Das Patientenalter ist in der folgenden Abbildung in Dekaden eingeteilt (Abb.5.1-a).

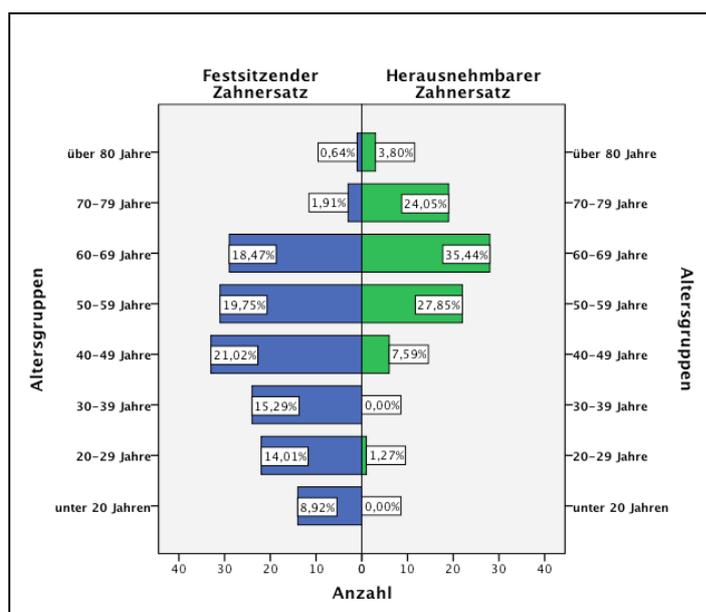


Abb. 5.1-a: Altersverteilung bei festsitzendem und herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz in Dekaden

Das Alter der Patienten, die mit festsitzendem Zahnersatz versorgt wurden, verteilte sich recht gleichmäßig über das 4. bis zum 6. Lebensjahrzehnt. Es zeigten sich ein deutlicher Abfall bei den Patienten im 7. und 8. Lebensjahrzehnt und ein leichter Abfall bei den 30- bis unter 20-jährigen Patienten. Das Alter der mit herausnehmbarem Zahnersatz versorgten Patienten verteilte sich über das 5. bis 7. Lebensjahrzehnt, mit einem Maximum im 6. Lebensjahrzehnt. Es gab nur einen Patienten unter 40 Jahren, der mit herausnehmbarem Zahnersatz versorgt

wurde. Insgesamt wurden 115 Frauen (48,7%) und 121 Männer (51,3%) mit implantatgestütztem Zahnersatz versorgt. Mit festsitzendem implantatbefestigtem Zahnersatz wurden insgesamt 79 Frauen (33,4%) und 78 Männer (33,0%), mit herausnehmbaren implantatgestützten Suprakonstruktionen wurden 36 Frauen (15,2%) und 43 Männer (18,2%) versorgt.

5.2 Datenerfassung

Die Datenerfassung erfolgte mittels der elektronischen Patientenakten der Poliklinik für zahnärztliche Prothetik. Die Patientenakteneintragungen wurden ab Beginn der Behandlung und nach Eingliederung der Zahnersatzart fortlaufend dokumentiert.

Folgende Daten wurden im Einzelnen erhoben und computergestützt erfasst:

- Allgemeine Patientendaten: Geburtsdatum, Geschlecht
- Versorgungsart: Festsitzender oder herausnehmbarer Zahnersatz
- Genaue Ersatzart: Kronen (Vollguss-, Vollkeramik-, teil- oder vollverblendete Metallkronen), Brücken (verblendet oder Vollkeramik), Teleskopprothesen, stegverankerte Prothesen, Obturator-Prothesen, abnehmbare Brücken
- Eingliederungsdatum
- Kieferlokalisierung des Zahnersatzes
- Gebissituation vor Implantation
- Implantatanzahl pro Ersatzart
- Implantatposition und Implantatverteilung im Kiefer
- Gegenbezahnung
- Implantatsystem, Implantatlängen und -durchmesser
- Komplikationen: An Periimplantitis erkrankte oder explantierte Implantate sowie Frakturen des Implantats oder des Abutments (mit Datum und Angabe des Implantats)
- Teilnahme am Recallprogramm und Häufigkeit

- Nachsorge-/Wiederherstellungsmaßnahmen: Datum, Art und Anzahl der durchgeführten Nachsorgemaßnahmen und Wiederherstellungsmaßnahmen sowie der Neuanfertigungen pro Ersatzart

5.3 Datenermittlung und Definition der Zielereignisse

Die Aufnahme der gesammelten Daten erfolgte zunächst mit Microsoft Excel (Version 12.0). Die Auswertung erfolgte mit SPSS - Statistics (PASW 18 Version 18.0.0 und SPSS 19 Version 19.0.0) und SAS (Version 9.2) unter Beratung der AG Medizinische Statistik (Leiter: Dr. R.H. Bödeker) des Instituts für Medizinische Informatik der Justus-Liebig-Universität Gießen. Die Berechnungen der Überlebenszeit bzw. Verweildauer des Zahnersatzes bis zur Neuanfertigung bzw. bis zur ersten Nachsorgemaßnahme wurden patientenbezogen durchgeführt.

Die Verweildaueranalyse (Überlebenszeitanalyse) ist die Untersuchung einer Gruppe von Fällen bezüglich der Dauer zwischen zwei definierten Ereignissen. Das erste definierte Ereignis, demzufolge der Startpunkt der Beobachtung, ist in der vorliegenden Studie die Eingliederung des Zahnersatzes. Das zweite definierte Ereignis, das Zielereignis, ist mit dem Eintreten einer Neuversorgung bzw. der Durchführung der ersten Nachsorgemaßnahme definiert. Diejenigen Fälle, bei denen das Zielereignis in dem beobachteten Untersuchungszeitraum nicht eintrat, gelten als sogenannte zensierte Fälle. Für diese zensierten Fälle wird das letzte Erscheinungsdatum in der Klinik anstelle des Eintrittsdatums des Zielereignisses verwendet. Um einem Datenverlust bei der Berechnung der Überlebenszeiten durch diese zensierten Fälle entgegenzuwirken, wurde das Kaplan-Meier-Verfahren verwendet. Dieses Verfahren ist in der Lage, den Beobachtungszeitraum in kleinere Zeitintervalle variabler Länge zu zerlegen, so dass ein Ausfall am Ende eines Intervalls liegt. Alle Elemente, die mindestens über die Länge des definierten Intervalls vorhanden sind, werden in die Schätzung der Wahrscheinlichkeit des Endereignisses des jeweiligen Intervalls einbezogen. Zensierungen werden, wenn sie genau auf den Zeitpunkt eines Ausfalls fallen, berücksichtigt, als ob sie das Intervall vollständig überlebt hätten. Liegen Zensierungen innerhalb des jeweiligen Intervalls oder genau auf Intervallgrenzen, werden sie in den folgenden Intervallen nicht berücksichtigt.⁸²

Sollten sich weniger als fünf Fälle in der Berechnung der Überlebenszeitanalyse befinden, stoppt die Berechnung an dieser Stelle. Dies wird in der graphischen Darstellung mittels eines senkrechten Balkens markiert.

Die univariate Analyse von möglichen Einflussfaktoren (z.B. die Kieferlokalisierung, die Recallteilnahme oder die Gegenbeziehung der Implantatversorgung) auf den Erfolg des Zahnersatzes bis zur Neuversorgung bzw. bis zur ersten Nachsorgemaßnahme wurde mit Hilfe des Log-Rank-Tests und des Breslow-Tests (Wilcoxon-Tests) durchgeführt. Der Log-Rank-Test ist ein Testverfahren zum Vergleich von zwei oder mehr Gruppen bei der Berechnung von Verweildaueranalysen. Es vergleicht die Verteilungsfunktion der Erfolgsraten in den jeweiligen Stichproben und prüft diese auf signifikante Unterschiede. Der Log-Rank-Test gewichtet alle Fälle gleich. Der Breslow-Test (Wilcoxon-Test) diente zum Vergleich zweier abhängiger Stichproben bezüglich ihrer zentralen Tendenz (Mediane). Er gewichtet die Werte am Anfang stärker, das heißt, je früher ein Ausfall vorkommt, desto stärker ist sein Gewicht.⁸²

Die Signifikanzprüfung erfolgte mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests und des exakten Tests nach Fisher. Das Signifikanzniveau wurde wie üblich mit „p“ bezeichnet und die Werte standardgemäß wie folgt festgelegt:

- $p > 0,05$ nicht signifikant
- $p < 0,05$ signifikant
- $p < 0,01$ hoch signifikant
- $p < 0,001$ höchst signifikant

6 Ergebnisse

6.1 Deskriptive allgemeine Daten

Metrische Variable wurden mittels der Angabe von Mittelwerten und Standardabweichung, Median, Minimum und Maximum dargestellt. Nominale Variable wurden durch Häufigkeitsangaben numerisch und prozentual dargestellt.

6.1.1 Beobachtungsdauer

Die mittlere Beobachtungsdauer der Zahnersatzarten betrug $15,83 \pm 15,35$ Monate. Das Minimum betrug 0,03 Monate, das Maximum 66,03 Monate.

6.1.2 Versorgungsarten

In Abbildung 6.1-a ist die Anzahl der Eingliederungen des Zahnersatzes pro Versorgungsart und Jahr dargestellt.

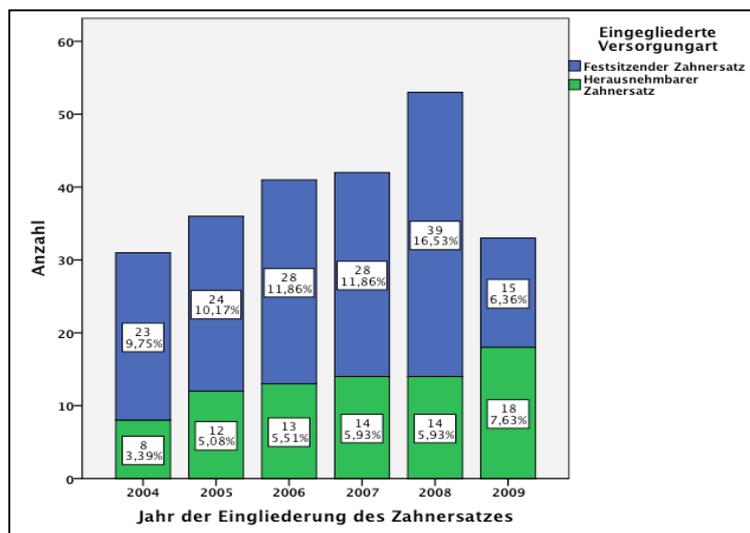


Abb. 6.1-a: Anzahl der Zahnersatzeingliederungen pro Jahr (n=236), eine Zahnersatzart pro Patient

Die höchste Anzahl an Eingliederungen war im Jahr 2008 mit insgesamt 53 Versorgungsarten zu verzeichnen. Von den 236 nachuntersuchten Patienten wurden 157 (66,5%) Patienten mit festsitzendem implantatgestütztem und 79 (33,5%) Patienten mit herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz versorgt.

6.1.3 Festsitzender implantatgestützter Zahnersatz

Insgesamt wurden 157 festsitzende Konstruktionen auf 192 Implantaten eingegliedert, davon waren 142 (90,4%) Kronenversorgungen und 15 (9,6%) Brückenversorgungen (Tab. 6.1-a).

Tab. 6.1-a: Übersicht über die eingegliederten festsitzenden implantatgestützten Suprakonstruktionen (n=157)

Zahnersatzarten	Häufigkeit	Prozent
Vollverblendete Metallkronen	83	52,9
Vollkeramikronen	50	31,8
Vollverblendete Metallbrücken	13	8,3
Teilverblendete Metallkronen	7	4,5
Vollgusskronen	2	1,3
Vollkeramikbrücken	2	1,3
Gesamt	157	100,0

6.1.3.1 Lokalisationen der implantatgestützten Suprakonstruktionen

Im Oberkiefer wurden insgesamt 80 (51,0%) der festsitzenden Versorgungen, im Unterkiefer insgesamt 77 (49,0%) Suprakonstruktionen eingegliedert. Genauer betrachtet wurden im Oberkiefer 76 (48,4%) Kronen und vier (2,5%) Brückenversorgungen, im Unterkiefer 66 (42,0%) Kronen und elf (7,0%) Brückenversorgungen eingesetzt.

Im Oberkiefer wurden im Frontzahnbereich 35 (43,8%) Kronen und zwei (2,5%) Brücken, im Seitenzahnbereich 41 (51,2%) Kronen und eine (1,3%) Brücke eingegliedert. Eine (1,3%) weitere Brückenversorgung umfasste den Front- und Seitenzahnbereich im Oberkiefer. Im Unterkiefer wurden im Frontzahnbereich fünf (6,5%) Kronen und drei (3,9%) Brücken sowie im Seitenzahnbereich 61 (79,2%) Kronen und vier (5,2%) Brücken eingesetzt. Vier (5,2%) Brücken im Unterkiefer umfassten das Front- und Seitenzahngebiet.

6.1.3.2 Gebissituationen vor implantatprothetischer Versorgung

Die Gebissituationen vor implantatprothetischer Versorgung stellten sich bei den 157 Patienten, welche mit festsitzenden implantatgestützten Suprakonstruktionen versorgt wurden, wie folgt dar: Es lagen 93 (59,2%) Lückensituationen vor, dies waren 43 (46,2%) Frontzahn­lücken und 50 (53,8%) Seitenzahn­lücken. 64 (40,8%) Freiendsituationen, wovon sich 20 (31,3%) im Oberkiefer und 44 (68,8%) im Unterkiefer befanden, wurden ebenfalls mit festsitzendem Zahnersatz versorgt.

Von den insgesamt 43 Frontzahn­lücken wurden 26 (60,5%) implantat­gestützt mit Vollkeramikkronen und 12 (27,9%) mit vollverblendeten Metallkronen versorgt. Die insgesamt 50 Seitenzahn­lücken wurden bei 29 (58,0%) Patienten implantat­gestützt mit vollverblendeten Metallkronen und bei 18 (36,0%) Patienten mit Vollkeramikkronen versorgt. Bei den 64 Patienten mit zu versorgenden Freiendsituationen wurden bei 42 (65,6%) Patienten vollverblendete Metallkronen und bei acht (12,5%) Patienten vollverblendete Metallbrücken eingegliedert (Tab.6.1-b).

Tab. 6.1-b: Übersicht über die eingegliederten Versorgungen bezogen auf die Gebiss­situation vor Implantation (n=157)

Gebiss­situation Versorgungen	Frontzahn­lücken		Seitenzahn­lücken		Freiendsituation	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Vollverblendete Metallkronen	12	27,9	29	58,0	42	65,6
Teilverblendete Metallkronen	1	2,3	1	2,0	5	7,8
Vollkeramikkronen	26	60,5	18	36,0	6	9,4
Vollgusskrone	-	-	-	-	2	3,1
Vollverblendete Metallbrücken	3	7,0	2	4,0	8	12,5
Vollkeramikbrücken	1	2,3	-	-	1	1,6
Gesamt	43	100,0	50	100,0	64	100,0

6.1.3.3 Gegenbe­zahnungen der Implantat­versorgung

Die häufigste Form der Gegenbe­zahnung bei festsitzendem implantat­gestütztem Zahnersatz stellte der natürliche Zahn bei 73 (47,4%) Patienten dar, gefolgt von konventionellem festsitzendem Zahnersatz, wie z. B. auf natürlichen Zähnen verankerte Kronen und Brücken, bei 54 (35,0%) Patienten. Als Gegenbe­zahnung weniger häufig beobachtet wurden implantat­gestützter Zahnersatz (16 Fälle, 10,3%) und konventioneller herausnehmbarer Zahnersatz (11 Fälle, 7,1%), wie z.B. auf natürlichen Zähnen verankerte Prothesen oder Totalprothesen. Von drei Patienten fehlten die Angaben.

6.1.4 Herausnehmbarer implantat­gestützter Zahnersatz

Bei dem Patientenkollektiv mit herausnehmbarem implantat­gestütztem Zahnersatz wurden insgesamt 79 (33,5%) Suprakonstruktionen auf 387 Implantaten eingesetzt.

Teleskopverankerte Prothesen (91,2%) stellten die häufigste Versorgungsart dar (Tab. 6.1-c).

Tab. 6.1-c: Übersicht über die eingegliederten herausnehmbaren implantatgestützten Suprakonstruktionen (n=79)

Versorgung	Häufigkeit	Prozent
Teleskopverankerte Prothesen	72	91,2
Stegverankerte Prothesen	3	3,8
Abnehmbare Brücken	2	2,5
Obturator-Prothesen	2	2,5
Gesamt	79	100,0

6.1.4.1 Lokalisationen der implantatgestützten Suprakonstruktionen

17 (21,5%) herausnehmbare Konstruktionen wurden im Oberkiefer eingegliedert. Dies waren 16 (94,1%) teleskopverankerte Prothesen und eine (5,9%) Obturator-Prothese. Im Unterkiefer wurden 62 (78,5%) der herausnehmbaren Suprakonstruktionen eingegliedert. Im Einzelnen waren dies 56 (90,4%) teleskopverankerte Prothesen, drei (4,8%) stegverankerte Prothesen, zwei (3,2%) abnehmbare Brücken und eine (1,6%) Obturator-Prothese.

6.1.4.2 Gebissituationen vor implantatprothetischer Versorgung

In 68 (86,1%) Fällen lag ein zahnloser Kiefer vor, in elf (13,9%) Fällen lag ein stark reduzierter Restzahnbestand vor. Es wurden unter anderem 14 (93,3%) zahnlose Oberkiefer und 48 (90,6%) zahnlose Unterkiefer mit teleskopverankerten Prothesen versorgt. Weiterhin wurden elf Kiefer mit stark reduziertem Restzahnbestand mit zehn teleskopverankerten Prothesen und einer abnehmbaren Brücke versorgt. (Tab. 6.1-d).

Tab. 6.1-d: Übersicht über die vorliegende Gebissituation und die gewählte Zahnersatzart (n=79)

Versorgung	Gebissituation vor Implantation			
	Zahnlos		Restbezzahnung	
	Oberkiefer	Unterkiefer	Oberkiefer	Unterkiefer
Teleskopverankerte Prothese	14(93,3%)	48(90,6%)	2(100,0%)	8(88,9%)
Stegverankerte Prothese	-	3(5,7%)	-	-
Abnehmbare Brücke	-	1(1,9%)	-	1(11,1%)
Obturator-Prothese	1(6,7%)	1(1,9%)	-	-
Gesamt	15(100,0%)	53(100,0%)	2(100,0%)	9(100,0%)

6.1.4.3 Pfeileranzahl und Pfeilerverteilung im jeweiligen Kiefer

Im Oberkiefer wurden im Mittel $6,94 \pm 1,71$ Implantate als Pfeilerzähne eingebracht, der Median betrug 8. Das Minimum lag bei vier Implantaten, das Maximum bei zehn Implantaten pro Versorgung im Oberkiefer. Am häufigsten wurden im Oberkiefer acht Implantate als Pfeilerzähne verwendet (47,1%).

Im Unterkiefer wurden im Mittel $4,34 \pm 1,40$ Implantate als Pfeilerzähne eingebracht, der Median betrug hier 4. Als Minimum wurden im Unterkiefer ein Implantat als Pfeilerzahn eingesetzt, als Maximum acht Implantate. Die Verwendung von vier Implantaten stellte die häufigste Form der Pfeileranzahl im Unterkiefer dar (54,8%).

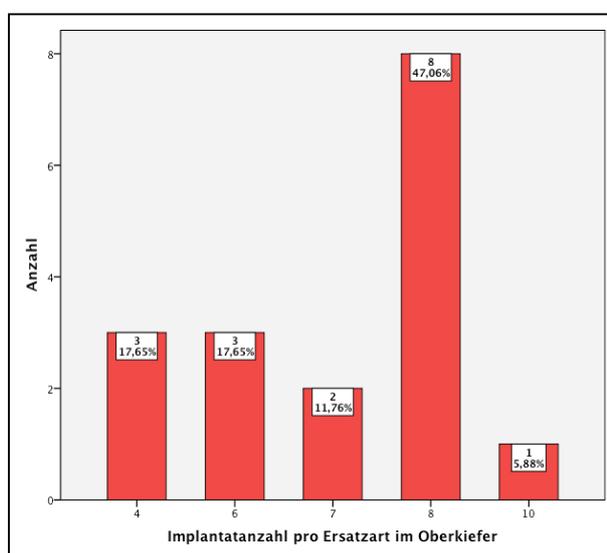


Abb. 6.1-b: Implantatanzahl pro Ersatzart welche im Oberkiefer als Pfeiler genutzt wurden (n=17)

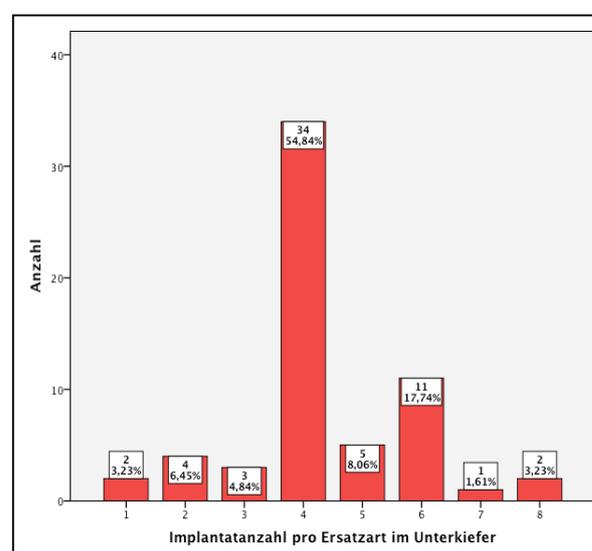


Abb. 6.1-c: Implantatanzahl pro Ersatzart welche im Unterkiefer als Pfeiler genutzt wurden (n=62)

Die Pfeilerverteilung im Oberkiefer erfolgte bei zehn (58,8%) der eingegliederten Prothesen symmetrisch. Das heißt, es wurde die gleiche Anzahl an Implantaten in beiden Kieferseiten und in gleichen Regionen inseriert. Bei sieben (41,2%) Prothesen erfolgte die Pfeilerverteilung asymmetrisch. Im Unterkiefer zeigte sich ein noch deutlicherer Unterschied: Hier erfolgte bei 46 (74,2%) der eingegliederten Prothesen eine symmetrische Pfeilerverteilung und bei 16 Prothesen (25,8%) eine asymmetrische Pfeileranordnung.

6.1.4.4 Gegenbezahnungen der Implantatversorgung

Bei 53 (67,9%) der eingegliederten implantatgestützten herausnehmbaren Suprakonstruktionen befand sich im Gegenkiefer konventioneller herausnehmbarer Zahnersatz. Weitere 18 (23,2%) eingegliederte herausnehmbare Suprakonstruktionen wiesen als Gegenbeziehung ebenfalls implantatgestützten Zahnersatz auf. Bei sieben (8,9%) Konstruktionen befand sich im Gegenkiefer konventioneller festsitzender Zahnersatz in Form von Kronen und Brücken. Die Angabe von einem Patienten fehlte. Bei keiner der 79 eingegliederten implantatgestützten herausnehmbaren Suprakonstruktionen lag ein natürliches Gebiss als Gegenbeziehung vor.

6.1.5 Implantate

Insgesamt wurden beim beobachteten Patientenkollektiv 579 Implantate inseriert. 192 (33,2%) Implantate wurden für 157 festsitzende und 387 (66,8%) Implantate für 79 herausnehmbare implantatgestützte Suprakonstruktionen eingesetzt. Von den 579 gesetzten Implantaten wurden 211 (36,4%) Implantate im Oberkiefer und 368 (63,6%) Implantate im Unterkiefer inseriert. Im Frontzahnbereich wurden 234 (40,4%) und im Seitenzahnbereich 345 (59,6%) Implantate inseriert. Von den 211 im Oberkiefer inserierten Implantaten wurden 78 (36,9%) im Frontzahnbereich und 133 (63,1%) im Seitenzahnbereich gesetzt. Im Unterkiefer wurden von 368 Implantaten 156 (42,3%) im Frontzahnbereich und 212 (57,7%) im Seitenzahnbereich inseriert.

6.1.5.1 Implantatsysteme

Die häufigsten verwendeten Implantatsysteme waren Xive (56,9%) von Dentsply Friadent (Mannheim), Bego Semados (25,5%) von Bego (Bremen) und ITI-Implantate (8,1%) von Straumann (Basel). Siehe Tabelle 6.1-e auf Seite 43.

Sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer betrug die durchschnittliche Länge der inserierten Implantate 13,00 mm. Im Oberkiefer lag das Maximum der verwendeten Implantatlängen bei 15,00 mm und das Minimum bei 9,50 mm, im Unterkiefer lag das Maximum ebenfalls bei 15,00 mm, das Minimum lag hier bei 8,00 mm.

Der Implantatdurchmesser betrug im Ober- und Unterkiefer durchschnittlich 3,80 mm. Im Oberkiefer lag das Maximum der verwendeten Implantatdurchmesser bei 4,80 mm und das Minimum bei 3,30 mm, im Unterkiefer wurde maximal ein Implantatdurchmesser von 4,50 mm und 2,70 mm als minimaler Durchmesser gewählt.

Tab. 6.1-e: Übersicht über die verwendeten Implantatsysteme (n=558, da die Angaben von 21 Implantaten fehlen)

Implantatsysteme	Häufigkeit	Prozente %
Xive (Dentsply Friadent, Mannheim)	318	56,9
Bego Semados (Bego, Bremen)	142	25,5
ITI-Implantate (Straumann, Basel)	45	8,1
Frialit 2 (Dentsply Friadent, Mannheim)	16	2,9
Aurobase (Dentsply Friadent, Mannheim)	14	2,5
Astra (Astra Tech, Elz)	7	1,3
Bego semados Mini Line (Bego, Bremen)	6	1,1
Innova oraltronics (Sybron, Bremen)	5	0,8
Camlog (Camlog, Wimsheim)	4	0,7
Osseotite (Biomet 3i, Palm Beach Gardens , FL, USA)	1	0,2

6.1.6 Recallteilnahme

Von insgesamt 236 nachuntersuchten Patienten haben 113 Patienten (47,9%) am Recallprogramm teilgenommen. 123 Patienten (52,1%) haben ihre Recalltermine nicht wahrgenommen. Von den 113 Patienten, die am Recallprogramm teilnahmen, erschienen 64,6% der Patienten einmal, 26,5% der Patienten zweimal und 6,1% der Patienten dreimal zum Recall (Abb. 6.1-d). Von den 113 Patienten, welche mindestens einen Recallbesuch wahrnahmen, waren 51,3% weiblichen Geschlechts und 48,7% männlichen Geschlechts. 74 (65,6%) Patienten mit festsitzendem implantatgestütztem Zahnersatz und 39 (34,4%) Patienten mit herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz erschienen mindestens einmal zum Recall.

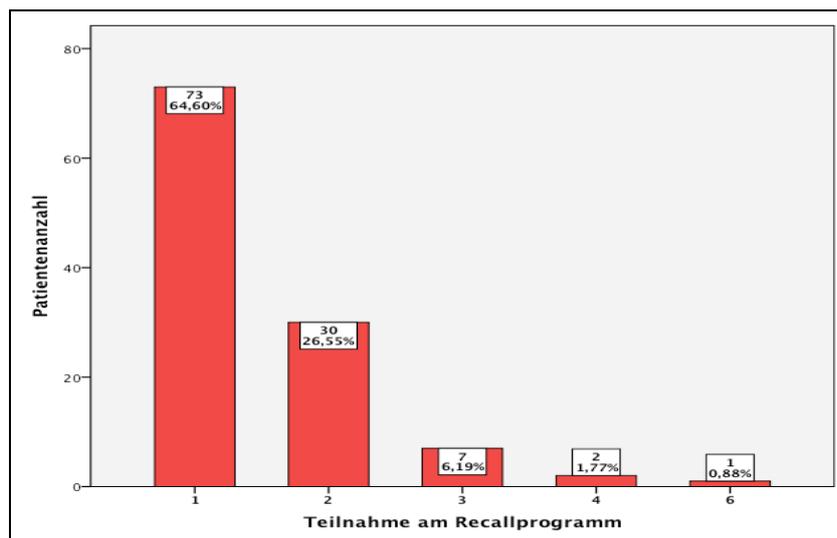


Abb. 6.1-d: Übersicht der Teilnahme am Recallprogramm (n=113 Patienten)

6.2 Deskriptive Daten zu prothetischen Nachsorgemaßnahmen und Komplikationen

Anhand dieses Kapitels sollen zunächst die während der Funktionsperiode der implantatgestützten Suprakonstruktionen aufgetretenen prothetischen Nachsorgemaßnahmen und Komplikationen für festsitzenden und herausnehmbaren implantatgestützten Zahnersatz dargestellt werden. Dazu zählen technische Mängel und Reparaturen wie Lockerungen der Verbindungsschrauben und Reparaturen von Verblendmaterialien sowie Friktionsverbesserungen, Unterfütterungen der Kunststoffbasis, Bruchreparaturen der Kunststoffanteile und Druckstellenbeseitigungen. Anzahl und Art der durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme sowie der Zeitpunkt werden dargestellt.

Im Anschluss werden die sogenannten technischen und biologischen Komplikationen seitens der Implantate aufgezeigt. Zu den technischen Komplikationen zählen Frakturen des Implantats und des Abutments; zu den biologischen Komplikationen zählen periimplantitische Erkrankungen und der Verlust von Implantaten durch Lockerung und Knochenabbau.

6.2.1 Prothetische Nachsorgemaßnahmen und Komplikationen seitens der Suprakonstruktionen und der Implantate

Bei 79 (33,5%) Patienten wurden insgesamt 182 durchgeführte prothetische Nachsorgemaßnahmen innerhalb des Untersuchungszeitraums registriert (Tab. 6.2-a). Mit elf durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahmen pro Ersatzart wurde das Maximum erreicht. Im Mittel wurden $2 \pm 2,34$ Nachsorgemaßnahme pro Patient und Versorgung durchgeführt.

Insgesamt 50 (27,5%) prothetische Nachsorgemaßnahmen wurden bei 37 (23,6%) von 157 mit festsitzendem implantatgestütztem Zahnersatz versorgten Patienten registriert.

Insgesamt 132 (72,5%) durchgeführte prothetische Nachsorgemaßnahmen wurden bei 42 (53,2%) von 79 mit herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz versorgten Patienten beobachtet.

Tab. 6.2-a: Übersicht über die durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahmen bezogen auf die Versorgungen (n=182)

Nachsorgemaßnahmen	Festsitzender Zahnersatz		Herausnehmbarer Zahnersatz		Gesamt	
	Häufigkeit	Prozent%	Häufigkeit	Prozent%	Häufigkeit	Prozent%
Druckstellenentfernungen	-	-	63	47,7	63	34,6
Lockerung der Verbindungsschrauben	41	82,0	8	6,1	49	26,9
Unterfütterungen	-	-	27	20,5	27	14,8
Friktionsverbesserung	-	-	16	12,1	16	8,8
Kunststoffreparaturen	-	-	16	12,1	16	8,8
Verblendungsreparatur	9	18,0	2	1,5	11	6,1
Gesamt	50	100,0	132	100,0	182	100,0

Tab. 6.2-b zeigt die zeitabhängig durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahmen. Die Druckstellenentfernungen (n = 63) wurden hierbei nicht weiter berücksichtigt, da sie zu den Anpassungsarbeiten gezählt wurden und fast vollständig während des ersten Jahres nach Eingliederung der Versorgungen durchgeführt wurden. Wie aus der Tabelle zu entnehmen ist, fanden über 60,0% der prothetischen Nachsorgemaßnahmen innerhalb des ersten Jahres nach Eingliederung der implantatgestützten Suprakonstruktionen statt. Unter Berücksichtigung der Druckstellenentfernung ist mit einem erheblich höheren Wert an durchgeführten Nachsorgemaßnahmen innerhalb des ersten Jahres nach Eingliederung zu rechnen.

Tab. 6.2-b: Zeitabhängig durchgeführte Nachsorgemaßnahmen

Jahr Nachsorgemaßnahme	Jahr						Gesamt
	Im 1. Jahr nach Eingliederung	Im 2. Jahr nach Eingliederung	Im 3. Jahr nach Eingliederung	Im 4. Jahr nach Eingliederung	Im 5. Jahr nach Eingliederung	Im 6. Jahr nach Eingliederung	
Lockerung der Verbindungsschrauben	31	9	7	2	-	-	49
Unterfütterungen	15	6	2	2	1	1	27
Friktionsverbesserung	11	1	2	1	-	1	16
Kunststoffreparaturen	6	3	4	3	-	-	16
Verblendungsreparatur	9	1	1	0	-	-	11
Gesamt	72 (60,5%)	20 (16,8)	16 (13,4%)	8 (6,7%)	1 (0,008%)	2 (0,016%)	119

41 (59,4%) von insgesamt 69 durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahmen (Druckstellenbeseitigungen ausgeschlossen) fanden bei dem Patientenkollektiv mit herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz innerhalb des ersten Jahres nach Eingliederung der Prothesen statt. Bei den festsitzenden implantatgestützten Suprakonstruktionen wurden innerhalb des ersten Jahres nach Eingliederung 31 (62,0%) von insgesamt 50 durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahmen registriert.

Im Folgenden werden die prothetischen Nachsorgemaßnahmen einzeln aufgezeigt.

Druckstellenbeseitigung

Es wurden alle Druckstellen vermerkt, die nach Eingliederung der implantatgestützten herausnehmbaren Suprakonstruktionen beseitigt wurden. Bei 23 Patienten wurden insgesamt 63 Druckstellen entfernt. Die Zeit bis zur ersten Druckstellenentfernung betrug im Mittel $6,9 \pm 2,5$ Monate (Max.: 38,9 Monate, Min.: 0,03 Monate).

47,8% der zuerst durchgeführten Druckstellenentfernungen wurden innerhalb des ersten Monats nach Eingliederung der Prothesen und 65,2% innerhalb der ersten drei Monate nach Eingliederung der Prothesen durchgeführt. Innerhalb des ersten Jahres nach Protheseneingliederung wurden insgesamt 82,6% der zuerst durchgeführten Druckstellenentfernungen beobachtet. Bei 56 (70,9%) Patienten musste keine Druckstellenentfernung vorgenommen werden. Bei acht (10,1%) Patienten wurden einmal, bei fünf (6,3%) Patienten zweimal und bei vier (5,0%) Patienten dreimal eine Druckstellenentfernung durchgeführt (Abb. 6.2-a).

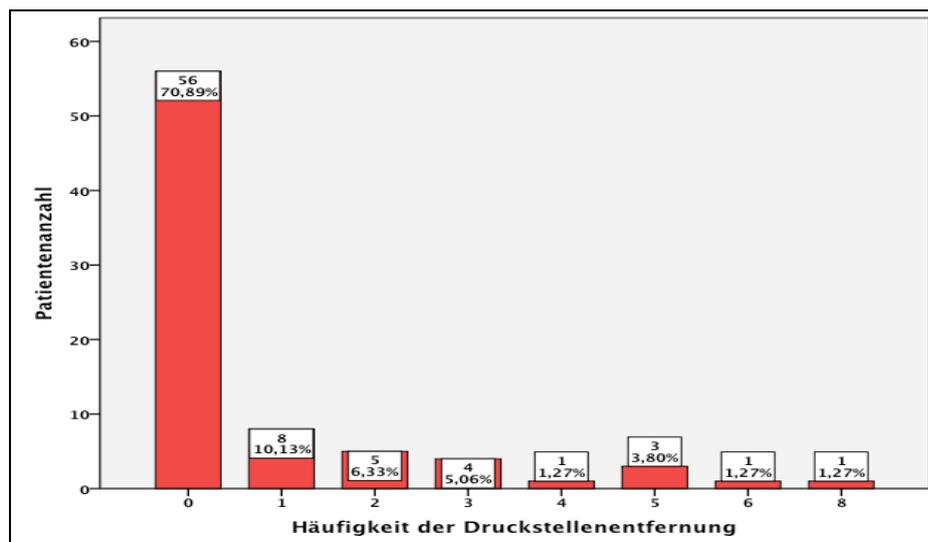


Abb. 6.2-a: Übersicht über die Häufigkeit der Druckstellenentfernung bei herausnehmbarem Zahnersatz (n=79)

Im Oberkiefer wurden bei insgesamt zwei (8,6%) Patienten und im Unterkiefer bei 21 (91,4%) Patienten Druckstellen entfernt. Bei 16 (69,5%) Patienten mit symmetrischer Pfeilerverteilung und sieben (30,5%) Patienten mit asymmetrischer Pfeilerverteilung im jeweiligen Kiefer wurden Druckstellenentfernungen beobachtet.

Lockerungen der Verbindungsschrauben

Insgesamt wurden 49 Wiederbefestigungen von gelockerten Schraubenverbindungen bei 40 (16,9%) Patienten registriert. Davon waren 33 (Häufigkeit 41; 41,82%) Patienten mit festsitzendem implantatgestütztem Zahnersatz und sieben (Häufigkeit 8; 6,1%) Patienten mit herausnehmbarem Zahnersatz betroffen. Im Mittel wurde die erste Lockerung nach $10,1 \pm 1,6$ Monaten festgestellt (Max.: 38,9 Monate, Min.: 0,07 Monate).

Bei 32 (80,0%) Patienten mussten die gelockerten Aufbauten einmal während der Beobachtungszeit wiederbefestigt werden. Von 32 Patienten trugen 26 Patienten festsitzenden Zahnersatz und sechs Patienten herausnehmbaren Zahnersatz (Abb. 6.2-b). Die erste Wiederbefestigung erfolgte bei 27 (67,5%) Patienten innerhalb des ersten Jahres, bei sieben (17,5%) Patienten innerhalb des zweiten Jahres, bei fünf (12,5%) Patienten innerhalb des dritten Jahres und bei einem (2,5%) Patienten innerhalb des vierten Jahres nach Eingliederung der Versorgung. Die zweite Wiederbefestigung der jeweiligen Konstruktion erfolgte bei vier Patienten innerhalb des ersten Jahres und bei jeweils zwei Patienten innerhalb des zweiten

bzw. dritten Jahres nach Eingliederung. Die dritte Wiederbefestigung einer Konstruktion erfolgte vier Jahre nach Eingliederung.

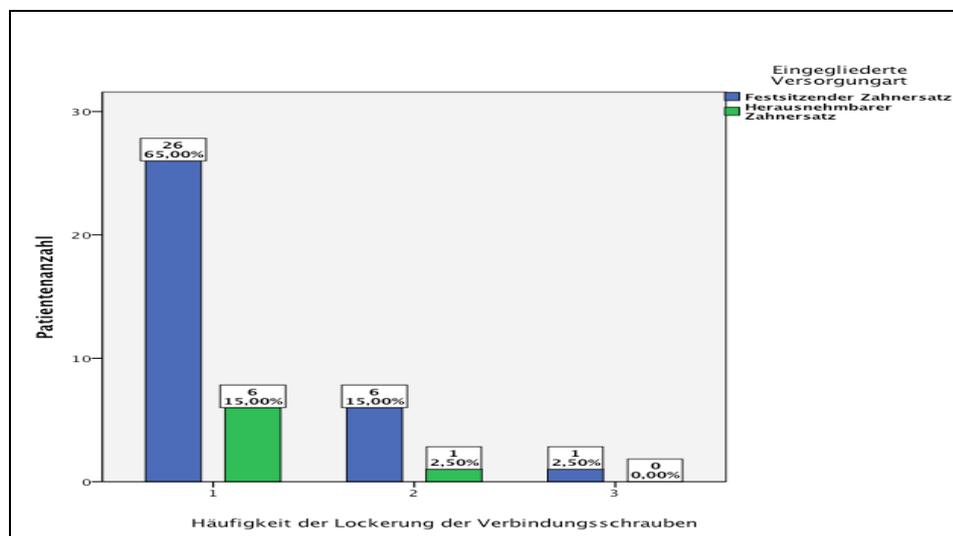


Abb. 6.2-b: Häufigkeit der Lockerung der Verbindungsschrauben bezogen auf die Versorgung (n=40 Patienten)

Unterfütterungen der Kunststoffbasis

In diesem Untersuchungsaspekt werden alle nach der Eingliederung des Zahnersatzes durchgeführten Unterfütterungsmaßnahmen der Kunststoffprothesenbasis berücksichtigt. Es wurden bei 20 Patienten insgesamt 27 Unterfütterungsmaßnahmen durchgeführt. 13 (16,5%) Prothesen mussten während unserer Beobachtungszeit einmal, weitere sieben (8,9%) Prothesen mussten zweimal unterfüttert werden. 59 (74,7%) Prothesen mussten nicht unterfüttert werden. Im Mittel wurde die erste Unterfütterung nach $11,8 \pm 2,9$ Monaten durchgeführt (Max.: 54,0 Monate, Min.: 0,03 Monate).

Im Oberkiefer mussten bei zwei (2,53%) Patienten Unterfütterungen durchgeführt werden, beide im ersten Jahr nach Eingliederung. Bei 18 (22,7%) Patienten wurden Unterfütterungen im Unterkiefer durchgeführt, davon elf im ersten Jahr nach Eingliederung, vier im zweiten Jahr nach Eingliederung, zwei im dritten Jahr nach Eingliederung und eine im fünften Jahr nach Eingliederung.

Friktionsverbesserungen

Zur Nachsorgemaßnahme Friktionsverbesserung zählen sowohl eine Erhöhung als auch eine Erniedrigung der Friktion während der Funktionsphase der Prothese. Insgesamt wurden bei elf Patienten 16 Friktionsänderungen durchgeführt. Bei vier Prothesen musste die Friktion erhöht werden, bei sieben Prothesen musste eine Friktionserniedrigung durchgeführt werden. Bei einer Prothese wurde die Friktion einmal erhöht, bei weiteren drei Prothesen musste die Friktion zweimal erhöht werden. Eine Erniedrigung der Friktion wurde bei fünf Prothesen einmal und bei zwei Prothesen zweimal durchgeführt.

Im Mittel wurde die erste Friktionsverbesserung nach $6,6 \pm 3,2$ Monaten durchgeführt (Max.: 34,1 Monate, Min.: 0,03 Monate). Die erste Friktionsänderung wurde bei acht (72,7%) Patienten innerhalb des ersten Jahres nach Eingliederung der Zahnersatzart durchgeführt und bei jeweils einem Patienten im zweiten, dritten und vierten Jahr nach Eingliederung. Die zweite Friktionsänderung erfolgte bei drei Patienten innerhalb des ersten Jahres und bei jeweils einem Patienten innerhalb des dritten und sechsten Jahres nach Eingliederung der Prothese.

Kunststoffreparaturen

Zu den Kunststoffreparaturen zählen alle Arten von Brüchen in der Kunststoffbasis sowie Brüche der Kunststoffzähne. 16 Kunststoffreparaturen wurden bei neun (11,4%) Patienten innerhalb des untersuchten Zeitraums durchgeführt. Davon betroffen waren acht Teleskopprothesen, fünf im Ober- und drei weitere im Unterkiefer sowie eine Obturator-Prothese im Unterkiefer. Es wurden ausschließlich Brüche bzw. Frakturen der Kunststoffzähne beobachtet. Die mittlere Zeitdauer bis zur ersten durchgeführten Kunststoffreparatur betrug $17,8 \pm 5,0$ Monate (Max.: 42,0 Monate, Min.: 2,3 Monate). Bei fünf Patienten wurde einmal, bei einem Patienten zweimal und bei drei Patienten dreimal eine Reparatur der Kunststoffanteile vorgenommen. Die erste Bruchreparatur erfolgte bei vier (44,4%) Patienten innerhalb des ersten Jahres nach Eingliederung, bei zwei Patienten innerhalb des zweiten Jahres und bei jeweils einem Patienten innerhalb des dritten und vierten Jahres nach Eingliederung der Prothese. Die zweite Bruchreparatur erfolgte bei jeweils einem Patienten innerhalb des ersten, zweiten, dritten und vierten Jahres nach Eingliederung. Die dritte Bruchreparatur erfolgte bei jeweils einem Patienten innerhalb des ersten, dritten und vierten Jahres nach Eingliederung der Prothese.

Verblendungsreparaturen

Zu der Nachsorgemaßnahme Verblendungsreparatur zählen alle Verblendungsbrüche bei keramisch voll- oder teilverblendetem festsitzendem Zahnersatz, Brüche bei Vollkeramikronen und -brücken sowie Verblendungsbrüche bei voll- oder teilverblendeten Teleskopen (Keramik- oder Kunststoffverblendung) bei herausnehmbarem Zahnersatz. Während des Beobachtungszeitraums wurden elf Verblendungsreparaturen bei insgesamt neun Patienten, davon sieben Patienten mit festsitzendem Zahnersatz und zwei Patienten mit herausnehmbarem Zahnersatz, durchgeführt. Im Mittel wurde die erste Verblendungsreparatur nach $9,1 \pm 3,7$ Monaten durchgeführt (Max.: 35,9 Monate, Min.: 0,5 Monate).

Bei sieben Patienten, fünf mit festsitzendem Zahnersatz und zwei mit herausnehmbarem Zahnersatz, musste einmal eine Verblendungsreparatur durchgeführt werden. Bei zwei weiteren Patienten mit festsitzendem Zahnersatz wurde zweimal eine Verblendungsreparatur durchgeführt. Die erste Verblendungsreparatur erfolgte bei sieben (77,8%) Patienten innerhalb des ersten Jahres und bei jeweils einem Patienten innerhalb des zweiten und dritten Jahres nach Eingliederung. Bei zwei Patienten erfolgte innerhalb des ersten Jahres nach Eingliederung eine zweite Verblendungsreparatur. Insgesamt wurden bei zwei Teleskopprothesen, vier vollverblendeten Metallkronen, einer teilverblendeten Metallkrone und zwei Vollkeramikronen Verblendungsreparaturen durchgeführt.

Fraktur des Implantats

Während der Beobachtungszeit frakturierten insgesamt drei (0,5%) Implantate. Es waren zwei herausnehmbare und eine festsitzende Versorgung betroffen. Ein Implantat einer Teleskopversorgung frakturierte im Oberkiefer noch bevor die Teleskopprothese eingegliedert werden konnte, demnach noch vor der Funktionsperiode. Ein Implantat einer anderen Teleskopprothese frakturierte im Unterkiefer nach 66 Monaten in Funktion. Bei einer endständigen vollverblendeten Metallkrone im Unterkiefer frakturierte das Implantat nach 31,8 Monaten in Funktion.

Fraktur des Abutments

Als Abutment bezeichnet man das Verbindungsteil zwischen Implantat und Suprakonstruktion. Während der Beobachtungszeit kam es zu einer Fraktur (0,17%) eines Abutments. Hierbei handelte es sich um ein individuell angefertigtes Zirkonoxid-Abutment für eine Vollkeramikkrone im Oberkiefer im Frontzahnbereich. Die Fraktur erfolgte 1,60 Monate nach Eingliederung der Krone.

Periimplantitis

Eine Entzündung des Implantat umgebenden Gewebes wird als Periimplantitis bezeichnet. Bei dem beobachteten Patientenkollektiv wurde bei 14 (5,9%) Patienten an insgesamt 24 (4,1%) Implantaten eine Periimplantitis diagnostiziert. Die periimplantitische Entzündung betraf bei feststitzendem Zahnersatz sechs Implantate und bei dem herausnehmbaren Zahnersatz waren 18 Implantate betroffen (Abb.6.2-c).

Die höchste Anzahl der an Periimplantitis erkrankten Patienten zeigte sich in der Altersgruppe der 60- bis 69-Jährigen mit sechs Patienten, gefolgt von den Altersgruppen der 50- bis 59-Jährigen und 70- bis 79-Jährigen mit jeweils drei Patienten. Die Altersgruppe der 40- bis 49-Jährigen zeigte zwei Fälle auf. Acht (57,1%) männliche und sechs (42,9%) weibliche Patienten zeigten eine periimplantitische Erkrankung.

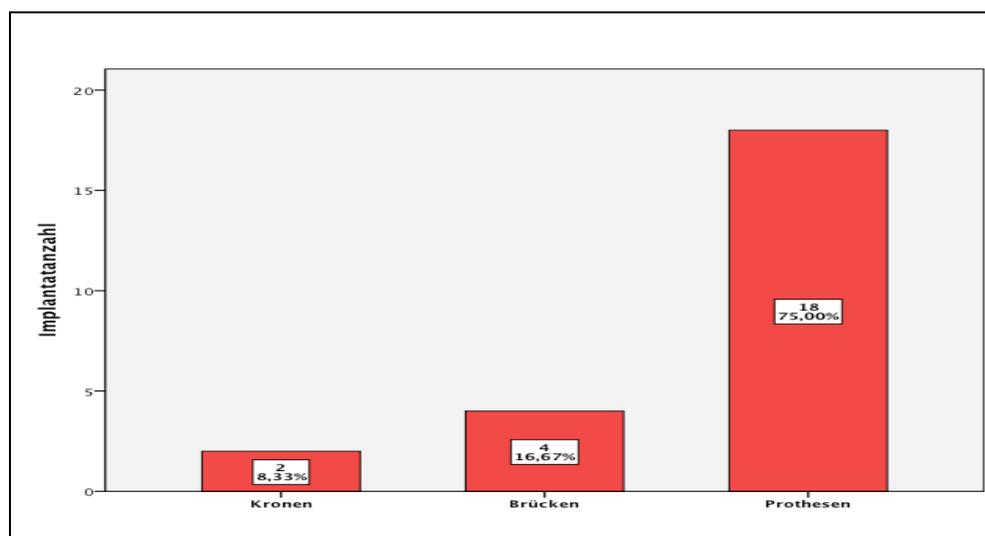


Abb. 6.2-c: Anzahl der insgesamt an Periimplantitis erkrankten Implantate bezogen auf die Ersatzarten (n=24)

Implantatverlust

Insgesamt mussten bei neun Patienten 14 (2,4%) Implantate entfernt werden. Bei fünf Patienten wurde ein Implantat, bei drei Patienten zwei Implantate und bei einem Patienten drei Implantate entfernt. Bei dem Patientenkollektiv mit herausnehmbarem Zahnersatz wurden bei sechs (7,5%) Patienten insgesamt elf (2,8%) Implantate, entfernt. Bei drei Patienten (1,9%) mit feststehendem Zahnersatz musste jeweils ein Implantat entfernt werden (Abb. 6.2-d).

Zwei Implantate mussten entfernt werden, da sie zuvor frakturiert waren, ein frakturiertes Implantat wurde belassen. Zwölf weitere Implantate mussten aufgrund starker Lockerung, bedingt durch eine vorherige periimplantitische Entzündung und erheblichen Knochenabbaus, entfernt werden. Bei den sechs Patienten mit herausnehmbarem Zahnersatz wurde keine erneute Implantation vorgenommen. Die Prothesen wurden umgestaltet und auf den restlichen Implantaten befestigt. Bei den drei Patienten mit feststehendem Zahnersatz handelte es sich um zu versorgende Freundsituationen. Die zwei Brückenversorgungen, bei denen jeweils die endständigen Implantate verloren gingen, wurden zu Einzelkronen umgestaltet. Ein Implantat, welches zuvor frakturiert war und eine endständige Einzelkrone im Unterkiefer trug, wurde erneut implantiert und prothetisch versorgt.

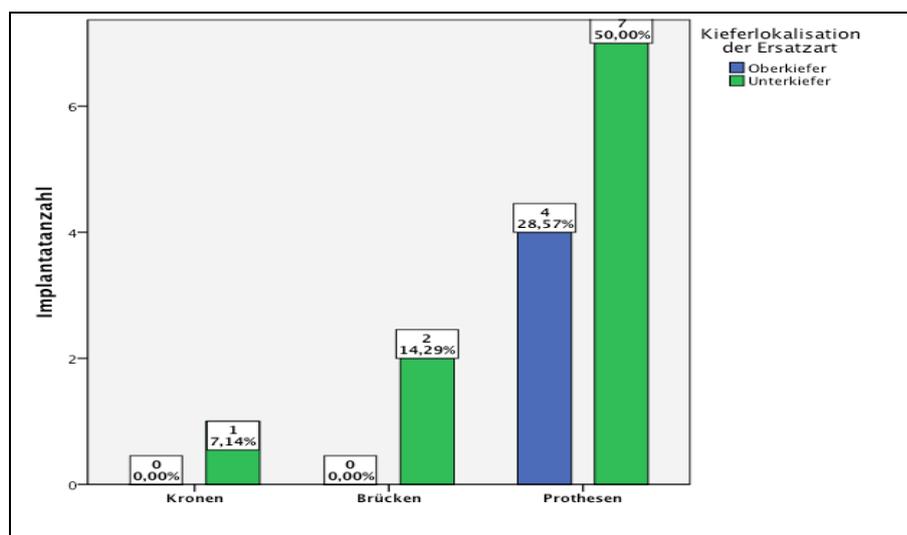


Abb. 6.2-d: Anzahl der insgesamt entfernten Implantate bezogen auf die Ersatzart und die Kieferlokalisierung (n=14)

In der Altersgruppe der 60- bis 69-Jährigen wurde die größte Anzahl der Implantatentfernungen mit sechs Patienten und zehn Implantaten vermerkt. Zwei Patienten

mit insgesamt drei Implantatentfernungen wurden in der Altersgruppe der 70- bis 79-Jährigen und ein Patient mit einer Implantatentfernung in der Gruppe der 50- bis 59-Jährigen registriert. Bei sechs weiblichen Patienten wurden insgesamt neun Implantate und bei drei männlichen Patienten insgesamt fünf Implantate entfernt.

6.3 Überlebenswahrscheinlichkeit aller implantatgestützter Suprakonstruktionen

Die Überlebenswahrscheinlichkeit der implantatgestützten Suprakonstruktionen ist definiert als der Zeitraum, in welchem sich die jeweiligen Konstruktionen in Funktion befinden. Erst wenn eine Zahnersatzart vollständig neu angefertigt werden muss, ist das Zielereignis erreicht.

Von insgesamt 236 beobachteten Versorgungen mussten neun Versorgungen innerhalb der Beobachtungszeit neuangefertigt werden, dies entsprach 3,8% aller eingegliederten Konstruktionen: Es handelte sich um sieben (4,5%) von insgesamt 157 festsitzenden und zwei (2,5%) von 79 herausnehmbaren Konstruktionen, welche während des Beobachtungszeitraums neuangefertigt werden mussten (Tab. 6.3-a).

Tab. 6.3-a: Übersicht der Neuanfertigungen ersatzbezogen pro Kiefer (n=236)

Zahnersatzart	Oberkiefer	Unterkiefer	Total
Vollverblendete Metallkronen	2	2	4
Teleskopverankerte Prothesen	1	1	2
Vollkeramikronen	2	-	2
Vollverblendete Metallbrücken	1	-	1
Gesamt	6	3	9

Vier der neuangefertigten festsitzenden Suprakonstruktionen befanden sich im Frontzahnbereich und drei weitere im Seitenzahnbereich. Bei einem Patienten musste der Zahnersatz innerhalb der Beobachtungszeit zweimal neu angefertigt werden.

Die Gründe für eine notwendige Neuanfertigung sind Tabelle 6.3-b zu entnehmen.

Tab. 6.3-b: Übersicht über die Gründe für eine Neuanfertigung (n=9)

Gründe für eine Neuanfertigung	Teleskopprothese	Vollverblendete Metallkrone	Vollkeramikkrone	Vollverblendet Metallbrücke	Gesamt
Verblendungsbruch	-	3	-	-	3
Friktionsverlust	2	-	-	-	2
Gerüstbruch	-	-	1	-	1
Ästhetik	-	-	-	1	1
Fraktur des Abutments	-	-	1	-	1
Fraktur des Implantats	-	1	-	-	1

In Abbildung 6.3-a auf Seite 55 ist die Überlebenswahrscheinlichkeit der implantatgestützten Zahnersatzarten anhand der Kaplan-Meier-Kurve dargestellt. Abbildung 6.3-b auf Seite 55 gibt das Verlustrisiko des implantatgestützten Zahnersatzes wieder.

Die erste Neuanfertigung einer Suprakonstruktion erfolgte nach 1,5 Monaten. Nach einem Jahr waren noch 98,9% aller ursprünglichen Versorgungen *in situ*, nach drei Jahren waren dies noch 90,2 % der eingegliederten implantatgestützten Suprakonstruktionen. Die 90%-ige-Überlebenswahrscheinlichkeit wurde nach 33,2 Monaten unterschritten, die 50%-ige-Überlebenswahrscheinlichkeit wurde nicht unterschritten. Die letzte Neuanfertigung erfolgte nach 53,0 Monaten in Funktion. Im Mittel waren die implantatgetragenen Zahnersatzarten nach 59,8 Monaten noch immer in Funktion.

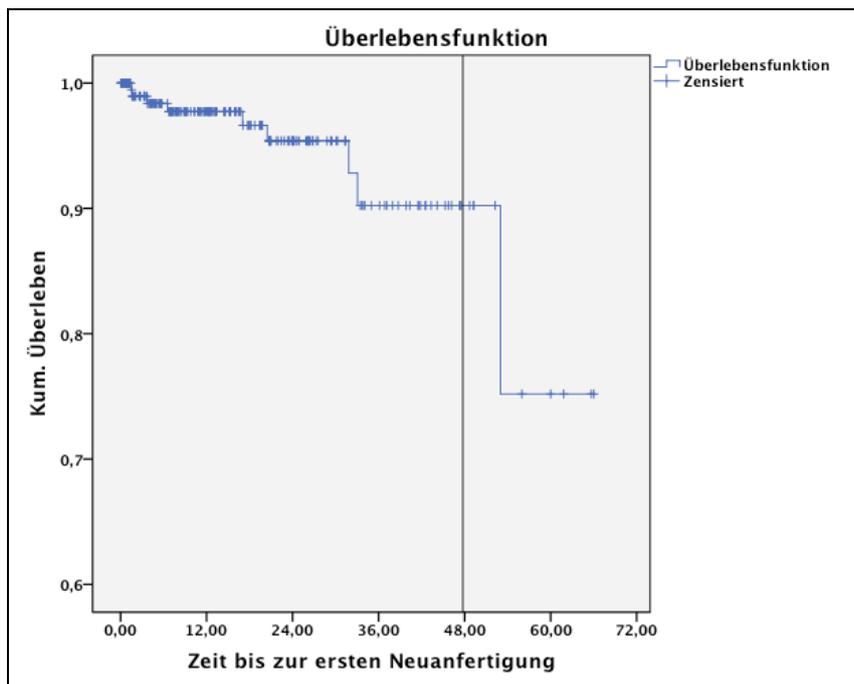


Abb. 6.3-a: Zeit bis zur ersten Neuanfertigung der Zahnersatzart (in Monaten) (n=236), Zielereignis Neuversorgung (Kaplan-Meier-Analyse) (Senkrechte Markierung: Es befinden sich weniger als 5 verbleibende Fälle in der Analyse)

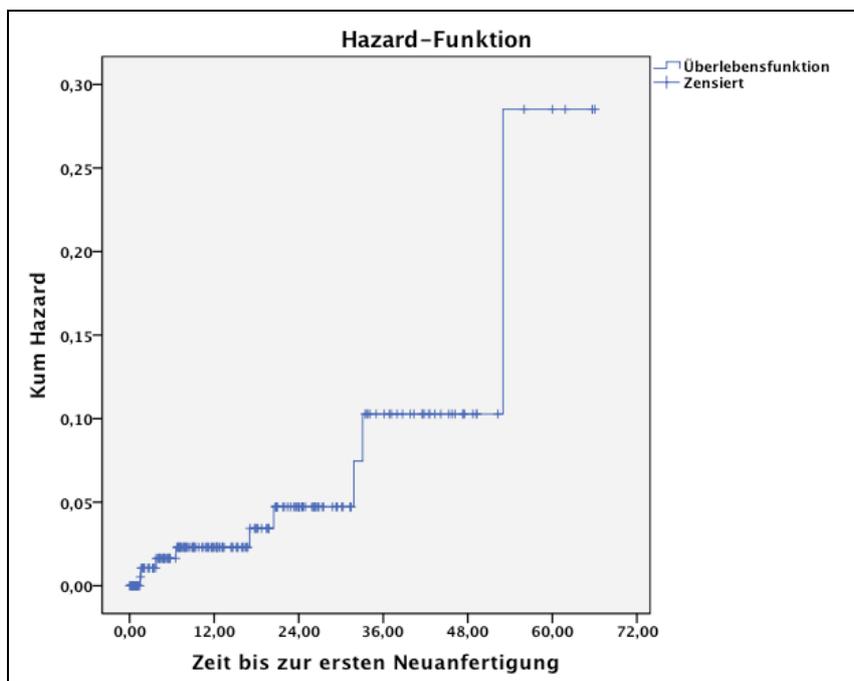


Abb. 6.3-b: Kumulative Hazard-Funktion, Zielereignis Neuversorgung (n=236)

6.3.1 Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Versorgungsart

Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied bezüglich der Überlebenswahrscheinlichkeit zwischen feststehendem und herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz (Log-Rank-Test, $p > 0,05$).

Bei feststehendem implantatgestütztem Zahnersatz wurde die erste Neuanfertigung nach 1,5 Monaten durchgeführt, bei herausnehmbarem Zahnersatz nach 6,5 Monaten. Die 90%-ige-Überlebenswahrscheinlichkeit wurde bei feststehendem Zahnersatz nach 33,0 Monaten unterschritten. Die 50%-ige-Überlebenswahrscheinlichkeit wurde nicht unterschritten. Bei herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz wurde die 90%-ige- sowie die 50%-ige-Überlebenswahrscheinlichkeit in der vorliegenden Untersuchung nicht unterschritten. Nach einem Jahr waren noch 97,5% der feststehenden implantatgestützten Versorgungen und 98,1% der herausnehmbaren implantatgestützten Versorgungen *in situ*. Nach drei Jahren waren dies noch 87,7% der feststehenden und 94,9% der herausnehmbaren implantatgetragenen Zahnersatzarten (Abb. 6.3-c).

Im Mittel war der feststehende implantatgestützte Zahnersatz nach 57,7 Monaten und der herausnehmbare Zahnersatz nach 63,4 Monaten noch immer in Funktion (Tab. 6.3-c).

Abbildung 6.3-d gibt das Verlustrisiko der jeweiligen implantatgestützten Versorgungsart wieder.

Tab. 6.3-c: Mittlere Überlebenszeiten in Abhängigkeit von der Versorgung, Verweildaueranalyse (in Monaten)

Versorgungsart	Mittelwert			
	Schätzer	Standard- fehler	95%-Konfidenzintervall	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Festsitzender Zahnersatz	57,790	3,108	51,697	63,882
Herausnehmbarer Zahnersatz	63,469	1,785	59,970	66,968
Gesamt	59,818	2,316	55,278	64,357

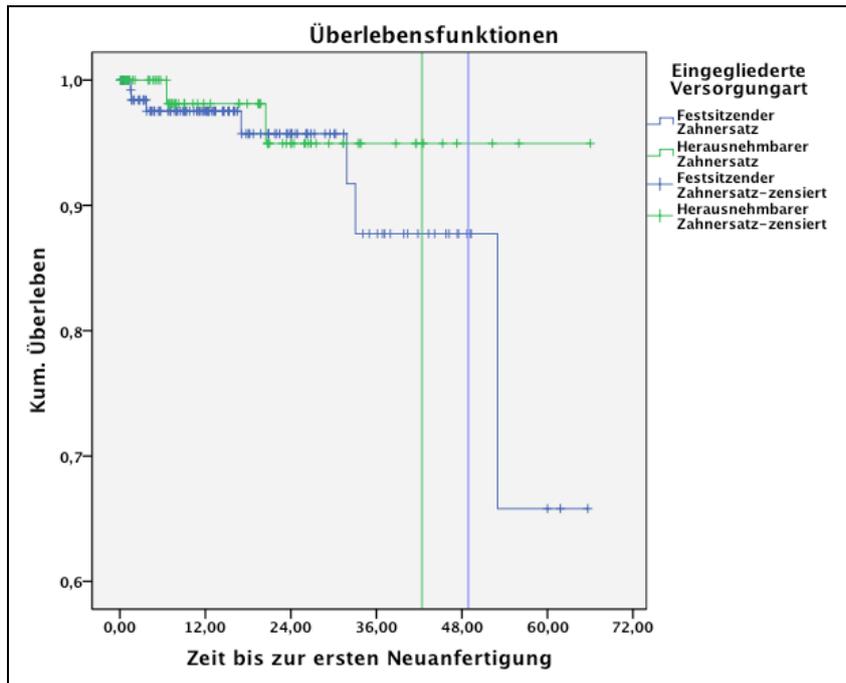


Abb. 6.3-c: Zeit bis zur ersten Neuversorgung in Abhängigkeit von der Versorgungsart (in Monaten) (n=236), Zielereignis Neuversorgung (Kaplan-Meier-Analyse).
 (Senkrechte Markierungen: Es befinden sich weniger als 5 verbleibende Fälle in der Analyse)

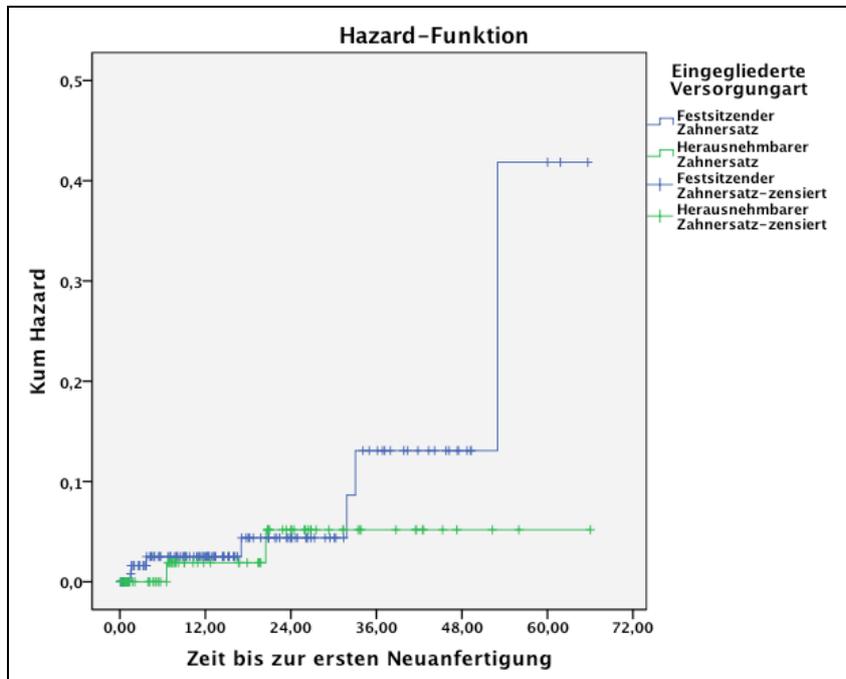


Abb. 6.3-d: Kumulative Hazard-Funktion, Zielereignis Neuversorgung (n=236)

6.3.2 Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von dem Patientengeschlecht

Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied bei der Überlebenswahrscheinlichkeit bis zur ersten Neuversorgung in Abhängigkeit von dem Patientengeschlecht (Log-Rank-Test, $p > 0,05$).

Die erste Neuanfertigung der Suprakonstruktionen erfolgte bei den weiblichen Patienten nach 3,7 Monaten, bei den männlichen Patienten nach 17,0 Monaten. Bei den weiblichen Patienten befanden sich nach einem Jahr noch 97,6% der eingegliederten Zahnersatzarten *in situ*, bei den männlichen Patienten waren nach einem Jahr noch 100,0% der ursprünglichen Zahnersatzarten *in situ*. Die kumulative 3-Jahres-Überlebensrate der eingegliederten Suprakonstruktionen betrug bei den weiblichen Patienten 97,6% und bei den männlichen Patienten 81,6%. Die 90%-ige-Überlebenswahrscheinlichkeit bis zur ersten Neuanfertigung der Suprakonstruktionen wurde bei den männlichen Patienten nach 31,8 Monaten unterschritten, die 50%-ige-Überlebenswahrscheinlichkeit wurde nicht unterschritten. Bei den weiblichen Patienten wurde sowohl die 90%-ige- als auch die 50%-ige-Überlebenswahrscheinlichkeit in der vorliegenden Untersuchung nicht unterschritten (Abb. 6.3-e).

Abbildung 6.3-f gibt das Verlustrisiko bezogen auf das Geschlecht der Patienten wieder. Im Mittel waren bei den männlichen Patienten die Suprakonstruktionen nach 58,2 Monaten und bei den weiblichen Patienten nach 62,0 Monaten noch in Funktion (Tab. 6.3-d).

Tab. 6.3-d: Mittlere Überlebenszeiten in Abhängigkeit von dem Geschlecht, Verweildaueranalyse (in Monaten)

Geschlecht	Mittelwert			
	Schätzer	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Weiblich	62,053	2,417	57,211	66,896
Männlich	58,275	3,028	52,340	64,209
Gesamt	59,818	2,316	55,278	64,357

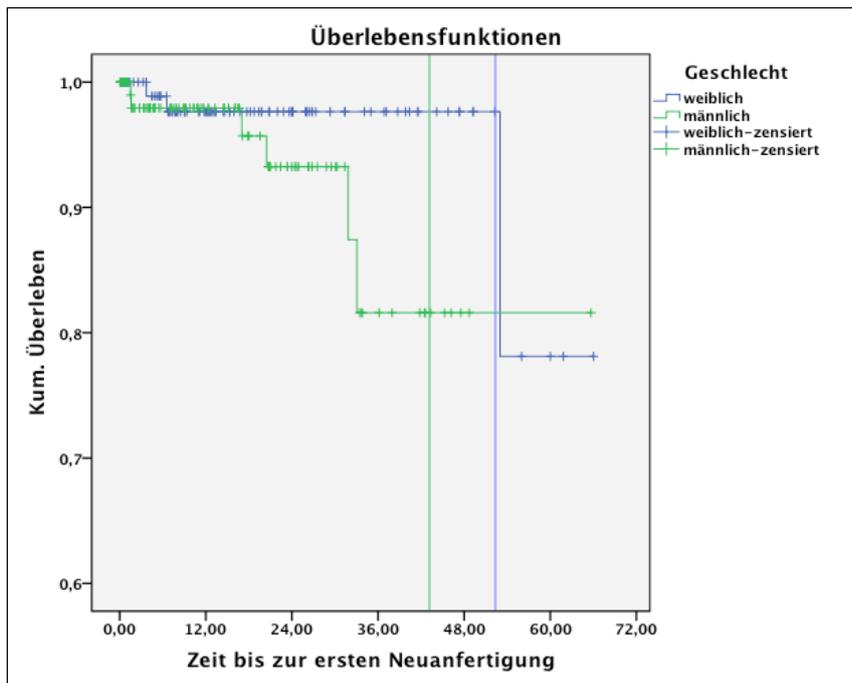


Abb. 6.3-e: Zeit bis zur ersten Neuanfertigung in Abhängigkeit von dem Geschlecht (in Monaten) (n=236) Zielereignis Neuversorgung (Kaplan-Meier-Analyse) (Senkrechte Markierungen: Es befinden sich weniger als 5 verbleibende Fälle in der Analyse)

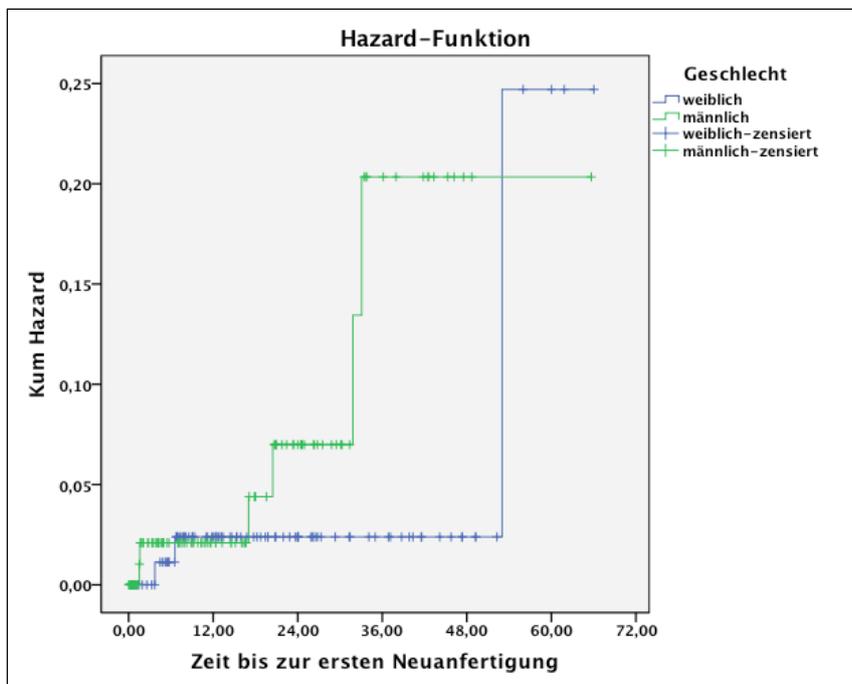


Abb. 6.3-f: Kumulative Hazard-Funktion, Zielereignis Neuversorgung (n=236)

6.3.3 Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Lokalisation der Versorgung

Es zeigte sich im Oberkiefer eine signifikant niedrigere Überlebenswahrscheinlichkeit für implantatgestützten Zahnersatz als im Unterkiefer (Breslow-Test, $p < 0,05$).

Im Oberkiefer wurden insgesamt sechs und im Unterkiefer drei Zahnersatzarten neu angefertigt. Die erste Neuanfertigung erfolgte im Oberkiefer nach 1,5 Monaten und im Unterkiefer nach 17,0 Monaten. Im Oberkiefer betrug die kumulierte Überlebensrate nach einem Jahr 94,4% und nach drei Jahren 88,5 %. Die 90%-ige-Überlebenswahrscheinlichkeit wurde nach 33,1 Monaten unterschritten, die 50%-ige-Überlebenswahrscheinlichkeit wurde nicht unterschritten. Im Unterkiefer betrug die Überlebensrate nach einem Jahr 100% und nach drei Jahren 91,7%, die 90%-ige- bzw. die 50%-ige-Überlebenswahrscheinlichkeit wurde nicht unterschritten (Abb.6.3-g).

Abbildung 6.3-h gibt das Verlustrisiko bezogen auf die Lokalisation der Zahnersatzart wieder. Im Mittel waren die Zahnersatzarten im Oberkiefer 53,1 Monate und im Unterkiefer 62,7 Monate in Funktion (Tab. 6.3-e).

Tab. 6.3-e: Mittlere Überlebenszeiten in Abhängigkeit von der Lokalisation, Verweildaueranalyse (in Monaten)

Lokalisation	Mittelwert			
	Schätzer	Standard- fehler	95%-Konfidenzintervall	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Oberkiefer	53,164	2,627	48,015	58,313
Unterkiefer	62,724	1,925	58,952	66,497
Gesamt	59,818	2,316	55,278	64,357

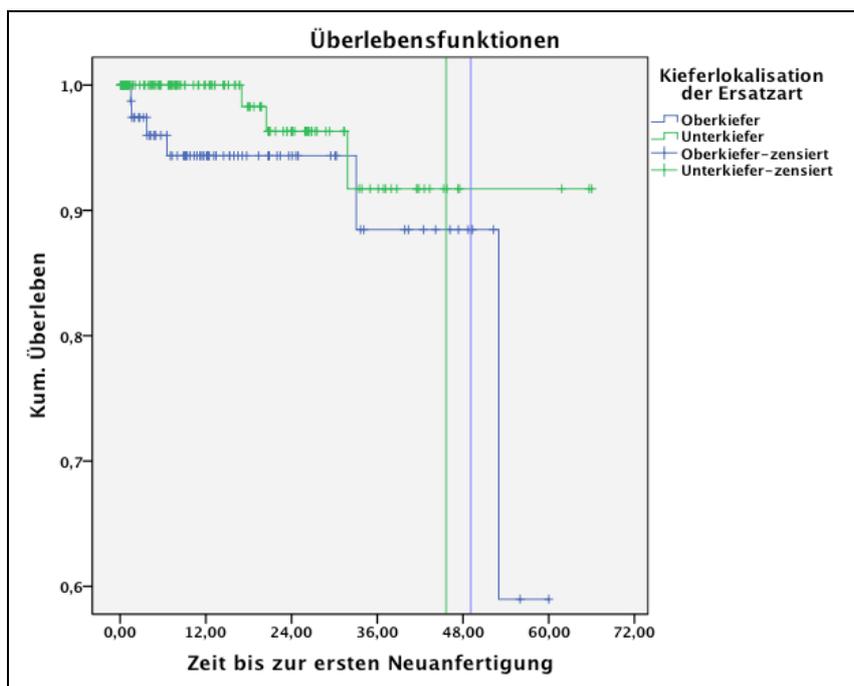


Abb. 6.3-g: Zeit bis zur ersten Neuanfertigung in Abhängigkeit von der Lokalisation (in Monaten) (n=236) Zielereignis Neuversorgung (Kaplan-Meier-Analyse) (Senkrechte Markierungen: Es befinden sich weniger als 5 verbleibende Fälle in der Analyse)

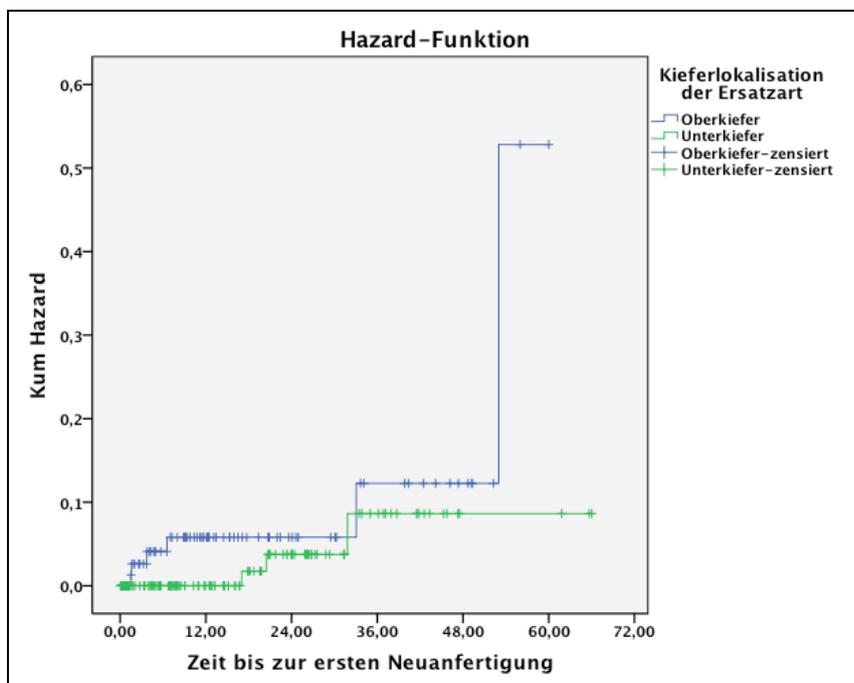


Abb. 6.3-h: Kumulative Hazard-Funktion, Zielereignis Neuversorgung (n=236)

6.3.4 Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Gegenbeziehung

Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in der Überlebenswahrscheinlichkeit bis zur ersten Neuversorgung in Abhängigkeit von der Gegenbeziehung (Log-Rank-Test, $p > 0,05$).

Bei konventionellem festsitzendem Zahnersatz als Gegenbeziehung waren nach einem bzw. drei Jahren noch 97,6% der ursprünglichen Konstruktionen und bei konventionellem herausnehmbarem Zahnersatz noch 100,0% bzw. 92,3% in Funktion. Lag als Gegenbeziehung eine natürliche Beziehung vor, befanden sich nach einem bzw. drei Jahren noch 94,1% der Konstruktionen *in situ*. Befand sich in der Gegenbeziehung ebenfalls implantatgestützter Zahnersatz, so waren nach einem bzw. drei Jahren noch 100,0% bzw. 83,1% der ursprünglichen Konstruktionen in Funktion (Abb.6.3-i).

Abbildung 6.3-j stellt das Verlustrisiko in Abhängigkeit von der Gegenbeziehung dar. Die mittleren Überlebenszeiten bis zur ersten Neuanfertigung in Abhängigkeit von der Gegenbeziehung lassen sich der Tabelle 6.3-f entnehmen.

Tab. 6.3-f: Mittlere Überlebenszeiten in Abhängigkeit von der Gegenbeziehung, Verweildaueranalyse (in Monaten)

Gegenbeziehung	Mittelwert			
	Schätzer	Standard- fehler	95%-Konfidenzintervall	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Festsitzender Zahnersatz	57,643	2,650	52,449	62,837
Herausnehmbarer Zahnersatz	63,497	2,436	58,722	68,273
Natürlicher Zahn	45,943	1,546	42,912	48,973
Implantatgetragener Zahnersatz	38,479	2,581	33,421	43,538
Gesamt	60,590	2,236	56,207	64,973

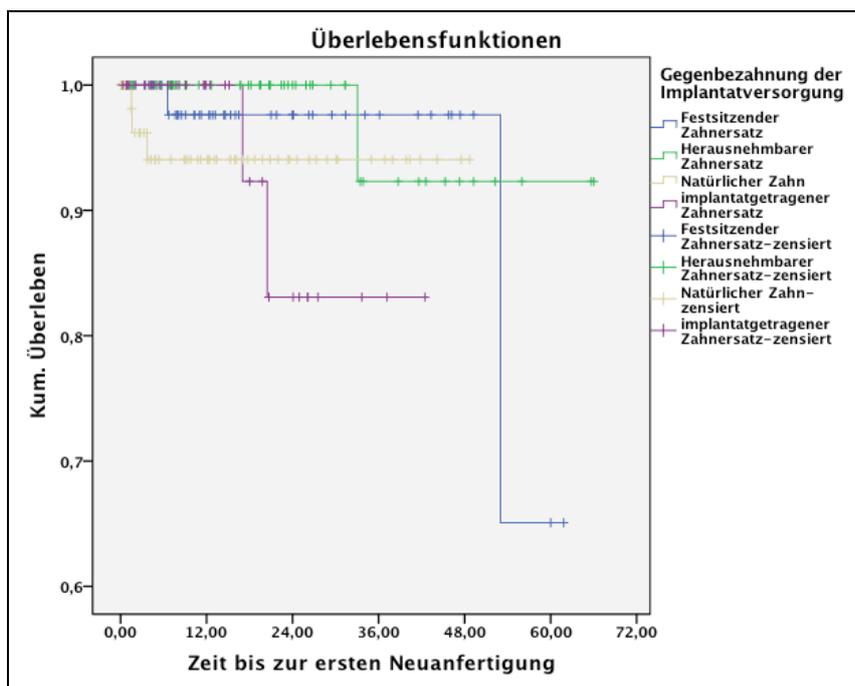


Abb. 6.3-i: Zeit bis zur ersten Neuanfertigung in Abhängigkeit von der Gegenbeziehung (in Monaten) (n=232, da die Angaben von 4 Patienten fehlen).
Zielereignis Neuversorgung (n=8, da die Angabe von einem Patienten fehlt)
(Kaplan-Meier-Analyse)

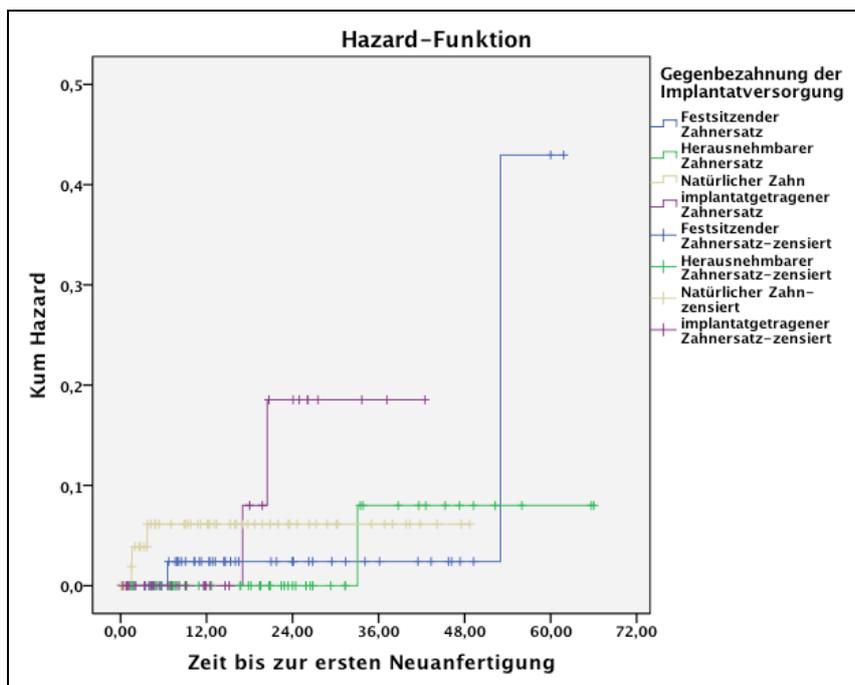


Abb. 6.3-j: Kumulative Hazard-Funktion, Zielereignis Neuversorgung (n=232)

6.3.5 Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Recallteilnahme

Die Variable *Recallteilnahme* zeigte keinen signifikanten Unterschied bezüglich der Überlebenswahrscheinlichkeit der implantatgestützten Konstruktionen bis zur ersten Neuversorgung (Log-Rank-Test, $p > 0,05$).

Die Patienten, welche am Recallprogramm teilnahmen, zeigten eine kumulierte Überlebensrate von 99,1% nach einem Jahr und 89,6% nach drei Jahren. Die 90%-ige-Überlebensrate wurde nach 32,7 Monaten unterschritten, die 50%-ige-Überlebensrate wurde nicht unterschritten. Patienten, welche nicht am Recallprogramm teilnahmen, zeigten eine kumulative 1- bzw. 3- Jahres-Überlebensrate von 95,1%. Die 90%-ige- sowie die 50%-ige-Überlebensrate wurden nicht unterschritten (Abb. 6.3-k).

Abbildung 6.3-l gibt das Verlustrisiko bezogen auf die Recallteilnahme wieder. Die mittleren Überlebenszeiten lassen sich der Tabelle 6.3-g entnehmen.

Tab. 6.3-g: Mittlere Überlebenszeiten in Abhängigkeit von der Recallteilnahme, Verweildaueranalyse (in Monaten)

Recallteilnahme	Mittelwert			
	Schätzer	Standard- fehler	95%-Konfidenzintervall	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Recallteilnahme	59,486	2,708	54,178	64,794
Ohne Recallteilnahme	59,029	1,611	55,872	62,185
Gesamt	59,818	2,316	55,278	64,357

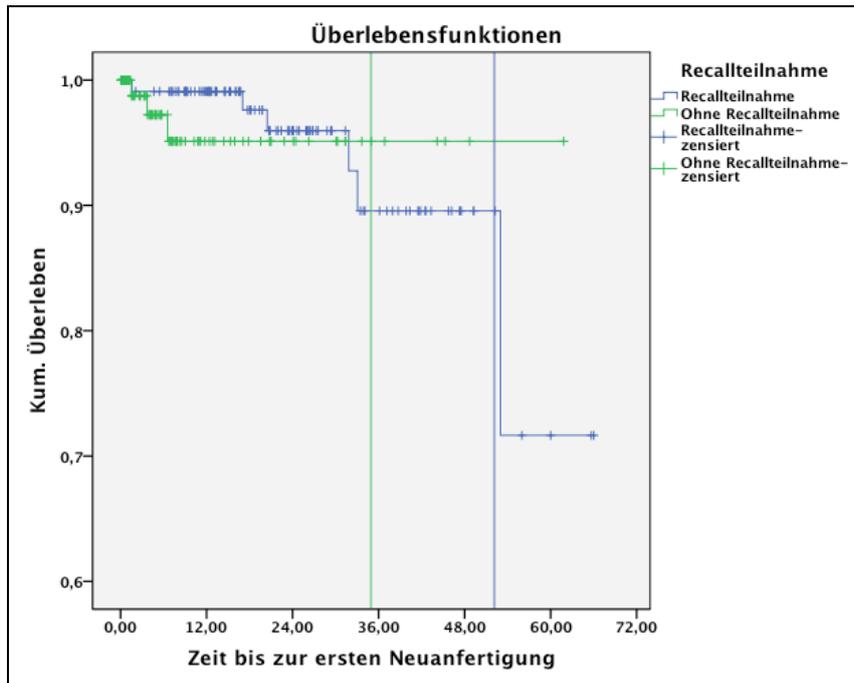


Abb. 6.3-k: Zeit bis zur ersten Neuanfertigung in Abhängigkeit von der Recallteilnahme (in Monaten) (n=236) Zielereignis Neuversorgung (Kaplan-Meier-Analyse) (Senkrechte Markierungen: Es befinden sich weniger als 5 verbleibende Fälle in der Analyse)

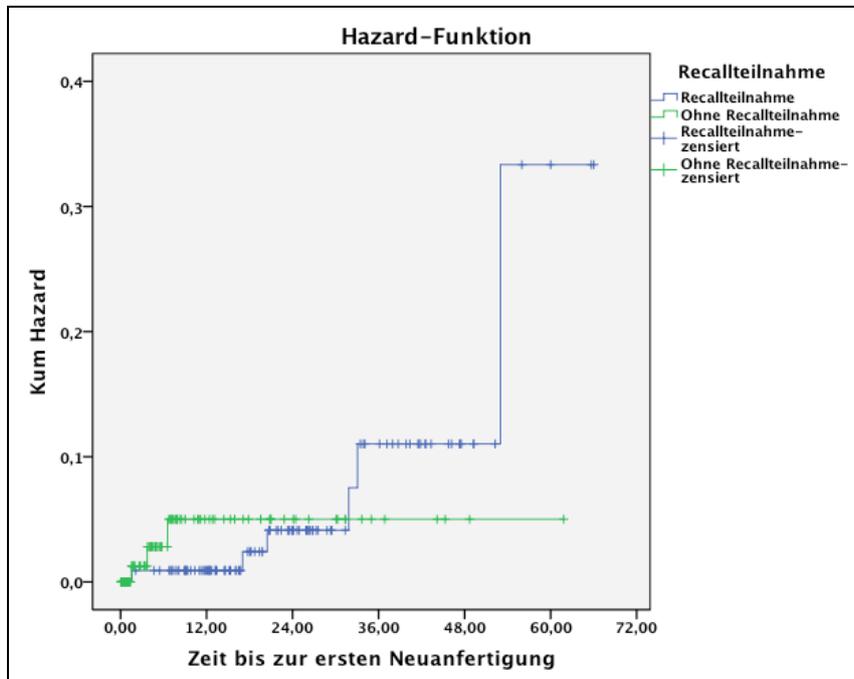


Abb. 6.3-l: Kumulative Hazard-Funktion, Zielereignis Neuversorgung (n=236)

6.3.6 Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von zuvor durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahmen

Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied in den Überlebenszeiten bis zur ersten Neuanfertigung in Abhängigkeit von zuvor durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahmen (Log-Rank-Test, $p > 0,05$).

Die kumulative Überlebensrate bei Versorgungen, bei welchen zuvor prothetische Nachsorgemaßnahmen durchgeführt wurden, betrug nach einem Jahr 98,6% und nach drei Jahren 96,2%. Die 90%-ige- sowie die 50%-ige-Überlebenswahrscheinlichkeit wurden während der Untersuchungszeit nicht unterschritten. Versorgungen, bei welchen zuvor keine prothetischen Nachsorgemaßnahmen durchgeführt werden mussten, zeigten 1- bzw. 3-Jahres-Überlebensraten von 97,2% bzw. 84,3% auf. Die 90%-ige-Überlebenswahrscheinlichkeit lag bei 31,9 Monaten, die 50%-ige- Überlebenswahrscheinlichkeit wurde nicht unterschritten (Abb. 6.3-m).

Abbildung 6.3-n gibt das Verlustrisiko wieder. Die mittleren Überlebenszeiten sind Tabelle 6.3-h zu entnehmen.

Tab. 6.3-h: Mittlere Überlebenszeiten in Abhängigkeit von zuvor durchgeführten Nachsorgemaßnahmen, Verweildaueranalyse (in Monaten)

Nachsorge- maßnahmen	Mittelwert			
	Schätzer	Standard- fehler	95%-Konfidenzintervall	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Nachsorgemaßnahmen	60,814	3,040	54,855	66,773
Ohne Nachsorgemaßnahmen	59,386	2,681	54,131	64,640
Gesamt	59,818	2,316	55,278	64,357

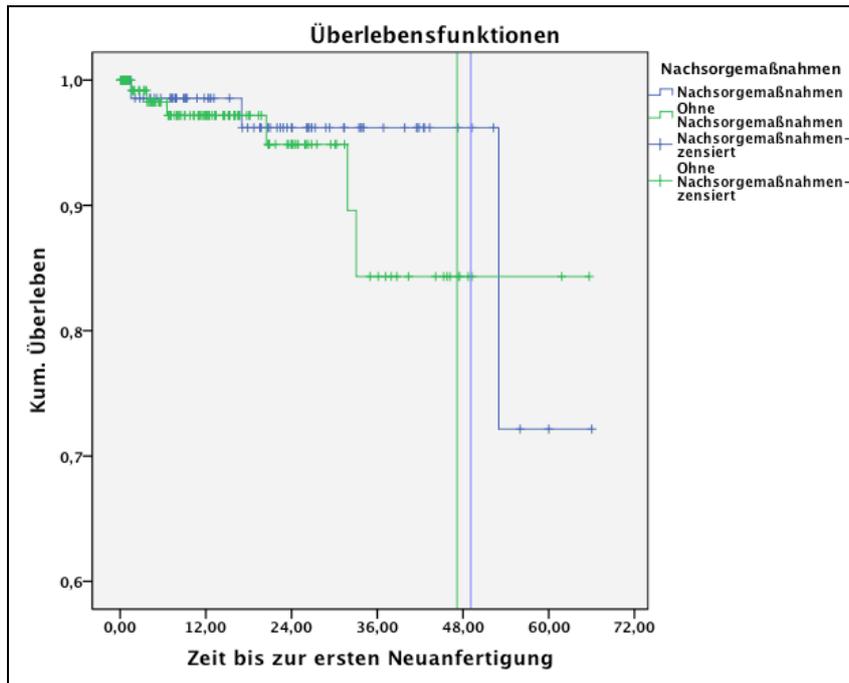


Abb. 6.3-m: Zeit bis zur ersten Neuanfertigung in Abhängigkeit von zuvor durchgeführten Nachsorgemaßnahmen (in Monaten) (n=236). Zielereignis Neuversorgung (Kaplan-Meier-Analyse) (Senkrechte Markierungen: Es befinden sich weniger als 5 verbleibende Fälle in der Analyse)

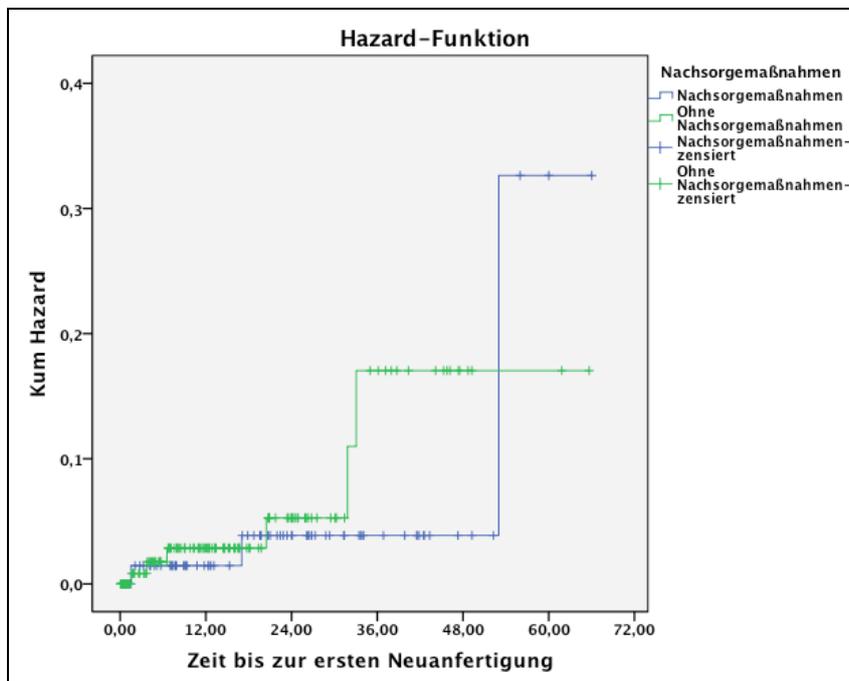


Abb. 6.3-n: Kumulative Hazard-Funktion, Zielereignis Neuversorgung (n=236)

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die mittlere Überlebensdauer von implantatgestütztem Zahnersatz in dieser Studie 59,8 Monate betrug.

Implantatgetragener Zahnersatz, welcher im Oberkiefer lokalisiert wurde, zeigte eine signifikant kürzere Überlebenszeit als Zahnersatz, welcher im Unterkiefer auf Implantaten befestigt wurde.

Die eingegliederte Versorgungsart (festsitzend/herausnehmbar), das Patientengeschlecht, die Gegenbezahnung, die Teilnahme am Recallprogramm sowie zuvor durchgeführte Nachsorgemaßnahmen zeigten keinen signifikanten Einfluss auf die Überlebenszeiten der implantatgestützten Konstruktionen (alle $p > 0,05$).

6.4 Berechnung der Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme

In diesem Teil der Studie wurde die Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme pro Patient und Versorgung untersucht. Es wurde die jeweils erste durchgeführte prothetische Nachsorgemaßnahme notiert und die Zeit bis zu dieser errechnet. Die Berechnung erfolgte zuerst für alle implantatgestützten Suprakonstruktionen gemeinsam. Im Anschluss wurde untersucht, ob gewisse modellierende Faktoren wie die Versorgungsart, das Patientengeschlecht, die Lokalisation der Versorgung und die Teilnahme der Patienten am Recallprogramm einen möglichen Einfluss auf die Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme ausüben.

Bei 79 (33,4%) von insgesamt 236 Versorgungen mussten innerhalb des Beobachtungszeitraums prothetische Nachsorgemaßnahmen durchgeführt werden. Die mittlere Verweilzeit bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme betrug 34,2 Monate. Die kumulative Verweilrate bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme betrug 70,2% nach einem Jahr und 43,3% nach drei Jahren in Funktion. Die 90%-ige-Überlebenswahrscheinlichkeit bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme wurde nach 0,7 Monaten unterschritten, die 50%-ige-Überlebenswahrscheinlichkeit wurde nach 33,3 Monaten unterschritten (Abb.6.4-a). Abbildung 6.4-b zeigt das Verlustrisiko bis zur ersten durchgeführten Nachsorgemaßnahme.

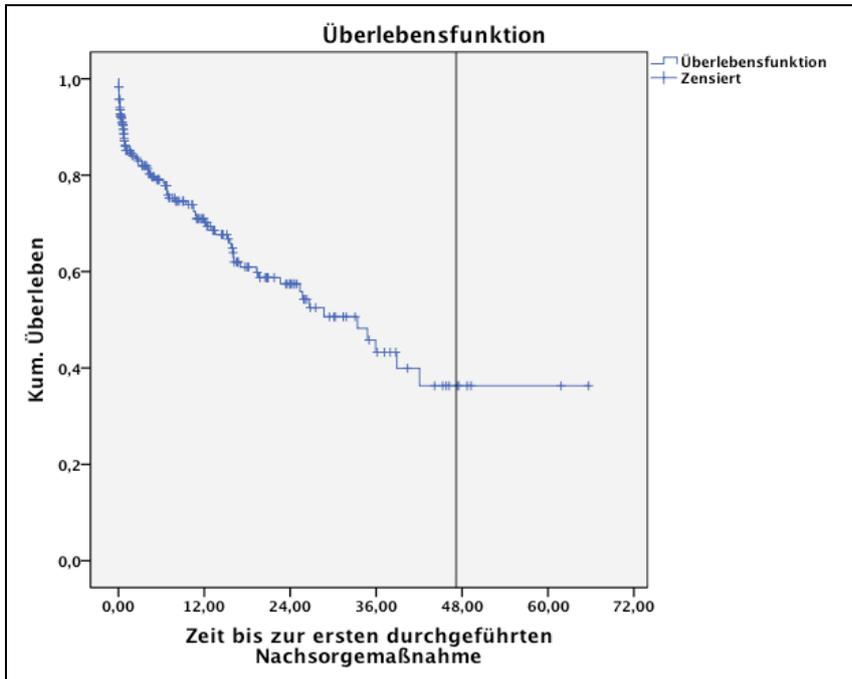


Abb. 6.4-a: Zeit bis zur ersten Nachsorgemaßnahme (in Monaten), Zielereignis erste durchgeführte prothetische Nachsorgemaßnahme (n=236) (Kaplan-Meier-Analyse) (Senkrechte Markierung: Es befinden sich weniger als 5 verbleibende Fälle in der Analyse)

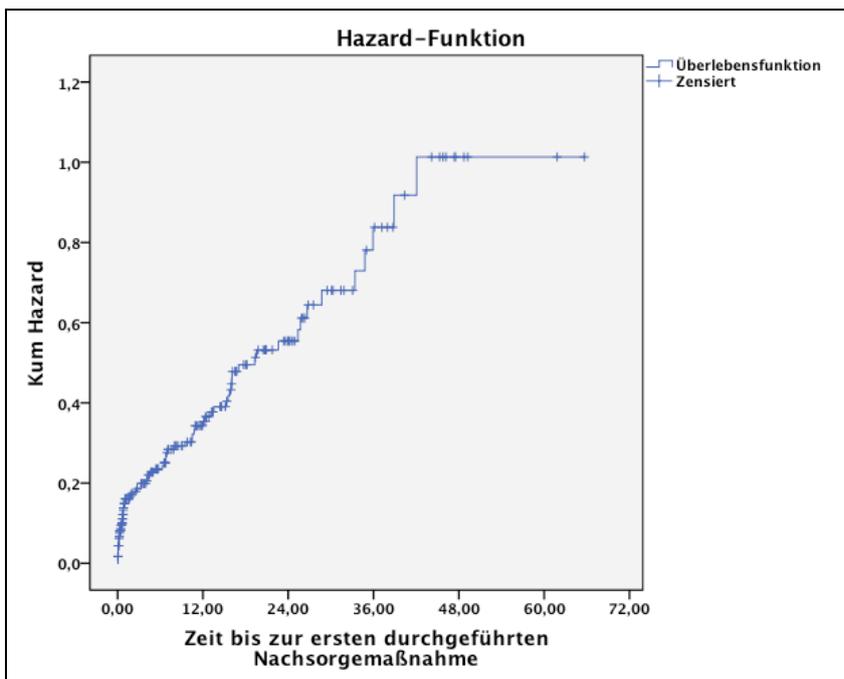


Abb. 6.4-b: Kumulative Hazard-Funktion, Zielereignis erste durchgeführte prothetische Nachsorgemaßnahme (n=236)

6.4.1 Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von der Versorgungsart

Für die 157 Patienten mit festsitzendem implantatgestütztem Zahnersatz ergab sich eine Anzahl von 37 (46,8%) zuerst durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahmen bei 37 (23,5%) Patienten. Dies waren 31 (83,8%) Wiederbefestigungen von gelockerten Verbindungsschrauben und sechs (16,3%) Reparaturen von Verblendmaterialien. Bei dem Patientenkollektiv mit herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz wurden bei 42 von 79 (53,1%) Patienten 42 (53,2%) zuerst durchgeführte prothetische Nachsorgemaßnahmen beobachtet. Dies waren unter anderem 14 (33,3%) Unterfütterungen, 12 (28,6%) Druckstellenentfernungen und sieben (16,7%) Friktionsverbesserungen (Tab. 6.4-a).

Tab. 6.4-a: Übersicht über die erste pro Patient und Versorgung durchgeführte prothetische Nachsorgemaßnahme (n=79)

Erste durchgeführte Nachsorgemaßnahme pro Versorgung	Festsitzender Zahnersatz		Herausnehmbarer Zahnersatz		Total
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent	
Wiederbefestigung von Schraubenverbindungen	31	83,8	5	11,9	36 (45,6%)
Unterfütterungen	-	-	14	33,3	14 (17,7%)
Druckstellenentfernung	-	-	12	28,6	12 (15,2%)
Friktionsverbesserung	-	-	7	16,7	7 (8,9%)
Verblendungsreparaturen	6	16,3	-	-	6 (7,6%)
Kunststoffreparaturen	-	-	4	9,5	4 (5,1%)
Gesamt	37	100,0	42	100,0	79 (100,0%)

Es zeigte sich ein höchst signifikanter Unterschied bezüglich der Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von der Versorgungsart (Log-Rank-Test/Breslow-Test, $p < 0,001$). Bei Patienten mit herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz mussten erste prothetische Nachsorgemaßnahmen zu einem früheren Zeitpunkt durchgeführt werden als bei Patienten mit festsitzenden implantatgestützten Suprakonstruktionen.

Die kumulative 1-Jahres-Verweildauer bis zur ersten prothetischen Nachsorgemaßnahme betrug bei festsitzendem implantatgestütztem Zahnersatz 78,7% und beim herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz 53,5%.

Nach zwei Jahren betrug die kumulative Verweildauer bis zur ersten prothetischen Nachsorgemaßnahme bei feststehendem Zahnersatz 68,3% und bei herausnehmbarem Zahnersatz 36,2 % (Abb.6.4-a).

Die 90%-ige-Verweilwahrscheinlichkeit bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme wurde bei feststehendem Zahnersatz nach 3,4 Monaten unterschritten, die 50%-ige-Verweilwahrscheinlichkeit bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme wurde nicht unterschritten. Bei herausnehmbarem Zahnersatz wurde die 90%-ige-Verweilwahrscheinlichkeit bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme bereits nach 0,1 Monaten und die 50%-ige-Verweilwahrscheinlichkeit nach 15,6 Monaten unterschritten.

Abbildung 6.4-d zeigt das Verlustrisiko in Abhängigkeit von der Versorgungsart. Im Mittel war der feststehende implantatgestützte Zahnersatz nach 41,9 Monaten und der herausnehmbare Zahnersatz nach 18,0 Monaten noch immer ohne prothetische Nachsorgemaßnahme in Funktion (Tab.6.4-b).

Tab. 6.4-b: Mittlere Verweilzeiten bis zur ersten prothetischen Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von der Versorgung, Verweildaueranalyse (in Monaten)

Versorgung	Mittelwert			
	Schätzer	Standard- fehler	95%-Konfidenzintervall	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Festsitzender Zahnersatz	41,951	3,261	35,560	48,341
Herausnehmbarer Zahnersatz	18,043	2,349	13,439	22,648
Gesamt	34,220	2,653	29,020	39,420

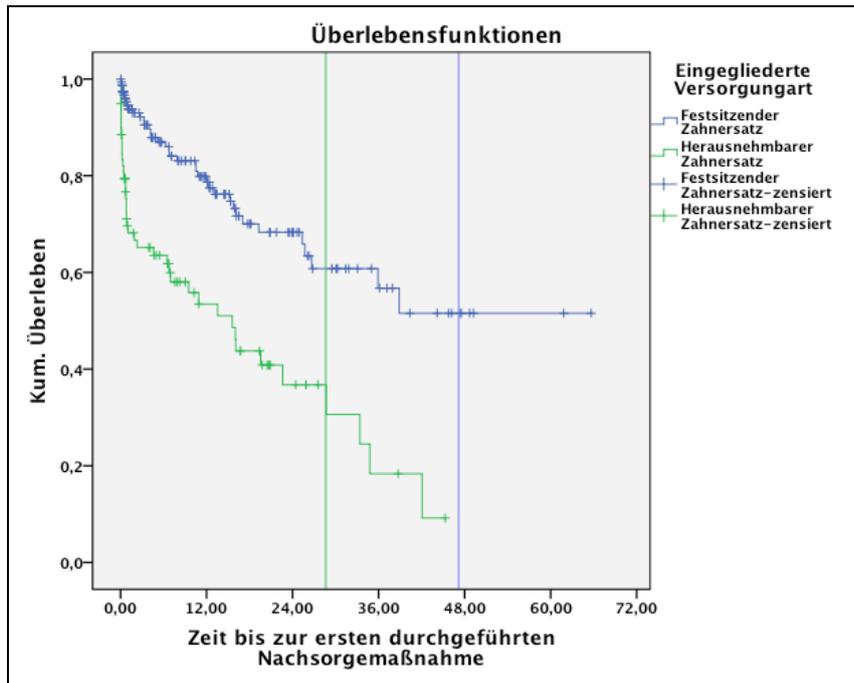


Abb. 6.4-c: Zeit bis zur ersten prothetischen Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von der Versorgung (in Monaten) (n=236) Zielereignis erste durchgeführte prothetische Nachsorgemaßnahme (Kaplan-Meier-Analyse). (Senkrechte Markierungen: Es befinden sich weniger als 5 verbleibende Fälle in der Analyse)

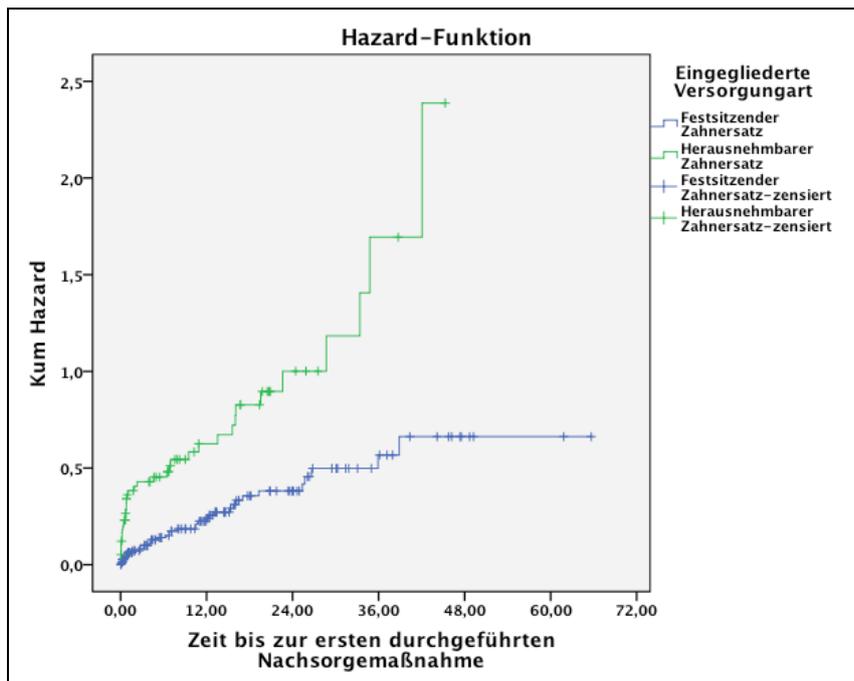


Abb. 6.4-d: Kumulative Hazard-Funktion, Zielereignis erste durchgeführte prothetische Nachsorgemaßnahme (n=236)

6.4.2 Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von der Gegenbeziehung

In Bezug auf die Gegenbeziehung zeigte sich, dass die kumulativen Verweilwahrscheinlichkeiten bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme bei konventionellem herausnehmbarem Zahnersatz als Gegenbeziehung signifikant kürzer waren als bei konventionellem festsitzendem Zahnersatz (Log-Rank-Test/Breslow-Test, $p < 0,001$), implantatgestütztem Zahnersatz und natürlicher Beziehung (beide Log-Rank-Test, $p < 0,05$). Die kumulative 1-Jahres-Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme betrug bei festsitzendem Zahnersatz 83,0%, bei implantatgestütztem Zahnersatz 81,7%, bei natürlicher Beziehung 70,4% und bei herausnehmbarem Zahnersatz als Gegenbeziehung 50,9%. Die kumulative 3-Jahres-Verweildauer betrug bei festsitzendem Zahnersatz 64,7%, bei natürlicher Beziehung 44,2% und bei herausnehmbarem Zahnersatz als Gegenbeziehung 34,3%. Implantatgetragener Zahnersatz als Gegenbeziehung erreichte die 3-Jahres-Verweilrate in der vorliegenden Untersuchung nicht. Die 90%-ige-Verweilwahrscheinlichkeit wurde als erstes von konventionellem herausnehmbarem Zahnersatz (0,1 Monate), gefolgt von implantatgestütztem Zahnersatz (0,7 Monate), natürlicher Beziehung (2,7 Monate) und konventionellem festsitzendem Zahnersatz (3,2 Monate) als Gegenbeziehung überschritten. Die 50%-ige-Verweilwahrscheinlichkeit wurde nur von konventionellem herausnehmbarem Zahnersatz (15,6 Monate) und natürlicher Beziehung (25,7 Monate) als Gegenbeziehung unterschritten. Das Verlustrisiko bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von der Gegenbeziehung wird in Abbildung 6.4-f dargestellt. Tabelle 6.4-c gibt Aufschluss über die mittleren Überlebenszeiten.

Tab. 6.4-c: Mittlere Verweilzeiten in Abhängigkeit von der Gegenbeziehung, Verweildaueranalyse (in Monaten)

Gegenbeziehung	Mittelwert			
	Schätzer	Standard- fehler	95%-Konfidenzintervall	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Festsitzender Zahnersatz	46,464	4,499	37,647	55,282
Herausnehmbarer Zahnersatz	21,369	3,834	13,855	28,884
Natürlicher Zahn	27,255	3,025	21,326	33,184
Implantatgetragener Zahnersatz	32,510	3,470	25,709	39,311
Gesamt	33,884	2,656	28,678	39,090

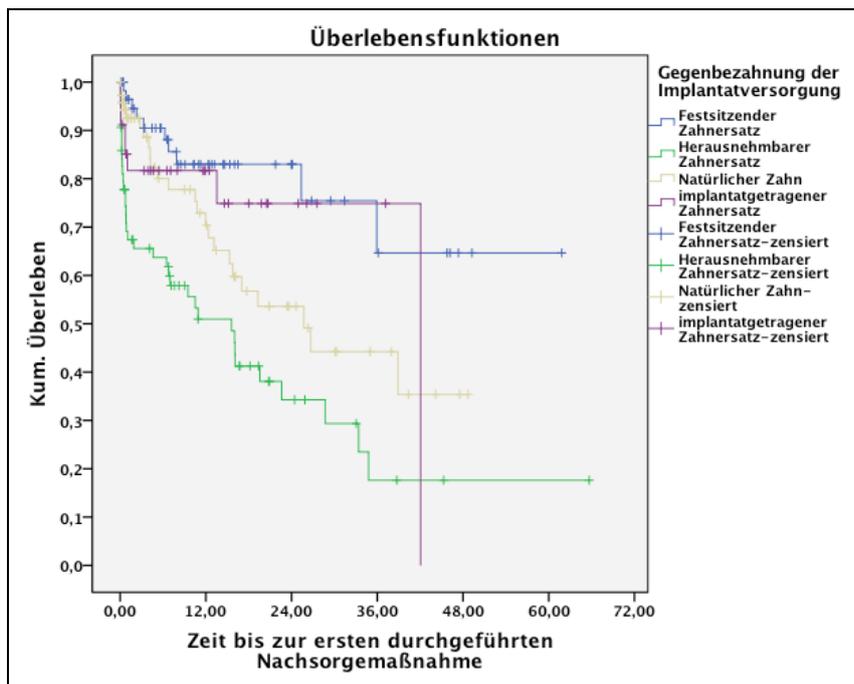


Abb. 6.4-e: Zeit bis zur ersten prothetischen Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von der Gegenbeziehung (in Monaten) (n=232, da die Abgaben von 4 Patienten fehlen).
Zielereignis erste durchgeführte prothetische Nachsorgemaßnahme (Kaplan-Meier-Analyse).

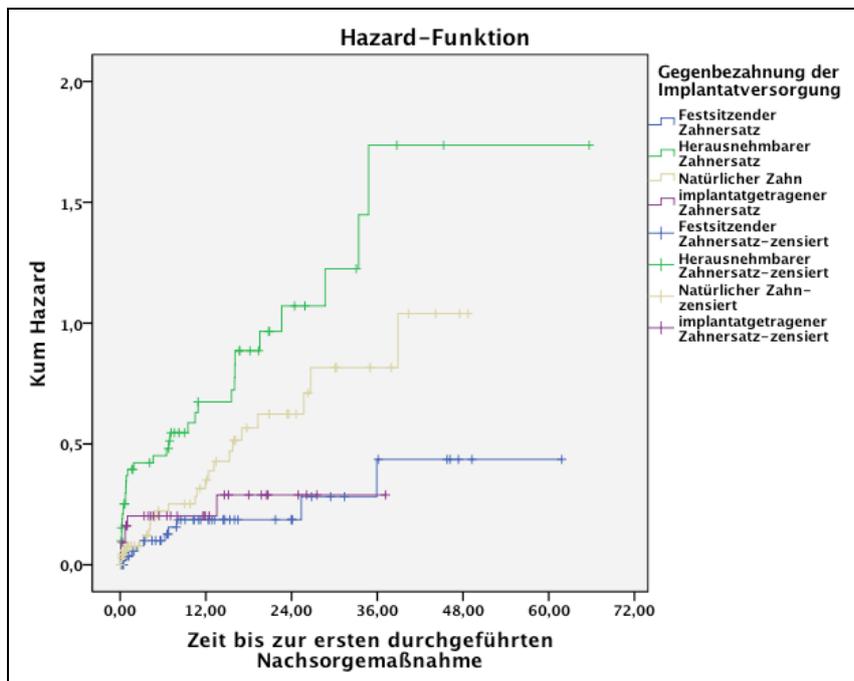


Abb. 6.4-f: Kumulative Hazard-Funktion, Zielereignis erste durchgeführte prothetische Nachsorgemaßnahme (n=232)

6.4.3 Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von dem Patientengeschlecht, der Lokalisation der Versorgung und der Recallteilnahme

Innerhalb dieser Variablen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die Verweilwahrscheinlichkeit bis zur ersten durchgeführten Nachsorgemaßnahme.

Zusammenfassung: Die mittlere Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme bei implantatgestütztem Zahnersatz betrug 34,2 Monate. Bei insgesamt 79 (33,4%) Suprakonstruktionen mussten prothetische Nachsorgearbeiten innerhalb des Beobachtungszeitraums durchgeführt werden.

In Bezug auf die Versorgungsart wies herausnehmbarer implantatgestützter Zahnersatz einen höheren und früheren Nachsorgebedarf auf als festsitzender implantatgestützter Zahnersatz.

Befand sich in der Gegenbezahnung der implantatgestützten Konstruktionen herausnehmbarer konventioneller Zahnersatz, zeigte sich ein früherer prothetischer Nachsorgebedarf als bei festsitzendem konventionellem Zahnersatz, natürlicher Bezahnung und implantatgetragenen Zahnersatz als Gegenbezahnung.

Die Variablen Patientengeschlecht, Lokalisation der Versorgung und Recallteilnahme zeigten keinen signifikanten Einfluss auf die Verweildauer bis zur ersten Nachsorgemaßnahme.

7 Diskussion

7.1 Methodenkritik

In der vorliegenden Studie wurden von ursprünglich 270, in der Poliklinik für zahnärztliche Prothetik der Justus-Liebig-Universität Gießen versorgten Patienten 236 Patienten nachuntersucht. Das Gesamtkollektiv von 270 Patienten wurde in einem Zeitraum von über 5 Jahren mit 591 ausschließlich auf Implantaten befestigten Suprakonstruktionen versorgt. Der Ausschluss von 34 Patienten aus dem Untersuchungskollektiv der Studie erfolgte aufgrund fehlender Nachbeobachtungszeiten.

Bei der durchgeführten inferenzstatistischen Auswertung mittels der Überlebenszeitanalyse konnte pro Patient nur eine Versorgung in die Berechnung der Überlebenszeiten miteinbezogen werden, andernfalls wäre es zu einer Vermischung der Variabilität zwischen den einzelnen Patienten und der Variabilität innerhalb eines Patienten gekommen. Diese Unabhängigkeit der jeweiligen Berechnungseinheiten, im vorliegenden Falle der jeweilig eingegliederten Suprakonstruktionen, bei der Bestimmung der Überlebenszeiten wird ebenfalls in einer *Stellungnahme der DGZMK*⁶⁶ empfohlen. Die berücksichtigte implantatbefestigte Versorgung pro Patient wurde nach dem Zufallsprinzip ermittelt. Somit entstand ein in der Studie berücksichtigtes Untersuchungskollektiv von 236 Patienten mit 236 implantatgestützten Zahnersatzarten, welche auf insgesamt 579 Implantaten befestigt wurden.

Der Vergleich mit anderen in der Literatur zu diesem Thema befindlichen Studien wurde durch unterschiedliche statistische Vorgehensweisen in den verschiedenen Studien erschwert. Zum einen wird in den meisten anderen Studien, wie beispielsweise in den Untersuchungen von *Romeo*⁷⁴ oder *Aglietta*², keine patientenabhängige Untersuchung (eine Versorgung pro Patient) durchgeführt, sondern alle eingegliederten Versorgungen werden berücksichtigt. Dies resultierte demnach in geringeren Misserfolgsraten, da die zuvor erwähnte Unabhängigkeit der Berechnungseinheiten (Versorgungen) dadurch nicht mehr gegeben ist.⁶⁶ Zum anderen führen nur wenige Studien, wie beispielsweise die von *Jung*⁴⁵ oder *Pjetursson*⁷⁰, die Untersuchung der Überlebenszeiten mittels der Verweildaueranalyse durch.

In der überwiegenden Anzahl der gefundenen Studien erfolgt oftmals nur die Quotientenbildung aus allen fehlgeschlagenen Suprakonstruktionen zu allen eingesetzten Suprakonstruktionen. Hingegen wird mittels der Überlebenszeitanalyse die

Wahrscheinlichkeit eines Verlustes entsprechend seiner Liegezeit berechnet. Die zuvor beschriebenen statistischen Vorgehensweisen in der vorliegenden Untersuchung könnten dementsprechend einen Grund für die höhere Misserfolgsrate im Vergleich mit anderen Studien darstellen.

Die Anzahl der nachuntersuchten Suprakonstruktionen war vergleichbar mit anderen Studien, welche meist ein Untersuchungskollektiv von 100 bis 350 Versorgungen aufzeigten, aber, wie zuvor erwähnt, in den wenigsten Fällen auf einer patientenbezogenen Berechnung basierten.^{2, 14, 54, 55, 74}

Da es sich um eine retrospektive Longitudinalstudie handelt, konnten die Behandlungsdaten sowie die während der Beobachtungszeit durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahmen und die aufgetretenen technischen und biologischen Komplikationen seitens der Implantate anhand der elektronischen Patientenakten datumsgenau nachvollzogen werden. Eine Behandlung außerhalb der Klinik während der Funktionsperiode der Zahnersatzarten kann jedoch nicht ausnahmslos ausgeschlossen werden. Die Patienten wurden nach Eingliederung der Versorgung in ein jährliches freiwilliges Recallprogramm aufgenommen, in dem eine einheitliche Kontrolle der oralen Strukturen und der implantatgestützten Suprakonstruktionen anhand eines vorgefertigten und standardisierten Behandlungsprotokolls durchgeführt wird. Somit wurde eine Nachuntersuchung anhand einheitlich gültiger Standards gewährleistet. Da alle Suprakonstruktionen innerhalb der Poliklinik für zahnärztliche Prothetik der Universität Gießen von einem einzigen zahntechnischen Labor angefertigt wurden, kann von einer identischen Qualität bezüglich der Anfertigung und des Materials ausgegangen werden.

Die methodischen Schwierigkeiten dieser Studie sind einerseits in der relativ kurzen Beobachtungszeit und der voraussichtlich daraus resultierenden relativ geringen Anzahl an beobachteten Ereignissen (bspw. Neuversorgungsfälle) zu sehen. Einen weiteren methodischen Schwachpunkt stellen die unterschiedlich großen Untersuchungsgruppen (festsitzender Zahnersatz = 157 und herausnehmbarer Zahnersatz = 79) dar, die einen direkten Gruppenvergleich erschweren. Die fehlenden Überlebenszeiten der Implantate aufgrund nicht existierender Daten sind ebenfalls als eine weitere methodische Schwierigkeit der Studie anzusehen.

7.2 Ergebniskritik

7.2.1 Prothetische Nachsorgemaßnahmen und Komplikationen seitens der Implantate und der Suprakonstruktionen

Bei 33,4% der beobachteten Suprakonstruktionen mussten insgesamt 182 prothetische Nachsorgemaßnahmen innerhalb des Beobachtungszeitraums durchgeführt werden. Dies ergab eine mittlere Häufigkeit von zirka zwei durchgeführten Nachsorgemaßnahmen pro Suprakonstruktion. 27,5% der insgesamt durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahmen wurden bei dem Patientenkollektiv mit festsitzenden implantatgestützten Suprakonstruktionen und 72,5% bei dem Patientenkollektiv mit herausnehmbaren implantatgestützten Suprakonstruktionen durchgeführt. Es zeigte sich somit ein deutlich höherer prothetischer Nachsorgebedarf für die herausnehmbaren Suprakonstruktionen verglichen mit den festsitzenden Suprakonstruktionen. Zu diesem Ergebnis kamen auch andere Studien.^{74, 99}

4,8% aller inserierten Implantate zeigten in der vorliegenden Untersuchung technische und biologische Komplikationen, 2,4% aller beobachteten Implantate mussten während der Beobachtungszeit entfernt werden.

In der Literatur werden ähnliche Ergebnisse bezüglich des prothetischen Nachsorgebedarfs der implantatgestützten Suprakonstruktionen und der Komplikationen seitens der Implantate aufgezeigt.^{70, 85, 99} So zeigten *Pjetursson et al.*⁷⁰ einen Nachsorgebedarf von 38,7% nach fünf Jahren in Funktion bei festsitzenden implantatgestützten Suprakonstruktionen. Komplikationen seitens der Implantate waren in *Pjeturssons* Studie mit 0,5 bis 1,5% eher selten.

Druckstellenbeseitigung

Druckstellen im Ober- und Unterkiefer können durch verschiedene Faktoren hervorgerufen werden. Zum einen können dies herstellungsbedingte Faktoren wie zu lange Prothesenränder oder Kunststoffperlen an der Prothesenbasis sein, zum anderen können eine fehlerhafte Einstellung der Okklusion, Parafunktionen sowie eine mangelhafte Schleimhautresilienz zur Entstehung von Druckstellen führen.³⁴

In der vorliegenden Studie mussten bei 29,1% der Patienten, welche mit herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz versorgt wurden, insgesamt 63 Druckstellenentfernungen

innerhalb des Beobachtungszeitraums durchgeführt werden. Im Mittel wurden pro Patient zirka drei Druckstellen entfernt. Bei einigen wenigen Patienten waren fünf oder mehr Druckstellenentfernungen notwendig. Dies kann zum einen durch ein unterschiedliches Schmerzempfinden seitens der Patienten und zum anderen durch psychologische Gründe, wie einer Ablehnung der Prothese durch den Patienten, zu erklären sein. Betrachtet man die erste Druckstellenentfernung pro Patient, so fanden 52,1% innerhalb des ersten Monats nach Protheseneingliederung, 73,9% innerhalb der ersten sechs Monate und 86,9% innerhalb des ersten Jahres nach Eingliederung der Prothesen statt. In der Studie von *Zinsli et al.*⁹⁹ zeigten sich vergleichbare Ergebnisse. Sie beschrieben insgesamt 27 (22,5%) Druckstellenentfernungen bei 120 Prothesen nach fünf Jahren in Funktion, wovon 19 (70,3%) Druckstellenentfernungen innerhalb des ersten Jahres nach Eingliederung der Prothesen durchgeführt wurden. *Kiener et al.*⁴⁹ konstatierten 75,0% aller durchgeführten Druckstellenentfernungen innerhalb des ersten Jahres nach Eingliederung der implantatgestützten Prothesen.

Weiterhin zeigte sich in der vorliegenden Arbeit eine erhöhte Notwendigkeit an Druckstellenentfernungen im Unterkiefer im Vergleich mit dem Oberkiefer. *Visser et al.*⁹⁰ zeigten ebenfalls eine erhöhte Notwendigkeit an Druckstellenbeseitigungen im Unterkiefer auf. Die Gründe für die erhöhte Anzahl an Prothesendruckstellen im Unterkiefer kann zum einen durch die geringere Resilienz der Schleimhaut im Unterkiefer begründet werden und zum andern durch den schmalen Alveolarkamm, welcher anders als im Oberkiefer ein gleichmäßiges Verteilen der okklusal einwirkenden Kräfte einschränkt.³⁴

Lockerung der Verbindungsschrauben

Die Lockerung der Schraubenverbindungen, welche zur Befestigung der Abutments oder der Suprakonstruktionen auf den jeweiligen Implantaten dienen, können durch verschiedene Faktoren hervorgerufen werden. So üben das Design der Suprakonstruktion (Krone, Brücke, Anhängerkonstruktion), der Verbindungsmechanismus (starr oder resilient), die Passgenauigkeit des Gerüsts, die Anzahl der Implantate pro Versorgung, die Länge des Anhängers, Design und Anzugskraft der Schraube sowie die okklusale Belastung Einfluss auf die Lockerung der Verbindungsschrauben aus.^{21, 43, 58}

Lockerungen der Verbindungsschrauben können zu Frakturen der Schraubenverbindungen führen.^{28, 81}

Bei den verwendeten Schrauben handelte es sich im Allgemeinen um Titan- oder Goldschrauben. Sie wurden bei Eingliederung mittels eines speziellen Drehmomentschlüssels mit einer vom Hersteller definierten Kraft von meist 25 bis 35 Ncm (Newtonzentimeter) angezogen und einige Zeit später nachgezogen. Damit sollte unter anderem dem sogenannten „*Settling effect*“, der nachträglichen Sackung der Schraube unter Belastung und der damit verbundenen Lockerung der Schraube, entgegengewirkt werden.⁸⁷ *Winkler et al.*⁹⁶ empfehlen ein Nachziehen der Schraubenverbindungen mit der vom Hersteller empfohlenen Kraft und einem speziellen Drehmomentschlüssel ca. 10 Minuten nach der ersten Befestigung, um damit dem zuvor genannten „*Settling effect*“ entgegenzuwirken. Besonders Titanschrauben zeigen im Gegensatz zu Goldschrauben häufiger Lockerungen auf.⁸⁷

In der vorliegenden Studie wurden bei 16,9% der Patienten insgesamt 49 Lockerungen der Verbindungsschrauben beobachtet. Dies machte 26,9% aller durchgeführten Nachsorgemaßnahmen aus. Das Ergebnis ist vergleichbar mit der Studie von *Zinsli et al.*⁹⁹, die nach fünf Jahren Beobachtungszeit eine Häufigkeit von über 26,0% an gelockerten Verbindungsschrauben bei 177 festsitzenden und herausnehmbaren implantatgestützten Zahnersatzarten aufzeigten. Dennoch fällt in den meisten anderen Studien die Häufigkeit der Wiederbefestigung von gelockerten Verbindungsschrauben mit 5,6% bis 12,7% nach fünf Jahren in Funktion geringer aus.^{14, 41, 45, 70} Lediglich *Purcell et al.*⁷² zeigten eine höhere Häufigkeit an gelockerten Verbindungsschrauben bei implantatverankerten Teleskopprothesen von 39,1% nach über fünf Jahren in Funktion auf.

Die in dieser Untersuchung recht hohe Anzahl an Wiederbefestigungen von gelockerten Verbindungsschrauben kann daraus resultieren, dass alle gelockerten Verbindungsschrauben, sowohl die Verbindungsschrauben zur Befestigung der Abutments als auch die Verbindungsschrauben zur Befestigung der Suprakonstruktionen, berücksichtigt wurden. Die sehr früh nach Eingliederung der Suprakonstruktionen aufgetretenen Schraubenlockerungen können durch ein fehlerhaftes Anziehen der Schraubenverbindungen bzw. einem Anziehen der Schrauben mit zu geringer Kraft resultieren oder durch ein nicht stattgefundenes Nachziehen der Schraubenverbindungen bedingt sein.

80,0% der Verbindungsschrauben mussten einmal, 17,5% mussten zweimal und eine Suprakonstruktion musste dreimal wiederbefestigt werden. Die meisten Wiederbefestigungen wurden innerhalb des ersten Jahres nach Eingliederung der Suprakonstruktionen mit insgesamt 31 (63,2%) Fällen verzeichnet.

Es zeigte sich ein deutlich höherer Anteil an Wiederbefestigungen bei dem Patientenkollektiv mit festsitzendem implantatgestütztem Zahnersatz. Hier mussten bei 21,0% der Patienten insgesamt 41 Wiederbefestigungen durchgeführt werden. Damit stellte in diesem Patientenkollektiv die Wiederbefestigung von gelockerten Schraubenverbindungen mit 82,0% die häufigste durchgeführte Nachsorgemaßnahme dar. Dieses Ergebnis findet durch andere Studien Bestätigung.^{2, 45, 54} *Eckfeldt et al.*³⁰ untersuchten 20 Patienten, welche mit festsitzendem implantatgestütztem Zahnersatz versorgt wurden auf Lockerungen der Schraubenverbindungen ein Jahr nach Eingliederung der Suprakonstruktionen. 33% der Schraubenverbindungen zeigten Lockerungen auf.

Im Vergleich dazu mussten in der vorliegenden Studie lediglich bei 8,8% der Patienten mit herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz insgesamt acht Wiederbefestigungen durchgeführt werden, was einen Anteil von 6,0% an allen durchgeführten Nachsorgemaßnahmen ergab. Die Wiederbefestigung von gelockerten Schraubenverbindungen stellte somit eine nicht häufig vorkommende Nachsorgemaßnahme bei herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz dar. Dieses Ergebnis findet sich ebenfalls in den Studien von *Krennmair et al.*⁵⁶ und *Heckmann et al.*⁴¹

*Pjetursson et al.*⁷⁰ und *Brägger et al.*¹⁴ zeigten in ihren Untersuchungen eine erhöhte Anzahl an Lockerungen der Verbindungsschrauben bei implantatgestützten Einzelkronen im Vergleich mit implantatgestützten Brücken. Dies zeigte sich ebenfalls in der vorliegenden Arbeit. Hier wurden bei 22,5% der Einzelkronen und einer Brücke Lockerungen der Verbindungsschrauben beobachtet. Die Begründung hierfür kann zum einen in der erhöhten Rotationsbelastung bei Einzelkronen im Vergleich zu Brücken gesehen werden sowie zum anderen in der verminderten Stabilität, da bei Einzelkronen nur ein Implantat bzw. nur eine einzelne Schraubenverbindung zur Befestigung dient.

In der aktuellen Literatur wird berichtet, dass durch eine interne Implantat-Abutment-Verbindung, einer sogenannten „tube-in-tube“ Verbindung, eine stabile und rotationsgeschützte Verankerung der Suprakonstruktionen erzielt werden kann. Es wird beschrieben, dass diese rotationsstabile Verbindung zu einer verminderten Lockerung der Verbindungsschrauben, vor allem bei Einzelkronen und Brücken, führt.⁵⁵

Unterfütterung der Kunststoffbasis

Im zahnlosen Kiefer ist ein jährlicher Knochenabbau von zirka 0,50 mm im Oberkiefer und von zirka 1,00 mm im Unterkiefer zu erwarten. Ebenso findet um die inserierten Implantate herum ein physiologischer jährlicher Knochenabbau von zirka 0,20 mm statt, welcher im ersten Jahr nach Belastung der Implantate mit zirka 0,50 mm am größten ist.^{10, 35, 69} *Pikner et al.*⁶⁹ konstatierten einen Knochenverlust von 0,46 mm bzw. 0,85 mm bei Implantaten im zahnlosen Oberkiefer und von 0,56 mm bzw. 1,02 mm bei Implantaten im zahnlosen Unterkiefer nach einem bzw. zehn Jahren in Funktion. Es entsteht dadurch nach und nach eine Inkongruenz zwischen Prothesenbasis bzw. Prothesensattel und Kieferkamm, was von den Patienten meist gar nicht bemerkt wird. Die Prothesensättel der implantatgestützten Prothesen liegen dann nicht mehr satt auf dem Alveolarfortsatz auf und können somit nicht mehr die einwirkenden Kaukräfte gleichmäßig darauf verteilen. Es findet kein Belastungsausgleich mehr statt. Dies hat zur Folge, dass die Implantate überbelastet und vermehrt fehlbelastet werden, was bis zu einer Fraktur der Implantate führen kann.³⁶ Zudem wird der Knochenabbau in den zahnlosen Kieferabschnitten weiter beschleunigt, was ein weiteres Absinken der Prothese und damit ein Absinken der Okklusionsebene bewirken kann. Um dies zu verhindern, gehört die regelmäßige Unterfütterung der Kunststoffprothesenbasis zu den notwendigen prothetischen Nachsorgemaßnahmen einer jeden eingegliederten Prothese.

In der vorliegenden Studie mussten bei 25,3% der Patienten insgesamt 27 Unterfütterungen während eines Zeitraums von fünf Jahren durchgeführt werden. Dies machte 20,4% aller durchgeführten Nachsorgemaßnahmen und somit die zweithäufigste durchgeführte Nachsorgemaßnahme bei dem Patientenkollektiv mit herausnehmbarem implantatgestützten Zahnersatz in dem Untersuchten aus. In der Studie von *Krennmair et al.*⁵⁶ wurde die Unterfütterung der Prothesenbasis als die häufigste vorkommende Nachsorgemaßnahme bei teleskopverankerten implantatgestützten Unterkieferprothesen beschrieben. Hier mussten 34,6% der Prothesen nach drei Jahren Beobachtungszeit unterfüttert werden. In der 5-Jahres-Untersuchung von *Heckmann et al.*⁴¹ zeigte sich die Unterfütterung von teleskopverankerten implantatgestützten Unterkieferprothesen nur knapp als zweithäufigste Nachsorgemaßnahme mit 21,7% hinter der Reparatur von Kunststoffanteilen mit 26,0%. In der Untersuchung von *Goodacre et al.*⁴⁰ nahm die Unterfütterung von implantatgestützten Prothesen mit 19,0% den dritten Platz der technischen Komplikationen mit implantatgestütztem Zahnersatz ein.

In der vorliegenden Untersuchung fand über die Hälfte (55,5%) der durchgeführten Unterfütterungen im ersten Jahr nach Eingliederung der Prothesen statt, im zweiten Jahr nach Eingliederung wurden immerhin noch 22,2% der Unterfütterungen durchgeführt. Die hohe Anzahl an Unterfütterungen innerhalb des ersten Jahres nach Eingliederung der Prothesen lässt sich durch den zuvor erwähnten größeren Knochenabbau innerhalb des ersten Jahres nach Belastung der Prothesen erklären. Die Unterfütterungen, welche innerhalb des ersten Monats nach Eingliederung der Prothesen durchgeführt wurden (14,8%), können eventuell auf herstellungsbedingte Fehler zurückgeführt werden. *Krennmair et al.*⁵⁶ zeigten in ihrer Untersuchung hingegen die größte Anzahl an Unterfütterungen im dritten Jahr nach Eingliederung der Prothesen mit 55,5%. Dies wird in der vorliegenden Studie nicht bestätigt.

Es wird in der Literatur aufgezeigt, dass die Verankerungsart (resilient/starr) bzw. das Verankerungssystem einen Einfluss auf die Unterfütterungshäufigkeit von implantatgestützten Prothesen ausübt. *Krennmairs*⁵⁶ und *Weinlanders*⁹⁵ Studien zeigten eine höhere Unterfütterungsnotwendigkeit bei resilient befestigten und schleimhautgetragenen Prothesen im Unterkiefer im Gegensatz zu starr befestigten Prothesen. Die Begründung hierfür liegt in der Tatsache, dass resilient befestigte Prothesen federnd abgestützt sind und somit einen geringen Spielraum haben. Die starre Prothesenbefestigung lässt keinerlei Spielraum zu, es wirken somit geringere Scher- und Horizontalkräfte auf die Kieferkämme ein, was wiederum zum Knochenerhalt beiträgt.⁵⁰ Die hohen Anzahl der durchgeführten Unterfütterungen in den Untersuchungen von *Krennmair* und *Weinlander* im Vergleich mit der vorliegenden Arbeit ist somit durch die verwendete Verbindungsart der Prothesen bedingt. In der vorliegenden Studie wurden nur starr befestigte Prothesen untersucht.

Friktionsverbesserungen

Bei 14,4% der Patienten mussten insgesamt 16 Verbesserungen an der Friktion des Doppelkronensystems durchgeführt werden. Dies betrifft den Retentionsmechanismus zwischen Primär- und Sekundärkrone. Somit stellte die Verbesserung der Friktion in der vorliegenden Studie bei dem Patientenkollektiv mit herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz mit 12,1% eine weniger häufig durchgeführte Nachsorgemaßnahme dar.

Bei über der Hälfte der betroffenen Prothesen (63,6%) musste die Friktion erniedrigt werden, was eine relativ einfache und durch den Zahnarzt am Behandlungsstuhl durchzuführende Nachsorgemaßnahme darstellt. Die überwiegende Anzahl an Friktionsverringerungen (85,7%)

wurde innerhalb des ersten Monats nach Eingliederung der Prothesen durchgeführt. Die Gründe dafür sind mit hoher Wahrscheinlichkeit auf Herstellungsfehler seitens des zahntechnischen Labors zurückzuführen.

Bei vier (36,3%) Prothesen musste aufgrund eines mangelhaften Retentionsmechanismus seitens des Doppelkronensystems eine Erhöhung der Friktion durchgeführt werden. Dies ist im Gegensatz zur Erniedrigung der Friktion nicht durch den Zahnarzt am Behandlungsstuhl durchführbar, sondern muss in Zahntechnischen Laboren behoben werden. Besteht ein erheblicher Friktionsverlust, so bleibt nur noch der Austausch der Primärkronen gegen neue Primärkronen als Behandlungsoption übrig. Dies war bei drei Prothesen der Fall.

Ebenfalls in der Arbeit von *Krennmair et al.*⁵⁶ stellte die Änderung der Friktion mit einem Anteil von 15,3% aller durchgeführten Nachsorgemaßnahmen eine weniger häufig durchgeführte Nachsorgemaßnahme dar. Es werden während 3-jähriger Beobachtungszeit vier Friktionserhöhungen, eine im zweiten Jahr nach Eingliederung und drei im dritten Jahr nach Eingliederung, beschrieben.

Kunststoffreparaturen

Zu den Reparaturen der Kunststoffanteile bei implantatgestützten Prothesen zählen alle Arten von Brüchen in der Kunststoffbasis sowie Frakturen der Kunststoffzähne.

In dem untersuchten Kollektiv wurden bei neun Patienten 16 Reparaturen der Kunststoffanteile beobachtet, was einen Anteil an 12,1% aller durchgeführten Nachsorgemaßnahmen bei dem Patientenkollektiv mit herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz ausmachte und somit eine weniger häufig durchgeführte Nachsorgemaßnahme darstellte. Die größte Anzahl an Kunststoffreparaturen wurde innerhalb des ersten Jahres nach Eingliederung mit 37,5% beobachtet. Es wurden fast ausschließlich Frakturen der Kunststoffzähne im Frontzahnbereich (87,5%) beobachtet. Bei 12,5% der Reparaturen waren Seitenzähne von Frakturen betroffen. Auffällig hierbei war, dass alle Patienten, bei denen die vorderen Kunststoffzähne frakturierten, in der Gegenbezahnung herausnehmbaren konventionellen Zahnersatz oder implantatgestützten Zahnersatz aufwiesen. Ähnliche Beobachtungen beschrieben auch *Purcell et al.*⁷² Sie untersuchten implantatgestützte Unterkieferprothesen, welche in der Gegenbezahnung konventionelle Totalprothesen aufwiesen. Die häufigste durchgeführte Nachsorgemaßnahme nach zwei Jahren in Funktion

stellte hier der Austausch von frakturierten Kunststoffzähnen mit 15,2% dar. Die Fraktur der vorderen Kunststoffzähne war bei *Purcell* nach fünf Jahren in Funktion die dritthäufigste Nachsorgemaßnahme.

Die Gründe für die Fraktur von Prothesenzähnen können in einer mangelhaften Befestigung der Kunststoffzähne an der Kunststoffbasis, in einer fehlerhaften Okklusion oder in mechanischer Beschädigung der Prothesen liegen. Die Fraktur speziell der vorderen Prothesenzähne wird durch die Richtung der Krafteinwirkung, welche nicht wie im Seitenzahnbereich vertikal, sondern horizontal einwirkt, und durch die oftmals schlechte Befestigungsmöglichkeit am Metallgerüst oder der Kunststoffbasis begründet.⁷²

Verblendungsreparaturen

Verblendungsreparaturen beinhalten alle Arten von Absplitterungen oder Abscherungen der Keramikverblendung bei vollkeramisch verblendeten Metallkronen oder Metallbrücken sowie vollkeramisch verblendeten Sekundärteleskopen. Bei vollkeramischen Restaurationen spricht man vom sogenannten „*Chipping*“, dies sind oberflächliche Frakturen innerhalb der Verblendkeramik. Die Ursachen für Abplatzer der Verblendkeramik wurden mehrfach untersucht. So stellen die Befestigungsart der Suprakonstruktionen (verschraubt oder zementiert), die Gerüstgestaltung bei Brückenversorgungen, das Nichteinhalten eines geforderten passiven Sitzes der Suprakonstruktion sowie ein mangelhafter Verbund zwischen Gerüst- und Verblendmaterial (besonders bei Zirkongerüsten) und Bruxismus eine erhöhte Gefahr für Abplatzer der Keramikverblendungen dar.^{3, 26, 46, 47, 51, 89}

In der vorliegenden Arbeit wurden alle Brüche der Keramikverblendungen bei voll- oder teilverblendetem festsitzendem Zahnersatz, bei Vollkeramikronen und Vollkeramikbrücken, sowie Verblendungsbrüche bei voll- oder teilverblendeten Teleskopen bei herausnehmbarem Zahnersatz berücksichtigt. Insgesamt wurden in dem untersuchten Kollektiv bei neun Patienten elf Verblendungsreparaturen registriert. Dies machte 6,0% aller durchgeführten Nachsorgemaßnahmen und somit die am wenigsten durchgeführte Nachsorgemaßnahme aus. Ähnliche Ergebnisse wurden von *Krennmair et al.*⁵⁵ aufgezeigt.

Die Ergebnisse bezüglich der Häufigkeit von Verblendungsreparaturen bei festsitzendem und herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz fallen in anderen Studien noch geringer aus als in der vorliegenden Studie. *Zinsli et al.*⁹⁹ konstatierten eine Häufigkeit an

Verblendungsreparaturen von 1,0% nach 5 Jahren Beobachtungszeit. *Romeo et al.*⁷⁴ zeigten sechs Verblendungsreparaturen innerhalb von 5 Jahren Beobachtungszeit ausschließlich bei festsitzenden Suprakonstruktionen auf. Nur *Goodacre et al.*⁴⁰ zeigten anhand einer älteren Studie gegenteilige Ergebnisse auf. Sie beschrieben die Fraktur von Verblendmaterial als die zweithäufigste vorkommende Komplikation mit 14% bis 22% bei festsitzendem und herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz.

Auch in der vorliegenden Studie waren hauptsächlich festsitzende Suprakonstruktionen von Verblendungsreparaturen betroffen. Bei sieben Patienten mit festsitzendem implantatgestütztem Zahnersatz wurden insgesamt neun Verblendungsreparaturen innerhalb des Beobachtungszeitraums durchgeführt. Dies macht 18,0% aller durchgeführten Nachsorgemaßnahmen bei dem Patientenkollektiv mit festsitzenden Suprakonstruktionen aus. Fast alle Verblendungsreparaturen (77,7%) fanden innerhalb des ersten Jahres nach Eingliederung statt. Bei zwei Patienten mussten zweimal Reparaturen an den Verblendungen durchgeführt werden, beide im ersten Jahr nach Eingliederung. Es wurden ausschließlich bei implantatgestützten Einzelkronen Verblendungsbrüche beobachtet. Dies steht im Gegensatz zu den Untersuchungen von *Pjetursson et al.*⁷⁰ und *Kinsel et al.*⁵¹, die eine höhere Rate an Verblendungsbrüchen bei implantatgestützten Brücken im Vergleich mit implantatgestützten Einzelkronen beobachteten.

Bei dem Patientenkollektiv mit herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz wurden lediglich zwei Verblendungsreparaturen beobachtet, was einen Anteil von 1,5% und somit die wenigste durchgeführte Nachsorgemaßnahme in diesem Patientenkollektiv ausmachte. Beide Verblendungsreparaturen wurden innerhalb des ersten Jahres nach Eingliederung durchgeführt. Aus prothetischer Sicht kann die Ursache der notwendigen Verblendungsreparatur in dem unvollständigen Verbund zwischen Metall und Kunststoff/Keramik, einer funktionellen Überbelastung oder ästhetischen Belangen bedingt gewesen sein.

In der Literatur wurden keine Studien gefunden, welche sich mit Verblendungsbrüchen bei herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz beschäftigen.

Fraktur des Implantats

In der vorliegenden Untersuchung wurden insgesamt drei Frakturen von Implantaten registriert. Dies ist vergleichbar mit den Studien von *Romeo et al.*⁷⁴, welcher nach sieben Jahren Beobachtungszeit drei Implantatfrakturen aufzeigte und *Simonis et al.*⁸⁵, der nach über 15 Jahren vier Implantatfrakturen beschrieb.

Die Implantatfrakturen zählen zu den selten vorkommenden und spät auftretenden technischen Komplikationen seitens der Implantate. Sie entstehen unter anderem durch Knochenverlust und eine damit verbundene erhöhte Taschentiefe, durch okklusale Überbelastung, durch Parafunktionen (Bruxismus), durch Lockerungen der Schraubenverbindungen der Suprakonstruktionen, durch Keramikfrakturen der Suprakonstruktionen, durch eine schlechte Passung der Suprakonstruktionen und durch das Implantatdesign (geringer Implantatdurchmesser).^{36, 81}

In dem untersuchten Kollektiv waren zwei Patienten mit herausnehmbarem Zahnersatz von einer Fraktur des Implantats betroffen. Ein Implantat einer im Unterkiefer lokalisierten Teleskopprothese frakturierte nach 66 Monaten unter Belastung. Ein Implantat im Oberkiefer frakturierte schon unter der provisorischen Versorgung und somit noch vor Eingliederung der geplanten implantatgestützten Teleskopprothese. Die Fraktur der Implantate kann auf eine mangelhafte Osseointegration sowie eine okklusale Überbelastung durch die provisorische Versorgung zurückgeführt werden. Bei einem weiteren Patienten mit einer endständigen implantatgestützten Krone im Unterkiefer frakturierte das Implantat nach 31,8 Monaten in Funktion. *Eckert et al.*²⁸ untersuchten unter anderem implantatgestützten Einzelzahnersatz im Molarbereich und zeigten hier eine erhöhte Frakturanfälligkeit. Sie begründen dies mit der größeren Kaufläche bei Molaren im Vergleich zu Prämolaren und der damit verbundenen höheren axialen Krafteinwirkung auf das Implantat. Die frakturierten Implantate befanden sich alle im Seitenzahnbereich. Es waren nur männliche Patienten betroffen. *Gargallo Albiol et al.*³⁶ beobachteten ebenfalls mehr Implantatfrakturen bei männlichen Patienten (15:4) sowie im Seitenzahnbereich (80,9%).

Fraktur des Abutments

Lediglich eine Abutmentfraktur wurde in der vorliegenden Studie beobachtet. Es handelte es sich um ein individuell hergestelltes Zirkonoxid-Abutment für eine Vollkeramikkrone im

Frontzahnbereich im Oberkiefer. Es frakturierte 1,6 Monate nach Eingliederung der festsitzenden Suprakonstruktion.

In anderen Studien fällt die Häufigkeit an Abutmentfrakturen ebenfalls sehr gering aus, womit sie zu den selten vorkommenden technischen Komplikationen seitens der Implantate zählen. *Pjetursson et al.*⁷⁰ zeigten eine Häufigkeit von 0,35% bei implantatgestützten Kronen und von 1,5% bei implantatgestützten Brückenversorgungen nach zehn Jahren in Funktion auf. *Jung et al.*⁴⁵ zeigten nach fünf Jahren eine Häufigkeit an Abutmentfrakturen bei implantatgestützten Einzelkronen von 0,35%. *Butz et al.*²⁰ untersuchten die Bruchfestigkeit und Fehlerrate von Keramikabutments, welche bei Einzelkronenersatz im Frontzahnbereich benutzt wurden. Sie fanden eine annähernd vergleichbare Bruchfestigkeit von Metallabutments und titanverstärkten Zirkonoxid-Abutments. *Sailer et al.*⁷⁹ untersuchten annähernd gleiche 5-Jahres-Überlebensraten für Keramik- und Metallabutments von 99,1% bzw. 97,4%.

Der Grund für die Fraktur von Zirkonoxid-Abutments liegt häufig in der nachträglichen unsachgemäßen zirkulären Individualisierung und somit in der Verdünnung der Wanddicke der Abutments. Weiterhin können eine okklusale Überbelastung, besonders bei Patienten mit Bruxismus, sowie ein ungenauer Sitz der Abutments auf dem Implantat und ein fehlerhaftes Abutmentdesign Gründe für eine Fraktur des Abutments darstellen.^{1, 68}

Periimplantitis

Das Auftreten von biologischen Komplikationen seitens der Implantate wurde in der Literatur mit einer Häufigkeit von 1,3% bis 14,0% nach fünf bis zehn Jahren angegeben.^{40, 55, 74, 99} Dies ist vergleichbar mit den Ergebnissen in der vorliegenden Arbeit. Während der Erhebungsphase der Studie waren insgesamt 24 Implantate (4,1%) von einer periimplantären Entzündung betroffen.

Wie schon in Kapitel 4 beschrieben, wird eine Erkrankung an Periimplantitis durch verschiedene Faktoren begünstigt. Dies können patientenbedingte Faktoren wie Tabakkonsum, parodontalen Erkrankungen, Allgemeinerkrankungen und mangelhafte Mundhygiene sein. Von Seiten der prothetischen Versorgung kann eine periimplantäre Entzündung durch eine nicht hygienefähige Gestaltung der Suprakonstruktion und durch prothetische Spannung, bedingt durch Fehlbelastungen oder durch Mikrobewegungen der Suprakonstruktion, hervorgerufen werden.^{18, 77, 83, 85}

In der vorliegenden Studie waren sechs (3,1%), festsitzende Suprakonstruktionen tragende Implantate von einer periimplantären Entzündung betroffen. Dies ist im Vergleich mit anderen Studien ein niedrig einzustufender Wert. *Jung et al.*⁴⁵ beschrieben eine Häufigkeit von 9,7% an Periimplantitis erkrankten Implantaten, welche über fünf Jahre lang implantatgestützte Einzelkronen trugen. *Simonis et al.*⁸⁵ und *Brägger et al.*¹⁴ zeigten bei festsitzenden Suprakonstruktionen nach über zehn Jahren in Funktion eine Häufigkeit von an Periimplantitis erkrankten Implantaten von 16,9% bzw. 15,2% auf. Der recht niedrige Wert an periimplantären Erkrankungen in dem vorliegenden Patientenkollektiv kann einerseits durch die regelmäßige Kontrolle der Implantate im Recallprogramm, aber auch durch die relativ kürzere Beobachtungszeit bedingt sein.

Bei dem Patientenkollektiv, welches mit herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz versorgt wurde, waren insgesamt 18 (4,6%) Implantate an Periimplantitis erkrankt. Dieser ebenfalls eher gering zu bewertende Wert kann auf das verwendete Retentionssystem zurückgeführt werden. Die Befestigung der Prothesen durch Teleskope wird in der Literatur als sehr pflegeleicht und besonders für ältere Patienten als einfach zu handhaben beschrieben.⁴ *Eitner et al.*²⁹ verglichen teleskopverankerte und stegverankerte implantatgestützte Prothesen und zeigten einen deutlich geringeren periimplantären Knochenverlust sowie bessere Gingivakonditionen und bessere Reinigungsmöglichkeiten in der Gruppe der teleskopverankerten Prothesen auf. Auch *Heckmann et al.*⁴¹ zeigten sehr gute Weich- und Hartgewebssituationen bei Patienten, welche eine implantatgestützte teleskopverankerte Prothese trugen.

Der geringfügig höhere Anteil an Erkrankungen an Periimplantitis in der Patientengruppe mit herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz könnte einerseits an dem erhöhten Alter der Patientengruppe (Mittelwert: $63,4 \pm 10,2$) und dem damit verbundenen verminderten motorischen Geschick und der dadurch bedingten verminderten Pflegefähigkeit in Verbindung stehen. Zum anderen zeigt sich mit erhöhtem Alter auch ein erhöhtes Risiko an bestehenden Allgemeinerkrankungen, was ebenfalls einen beeinflussenden Faktor bezüglich einer Erkrankung an Periimplantitis darstellt.

Implantatverlust

Insgesamt mussten 14 (2,4%) Implantate während der Beobachtungszeit entfernt werden. Ähnliche Werte bezüglich des Implantatverlustes beschrieben auch *Zinsli et al.*⁹⁹ mit 1,6%

und *Romeo et al.*⁷⁴ mit 3,9% nach über fünf Jahren unter Belastung. *Krennmair et al.*⁵⁵ zeigten in einer neueren Studie einen geringeren Implantatverlust mit 0,7% nach fünf Jahren unter Belastung.

Wie schon zuvor gezeigt, mussten 12 (2,0%) Implantate aufgrund einer vorausgegangenen periimplantären Infektion und eines daraus resultierenden Knochenabbaus mit Lockerung des Implantats entfernt werden. Zwei (0,003%) weitere Implantate wurden entfernt, da sie zuvor frakturiert waren. Dieses Ergebnis deckt sich ebenfalls mit den in der Literatur häufig beschriebenen Ursachen für einen Implantatverlust, welche durch eine mangelhafte/unvollständige Osseointegration, eine Erkrankung an Periimplantitis und ein daraus resultierender Knochenabbau sowie die Fraktur des Implantats beschrieben werden.^{55, 74, 99}

Im Unterkiefer mussten insgesamt zehn (4,7%) Implantate, im Oberkiefer insgesamt vier (1,0%) Implantate entfernt werden. Dieses Ergebnis steht allerdings im Gegensatz zu vielen anderen Studien, welche einen erhöhten Implantatverlust im Oberkiefer verglichen mit dem Unterkiefer beobachten. Sie begründen dies mit der unterschiedlichen Knochenstruktur, dem jährlichen Knochenabbau und der im Oberkiefer Seitenzahnbereich oft notwendigen Knochenaugmentation.^{10, 25, 57, 83} Die gegenteilige Beobachtung in der vorliegenden Arbeit kann mit der vermehrten Lokalisation der herausnehmbaren Zahnersatzarten im Unterkiefer begründet werden, welche hier hauptsächlich von dem Implantatverlust betroffen waren. Bei dem Patientenkollektiv mit feststehendem implantatgestütztem Zahnersatz mussten drei (1,5%) Implantate entfernt werden. Ein Implantat einer endständigen Krone im Unterkiefer wurde aufgrund einer Fraktur und zwei Implantate bei zwei Brückenversorgungen wurden aufgrund einer starken Lockerung durch eine vorausgegangene periimplantäre Entzündung entfernt. Dies ist in etwa vergleichbar mit anderen Studien, welche einen Implantatverlust von 2,4% bis 3,2% nach fünf Jahren unter Belastung beschreiben.^{54, 91} In der Patientengruppe mit herausnehmbarem implantatbefestigtem Zahnersatz mussten elf (2,8%) Implantate entfernt werden. Ein Implantat einer Teleskopprothese im Oberkiefer musste aufgrund einer Fraktur entfernt werden. Bei drei Teleskopprothesen, die alle im Unterkiefer lokalisiert waren, mussten jeweils zwei Implantate und bei einer Teleskopprothese im Oberkiefer sogar drei Implantate aufgrund starker Lockerung entfernt werden. Bei einer stegverankerten Prothese im Unterkiefer wurde ebenfalls ein Implantat aufgrund starker Lockerung entfernt. *Heckmann et al.*⁴¹ und *Krennmair et al.*⁵⁶ zeigten dagegen in ihren Untersuchungen über zehn bzw. drei

Jahre ein Implantatüberleben von 100% auf. Dies kann durch die geringere Anzahl des Untersuchungskollektivs und durch die Beobachtung von nur im Unterkiefer lokalisierten Teleskopprothesen bedingt sein.

7.3 Überlebenswahrscheinlichkeit aller implantatgestützter Zahnersatzarten

Von insgesamt 236 beobachteten Suprakonstruktionen mussten 3,8% innerhalb der Beobachtungszeit neu angefertigt werden. Die kumulative 1-Jahres-Überlebensrate betrug 98,9%, die kumulative 3-Jahres-Überlebensrate bis zur ersten Neuanfertigung betrug 90,2%.

In der Literatur erfolgt die Untersuchung der Überlebenszeiten von implantatgestützten Suprakonstruktionen überwiegend getrennt, die Studien beschäftigen sich entweder mit herausnehmbarem oder festsitzendem implantatgestütztem Zahnersatz. Es wurden nur wenige Studien gefunden, welche ebenfalls festsitzenden und herausnehmbaren implantatgestützten Zahnersatz gemeinsam betrachten: Die Ergebnisse der Untersuchung von *Romeo et al.*⁷⁴ sind vergleichbar mit den vorliegenden Ergebnissen. Sie untersuchten 340 festsitzende und herausnehmbare implantatgestützte Zahnersatzarten und zeigten eine Überlebensrate der Suprakonstruktionen von 91,0% nach fünf Jahren auf. In der Studie von *Zinsli et al.*⁹⁹ mussten nach fünf Jahren 2,2% der beobachteten 177 implantatgestützten Suprakonstruktionen neu angefertigt werden. In neueren Studien bezüglich der klinischen Bewährung von implantatgestützten Suprakonstruktionen werden Überlebensraten der Suprakonstruktionen von 100,0% nach fünf Jahren in Funktion aufgezeigt. *Krennmair et al.*⁵⁵ und *Friberg et al.*³⁵ untersuchten in ihren Studien festsitzenden und herausnehmbaren implantatgestützten Zahnersatz über fünf Jahre lang und zeigten für diesen Zeitraum keine Neuversorgungsfälle und somit eine 100,0%ige Überlebensrate der Suprakonstruktionen auf. Die sehr guten Überlebensraten der implantatgestützten Suprakonstruktionen von 100,0%, welche in den zuvor genannten neueren Untersuchungen aufgezeigt werden, können auf den fortgeschrittenen Wissensstand in der Implantatprothetik zurückzuführen sein. In den letzten Jahren hat sich eine Vielzahl an Autoren mit der Untersuchung möglicher, die Überlebenszeiten der Suprakonstruktionen beeinflussender Faktoren beschäftigt.^{22, 57, 74, 80, 94} Ebenso tragen die Fortschritte in der Implantologie enorm zur Verbesserung der

Überlebenszeiten der Implantate und letztendlich der implantatgestützten Suprakonstruktionen bei.^{16, 57, 83, 85, 99} Dennoch muss auf die unterschiedliche statistische Vorgehensweise in den zuvor genannten Studien im Vergleich mit der vorliegenden Studie und die dadurch resultierenden besseren Ergebnisse in den erwähnten Studien hingewiesen werden.

Die in der vorliegenden Arbeit aufgetretenen Gründe für eine Neuanfertigung decken sich mit denen, die in der aktuellen Literatur angegeben werden. Für festsitzenden implantatgestützten Zahnersatz werden als häufige Neuversorgungsgründe irreparable Verblendungsbrüche, Implantatverlust, ästhetische Mängel, Gerüstbrüche, Fraktur des Implantats oder des Abutments angegeben.^{2, 45, 51, 91} *Visser et al.*⁹¹ untersuchten über fünf Jahre 92 implantatgestützte Kronen, wovon elf (12%) innerhalb des Beobachtungszeitraums neu angefertigt werden mussten. Die Gründe waren ästhetische Mängel bezüglich Farbe und Form, irreparable Verblendungsbrüche, Implantatverlust und schlechter Sitz. *Aglietta et al.*² untersuchten 155 festsitzende Brückenkonstruktionen über fünf Jahre lang. Neun Konstruktionen mussten aufgrund von Implantatverlust, Gerüstfraktur, Fraktur des Abutments und häufigem Retentionsverlust neu angefertigt werden. *Jung et al.*⁴⁵ beobachteten 398 Kronen über fünf Jahre. 33 Kronen mussten neu angefertigt werden, davon 15 Kronen wegen Implantatverlustes und 18 Kronen wegen technischer Defekte wie irreparable Verblendungsbrüche, Gerüstbrüche, Fraktur von Implantaten und Abutments. Die in den Studien angegebenen Häufigkeiten und Gründe bezüglich einer Neuanfertigung der festsitzenden Suprakonstruktionen sind vergleichbar mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie. Dennoch müssen die unterschiedlichen Beobachtungszeiten (3-Jahres-Ergebnisse vs 5-Jahres-Ergebnisse) hinsichtlich der Anzahl der Neuversorgungsfälle berücksichtigt werden. Folgende Gründe für eine Neuanfertigung der Suprakonstruktionen bei dem Patientenkollektiv mit herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz werden in der Literatur aufgezeigt: eine stark fortgeschrittene Abnutzung der Prothesen, ästhetisch bedingte Probleme wie Verfärbungen von Prothesenzähnen und Kunststoffanteilen, Implantatverlust, nicht zu reparierende Prothesenbrüche und Brüche der Verankerungssysteme, ein Verlust der Haltekraft der Prothesen sowie subjektive Probleme der Patienten wie Verspannungen und Schmerzen.^{73, 92}

Da in der vorliegenden Untersuchung an der Poliklinik für Zahnerhaltungskunde der Universität Gießen fast ausschließlich implantatgestützte teleskopverankerte Prothesen

eingegliedert wurden, in der aktuellen Literatur aber nur wenige Studien zur klinischen Bewährtheit und Analyse der Ursachen für eine Neuanfertigung von implantatgestützten teleskopverankerten Prothesen zu finden sind, fällt ein aussagekräftiger Vergleich schwer. *Heckmann et al.*⁴¹ untersuchten 23 Patienten mit im Unterkiefer auf zwei Implantaten resilient teleskopverankerte Prothesen über zehn Jahre. Fünf Prothesen wurden neu angefertigt. Als Ursachen benennen sie einen anhaltenden Friktionsverlust verbunden mit ästhetischen Mängeln. Diese Faktoren lagen in der vorliegenden Studie der Neuanfertigung bei zwei teleskopverankerten Prothesen ebenfalls zugrunde. Im Vergleich dazu zeigten bei der Untersuchung von steg- oder kugelverankerten Prothesen *Rentsch-Kollar et al.*⁷³ als häufigste Neuversorgungsgründe nach zehn Jahren in Funktion ästhetische Beeinträchtigungen (starke Abnutzung, Verfärbungen) sowie eine Abnahme der vertikalen Okklusionshöhe auf.

7.3.1 Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Versorgungsart

Betrachtet man die Versorgungsart (festsitzend/herausnehmbar) mussten in dem untersuchten Kollektiv während des Beobachtungszeitraums mehr festsitzende Suprakonstruktionen als herausnehmbare Suprakonstruktionen neu angefertigt werden. Die Ergebnisse erwiesen sich allerdings als nicht signifikant (Log-Rank-Test, $p > 0,05$), was nicht zuletzt daran lag, dass in der Gruppe der herausnehmbaren Zahnersatzarten nur zwei Neuversorgungsfälle zu verzeichnen waren und die Gruppengrößen mit 157 festsitzenden und 79 herausnehmbaren Suprakonstruktionen nicht gleich verteilt waren.

Die untersuchte kumulative 3-Jahres-Überlebensrate für festsitzenden implantatgestützten Zahnersatz ist im Vergleich mit anderen Studien als eher gering zu bewerten. *Kreissl et al.*⁵⁴ berechneten ebenfalls die Überlebenswahrscheinlichkeit für verschiedene Arten von festsitzendem Zahnersatz (112 Kronen und Brücken) gemeinsam und zeigten eine 5-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit von 94,5% auf. *Pjetursson et al.*⁷⁰ zeigten 5-Jahres-Überlebenszeiten von 95,2% bzw. 94,5% für implantatgestützte Brücken bzw. Kronen. Die Gründe für die niedrigere Überlebensrate der festsitzenden implantatgestützten Suprakonstruktionen in dem zugrunde liegendem Patientenkollektiv können zum einen aus der geringen Größe des beobachteten Patientenkollektivs ($n=157$) und der relativ kurzen Beobachtungszeit im Vergleich mit anderen Untersuchungen resultieren. Ein weiterer Aspekt ist, dass in der vorliegenden Arbeit nicht nur eine bestimmte festsitzende Zahnersatzart, wie

z.B. nur Kronen oder nur Brücken, sondern alle möglichen Ausführungsarten von festsitzendem implantatgestütztem Zahnersatz einbezogen wurden. In den meisten anderen Studien hingegen wurden Kronen und Brücken getrennt untersucht und auch die Überlebenswahrscheinlichkeiten getrennt für jede Versorgungsart berechnet. Anhand der Untersuchungen von *Pjetursson*⁷⁰ und *Romeo*⁷⁴ sind die geringfügig höheren Überlebenswahrscheinlichkeiten für implantatgestützte Brücken im Vergleich mit implantatgestützten Kronen zu erkennen. Dies wurde auch in der Studie von *Weber*⁹⁴ beobachtet. Neben der Versorgungsart bestehen auch Unterschiede hinsichtlich des verwendeten Materials der Versorgung. In dem untersuchten Kollektiv wurden voll- und teilverblendete Metallkronen und -brücken (Keramikverblendungen) sowie vollkeramische Kronen und Brücken einbezogen. Der Anteil an vollkeramischen Suprakonstruktionen machte in dieser Studie 33,1% aller eingegliederten festsitzenden Suprakonstruktionen aus. In einigen Untersuchungen wird von einer schlechteren Überlebensrate bei vollkeramischen Suprakonstruktionen berichtet.^{45, 70} So zeigten *Jung et al.*⁴⁵ 5-Jahres-Überlebensraten bei vollverblendeten Metallkronen und Vollkeramikronen von 95,4% und 91,2% auf ($p < 0,01$).

Bei den herausnehmbaren implantatgestützten Versorgung, welche in der vorliegenden Arbeit fast ausschließlich teleskopverankert befestigt wurden, betrug die kumulative 3-Jahres-Überlebensrate 94,9%. Auch dies ist im Vergleich mit anderen Studien als eher gering zu bewerten.^{41, 56} *Krennmair et al.*⁵⁶ zeigten eine 100%ige Überlebensrate bei resilient teleskopverankerten Unterkieferprothesen nach über drei Jahren auf. Dies zeigt, verglichen mit der vorliegenden Untersuchung (94,9%), ein deutlich besseres Ergebnis bezüglich der Überlebensrate. *Heckmann et al.*⁴¹ zeigten zwei Neuversorgungsfälle innerhalb von zehn Jahren. Die höheren Überlebenszeiten in den beiden zuvor erwähnten Arbeiten können zum einen aus der geringeren Anzahl des Patientenkollektivs ($n = 12$ bzw. $n = 23$ Patienten) im Vergleich mit der vorliegenden Untersuchung ($n = 79$ Patienten) resultieren. Weiterhin wurden in beiden Studien nur Prothesen untersucht, welche im Unterkiefer auf zwei Implantaten resilient verankert waren. In der hier vorliegenden Studie wurden sowohl im Oberkiefer als auch im Unterkiefer lokalisierte Prothesen, welche auf meist vier bis acht Implantaten starr verankert wurden, berücksichtigt. Auch muss wiederum auf die unterschiedlichen statistischen Vorgehensweisen in den zuvor erwähnten Untersuchungen aufmerksam gemacht werden.

Derzeit existieren keine weiteren Studien, welche sich mit implantatgestützten teleskopverankerten Prothesen beschäftigen.

7.3.2 Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von dem Patientengeschlecht

Hinsichtlich der geschlechterspezifischen Betrachtung zeigte sich in dem untersuchten Kollektiv kein signifikanter Unterschied in der Überlebenswahrscheinlichkeit bis zur ersten Neuanfertigung (Log-Rank-Test, $p > 0,05$).

In der Literatur wurden keine Studien gefunden, welche sich mit diesem Aspekt beschäftigten.

7.3.3 Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Lokalisation

Bei der Betrachtung der Lokalisation der Suprakonstruktionen zeigte sich eine signifikant geringere Überlebenswahrscheinlichkeit bis zur ersten Neuanfertigung bei Suprakonstruktionen, welche im Oberkiefer eingegliedert waren (Breslow-Test, $p < 0,05$). Die geringere Überlebenszeit der im Oberkiefer lokalisierten Suprakonstruktionen kann durch die verwendete Zahnersatzart und besonders durch das verwendete Material beeinflusst sein. Die aus ästhetischen Gründen bevorzugte Verwendung von vollkeramischen Einzelkronen im Frontzahnbereich des Oberkiefers kann als Ursache für die geringere Überlebenszeit benannt werden. *Jung et al.*⁴⁵ zeigten eine geringere Überlebensrate und eine höhere Anfälligkeit für Gerüstbrüche bei vollkeramischen Einzelkronen. In der vorliegenden Untersuchung mussten zwei vollkeramische Kronen im Frontzahnbereich wegen Gerüstbruch und Fraktur des Abutments neu angefertigt werden. Des Weiteren wird in der Literatur von einem geringeren Implantatüberleben im Oberkiefer berichtet, was ebenfalls ein Einflussfaktor für die Überlebenszeit der Suprakonstruktionen darstellen kann.²⁵ In der vorliegenden Arbeit mussten allerdings keine durch einen Implantatverlust bedingten Neuanfertigungen im Oberkiefer durchgeführt werden. *Visser et al.*⁹¹ untersuchten 92, im Frontzahnbereich des Oberkiefers inserierte Einzelkronen. Es mussten elf (12%) Kronen, hauptsächlich aus ästhetischen Gründen und aufgrund von Verblendungs- und Gerüstbrüchen, neu angefertigt werden. In dem untersuchten Kollektiv mussten ebenfalls drei Kronen aufgrund von Verblendungs- bzw. Gerüstbrüchen im Frontzahnbereich im Oberkiefer neu angefertigt werden. Eine

Frontzahnbrücke musste aufgrund ästhetischer Defizite neu hergestellt werden. Den Einfluss der Lokalisation auf die Überlebenszeit von implantatgestützten Suprakonstruktionen untersuchten ebenfalls *Romeo et al.*⁷⁴ Sie kamen allerdings zu dem Ergebnis, dass die Lokalisation der Suprakonstruktionen in Ober- oder Unterkiefer keinen Einfluss auf die Überlebenszeiten ausübt, was wiederum einen Widerspruch zu der vorliegenden Untersuchung darstellt.

Es bleibt festzuhalten, dass es sich bei der vorausgegangenen Beobachtung vor allem um einen den festsitzenden implantatgestützten Zahnersatz, und hier besonders die Einzelkronenversorgung im Frontzahnbereich, betreffenden und die Überlebenszeit womöglich beeinflussenden Faktor handeln kann.

7.3.4 Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Gegenbeziehung

Ein signifikanter Unterschied zeigte sich nicht in der Überlebenswahrscheinlichkeit bis zur ersten Neuanfertigung in Abhängigkeit von der Gegenbeziehung der implantatgestützten Suprakonstruktionen (Log-Rank-Test, $p > 0,05$).

*Kinsel et al.*⁵¹ zeigten jedoch in einer Untersuchung eine erhöhte Gefahr für Verblendungsbrüche bei implantatgestützten Suprakonstruktionen, welche in der Gegenbeziehung metallkeramisch implantatgestützte Suprakonstruktionen aufwiesen ($p < 0,05$). Sie begründeten dies mit dem unterschiedlichen Taktilitätsempfinden, welches bei natürlichen Zähnen um ein Vielfaches sensibler sei als bei Implantaten, und der daraus resultierenden stärkeren Bisskraft aufgrund des verminderten Taktilitätsempfindens. Sowohl *Kinsel*⁵¹ als auch *Romeo*⁷⁵ zeigten eine höhere prothetische Komplikationsrate bei implantatgestützten Suprakonstruktionen, welche ebenfalls implantatgestützte Suprakonstruktionen in der Gegenbeziehung aufwiesen. Einen Zusammenhang mit einer erhöhten Misserfolgrate der Suprakonstruktionen stellten sie ebenfalls nicht fest.

Weitere Arbeiten bezüglich dieses Untersuchungsaspektes wurden in der Literatur nicht gefunden.

7.3.5 Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Recallteilnahme

Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied in der Überlebenswahrscheinlichkeit der implantatgestützten Suprakonstruktionen in Abhängigkeit von der Teilnahme am Recallprogramm (Log-Rank-Test, $p > 0,05$). Dies könnte zum einen durch die geringe Anzahl der Patienten bedingt sein, die überhaupt am Recallprogramm teilgenommen haben: Weniger als 50,0% der Patienten haben ihre Recalltermine wahrgenommen. Weitere Ursachen für die konstatierte Irrelevanz der Recallteilnahme könnten darin liegen, dass eine Vielzahl der Patienten nur bei vorliegenden oder bestehenden Problemen mit ihrem Zahnersatz die Klinik aufgesucht hat oder die Beobachtungszeit in der vorliegenden Untersuchung zu kurz war: Einige Patienten konnten aufgrund zeitnah zum Ende der Erhebungsphase erfolgter Eingliederung der Suprakonstruktionen noch nicht am Programm teilnehmen.

Es wurden in der Literatur keine Studien gefunden, welche sich mit diesem Thema beschäftigen, was einen direkten Vergleich demnach unmöglich macht.

7.3.6 Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von zuvor durchgeführten Nachsorgemaßnahmen

Zuvor durchgeführte Nachsorgemaßnahmen zeigten keinen signifikanten Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit bis zur ersten Neuversorgung (Log-Rank-Test, $p > 0,05$). Einige Studien berichten dennoch über eine geringere Überlebenswahrscheinlichkeit bei implantatgestützten Suprakonstruktionen, bei denen zuvor technische Komplikationen aufgetreten sind oder prothetische Nachsorgemaßnahmen durchgeführt wurden.^{14, 80} Dies stellt wiederum einen Widerspruch zu der vorliegenden Untersuchungen dar. Die Gründe hierfür können einerseits in der relativ kurzen Beobachtungszeit der vorliegenden Studie liegen. Folgen aufgrund von vorausgegangenen prothetischen Nachsorgemaßnahmen sind während der Beobachtungszeit eventuell noch nicht aufgetreten. Weiterhin können ein nicht rechtzeitiges Erscheinen der Patienten in der Klinik/Praxis bei vorliegenden prothetischen Komplikationen wie Lockerungen der Aufbauten oder Verblendungsfrakturen zu einem erhöhten Risiko für Misserfolge in den zuvor erwähnten Studien geführt haben. Gelockerte Suprakonstruktionen können laut einiger Untersuchungen zu Frakturen der Schraubenverbindungen, Verblendungsfrakturen und Frakturen der Implantate führen.^{28, 81}

Vorausgegangene Verblendungsfrakturen können laut einiger Studien ebenfalls zu einem erhöhten Risiko für Implantatfrakturen und somit zu einem Misserfolge führen.^{36, 81}

Weitere Studien bezüglich dieses Untersuchungsaspektes wurden in der Literatur nicht gefunden.

7.4 Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme

Für die Berechnung der Verweildauer wurde die erste pro Suprakonstruktion durchgeführte Nachsorgemaßnahme berücksichtigt. Bei insgesamt 33,4% der eingegliederten implantatgestützten Suprakonstruktionen mussten Nachsorgemaßnahmen durchgeführt werden. Die kumulative Verweilwahrscheinlichkeit bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme betrug 70,2% nach einem Jahr und 43,3% nach drei Jahren in Funktion. Der höchste Nachsorgebedarf zeigte sich innerhalb des ersten Jahres nach Eingliederung der Suprakonstruktionen mit über 60,0%. Dies wurde in anderen Studien ebenfalls bestätigt.^{49, 61, 74, 78, 99} Der Wert wird sich in der vorliegenden Studie allerdings noch erhöhen, da die Druckstellenbeseitigungen in fast allen Fällen (86,9%) aufgrund ihrer zeitlichen Lokalisation innerhalb des ersten Jahres nach Eingliederung nicht in die Berechnung eingeschlossen wurden. Weitere Gründe für die Vernachlässigung sind zum einen die Tatsache, dass Druckstellenentfernungen zu den sogenannten Anpassungsmaßnahmen zählen, da sie als eine vom individuellen Schmerzempfinden der Patienten abhängige Maßnahme zu werten sind; zum anderen handelt es sich bei ihnen um eine einfache und durch den Zahnarzt direkt am Behandlungsstuhl durchzuführende Nachsorgemaßnahme, die keine nennenswerten Kosten oder Zeit in Anspruch nimmt. Ein Vergleich mit anderen Studien war nicht möglich, da keine Studie gefunden wurde, welche die Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme bei festsitzenden und herausnehmbaren implantatgestützten Suprakonstruktionen untersucht.

7.4.1 Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von der Versorgungsart

Bei der Untersuchung der Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme zeigte sich ein höchst signifikanter Unterschied bei der eingegliederten Versorgungsart (festsitzend/herausnehmbar). Herausnehmbarer implantatgestützter Zahnersatz zeigte eine signifikant geringere Überlebenswahrscheinlichkeit bis zur ersten durchgeführten Nachsorgemaßnahme als festsitzender implantatgestützter Zahnersatz (Log-Rank-Test/Breslow-Test, $p < 0,001$). Dies bedeutet somit einen höheren und zeitlich früher notwendigen prothetischen Nachsorgebedarf bei herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz im Vergleich mit festsitzendem implantatgestütztem Zahnersatz. Dies wird ebenfalls von anderen Studien belegt.^{74, 78, 99} *Berglundh et al.*⁹ konstatierten beispielsweise eine 4- bis 10-mal höhere prothetische Komplikationsrate bei herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz im Vergleich zu festsitzendem implantatgestütztem Zahnersatz.

Der Vergleich mit anderen Untersuchungen gestaltete sich durch die unterschiedliche statistische Vorgehensweise erneut als recht schwierig. Es wurde nur eine Studie gefunden, welche ebenfalls die Überlebenswahrscheinlichkeit bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme bei herausnehmbaren implantatgestützten Suprakonstruktionen untersucht. Diese Studie von *Kiener et al.*⁴⁹ beschränkte sich allerdings ausschließlich auf im Oberkiefer eingegliederte implantatgestützte Prothesen. Sie konstatierten eine mittlere Nachsorgehäufigkeit von einer prothetischen Nachsorgemaßnahme innerhalb des ersten Jahres nach Eingliederung der Prothesen und zeigten einen Abfall der mittleren Nachsorgehäufigkeit in den folgenden Jahren auf. Ein Abfall der mittleren Nachsorgehäufigkeit in den folgenden Jahren konnte ebenfalls in der vorliegenden Studie festgestellt werden. *Kiener* und Kollegen zeigten weiterhin, dass die Wahrscheinlichkeit für das Aufkommen einer prothetischen Komplikation bei herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz recht hoch ist. *Pjetursson et al.*⁷⁰ beschrieben einen Nachsorgebedarf von 38,7% nach fünf Jahren bei festsitzenden Suprakonstruktionen, was mit dem vorliegenden Ergebnis vergleichbar ist. Der von *Simonis et al.*⁸⁵ beobachtete geringere Nachsorgebedarf von 31,09% nach zehn Jahren könnte, verglichen mit der vorliegenden Untersuchung, durch die geringere Anzahl der beobachteten Suprakonstruktionen und die nicht patientenabhängige Untersuchung in *Simonis* Studie begründet sein. *Kreissl et al.*⁵⁴ beobachteten bei 19,6% der

untersuchten Suprakonstruktionen prothetischen Nachsorgebedarf. Sie zeigten für Einzelkronen und Brücken mit Anhängern den größten Nachsorgebedarf. Auch in dieser Arbeit wurde keine patientenbezogene Berechnung durchgeführt, was die Misserfolgsrate wahrscheinlich minderte.

Wie schon zuvor erwähnt, war in der Literatur nur eine sehr limitierte Anzahl an Studien auffindbar, welche sich mit teleskopverankerten implantatgestützten Prothesen beschäftigen. Die vorhandenen Untersuchungen von *Heckmann et al.*⁴¹ und *Krennmair et al.*⁵⁶ beziehen sich fast ausschließlich auf teleskopverankerte Prothesen, welche im Unterkiefer auf zwei Implantaten resilient befestigt wurden. Ebenso ist festzustellen, dass sich die Studien auf sehr geringe Patientenkollektive stützen (23 Patienten bei *Heckmann* und 25 Patienten bei *Krennmair*). In der Literatur wird überwiegend von den hohen Komplikationsraten in Bezug auf das Attachmentsystem bei Stegen, Kugel- und Magnetverankerung berichtet.^{40, 95} Es werden nicht verblockte Verankerungssysteme, und besonders kugelverankerte implantatgestützte Prothesen als sehr reparaturanfällig beschrieben.^{22, 73, 86} *Krennmair et al.*⁵⁶ zeigten bei dem Vergleich von kugelverankerten und teleskopverankerten Unterkieferprothesen einen signifikant höheren Nachsorgebedarf ($p < 0,01$) in der Gruppe der kugelverankerten Prothesen.

Natürlich bleibt zu erwähnen, dass der erhöhte prothetische Nachsorgebedarf bei implantatgestütztem herausnehmbarem Zahnersatz nicht zuletzt durch den erhöhten Anteil an prothetischen Hilfstteilen und Komponenten, welche unter anderem zur Befestigung des Zahnersatzes verwendet werden, begründet liegt: Je mehr prothetische Hilfstteile verwendet werden, umso mehr Komponenten liegen vor, welche von technischen Problemen betroffen sein können. Dies wirkt sich natürlich ebenfalls entscheidend auf die Nachsorgehäufigkeit aus.⁹⁹

7.4.2 Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von der Gegenbezahnung

Betrachtet man die Verweildauer bis zur ersten durchgeführten Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von der Gegenbezahnung der implantatgestützten Suprakonstruktionen, so zeigte sich ein signifikant höherer Nachsorgebedarf bei implantatgestützten Suprakonstruktionen mit konventionellem herausnehmbarem Zahnersatz als Gegenbezahnung

im Gegensatz zur Gegenbezahnung mit konventionellem festsitzendem Zahnersatz (Log-Rank-Test, $p < 0,001$). Auch der Vergleich von herausnehmbarem konventionellem Zahnersatz mit implantatgestütztem Zahnersatz und natürlicher Bezahnung als Gegenbezahnung zeigte einen signifikanten Unterschied in der Verweildauer bis zur ersten durchgeführten Nachsorgemaßnahme (Log-Rank-Test, $p < 0,05$). Es zeigte sich somit eine deutlich geringere Verweildauer bis zur ersten durchgeführten Nachsorgemaßnahme, wenn sich in der Gegenbezahnung konventioneller herausnehmbarer Zahnersatz (z.B. Totalprothesen) befand. Die beste Verweildauer wurde mit konventionellem festsitzendem Zahnersatz (auf Zähnen befestigte Kronen und Brücken) als Gegenbezahnung erzielt. Ein Grund für die kürzere Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme bei konventionellem herausnehmbarem Zahnersatz als Gegenbezahnung kann mit der Versorgungsart zusammenhängen. 53 Patienten, welche mit herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz versorgt wurden, zeigten in der Gegenbezahnung konventionellen herausnehmbaren Zahnersatz. Von diesen 53 Patienten mussten bei 33 Patienten Nachsorgemaßnahmen durchgeführt werden, was einen Anteil von 41,7 % an allen durchgeführten Erst-Nachsorgemaßnahmen ausmachte ($p < 0,001$). Anhand der Untersuchung von *Purcell et al.*⁷² werden die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit unterstützt. Sie betrachteten 46 Patienten mit konventionellen Totalprothesen im Oberkiefer und implantatgestützten Prothesen im Unterkiefer über fünf Jahre bezüglich ihres prothetischen Nachsorgebedarfs. Als Ergebnis stellten sie einen erheblichen Nachsorgebedarf für die implantatgestützten Unterkieferprothesen fest.

Der von einigen Autoren dargestellte Zusammenhang zwischen einem erhöhten Nachsorgebedarf der Suprakonstruktionen und implantatgestütztem Zahnersatz in der Gegenbezahnung konnte durch die vorliegende Untersuchung nicht gestützt werden. *Kinsel et al.*⁵¹ zeigten, dass vollverblendete implantatgestützte Metallkronen und Metallbrücken (Keramikverblendung) ein signifikant höheres Risiko für Verblendungsfrakturen aufwiesen, wenn sich in der Gegenbezahnung ebenfalls vollverblendete implantatgestützte Metallsuprakonstruktionen befanden ($p < 0,01$). Dies war in der vorliegenden Studie lediglich bei einem irreparablen Verblendungsbruch der Fall. Auch *Romeo et al.*⁷⁵ konstatierten einen größeren Nachsorgebedarf bei implantatgestützten Suprakonstruktionen, welche in der Gegenbezahnung ebenfalls eine implantatgestützte Suprakonstruktion aufwiesen im Vergleich zu einer natürlichen Gegenbezahnung (58,3% vs. 38,3%). Der Unterschied erwies sich bei *Romeo* jedoch als nicht signifikant. *Visser et al.*⁹² zeigten hingegen einen geringen

Nachsorgebedarf bei implantatgestützten Prothesen im Oberkiefer, welche als Gegenbeziehung eine implantatgestützte Prothese oder eine natürliche Beziehung aufwiesen. Dieses Ergebnis konnte durch die vorliegende Untersuchung ebenfalls nicht bestätigt werden.

7.4.3 Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von dem Patientengeschlecht, der Lokalisation der Versorgung und der Recallteilnahme

Die Faktoren Patientengeschlecht, Teilnahme am Recallprogramm und Lokalisation der implantatgestützten Suprakonstruktionen zeigten in dem untersuchten Kollektiv keinen signifikanten Einfluss auf die Verweildauer bis zur ersten durchgeführten Nachsorgemaßnahme (Log-Rank-Test, alle Variablen $p > 0,05$).

Bezüglich des Patientengeschlechts und der Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme wurden keine Studien gefunden, die diesen Zusammenhang untersuchten. Bei der Betrachtung der Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von der Lokalisation der Versorgungen wurden keine vergleichbaren Untersuchungen in der Literatur gefunden. Einen möglichen Einfluss auf die Verweildauer könnte jedoch das verwendete Material zeigen. Da wie schon zuvor erwähnt besonders im Frontzahnbereich des Oberkiefers aus ästhetischen Aspekten bevorzugt vollkeramische Versorgungen eingegliedert werden, kann es hier früher bzw. häufiger zu notwendigen Nachsorgemaßnahmen wie Verblendungs- oder Gerüstbrüchen kommen. Dies wurde in der Arbeit von *Jung et al.*⁴⁵ aufgezeigt. In der vorliegenden Untersuchung wurde dies allerdings nicht bestätigt. Die untersuchte Variable *Teilnahme am Recallprogramm* zeigte ebenfalls keinen signifikanten Einfluss auf die Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme. Auch hier wurden keine vergleichbaren Studien in der Literatur gefunden. Gründe hierfür können, wie schon in Kapitel 7.3.5 angesprochen, in dem geringen Patientenkollektiv, welches überhaupt am Recallprogramm teilgenommen hat, sowie in der geringen Beobachtungszeit begründet liegen. Auch kann hier vermutet werden, dass ein großer Anteil der Patienten nur bei vorliegenden Problemen mit dem Zahnersatz in der Klinik vorstellig wurde.

Vergleichende Studien wurden in der Literatur nicht aufgefunden

8 Schlussfolgerung

Abschließend lässt sich sagen, dass implantatgestützter Zahnersatz eine sehr erfolgversprechende und eine in vielen klinischen Studien bewährte alternative Therapieform darstellt. Sowohl festsitzender als auch herausnehmbarer implantatgestützter Zahnersatz zeigen in der vorliegenden Untersuchung annähernd gleich gute Überlebensraten nach drei Jahren in Funktion auf.

Dennoch, trotz seiner sehr guten klinischen Bewährung müssen die Patienten sowie die behandelnde Zahnärzte mit einer erhöhten Anzahl an Nachbehandlungen innerhalb der ersten Jahre nach Eingliederung der Suprakonstruktionen rechnen. Besonders Patienten, welche mit herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz versorgt wurden, müssen sich bewusst sein früher und häufiger zu Nachbehandlungen in der Zahnarztpraxis zu erscheinen als Patienten mit festsitzendem implantatgestütztem Zahnersatz. Die Verweildauer bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme ist dementsprechend sehr gering. Weiterhin muss dem Patienten die problematischere Reparaturfähigkeit der festsitzenden Suprakonstruktionen, bedingt durch die oftmals reduzierte Entfernbarkeit der Suprakonstruktionen, im Vergleich mit herausnehmbaren Suprakonstruktionen erläutert werden.

Dies alles sind wichtige, vor dem Behandlungsbeginn genau zu planende und dem Patienten zu erläuternde Aspekte, da viele Patienten davon ausgehen, dass sie nach Eingliederung der implantatgestützten Suprakonstruktionen erstmal keine weiteren Behandlungen auf sich nehmen müssen.

9 Zusammenfassung

Anhand der vorliegenden retrospektiven Longitudinalstudie wurden die klinische Bewährung von implantatgestütztem Zahnersatz und die während der Funktionsperiode aufgetretenen prothetischen Komplikationen und Nachsorgemaßnahmen untersucht.

Der Einfluss von verschiedenen modellierenden Faktoren auf die Überlebenszeit der implantatgestützten Suprakonstruktionen wurde evaluiert. Weiterhin wurde eine zeitabhängige Darstellung der während der Funktionsperiode der Suprakonstruktionen durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahmen aufgezeigt.

Von den 270 ursprünglich identifizierten Patienten, welche mit insgesamt 591 implantatgestützten Suprakonstruktionen versorgt wurden, mussten 34 Patienten aufgrund von fehlenden Nachbeobachtungszeiten aus dem Untersuchungskollektiv ausgeschlossen werden. Um eine Vermischung der Variabilität zwischen den einzelnen Patienten und innerhalb eines Patienten zu vermeiden, wurde pro Patient zufällig eine Versorgung ausgewählt. Somit entstand ein Untersuchungskollektiv von 236 Patienten, die mit 236 implantatgestützten Suprakonstruktionen, welche auf insgesamt 579 Implantaten befestigt wurden, in der Poliklinik für zahnärztliche Prothetik des Medizinischen Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität Gießen versorgt wurden. Davon wurden 157 Patienten mit festsitzenden implantatgestützten Suprakonstruktionen und 79 Patienten mit herausnehmbaren Suprakonstruktionen versorgt.

Von den insgesamt 236 beobachteten Suprakonstruktionen mussten neun (3,8%) innerhalb des Untersuchungszeitraums neu angefertigt werden. Davon betroffen waren zwei (2,5%) herausnehmbare implantatgestützte Suprakonstruktionen und sieben (4,5%) Suprakonstruktionen bei dem Patientenkollektiv mit festsitzendem implantatgestütztem Zahnersatz. Die kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit betrug nach 3 Jahren in Funktion für festsitzenden implantatgestützten Zahnersatz 87,7% und für herausnehmbare Suprakonstruktionen 94,9%. Die 90%-ige-Überlebenswahrscheinlichkeit der gesamten implantatgestützten Suprakonstruktionen wurde nach 33,02 Monaten unterschritten.

Die Gründe für eine notwendige Neuanfertigung stellten sich bei dem Patientenkollektiv mit herausnehmbaren Suprakonstruktionen in Form eines erheblichen Friktionsverlustes (2) dar. Bei dem Untersuchungskollektiv mit festsitzenden Suprakonstruktionen zeigten sich als

Gründe für eine Neuanfertigung irreparable Verblendungsbrüche (3), Gerüstbruch (1), erhebliche ästhetische Defizite (1), Fraktur des Abutments (1) und Fraktur des Implantats (1).

Von den untersuchten Einflussfaktoren zeigte nur die Kieferlokalisation einen signifikanten Einfluss auf die Überlebenszeit der Suprakonstruktionen. Im Oberkiefer zeigte sich eine signifikant kürzere Überlebenszeit bis zur Neuanfertigung nach drei Jahren im Vergleich zum Unterkiefer ($p < 0,05$).

Von 579 inserierten Implantaten mussten 14 (2,4%) entfernt werden. Die Gründe hierfür waren zum einen die Fraktur von Implantaten (2) und zum anderen eine starke Lockerung der Implantate durch eine vorausgegangene periimplantäre Entzündung und einen dadurch bedingten periimplantären Knochenabbau (12).

Während der Funktionsperiode der implantatgestützten Suprakonstruktionen mussten bei 33,4% der eingegliederten Suprakonstruktionen prothetische Nachsorgemaßnahmen durchgeführt werden. Über 60,0% aller durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahmen wurden innerhalb des ersten Jahres nach Eingliederung der Suprakonstruktionen durchgeführt. Die prothetischen Nachsorgemaßnahmen wurden wie folgt durchgeführt: Druckstellenbeseitigung (34,6%), Lockerung der Verbindungsschrauben (26,9%), Unterfütterung (14,8%), Friktionsanpassungen (8,8%), Reparatur von Kunststoffteilen (8,8%) und Verblendungsreparaturen (6,1%).

Es mussten signifikant mehr und vor allem früher Nachsorgemaßnahmen bei dem Patientenkollektiv mit herausnehmbaren Suprakonstruktionen im Vergleich mit dem Patientenkollektiv mit festsitzenden Suprakonstruktionen durchgeführt werden ($p < 0,001$). Die kumulative 1-Jahres-Verweilwahrscheinlichkeit bis zur ersten durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahme betrug bei Patienten mit herausnehmbaren Suprakonstruktionen 53,5% und bei Patienten mit festsitzenden Suprakonstruktionen 78,7%.

Befand sich in der Gegenbeziehung der implantatgestützten Suprakonstruktionen herausnehmbarer konventioneller Zahnersatz, zeigten sich signifikant früher prothetische Komplikationen als bei einer Gegenbeziehung mit festsitzendem konventionellem Zahnersatz ($p < 0,001$), natürlicher Beziehung und implantatgestützter Zahnersatz (beide $p < 0,05$) als Gegenbeziehung.

9.1 Summary

Based on the retrospective longitudinal study at hand, the successful use of implant-based tooth restoration in clinical situations, as well as the prosthetic complications occurring during the functional period of the implant and the aftercare measures taken, have been researched.

The influence of different modelling factors on the survival time of the implant-based supraconstructions has been evaluated. Further, a time-dependent portrayal of the prosthetic aftercare measure taken during the supraconstructions' functional period has been displayed.

Out of the originally 270 patients identified, who were treated with a total of 591 implant-based supraconstructions, 34 patients had to be excluded from the collective of patients due to a lack of follow-up periods. In order to avoid a mix-up of the variability between patients and the variability within a single patient, a random treatment was chosen for every patient. This left us with a collective of 236 patients, who, with 236 implant-based supraconstructions which were fixed on a total of 579 implants, were taken care of at the Department of Dental Prosthetics of the medical centre for dentistry at the Justus-Liebig-University of Giessen. Out of those patients, 157 patients with fixed implant-based supraconstructions and 79 patients with removable implant-based supraconstructions were being treated.

Out of the total of 236 supraconstructions which have been observed, nine (3.8%) had to be made new during the observational period. Concerned were two (2.5%) of the removable, implant-based supraconstructions and seven (4.5%) supraconstructions within the collective of patients with fixed implant-based tooth restorations. The cumulative probability of survival after three years in function for the fixed implant-based tooth restorations was 87.7% and for the removable supraconstructions it was 94.9%. The probability of survival of 90% of the totality of the implant-based supraconstructions was fallen short of after 33.02 months.

The reasons why, for the collective of patients with removable implant-based supraconstructions, it was necessary that the supraconstructions had to be made new, presented themselves in form of a substantial loss of friction (2). For the collective of objects with fixed supraconstructions the reasons why the supraconstructions had to be made new were irreparable fractures of the veneers (3), fractures of the framework (1), substantial aesthetic deficits (1), a fracture of the abutment (1) and a fracture of the implant (1).

Of the influential factors analysed, only the localisation of the jaw showed a significant influence on the survival time of the supraconstructions. The upper jaw showed a significant

shorter survival time until the supraconstructions had to be made new after three years in comparison to the lower jaw ($p < 0,05$).

Of the 579 implants inserted 14 (2.4%) had to be removed. The reasons for this lie, on the one hand, in the fractures of implants (2) and, on the other hand, in a considerable loosening of the implants because of a previous periimplant infection and a periimplant bone loss (12) caused by that.

During the functional period of the implant-based supraconstructions, for 33.4% of the integrated supraconstructions prosthetic aftercare measures had to be taken. Over 60% of all the prosthetic aftercare measures taken were performed during the first year following the integration of the supraconstructions. The prosthetic aftercare-measures were performed as follows: removal of sore spots (34.6%), loosening of the connecting screws (26.9%), relining of the supraconstructions (14.8%), friction adjustments (8.8%), repair of plastic parts (8.8%) and repairs of the veneers (6.1%).

A significant higher number of aftercare measures, especially very early on, had to be taken within the collective of patients with removable supraconstructions in comparison to the collective of patients with fixed supraconstructions ($p < 0.001$). The cumulative 1-year-survival time until the first prosthetic aftercare-measure for the patients with removable implant-based supraconstructions was 53.5% and 78.7% for the patients with fixed implant-based supraconstructions.

If the opposing teeth of the implant-based supraconstructions consisted of removable, conventional tooth restoration, prosthetic complications appeared earlier on than was the case for opposing teeth consisting of fixed, conventional tooth restoration ($p < 0.001$), natural teeth ($p < 0,05$) and implant-based tooth restoration ($p < 0,05$) as opposing teeth.

10 Literaturverzeichnis

1. Aboushelib MN, Salameh Z (2009):
Zirconia implant abutment fracture: clinical case reports and precautions for use
Int J Prosthodont, 22, 616-619.
2. Aglietta M, Siciliano VI, Zwahlen M, Bragger U, Pjetursson BE, Lang NP, Salvi GE (2009):
A systematic review of the survival and complication rates of implant supported fixed dental prostheses with cantilever extensions after an observation period of at least 5 years
Clin Oral Implants Res, 20, 441-451.
3. Al-Omari WM, Shadid R, Abu-Naba'a L, Masoud BE (2010):
Porcelain Fracture Resistance of Screw-Retained, Cement-Retained, and Screw-Cement-Retained Implant-Supported Metal Ceramic Posterior Crowns
J Prosthodont, 19, 263-273.
4. Andreiotelli M, Att W, Strub JR (2010):
Prosthodontic complications with implant overdentures: a systematic literature review
Int J Prosthodont, 23, 195-203.
5. Astrand P, Ahlqvist J, Gunne J, Nilson H (2008):
Implant treatment of patients with edentulous jaws: a 20-year follow-up
Clin Implant Dent Relat Res, 10, 207-217.
6. Augthun M, Mundt T (2008):
Implantatprothetische Konzepte zur Ergänzung der verkürzte Zahnreihe; Wissenschaftliche Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahn- Mund- und Kieferheilkunde
Dtsch Zahnärztl Z 63, 62-65.
7. Balshi TJ (1996):
An analysis and management of fractured implants: a clinical report
Int J Oral Maxillofac Implants, 11, 660-666.
8. Beikler T, Flemmig TF (2003):
Implants in the medically compromised patient
Crit Rev Oral Biol Med, 14, 305-316.
9. Berglundh T, Persson L, Klinge B (2002):
A systematic review of the incidence of biological and technical complications in implant dentistry reported in prospective longitudinal studies of at least 5 years
J Clin Periodontol, 29, 197-212.
10. Blanes RJ, Bernard JP, Blanes ZM, Belser UC (2007):
A 10-year prospective study of ITI dental implants placed in the posterior region. I: Clinical and radiographic results
Clin Oral Implants Res, 18, 699-706.

11. Bornstein MM, Halbritter S, Harnisch H, Weber HP, Buser D (2008):
A retrospective analysis of patients referred for implant placement to a specialty clinic: indications, surgical procedures, and early failures
Int J Oral Maxillofac Implants, 23, 1109-1116.
12. Bortolini S, Natali A, Franchi M, Coggiola A, Consolo U (2011):
Implant-retained removable partial dentures: an 8-year retrospective study
J Prosthodont, 20, 168-172.
13. Bragger U, Hirt-Steiner S, Schnell N, Schmidlin K, Salvi GE, Pjetursson B, Matuliene G, Zwahlen M, Lang NP (2011):
Complication and failure rates of fixed dental prostheses in patients treated for periodontal disease
Clin Oral Implants Res, 22, 70-77.
14. Bragger U, Karoussis I, Persson R, Pjetursson B, Salvi G, Lang N (2005):
Technical and biological complications/failures with single crowns and fixed partial dentures on implants: a 10-year prospective cohort study
Clin Oral Implants Res, 16, 326-334.
15. Brennan M, Houston F, O'Sullivan M, O'Connell B (2010):
Patient satisfaction and oral health-related quality of life outcomes of implant overdentures and fixed complete dentures
Int J Oral Maxillofac Implants, 25, 791-800.
16. Bryant SR, MacDonald-Jankowski D, Kim K (2007):
Does the type of implant prosthesis affect outcomes for the completely edentulous arch?
Int J Oral Maxillofac Implants, 22 Suppl, 117-139.
17. Bundesverband der implantologisch tätigen Zahnärzte in Europa (2008):
Indikationsklassen für Regelfallversorgungen in der Implantologie, 04/2008.
Online in Internet:
Link: <http://www.bdiz.de/service/oav10/Grafik/awu10022528-1.pdf>.
(26.09.2011)
18. Bundesverband der implantologisch tätigen Zahnärzte in Europa (2008):
Konsenspapier 3. Europäische Konsensuskonferenz (EuCC) Cologne 2008
Periimplantitis: Prävention – Diagnostik – Therapie, 02/2008. Online in Internet:
Link: <http://www.bdiz.de/service/oav10/Grafik/awu08050658-1.pdf>.
(26.09.2011)
19. Buttel AE, Buhler NM, Marinello CP (2009):
Locator® oder Kugelanker? Eine Hilfe für die klinische Entscheidungsfindung
Schweiz Monatsschr Zahnmed, 119, 901-918.

20. Butz F, Heydecke G, Okutan M, Strub JR (2005):
Survival rate, fracture strength and failure mode of ceramic implant abutments after chewing simulation
J Oral Rehabil, 32, 838-843.
21. Byrne D, Jacobs S, O'Connell B, Houston F, Claffey N (2006):
Preloads generated with repeated tightening in three types of screws used in dental implant assemblies
J Prosthodont, 15, 164-171.
22. Cehreli MC, Karasoy D, Kokat AM, Akca K, Eckert SE (2010):
Systematic review of prosthetic maintenance requirements for implant-supported overdentures
Int J Oral Maxillofac Implants, 25, 163-180.
23. Chikunov I, Doan P, Vahidi F (2008):
Implant-retained partial overdenture with resilient attachments
J Prosthodont, 17, 141-148.
24. Cochran DL, Schou S, Heitz-Mayfield LJ, Bornstein MM, Salvi GE, Martin WC (2009):
Consensus statements and recommended clinical procedures regarding risk factors in implant therapy
Int J Oral Maxillofac Implants, 24 Suppl, 86-89.
25. Conrad HJ, Jung J, Barczak M, Basu S, Seong WJ (2011):
Retrospective cohort study of the predictors of implant failure in the posterior maxilla
Int J Oral Maxillofac Implants, 26, 154-162.
26. de Oliveira JL, Martins LM, Sanada J, de Oliveira PC, do Valle AL (2010):
The effect of framework design on fracture resistance of metal-ceramic implant-supported single crowns
Int J Prosthodont, 23, 350-352.
27. Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (2005):
Implantologie in der Zahnheilkunde. Wissenschaftliche Stellungnahme der DGZMK
Dtsch Zahnärztl Z, 60, 915-916.
28. Eckert SE, Meraw SJ, Cal E, Ow RK (2000):
Analysis of incidence and associated factors with fractured implants: a retrospective study
Int J Oral Maxillofac Implants, 15, 662-667.
29. Eitner S, Schlegel A, Emeka N, Holst S, Will J, Hamel J (2008):
Comparing bar and double-crown attachments in implant-retained prosthetic reconstruction: a follow-up investigation
Clin Oral Implants Res, 19, 530-537.

30. Ekfeldt A, Eriksson A, Johansson LA (2004):
Stability of the screw joints in patients with implant-supported fixed prostheses in edentulous jaws: a 1-year follow-up study
Int J Prosthodont, 17, 177-180.
31. Esposito M, Hirsch J, Lekholm U, Thomsen P (1999):
Differential diagnosis and treatment strategies for biologic complications and failing oral implants: a review of the literature
Int J Oral Maxillofac Implants, 14, 473-490.
32. Farzad P, Andersson L, Gunnarsson S, Sharma P (2004):
Implant stability, tissue conditions, and patient self-evaluation after treatment with osseointegrated implants in the posterior mandible
Clin Implant Dent Relat Res, 6, 24-32.
33. Feine JS, Carlsson GE, Awad MA, Chehade A, Duncan WJ, Gizani S, Head T, Heydecke G, Lund JP, MacEntee M, Mericske-Stern R, Mojon P, Morais JA, Naert I, Payne AG, Penrod J, Stoker GT, Tawse-Smith A, Taylor TD, Thomason JM, Thomson WM, Wismeijer D (2002):
The McGill consensus statement on overdentures. Mandibular two-implant overdentures as first choice standard of care for edentulous patients
Gerodontology, 19, 3-4.
34. Frank HG (1967):
Zur Ätiologie und Prophylaxe prothesenbedingter Druckstellen
Dtsch Zahnärztl Z, 22, 62-66.
35. Friberg B, Jemt T (2010):
Clinical Experience of TiUnite Implants: A 5-year Cross-Sectional, Retrospective Follow-Up Study
Clin Implant Dent Relat Res, 12, 95-103
36. Gargallo Albiol J, Satorres-Nieto M, Puyuelo Capablo JL, Sanchez Garces MA, Pi Urgell J, Gay Escoda C (2008):
Endosseous dental implant fractures: an analysis of 21 cases
Med Oral Patol Oral Cir Bucal, 13, 124-128.
37. Glockmann E, Panzner K, Huhn P, Sigusch B, Glockmann K (2011):
"Ursachen des Zahnverlustes in Deutschland" -Dokumentation einer bundesweiten Erhebung (2007)-, 03/2011. Online in Internet:
Link: http://www.bzaek.de/fileadmin/PDFs/idz/IDZ_0211_web.pdf.
(26.09.2011)
38. Gonda T, Maeda Y, Walton JN, MacEntee MI (2010):
Fracture incidence in mandibular overdentures retained by one or two implants
J Prosthet Dent, 103, 178-181.

39. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JY (2003):
Clinical complications in fixed prosthodontics
J Prosthet Dent, 90, 31-41.
40. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JY (2003):
Clinical complications with implants and implant prostheses
J Prosthet Dent, 90, 121-132.
41. Heckmann SM, Schrott A, Graef F, Wichmann MG, Weber HP (2004):
Mandibular two-implant telescopic overdentures
Clin Oral Implants Res, 15, 560-569.
42. Hobkirk JA, Abdel-Latif HH, Howlett J, Welfare R, Moles DR (2008):
Prosthetic treatment time and satisfaction of edentulous patients treated with
conventional or implant-supported complete mandibular dentures: a case-control study
(part 1)
Int J Prosthodont, 21, 489-495.
43. Jemt T (1991):
Failures and complications in 391 consecutively inserted fixed prostheses supported
by Branemark implants in edentulous jaws: a study of treatment from the time of
prosthesis placement to the first annual checkup
Int J Oral Maxillofac Implants, 6, 270-276.
44. Jemt T, Johansson J (2006):
Implant treatment in the edentulous maxillae: a 15-year follow-up study on 76
consecutive patients provided with fixed prostheses
Clin Implant Dent Relat Res, 8, 61-69.
45. Jung RE, Pjetursson BE, Glauser R, Zembic A, Zwahlen M, Lang NP (2008):
A systematic review of the 5-year survival and complication rates of implant-
supported single crowns
Clin Oral Implants Res, 19, 119-130.
46. Karl M, Graef F, Taylor TD, Heckmann SM (2007):
In vitro effect of load cycling on metal-ceramic cement- and screw-retained implant
restorations
J Prosthet Dent, 97, 137-140.
47. Karl M, Wichmann MG, Winter W, Graef F, Taylor TD, Heckmann SM (2008):
Influence of fixation mode and superstructure span upon strain development of
implant fixed partial dentures
J Prosthodont, 17, 3-8.
48. Kerschbaum T (2001):
Behandlungsbedarf mit Zahnersatz bis zum Jahre 2020, 05/2001. Online in Internet:
Link: <http://dgzmk.ovm.de/uploads/43720a5c0a45e.pdf>.
(26.09.2011)

49. Kiener P, Oetterli M, Mericske E, Mericske-Stern R (2001):
Effectiveness of maxillary overdentures supported by implants: maintenance and prosthetic complications
Int J Prosthodont, 14, 133-140.
50. Kimmel N (2004):
Verbindungselemente mit vielseitiger Funktion
Dtsch Zahnärztebl, 113, 490-497.
51. Kinsel RP, Lin D (2009):
Retrospective analysis of porcelain failures of metal ceramic crowns and fixed partial dentures supported by 729 implants in 152 patients: patient-specific and implant-specific predictors of ceramic failure
J Prosthet Dent, 101, 388-394.
52. Koller B, Att W, Strub JR (2011):
Survival rates of teeth, implants, and double crown-retained removable dental prostheses: a systematic literature review
Int J Prosthodont, 24, 109-117.
53. Koutayas SO, Vagkopoulou T, Pelekanos S, Koidis P, Strub JR (2009):
Zirconia in dentistry: part 2. Evidence-based clinical breakthrough
Eur J Esthet Dent, 4, 348-380.
54. Kreissl ME, Gerds T, Muche R, Heydecke G, Strub JR (2007):
Technical complications of implant-supported fixed partial dentures in partially edentulous cases after an average observation period of 5 years
Clin Oral Implants Res, 18, 720-726.
55. Krennmair G, Seemann R, Schmidinger S, Ewers R, Piehslinger E (2010):
Clinical outcome of root-shaped dental implants of various diameters: 5-year results
Int J Oral Maxillofac Implants, 25, 357-366.
56. Krennmair G, Weinlander M, Krainhofner M, Piehslinger E (2006):
Implant-supported mandibular overdentures retained with ball or telescopic crown attachments: a 3-year prospective study
Int J Prosthodont, 19, 164-170.
57. Lambert FE, Weber HP, Susarla SM, Belser UC, Gallucci GO (2009):
Descriptive analysis of implant and prosthodontic survival rates with fixed implant-supported rehabilitations in the edentulous maxilla
J Periodontol, 80, 1220-1230.
58. Lee J, Kim YS, Kim CW, Han JS (2002):
Wave analysis of implant screw loosening using an air cylindrical cyclic loading device
J Prosthet Dent, 88, 402-408.

59. Lekholm U, Grondahl K, Jemt T (2006):
Outcome of oral implant treatment in partially edentulous jaws followed 20 years in clinical function
Clin Implant Dent Relat Res, 8, 178-186.
60. Linkevicius T, Vladimirovas E, Grybauskas S, Puisys A (2008):
Veneer fracture in implant-supported metal-ceramic restorations. Part I: Overall success rate and impact of occlusal guidance
Stomatol (Mosk), 10, 133-139.
61. MacEntee MI, Walton JN, Glick N (2005):
A clinical trial of patient satisfaction and prosthodontic needs with ball and bar attachments for implant-retained complete overdentures: three-year results
J Prosthet Dent, 93, 28-37.
62. Meijer HJ, Raghoobar GM, Batenburg RH, Visser A, Vissink A (2009):
Mandibular overdentures supported by two or four endosseous implants: a 10-year clinical trial
Clin Oral Implants Res, 20, 722-728.
63. Mericske-Stern R (2008):
Prosthetic considerations
Aust Dent J, 53 Suppl 1, S49-59.
64. Minoretti R, Triaca A, Saulacic N (2009):
The use of extraoral implants for distal-extension removable dentures: a clinical evaluation up to 8 years
Int J Oral Maxillofac Implants, 24, 1129-1137.
65. Moy PK, Medina D, Shetty V, Aghaloo TL (2005):
Dental implant failure rates and associated risk factors
Int J Oral Maxillofac Implants, 20, 569-577.
66. Neukam F (2000):
Lebenserwartung von Implantaten und Implantatlager. Wissenschaftliche Stellungnahme der DGZMK.
Dtsch Zahnärztl Z, 55, 587-588
67. Norton MR, Ganeles J, Ganz DS, Stumpel LJ, Schmidt JM (2010):
2010 Guidelines of the Academy of Osseointegration for the provision of dental implants and associated patient care
Int J Oral Maxillofac Implants, 25, 620-627.
68. Nothdurft FP, Merker S, Pospiech PR (2011):
Fracture behaviour of implant-implant- and implant-tooth-supported all-ceramic fixed dental prostheses utilising zirconium dioxide implant abutments
Clin Oral Investig, 15, 89-97.

69. Pikner SS, Grondahl K, Jemt T, Friberg B (2009):
Marginal bone loss at implants: a retrospective, long-term follow-up of turned Branemark System implants
Clin Implant Dent Relat Res, 11, 11-23.
70. Pjetursson BE, Bragger U, Lang NP, Zwahlen M (2007):
Comparison of survival and complication rates of tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs) and implant-supported FDPs and single crowns (SCs)
Clin Oral Implants Res, 18 Suppl 3, 97-113.
71. Pjetursson BE, Karoussis I, Burgin W, Bragger U, Lang NP (2005):
Patients' satisfaction following implant therapy. A 10-year prospective cohort study
Clin Oral Implants Res, 16, 185-193.
72. Purcell BA, McGlumphy EA, Holloway JA, Beck FM (2008):
Prosthetic complications in mandibular metal-resin implant-fixed complete dental prostheses: a 5- to 9-year analysis
Int J Oral Maxillofac Implants, 23, 847-857.
73. Rentsch-Kollar A, Huber S, Mericske-Stern R (2010):
Mandibular implant overdentures followed for over 10 years: patient compliance and prosthetic maintenance
Int J Prosthodont, 23, 91-98.
74. Romeo E, Lops D, Margutti E, Ghisolfi M, Chiapasco M, Vogel G (2004):
Long-term survival and success of oral implants in the treatment of full and partial arches: a 7-year prospective study with the ITI dental implant system
Int J Oral Maxillofac Implants, 19, 247-259.
75. Romeo E, Tomasi C, Finini I, Casentini P, Lops D (2009):
Implant-supported fixed cantilever prosthesis in partially edentulous jaws: a cohort prospective study
Clin Oral Implants Res, 20, 1278-1285.
76. Roos-Jansaker AM, Lindahl C, Renvert H, Renvert S (2006):
Nine- to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part II: presence of peri-implant lesions
J Clin Periodontol, 33, 290-295.
77. Roos-Jansaker AM, Renvert H, Lindahl C, Renvert S (2006):
Nine- to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part III: factors associated with peri-implant lesions
J Clin Periodontol, 33, 296-301.
78. Sadowsky SJ (2007):
Treatment considerations for maxillary implant overdentures: a systematic review
J Prosthet Dent, 97, 340-348.

79. Sailer I, Philipp A, Zembic A, Pjetursson BE, Hammerle CH, Zwahlen M (2009):
A systematic review of the performance of ceramic and metal implant abutments supporting fixed implant reconstructions
Clin Oral Implants Res, 20 Suppl 4, 4-31.
80. Salvi GE, Bragger U (2009):
Mechanical and technical risks in implant therapy
Int J Oral Maxillofac Implants, 24 Suppl, 69-85.
81. Sanchez-Perez A, Moya-Villaescusa MJ, Jornet-Garcia A, Gomez S (2010):
Etiology, risk factors and management of implant fractures
Med Oral Patol Oral Cir Bucal, 15, 504-508.
82. Schendera CFG.(2008):
Survivalanalysen
In: Schendera CFG (Hrsg.). Regressionsanalyse mit SPSS.
Oldenbourg Verlag, München, Kapitel 4:229-348
83. Schwartz-Arad D, Kidron N, Dolev E (2005):
A long-term study of implants supporting overdentures as a model for implant success
J Periodontol, 76, 1431-1435.
84. Scully C, Hobkirk J, Dios PD (2007):
Dental endosseous implants in the medically compromised patient
J Oral Rehabil, 34, 590-599.
85. Simonis P, Dufour T, Tenenbaum H (2010):
Long-term implant survival and success: a 10-16-year follow-up of non-submerged dental implants
Clin Oral Implants Res, 21, 772-777.
86. Slot W, Raghoobar GM, Vissink A, Huddleston Slater JJ, Meijer HJ (2010):
A systematic review of implant-supported maxillary overdentures after a mean observation period of at least 1 year
J Clin Periodontol, 37, 98-110.
87. Spazzin AO, Henrique GE, Nobilo MA, Consani RL, Correr-Sobrinho L, Mesquita MF (2010):
Effect of retorque on loosening torque of prosthetic screws under two levels of fit of implant-supported dentures
Braz Dent J, 21, 12-17.
88. Torabinejad M, Anderson P, Bader J, Brown LJ, Chen LH, Goodacre CJ, Kattadiyil MT, Kutsenko D, Lozada J, Patel R, Petersen F, Puterman I, White SN (2007):
Outcomes of root canal treatment and restoration, implant-supported single crowns, fixed partial dentures, and extraction without replacement: a systematic review
J Prosthet Dent, 98, 285-311.

89. Tsumita M, Kokubo Y, Vult von Steyern P, Fukushima S (2008):
Effect of framework shape on the fracture strength of implant-supported all-ceramic fixed partial dentures in the molar region
J Prosthodont, 17, 274-285.
90. Visser A, Meijer HJ, Raghoobar GM, Vissink A (2006):
Implant-retained mandibular overdentures versus conventional dentures: 10 years of care and aftercare
Int J Prosthodont, 19, 271-278.
91. Visser A, Raghoobar GM, Meijer HJ, Meijndert L, Vissink A (2011):
Care and Aftercare Related to Implant-Retained Dental Crowns in the Maxillary Aesthetic Region: A 5-Year Prospective Randomized Clinical Trial
Clin Implant Dent Relat Res, 13, 157-167
92. Visser A, Raghoobar GM, Meijer HJ, Vissink A (2009):
Implant-retained maxillary overdentures on milled bar suprastructures: a 10-year follow-up of surgical and prosthetic care and aftercare
Int J Prosthodont, 22, 181-192.
93. Walter MH, Weber A, Marre B, Gitt I, Gerss J, Hannak W, Hartmann S, Heydecke G, Huppertz J, Jahn F, Ludwig A, Mundt T, Kern M, Klein V, Pospiech P, Stumbaum M, Wolfart S, Wostmann B, Busche E, Boning K, Luthardt RG (2010):
The randomized shortened dental arch study: tooth loss
J Dent Res, 89, 818-822.
94. Weber HP, Sukotjo C (2007):
Does the type of implant prosthesis affect outcomes in the partially edentulous patient?
Int J Oral Maxillofac Implants, 22 Suppl, 140-172.
95. Weinlander M, Piehslinger E, Krennmair G (2010):
Removable implant-prosthetic rehabilitation of the edentulous mandible: five-year results of different prosthetic anchorage concepts
Int J Oral Maxillofac Implants, 25, 589-597.
96. Winkler S, Ring K, Ring JD, Boberick KG (2003):
Implant screw mechanics and the settling effect: overview
J Oral Implantol, 29, 242-245.
97. Wöstmann B, Balkenhol M, Weber A, Ferger P, Rehmann P (2007):
Long-term analysis of telescopic crown retained removable partial dentures: survival and need for maintenance
J Dent, 35, 939-945.
98. Wöstmann B, Budtz-Jorgensen E, Jepson N, Mushimoto E, Palmqvist S, Sofou A, Owall B (2005):
Indications for removable partial dentures: a literature review
Int J Prosthodont, 18, 139-145.

99. Zinsli B, Sagesser T, Mericske E, Mericske-Stern R (2004):
Clinical evaluation of small-diameter ITI implants: a prospective study
Int J Oral Maxillofac Implants, 19, 92-99.
100. Zitzmann NU, Marinello CP (2006):
Patientenzufriedenheit mit abnehmbaren Implantat-Rekonstruktionen im zahnlosen
Unterkiefer
Schweiz Monatsschr Zahnmed, 116, 237-244.
101. Zitzmann NU, Marinello CP, Sendi P (2006):
A cost-effectiveness analysis of implant overdentures
J Dent Res, 85, 717-721.

11 Anhang

Verweildauer bis zur ersten durchgeführte Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit vom Geschlecht der Patienten:

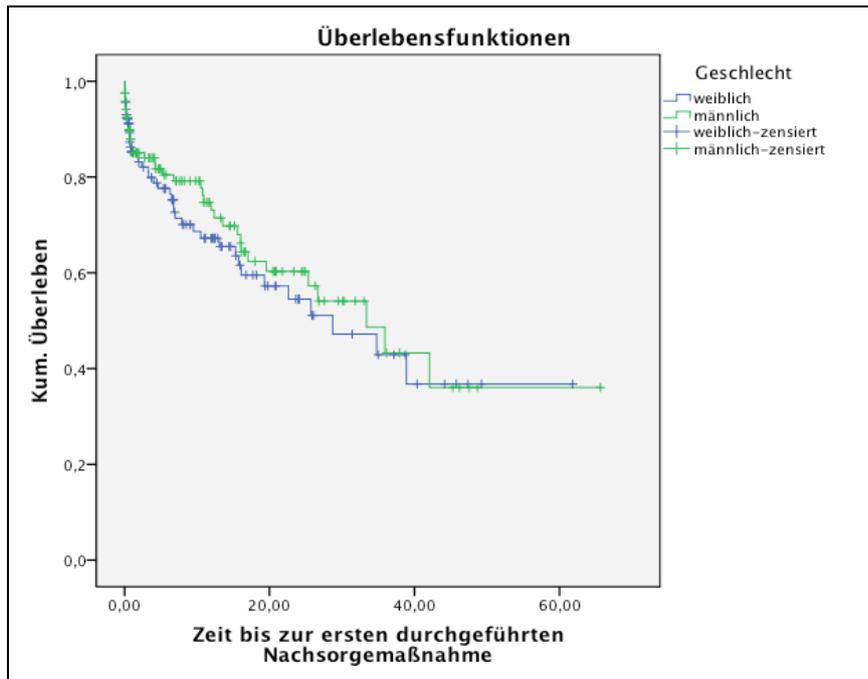


Abb. 11-a: Zeit bis zur ersten Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von dem Patientengeschlecht (in Monaten) (n=236); Zielereignis erste durchgeführte prothetische Nachsorgemaßnahme (Kaplan-Meier-Analyse).

90%-ige Überlebenswahrscheinlichkeit : Frauen 0,5 Monate, Männer 0,47 Monate.

50%-ige Überlebenswahrscheinlichkeit: Frauen 25,7 Monate, Männer 26,6 Monate.

3-Jahres-Überlebensrate: Frauen 42,9%, Männer 43,3%.

Log-Rank-Test: $p = 0,514$

Verweildauer bis zur ersten durchgeführte Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von der Lokalisation der Versorgungen:

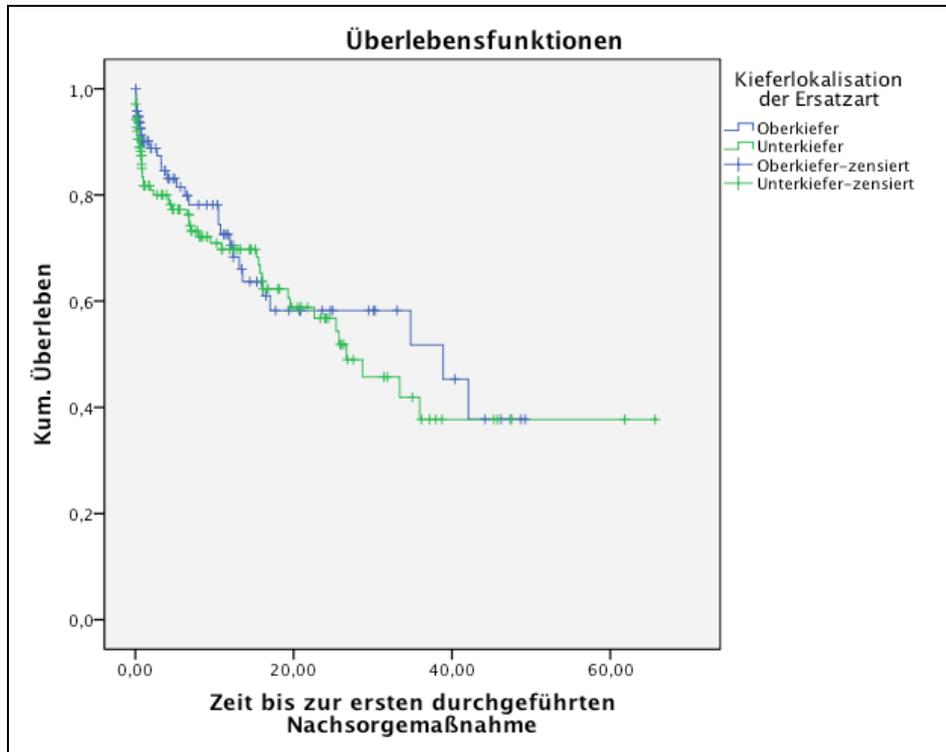


Abb. 11-b: Zeit bis zur ersten Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von der Kieferlokalisierung (in Monaten) (n=236); Zielergebnis erste durchgeführte prothetische Nachsorgemaßnahme (Kaplan-Meier-Analyse).

90%-ige Überlebenswahrscheinlichkeit: Oberkiefer 0,73 Monate, Unterkiefer 0,33 Monaten.

50%-ige Überlebenswahrscheinlichkeit: Oberkiefer 34,7 Monaten, Unterkiefer 25,7 Monate.

3-Jahres Überlebensrate: Oberkiefer 45,3% , Unterkiefer 37,7%.

Log-Rank-Test: $p = 0,487$

Verweildauer bis zur ersten durchgeführte Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von der Teilnahme am Recallprogramm:

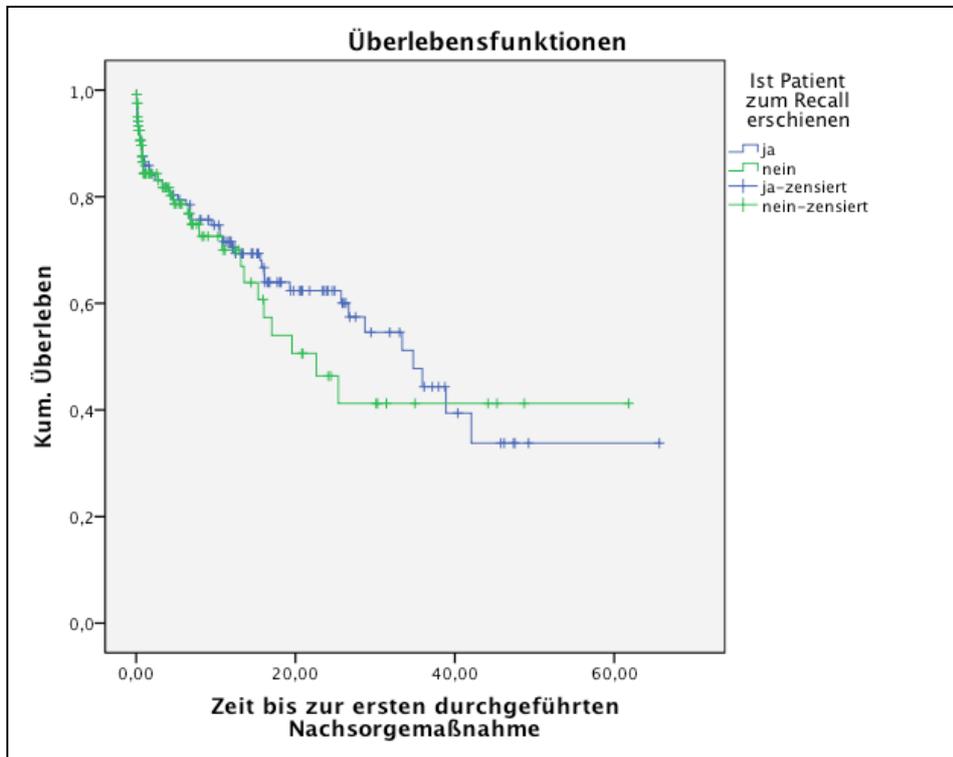


Abb. 11-c: Zeit bis zur ersten Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von der Teilnahme am Recallprogramm (in Monaten) (n=236); Zielereignis erste durchgeführte prothetische Nachsorgemaßnahme (Kaplan-Meier-Analyse).

90%-ige Überlebenswahrscheinlichkeit: Teilgenommen 0,43 Monate, nicht teilgenommen 0,5 Monate.

50%-ige Überlebenswahrscheinlichkeit: Teilgenommen 33,4 Monate, nicht teilgenommen 19,5 Monate.

3-Jahres Überlebensrate: Teilgenommen 44,3% , nicht teilgenommen 41,2%

Log-Rank-Test: $p = 0,556$

11.1 Tabellenverzeichnis

1. Tab. 4.2-a: Literaturübersicht über Langzeitstudien bezüglich der Überlebenszeiten von implantatgestütztem Zahnersatz.....	17
2. Tab. 4.2-b: Literaturübersicht über Langzeitstudien bezüglich der Überlebenszeit von Implantaten.....	18
3. Tab. 4.3-a: Literaturübersicht: Prothetischen Nachsorgemaßnahmen bei festsitzenden implantatgestützten Suprakonstruktionen.....	23
4. Tab. 4.3-b: Literaturübersicht: Prothetische Nachsorgemaßnahmen bei herausnehmbaren implantatgestützten Suprakonstruktionen.....	28
5. Tab. 6.1-a: Übersicht über die eingegliederten festsitzenden implantatgestützten Suprakonstruktionen.....	38
6. Tab. 6.1-b: Übersicht über die eingegliederten Versorgungen bezogen auf die Gebissituation vor Implantation.....	39
7. Tab. 6.1-c: Übersicht über die eingegliederten herausnehmbaren implantatgestützten Suprakonstruktionen.....	40
8. Tab. 6.1-d: Übersicht über die vorliegende Gebissituation und die gewählte Zahnersatzart.....	40
9. Tab. 6.1-e: Übersicht über die verwendeten Implantatsysteme.....	43
10. Tab. 6.2-a: Übersicht über die durchgeführten prothetischen Nachsorgemaßnahmen bezogen auf die Versorgungen.....	45
11. Tab. 6.2-b: Zeitabhängig durchgeführte Nachsorgemaßnahmen.....	46
12. Tab. 6.3-a: Übersicht der Neuanfertigungen ersatzbezogen pro Kiefer.....	53
13. Tab. 6.3-b: Übersicht über die Gründe für eine Neuanfertigung.....	54
14. Tab. 6.3-c: Mittlere Überlebenszeiten in Abhängigkeit von der Versorgung, Verweildaueranalyse (in Monaten).....	56
15. Tab. 6.3-d: Mittlere Überlebenszeiten in Abhängigkeit von dem Geschlecht, Verweildaueranalyse (in Monaten).....	58
16. Tab. 6.3-e: Mittlere Überlebenszeiten in Abhängigkeit von der Lokalisation, Verweildaueranalyse (in Monaten).....	60
17. Tab. 6.3-f: Mittlere Überlebenszeiten in Abhängigkeit von der Gegenbezahnung, Verweildaueranalyse (in Monaten).....	62
18. Tab. 6.3-g: Mittlere Überlebenszeiten in Abhängigkeit von der Recallteilnahme, Verweildaueranalyse (in Monaten).....	64
19. Tab. 6.3-h: Mittlere Überlebenszeiten in Abhängigkeit von zuvor durchgeführten Nachsorgemaßnahmen, Verweildaueranalyse (in Monaten).....	66
20. Tab. 6.4-a: Übersicht über die erste pro Patient und Versorgung durchgeführte prothetische Nachsorgemaßnahme.....	70
21. Tab. 6.4-b: Mittlere Verweilzeiten bis zur ersten prothetischen Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von der Versorgung, Verweildaueranalyse (in Monaten).....	71
22. Tab. 6.4-c: Mittlere Verweilzeiten in Abhängigkeit von der Gegenbezahnung, Verweildaueranalyse (in Monaten).....	73

11.2 Abbildungsverzeichnis

1. Abb. 5.1-a: Altersverteilung bei festsitzendem und herausnehmbarem implantatgestütztem Zahnersatz in Dekaden	33
2. Abb. 6.1-a: Anzahl der Zahnersatzeingliederungen pro Jahr, eine Zahnersatzart pro Patient	37
3. Abb. 6.1-b: Implantatanzahl pro Ersatzart welche im Oberkiefer als Pfeiler genutzt wurden.....	41
4. Abb. 6.1-c: Implantatanzahl pro Ersatzart welche im Unterkiefer als Pfeiler genutzt wurden.....	41
5. Abb. 6.1-d: Übersicht Teilnahme am Recallprogramm.....	44
6. Abb. 6.2-a: Übersicht über die Häufigkeit der Druckstellenentfernung bei herausnehmbarem Zahnersatz ..	47
7. Abb. 6.2-b: Häufigkeit der Lockerung der Verbindungsschrauben bezogen auf die Versorgung	48
8. Abb. 6.2-c: Anzahl der insgesamt an Periimplantitis erkrankten Implantate bezogen auf die Ersatzarten....	51
9. Abb. 6.2-d: Anzahl der insgesamt entfernten Implantate bezogen auf die Ersatzart und die Kieferlokalisation	52
10. Abb. 6.3-a: Zeit bis zur ersten Neuversorgung der Zahnersatzart (in Monaten), Zielereignis Neuanfertigung (Kaplan-Meier-Analyse).....	55
11. Abb. 6.3-b: Kumulative Hazard-Funktion, Zielereignis Neuversorgung	55
12. Abb. 6.3-c: Zeit bis zur ersten Neuversorgung in Abhängigkeit von der Versorgungsart (in Monaten), Zielereignis Neuversorgung (Kaplan-Meier-Analyse)	57
13. Abb. 6.3-d: Kumulative Hazard-Funktion, Zielereignis Neuversorgung	57
14. Abb. 6.3-e: Zeit bis zur ersten Neuanfertigung in Abhängigkeit von dem Geschlecht (in Monaten), Zielereignis Neuversorgung (Kaplan-Meier-Analyse)	59
15. Abb. 6.3-f: Kumulative Hazard-Funktion, Zielereignis Neuversorgung	59
16. Abb. 6.3-g: Zeit bis zur ersten Neuanfertigung in Abhängigkeit von der Lokalisation (in Monaten), Zielereignis Neuversorgung (Kaplan-Meier-Analyse)	61
17. Abb. 6.3-h: Kumulative Hazard-Funktion, Zielereignis Neuversorgung	61
18. Abb. 6.3-i: Zeit bis zur ersten Neuanfertigung in Abhängigkeit von der Gegenbezahnung (in Monaten), Zielereignis Neuversorgung (Kaplan-Meier-Analyse)	63
19. Abb. 6.3-j: Kumulative Hazard-Funktion, Zielereignis Neuversorgung.....	63
20. Abb. 6.3-k: Zeit bis zur ersten Neuanfertigung in Abhängigkeit von der Recallteilnahme (in Monaten), Zielereignis Neuanfertigung (Kaplan-Meier-Analyse).....	65
21. Abb. 6.3-l: Kumulative Hazard-Funktion, Zielereignis Neuversorgung	65
22. Abb. 6.3-m: Zeit bis zur ersten Neuanfertigung in Abhängigkeit von zuvor durchgeführten Nachsorgemaßnahmen (in Monaten), Zielereignis Neuanfertigung (Kaplan-Meier-Analyse) .	67
23. Abb. 6.3-n: Kumulative Hazard-Funktion, Zielereignis Neuversorgung	67
24. Abb. 6.4-a: Zeit bis zur ersten Nachsorgemaßnahme (in Monaten), Zielereignis erste durchgeführte prothetische Nachsorgemaßnahme (Kaplan-Meier-Analyse).....	69
25. Abb. 6.4-b: Kumulative Hazard-Funktion, Zielereignis erste durchgeführte prothetische Nachsorgemaßnahme	69
26. Abb. 6.4-c: Zeit bis zur ersten prothetischen Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von der Versorgung (in Monaten), Zielereignis erste durchgeführte prothetische Nachsorgemaßnahme (Kaplan-Meier-Analyse).....	72

27. Abb. 6.4-d: Kumulative Hazard-Funktion, Zielereignis erste durchgeführte prothetische Nachsorgemaßnahme	72
28. Abb. 6.4-e: Zeit bis zur ersten prothetischen Nachsorgemaßnahme in Abhängigkeit von der Gegenbezahlung (in Monaten), Zielereignis erste durchgeführte prothetische Nachsorgemaßnahme (Kaplan-Meier-Analyse).....	74
29. Abb. 6.4-f: Kumulative Hazard-Funktion, Zielereignis erste durchgeführten prothetische Nachsorgemaßnahme	74

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meinem Betreuer Herrn Dr. P. Rehmann für die freundliche, stets hilfreiche und engagierte Unterstützung bei der Erstellung meiner Doktorarbeit sowie Herrn Prof. Dr. B. Wöstmann für die Überlassung des Themas.

Ein weiterer besonderer Dank geht an Katja und Lisa für ihre wundervolle Unterstützung bei der Korrektur meiner Arbeit.

Herrn Dr. R.H. Bödeker und Frau Scheibelhut danke ich für ihre Hilfe bei der statistischen Auswertung.

Zum Schluss möchte ich mich bei Markus, meiner Schwester Isabel und meinen Eltern bedanken, die mich nicht nur tatkräftig unterstützt haben, sondern mich stets aufbauten und für die erforderliche Abwechslung sorgten.

**Der Lebenslauf wurde aus der elektronischen
Version der Arbeit entfernt.**

**The curriculum vitae was removed from the
electronic version of the paper.**