

Aus der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Direktorin: Prof. Dr. P. Gierthmühlen

Retrospektive Analyse zum Langzeiterfolg teleskopierender Prothesen unter
Berücksichtigung verschiedener Einflussfaktoren und Schadensereignisse

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Stefan Reinhold

2021

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez.:

Dekan: Prof. Dr. Nikolaj Klöcker

Erstgutachter: Prof. Dr. Alfons Hugger

Zweitgutachter: Prof. Dr. Jürgen Becker

Für meine Familie

I. Zusammenfassung

Ziel dieser retrospektiven Studie war es, den Langzeiterfolg von Teleskopprothesen zu untersuchen. Hierzu wurden verschiedene Einflussfaktoren evaluiert und eingeordnet. Die Auswertungen erfolgten nicht nur hinsichtlich der Lebensdauer der gesamten Versorgung, sondern auch bezogen auf die Lebensdauer der einzelnen in die Gesamtversorgung integrierten Pfeiler. Zur Datenanalyse wurden insgesamt $n = 329$ Patienten mit $n = 464$ herausnehmbaren teleskopierenden Versorgungen, gestützt auf $n = 1566$ Pfeilerzähnen hinzugezogen, welche im Zeitraum vom 23.11.1984 bis 03.02.2015 in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik in der Westdeutschen Kieferklinik der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf angefertigt wurden.

Über den gesamten Beobachtungszeitraum gingen $n = 88$ Teleskopprothesen verloren, was zirka 19% der Gesamtversorgungen ausmacht. Die Überlebenswahrscheinlichkeit betrug nach 2 Jahren 95,3%, nach 5 Jahren 87,9%, nach 10 Jahren 68,3% und nach 15 Jahren 38,4%. Es konnte hoch signifikant belegt werden ($p < 0,001$), dass die meisten Verluste sich bei Versorgungen ereigneten, die auf einem geringen Restzahnbestand gestützt waren. Insgesamt kam es bei 39,4% aller Ein-Teleskopprothesen während der Studie zu Verlusten, bei 2 bis 3 Pfeilern lag der Anteil bei 18,8%, bei 4 bis 8 Pfeilern nur bei 15,9%. Hinsichtlich der Abstützung zeigten polygonal und quadranguläre Versorgungen hoch signifikant ($p < 0,001$) die besten Ergebnisse (15,1% Verluste), punktförmig belastete Versorgungen die schlechtesten (40,6% Verluste).

Pfeilerverluste korrelierten hoch signifikant ($p < 0,001$) und am häufigsten mit Verlusten der gesamten prothetischen Versorgung (53,8%). Sie ereigneten sich bei $n = 200$ der ursprünglich $n = 1566$ in die Versorgungen integrierten Pfeiler, was einen Gesamtanteil von 12,8% ausmacht. Die Überlebenswahrscheinlichkeit lag nach 2 Jahren bei 98,5%, nach 5 Jahren bei 94,2%, nach 10 Jahren bei 75,3% und nach 15 Jahren bei 57,8%. Die meisten Pfeilerverluste gingen mit Vitalitätsverlusten einher, die im Laufe der Prothesentragedauer entstanden (33,7%), was hoch signifikant belegt wurde ($p < 0,001$). Ansonsten führten auch hier ähnliche Faktoren zu Verlusten, wie bei der Versorgungsanalyse.

Der Vergleich zwischen Senior-Patienten über 65 Jahre und jüngeren Patienten brachte die Erkenntnis, dass die Verlustraten sich zwischen beiden Altersgruppen kaum unterschieden (0,1% weniger Verluste bei Senior-Patienten); jedoch konnte hierfür keine Signifikanz ermittelt werden ($p = 0,470$). Darüber hinaus ging keine der $n = 13$ rein implantatgetragenen Versorgungen verloren, ebenso keine der $n = 25$ kombiniert Zahn-Implantatgetragenen Arbeiten. Diese Ergebnisse waren ebenfalls insignifikant ($p = 0,102$). Außerdem kam es lediglich zu $n = 3$ Implantatverlusten bei $n = 110$ inserierten Implantaten (2,7%), wohingegen $n = 197$ der $n = 1453$ natürlichen Zähne Verluste erlitten (13,6%). Hierbei konnte eine Signifikanz ermittelt werden ($p < 0,05$).

Im Ergebnis sind die Erfolgsaussichten für Teleskopprothesen in den ersten 5 Jahren sehr gut, danach spielen vor allem Restzahnbestand, Pfeilerzustand und Pfeilerart eine große Rolle bei der Beurteilung des Langzeiterfolges. Trotzdem bieten die guten Erweiterungsmöglichkeiten einen flexiblen Einsatz von Teleskopprothesen, die sogar zu Totalprothesen umgearbeitet werden können. Die hohen Kosten für die Integration jedes einzelnen Pfeilers sollten dennoch bei der Zahnersatzplanung berücksichtigt werden.

II. Summary

The aim of this retrospective study was to investigate the long-term success of telescopic prostheses. For this purpose, various influencing factors were evaluated and classified. The evaluations were made not only with regard to the lifetime of the entire restoration, but also with regard to the lifetime of the individual abutment teeth integrated into the overall restoration. A total of $n = 329$ patients with $n = 464$ removable telescopic restorations based on $n = 1566$ abutment teeth were included in the data analysis. The telescopic dentures were fabricated in the period from 23rd of November 1984 until 3rd of February 2015 in the Polyclinic for Dental Prosthetics in the West German Jaw Clinic of the Heinrich-Heine-University Düsseldorf.

Over the entire observation period, $n = 88$ telescopic prostheses were lost, which accounts for approximately 19% of the total number of restorations. The probability of survival was 95.3% after 2 years, 87.9% after 5 years, 68.3% after 10 years and 38.4% after 15 years. There is highly significant evidence ($p < 0,001$) that most of the losses occurred in restorations based on a small number of remaining teeth. In total, 39.4% of all single-telescopic prostheses suffered losses during the study, with 2 to 3 abutments accounting for 18.8% and 4 to 8 abutments for only 15.9%. With regard to support, polygonal and quadrangular restorations showed the best results (15.1% losses) with high significance ($p < 0,001$), and point-loaded restorations the worst (40.6% losses).

Abutment teeth losses correlated highly significantly ($p < 0,001$) and most frequently with restoration losses (53.8%). They occurred at $n = 200$ of the original $n = 1566$ abutment teeth integrated into the prostheses, which makes up a total share of 12.8%. The survival rate was 98.5% after 2 years, 94.2% after 5 years, 75.3% after 10 years and 57.8% after 15 years. Most abutment losses were accompanied by loss of vitality during the course of prosthesis wear (33.7%), which was proven to be highly significant ($p < 0,001$). Otherwise, similar factors led to losses as in the prostheses analysis.

The comparison between senior patients over 65 years and younger patients showed that the loss rates hardly differed between the two age groups (0.1% less losses in senior patients), but no significance could be determined ($p = 0,470$). Apart from that none of the $n = 13$ implant-supported restorations were lost, and none of the $n = 25$ combined implant-tooth restorations were lost. These results were also insignificant ($p = 0,102$). In addition, there were only $n = 3$ implant losses with $n = 110$ inserted implants (2.7%), whereas $n = 197$ of the $n = 1453$ natural teeth suffered losses (13.6%). A significance could be determined here ($p < 0,05$).

In conclusion, the prospects of success for telescopic prostheses are very good in the first 5 years. After that the residual tooth population, the condition of the abutment and the type of abutment play a major role in the assessment of long-term success. Nevertheless, the good extension possibilities offer a flexible use of telescopic dentures, which can even be converted into complete dentures. The high cost of integrating each individual abutment should still be taken into account when planning dental prostheses.

III. Abkürzungsverzeichnis

DGI	Deutsche Gesellschaft für Implantologie im Zahn-, Mund- und Kieferbereich e. V.
DGZMK	Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
FDI-Zahnschema	Fédération Dentaire Internationale (Zahnärzterweltverband)
IDZ	Institut der Deutschen Zahnärzte
Kennedy-Klasse I	beidseitig verkürzte Zahnreihe oder beidseitige Freidendlücke
Kennedy-Klasse II	einseitig verkürzte Zahnreihe
Kennedy-Klasse III	seitliche Schaltlücke
Kennedy-Klasse IV	frontale Schaltlücke (über die Mittellinie reichend)
KZBV	Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung
KZV	Kassenzahnärztliche Vereinigung
PBI	Papillen-Blutungs-Index
QHI	Quigley-Hein-Plaque-Index

IV. Statistische Kenngrößen

B	Regressionskoeffizient
Chi-Quadrat	Korrelationsmaß für nominalskalierte Merkmale
Cramer's V	X ² -basiertes Zusammenhangsmaß
df	Anzahl der Freiheitsgrade
Exponent B	Verhältnis der Hazard Raten zweier Gruppen
H-Test	Kruskal-Wallis-H-Test
H-Wert	Teststatistik für den Kruskal-Wallis-H-Test
n	Anzahl der Merkmalsausprägungen
p	Signifikanzwert
ts	tendenziell signifikant
*	signifikant
**	sehr signifikant
***	hoch signifikant
p(Ü)	Überlebenswahrscheinlichkeit
Phi	statistisches Zusammenhangsmaß
SE	Standardfehler
Wald	Statistik, die einen Signifikanztest des Regressionskoeffizienten ermöglicht
X ²	Chi-Quadrat

V. Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Allgemeine Einleitung	1
1.2	Zahnersatz für das reduzierte Gebiss	3
1.2.1	Festsitzender Zahnersatz	4
1.2.1.1	Kontraindikationen Implantation	5
1.2.2	Herausnehmbarer Zahnersatz	6
1.2.3	Kombiniert festsitzend herausnehmbarer Zahnersatz	7
1.3	Teleskopierender Zahnersatz	7
1.3.1	Einteilung der Doppelkronensysteme	8
1.3.2	Anwendungsgebiete der Teleskopprothese	10
1.3.3	Galvanoforming	11
1.3.4	Implantatgetragene und Zahn-Implantatgetragene Teleskopprothesen	11
1.3.5	Vorteile der Teleskopprothese	13
1.3.6	Nachteile der Teleskopprothese	15
2	Ziel der Arbeit und Problemstellung	18
3	Material und Methode	20
3.1	Studiendesign	20
3.2	Datenerfassung	21
3.3	Datenerhebung	23
3.4	Methoden der statistischen Analytik	25
4	Ergebnisse	30
4.1	Gesamtverteilungen	30
4.1.1	Altersverteilung	30
4.1.2	Geschlechtsverteilung	30
4.1.3	Kieferverteilung	30
4.2	Beobachtungsdauer der Studie	31
4.3	Versorgungsverluste unter diversen Einflussfaktoren	31
4.3.1	Log-Rank-Test für den Versorgungsverlust	48
4.3.2	Cox-Regression für den Versorgungsverlust	49
4.3.3	Versorgungsanalyse für das Alter der Patienten	50
4.4	Pfeilverluste unter diversen Einflussfaktoren	57
4.4.1	Log-Rank-Test für den Pfeilverlust	70
4.4.2	Cox-Regression für den Pfeilverlust	71
4.4.3	Pfeileranalyse für das Alter der Patienten	72
5	Diskussion	81
5.1	Methodenwahl	81

5.2	Methodenkritik	81
5.3	Patientenkollektiv.....	83
5.4	Überlebenszeitanalyse der Teleskopprothesen.....	83
5.4.1	Relevanteste Einflussfaktoren und Schadensereignisse für den Versorgungsverlust.....	86
5.4.1.1	Auswirkung der Pfeileranzahl auf Teleskopprothesen	86
5.4.1.2	Auswirkung der Prothesenbasis auf Teleskopprothesen	88
5.4.1.3	Auswirkung der Abstützung auf Teleskopprothesen.....	89
5.4.1.4	Auswirkung des Pfeilverlustes auf Teleskopprothesen.....	92
5.4.1.5	Auswirkung der Erweiterung auf Teleskopprothesen.....	93
5.4.1.6	Auswirkung der Unterfütterung auf Teleskopprothesen.....	93
5.4.1.7	Auswirkung der Pfeilerposition auf Teleskopprothesen	95
5.4.2	Zusammenfassung der Überlebenszeitanalyse von Teleskopprothesen	96
5.5	Überlebenszeitanalyse der Pfeilerzähne	99
5.5.1	Relevanteste Einflussfaktoren und Schadensereignisse für den Pfeilverlust.....	102
5.5.1.1	Auswirkung des Pfeilerzustandes auf Pfeilerzähne	102
5.5.1.2	Auswirkung des Vitalitätsverlustes auf Pfeilerzähne.....	106
5.5.1.3	Auswirkung der Pfeileranzahl auf Pfeilerzähne	107
5.5.1.4	Auswirkung der Abstützung auf Pfeilerzähne	109
5.5.1.5	Auswirkung Retentionsverlust auf Pfeilerzähne	111
5.5.2	Zusammenfassung der Überlebenszeitanalysen von Pfeilerzähnen.....	112
5.6	Zahn-/ versus Implantatgetragene Teleskopprothesen.....	113
5.7	Analysen zum Profil der Senior-Patienten	118
5.7.1	Analysen der Versorgungsdaten beider Altersgruppen.....	119
5.7.2	Analysen der Pfeilerdaten beider Altersgruppen.....	123
6	Schlussfolgerungen	125
7	Literaturverzeichnis.....	126
8	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....	137
9	Danksagung	142

1 Einleitung

1.1 Allgemeine Einleitung

Zahn- und Mundgesundheit besitzen in großen Teilen der Bevölkerung einen hohen Stellenwert. Allgemein ist ein hoher Rückgang von Karies- und Parodontitiserkrankungen in der Bundesrepublik Deutschland zu verzeichnen. Im Zeitraum von Oktober 2013 bis Juni 2014 wurde vom Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ) die 5. Mundgesundheitsstudie durchgeführt, um Vergleiche hierzu anstellen zu können. Bei 12-Jährigen Kindern hatte laut dieser Studie bereits ein Kariesrückgang um 90% im Vergleich zu 1989 in Westdeutschland und 1992 in den neuen Bundesländern stattgefunden. Auch jüngere Erwachsene (35- bis 44-Jährige) wiesen im Durchschnitt 5 Zähne weniger mit einer Karieserfahrung auf, jüngere Senioren (65– bis 74-Jährige) sogar 6 Zähne weniger, als es 1997 der Fall war. Parodontale Erkrankungen nahmen laut dieser Studie ebenfalls deutlich ab. Im Vergleich zum Jahr 2005 stellte man eine Halbierung der schweren Parodontitiserkrankungen fest. Hierbei sank die Anzahl parodontitisgeschädigter Patienten unter den jüngeren Erwachsenen von 17,4% auf 8,2%, bei jüngeren Senioren sogar von 44,1% auf 19,8%. Der Anteil der zahnlosen jüngeren Senioren halbierte sich seit 1997 ebenfalls. Zum Erhebungsdatum war nur noch jeder achte Patient zahnlos, zuvor war es noch jeder vierte (Jordan und Micheelis 2016).

Trotz einer deutlich verbesserten allgemeinen Mundgesundheit ist der Bedarf für Zahnersatz in den vergangenen Jahrzehnten weiterhin gestiegen. In Zukunft wird sich dies mit großer Wahrscheinlichkeit auch nicht ändern. Grund ist die allgemein steigende Lebenserwartung der Gesamtbevölkerung. Diese ergibt sich aus den gegenwärtigen Lebensumständen und der sich kontinuierlich modernisierenden und verbessernden Medizin. Hierdurch steigt auch der Anteil der älteren Menschen: Die demografische Entwicklung deutet darauf hin, dass 2037 zirka 23,5 Millionen Menschen in der Bundesrepublik Deutschland mindestens 65 Jahre alt sein werden. Im Jahr 2015 betrug ihr Anteil lediglich 17,3 Millionen, was einen Zuwachs von 36% bedeutet (Grobeck et al. 2018). Da Zahnverlust und höheres Lebensalter miteinander korrelieren, wird offensichtlich,

dass Menschen mit verringertem Restzahnbestand einen nicht zu vernachlässigenden Gesamtanteil der Bevölkerung ausmachen. Senioren stellen also eine Vielzahl derjenigen, die mit Zahnersatz versorgt werden müssen oder bereits versorgt sind. Gerade bei der Behandlung geringer Restzahnbestände bildet die Altersgruppe der Senioren einen Großteil der Patienten. Geriatriische Zahnmedizin wurde deshalb hinsichtlich des Fachbereichs Prothetik vielfach untersucht (Budtz-Jorgensen und Isidor 1990, Mericske-Stern et al. 1990, Stark et al. 1998).

Nicht jeder Zahnverlust bedarf zwangsläufig einer prothetischen Versorgung. Dies gilt vor allem in den Fällen, in denen vorhandene Zähne gute topographische Beziehungen zueinander haben (Witter et al. 1994, Hummel et al. 2002). Hinsichtlich einer potentiellen prothetischen Versorgung ist auch der jeweilige Patiententyp zu unterscheiden. Hierbei geht es vor allem um Compliance und Einstellung gegenüber der eigenen stomatognathen Situation, die die Einordnung der Notwendigkeit eines Zahnersatzes beziehungsweise seiner Ausführung beeinflussen (Ketterl 1993).

Trotzdem ist für eine geringe Restbezahnung in vielerlei Hinsicht eine prothetische Versorgung obligat: Die Wiederherstellung der Kaufunktion unter größtmöglicher Schonung der vorhandenen Zähne sowie des umliegenden Gewebes und des Knochens ist das vorrangige Ziel der Prothetik. Mangelndes Kauvermögen kann sich negativ auf den Verdauungstrakt auswirken, da eine ausreichende Zerkleinerung der Nahrung nicht gewährleistet ist. Dies wiederum führt zu einer Nahrungsumstellung auf fettreiche, ballaststoffarme Ernährung mit mangelnder Aufnahme von wichtigen Spurenelementen (Behr 2003).

Nicht außer Acht zu lassen sind jedoch auch die Wiederherstellung von Phonetik und Ästhetik durch Zahnersatz (Stahl 1976, Böttger 1996, Behr 2003). Folgen mangelnder Ästhetik und Phonetik können psychische und soziale Belastung sein (John und Micheelis 2000). Des Weiteren kann es zu craniomandibulären Dysfunktionen durch Verlust der Stützzonen und einhergehender Veränderung der Okklusion bei fehlender prothetischer Versorgung kommen. Dies kann sich negativ auf die Nackenmuskulatur auswirken und zu Kopfschmerzen und Migräne führen (von Heymann und Smolenski 2011). Außerdem soll möglichen Kippständen, Elongationen und Zahnwanderungen, die eine physiologische

axiale Belastung der Zähne gefährden können, entgegengewirkt werden. Zuletzt gilt es, die noch vorhandenen Zähne durch neuen Zahnersatz zu entlasten und sie somit prognostisch positiv zu beeinflussen.

1.2 Zahnersatz für das reduzierte Gebiss

Prinzipiell unterscheidet man 3 Arten von Zahnersatz: Festsitzender Zahnersatz, herausnehmbarer Zahnersatz und kombinierter Zahnersatz.

1. Festsitzender Zahnersatz ist fest an vorhandenen Zähnen oder Implantaten verankert und beinhaltet sowohl einfache Teilkronen, Kronen, sowie Brückenkonstruktionen.
2. Herausnehmbarer Zahnersatz kann vom Patienten selbst ein- und ausgegliedert werden. Hierzu zählen sowohl Teilprothesen zum Ersatz einzelner oder mehrerer fehlender Zähne als auch Vollprothesen zum Ersatz aller Zähne.
3. Kombiniertes Zahnersatz beinhaltet zum einen festsitzende Elemente, die als Verankerungselemente dienen und auf den Zähnen befestigt sind. Zum anderen gibt es eine herausnehmbare Prothese, die auf den Verankerungselementen Halt findet. Zu kombiniertem festsitzendem und herausnehmbarem Zahnersatz zählen unter anderem Teleskopprothesen und Geschiebekonstruktionen.

(Schwenzer et al. 2006)

Darüber hinaus unterscheidet man das reduzierte Gebiss von dem stark reduzierten Restgebiss. Während beim reduzierten Gebiss häufig noch festsitzender Zahnersatz möglich ist, gibt es beim stark reduzierten Restgebiss diese Möglichkeit nur noch mit Hilfe von zusätzlichen Implantaten. Das stark reduzierte Restgebiss weist laut Niedermeier nur maximal 3 Zähne auf (Niedermeier 1988) und wird im deutschen Sozialversicherungssystem als sogenannte „Regelversorgung“ mit einer Teleskopprothese behandelt. Dies stellt also den Behandlungsstandard dar. Bei 4 oder mehr fehlenden Zähnen gelten dann Modellgussprothesen als „Regelversorgung“, bei kleineren Schatlücken Brückenkonstruktionen (KZBV 2020).

Bei Patienten mit Freiendsituationen oder großen Schalllücken im Gebiss gibt es aufgrund zu hoher oder ungünstiger Belastung der Pfeilerzähne zwangsläufig nur 2 Alternativen: Entweder man erzielt eine Pfeilervermehrung durch Implantate zur Herstellung von festsitzendem Zahnersatz oder man fertigt eine herausnehmbare oder festsitzend-/ herausnehmbare Arbeit an. Die Restauration stützt sich entweder auf natürliche Pfeiler, Implantate oder auf beide Pfeilerarten (Marxkors 2007).

1.2.1 Festsitzender Zahnersatz

Festsitzender Zahnersatz ersetzt Substanzdefekte einzelner Zähne in Form von Kronen oder Teilkronen. Er kann aber auch fehlende Zähne mittels fest zementierter oder verschraubter Brücken ersetzen. Zusätzlich können Implantate festsitzenden Zahnersatz als Einzelkronen, Brückenpfeiler oder verschraubte Prothesen stützen. Festsitzender Zahnersatz lässt sich nicht durch den Patienten entfernen, sondern ist fest verankert.

Konventionelle Brücken weisen divergierende Erfolgsraten in der Literatur auf. Cenci et al. untersuchten in ihrer prospektiven Studie n = 22 Brücken über einen Zeitraum von 8 Jahren und ermittelten eine Überlebensrate von 81,8% (Cenci et al. 2010), Kerschbaum berechnete bei n = 1669 Brücken über einen deutlich längeren Zeitraum von 25 Jahren eine Überlebensrate von 28% (Kerschbaum 2000), Scurria et al. stellten in einer Metaanalyse über 15 Jahre eine Überlebensrate von 75% fest (Scurria et al. 1998) und Schmidt wies bei der Analyse von n = 363 Endpfeilerbrücken eine Überlebensrate von 59,6% nach 10 Jahren und 38,5% nach 15 Jahren nach (Schmidt 2014).

Implantate erreichen in vielen Studien höhere Erfolgsquoten als konventionelle Brücken: Pjetursson et al. werteten 139 prospektive und retrospektive Studien aus und kamen zu einer 5-Jahres-Überlebensrate von 97,2% bei Einzelzahnkronen auf Implantaten. Dieses Ergebnis bezog sich hierbei auf Studien, die nach 2000 veröffentlicht wurden. Studien, die vor 2000 publiziert wurden, erreichten in ihrer Analyse eine 5-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit von 92,6% (Pjetursson et al. 2014). Drehmann beobachtete eine

Überlebenswahrscheinlichkeit von 93,9% nach 5 Jahren und 90,7% nach 10 Jahren für insgesamt n = 322 Einzelkronen (Drehmann 2018).

Rein implantatgetragene Brücken erreichten in der Studie von Pjetursson et al. nach 10 Jahren 87% Überlebenswahrscheinlichkeit, bei Kombinationsbrücken aus natürlichen Zähnen und Implantaten lag diese bei 77,8 % im selben Zeitraum (Pjetursson et al. 2004). Drehmann ermittelte für rein implantatgetragene Brücken eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 95,2% für insgesamt n = 83 Brücken, bei Kombinationsbrücken erreichte seine Studie über einen Beobachtungszeitraum von 10 Jahren eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 96% bei insgesamt n = 42 untersuchten Brücken (Drehmann 2018).

1.2.1.1 Kontraindikationen Implantation

Trotz guter Langzeitergebnisse wird die Anwendungsmöglichkeit von Implantaten aufgrund verschiedener Faktoren eingeschränkt. Ein hoher finanzieller Aufwand, steigend mit der Anzahl der zusätzlich inserierten Pfeiler, schließt für einige Patienten eine Implantation kategorisch aus. Hinzu kommt eine potentielle Problematik schlechter parodontaler Voraussetzungen, die aufgrund von Knochenmangel eine Implantation deutlich erschweren kann. Selbst bei ausreichendem Knochenangebot besteht nach erfolgter Implantation bei diesen Patienten eine erhöhte Gefahr für eine Periimplantitis (Schwarz et al. 2018), welche zu einem Knochenabbau im Bereich des Implantats führen kann.

Außerdem schränken anatomische Strukturen wie die Sinus maxillares und der Nervus alveolaris inferior Implantationen ein, sofern Augmentationen keine ausreichende Knochenquantität und -qualität herbeiführen können oder Patienten diese ablehnen. Anzuführen ist auch die hohe Invasivität eines einhergehenden chirurgischen Eingriffs, die vor allem für ältere und multimorbide Patienten eine hohe Belastung darstellt, sowie der hohe Pflegeanspruch der Implantate in der Nachsorge und zeitintensive postinsertionelle Einheilphasen der Implantate.

Zuletzt kann es bei allen Implantationen trotz erfolgreicher Operation zu Misserfolgen kommen. Findet keine Osseointegration statt, muss explantiert

werden. Fehlende Osseointegrationen können vielfältiger Natur sein und zum Beispiel durch Plaque induzierte Gingivitis oder durch große mechanische Belastungen der Suprakonstruktionen auf den Implantaten ausgelöst werden (Esposito et al. 1998). Aufgrund dieser Nachteile empfinden viele Patienten eine herausnehmbare Versorgung als alternativlos.

1.2.2 Herausnehmbarer Zahnersatz

Herausnehmbarer Zahnersatz kann vom Patienten selbst ausgegliedert werden. In der Regel wird dieser jedoch nur zur Pflege entfernt und anschließend wieder eingegliedert. Herausnehmbarer Zahnersatz wird als Teilprothese oder Totalprothese gefertigt. Teilprothesen dienen zum Ersatz einzelner oder mehrerer Zähne und kommen sowohl als Interimzahnersatz für einen bestimmten Zeitraum zum Einsatz, als auch als definitiver Zahnersatz zur endgültigen Versorgung. Sie bestehen aus Prothesenbasis, großem und kleinem Verbinder, Verankerungselementen und den künstlichen Ersatzzähnen, wohingegen bei Totalprothesen Verbinder und Verankerungselemente entfallen. Ein Beispiel für herausnehmbaren Zahnersatz stellt die Modellgussprothese dar, die über Klammerarme an vorhandenen Zähnen oder Implantaten fixiert wird. Die Versorgung mit einer Teilprothese ist eine anspruchsvolle Therapie in der zahnärztlichen Prothetik, da viele Kriterien erfüllt werden müssen:

1. Haltefunktion, durch Sicherung der Prothese gegen Abzug
2. Stützfunktion, durch Übertragen des Kaudrucks vom Prothesensattel auf die Pfeilerzähne
3. Führungsfunktion, durch eine definierte Bewegungsrichtung des Prothesensattels
4. Kippmeiderfunktion, durch Verhinderung des Abkippens von Freiendsätteln bei bilateral oder unilateral verkürzten Zahnreihen (Lehmann 1977).

1.2.3 Kombiniert festsitzend herausnehmbarer Zahnersatz

Kombinierter Zahnersatz beinhaltet auf Zähnen oder Implantaten fest verankerte Elemente sowie eine herausnehmbare Prothese. Im Gegensatz zu einfachen herausnehmbaren Prothesen bietet er sowohl ästhetische als auch funktionelle Vorteile. Zum einen sind Halteelemente häufig kaum zu erkennen, da im Gegensatz zu Modellgussprothesen Klammern entfallen, zum anderen bietet kombinierter Zahnersatz bei fachgerechter Anfertigung hervorragende retentive Eigenschaften mit guter Halte- und Kippmeiderfunktion. Darüber hinaus wird die Kariesanfälligkeit durch fehlende Klammern, welche die Anlagerung von Biofilmen fördern, reduziert.

Die Teleskopprothese ist ein Beispiel für kombiniert festsitzend herausnehmbaren Zahnersatz. Hierbei werden Primärkronen fest auf vorhandene Zähne oder Implantate zementiert und Sekundärkronen in die herausnehmbare Prothese eingearbeitet, die meist über Friktion mit den Primärteilen ihre Haltewirkung erzielen (Marxkors 2007).

1.3 Teleskopierender Zahnersatz

Bei Teleskopprothesen handelt es sich um kombiniert festsitzend/ herausnehmbare Teilprothesen, die mit Doppelkronen am Restgebiss befestigt werden. Alle Doppelkronen bestehen aus einer Innenkrone (Primärkrone) und einer Außenkrone (Sekundärkrone). Hierbei wird die Primärkrone dem natürlichen oder künstlichen Zahn beziehungsweise Implantat aufzementiert, während die formschlüssige Sekundärkrone sowohl die natürliche Zahnform wiederherstellt als auch als Verbindungselement zum eigentlichen Zahnersatz dient. Die Primärkrone umfasst den Pfeilerzahn vollständig und vereint Halte-, Führungs-, Kippmeider- und Stützfunktion in einem Element (Böttger 1973, Körber 1988). Sekundärkronen sind als Teil der Gesamtprothese fest in das Sekundär- beziehungsweise Tertiärgerüst eingearbeitet. Die fehlenden Zähne werden durch Kunststoff-Zähne auf der Basis des Prothesensattels ersetzt, in seltenen Fällen auch durch Keramik-Zähne.

Die Doppelkrone erfüllt in der Teleskopprothetik die Anforderungen für Verbindungselemente sehr gut (Böttger und Gründler 1982, Diedrichs 1990). Beim Einsetzen der Prothese kommt es in der Regel durch Übergangspassung mit Friktion der Primär- und Sekundärkronen zu einem angemessenen Halt der Gesamtprothese, wobei es auch unterschiedliche Passformen gibt, wie bei Konuskronen durch Verkeilung oder Resilienzteleskopen mit Spielpassung (Böttger und Gründler 1982, Pospiech 2002). Voraussetzung hierfür ist eine präzise Passung dieser beiden Kronen und gute plastische und elastische Eigenschaften der eingesetzten Legierungen (Diedrichs 1995). Es werden homogene Reibungspaare mit einem hohen Edelmetallanteil als verwendete Legierung angestrebt, jedoch ist auch die Verwendung heterogener Reibungspartner möglich, die einen geringeren Kostenaufwand für den Patienten bedeutet (Stüttgen 1985, Lenz et al. 1992, Diedrichs 1995). Selbst Nicht-Edelmetalllegierungen weisen in Studien langfristige Erfolge auf (Kurzrock 2016). Aufgrund der körperlichen Fassung der Doppelkrone ist es möglich, Pfeilerzähne physiologisch zu belasten.

1.3.1 Einteilung der Doppelkronensysteme

Insgesamt kann man 4 Untergruppen für Doppelkronen benennen, die im Folgenden in einen historischen Kontext eingeordnet werden:

1. Friktionsteleskopkrone
2. Konuskrone
3. Resilienzteleskop
4. Doppelkrone mit zusätzlichem Halteelement
(Hofmann 1966, Lehmann 1977)

Die Entwicklung der Doppelkronen geht auf Walter Starr zurück, der sie schon 1886 als „telescoping crown“ etabliert hat und sie zunächst für die Teilung von Brücken vorsah (Starr 1886). Zu dieser Zeit gab es ausschließlich das heute noch häufig verwendete Zylinderteleskop (Wenz und Kern 2007), welches nahezu parallel gefräst ist und eine gute Friktion beim Einsetzen des Sekundärteils zulässt. In der Folgezeit etablierten vor allem Karl Häupl und Hermann Böttger das Teleskopsystem, bei dem zwischen zwölf verschiedenen Anker differenziert

wurde (Böttger et al. 1965, Böttger 1973, Böttger und Gründler 1982). Hierzu zählen beispielsweise offene Teleskopkronen (Ringteleskopkronen), teleskopierende Ringstiftkronen und teleskopierende Hülsenkronen (Teleskopkrone), wobei die Hülsenkrone sicherlich die bekannteste Form von teleskopierenden Ankern darstellt.

Um 1966 entwickelte Manfred Hofmann das sogenannte Resilienzteleskop mit Spielpassung (Hofmann 1966, Hofmann 1971). Die Teleskopkronen sind hierbei auch parallelwandig, der Unterschied zum klassischen Friktionsteleskop liegt jedoch in der Spielpassung, die durch eine friktionslose Passung sowie einen okklusalen Zwischenraum von 0,5 mm erreicht wird. Diese Teleskopversorgungen belasten den Pfeiler nicht direkt, sondern lagern die Prothese in die weiche Schleimhaut, sodass ein Resilienzausgleich zwischen der Eindrückbarkeit der natürlichen Pfeilerzähne und der Schleimhaut der Kieferkämme geschaffen wird, ohne eine Haltewirkung erzielen zu können. Diese Teleskopform eignet sich vor allem für Gebissformen mit wenigen Pfeilern, um die Belastung der Pfeiler zu reduzieren und mukosal aufzufangen (Hofmann 1971, Hofmann und Ludwig 1973). Dabei sollte der Zahnersatz als Deckprothese wie bei einer Totalprothese gestaltet sein, um einwirkende Kräfte großflächig mukosal abzustützen (Szentpétery und Setz 2015).

1968 entwickelte Karl Heinz Körber die Konuskronen mit definierter Konuspassung (Körber 1968). Ein Konuswinkel zwischen 4 und 8 Grad verhindert eine Gleitreibung, wie es bei parallelwandigen Kronen der Fall ist. Der 0,1 mm große okklusale Spalt zwischen Primär- und Sekundärkrone führt zu einer Verkeilung mit einer Abzugskraft von zirka 8 bis 10 Newton, die erst in der Endlage eintritt. Der Konvergenzwinkel nimmt Einfluss auf das Verhältnis von Füge- zu Lösekraft (Szentpétery und Setz 2015). Die Konuskronen finden bei höherer Pfeilerzahl Anwendung (Heners und Walther 1988, Heners und Walther 1988, Heners und Walther 1990).

Neben den genannten Doppelkronensystemen gibt es weitere Systeme, die in der Literatur beschrieben sind. Hier findet die Haltewirkung nicht über Haftreibung zwischen Primär- und Sekundärkrone, sondern über zusätzliche Halteelemente statt. Die „Marburger Doppelkrone“ beispielsweise erzielt eine Retention über ein eingebautes TK-Snap Attachment (Wenz und Lehmann

1998). Dieses TK-Snap ist ein Kunststoffelement, das sich auf der Innenseite der Sekundärkrone befindet und beim Aufsetzen auf die Primärkrone einrastet und so für eine ausreichende Retention sorgt.

Insgesamt nahm die Teleskopprothese mit Friktionsteleskopen nach Marxkors bereits in den neunziger Jahren einen Spitzenplatz in der Leistungsfähigkeit der restaurativen Teleskopprothetik ein (Marxkors 1990), auch weil die Belastung für das zahnlose Prothesenlager hierbei am geringsten ist (Reppel und Sauer 1984).

1.3.2 Anwendungsgebiete der Teleskopprothese

Die Teleskopprothese kommt vor allem bei Altersgruppen ab 50 Jahren zur Anwendung. Allgemein erreicht die Therapie mit Teilprothesen im Oberkiefer ihren Höchstwert zwischen 51 bis 60 Jahren und im Unterkiefer zwischen 61 bis 70 Jahren (Hummel et al. 2002).

Viele Studien bekräftigen das Argument, dass sich eine starr abgestützte Teleskopprothese günstig auf den Erhalt der Restbezaehlung auswirkt (Hofmann und Ludwig 1973, Saxer und Muhlemann 1975, Heners und Walther 1988, Heners und Walther 1990, Behr et al. 2000, Wagner und Kern 2000). Ideal eignet sich die Teleskopprothese auch für stark reduzierte Restgebisse mit ein bis 2 Restzähnen (Böttger 1956). Der große Vorteil gegenüber einer Totalprothese ist der Erhalt der Abbeißfunktion im reduzierten Restgebiet (Böttger 1956, Böttger 1973).

Das Teleskopsystem ist ein vor allem in Deutschland häufig angewendetes System für die Herstellung einer partiellen Prothese, da zumindest bei sehr geringer Restbezaehlung von ein bis 3 Pfeilern die Teleskopprothese eine „Regelversorgung“ darstellt (KZBV 2020), die mit einem wesentlich höheren Zuschuss der Krankenkasse verbunden ist und somit den Patienten finanziell deutlich entlastet (Kerschbaum 2004). Geebnet wurde dies durch eine 2005 in Kraft gesetzte neue Zuschussregel im deutschen Sozialversicherungsrecht. Mit steigender Pfeileranzahl (>3) ist sie jedoch mit einem deutlich höheren finanziellen Aufwand für den Patienten verbunden, da die Sozialgesetzgebung in diesem Fall Modellgussprothesen als „Regelversorgung“ ansieht (KZBV 2020).

Teleskope müssen sich aufgrund der fortschreitenden Entwicklung in der Prothetik weiterhin mit der Erfolgssicherheit anderer Arten von herausnehmbarem und festsitzendem Zahnersatz messen. Gerade in Zeiten, in denen der Wunsch nach festsitzendem Zahnersatz immer größer wird und gleichzeitig hohe Kosten für Teleskopprothesen die finanziellen Möglichkeiten einiger Patienten sprengen.

1.3.3 Galvanoforming

Neben verschiedenen Systemen gibt es auch unterschiedliche Fertigungsverfahren. Eines dieser Fertigungsverfahren ist das Galvanoforming, welches die Möglichkeit eröffnet, hochpräzise passgenaue Außenteile herzustellen. Das Galvanoforming ist technisch anspruchsvoll und erfordert zahntechnisches Know-how und Equipment. Hierbei wird eine sehr dünne Leitsilberschicht auf das Primärteil aufgepinselt und anschließend das Außenteil aus Feingold direkt in einem Galvano-Bad auf das Primärteil aufgalvanisiert (Diedrichs und Rosenhain 1991, Diedrichs 1995). Anschließend wird das Leitsilber wieder rausgelöst. Die so hergestellten Außenteleskope befinden sich zwischen Primärteleskop und tertiärer Suprakonstruktion.

Galvano-Teleskoparbeiten vereinfachen Patienten in der Regel die Ein- und Ausgliederung der Restauration. Neben dem Aufgalvanisieren auf harte Goldlegierungen gibt es auch die Möglichkeit homogene Galvano-Galvano-Reibungspartner herzustellen, was jedoch ein großes zahntechnisches Know-How voraussetzt (Rosenhain 1990). Darüber hinaus wird Galvanoforming auch bei Nichtedelmetallegierungen sowie Keramik angewendet.

1.3.4 Implantatgetragene und Zahn-Implantatgetragene Teleskopprothesen

Für Patienten mit extrem geringer bis nicht vorhandener Restbezahnung und einbeziehungsweise beidseitig stark verkürzter Zahnreihe (Kennedy Klasse I und II) (Weber 2010) eignet sich eine Pfeilervermehrung mittels Implantaten (Budtz-Jorgensen 1996), um eine bessere Abstützung der Prothese zu schaffen.

Voraussetzung hierfür ist, dass Patienten diesen erhöhten Kostenaufwand tragen können und die parodontale Situation eine Pfeilervermehrung zulässt. Idealerweise wird mittels Pfeilervermehrung eine großflächige, quadranguläre Abstützung erzielt (Augthun und Mundt 2008). Hierdurch wird der Zahnersatz in seiner Lage stabilisiert und Zahnkippen verhindert. Zähne werden axial belastet und die Gefahr von Folgeschäden der Pfeilerzähne reduziert (Ficnar 2012).

Falls die parodontale Situation der Patienten stabil ist, gibt es einen großen Spielraum bei der Insertion von Implantaten. Durch eine strategische Pfeilervermehrung kann die Pfeilerzahl optimal der vorhandenen Situation angepasst werden, was ein größeres Abstützungsfeld zur Folge hat. Wenn keine natürlichen Zähne mehr vorhanden sind, sollten im zahnlosen Kiefer insgesamt mindestens 4 Implantate inseriert werden, um dies zu verwirklichen (DGZMK und DGI 2005).

Sowohl rein implantatgetragene Doppelkronenprothesen als auch Kombinationsarbeiten aus natürlichen Zähnen und Implantaten weisen lange Überlebensraten auf: Schwarz et al. ermittelten über eine maximale Beobachtungsdauer von 8,3 Jahren eine Überlebensrate von 93,3% bei rein implantatgetragenen Versorgungen (Schwarz et al. 2014); kombiniert Zahn-Implantatgetragene Teleskopprothesen erreichten sogar 100%, wobei die Evidenz für derartige Kombinationsarbeiten noch relativ gering ist (Schwindling et al. 2017).

Studien zeigen, dass langfristiger Erfolg der Restauration und Pfeilerzahl miteinander korrelieren. So belegte eine 5-Jahres-Studie, dass die Überlebensrate von Zahnersatz mit 2 Pfeilerzähnen nur bei 70,9 % lag, wohingegen 4 Pfeilerzähne eine Steigerung auf 97,9 % zur Folge hatten (Wöstmann et al. 2007), ein Hinweis auf den langfristigen Nutzen strategischer Pfeilervermehrung. Dies wurde bekräftigt, indem in einer weiteren Studie strategische Pfeilervermehrungen für insgesamt 20 Zahn-Implantatgetragene Teleskoparbeiten ausgewertet wurden. Die Anzahl der Zähne wurde durch Implantate von 2,2 auf 4,9 Pfeiler pro Patienten gesteigert und über 38 Monate beobachtet. In dieser Zeit fanden keine Zahn- beziehungsweise

Implantatverluste statt und es lag eine gesunde parodontale beziehungsweise periimplantäre Situation am Ende der Studie vor (Krennmair et al. 2007).

Bei Kombinationsarbeiten aus natürlichen und künstlichen Pfeilern können Zähne mit Lockerungsgraden gefestigt werden (Szentpétery et al. 2010) und Parodontitis- beziehungsweise Periimplantitisrisiken vorgebeugt werden (Bochdam et al. 2008).

Im Gegensatz zu natürlichen Pfeilern bilden bei implantatgetragenen Teleskopprothesen zumeist individuelle Abutments die Primärkrone, wohingegen auch hier, wie bei natürlich getragenen Teleskopprothesen, die Sekundärkronen in die Tertiärkonstruktion eingearbeitet sind. Besimo und Graber proklamieren, dass sich Doppelkronen als probates Mittel erweisen, da hierdurch eine günstige Kraftübertragung erzielt werden kann, was beispielsweise bei Stegkonstruktionen nicht der Fall ist. Die Folge ist eine stabile Prothesenposition (Besimo und Graber 1994).

Für den implantatgetragenen herausnehmbaren Zahnersatz gibt es trotzdem weitere Möglichkeiten im Vergleich zu Teleskopen. Kugelkopfancker zum Beispiel weisen eine ähnliche Haltbarkeit auf (Keshk et al. 2017), auch Abutments in Form von Locatoren werden häufig angewendet und bedeuten einen geringeren Kostenaufwand für den Patienten als Teleskope. Eine weitere Möglichkeit, herausnehmbaren Zahnersatz auf Implantaten zu fertigen, sind parallel gefräste Stegkonstruktionen, die die Implantate starr miteinander verbinden. In die Prothese wird ein Stegreiter eingearbeitet, der über Klemmwirkung prothetische Versorgung und Steg verankert (Rinke 2017).

1.3.5 Vorteile der Teleskopprothese

Die Teleskopprothese bietet viele Vorteile, die sie besonders auszeichnet. Aufgrund guter körperlicher Fassung und axialer Belastung der Pfeilerzähne, die hierdurch physiologisch beansprucht werden können, erreicht man einen hervorragenden festen Sitz der Prothese (Pospiech 2015). Deshalb werden die meisten parodontalen Fasern auf Zug beansprucht, wodurch sogar eine Festigung gelockerter Pfeilerzähne erreicht werden kann (Gernet et al. 1983,

Reppel und Sauer 1984, Vosbeck 1989). Vosbeck erkannte sogar eine signifikant geringere Lockerung von Teleskopfeilerzähnen im Gegensatz zu den übrigen Zähnen des Restgebisses, die er auf die parodontalprophylaktische Wirkung der Verblockung zurückführte (Vosbeck 1989). Die Wichtigkeit dieser Eigenschaft wird bei Betrachtung der Prävalenz von Parodontiserkrankungen sichtbar: Laut 5. Mundgesundheitsstudie erkrankten bereits 51,6% der jüngeren Erwachsenen zwischen 35 bis 44 Jahren an einer Parodontitis, bei den jüngeren Senioren (65- bis 74-Jährige) liegt der Anteil bei 64,6%, bei älteren Senioren zwischen 75 bis 100 Jahren sogar bei 90% (Jordan und Micheelis 2016). 10 bis 15 Prozent der Bevölkerung erkrankten an einer schweren Form der Parodontitis (Wolf et al. 2004). Hinzu kommt, dass bei parodontitisgeschädigten Patienten aufgrund mangelnder Knochenquantität und -qualität Implantationen zur Herstellung von festsitzendem Zahnersatz schwer umsetzbar sind.

Darüber hinaus ist die Prothese bei gut eingestellter Friktion für den Patienten ohne Probleme ein- und ausgliederbar (Häupl 1959, Böttger et al. 1965, Böttger 1973, Böttger und Gründler 1982, Diedrichs 1990). Teleskopprothesen zeichnen sich des Weiteren durch eine höhere Lebensdauer im Vergleich zu anderen herausnehmbaren Prothesen aus. Hierbei gelten vor allem die Aspekte der Reparatur- und Erweiterungsfähigkeit sowie Haltbarkeit und Erhalt der Pfeilerzähne. Viele Reparaturen und Erweiterungen können zügig und ohne großen zahntechnischen und finanziellen Aufwand durchgeführt werden.

Fragwürdige Zähne können zudem in die Versorgung integriert werden, was auch ein psychologischer Vorteil sein kann, da weniger Zähne vorab extrahiert werden müssen. Zusätzlich können Pfeilerzähne durch große Verbinder, welche der Schleimhaut anliegen, weiter entlastet werden. Auch bei topographisch ungünstiger Pfeilerverteilung sowie geringer Restbezahnung ist eine sehr gute Belastungssteuerung für Stützzähne und Kieferkammgewebe bei einer Teleskopversorgung möglich. Gerade im Hinblick auf wissenschaftliche Untersuchungen, die bestätigen konnten, dass sowohl Zahnverlust als auch Parodontopathien oft durch schlecht abgestützte, beziehungsweise fehlerhafte Prothesen ausgelöst werden, ist dies ein großer Vorteil (Müller und Hofmann 1985, Müller 1987, Müller und Hofmann 1988, Hofmann 1990, Müller und Diepgen 1990).

Unter dem Aspekt der Adaptationsproblematik beim Einsetzen eines neuen „Fremdkörpers“ bietet die gute Erweiterbarkeit einen Vorteil, da eine weitere Inkorporation von neuem Zahnersatz nicht so schnell notwendig ist (Johnke 1993). Die gute Reinigungsmöglichkeit einer Teleskopprothese ist außerdem positiv zu bewerten (Ferber 1986). Durch alleinstehende Teleskope bieten sich parodontalhygienisch exzellente Voraussetzungen, die bei verblockten Arbeiten wie zum Beispiel festsitzenden Brücken vor allem interdental parodontalhygienisch ungünstiger sind. Parodontal stark geschädigte Zähne, die Lockerungsgrade aufweisen, können sogar wieder fest werden.

Eine ästhetisch anspruchsvolle Arbeit ist für den Techniker aufgrund des Gesamtkonstruktes einer vollständigen Prothese ebenfalls wesentlich einfacher umzusetzen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass vor allem Form, Farbe und Stellung der Zähne aufeinander abgestimmt werden können. Patienten, die ursprünglich Zahnfehlstellungen zu beklagen hatten, können durch zahntechnisches Know-how homogene Zahnbögen erlangen. Bei Einbeziehung aller Zähne in die Prothese kann zudem auf individuelle Patientenwünsche bezüglich Form und Farbe der Versorgung problemlos eingegangen werden.

Postinsertionelle Nachsorgekosten halten sich für Teleskopversorgungen allgemein im Rahmen. So stellte sich bei Untersuchungen heraus, dass die Gesamtkosten im Vergleich zu Modellgussprothesen nur halb so hoch waren, obwohl Komplikationen einhergehend mit Teleskopversorgungen deutlich häufiger auftraten (Hofmann et al. 2002). Mängel an Teleskopprothesen lassen sich meist leicht und kostengünstig beheben und gefährden nicht die Haltbarkeit der Versorgung (Hupprich 2015).

1.3.6 Nachteile der Teleskopprothese

Trotz der genannten Vorteile sind bei Teleskopprothesen auch einige Nachteile beschrieben. Die Anschaffungskosten einer derartigen Versorgung sind zwar nicht so hoch wie bei festsitzendem Zahnersatz verbunden mit einer Pfeilervermehrung durch Implantate, jedoch ist auch diese Versorgung im Vergleich zu anderen Versorgungsformen relativ kostenintensiv. Die Kosten nehmen steigend mit den integrierten Restpfeilern zu.

Die Demaskierung bei Abnahme des herausnehmbaren Teils der Teleskopprothese stellt einen psychologisch negativen Effekt für die Patienten dar. Grund hierfür ist, dass Primärkronen in den meisten Fällen aus Nicht-Edelmetall- beziehungsweise Edelmetalllegierungen hergestellt werden, die nach Abnehmen der Prothese für den Patienten sichtbar werden. Obwohl der Patient die Prothese lediglich zur Reinigung entfernen muss, können sich viele Patienten nicht damit abfinden, dass man zum einen „dunkle“ Zähne unterhalb der Prothese hat und man zum anderen einen herausnehmbaren Zahnersatz besitzt. Zusätzlich entsprechen die Primärkronen nicht exakt der Form der natürlichen Zähne, da sie in der Regel kleiner und parallel geschliffen sind. Mit Hilfe der Prothese wird versucht, die natürliche Zahnform- und Farbe zu erreichen. Viele Menschen fühlen sich hierdurch „alt“, weshalb der Wunsch nach feststehendem Zahnersatz in einer Gesellschaft, die zunehmend nach „ewiger Jugend“ strebt, immer größer zu werden scheint.

Des Weiteren birgt die Komplexität der Teleskopprothese für den Zahntechniker einen hohen Aufwand bei der Herstellung der Prothese. Das Parallelisieren der Pfeiler sowie die Einstellung einer optimalen Friktion ist eine große Herausforderung (Minagi et al. 1999). Auch auf zahnärztlicher Seite gibt es eine gewisse Komplexität, denn die Pfeilerzähne müssen möglichst parallel zueinander beschliffen werden, um bestmögliche Ergebnisse zu erzielen.

Nachteilig in der Teleskopprothetik sind zudem die vielen dokumentierten postinsertionellen Mängel. Die KZV Niedersachsen bestätigte dies 2008 in einer Analyse von Mängelgutachten, bei welcher der kombiniert feststehend-herausnehmbare Zahnersatz mit einer Häufigkeit von 38 Prozent am schlechtesten abschnitt (Kusche et al. 2008). Ähnliche Ergebnisse gab es auch beim Vergleich zwischen feststehendem Zahnersatz auf Implantaten und herausnehmbarem implantgestütztem Zahnersatz mit teleskopierenden Verbindungselementen. Nach 3 Jahren zeigten sich hier zwar ähnliche Überlebensraten, jedoch benötigten herausnehmbare Restaurationen mehr Erhaltungsbehandlungen (Rehmann et al. 2015).

Ein weiterer Kritikpunkt gegenüber teleskopierendem Zahnersatz ist der hohe Substanzabtrag, der zur Aufnahme einer Teleskopkrone notwendig ist. Dies führt zu einer erhöhten Gefahr der Pulpaentzündung, was wiederum einen

Vitalitätsverlust begünstigt. Vitalitätsverluste führen häufig zu frühzeitigen Pfeilerverlusten, gerade bei herausnehmbarem Zahnersatz (Gövert und Kerschbaum 1984, Schmitt-Plank 2003, Weber 2006, Wegner et al. 2006). Präpariert man nun, um dieser Problematik zu entgehen, substanzschonend, ergeben sich häufig sehr voluminöse Sekundärkronen, die die Gesamtästhetik der Arbeit negativ beeinflussen (Ferber 1986, Marxkors 2007)

Ein großes Problem, welches herausnehmbarer Zahnersatz im Allgemeinen mit sich bringt, ist die schwierige Integration durch Substanzverlust geschädigter Zähne, speziell wurzelgefüllter Zähne. Studien zeigen, dass die Überlebensrate nach 60 Monaten bei wurzelbehandelten Zähnen mit einem Wert von 92,7% bei feststehendem Zahnersatz wesentlich höher lag als bei herausnehmbarem Zahnersatz mit 51% (Wegner et al. 2006). Darüber hinaus gestaltet sich für viele Patienten die Ein- und Ausgliederbarkeit der Teleskopprothese als Problem. Gerade mit steigender Teleskopfeilerzahl bekommen viele Patienten Schwierigkeiten die Versorgung ein- und auszugliedern. Ältere und multimorbide Patienten betrifft dieser Aspekt umso mehr, da eingeschränkte motorische Fähigkeiten den Vorgang zusätzlich verkomplizieren.

Zuletzt empfinden viele Patienten das „Fremdkörpergefühl“ herausnehmbarer Restaurationen als störend. Gerade die häufig verwendeten großen Verbinder führen zu langen Eingewöhnungszeiten und können zunächst zu Lautbildungsstörungen führen. Zudem werden Sensorik und Sensibilität im Vergleich zu feststehendem Zahnersatz stärker eingeschränkt (Johnke 1993).

2 Ziel der Arbeit und Problemstellung

Trotz des jahrelangen und vielfach klinischen Einsatzes von Teleskopprothesen, insbesondere auch im Universitätsklinikum Düsseldorf, gibt es hierfür immer noch eine relativ geringe Datenlage. Ziel dieser Studie ist es, teleskopierenden Zahnersatz unter Berücksichtigung verschiedener Einflussfaktoren zu überprüfen, um den Langzeiterfolg und gegebenenfalls in der Versorgungsart liegende spezifische Risiken besser abschätzen zu können. Die Beurteilung des Langzeiterfolges von Teleskopprothesen verbindet viele Faktoren miteinander, die Einfluss auf das Gesamturteil nehmen. Von großem Interesse ist dabei, welche Faktoren eine untergeordnete und welche eine ausschlaggebende Rolle einnehmen.

Ein Kernpunkt der Arbeit ist es zudem, das Alter der Patienten hinsichtlich des Langzeiterfolges von Teleskopprothesen zu untersuchen. Hierfür soll in Erfahrung gebracht werden, ob ein „hohes“ Patientenalter und einhergehende abnehmbare feinmotorische Pflegemöglichkeiten Auswirkung auf den Erfolg der Arbeit haben oder womöglich sogar größere Lebenserfahrung und geringere Kaukräfte den gegenteiligen Effekt herbeiführen (Priehn-Küpper 2002).

Darüber hinaus soll in Erfahrung gebracht werden, inwieweit die Pfeilerart Einfluss auf den Langzeiterfolg nehmen könnte. Es werden hierbei auf natürlichen Zähnen gestützte Prothesen, implantatgetragene Prothesen, sowie Prothesen, die sich auf natürlichen Zähnen und Implantatpfeilerzähnen abstützen, untersucht.

Weitere Ziele sind die Beurteilung, inwieweit initial devitale Zähne oder Zähne, die nach Protheseninsertion einen Vitalitätsverlust erleiden tatsächlich einen negativen Einfluss auf eine Versorgung nehmen können. Zusätzlich werden Auswirkungen verschiedener Pfeilerpositionen auf den Verlust der Prothese sowie Unterschiede in verwendeten Werkstoffen untersucht. Weisen edelmetallhaltige Kronen eine bessere Prognose auf als edelmetallfreie Kronen?

Weiterführend soll untersucht werden, ob eine starre Abstützung durch eine abnehmbare Brücke einer zusätzlichen gingivalen Komponente, wie bei einer Cover-Denture-Prothese, überlegen ist. Zudem ist von Interesse, ob eine beidseitige beziehungsweise einseitige Freiersituation tatsächlich eine höhere

Belastung der Pfeilerzähne und damit einhergehend eine schlechtere Prognose für Pfeiler und damit auch für die Gesamtversorgung aufweist, als ein durch Schatlücken gekennzeichnete Kiefer. Die Vermutung, dass ein möglichst großes Abstützungsfeld einen positiven Einfluss auf die Langlebigkeit der Prothese bieten würde, wird durch einen Vergleich in der Art der Abstützung untersucht.

Bei der Beurteilung der Mundhygiene ist zu erwarten, dass Patienten mit einer guten beziehungsweise durchschnittlichen Mundhygiene eine bessere Prognose für ihren Zahnersatz haben. Zudem soll bezüglich der Pfeileranzahl zum Zeitpunkt der Protheseninsertion bewertet werden, ob hohe oder niedrige Pfeilerzahlen vorteilhafter für den Langzeiterfolg der Versorgung sind und Pfeilerverluste schneller zu Prothesenverlusten führen. Abschließend soll geklärt werden, ob erhöhte Nachsorgemaßnahmen wie Unterfütterungen oder Rezementierungen von Primärteleskopen vermehrte Versorgungsverluste zur Folge haben.

3 Material und Methode

3.1 Studiendesign

Anhand einer konsekutiven Aufarbeitung und Datenanalyse von Patienten, die im Zeitraum von 1984 bis 2015 mit Teleskopprothesen in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik in der Westdeutschen Kieferklinik der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf versorgt wurden, sollte die Langzeitbewährung teleskopierenden Zahnersatzes untersucht werden. Dies wurde im Rahmen einer retrospektiven, pseudonymisierten Longitudinalstudie durchgeführt.

Aufgrund der Patientendaten, die zum Zwecke der Auswertung dieser Dissertation berücksichtigt werden mussten, wurde vorab ein positives Votum der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf mit der Studiennummer 4972 eingeholt.

Es wurden alle Patienten in die Studie miteinbezogen, die zwischen dem 01.01.2004 und dem 31.12.2015 vorstellig in der Westdeutschen Kieferklinik waren und bei denen zuvor eine teleskopierende Versorgung eingegliedert wurde. Hierzu wurden insgesamt $n = 329$ Patienten mit $n = 464$ herausnehmbaren teleskopierenden Versorgungen gestützt auf $n = 1566$ Pfeilerzähnen zur Datenanalyse herangezogen. Die zahnärztliche Betreuung fand ausschließlich in der prothetischen Abteilung der Westdeutschen Kieferklinik Düsseldorf statt. Für die Erhebung der Daten wurde auf eine klinische Nachuntersuchung der Patienten verzichtet. Die Datenerhebung erfolgte dementsprechend ausschließlich über die Behandlungsdokumentationen in den Karteikarten der versorgten Patienten.

Die Behandlung der Patienten fand sowohl durch approbierte Zahnärzte als auch durch Studenten statt, hier aber unter Aufsicht von Zahnärzten. Die Prothesen wurden nach dem standardisierten Verfahren der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik in Düsseldorf angefertigt und eingesetzt. Die zahntechnische Herstellung der Prothesen wurde in der Regel durch externe Labore von qualifizierten Zahntechnikern umgesetzt. Es wurden alle Formen von teleskopierenden Versorgungen in der Studie berücksichtigt, auch

implantatgetragene Teleskoparbeiten sowie Kombinationsarbeiten aus Zahn und Implantat, die jedoch ausschließlich durch approbierte Zahnärzte ausgeführt wurden.

Alle dokumentierten Nachsorgemaßnahmen bezogen auf die Versorgung wurden berücksichtigt inklusive Nachsorgemaßnahmen der gleichen Art zu verschiedenen Zeitpunkten. In der vorliegenden Arbeit wurden ausschließlich teleskopierende Prothesen untersucht.

3.2 Datenerfassung

Es wurden handschriftliche Akteneinträge sowie Dokumente, die sich in den Patientenakten befanden, zusammengefasst. Alle relevanten Daten, die Einfluss auf die Versorgung hatten, wurden berücksichtigt.

Folgende Gesichtspunkte bezüglich der Patienten wurden dokumentiert:

- Vor- und Zuname (pseudonymisiert durch individuelle Zahlenkombinationen)
- Gegebenenfalls Ableben inklusive Datum
- Geschlecht: männlich oder weiblich
- Letztmalige Anwesenheit in der Westdeutschen Kieferklinik Düsseldorf
- Mögliche parafunktionelle Aktivitäten
- Einhalten beziehungsweise nicht Einhalten der Recall Intervalle
- Mundhygieneindex: gut/ durchschnittlich/ schlecht
- Mögliche fortlaufende Parodontitistherapie
- Allgemeinerkrankungen: Hierbei handelt es sich um geläufige Allgemeinerkrankungen mit möglichen Auswirkungen auf die Zahngesundheit.

Bezüglich der Restauration und seiner Ausführung wurde folgendes erfasst:

- Eingliederungsdatum der Prothese
- Verweildauer der Prothese
- Behandler: Student oder approbierter Zahnarzt
- Kiefer: Oberkiefer oder Unterkiefer
- Anzahl und Lokalisation der Teleskoppeiler

- Position der Teleskopfeiler: Einteilung in Oberkiefer und Unterkiefer Molaren/ Oberkiefer und Unterkiefer Eckzähne/ Oberkiefer und Unterkiefer Prämolaren/ Oberkiefer 1er / Oberkiefer 2er/ Unterkiefer Front. (FDI-Zahnschema ist nach der Fédération Dentaire Internationale bezeichnet) (Leatherman 1970)
- Differenzierung der Teleskopfeiler nach Art der Pfeiler in natürliche Teleskopfeiler/ Implantate/ Kombination aus beiden
- Zustand der Teleskopfeiler: unversehrt/ einflächige Füllung/ mehrflächige Füllung oder Krone/ Wurzelbehandlung ohne Aufbau/ Wurzelbehandlung mit Aufbau/ Wurzelbehandlung mit Stift/ Wurzelstiftkappe mit Locator/ Wurzelstiftkappe mit Kugelkopf/ Implantat/ Implantat mit Locator/ Implantat mit Kugelkopf/ Wurzelspitzenresektion
- Vorhandensein eines Verbindungselementes / Geschiebe
- Werkstoff Innen-/ Außenteleskop / Tertiärgerüst: Differenzierung in Cobalt Basis/ Titan/ Goldreduziert/ Hochgold/ Galvano (Feingold)/ Keramik
- Vorhandensein von Verblendungen
- Ausführung der Prothesenbasis: Transversalband/ Lingualbügel/ Skelettierende Verbindung/ Hufeisenförmige Verbindung/ Vollplatte/ Cover-Denture/ Abnehmbare Brücke
- Sattelkonstruktion: Orientierung an der Kennedy Klassifikation (Weber 2010)
- Art der Abstützung: punktförmig/ linear/ triangulär/ quadrangulär/ polygonal

Bezüglich der Nachsorgemaßnahmen und Instandsetzungen wurden folgende Punkte erfasst:

- Pfeilerverluste inklusive Lokalisation und Datum
- Defekte der Verblendung inklusive Lokalisation und Datum
- Erweiterungen und Unterfütterungen inklusive Datum
- Vitalitätsverluste der Pfeilerzähne inklusive Lokalisation und Datum
- Maßnahmen bei Vitalitätsverlust: Wurzelbehandlung ohne Aufbau/ Wurzelbehandlung mit Aufbau/ Wurzelbehandlung mit Stift/ Wurzelstiftkappe mit Locator/ Wurzelstiftkappe mit Kugelkopf/ Implantat/ Implantat mit Locator/ Implantat mit Kugelkopf/ Wurzelspitzenresektion
- Teleskopmodifikationen inklusive Lokalisation und Datum: Friktionserhöhungen und Friktionsreduktionen wurden hierbei zusammengefasst.

- Veränderungen der Primär- und Sekundärteleskope inklusive Lokalisation und Datum: Einteilung der Veränderung in unversehrt/ Retentionsverlust/ Korrosion/ Perforation
- Veränderung der Prothesenbasis inklusive Datum: Differenzierung der Veränderung in unversehrt/ Erweiterung/ Prothesenbruch/ Korrosion

3.3 Datenerhebung

Die Dokumentation erfolgte via Microsoft Excel und wurde tabellarisch zusammengefasst. Bei der Aufbereitung der erfassten Daten wurden teilweise Parameter in Gruppen zusammengefasst, um verschiedene Vergleiche anstellen zu können:

Pfeilerzahlen wurden in Gruppen kategorisiert, um besser beurteilen zu können, ob eine geringe Restbezahnung negativen Einfluss auf die Langlebigkeit einer Prothese hat. Zum einen wurde ein Vergleich zwischen Patienten mit einem Pfeiler gegenüber Patienten mit 2 bis 3 Pfeilern, sowie 4 bis 8 Pfeilern pro Kiefer beim Einsetzen der Prothese gezogen. Im Hinblick auf das Patientenalter wurde zwischen Patienten über- beziehungsweise unter 65 Jahren differenziert.

Hinsichtlich der Pfeilerposition wurden weitere Vergleiche angestellt, orientiert am FDI-Zahnschema (Leatherman 1970). Eingeteilt wurde absteigend nach Wurzeloberfläche in Molaren, Eckzähne, Prämolaren, Oberkiefer 1er, Oberkiefer 2er und Unterkiefer Front zur Überprüfung der Pfeilerverluste, um eine übersichtlichere Differenzierbarkeit zu schaffen. Darüber hinaus wurden Pfeilerpositionen bezogen auf Versorgungsverluste zusätzlich in nur Eckzähne, nur Molaren, nur Prämolaren, Eckzähne und/oder Molaren und/oder Prämolaren, Frontzähne und mindestens eine der 3 anderen Pfeilerpositionen (Eckzähne/Molaren/Prämolaren), sowie nur Frontzähne eingeteilt.

Der Zustand der Teleskoppfeiler wurde differenziert in unversehrte beziehungsweise ein- und mehrflächig gefüllte Zähne, wurzelbehandelte Zähne und Wurzelstiftzähne. Wurzelbehandelte Eckzähne wurden darüber hinaus gesondert untersucht. Des Weiteren wurde zur Beurteilung der Werkstoffqualität ein Vergleich zwischen den verschiedenen Reibungspaaren der Innen- und

Außenteleskope gezogen. Hierbei wurde differenziert zwischen Nichtedelmetallen in Kombination mit Edelmetallen, 2 Edelmetallen, sowie einem Edelmetall und galvanoplastisch abgeschiedenem Feingold. Zu Edelmetallen wurden hierzu sowohl goldreduzierte als auch hochgoldhaltige Legierungen berücksichtigt, zu Nichtedelmetallen Cobalt-Basis-Legierungen.

Um den Einfluss der Prothesenbasis auf den Erfolg der prothetischen Versorgung zu untersuchen, wurde zwischen Cover-Denture-Prothesen, abnehmbaren Brücken, sowie anderen Konstruktionen unterschieden. Andere Konstruktionen waren Prothesen, die einen Verbinder beinhalteten. Zu diesen Versorgungsmöglichkeiten zählten in der Studie sowohl teilweise gaumenbedeckende Prothesen, als auch Prothesen, welche einen Sublingualbügel enthielten. Eine weitere Fragestellung, die mit in die statistische Auswertung einfluss, war die Art der Sattelkonstruktion. Hierbei wurden jeweils alle Formen von bilateral verkürzten Zahnreihen, im Vergleich zu unilateral verkürzten Zahnreihen, sowie allen anderen Formen von Lückengebissen orientiert an den Kennedy Klassifikationen hinzugezogen (Weber 2010). Weiterführend wurde auf die Art der Abstützung eingegangen. Polygonale- und quadranguläre Abstützungen wurden in einer Gruppe zusammengefasst, tertiäre-, lineare- und punktförmige Abstützungen wurden jeweils einzeln gegenübergestellt.

Auch auf die individuelle Mundhygiene sollte anhand von dokumentierten Mundhygieneindices eingegangen werden. Die in der Uniklinik Düsseldorf üblichen Erhebungen des Quigley-Hein-Plaque-Index (QHI) (Quigley und Hein 1962) sowie des Papillen-Blutungs-Index (PBI) (Saxer und Muhlemann 1975) dienten hierzu. Für den QHI wird eine Mira-2-Ton® Plauefärbelösung (Hager Werken) mittels Watte-Pellet auf die Zähne appliziert, um anschließend die Größe der Plaueansammlung zu dokumentieren. Für den PBI wird mittels Parodontalsonde der Sulcus ausgestrichen und anschließend der Blutungsgrad beurteilt. Je höher die jeweiligen Indices, desto schlechter die individuelle Mundhygiene des Patienten. Dabei wurde die Mundhygiene bei Patienten, die einen Durchschnitt von mehr als 2,0 in einer der jeweiligen Kategorien erreichten, als schlecht beurteilt. Werte darunter wurden als mindestens durchschnittlich bewertet, Werte kleiner beziehungsweise gleich 1,0 wurden als gut bewertet. Hierbei wurden 2 Kategorisierungen vorgenommen. Zum einen wurden gute bis

durchschnittliche Werte schlechten gegenübergestellt, zum anderen wurde ein Extremvergleich zwischen guter und schlechter Mundhygiene angestellt.

Bei der Einteilung nach Pfeilerart wurde hinsichtlich der Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler zwischen natürlichen und implantatgetragenen Pfeilern unterschieden, bezogen auf den Versorgungsverlust zusätzlich Kombinationsarbeiten aus natürlichen und implantatgetragenen Pfeilern hinzugezogen. Außerdem wurden bei Veränderungen der Primär- beziehungsweise Sekundärteleskope lediglich zwischen „unversehrt“ und „Retentionsverlust“ unterschieden, da die Fallzahlen für Korrosionen und Perforationen der Teleskope vernachlässigbar gering waren. Abschließend sollte geklärt werden, ob alle dokumentierten Variablen einen Einfluss auf die Anzahl und Lebensdauer der Pfeilerzähne und die Lebensdauer des Zahnersatzes haben.

Verschiedene Einflussgrößen wurden statistisch ausgewertet. Überlebenskurven nach Kaplan Meier wurden zur Bestimmung der Überlebensdauer von Teleskopprothesen und Teleskop-Pfeilerzähnen berechnet. Die Einflussgrößen auf die Versagenswahrscheinlichkeit wurden miteinander verglichen, gewichtet und mögliche Abhängigkeiten aufgezeigt.

3.4 Methoden der statistischen Analytik

Nach dem Einpflegen der Daten in Excel erfolgte die statistische Auswertung unter Anleitung eines Statistikers (Medizinstatistiker/ Biometriker, Nottuln) und kontinuierlichem Austausch zwischen Frau Dr. Diedrichs und Stefan Reinhold. Sämtliche Berechnungen wurden mit der Statistik-Systemsoftware IBM SPSS Statistics Premium, release 24.0, ausgeführt.

Alle Berechnungen zur Verweildauer einzelner Pfeiler und der Gesamtversorgungen wurden fallbezogen durchgeführt. Teilweise wurden mehrere Versorgungen pro Patienten mit in die Studie einbezogen. Diese Versorgungen wurden entweder gleichzeitig eingesetzt (Ober- und Unterkiefer), oder zu verschiedenen Zeitpunkten, wie zum Beispiel bei Neuherstellungen nicht mehr funktionstüchtiger Teleskopversorgungen.

Alle Dokumentationen wurden bezüglich der Überlebenswahrscheinlichkeit hinsichtlich „Verlust der Versorgung“, sowie den Versorgungsverlust unter diversen Einflussfaktoren und Schadensereignissen ausgewertet. Des Weiteren wurden Überlebenswahrscheinlichkeiten hinsichtlich „Verlust der einzelnen Pfeiler“, sowie den Pfeilverlust unter dem Einfluss diverser Risikofaktoren beziehungsweise Schadensereignisse berechnet.

Diese Auswertungen wurden mit Hilfe von Kaplan-Meier-Analysen durchgeführt, da viele zensierte Überlebenszeiten mit in die Studie einfließen, die aufgrund von unregelmäßigen bis hin zu nicht vorhandenen Recall-Intervallen zustande kamen. Dies hängt vor allem damit zusammen, dass Patienten nicht explizit zum Zwecke dieser Studie untersucht wurden. Zensierte Überlebenszeiten finden Anwendung, wenn das Endereignis am Stichtag der Auswertung noch nicht eingetreten ist; in dieser Studie ist das Endereignis der Versorgungsbeziehungsweise Pfeilverlust. Der Startzeitpunkt ist sowohl für Pfeiler- als auch Versorgungsverlust immer die Insertion der prothetischen Versorgung. Kaplan-Meier-Analysen dienen unter anderem zur Feststellung der Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Versorgungsverlust beziehungsweise Pfeilverlust generell, sowie für den Verlust der Versorgung beziehungsweise Pfeilverlust bei diversen Versorgungs- oder Pfeilereigenschaften und Schadensereignissen (Ziegler et al. 2007). Hierbei wird die Wahrscheinlichkeit geschätzt, mit welcher ein bestimmtes Ereignis innerhalb eines bestimmten Zeitraumes nicht eintritt. Es handelt sich um eine nicht parametrische Schätzung der Überlebensfunktion für eine Ereigniszeitanalyse. Frequenzen von Schadensereignissen und somit Überlebenswahrscheinlichkeiten für bestimmte Beobachtungszeiträume (hier: $p(\ddot{U}) = 2$, $p(\ddot{U}) = 5$, $p(\ddot{U}) = 10$ und $p(\ddot{U}) = 15$ Jahre) können somit ermittelt werden. In den hier ausgewerteten Kaplan-Meier-Analysen entspricht die Überlebenszeit der ereignisfreien Zeit.

Mit Hilfe von nicht-parametrischen Log-Rank-Tests, die zum Vergleich von Überlebensraten in mehreren unverbundenen Stichproben dienen, wurde der Unterschied der Überlebensverteilungen zwischen den Kategorien der einzelnen Einflussfaktoren beziehungsweise Schadensereignissen überprüft, um die Signifikanzen der einzelnen Kategorien bezogen auf die Überlebensdauer besser wiedergeben zu können (Ziegler et al. 2007). Hierzu wird die gesamte Beobachtungszeit und nicht nur ein bestimmter Zeitraum betrachtet. Als

Statusvariablen wurden auch hier sowohl Versorgungsverlust als auch Pfeilverlust hinzugezogen. Für die Berechnung der Signifikanzen der verschiedenen Kategorien wurde der p-Wert ermittelt. Dieser Wert wird als Irrtumswahrscheinlichkeit bezeichnet. Der p-Wert beschreibt inwieweit ein Ergebnis einer statistischen Analyse sich vom tatsächlichen Ergebnis der empirischen Grundgesamtheit unterscheidet und wird in Zahlen ausgedrückt. Bei der Erfassung der Signifikanz wurde zwischen ts = tendenziell signifikant ($p \leq 0.10$; die Irrtumswahrscheinlichkeit ist kleiner gleich 10%), * signifikant ($p \leq 0.05$; die Irrtumswahrscheinlichkeit ist kleiner gleich 5%), ** sehr signifikant ($p \leq 0.01$; die Irrtumswahrscheinlichkeit ist kleiner gleich 1 %) und *** hoch signifikant ($p \leq 0.001$; die Irrtumswahrscheinlichkeit ist kleiner gleich 1 ‰) unterschieden. Die p-Werte befinden sich hierbei immer zwischen 0 und 1.

Zur Auswertung der Überlebenszeiten der jeweiligen Prothesen für einzelne Kategorien wurden mediane Überlebenszeiten in den Kategorien der Einflussfaktoren beziehungsweise Schadensereignisse berechnet. Hierbei wurde der Zeitpunkt ermittelt, zu der die Hälfte der Patienten ein Ereignis erlitten haben.

Statistisch wurde zudem durch Chi-Quadrat-Tests beziehungsweise Kreuztabellenanalysen der Zusammenhang zwischen den Altersklassen „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und diversen Versorgungsmerkmalen und Schadensereignissen überprüft, um übersichtlichere Analysen zum Versorgungs- und Schadensprofil der Senior-Patienten anstellen zu können (Kuckartz et al. 2010). Der Chi-Quadrat Test macht eine Aussage darüber, ob die beobachteten Häufigkeiten signifikant von denen abweichen, die man erwarten würde. Hierbei wird überprüft, ob bestimmte Variablen stochastisch unabhängig voneinander sind, beziehungsweise ob ein Zusammenhang zwischen ihnen besteht. Die gegenübergestellten kategorischen Variablen wurden durch eine Kreuztabelle dargestellt. Zudem wurden diverse Chi-Quadrat basierte Kontingenzanalysen angestellt, um den Zusammenhang zwischen kategorialen Daten zu bestimmen. Hierbei werden erwartete Häufigkeiten mit beobachteten Häufigkeiten verglichen. Ein potenzieller statistisch signifikanter Zusammenhang wurde in den Kontingenztabelle aufzeigt.

Cramer's V ist ein Kontingenzkoeffizient und gibt das Maß der Effektstärke für Chi-Quadrat-Tests wieder. Es erläutert den statistischen Zusammenhang zwischen 2 nominalskalierten Variablen und dient als Maßzahl für die Stärke des Zusammenhangs zwischen diesen Variablen. Phi ist ein Zusammenhangsmaß für 2 Variablen, die jeweils nur 2 Ausprägungen haben und eine Normierung des Chi-Quadrates.

Darüber hinaus wurden Kruskal-Wallis-H-Tests und Mediantests zwischen den verschiedenen Versorgungsarten (Ausführung der Prothesenbasis) bezüglich der durchschnittlichen Pfeileranzahl durchgeführt (Vargha und Delaney 1998). Der Kruskal-Wallis-Test, auch „H-Test“ genannt, ist ein Test zur Diagnostik, ob sich die zentralen Tendenzen mehrerer unabhängiger Stichproben unterscheiden, wenn Voraussetzungen für eine Varianzanalyse nicht erfüllt sind. Der Mediantest wiederum ist ein verteilungsfreier Test, der 2 oder mehr unabhängige Stichproben vergleicht. Die Stichproben werden dahingehend untersucht, ob sie aus Grundgesamtheiten mit gleichem Median stammen.

Zudem wurde eine schrittweise Cox-Regression mit jenen Kovariablen der Studie, die sich in den Log-Rank-Tests nach der Kaplan-Meier-Analyse als signifikant erwiesen haben, unternommen (Ziegler et al. 2007). Signifikante Prädiktoren der zensierten Überlebenszeit bei Pfeilverlust sowie bei Versorgungsverlust wurden hierbei errechnet. Es handelt sich bei der Cox-Regression um ein regressionsanalytisches Verfahren, welches der Gestaltung von Überlebenszeiten dient. Dabei wird die Dauer bis zum Eintreten eines Ereignisses, abhängig von bestimmten Variablen, geschätzt. Bei der Regressionsanalyse werden eine abhängige und eine oder mehrere unabhängige Variablen gegenübergestellt und hierbei die Prognose der abhängigen Variablen in Bezug zu den unabhängigen Variablen errechnet. Somit wird eine quantitative Beschreibung von Zusammenhängen geschaffen. Zudem wird der Einfluss unabhängiger Variablen auf die Gesamtdauer, bis ein bestimmtes Ereignis eingetreten ist, geschätzt und das Verhalten der Ausfallraten in Abhängigkeit von äußeren Einflüssen dargestellt. Ziel ist es, die Wahrscheinlichkeit zu errechnen, mit der ein Ereignis zu einer gegebenen Zeit für die vorgegebenen Werte der Prädiktorvariablen aufgetreten ist.

Der Hazard Ratio (Exponent B) schätzt die Einflussgröße einer Variablen auf

die Überlebenszeit. Somit wird nicht die Überlebenszeit selbst vorhergesagt, sondern der Einfluss bestimmter Variablen auf einen als identisch angenommenen Baseline-Hazard. Der Hazard berechnet die Wahrscheinlichkeit, dass innerhalb eines fest definierten Beobachtungsintervalls ein Ereignis eintritt. Der Hazard Ratio bildet dabei den Quotienten aus den Hazards von 2 Gruppen und vergleicht deren Überlebenszeiten miteinander. Je höher der Exponent (B) Wert, desto höher die Chance ein Verlustereignis zu erleben. Das Konfidenzintervall für Exponent (B) gibt die Lageschätzung eines Parameters an. Hierbei handelt es sich um den Bereich, der bei unendlicher Wiederholung eines Zufallsexperimentes mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit die wahre Lage des Parameters einschließt. Das Konfidenzintervall gibt an, dass sich mit 95% Wahrscheinlichkeit die Hazard Ratio in dem entsprechenden Bereich befindet.

Die Kovariable B ist der Regressionskoeffizient. Sie misst den Einfluss einer Variablen in einer Regressionsgleichung und ist das Ergebnis der Cox-Regression. Sie ist außerdem der Parameter, der als Teil einer Exponentialfunktion, Exponent B errechnet. SE bezeichnet den Standardfehler und dient als Streuungsmaß für eine Schätzfunktion. Hierbei wird die mittlere Abweichung des aus einer Stichprobe errechneten Mittelwerts von dem tatsächlichen Mittelwert der Grundgesamtheit dargestellt. Der Wald Test ist eine Methode um herauszufinden, ob erklärende Variablen in einem Modell signifikant sind. Der Test gibt zudem an, welche Variablen den stärksten Einfluss haben. Je höher der Wert, desto stärker der Einfluss dieses Faktors auf das Ereignis (Wald 1943). Freiheitsgrade (df) spiegeln die Anzahl der Beobachtungen minus die Anzahl der berücksichtigten Parameter wieder. Diese Werte können frei verändert werden, ohne dass ein betrachteter Parameter verändert wird.

4 Ergebnisse

4.1 Gesamtverteilungen

In die Auswertung flossen insgesamt $n = 329$ Patienten mit $n = 464$ Prothesen mit ein, die sich auf $n = 1566$ Pfeilern stützten.

4.1.1 Altersverteilung

Das Patientenalter zum Eingliederungszeitpunkt der prothetischen Versorgung ist das in dieser Studie berücksichtigte Patientenalter. Dementsprechend ergibt es sich aus der Differenz zwischen Geburtstag und Eingliederungstag. Relevant war in der vorliegenden Studie die Anzahl der unter- beziehungsweise über 65-Jährigen zum Eingliederungszeitpunkt. Hierbei wurden insgesamt $n = 189$ Versorgungen bei unter 65-Jährigen eingegliedert (40,7%) und $n = 275$ bei älteren Patienten (59,3%).

4.1.2 Geschlechtsverteilung

Der Anteil der teleskopierenden Prothesen, die bei weiblichen Patienten inkorporiert wurden, lag bei $n = 270$ gegenüber $n = 194$ Versorgungen, die bei Männern inkorporiert wurden. Das ergibt einen Anteil von 58,2% der Gesamtversorgungen bei Frauen und 41,8% bei Männern.

4.1.3 Kieferverteilung

Die Verteilung zwischen Ober- und Unterkiefer war relativ ausgeglichen. Mit $n = 237$ der Gesamtversorgungen (51,1%) war der Oberkiefer insignifikant häufiger vertreten als der Unterkiefer ($n = 227$ Versorgungen; 48,9%).

4.2 Beobachtungsdauer der Studie

Die Teleskopprothesen wurden im Zeitraum vom 23.11.1984 bis 03.02.2015 in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik in der Westdeutschen Kieferklinik der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf angefertigt und eingesetzt. Der Untersuchungszeitpunkt erstreckte sich vom 01.01.2004 bis zum 31.12.2015. Untersucht wurden also all diejenigen Versorgungen, die bei Patienten eingesetzt wurden, welche innerhalb dieses Zeitraums mindestens einmal vorstellig waren und zuvor oder währenddessen mit Teleskopprothesen versorgt wurden. Hierbei lag die kürzeste Beobachtungsdauer bei 0 Tagen, da bei insgesamt 9 prothetischen Restaurationen Patienten nach Insertion der Versorgung nicht mehr vorstellig wurden. Die längste Beobachtungsdauer erstreckte sich bei einem Fall über einen Zeitraum von 9891 Tagen (27,1 Jahre), die durchschnittliche Beobachtungsdauer der insgesamt $n = 464$ Prothesen betrug 1699 Tage (4,7 Jahre), die mediane Beobachtungsdauer lag bei 1286 Tagen (3,5 Jahre).

4.3 Versorgungsverluste unter diversen Einflussfaktoren

Tabelle 1: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
Versorgungsverlust	464	88	376	81,0	0.953	0.879	0.683	0.384

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Wie in Tabelle 1 zu erkennen, standen einem Verlust von $n = 88$ Versorgungen (19,0%) $n = 376$ zensierte Fälle (81,0%) über den gesamten Beobachtungszeitraum (01.01.2004 bis 31.12.2015) gegenüber. Die Überlebenswahrscheinlichkeit für den Erhalt der Versorgungen lag nach 2 Jahren bei 95,3%, nach 5 Jahren bei 87,9%, nach 10 Jahren bei 68,3% und nach 15 Jahren bei 38,4%.

Tabelle 2: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Kiefer

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Kiefer</i>	464	88	376	81,0				
Ober-	237	51	186	78,5	0.952	0.875	0.624	0.346
Unter-	227	37	190	83,7	0.955	0.883	0.754	0.424

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Der Unterkiefer schnitt laut Tabelle 2 tendenziell etwas besser ab als der Oberkiefer (16,3% vs. 21,5% Schadensereignisse). Die größten Unterschiede waren nach 10 Jahren zu erkennen (p(Ü) 10 Jahre Unterkiefer = 75,4% vs. p(Ü) 10 Jahre Oberkiefer = 62,4%).

Tabelle 3: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Pfeilerart

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Pfeilerart</i>	439	88	351	80,0				
natürlich	426	88	338	79,3	0.949	0.869	0.667	0.374
Implantat getragen	13	0	13	100,0	1.000	1.000	-	-

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Wie in Tabelle 3 zu sehen, gingen keine implantatgetragenen Versorgungen über den gesamten Beobachtungszeitraum verloren. Die Fallzahl lag hierbei bei n = 13. Der Unterschied zu auf natürlichen Zähnen gestützten Teleskoparbeiten (n = 426 Versorgungen) lag bei 20,7 Prozentpunkten. Die Überlebenswahrscheinlichkeit für implantatgetragene Versorgungen lag nach 5 Jahren bei 100%, bei auf natürlichen Zähnen gestützten Prothesen bei 86,9%.

Folgende Tabelle 4 differenziert zusätzlich in kombiniert natürlich- und implantatgetragene Versorgungen:

Tabelle 4: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Pfeilerart (2)

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Pfeilerart (2)</i>	464	88	376	81,0				
natürlich	426	88	338	79,3	0.949	0.869	0.667	0.374
natürlich + Implantat getragen	25	0	25	100,0	1.000	1.000	-	-
Implantat getragen	13	0	13	100,0	1.000	1.000	-	-

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Auch Kombinationsarbeiten aus natürlichen- und implantatgetragenen Pfeilern erlitten keinen einzigen Versorgungsverlust. Wenn man rein implantatgetragene Arbeiten hinzunimmt, ergibt sich eine Gesamtfallzahl von n = 38 der in der Studie untersuchten Versorgungen, die allesamt über den gesamten Beobachtungszeitraum nicht verloren gingen. Folglich lag auch hier die Überlebenswahrscheinlichkeit für Kombinationsarbeiten aus natürlichen- und implantatgetragenen Pfeilern nach 5 Jahren bei 100%.

Tabelle 5 vergleicht die Regelmäßigkeiten der Recall-Intervalle bei Patienten, denen auf natürlichen Pfeilerzähnen abgestützte, implantatgetragene und kombiniert natürliche- und implantatgetragene Teleskopversorgungen inseriert wurden:

Tabelle 5: Kontingenz zwischen Pfeilerart und Einhaltung der Recall-Intervalle

Einhaltung Statistik Recall		Pfeilerart			Gesamt
		natürlich	kombiniert	implantatgetragene	
nein	Anzahl	336	15	7	358
	Prozent	78.9%	60.0%	53.8%	77.2%
ja	Anzahl	90	10	6	106
	Prozent	21.1%	40.0%	46.2%	22.8%
Gesamt	Anzahl	426	25	13	464
	Prozent	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Chi-Quadrat-Test: Chi-Quadrat = 8.895*; df = 2; p = 0.012; Cramer's V = 0.14

* = signifikant ($p \leq 0.05$)

Patienten, die einen Zahnersatz auf ausschließlich natürlichen Zähnen trugen, erschienen signifikant ($p < 0,05$) deutlich unregelmäßiger zu Kontrolluntersuchungen (21,1%) als Patienten mit kombinierten (40%), beziehungsweise rein implantatgetragenen Versorgungungen (46,2%).

Tabelle 6: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Verbindungselement/ Geschiebe

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Verbindungselement/ Geschiebe</i>	405	79	326	80,5				
nein	381	73	308	80,8	0.954	0.875	0.692	0.378
ja	24	6	18	75,0	1.000	0.859	0.737	0.737

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Wie in Tabelle 6 beschrieben, waren Versorgungungen mit Verbindungselementen beziehungsweise Geschieben solchen ohne überlegen. Hierbei standen 25,0% Verluste lediglich 19,2% Verluste gegenüber. Nach 15 Jahren waren die Diskrepanzen für die Überlebenswahrscheinlichkeit am stärksten ausgeprägt

(p(Ü) Versorgungen ohne Verbindungselemente/ Geschiebe = 37,8% vs. Versorgungen mit Verbindungselementen/ Geschiebe = 73,7%).

Tabelle 7: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Werkstoffe (Reibungspaare)

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Reibungspaare</i>	418	75	343	82,1				
Edel + Edel	295	57	238	80,7	0.964	0.886	0.648	0.287
Nicht-Edel + Edel	85	16	69	81,2	0.912	0.862	0.811	0.639
Galvano (Außen)	38	2	36	94,7	1.000	0.960	0.960	0.480

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Es ist in Tabelle 7 ersichtlich, dass homogene Reibungspaare (Galvano (Außen) und Edel + Edel) einen etwas besseren Langzeiterfolg aufwiesen als heterogene Reibungspaare (Nicht-Edel + Edel). Während es bei Galvano-Galvano-Legierungen bei einer Fallzahl von $n = 38$ zu lediglich 5,3% Schadensfällen kam, wiesen Edelmetall-Edelmetall-Legierungen mit 19,3% Pfeilerverlusten bei $n = 295$ Versorgungen eine etwas höhere Schadensrate auf als Nicht-Edelmetall-Edelmetalllegierungen (18,8% bei $n = 85$). Während innerhalb der ersten 5 Jahre homogene Reibungspaare etwas besser abschnitten (p(Ü) Galvano (Außen) = 0,960 vs. p(Ü) Edel + Edel = 0,886 vs. p(Ü) Nicht-Edel + Edel = 0,862), war die Überlebenswahrscheinlichkeit nach 15 Jahren für heterogene Reibungspaare am besten (Nicht-Edel + Edel = 63,9% vs. Galvano (Außen) = 48,0% vs. Edel + Edel = 28,7%).

Tabelle 8: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Prothesenbasis

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Prothesenbasis</i>	295	54	241	81,7				
Cover Denture	103	28	75	72,8	0.848	0.602	0.345	0.172
Brücke abnehmbar	25	5	20	80,0	0.955	0.848	0.848	0.706
andere	167	21	146	87,4	0.984	0.960	0.842	0.428

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Tabelle 8 belegt: Cover Denture Prothesen hatten die geringste Lebensdauer. 27,2% Verluste hatten diese zu verzeichnen, wohingegen abnehmbare Brücken nur 20%, andere Konstruktionen mit Verbinder sogar nur 12,6% Verluste hinnehmen mussten. Die Überlebenswahrscheinlichkeiten zeigten, dass nach 5 Jahren schon Unterschiede zwischen Cover-Denture-Prothesen und den anderen beiden Kategorien auftraten (p(Ü) Cover-Denture = 0,602 vs. p(Ü) Brücke abnehmbar = 0,848 vs. p(Ü) andere = 0,842), nach 15 Jahren war der Unterschied noch höher, wobei abnehmbare Brücken hier anderen Konstruktionen auch deutlich überlegen waren (Cover-Denture p(Ü) = 0,172 vs. andere p(Ü) = 0,428 vs. Brücke abnehmbar = 0,706).

Tabelle 9 vergleicht die Anzahl der Prothesenpfeiler in Bezug auf die Prothesenbasen:

Tabelle 9: Kontingenz zwischen Art der Prothesenbasis und Pfeileranzahl (Kategorien)

Anzahl der Pfeiler	Statistik	Prothesenbasis			Gesamt
		Cover-Denture	Brücke abnehmbar	andere	
1	Anzahl	25	0	5	30
	Prozent	24.3%	0.0%	3.0%	10.2%
2 - 3	Anzahl	59	2	85	146
	Prozent	57.3%	8.0%	50.9%	49.5%
4 - 8	Anzahl	19	23	77	119
	Prozent	18.4%	92.0%	46.1%	40.3%
Gesamt	Anzahl	103	25	167	295
	Prozent	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Chi-Quadrat-Test: Chi-Quadrat = 71.322***; df = 4; p < 0.001; Cramer's V = 0.35
 *** = hoch signifikant (p ≤ 0.001)

Während Cover-Denture-Prothesen vor allem zwischen einem und 3 Teleskopen Anwendung fanden (81,6%), wurde bei steigender Pfeilerzahl zu Prothesen mit Verbindern gegriffen (50,9% bei 2 bis 3 Pfeilern und 46,1% bei 4 bis 8 Pfeilern), wiederum steigende Pfeilerzahlen führten zur Ausführung einer abnehmbaren Brücke (92 % bei 4 bis 8 Pfeilern). Dies konnte mit hoher Signifikanz belegt werden (p < 0,001).

Tabelle 10 unterstreicht die unterschiedlichen Anwendungsgebiete der verschiedenen Prothesenbasen:

Tabelle 10: Deskriptive Statistiken für die Pfeileranzahl bei verschiedenen Ausführungen der Prothesenbasis

Statistik	Prothesenbasis		
	Cover-Denture	Brücke abnehmbar	andere
Median	2	6	3
Quartilabstand	1	3	1
Minimum	1	2	1
Maximum	6	8	6

N = 295; Kruskal-Wallis-Test: Kruskal-Wallis H = 78,648***; df = 2; p < 0.001
 Mediantest: Chi-Quadrat (X²) = 50,545***; df = 2; p < 0.001

Es handelt sich hierbei um das Ergebnis des Kruskal-Wallis-H-Testes und des Mediantests zwischen den verschiedenen Versorgungsarten (Ausführung der Prothesenbasis) bezüglich der durchschnittlichen Pfeileranzahl. Es wurde hoch signifikant belegt (p < 0,001), dass die Auswahl der Prothesenbasen stark mit der vorhandenen Stützpfeilerzahl korrelierte. Bei wenig Restzahnbestand kamen Cover-Denture-Prothesen zum Einsatz, mit steigender Pfeilerzahl wurden andere Versorgungsformen mit Modellguss gewählt, wiederum steigende Pfeilerzahlen führten zu der Anwendung von abnehmbaren Brücken.

Tabelle 11: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Sattelkonstruktion

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Sattelkonstruktion</i>	464	88	376	81,0				
bilateral verkürzte Zahnreihe	311	61	250	80,4	0.945	0.851	0.604	0.278
unilateral verkürzte Zahnreihe	105	19	86	81,9	0.977	0.960	0.802	0.490
Rest (Kennedy- Klasse III+IV)	48	8	40	83,3	0.948	0.851	0.851	0.681

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Tabelle 11 belegt, dass die „restlichen“ Kennedy-Klassen mit 16,7% die geringsten Schadensquoten hatten, gefolgt von unilateral verkürzten Zahnreihen (18,1%) sowie bilateral verkürzten Zahnreihen (19,6%). Die

Überlebenswahrscheinlichkeiten waren in den ersten 5 Jahren in etwa gleich, erst nach 10 Jahren fielen bilateral verkürzte Zahnreihen ab ($p(\ddot{U}) = 60,4\%$). Die anderen beiden Kategorien hatten ähnliche Ergebnisse (unilateral verkürzte Zahnreihe $p(\ddot{U}) = 80,2\%$; Rest = 85,1%). Nach 15 Jahren gab es große Unterschiede zwischen allen Kategorien. Während bilateral verkürzte Zahnreihen eine Überlebenswahrscheinlichkeit von lediglich 27,8% aufwiesen, erzielten unilateral verkürzte Zahnreihen 49,0%, die restlichen Kennedy-Klassifikationen sogar 68,1%.

Tabelle 12: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Abstützung

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	$p(\ddot{U})$ 2 Jahre	$p(\ddot{U})$ 5 Jahre	$p(\ddot{U})$ 10 Jahre	$p(\ddot{U})$ 15 Jahre
<i>Abstützung</i>	464	88	376	81,0				
quadrangulär + polygonal	185	28	157	84,9	0.980	0.942	0.837	0.570
triangulär	148	20	128	86,5	0.973	0.953	0.694	0.288
linear	99	27	72	72,7	0.931	0.782	0.437	0.109
punktförmig	32	13	19	59,4	0.715	0.251	0.126	-

$p(\ddot{U})$ = Überlebenswahrscheinlichkeit

Wie in Tabelle 12 ersichtlich, nahm die Größe des Abstützungsfeldes Einfluss auf die langfristige Haltbarkeit einer prothetischen Versorgung. Auch wenn trianguläre Abstützungsfelder (13,5% Verluste) etwas besser abschnitten als quadrangulär beziehungsweise polygonale Abstützungen (15,1% Verluste), erkennt man doch klare Unterschiede. Vergleicht man nämlich hierzu lineare (27,3% Verluste) und punktförmige (40,6% Verluste) Abstützungen, so nahm die Verlustquote im Verhältnis zu kleineren Abstützungsfeldern klar zu. Schon nach 5 Jahren gab es große Unterschiede in den Überlebenswahrscheinlichkeiten: Während quadranguläre und polygonale sowie trianguläre Abstützungen sehr gut abschnitten ($p(\ddot{U}) = 94,2\%$ und $p(\ddot{U}) = 95,3\%$), fielen lineare Abstützungen schon etwas ab ($p(\ddot{U}) = 78,2\%$), punktförmige Abstützungen hatten schon zu diesem Zeitpunkt eine sehr schlechte Prognose ($p(\ddot{U}) = 25,1\%$). Nach 15 Jahren ergab sich für punktförmige Abstützungen eine nicht zu verzeichnende Überlebenswahrscheinlichkeit, lineare Abstützungen hatten eine Prognose von

lediglich 10,9%. Selbst trianguläre Abstützungen ($p(\ddot{U}) = 28,8\%$) unterlagen deutlich quadrangulären und polygonalen Abstützungen ($p(\ddot{U}) = 57,0\%$).

Tabelle 13: Kontingenz zwischen Vitalitätsverlust bei Pfeilerzähnen und Verlust der prothetischen Versorgung

Versorgungs- verlust	Statistik	Vitalitätsverlust Pfeilerzahn		Gesamt
		nein	ja	
nein	Anzahl	290	86	376
	Prozent	86.1%	67.7%	81.0%
ja	Anzahl	47	41	88
	Prozent	13.9%	32.3%	19.0%
Gesamt	Anzahl	337	127	464
	Prozent	100.0%	100.0%	100.0%

Chi-Quadrat-Test: Chi-Quadrat = 20.180***; df = 1; $p < 0.001$; Phi = 0.21
 *** = hoch signifikant ($p \leq 0.001$)

Tabelle 13 stellt die Versorgungen mit Vitalitätsverlusten einzelner Pfeilerzähne denen gegenüber, die keine Vitalitätsverluste erleiden mussten. Während Versorgungen ohne Vitalitätsverluste nur in 13,9% der Fälle verloren gingen, lag der Wert bei Versorgungen mit Vitalitätsverlusten bei 32,9%. Die Ergebnisse wurden durch eine hohe Signifikanz gestützt ($p < 0,001$).

Tabelle 14: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor und Schadensereignis Pfeilverlust

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	$p(\ddot{U})$ 2 Jahre	$p(\ddot{U})$ 5 Jahre	$p(\ddot{U})$ 10 Jahre	$p(\ddot{U})$ 15 Jahre
<i>Pfeilverlust</i>	464	88	376	81,0				
nein	345	24	321	93,0	0.967	0.934	0.851	0.631
ja	119	64	55	46,2	0.923	0.795	0.532	0.237

$p(\ddot{U})$ = Überlebenswahrscheinlichkeit

Wie in Tabelle 14 beschrieben, lag der Anteil der Versorgungsverluste bei Prothesen, die Pfeilverluste erleiden mussten, bei 53,8%, wohingegen Pfeilverlustfreie Prothesen lediglich 7% Verluste hinnehmen mussten. Die größten Unterschiede in der Überlebenswahrscheinlichkeit waren nach 10 bzw.

15 Jahren zu erkennen ($p(\ddot{U})$ 10 Jahre Pfeilverlustfreie Prothesen = 85,1% vs. Prothesen mit Pfeilverlusten = 53,2%, $p(\ddot{U})$ 15 Jahre Pfeilverlustfreie Prothesen = 63,1% vs. Prothesen mit Pfeilverlusten = 23,7%).

Tabelle 15: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor und Schadensereignis Verblendungsdefekt

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	$p(\ddot{U})$ 2 Jahre	$p(\ddot{U})$ 5 Jahre	$p(\ddot{U})$ 10 Jahre	$p(\ddot{U})$ 15 Jahre
<i>Verblendungsdefekt</i>	464	88	376	81,0				
nein	374	73	301	80,5	0.939	0.850	0.624	0.283
ja	90	15	75	83,3	1.000	0.966	0.835	0.595

$p(\ddot{U})$ = Überlebenswahrscheinlichkeit

Tabelle 15 beschreibt den Einfluss von Verblendungsdefekten auf Versorgungsverluste. Mit 19,5% Verlustquote bei nicht vorhandenen Verblendungsdefekten und 16,7% bei Versorgungen mit Verblendungsdefekten gab es hierbei nur marginale Unterschiede. Zähne mit Verblendungsdefekten hatten vor allem nach 10 Jahren ($p(\ddot{U}) = 0,835$ vs. $p(\ddot{U}) = 0,624$ für Versorgungen, bei denen keine Verblendungsdefekte auftraten) beziehungsweise 15 Jahren ($p(\ddot{U}) = 0,595$ vs. $p(\ddot{U}) = 0,283$ für Versorgungen bei denen keine Verblendungsdefekte auftraten) höhere Überlebenswahrscheinlichkeiten.

Tabelle 16: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Erweiterung

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	$p(\ddot{U})$ 2 Jahre	$p(\ddot{U})$ 5 Jahre	$p(\ddot{U})$ 10 Jahre	$p(\ddot{U})$ 15 Jahre
<i>Erweiterung</i>	464	88	376	81,0				
nein	437	75	362	82,8	0.950	0.877	0.702	0.424
ja	27	13	14	51,9	1.000	0.913	0.574	0.144

$p(\ddot{U})$ = Überlebenswahrscheinlichkeit

Tabelle 16 zeigt: Fanden Erweiterungen an den untersuchten Versorgungen statt, kam es in 48,1% der Fälle zu Versorgungsverlusten. War dies nicht der Fall, kam es lediglich in 17,2% der Fälle zu Verlusten. Vor allem nach 15 Jahren gab

es große Unterschiede in den Überlebenswahrscheinlichkeiten. Prothesen, die nicht erweitert wurden lagen hier bei $p(\ddot{U}) = 42,4\%$, erweiterte Prothesen lediglich bei $p(\ddot{U}) = 14,4\%$.

Tabelle 17: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Unterfütterung

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	$p(\ddot{U})$ 2 Jahre	$p(\ddot{U})$ 5 Jahre	$p(\ddot{U})$ 10 Jahre	$p(\ddot{U})$ 15 Jahre
<i>Unterfütterung</i>	464	88	376	81,0				
nein	350	42	308	88,0	0.949	0.910	0.847	0.502
ja	114	46	68	59,6	0.963	0.832	0.496	0.261

$p(\ddot{U})$ = Überlebenswahrscheinlichkeit

Während es bei unterfütterten Prothesen, wie in Tabelle 17 zu sehen, in 40,4% der Fälle zu Versorgungsverlusten kam, lag diese Zahl bei nicht unterfütterten Prothesen nur bei 12%. Hauptunterschiede in der Überlebenswahrscheinlichkeit waren nach 10 Jahren ($p(\ddot{U})$ nicht unterfütterte Prothesen = 84,7% vs. $p(\ddot{U})$ unterfütterte Prothesen = 49,6 %) und 15 Jahren ($p(\ddot{U})$ nicht unterfütterte Prothesen = 50,2% vs. $p(\ddot{U})$ unterfütterte Prothesen = 26,1%) zu erkennen.

Tabelle 18: Kontingenz zwischen parafunktionaler Aktivität und Verlust der prothetischen Versorgung

Versor- gungs- verlust	Statistik	Parafunktionelle Aktivität		Gesamt
		nein	ja	
nein	Anzahl	273	103	376
	Prozent	80.8%	81.7%	81.0%
ja	Anzahl	65	23	88
	Prozent	19.2%	18.3%	19.0%
Gesamt	Anzahl	338	126	464
	Prozent	100.0%	100.0%	100.0%

Chi-Quadrat-Test: Chi-Quadrat = 0.057; df = 1; p = 0.81; Phi = 0.01

In Tabelle 18 sind keine relevanten Unterschiede zu erkennen. Patienten ohne parafunktionelle Aktivitäten erlitten sogar etwas mehr Versorgungsverluste

(19,2%) als Patienten mit parafunktionellen Aktivitäten (18,3%). Zudem gab es hierbei keine signifikante Assoziation ($p = 0,81$).

Tabelle 19: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Einhaltung Recall

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Einhaltung Recall</i>	464	88	376	81,0				
nein	358	62	296	82,7	0.951	0.871	0.720	0.380
ja	106	26	80	75,5	0.960	0.898	0.611	0.437

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

In Tabelle 19 sind geringfügige Unterschiede zu erkennen. Patienten, die regelmäßig zum Recall erschienen, hatten eine etwas höhere Schadensquote (24,5%) als Patienten, die nicht regelmäßig erschienen (17,3%). Die Überlebenswahrscheinlichkeiten unterscheiden sich am stärksten nach 10 Jahren: p(Ü) Nicht Einhaltung Recall = 72,0% vs. p(Ü) Einhaltung Recall = 61,1%.

Tabelle 20: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Mundhygiene

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Mundhygiene</i>	231	45	186	80,5				
gut bis durchschnittlich	178	32	146	82,0	0.955	0.916	0.714	0.410
schlecht	53	13	40	75,5	0.955	0.879	0.750	0.328
<i>Mundhygiene Extremvergleich</i>	99	25	74	74,7				
gut	46	12	34	73,9	0.924	0.891	0.748	0.374
schlecht	53	13	40	75,5	0.955	0.879	0.750	0.328

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Auch wenn die Unterschiede in Tabelle 20 nur marginal sind, schnitten Versorgungen bei Patienten mit schlechter Mundhygiene besser ab (24,5% Schadensfälle) als diejenigen, die eine gute Mundhygiene aufwiesen (26,1% Schadensfälle). Stellt man jedoch gute bis durchschnittliche Mundhygiene

schlechter gegenüber, fiel der Unterschied wesentlich deutlicher zugunsten der besseren Mundhygiene aus (18% vs. 24,5% Schadensfälle). Es gab lediglich n = 46 Versorgungen bei Patienten mit guter Mundhygiene und n = 53 bei Patienten mit schlechter Mundhygiene, jedoch n = 178 Prothesen bei Patienten mit guter bis durchschnittlicher Mundhygiene. Bei den Überlebenswahrscheinlichkeiten gab es keine nennenswerten Unterschiede zwischen den jeweiligen Kategorien.

Tabelle 21: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Parodontitisbehandlung

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Parodontitisbehand- lung</i>	464	88	376	81,0				
nein	233	43	190	81,5	0.935	0.820	0.643	0.272
ja	231	45	186	80,5	0.969	0.924	0.713	0.445

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Wie in Tabelle 21 zu sehen, lagen die Unterschiede zwischen beiden Gruppen lediglich bei einem Prozentpunkt zugunsten der Patienten, die keine Parodontitisbehandlung hatten (18,5% Schadensfälle vs. 19,5% Schadensfälle). Bei den Überlebenswahrscheinlichkeiten gab es die größten Unterschiede nach 15 Jahren (p(Ü) keine Parodontitisbehandlung = 27,2% vs. p(Ü) Parodontitisbehandlung = 44,5%).

Folgende Tabelle 22 vergleicht die Regelmäßigkeiten der Recall-Intervalle bei Patienten, die in fortlaufender Parodontitis Therapie waren mit denjenigen, die nicht in Parodontitisbehandlung in der Westdeutschen Kieferklinik waren:

Tabelle 22: Kontingenz zwischen Parodontitisbehandlung und Einhaltung der Recall-Intervalle

Einhaltung Statistik Recall		Parodontitis- behandlung		Gesamt
		nein	ja	
nein	Anzahl	197	161	358
	Prozent	84.5%	69.7%	77.2%
ja	Anzahl	36	70	106
	Prozent	15.5%	30.3%	22.8%
Gesamt	Anzahl	233	231	464
	Prozent	100.0%	100.0%	100.0%

Chi-Quadrat-Test: Chi-Quadrat = 14.517***; df = 1; p < 0.001; Phi = 0.18
 *** = hoch signifikant (p ≤ 0.001)

Es sind deutliche Unterschiede bezüglich der Einhaltung der Recall-Intervalle erkennbar. Parodontitisbehandelte Patienten gingen in fast doppelt so vielen Fällen regelmäßig zur Nachsorge im Vergleich zu den anderen Patienten (30,3% vs. 15,5%). Die großen Unterschiede wurden durch eine hohe Signifikanz gestützt (p < 0,001).

Tabelle 23: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Geschlecht

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Geschlecht</i>	464	88	376	81,0				
männlich	194	36	158	81,4	0.960	0.883	0.710	0.409
weiblich	270	52	218	80,7	0.949	0.878	0.665	0.356

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Tabelle 23 beschreibt, dass Frauen mit einer Fallzahl von n = 270 häufiger in der Studie vertreten waren als Männer (n = 194). Die Schadensfälle beider Gruppen unterschieden sich um lediglich 0,7 Prozentpunkte zugunsten der Männer. Hier gab es nur geringfügige Unterschiede in den Überlebenswahrscheinlichkeiten.

Tabelle 24: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Pfeilerposition

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
---------------------------	-----------------	-----------------	--------------------	------------------------	--------------------	--------------------	---------------------	---------------------

<i>Pfeilerposition</i>	451	88	363	80,5				
nur Eckzähne	61	14	47	77,0	0.839	0.664	0.478	0.478
nur Molaren	13	5	8	61,5	1.000	0.429	-	-
nur Prämolaren	23	8	15	65,2	0.895	0.783	0.522	0.348
Eckzähne u./o. Mola- ren u./o. Prämolaren	218	40	178	81,7	0.977	0.940	0.761	0.389
Frontzähne (2-2) u.a.	118	17	101	85,6	0.967	0.918	0.698	0.435
nur Frontzähne	18	4	14	77,8	0.941	0.784	-	-

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Wie in Tabelle 24 zu sehen, schnitten nur Frontzähne (22,2% Verluste), nur Eckzähne (23% Verluste), aber vor allem nur Prämolaren (34,8% Verluste) und nur Molaren (38,5% Verluste) vergleichsweise schlecht ab. In diesen Kategorien gab es ausschließlich Pfeiler dieser Positionen. Am besten schnitten Eckzähne und/oder Prämolaren und/oder Molaren (18,3%), sowie Frontzähne und weitere Zähne ab (14,4% Verluste). Die Überlebenswahrscheinlichkeiten waren für ausschließlich Molaren getragene Arbeiten, sowie ausschließlich Frontzahn getragene Arbeiten nur über einen Beobachtungszeitraum von 5 Jahren festzustellen. Diese beiden Kategorien hatten auch die geringsten Fallzahlen (nur Molaren n = 13 beziehungsweise nur Frontzähne n = 18). Bei den anderen Kategorien ergaben sich vor allem nach 10 Jahren große Unterschiede (p(Ü) nur Eckzähne = 47,8%, p(Ü) nur Prämolaren = 52,2%, p(Ü) Frontzähne unter anderem = 69,8%, p(Ü) Eckzähne und/oder Molaren und/oder Prämolaren = 76,1%).

Tabelle 25: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Pfeileranzahl

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Pfeileranzahl</i>	464	88	376	81,0				
1	33	13	20	60,6	0.728	0.256	0.128	-
2 - 3	223	42	181	81,2	0.951	0.873	0.587	0.234
4 - 8	208	33	175	84,1	0.982	0.948	0.816	0.508

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Tabelle 25 zeigt die Korrelation zwischen Pfeileranzahl und Versorgungsverlust. Während bei einem Pfeiler eine Schadensquote von 39,4% ausgewertet wurde, kam es bei 2 bis 3 Pfeilern nur in 18,8% der Fälle zu Verlusten, bei 4 bis 8 lagen die Verluste sogar nur bei 15,9%. Die Überlebenswahrscheinlichkeiten unterschieden sich schon nach 5 Jahren deutlich (p(Ü) 1 Pfeiler = 25,6%, p(Ü) 2 bis 3 Pfeiler = 87,3%, p(Ü) 4 bis 8 Pfeiler = 94,8%). Nach 10 Jahren waren die Unterschiede eklatant (p(Ü) 1 Pfeiler = 12,8%, p(Ü) 2 bis 3 Pfeiler = 58,7%, p(Ü) 4 bis 8 Pfeiler = 81,6%).

Tabelle 26: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Behandler

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Behandler</i>	464	88	376	81,0				
Student	316	56	260	82,3	0.946	0.878	0.658	0.346
Arzt	148	32	116	78,4	0.967	0.878	0.725	0.415

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Die Verlustquote prothetischer Versorgungen, die von Ärzten angefertigt wurden, war laut Tabelle 26 höher als von Studenten (21,6% vs. 17,7%). Die Überlebenswahrscheinlichkeiten waren über den gesamten Zeitpunkt ähnlich.

4.3.1 Log-Rank-Test für den Versorgungsverlust

Tabelle 27: Log-Rank-Test: Test auf Unterschied der Überlebensverteilungen zwischen den Kategorien oder Klassen der einzelnen Einflussfaktoren/Schadensereignisse in den Kaplan-Meier-Analysen für den Versorgungsverlust

Komplikation/ Ereignis	Chi- Quadrat (X^2)	df	p
Kiefer	1.526	1	0.217
Pfeilerart	2.105	1	0.147
Pfeilerart (2)	4.575	2	0.102
Verbindungselement/Geschiebe	0.105	1	0.746
Reibungspaare	6.560*	2	0.038
Prothesenbasis	36.205***	2	< 0.001
Sattelkonstruktion	8.240*	2	0.016
Abstützung	111.654***	3	< 0.001
Pfeilverlust	25.002***	1	< 0.001
Pfeilerposition	38.621***	5	< 0.001
Pfeileranzahl	96.407***	2	< 0.001
Verblendungsdefekt	19.156***	1	< 0.001
Erweiterung	1.374	1	0.241
Unterfütterung	8.945**	1	0.003
Parodontitisbehandlung	4.445*	1	0.035
Mundhygiene ¹	0.144	1	0.705
Mundhygiene Extremvergleich	0.000	1	0.984
Einhaltung Recall	0.001	1	0.976
Geschlecht	0.000	1	0.998
Behandler	0.227	1	0.634

Chi-Quadrat = Prüfgröße des Log-Rank-Tests; df = Freiheitsgrade (degrees of freedom)
 p = Signifikanzwert; ts = tendenziell signifikant ($p \leq 0.10$); * signifikant ($p \leq 0.05$); ** sehr signifikant ($p \leq 0.01$); *** hoch signifikant ($p \leq 0.001$)

¹ = Mundhygiene bleibt stets eindeutig insignifikant, unabhängig von der jeweiligen Klassenbildung.

In Tabelle 27 wird die Signifikanz der einzelnen Kategorien bezogen auf den Langzeiterhalt von Teleskopprothesen dargestellt, also die Auswirkungen einzelner Ereignisse beziehungsweise Komplikationen auf die Gesamtversorgung. In der Studie erwiesen sich folgende Kategorien als hoch signifikant: Prothesenbasis ($p < 0,001$), Abstützung ($p < 0,001$), Pfeilverlust ($p < 0,001$), Pfeilerposition ($p < 0,001$), Pfeileranzahl ($p < 0,001$) und Verblendungsdefekt ($p < 0,001$). Sehr signifikant wiederum waren Unterfütterungen ($p = 0,003$) und signifikant Reibungspaare ($p = 0,038$), Sattelkonstruktionen ($p = 0,016$) und Parodontitisbehandlung ($p = 0,035$). Kiefer

($p = 0,217$), Pfeilerart ($p = 0,147$), Pfeilerart (2) ($p = 0,102$), Verbindungselement/ Geschiebe ($p = 0,746$), Erweiterung ($p = 0,241$), Geschlecht ($p = 0,998$), Mundhygiene Extremvergleich ($p = 0,984$), Einhaltung Recall ($p = 0,976$) und Behandler ($p = 0,634$) waren insignifikant.

4.3.2 Cox-Regression für den Versorgungsverlust

Tabelle 28: Schrittweise Cox-Regression mit jenen Kovariablen, die sich in den Log-Rank-Tests nach der Kaplan-Meier-Analyse für den Versorgungsverlust als signifikant erwiesen haben

Kovariable	B	SE	Wald	df	p	Exp(B)	95,0% Konfidenzinterv. für Exp(B)	
							Untere	Obere
Sattelkonstruktion			7.709	2	0.021			
bilateral verkürzte Zahnreihe	0.146	0.434	0.113	1	0.737	1.157	0.495	2.707
unilateral verkürzte Zahnreihe	-0.735	0.466	2.491	1	0.115	0.480	0.193	1.195
Abstützung			51.399	3	< 0.001			
triangulär	0.264	0.340	0.600	1	0.438	1.302	0.668	2.535
linear	1.201	0.343	12.283	1	< 0.001	3.324	1.698	6.508
punktförmig	2.949	0.441	44.712	1	< 0.001	19.082	8.040	45.288
Pfeilerverlust	1.349	0.271	24.715	1	< 0.001	3.854	2.264	6.560
Verblendungsdefekt	0.932	0.341	7.475	1	0.006	1.994	0.202	3.568

n = 380; Modelltest: Chi-Quadrat = 124.671***; df = 7; $p < 0.001$

Die in Tabelle 28 bei Sattelkonstruktion und Abstützung jeweils fehlende Kategorie dient als Referenz. Für die Analyse der Sattelkonstruktion ist die Referenzgruppe „Rest (Kennedy-Klasse III+IV)“, für die Abstützung „quadrangulär und polygonal“.

Hier hatte die Kategorie Abstützung den stärksten Einfluss auf den Versorgungsverlust (Wald = 51,399) und zeichnete sich durch eine hohe Signifikanz aus ($p < 0,001$). Während trianguläre Abstützungsformen ähnlich gute Prognosen hatten wie quadranguläre und polygonale Abstützungen (Exponent (B) = 1,302), gab es bei linearen Abstützungsformen ein mehr als dreifach erhöhtes Versorgungsverlustrisiko im Gegensatz zur Referenzgruppe (Exponent (B) = 3,324), bei punktförmigen Abstützungen sogar ein neunzehnfach erhöhtes Versorgungsverlustrisiko (Exponent (B) = 19,082).

Eine hohe Signifikanz ($p < 0,001$) gekoppelt mit einem großen Einfluss auf den Versorgungsverlust hatte außerdem das Ereignis Pfeilverlust (Wald = 24,715). Hier war die Wahrscheinlichkeit einen Versorgungsverlust zu erleiden fast 4-mal höher (Exponent (B) = 3,854). Auch Versorgungen, die im Laufe der Zeit Verblendungsdefekte erlitten, hatten einen sehr signifikanten Einfluss auf den Versorgungsverlust ($p < 0,01$) und eine fast zweifach erhöhte Versorgungsverlustwahrscheinlichkeit (Exponent (B) = 1,994).

Bei Aufnahme von Prothesenbasis in das Modell würde die Stichprobengröße auf $n = 241$ fallen, weshalb diese Kategorie nicht in der Tabelle mit abgebildet ist. Dieser Prädiktor erwies sich ohnehin als insignifikant.

4.3.3 Versorgungsanalyse für das Alter der Patienten

Es wurden hinsichtlich des Profils von Senior-Patienten weiterführende Analysen vorgenommen. Dabei handelte es sich um Kreuztabellenanalysen, die den Zusammenhang zwischen verschiedenen Altersklassen und diversen Merkmalen der Untersuchungsobjekte darlegen sollten. Die Tabellen 29 bis 39 beschreiben diese:

Tabelle 29: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Altersklasse

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Altersklasse</i>	464	88	376	81,0				
bis 65 J.	189	36	153	81,0	0.932	0.876	0.720	0.335
> 65 J.	275	52	223	81,1	0.965	0.880	0.666	0.433

$p(\bar{U})$ = Überlebenswahrscheinlichkeit; $X^2 = 0,522$; $df = 1$; $p = 0.470$

Tabelle 29 zeigt fast identische Ergebnisse für beide Altersklassen in Bezug auf den Versorgungsverlust. Der Unterschied in den Schadensfällen betrug nur 0,1 Prozentpunkte zugunsten der über 65-Jährigen. Auch die Überlebenswahrscheinlichkeiten zeigten keine großen Unterschiede auf. Lediglich nach 15 Jahren gab es spürbare Differenzen: $p(\bar{U})$ bis 65 Jahre = 33,5%

vs. p(Ü) über 65 Jahre = 43,3%. Eine Signifikanz wurde hierbei nicht erreicht ($p = 0,470$).

Tabelle 30: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Pfeilerposition in Bezug auf Versorgungsdaten

Pfeilerposition		Alter (Jahre)		Gesamt
		Bis 65	Über 65	
Nur Eckzähne	Anzahl	27	34	61
	Prozent	14.6%	12.8%	13.5%
Nur Molaren	Anzahl	5	8	13
	Prozent	2.7%	3.0%	2.9%
Nur Prämolaren	Anzahl	7	16	23
	Prozent	3.8%	6.0%	5.1%
Eckzähne u./o. Molaren u.o. Prämolaren	Anzahl	102	116	218
	Prozent	55.1%	43.6%	48.3%
Frontzähne (2-2) u.a.	Anzahl	39	79	118
	Prozent	21.1%	29.7%	26.2%
Nur Frontzähne	Anzahl	5	13	18
	Prozent	2.7%	4.9%	4.0%
Gesamt	Anzahl	185	266	451
	Prozent	100,0%	100.0%	100.0%

$X^2 = 8.766$; $df = 5$; $p = 0.119$; Cramer's $V = 0,14$

Tabelle 30 zeigt diverse Unterschiede. Während unter 65-Jährige um 11,5% häufiger bei Eckzähnen und/ oder Molaren und/ oder Prämolaren vertreten waren, hatten Senior-Patienten vor allem bei „Frontzähnen unter anderem“ einen um 8,6 Prozentpunkte höheren Anteil an Versorgungsungen. Die anderen Kategorien waren ähnlich aufgeteilt. Eine Signifikanz war hierbei nicht zu erkennen ($p = 0,119$).

Tabelle 31: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Pfeilerart in Bezug auf Versorgungsdaten

Pfeilerart		Alter (Jahre)		Gesamt
		Bis 65	Über 65	
Natürlich	Anzahl	175	251	426
	Prozent	92.6%	91.3%	91.8%
Natürlich und Implantatgetragen	Anzahl	10	15	25
	Prozent	5.3%	5.5%	5.4%
Implantatgetragen	Anzahl	4	9	13
	Prozent	2.1%	3.3%	2.8%
Gesamt	Anzahl	189	275	464
	Prozent	100,0%	100.0%	100.0%

$\chi^2 = 0.561$; $df = 2$; $p = 0.755$; Cramer's $V = 0,04$

Bei der Pfeilerart gab es laut Tabelle 31 nur geringfügige Unterschiede zwischen den beiden Alterskategorien. Über 65-Jährige hatten einen um 1,2 Prozentpunkte höheren Anteil an implantatgetragenen Versorgungen bei einer nicht zu verzeichnenden Signifikanz ($p = 0,755$).

Tabelle 32: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Prothesenbasis in Bezug auf Versorgungsdaten

Prothesenbasis		Alter (Jahre)		Gesamt
		Bis 65	Über 65	
Cover-Denture	Anzahl	42	61	103
	Prozent	34.1%	35.5%	34.9%
Brücke abnehmbar	Anzahl	14	11	25
	Prozent	11.4%	6.4%	8.5%
Andere	Anzahl	67	100	167
	Prozent	54.5%	58.1%	56.6%
Gesamt	Anzahl	123	172	295
	Prozent	100,0%	100.0%	100.0%

$X^2 = 2.311$; $df = 2$; $p = 0.315$; Cramer's $V = 0,09$

Beim Vergleich der Prothesenbasen in Tabelle 32 wird ersichtlich, dass der Anteil abnehmbarer Brücken bei unter 65-Jährigen fast doppelt so hoch war (11,4% vs. 6,4%). Andere Prothesenbasen als Cover-Denture-Prothesen oder abnehmbare Brücken waren jedoch um 3,6 Prozentpunkte zahlreicher bei älteren Patienten vertreten. Eine Signifikanz war in dieser Kategorie nicht auszumachen ($p = 0,315$).

Tabelle 33: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Verblindungsdefekt in Bezug auf Versorgungsdaten

Verblindungsdefekt		Alter (Jahre)		Gesamt
		Bis 65	Über 65	
Nein	Anzahl	164	210	374
	Prozent	86.8%	76.4%	80.6%
Ja	Anzahl	25	65	90
	Prozent	13.2%	23.6%	19.4%
Gesamt	Anzahl	189	275	464
	Prozent	100,0%	100,0%	100,0%

$X^2 = 7.763^{**}$; $df = 1$; $p = 0.005$; $\Phi = 0,13$

Verblindungsdefekte waren laut Tabelle 33 deutlich zahlreicher bei über 65-Jährigen Patienten (23,6% vs. 13,2%). Dieses Untersuchungsmerkmal war sehr signifikant ($p < 0,01$).

Tabelle 34: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Erweiterung in Bezug auf Versorgungsdaten

Erweiterung		Alter (Jahre)		Gesamt
		Bis 65	Über 65	
Nein	Anzahl	177	260	437
	Prozent	93.7%	94.5%	94.2%
Ja	Anzahl	12	15	27
	Prozent	6.3%	5.5%	5.8%
Gesamt	Anzahl	189	275	464
	Prozent	100,0%	100,0%	100,0%

$X^2 = 0.164$; $df = 1$; $p = 0.686$; $\Phi = 0,02$

Wie in Tabelle 34 beschrieben, gab es keine relevanten Unterschiede bezogen auf Erweiterungen. Unter 65-Jährige hatten lediglich 0,8 Prozentpunkte mehr Erweiterungen als über 65-Jährige. Zudem gab es hierbei keine Signifikanz ($p = 0,686$).

Tabelle 35: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Vitalitätsverlust in Bezug auf Versorgungsdaten

Vitalitätsverlust		Alter (Jahre)		Gesamt
		Bis 65	Über 65	
Nein	Anzahl	151	186	337
	Prozent	79.9%	67.6%	72.6%
Ja	Anzahl	38	89	127
	Prozent	20.1%	32.4%	27.4%
Gesamt	Anzahl	189	275	464
	Prozent	100,0%	100.0%	100.0%

$\chi^2 = 8.467^{**}$; df = 1; p = 0.004; Phi = 0,14

Über 65-Jährige mussten, wie in Tabelle 35 festgestellt, deutlich mehr Vitalitätsverluste hinnehmen. Die Differenz zwischen beiden Altersgruppen beträgt 12,3 Prozentpunkte. Dieses Untersuchungsmerkmal war sehr signifikant ($p < 0,01$).

Tabelle 36: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Teleskopmodifikation in Bezug auf Versorgungsdaten

Teleskopmodifikation		Alter (Jahre)		Gesamt
		Bis 65	Über 65	
Nein	Anzahl	178	241	419
	Prozent	94.2%	87.6%	90.3%
Ja	Anzahl	11	34	45
	Prozent	5.8%	12.4%	9.7%
Gesamt	Anzahl	189	275	464
	Prozent	100,0%	100.0%	100.0%

$\chi^2 = 5.477^*$; df = 1; p = 0.019; Phi = 0,11

Tabelle 36 zeigt: Über 65-Jährige hatten im Laufe der Studie mehr als doppelt so viele Teleskopmodifikationen zu beklagen wie jüngere Patienten (12,4% vs. 5,8%), was durch eine festgestellte Signifikanz bestätigt wurde ($p < 0,05$).

Tabelle 37: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Parafunktionelle Aktivität in Bezug auf Versorgungsdaten

Parafunktionelle Aktivität		Alter (Jahre)		Gesamt
		Bis 65	Über 65	
Nein	Anzahl	127	211	338
	Prozent	67.2%	76.7%	72.8%
Ja	Anzahl	62	64	126
	Prozent	32.8%	23.3%	27.2%
Gesamt	Anzahl	189	275	464
	Prozent	100,0%	100.0%	100.0%

$X^2 = 5.145^*$; $df = 1$; $p = 0.023$; $\Phi = 0,11$

Tabelle 37 belegt, dass unter 65-Jährige um 10,5 Prozentpunkte häufiger an parafunktionellen Aktivitäten litten als ältere Patienten. Es handelte sich hierbei um ein signifikantes Untersuchungsmerkmal ($p < 0,05$).

Tabelle 38: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Einhaltung Recall in Bezug auf Versorgungsdaten

Einhaltung Recall		Alter (Jahre)		Gesamt
		Bis 65	Über 65	
Nein	Anzahl	162	196	358
	Prozent	85.7%	71.3%	77.2%
Ja	Anzahl	27	79	106
	Prozent	14.3%	28.7%	22.8%
Gesamt	Anzahl	189	275	464
	Prozent	100,0%	100.0%	100.0%

$X^2 = 13.254^{***}$; $df = 1$; $p < 0.001$; $\Phi = 0,17$

Die Recall-Rate lag bei älteren Patienten deutlich höher als bei jüngeren (28,7% vs. 14,3%), wie in Tabelle 38 zu sehen ist. Dieses Ergebnis wurde durch eine hohe Signifikanz gestützt ($p < 0,001$).

Tabelle 39: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Behandler in Bezug auf Versorgungsdaten

Behandler		Alter (Jahre)		Gesamt
		Bis 65	Über 65	
Student	Anzahl	135	181	316
	Prozent	71.4%	65.8%	68.1%
Arzt	Anzahl	54	94	148
	Prozent	28.6%	34.2%	31.9%
Gesamt	Anzahl	189	275	464
	Prozent	100,0%	100.0%	100.0%

$X^2 = 1.623$; $df = 1$; $p = 0.203$; $\Phi = 0,06$

Wie in Tabelle 39 beschrieben, waren die Behandler bei älteren Patienten häufiger examinierte Zahnärzte als bei jüngeren Patienten (34,2% vs. 28,6%), jedoch war keine Signifikanz auszumachen ($p = 0,203$).

4.4 Pfeilverluste unter diversen Einflussfaktoren

Tabelle 40: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
Pfeilverlust	1566	200	1366	87,2	0.985	0.942	0.753	0.578

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Wie in Tabelle 40 ersichtlich, standen einem Verlust von $n = 200$ Pfeilern (12,8%) $n = 1366$ (87,2%) zensierte Fälle über den gesamten Beobachtungszeitraum (01.01.2004 bis 31.12.2015) gegenüber.

Die Überlebenswahrscheinlichkeit für den Erhalt der Pfeilerzähne lag nach 2 Jahren bei 98,5%, nach 5 Jahren bei 94,2%, nach 10 Jahren bei 75,3% und nach 15 Jahren bei 57,8%.

Tabelle 41: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilverlust unter dem Einflussfaktor Kiefer

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Kiefer</i>	1566	200	1366	87,2				
Ober-	848	121	727	85,7	0.944	0.867	0.763	0.690
Unter-	718	79	639	89,0	0.962	0.893	0.775	0.758

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Wie in Tabelle 41 zu sehen ist, schnitt der Unterkiefer (11,0% Schadensereignisse) etwas besser ab als der Oberkiefer (14,3% Schadensereignisse). Über den gesamten Beobachtungszeitraum gab es jedoch keine wesentlichen Unterschiede in den untergliederten Zeiträumen für die Überlebenswahrscheinlichkeiten der Pfeilerzähne in den jeweiligen Kiefern. Die Ergebnisse decken sich in etwa mit denen der Versorgungsverluste bezogen auf die Kiefer.

Tabelle 42: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilverlust unter dem Einflussfaktor Pfeilerart

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Pfeilerart</i>	1566	200	1366	87,2				
natürlich	1453	197	1256	86,4	0.984	0.940	0.744	0.571
Implantat getragen	113	3	110	97,3	1.000	1.000	0.938	-

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Laut Tabelle 42 erwiesen sich Implantate als hervorragende Pfeiler zur Aufnahme einer Teleskopprothese. Bei einem dokumentierten Verlust von n = 3 Pfeilern der insgesamt n = 113 inserierten Implantate, ergab sich eine Verlustquote von lediglich 2,7%. Verglichen hierzu gingen 13,6% der natürlichen Pfeiler verloren. In den ersten 5 Jahren lag die Überlebenswahrscheinlichkeit bei Implantaten bei 100% (natürliche Pfeiler: 94%)

Tabelle 43: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilerverlust unter dem Einflussfaktor Pfeilerzustand

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
---------------------------	-----------------	-----------------	--------------------	------------------------	--------------------	--------------------	---------------------	---------------------

<i>Pfeilerzustand</i>	1307	152	1155	88,4				
unversehrt + Füllung	1076	101	975	90,6	0.971	0.910	0.827	0.790
Wurzelbehandlung einfach	78	12	66	84,6	0.927	0.862	0.726	0.726
Wurzelstiftzahn	153	39	114	74,5	0.901	0.760	0.565	0.431

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Tabelle 43 zeigt: Je weniger invasiv die vorangegangene Behandlung der Pfeilerzähne war, desto besser ist die Prognose als Stützpfeiler für den Zahnersatz. Unversehrte beziehungsweise gefüllte Zähne wiesen eine Verlustrate von 9,4% auf, die Verlustrate wurzelbehandelter Zähne lag bei 15,4% und bei Stiftzähnen sogar bei 25,5%. Gerade in der 15-Jahres-Analyse wird dies deutlich: Während unversehrte (79,0%) und wurzelbehandelte Zähne (72,6%) eine Überlebenswahrscheinlichkeit von jeweils über 70% aufwiesen, sank diese bei Wurzelstiftzähnen (43,1%) auf unter 50%.

Tabelle 44: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilerverlust unter dem Einflussfaktor Verbindungselement/ Geschiebe

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
---------------------------	-----------------	-----------------	--------------------	------------------------	--------------------	--------------------	---------------------	---------------------

<i>Verbindungselement/ Geschiebe</i>	1382	182	1200	86,8				
nein	1318	178	1140	86,5	0.985	0.936	0.749	0.585
ja	64	4	60	93,8	1.000	0.977	0.940	0.940

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Wie in Tabelle 44 beschrieben, schnitten Pfeilerzähne von Prothesen mit Verbindungselementen beziehungsweise Geschieben (6,2% Schadensereignisse) besser ab als ohne (13,5% Schadensereignisse). Hinsichtlich der Überlebenswahrscheinlichkeit zeigte sich vor allem nach 15 Jahren ein eklatanter Unterschied zwischen beiden Kategorien (94,0% mit- und 58,5% ohne Verbindungselement/ Geschiebe).

Tabelle 45: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilerverlust unter dem Einflussfaktor Prothesenbasis

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Prothesenbasis</i>	944	109	835	88,5				
Cover Denture	246	46	200	81,3	0.911	0.769	0.434	0.298
Brücke abnehmbar	135	11	124	91,9	0.990	0.955	0.955	0.790
andere	563	52	511	90,8	0.998	0.979	0.839	0.666

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Tabelle 45 belegt, dass Cover-Denture Pfeiler mit 18,7% die höchste Verlustquote aller Prothesenbasen aufwiesen, abnehmbare Brücken (8,1%) und andere Konstruktionen mit Verbinder (9,2%) hielten sich in etwa die Waage. Wie schon bei der Auswertung bezüglich der Versorgungen war auch bezogen auf die Pfeilerverluste zu erkennen, dass Cover-Denture Versorgungen die geringste Lebensdauer hatten. Bei Cover-Denture-Prothesen kam es zudem schneller zu Pfeilerverlusten (p(Ü) 5 Jahre Cover-Denture-Prothese = 76,9% vs. Andere = 97,9% vs. Abnehmbare Brücken = 95,5%), insbesondere über einen langen Beobachtungszeitraum (p(Ü) 15 Jahre Cover-Denture-Prothese = 29,8% vs. Andere = 66,6% vs. Abnehmbare Brücke = 79,0%).

Tabelle 46: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilerverlust unter dem Einflussfaktor Sattelkonstruktion

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Sattelkonstruktion</i>	1566	200	1366	87,2				
bilateral verkürzte Zahnreihe	986	135	851	86,3	0.978	0.923	0.691	0.501
unilateral verkürzte Zahnreihe	388	49	339	87,4	0.997	0.978	0.842	0.650
Rest (Kennedy Klasse III + IV)	192	16	176	91,7	1.000	0.955	0.833	0.761

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Bezogen auf Sattelkonstruktionen ergaben sich, wie in Tabelle 46 zu sehen, ähnliche Ergebnisse wie bei den Versorgungsverlusten. Innerhalb der ersten 5 Jahre lagen keine großen Unterschiede zwischen den verschiedenen Kategorien

vor. Erst anschließend machten sich Differenzen bemerkbar. Während 84,2% der unilateral verkürzten Zahnreihen und 83,3% der restlichen Kennedy Klassen nach 10 Jahren überlebten, fielen bilateral verkürzte Zahnreihen nach dieser Zeit schon deutlich ab mit einer Überlebenswahrscheinlichkeit von lediglich 69,1%. Nach 15 Jahren vergrößerten sich schließlich die Abstände aller Kategorien. Hierbei nahmen die restlichen Kennedy Klassen die Spitzenposition ein mit 76,1% Überlebenswahrscheinlichkeit, gefolgt von unilateral verkürzten Zahnreihen ($p(\ddot{U}) = 65,0\%$). Auf dem letzten Platz fanden sich auch hier bilateral verkürzte Zahnreihen wieder ($p(\ddot{U}) = 50,1\%$). Insgesamt lag die Verlustquote von 13,7% bei bilateral verkürzten Zahnreihen am Höchsten, gefolgt von unilateral verkürzten Zahnreihen (12,6%) und den restlichen Kennedy Klassen (8,3%).

Tabelle 47: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilerverlust unter dem Einflussfaktor Abstützung

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	$p(\ddot{U})$ 2 Jahre	$p(\ddot{U})$ 5 Jahre	$p(\ddot{U})$ 10 Jahre	$p(\ddot{U})$ 15 Jahre
Abstützung	1566	200	1366	87,2				
quadrangulär + polygonal	855	91	764	89,4	0.994	0.974	0.832	0.702
triangulär	471	57	414	87,9	0.995	0.951	0.685	0.361
linear	208	43	165	79,3	0.956	0.817	0.524	0.321
punktförmig	32	9	23	71,9	0.743	0.412	0.206	-

$p(\ddot{U})$ = Überlebenswahrscheinlichkeit

Bei der Charakterisierung der in Tabelle 47 beschriebenen Abstützung werden sehr deutliche Unterschiede ersichtlich: Je größer das Abstützungsfeld, desto besser war die Langzeitprognose der einzelnen Pfeiler. Während quadranguläre- beziehungsweise polygonale Abstützungen eine Verlustquote von lediglich 10,6% aufwiesen, stieg diese mit Verringerung des Abstützungsfeldes (triangulär = 12,1%, linear = 20,7%, punktförmig = 28,1%). Obwohl nach 2 Jahren nur punktförmige Abstützungen abfielen ($p(\ddot{U}) = 0,743$), wurden spätestens nach 10 Jahren große Unterschiede zwischen allen Kategorien ersichtlich (quadrangulär + polygonal = 83,2%, triangulär = 68,5%, linear = 52,4%, punktförmig = 20,6% Überlebenswahrscheinlichkeit).

Tabelle 48: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilerverlust unter dem Einflussfaktor und Schadensereignis Verblendungsdefekt Pfeilerzahn

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Verblendungsdefekt Pfeilerzahn</i>	1566	200	1366	87,2				
nein	1415	175	1240	87,6	0.984	0.936	0.750	0.563
ja	151	25	126	83,4	1.000	0.984	0.793	0.665

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

In Tabelle 48 sind nur geringfügige Unterschiede festzustellen. Menschen mit Verblendungsdefekten an Pfeilerzähnen hatten insgesamt um 4,2 Prozentpunkte häufigere Schadensereignisse an Pfeilerzähnen. Die Überlebenswahrscheinlichkeiten für Pfeilerverluste waren etwa gleich hoch.

Tabelle 49: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilerverlust unter dem Einflussfaktor und Schadensereignis Vitalitätsverlust Pfeilerzahn

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Vitalitätsverlust Pfeilerzahn</i>	1566	200	1366	87,2				
nein	1385	139	1246	90,0	0.985	0.951	0.805	0.647
ja	181	61	120	66,3	0.988	0.897	0.569	0.349

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

In Tabelle 49 wird ersichtlich, dass Vitalitätsverluste tatsächlich zu schnelleren Pfeilerverlusten führten. Nach 10 Jahren kam dieser Sachverhalt mit 80,5% Überlebenswahrscheinlichkeit bei vitalen Zähnen am deutlichsten zum Ausdruck. Dem gegenüber standen lediglich 56,9% Überlebenswahrscheinlichkeit bei devitalen Zähnen. Insgesamt lagen die Schadensereignisse bei devitalen Zähnen 23,7 Prozentpunkte höher.

In der folgenden Tabelle 50 werden die unterschiedlichen Prognosen vitaler und devitaler Zähne noch einmal verdeutlicht:

Tabelle 50: Kontingenz zwischen Vitalitätsverlust und Verlust von Pfeilerzähnen

Pfeiler- verlust	Statistik	Vitalitätsverlust Pfeilerzahn		Gesamt
		nein	ja	
nein	Anzahl	1246	120	1366
	Prozent	90.0%	66.3%	87.2%
ja	Anzahl	139	61	200
	Prozent	10.0%	33.7%	12.8%
Gesamt	Anzahl	1385	181	1566
	Prozent	100.0%	100.0%	100.0%

Chi-Quadrat-Test: Chi-Quadrat = 80.477***; df = 1; p < 0.001 Phi = 0.23
 *** = hoch signifikant (p ≤ 0.001)

Es kam zu deutlich mehr Pfeilerverlusten bei Zähnen, die im Laufe der Studie einen Vitalitätsverlust erlitten. Während 10,0% aller vital erhaltenen Zähne verloren gingen, ereilte 33,7% aller Zähne die einen Vitalitätsverlust im Beobachtungszeitraum erlitten dasselbe Schicksal, obwohl nur 12,8% aller Pfeilerzähne insgesamt verloren gingen. Dies zeigt, dass Vitalitätsverlust und Pfeilerverlust stark miteinander korrelieren. Die Ergebnisse hierbei waren hoch signifikant (p < 0,001).

Tabelle 51: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilerverlust unter dem Einflussfaktor Eckzahn mit Wurzelbehandlung

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Eckzahn mit Wurzel- behandlung</i>	526	59	467	88,8				
nein	438	40	398	90,9	0.991	0.951	0.825	0.650
ja	88	19	69	78,4	0.934	0.860	0.455	0.228

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Tabelle 51 bestätigt, dass devitale Zähne mehr Verluste erlitten als vitale Zähne. Wurzelbehandelte Eckzähne ereilten wesentlich höhere Verlustquoten (21,6%) als vitale Eckzähne (9,1%). Nach 10 Jahren war das Verlustrisiko fast doppelt so

hoch (82,5% vs. 45,5% Überlebenswahrscheinlichkeit), nach 15 Jahren sogar fast dreimal so hoch (22,8% vs. 65,0% Überlebenswahrscheinlichkeit).

Tabelle 52: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilerverlust unter dem Einflussfaktor und Schadensereignis Veränderung Primärteleskop

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Veränderung Primärteleskop</i>	1566	200	1366	87,2				
unversehrt	1371	151	1220	89,0	0.989	0.953	0.768	0.604
Retentionsverlust	195	49	146	74,9	0.965	0.953	0.768	0.604

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Wie in Tabelle 52 zu sehen, hatten Pfeilerzähne, die mindestens einen Retentionsverlust des Teleskopes zu verzeichnen hatten, eine um 14,1 Prozentpunkte höhere Schadensquote als unversehrte Pfeilerzähne. Trotzdem zeigen sich kaum Unterschiede bei den Überlebenswahrscheinlichkeiten zu erkennen.

Tabelle 53: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilerverlust unter dem Einflussfaktor Parafunktionelle Aktivität

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Parafunktionelle Aktivität</i>	1566	200	1366	87,2				
nein	1128	139	989	87,7	0.982	0.941	0.781	0.601
ja	438	61	377	86,1	0.995	0.945	0.678	0.529

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Tabelle 53 gibt weder einen Hinweis auf vermehrte Pfeilerverluste durch parafunktionelle Aktivitäten, noch kam es zu geringeren Überlebenswahrscheinlichkeiten, die hierdurch bedingt waren.

Tabelle 54: Kontingenz zwischen parafunktioneller Aktivität und Verblendungsdefekt

Verblendungsdefekte		Parafunktionelle Aktivität		Gesamt
		Nein	Ja	
Nein	Anzahl	1033	382	1415
	Prozent	91,6%	87,2%	90,4%
Ja	Anzahl	95	56	151
	Prozent	8,4%	12,8%	9,6%
Gesamt	Anzahl	1128	438	1566
	Prozent	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat = 6,894**; df = 1; p = 0.009; Phi = 0.07

Wie in Tabelle 54 zu sehen, traten unter parafunktioneller Aktivität sehr signifikant ($p < 0,01$) gehäuft Verblendungsdefekte auf (12,8% vs. 8,4%).

Tabelle 55: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilerverlust unter dem Einflussfaktor Einhaltung Recall

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Einhaltung Recall</i>	1566	200	1366	87,2				
nein	1169	134	1035	88,5	0.984	0.933	0.781	0.569
ja	397	66	331	83,4	0.989	0.960	0.701	0.649

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

In Tabelle 55 sind marginale Unterschiede erkennbar: Patienten, die regelmäßig zum Recall erschienen, erlitten 5,1 Prozentpunkte mehr Pfeilerverluste über den Gesamtzeitraum. Trotzdem konnte für diese Patienten nach 15 Jahren eine höhere Überlebenswahrscheinlichkeit festgestellt werden (p(Ü) Nichteinhaltung der Recall Intervalle = 0,569 vs. p(Ü) Einhaltung der Recall Intervalle = 0,649).

Tabelle 56: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilerverlust unter dem Einflussfaktor Mundhygiene
 [Überlebenszeit = Ereignisfreie Zeit]

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Mundhygiene</i>	816	116	700	85,8				
gut bis durchschnittlich	645	80	565	87,6	0.949	0.880	0.785	0.746
schlecht	171	36	135	78,9	0.986	0.927	0.654	0.371
<i>Mundhygiene Extremvergleich</i>	345	64	281	81,4				
gut	174	28	146	83,9	0.981	0.964	0.857	0.710
schlecht	171	36	135	78,9	0.986	0.927	0.654	0.371

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Wie in Tabelle 56 zu sehen, schnitten Patienten mit guter bis durchschnittlicher Mundhygiene besser ab (12,4% Ereignisse) als Patienten mit guter Mundhygiene (16,1%). Der Unterschied gegenüber schlechter Mundhygiene war jedoch wahrnehmbar (21,1% Ereignisse). Differenzen in der Überlebenswahrscheinlichkeit waren vor allem nach 15 Jahren ausgeprägt (p(Ü) gut bis durchschnittlich = 0,746, p(Ü) gut = 0,710, p(Ü) schlecht = 0,371).

Tabelle 57: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilerverlust unter dem Einflussfaktor Parodontitisbehandlung

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Parodontitisbehand- lung</i>	1566	200	1366	87,2				
nein	773	88	685	88,6	0.975	0.917	0.765	0.551
ja	793	112	681	85,9	0.994	0.961	0.746	0.596

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Bei an Parodontitis erkrankten Patienten gab es, wie in Tabelle 57 zu sehen, nur unwesentliche Unterschiede in Bezug auf Pfeilerverluste. Lediglich 2,7 Prozentpunkte mehr Schadensereignisse wurden hierbei dokumentiert. Auch die Überlebenswahrscheinlichkeiten waren in etwa vergleichbar.

Tabelle 58: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilerverlust unter dem Einflussfaktor Geschlecht

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Geschlecht</i>	1566	200	1366	87,2				
männlich	664	89	575	86,6	0.996	0.946	0.767	0.591
weiblich	902	111	791	87,7	0.978	0.939	0.743	0.568

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Auch bei der Kategorisierung zwischen Frauen und Männern gab es nur sehr geringe Unterschiede von 0,9 Prozentpunkte, wie in Tabelle 58 beschrieben. Ebenso waren kaum Unterschiede für die Überlebenswahrscheinlichkeiten erkennbar.

Tabelle 59: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilerverlust unter dem Einflussfaktor Pfeilerposition

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Pfeilerposition</i>	1453	197	1256	86,4				
OK/UK Molaren	194	25	169	87,1	0.976	0.859	0.774	0.739
Eckzahn	525	59	466	88,8	0.954	0.908	0.790	0.735
OK/UK Prämolaren	459	76	383	83,4	0.923	0.825	0.705	0.678
OK 1er	124	17	107	86,3	0.962	0.859	0.835	0.678
OK 2er	102	14	88	86,3	0.978	0.922	0.804	0.757
UK Front	49	6	43	87,8	0.971	0.971	0.667	0.667

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Die häufigsten Schadensereignisse betrafen laut Tabelle 59 Oberkiefer und Unterkiefer Prämolaren (16,6%), gefolgt von Oberkiefer 1ern und 2ern (jeweils 13,7%), Oberkiefer und Unterkiefer Molaren (12,9%) und Unterkiefer Frontzähnen (12,2%). Eckzähne wiesen die geringsten Verluste auf (11,2%). Insgesamt fielen die Überlebenswahrscheinlichkeiten relativ ausgeglichen aus. Nur nach 10 Jahren gab es klare Ausreißer nach unten für Unterkiefer Frontzähne (p(Ü) = 0,667). Nach 2 und 5 Jahren schnitten jeweils Oberkiefer und Unterkiefer Prämolaren am Schlechtesten ab (p(Ü) 2 Jahre = 0,923 und p(Ü) 5 Jahre = 0,825).

Um die vorliegenden Ergebnisse in Bezug auf Pfeilverluste besser miteinander vergleichen zu können, wurde ein Kontingenztest zwischen Pfeilerposition und ursprünglicher Pfeileranzahl berechnet. Dies wurde in Tabelle 60 ausgewertet:

Tabelle 60: Kontingenz zwischen Pfeilerposition und Pfeileranzahl

Pfeileranzahl		Pfeilerposition					Gesamt	
		OK/UK Molaren	Eckzahn	OK/UK Prämolaren	OK 1er	OK 2er		UK Front
1 - 3	Anzahl	72	276	161	41	32	18	600
	Prozent	37,3%	52,5%	35,1%	33,1%	31,4%	36,7%	41,3%
4 - 8	Anzahl	121	250	298	83	70	31	853
	Prozent	62,7%	47,5%	64,9%	66,9%	68,6%	63,3%	58,7%
Gesamt	Anzahl	193	526	459	124	102	49	1453
	Prozent	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat = 43,721***; df = 5; p < 0.001; Phi = 0,17

Hierbei wurde hoch signifikant belegt ($p < 0,001$), dass die Pfeilerposition Eckzahn mit relativ ausgeglichenen Anteilen von geringer (52,5%) und hoher (47,5%) Pfeileranzahl einherging, während die anderen Pfeilerpositionen durch ein deutliches Überwiegen von hohen Pfeilerzahlen gekennzeichnet waren.

Tabelle 61: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilverlust unter dem Einflussfaktor Pfeileranzahl

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Pfeileranzahl</i>	1566	200	1366	87,2				
1	32	9	23	71,9	0.929	0.770	0.533	0.533
2 - 3	573	87	486	84,8	0.950	0.863	0.725	0.685
4 - 8	961	104	857	89,2	0.954	0.892	0.806	0.748

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit

Bezogen auf die Pfeileranzahl gab es, wie in Tabelle 61 zu sehen, eindeutige Unterschiede zwischen den einzelnen Variablen. Während ein Pfeiler in 28,1% der Fälle Schäden davontrug, waren es bei 2 bis 3 Pfeilern nur noch 15,2%, bei 4 bis 8 sogar nur noch 10,8%. Mit steigender Pfeilerzahl wurde auch die Überlebenswahrscheinlichkeit für die einzelnen Pfeiler verbessert. Am

deutlichsten fielen die Unterschiede zwischen einem und 4 bis 8 Pfeilern über 10 beziehungsweise 15 Jahren aus ($p(\ddot{U})$ 10 Jahre = 0,533 vs. 0,806 und $p(\ddot{U})$ 15 Jahre = 0,533 vs. 0,748).

Tabelle 62: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilerverlust unter dem Einflussfaktor Behandler

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	$p(\ddot{U})$ 2 Jahre	$p(\ddot{U})$ 5 Jahre	$p(\ddot{U})$ 10 Jahre	$p(\ddot{U})$ 15 Jahre
<i>Behandler</i>	1566	200	1366	87,2				
Student	1006	122	884	87,9	0.989	0.951	0.709	0.506
Arzt	560	78	482	86,1	0.980	0.927	0.815	0.665

$p(\ddot{U})$ = Überlebenswahrscheinlichkeit

Tabelle 62 zeigt, dass die Verlustquoten bei approbierten Zahnärzten ähnlich wie bei den Versorgungsverlusten geringfügig höher waren als bei Studenten (13,9% vs. 12,1%). Trotzdem waren die Überlebenswahrscheinlichkeiten bei Ärzten nach 10 Jahren (70,9% vs. 81,5%) und vor allem nach 15 Jahren (50,6% vs. 66,5%) höher.

4.4.1 Log-Rank-Test für den Pfeilerverlust

Tabelle 63: Log-Rank-Test: Test auf Unterschied der Überlebensverteilungen zwischen den Kategorien oder Klassen der einzelnen Einflussfaktoren/ Schadensereignisse in den Kaplan-Meier-Analysen für den Pfeilerverlust

Komplikation/ Ereignis	Chi- Quadrat (X^2)	df	p
Kiefer	3.141 ^{ts}	1	0.076
Pfeilerart	4.144*	1	0.042
Pfeilerzustand	37.373***	2	< 0.001
Pfeilerposition	7.875	5	0.163
Pfeileranzahl	11.004**	2	0.004
Verbindungselement/Geschiebe	5.745*	1	0.017
Prothesenbasis	82.605***	2	< 0.001
Sattelkonstruktion	23.282***	2	< 0.001
Abstützung	148.813***	3	< 0.001
Vitalitätsverlust Pfeilerzahn	23.881***	1	< 0.001
Verblendungsdefekt Pfeilerzahn	7.323**	1	0.007
Eckzahn mit Wurzelbehandlung	18.200***	1	< 0.001
Veränderung Primärteleskop	5.904*	1	0.015
Parafunktionelle Aktivität	0.529	1	0.467
Einhaltung Recall	0.147	1	0.702
Mundhygiene ¹	17.241***	1	< 0.001
Mundhygiene Extremvergleich	7.349**	1	0.007
Parodontitisbehandlung	2.259	1	0.133
Geschlecht	0.000	1	0.998
Behandler	1.457	1	0.227

Chi-Quadrat = Prüfgröße des Log-Rank-Tests; df = Freiheitsgrade (degrees of freedom)
p = Signifikanzwert; ts = tendenziell signifikant ($p \leq 0.10$); * signifikant ($p \leq 0.05$); ** sehr signifikant ($p \leq 0.01$); *** hoch signifikant ($p \leq 0.001$)

¹ = Mundhygiene bleibt stets eindeutig insignifikant, unabhängig von der jeweiligen Klassenbildung. Lediglich der Extremgruppenvergleich fällt signifikant aus (siehe Tabelle).

Tabelle 63 stellt noch einmal dar, welche der Kategorien sich in der Studie als signifikant bezogen auf den Langzeiterhalt von Pfeilerzähnen von Teleskopprothesen erwiesen haben. Hierbei lieferten Pfeilerzustand ($p < 0,001$), Prothesenbasis ($p < 0,001$), Sattelkonstruktion ($p < 0,001$) Abstützung ($p < 0,001$) Vitalitätsverlust Pfeilerzahn ($p < 0,001$) und Eckzahn mit Wurzelbehandlung ($p < 0,001$) hoch signifikante Ergebnisse, Pfeileranzahl ($p = 0,004$), Verblendungsdefekt Pfeilerzahn ($p = 0,007$) und Mundhygiene Extremvergleich ($p = 0,007$) sehr signifikante Ergebnisse und Pfeilerart ($p = 0,042$), Verbindungselement/ Geschiebe ($p = 0,017$) und Veränderung Primärteleskop (p

= 0,015) signifikante Ergebnisse. Die Kategorie Kiefer bot immerhin noch tendenziell signifikante Ergebnisse ($p = 0,076$). Pfeilerposition ($p = 0,163$), Parafunktionelle Aktivität ($p = 0,467$), Einhaltung Recall ($p = 0,702$), Parodontitisbehandlung ($p = 0,133$), Geschlecht ($p = 0,998$) und Behandler ($p = 0,227$) waren insignifikant.

4.4.2 Cox-Regression für den Pfeilverlust

Tabelle 64: Schrittweise Cox-Regression mit jenen Kovariablen, die sich in den Log-Rank-Tests nach der Kaplan-Meier-Analyse für den Pfeilverlust als signifikant erwiesen haben

Kovariable	B	SE	Wald	df	p	Exp(B)	95,0% Konfidenzinterv. für Exp(B)	
							Untere	Obere
Verbindungselement/ Geschiebe	-1.916	0.723	7.034	1	0.008	0.147	0.036	0.606
Sattelkonstruktion			7.154	2	0.028			
bilateral verkürzte Zahnreihe	0.246	0.306	0.649	1	0.042	1.580	0.703	2.330
unilateral verkürzte Zahnreihe	0.342	0.338	1.025	1	0.311	0.711	0.167	1.577
Abstützung			71.379	3	< 0.001			
triangulär	0.909	0.210	18.680	1	< 0.001	2.481	1.643	3.746
linear	1.431	0.248	33.407	1	< 0.001	4.182	2.574	6.793
punktförmig	3.235	0.449	52.021	1	< 0.001	25.406	10.548	61.196
Vitalitätsverlust Pfeilerzahn	0.799	0.181	19.414	1	< 0.001	2.223	1.558	3.171
Defekt Verblendung	0.818	0.274	8.897	1	0.003	1.941	0.258	2.555

n = 1097; Modelltest: Chi-Quadrat = 153,367***; df = 8; $p < 0.001$

Die in Tabelle 64 bei Sattelkonstruktion und Abstützung jeweils fehlende Kategorie dient als Referenz. Für die Analyse der Sattelkonstruktion ist die Referenzgruppe „Rest (Kennedy-Klasse III+IV)“, für die Abstützung „quadrangulär und polygonal“.

Den stärksten Einfluss hatte in der vorliegenden Tabelle die Kategorie Abstützung (Wald = 71,379) mit einer hohen Signifikanz ($p < 0,001$). Insbesondere punktförmige Abstützungen führten zu vermehrten Pfeilverlusten. Das Risiko eines Pfeilverlustes war für diese Art der Abstützung also 25,4-mal so hoch wie für quadranguläre und polygonale Abstützungen (Exponent (B) = 25,406), bei linearen Abstützungen war das Risiko

mehr als 4-mal höher als für die Referenzgruppe (Exponent (B) = 4,182) und bei triangulären Abstützungsformen fast 2,5-mal höher (Exponent (B) = 2,481).

Ebenfalls großen Einfluss hatte die Kategorie Vitalitätsverlust Pfeilerzahn (Wald = 19,414). Auch hier konnte eine hohe Signifikanz festgestellt werden ($p < 0,001$). Kam es nach Inkorporation der Gesamtversorgung zu einem Vitalitätsverlust eines Pfeilerzahnes war das Risiko für einen Pfeilverlust mehr als zweifach erhöht (Exponent (B) = 2,223). Außerdem konnten aufgrund von Verblendungsdefekten erhöhte Pfeilverlustraten festgestellt werden (Wald = 8,897). Hier war das Risiko für einen Verlust fast 2-mal höher (Exponent (B) = 1,941) gekoppelt mit einem sehr signifikanten Ergebnis ($p < 0,01$).

Die Kategorie Prothesenbasis wurde nicht mit in die Tabelle aufgenommen, da hierdurch die Stichprobengröße auf $n = 681$ fallen würde. Für diese Kategorie ergaben sich bei der Regressionsanalyse folgende Ergebnisse: Wald = 34.152, $df = 2$ und $p < 0,001$. Dabei erwies sich Cover-Denture mit $B = 1.688$, Wald = 31.934, $df = 1$ und $p < 0,001$ als hoch signifikante Einflussgröße auf die zensierte Überlebenszeit. Bezüglich des Hazards der Überlebenszeit bestand hier ein 5,4-mal größeres Pfeilverlustrisiko gegenüber der Restkategorie „andere“.

Ebenfalls nicht mit aufgenommen wurde die Kategorie Eckzahn mit Wurzelbehandlung ($B = 1.042$, Wald = 10.285, $df = 1$ und $p = 0,001$), da hier die Stichprobengröße auf $n = 365$ fallen würde. Bezüglich des Hazards dieser hoch signifikanten Einflussgröße bestand hier ein 2,8-mal höheres Pfeilverlustrisiko gegenüber der Kategorie „kein Eckzahn mit Wurzelbehandlung“.

Gleiches galt für die Kategorie Mundhygiene. Hier würde die Stichprobengröße auf $n = 509$ absinken. Dieser Prädiktor erwies sich ohnehin als insignifikant.

4.4.3 Pfeileranalyse für das Alter der Patienten

Es wurden weiterführende Analysen zum Profil der Senior-Patienten durchgeführt. Bei den nachfolgenden Tabellen 65 bis 76 handelt es sich um Kreuztabellenanalysen zur Erörterung des Zusammenhangs zwischen den Altersklassen der Probanden und diversen Merkmalen der Untersuchungsobjekte. Die Analysen ergaben folgende Ergebnisse:

Tabelle 65: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilerverlust unter dem Einflussfaktor Altersklasse

Komplikation/ Ereignis	Fälle gesamt	Ereig- nisse	Zensierte Fälle	Zensierte Fälle (%)	p(Ü) 2 Jahre	p(Ü) 5 Jahre	p(Ü) 10 Jahre	p(Ü) 15 Jahre
<i>Altersklasse</i>	1566	200	1366	87,2				
bis 65 J.	595	67	528	88,7	0.941	0.866	0.822	0.799
> 65 J.	971	133	838	86,3	0.960	0.887	0.745	0.678

p(Ü) = Überlebenswahrscheinlichkeit; $X^2 = 0,072$; $df = 1$; $p = 0.788$

Bei über 65-Jährigen wurden, wie in Tabelle 65 ersichtlich, um 2,4 Prozentpunkte mehr Schadensfälle nachgewiesen als bei unter 65-Jährigen. Die größten Unterschiede in den Überlebenswahrscheinlichkeiten waren nach 15 Jahren erkennbar (67,8% bei über 65-Jährigen vs. 79,9% bei unter 65-Jährigen). Mit einem Wert von $p = 0,788$ wurde keine Signifikanz erreicht.

Tabelle 66: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Pfeileranzahl in Bezug auf Pfeilerdaten

Pfeileranzahl		Alter (Jahre)		Gesamt
		Bis 65	Über 65	
1	Anzahl	15	17	32
	Prozent	2.5%	1.8%	2.0%
2 - 3	Anzahl	220	353	573
	Prozent	37.0%	36.4%	36.6%
4 - 8	Anzahl	360	601	961
	Prozent	60.5%	61.9%	61.4%
Gesamt	Anzahl	595	971	1566
	Prozent	100,0%	100.0%	100.0%

$X^2 = 1.226^{**}$; $df = 2$; $p = 0.542$; Cramer's V = 0,03

In Tabelle 66 wird ersichtlich, dass es geringfügige Unterschiede bei der Anzahl der Pfeiler zwischen den Altersklassen gab. Während jüngere Altersklassen tendenziell eher ein Übergewicht bei niedrigeren Pfeilerzahlen hatten (1 Pfeiler: 2,5% vs. 1,8%, 2 bis 3 Pfeiler: 37,0% vs. 36,4%), waren höhere Pfeilerzahlen

etwas zahlreicher bei Senior-Patienten vertreten (61,9% vs. 60,5%). Die Ergebnisse waren hierbei insignifikant ($p = 0,524$).

Tabelle 67: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Pfeilerposition in Bezug auf Pfeilerdaten

Pfeilerposition		Alter (Jahre)		Gesamt
		Bis 65	Über 65	
OK/UK Molaren	Anzahl	76	118	194
	Prozent	13.9%	13.0%	13.4%
Eckzahn	Anzahl	201	324	525
	Prozent	36.7%	35.8%	36.1%
OK/UK Prämolaren	Anzahl	175	284	459
	Prozent	31.9%	31.4%	31.6%
OK 1er	Anzahl	37	87	124
	Prozent	6.8%	9.6%	8.5%
OK 2er	Anzahl	39	63	102
	Prozent	7.1%	7.0%	7.0%
UK Front	Anzahl	20	29	49
	Prozent	3.6%	3.2%	3.4%
Gesamt	Anzahl	548	905	1453
	Prozent	100,0%	100.0%	100.0%

$\chi^2 = 3.769$; $df = 5$; $p = 0.583$; Cramer's V = 0,05

Die Pfeilerpositionen waren, wie in Tabelle 67 zu sehen, fast identisch in der jeweiligen Verteilungsmenge bei den verschiedenen Altersklassen vertreten. Lediglich Oberkiefer Fronzähne (11, 21) waren etwas mehr bei Senior-Patienten vertreten (9,6% vs. 6,8%). Dieses Untersuchungsmerkmal war ohne Signifikanz ($p = 0,583$).

Tabelle 68: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Pfeilerart in Bezug auf Pfeilerdaten

Pfeilerart		Alter (Jahre)		Gesamt
		Bis 65	Über 65	
Natürlich	Anzahl	563	890	1453
	Prozent	94,6%	91,7%	92,8%
Implantat- getragen	Anzahl	32	81	113
	Prozent	5,4%	8,3%	7,2%
Gesamt	Anzahl	595	971	1566
	Prozent	100,0%	100,0%	100,0%

$X^2 = 4.840^*$; $df = 1$; $p = 0.028$; $\Phi = 0,06$

Während bei unter 65-Jährigen der Anteil natürlicher Pfeilerzähne etwas überwog (94,6% vs. 91,7%), stellten Senior-Patienten den größeren Anteil implantatgetragener Pfeilerzähne (8,3% vs. 5,4%), wie in Tabelle 68 zu erkennen ist. Hierbei war eine Signifikanz nachweisbar ($p < 0,05$).

Tabelle 69: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Prothesenbasis in Bezug auf Pfeilerdaten

Prothesenbasis		Alter (Jahre)		Gesamt
		Bis 65	Über 65	
Cover-Denture	Anzahl	93	153	246
	Prozent	24,5%	27,1%	26,1%
Brücke abnehmbar	Anzahl	74	61	135
	Prozent	19,5%	10,8%	14,3%
Andere	Anzahl	212	351	563
	Prozent	55,9%	62,1%	59,6%
Gesamt	Anzahl	379	565	944
	Prozent	100,0%	100,0%	100,0%

$X^2 = 14.103^{***}$; $df = 2$; $p = 0.001$; Cramer's V = 0,12

Der größte Unterschied in Tabelle 69 ist in dem Anteil der abnehmbaren Brücken zu sehen. Bei unter 65-Jährigen lag dieser fast doppelt so hoch wie bei über 65-

Jährigen (10,8% vs. 19,5%). Über 65-Jährige waren dagegen stärker bei Konstruktionen mit großem Verbinder vertreten (62,1% vs. 55,9%). Das Ergebnis war hoch signifikant ($p < 0,001$) und deckt sich mit den Ergebnissen der Versorgungsanalyse.

Tabelle 70: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Verblendungsdefekt in Bezug auf Pfeilerdaten

Verblendungsdefekt		Alter (Jahre)		Gesamt
		Bis 65	Über 65	
Nein	Anzahl	556	859	1415
	Prozent	93,4%	88,5%	90,4%
Ja	Anzahl	39	112	151
	Prozent	6,6%	11,5%	9,6%
Gesamt	Anzahl	595	971	1566
	Prozent	100,0%	100,0%	100,0%

$X^2 = 10.501^{***}$; $df = 1$; $p = 0.001$; $\Phi = 0,08$

Verblendungsdefekte traten, wie in Tabelle 70 zu sehen, häufiger bei über 65-Jährigen auf (11,5% vs. 6,6%). Dies bestätigt die Analyse der Verblendungsdefekte bezogen auf die Versorgung. Der Signifikanzwert war sehr hoch ($p \leq 0,001$).

Tabelle 71: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Erweiterung in Bezug auf Pfeilerdaten

Erweiterung		Alter (Jahre)		Gesamt
		Bis 65	Über 65	
Nein	Anzahl	554	927	1481
	Prozent	93,1%	95,5%	94,6%
Ja	Anzahl	41	44	85
	Prozent	6,9%	4,5%	5,4%
Gesamt	Anzahl	595	971	1566
	Prozent	100,0%	100,0%	100,0%

$\chi^2 = 4.001^*$; df = 1; p = 0.045; Phi = 0,05

Hierbei gab es geringfügige Unterschiede. Erweiterungen wurden etwas häufiger bei jüngeren Patienten durchgeführt (6,9% vs. 4,5%), wie in Tabelle 71 zu erkennen ist. Das Ergebnis ist als signifikant zu bewerten (p < 0,05) und deckt sich mit den Ergebnissen bezüglich der Versorgungen.

Tabelle 72: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Vitalitätsverlust in Bezug auf Pfeilerdaten

Vitalitätsverlust		Alter (Jahre)		Gesamt
		Bis 65	Über 65	
Nein	Anzahl	547	838	1385
	Prozent	91,9%	86,3%	88,4%
Ja	Anzahl	48	133	181
	Prozent	8,1%	13,7%	11,6%
Gesamt	Anzahl	595	971	1566
	Prozent	100,0%	100,0%	100,0%

$\chi^2 = 11.440^{***}$; df = 1; p = 0.001; Phi = 0,09

Tabelle 72 zeigt, dass Vitalitätsverluste bei Senior-Patienten häufiger zu beobachten waren als bei jüngeren Patienten (13,7% vs. 8,1%). Eine Differenz von 5,6 Prozentpunkte zwischen den Vergleichsgruppen bestätigt selbige

Analyse bezogen auf die Versorgungen. Dieses Untersuchungsmerkmal war hoch signifikant ($p < 0,001$).

Tabelle 73: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Teleskopmodifikation in Bezug auf Pfeilerdaten

Teleskopmodifikation		Alter (Jahre)		Gesamt
		Bis 65	Über 65	
Nein	Anzahl	586	915	1501
	Prozent	98,5%	94,2%	95,8%
Ja	Anzahl	9	56	65
	Prozent	1,5%	5,8%	4,2%
Gesamt	Anzahl	595	971	1566
	Prozent	100,0%	100,0%	100,0%

$\chi^2 = 16.787^{***}$; $df = 1$; $p < 0.001$; $\Phi = 0,10$

Auch in Tabelle 73 werden die Ergebnisse der Versorgungsanalyse bezogen auf das Alter bestätigt. Teleskopmodifikationen wurden häufiger bei Senior-Patienten durchgeführt (5,8% vs. 1,5%). Der errechnete Signifikanzwert war hoch ($p < 0,001$).

Tabelle 74: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Parafunktionelle Aktivität in Bezug auf Pfeilerdaten

Parafunktionelle Aktivität		Alter (Jahre)		Gesamt
		Bis 65	Über 65	
Nein	Anzahl	400	728	1128
	Prozent	67,2%	75,0%	72,0%
Ja	Anzahl	195	243	438
	Prozent	32,8%	25,0%	28,0%
Gesamt	Anzahl	595	971	1566
	Prozent	100,0%	100,0%	100,0%

$X^2 = 10991^{***}$; $df = 1$; $p = 0.001$; $\Phi = 0,08$

Tabelle 74 bestätigt die Versorgungsanalysen hinsichtlich des Alters der Patienten. Parafunktionelle Aktivitäten wurden vermehrt bei jüngeren Patienten festgestellt (32,8% vs. 25%). Die Ergebnisse wurden durch eine hohe Signifikanz bekräftigt ($p \leq 0,001$).

Tabelle 75: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Einhaltung Recall in Bezug auf Pfeilerdaten

Einhaltung Recall		Alter (Jahre)		Gesamt
		Bis 65	Über 65	
Nein	Anzahl	495	674	1169
	Prozent	83,2%	69,4%	74,6%
Ja	Anzahl	100	297	397
	Prozent	16,8%	30,6%	25,4%
Gesamt	Anzahl	595	971	1566
	Prozent	100,0%	100,0%	100,0%

$X^2 = 37.020^{***}$; $df = 1$; $p < 0.001$; $\Phi = 0,15$

In Tabelle 75 ist zu sehen, dass Senior-Patienten wesentlich gewissenhafter zur Nachsorge erschienen; dies deckt sich mit den Daten für die Versorgungsanalyse ebenfalls. 30,6% regelmäßige Nachkontrollen bei Senior-Patienten standen

lediglich 16,8% bei unter 65-Jährigen gegenüber. Zudem ist dieses Ergebnis als hoch signifikant zu bewerten ($p < 0,001$).

Tabelle 76: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Behandler in Bezug auf Pfeilerdaten

Behandler		Alter (Jahre)		Gesamt
		Bis 65	Über 65	
Student	Anzahl	411	595	1006
	Prozent	69,1%	61,3%	64,2%
Arzt	Anzahl	184	376	560
	Prozent	30,9%	38,7%	35,8%
Gesamt	Anzahl	595	971	1566
	Prozent	100,0%	100,0%	100,0%

$X^2 = 9.767^{**}$; $df = 1$; $p = 0.002$; $\Phi = 0,08$

Tabelle 76 belegt sehr signifikant ($p < 0,01$), dass der Anteil der approbierten Zahnärzte als Behandler grundsätzlich höher bei den über 65-Jährigen war (38,7% vs. 30,9%). Die Ergebnisse decken sich mit denen aus den Versorgungsdaten.

5 Diskussion

5.1 Methodenwahl

Ziel dieser retrospektiven Studie war es, anhand einer konsekutiven Aufarbeitung und Datenanalyse von Patienten den Langzeiterfolg teleskopierenden Zahnersatzes zu untersuchen. Hierbei flossen viele Komponenten in die Studie ein, die den Langzeiterfolg potenziell gefährden oder sogar verbessern könnten. Sowohl biologische als auch technische Faktoren wurden ausführlich anhand von Akteneinträgen dokumentiert, ausgewertet und in die Gesamtbeurteilung einbezogen.

5.2 Methodenkritik

In der vorliegenden Studie fand keine Patientenselektion statt, sondern alle Patienten der Westdeutschen Kieferklinik in Düsseldorf, die teleskopierenden Zahnersatz inseriert bekamen, wurden mit in die Studie einbezogen. Hierbei wurden sowohl natürliche als auch implantatgetragene Teleskoparbeiten in die Studie integriert. Auch kombiniert natürlich- und implantatgetragener Zahnersatz wurde berücksichtigt. Patienten mit Versorgungen, die auf mindestens einem Implantatpfeiler gestützt waren, wurden ausschließlich durch approbierte Zahnärzte behandelt. Weiterführend bestand keine Selektion aufgrund pathologischer Veränderungen des Zahnhalteapparates oder gar des gesamten Organismus, was die Vergleichbarkeit des Langzeiterfolges zwischen den untersuchten Patienten etwas einschränken könnte. Die Studie verlief ausschließlich fallbezogen. Es wurden also auch mehrere Versorgungen pro Patient, sowohl zeitgleich als auch zu verschiedenen Zeitpunkten eingegliedert, in die Studie mit aufgenommen. Im Kontrast hierzu stehen patientenbezogene Analysen, bei denen nur eine Restauration pro Patient ausgewertet wird.

Kein Patient beziehungsweise keine Patientin wurde zum Zwecke der Studie in die Klinik einbestellt, sondern ausschließlich Dokumentationen aus den Patientenakten miteinbezogen, weshalb eine potenzielle Fehlerquelle aufgrund von Fehl- beziehungsweise Falschdokumentationen nicht auszuschließen ist. Es

könnte also durchaus zu Datenverlusten gekommen sein mit daraus folgender größerer Abweichung des Kaplan-Meier-Schätzers aufgrund von Verkleinerungen des Untersuchungskollektivs. Da Patienten nicht explizit zum Zweck der Studie untersucht wurden, kann man in dieser Studie zudem weder Verlust noch Erhalt der Versorgung zu 100 Prozent nachweisen.

Im Vergleich zu anderen Studien wurden ausschließlich Behandlungen integriert, die in der Universität Düsseldorf nach einem standardisierten Behandlungsverfahren durchgeführt werden. Die Behandlungen führten zu einem großen Teil Studenten, aber auch approbierte Zahnärzte durch. Die Herstellung der prothetischen Versorgungen erfolgte hauptsächlich durch externe Labore mit qualifizierten Zahntechnikern. Es ist nicht auszuschließen, dass ein Teil der Patienten nach Eingliederung des Zahnersatzes durch Hauszahnärzte weiter betreut wurde.

Die Überlebenszeiten wurden mit Hilfe der Kaplan-Meier-Analyse ermittelt, die der Abschätzung der Verweilwahrscheinlichkeit dient (Sachs 1992). Hierbei wird die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Ereignisses - in diesem Fall war es entweder ein Pfeilverlust oder der gesamte Versorgungsverlust - errechnet. Versorgungen, bei denen kein Zielereignis eingetroffen ist, wurden als zensierte Fälle mit in die Studie eingeschlossen. Die in der Studie aufgeführten zensierten Fälle können nicht eindeutig beurteilt werden, da Patienten entweder nicht bis zum Abschluss der Studie erschienen sind, Verluste nicht ordnungsgerecht dokumentiert wurden, oder Patienten durch Todesfälle aus der Studie ausgeschieden sind. Es handelt sich bei den Kaplan-Meier-Analysen in dieser Studie um so genannte Ein-Episoden-Fälle. Es wurde jeweils eine Episode, nämlich der Zeitraum zwischen Eingliederung des Zahnersatzes und Pfeilverlust beziehungsweise Konstruktionsverlust kalkuliert. Nachfolgend neu angefertigte Prothesen bei denselben Patienten wurden als neuer, völlig unabhängiger Fall behandelt.

Da Erfolg ein relativer Begriff ist, ist ein Vergleich zu anderen relevanten Studien durchaus schwierig. Es gibt zudem aufgrund des Studiendesigns mögliche Einschränkungen in Bezug auf Schlussfolgerungen und Ergebnisaussagen dieser Studie.

5.3 Patientenkollektiv

Insgesamt flossen n = 329 Patienten mit n = 464 herausnehmbaren teleskopierenden Versorgungungen gestützt auf n = 1566 Pfeilerzähnen zur Datenanalyse in die Studie mit ein. Diese Zahl ist im Vergleich zu anderen Studien relativ hoch (Mock et al.: n = 92 Patienten, n = 105 Prothesen und n = 299 Pfeilerzähne; Hupprich: n = 42 Patienten, n = 58 Prothesen und n = 236 Pfeilerzähne; Szentpétery und Setz: n = 74 Patienten, n = 82 Prothesen und n = 173 Pfeilerzähne; Müller-Koelbl n = 82 Patienten, n = 82 Prothesen und n = 288 Pfeilerzähne (Mock et al. 2005, Hupprich 2015, Szentpétery und Setz 2015, Müller-Koelbl 2019) und gleichzeitig aufgrund der Auswertung nach Krankenaktenlage auch quantitativ besser umsetzbar.

Teil der Studie waren alle Patienten, die zwischen dem 01.01.2004 und dem 31.12.2015 in der Westdeutschen Kieferklinik in Düsseldorf vorstellig waren und bei denen im Laufe des Studienzeitraumes eine teleskopierende Versorgung eingegliedert wurde. Die prothetischen Versorgungungen wurden im Zeitraum vom 23.11.1984 bis 03.02.2015 in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik in der Westdeutschen Kieferklinik der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf angefertigt.

Die Beobachtungsdauer der Studie beläuft sich auf maximal 27,1 Jahre mit einer durchschnittlichen Beobachtungsdauer von 4,7 Jahren und einer medianen Beobachtungsdauer von 3,5 Jahren. Diese Dauer ist im Vergleich zu anderen Studien eher als hoch zu bewerten (Wenz und Lehmann 1998, Wenz et al. 2001, Hofmann et al. 2002, Weber 2006, Szentpétery und Setz 2015, Kurzrock 2016).

5.4 Überlebenszeitanalyse der Teleskopprothesen

Über den gesamten Beobachtungszeitraum verloren n = 88 Teleskopprothesen der insgesamt n = 464 angefertigten Versorgungungen ihre Funktion (19%). Die Überlebenswahrscheinlichkeit nach 2 Jahren lag bei 95,3%, nach 5 Jahren bei 87,9%, nach 10 Jahren waren es noch 68,3% und nach 15 Jahren nur noch 38,4%. Vergleiche zu anderen Studien fallen folgendermaßen aus:

In einer systematischen Literaturrecherche führten Moldovan et al. 2014 eine Metaanalyse der Überlebensraten von herausnehmbaren Teilprothesen im mäßig reduzierten Gebiss durch. Es wurden nur solche Studien eingeschlossen, die mindestens $n = 8$ Patienten über einen Zeitraum von mehr als 2 Jahren beobachteten. Von den abschließend geprüften 19 Veröffentlichungen wiesen Doppelkronenprothesen nach 3 bis 6 Jahren Verlustquoten von 0 bis 21,7% auf (Moldovan et al. 2016). Vergleicht man diese Werte mit der Verlustquote (19%) in der hiesigen Studie, der eine Beobachtungsdauer von 0 bis 27 Jahren zugrunde liegt, ergeben sich vergleichbare Verlustraten. Dennoch wurde in hiesiger Studie auch das stark reduzierte Restgebiss im Gegensatz zu Moldovan et al. hinzugezogen. Vergleicht man lediglich die Verlustquote für das mäßig reduzierte Restgebiss mit einer Restbeziehung von 4 bis 8 Pfeilerzähnen, so reduziert sich die Verlustquote auf 15,9% in hiesiger Studie.

Szentpétery und Setz beobachteten in ihrer prospektiven Studie über maximal 10 Jahre nach 3 Jahren eine Überlebensrate von 95,9%, nach 5 Jahren waren es noch 90,9% und nach 10 Jahren 82,6% bei insgesamt $n = 82$ Prothesen und $n = 173$ Friktionsteleskopen (Szentpétery und Setz 2015). Diese Ergebnisse waren etwas besser im Vergleich zur vorliegenden Studie, jedoch handelte es sich um eine prospektive Studie bei der nur das stark reduzierte Restgebiss in die Studie miteinbezogen wurde. Bei der Analyse des stark reduzierten Restgebisses ergeben sich in hiesiger Studie für Pfeilerzahlen zwischen 2 bis 3 Zähnen Überlebenswahrscheinlichkeiten über 87,3% nach 5 Jahren und 58,7% nach 10 Jahren; Während die Überlebenswahrscheinlichkeiten nach 5 Jahren noch vergleichbar sind, liegen die Ergebnisse in hiesiger Studie nach 10 Jahren deutlich unter denen von Szentpétery und Setz. Für einen Pfeiler Restzahnbestand ergeben sich noch größere Unterschiede nach 10 und auch nach 5 Jahren; in dieser Studie liegt die Überlebenswahrscheinlichkeit nach 5 Jahren lediglich bei 25,6%, nach 10 Jahren sogar nur bei 12,8%.

Yoshino et al. untersuchten in ihrer retrospektiven Langzeitstudie ebenfalls den Erfolg von Doppelkronenprothesen. In ihre Studie flossen $n = 213$ Prothesen mit $n = 1030$ Pfeilerzähnen ein, die über einen mittleren Zeitraum von 12,7 Jahren beobachtet wurden. In dieser Zeit wurden $n = 32$ Prothesen ersetzt. Insgesamt gingen also 15,0% aller Prothesen, also 4,0% weniger als in hiesiger Studie über den Beobachtungszeitraum verloren. Die Überlebenswahrscheinlichkeit betrug

nach 10 Jahren 94,7% und nach 20 Jahren 70,8% (Yoshino et al. 2020). Die Ergebnisse sind somit denen in der hiesigen Studie deutlich überlegen, wo nach 10 Jahren lediglich eine Überlebenschance von 68,3% erreicht wurde. Auch im Vergleich zu anderen Autoren wurden hier mit Abstand die besten Ergebnisse erzielt.

Müller-Koelbl verlor in seiner Studie über einen Zeitraum von mindestens 20 Jahren nach 6 Jahren zirka 10% der Erstversorgungen, nach 10 Jahren knapp 40%, nach 14 Jahren zirka 50% und nach 20 Jahren war ein Verlust von insgesamt 76,8% der ursprünglich zu Studienbeginn eingegliederten Versorgungen (n = 82) zu verzeichnen. In genannter Studie waren durchschnittlich 3,5 Pfeilerzähne vorhanden (Müller-Koelbl 2019). Hier handelt es sich im Gegensatz zu hiesiger Studie um eine retroelektive Studie mit Mehrzustandsmodellen, bei der unter anderem nach Alter der Patienten selektiert wurde. Patienten durften zum Eingliederungszeitpunkt maximal 60 Jahre alt sein.

Bei Webers retrospektiver Longitudinalstudie wurden insgesamt n = 26 der ursprünglich n = 554 inserierten Teleskopprothesen über einen Beobachtungszeitraum von maximal 9,7 Jahren ersetzt. Hierbei lag die Überlebenschance nach 5 Jahren bei 92,7%. Nach 10 Jahren sank sie jedoch auf unter 50% (Weber 2006). Im Gegensatz zu hiesiger Studie lagen gewisse Ausschlusskriterien vor, wie zum Beispiel die Verankerung auf Implantaten.

Eingeschränkte Vergleichsmöglichkeiten aufgrund unterschiedlicher Methoden gegenüber der hiesigen Studie gelten auch für viele andere Studien, die sich mit dem Erfolg von teleskopierenden Versorgungen befassen: (Gernet et al. 1983, Bergman et al. 1995, Nickenig und Kerschbaum 1995, Möser 1997, Eisenburger und Tschernitschek 1998, Eisenburger et al. 2000, Wenz et al. 2001, Schmitt-Plank 2003, Widbom et al. 2004, Muhs 2006).

5.4.1 Relevanteste Einflussfaktoren und Schadensereignisse für den Versorgungsverlust

5.4.1.1 Auswirkung der Pfeileranzahl auf Teleskopprothesen

Die größte Anzahl der Versorgungsverluste fand bei Prothesen mit geringem Restzahnbestand statt und war somit teleskopzahlabhängig. Hierbei entfielen über den gesamten Beobachtungszeitraum $n = 13$ der insgesamt $n = 88$ Prothesenverluste auf Ein-Teleskopprothesen. Das macht einen Anteil von 14,8% der Gesamtverluste bei gerade einmal 7,1% der Gesamtversorgungen aus ($n = 33$ von $n = 464$ Prothesen). Insgesamt gingen 39,4% aller Ein-Teleskopprothesen während der Studie verloren beziehungsweise wurden zu Totalprothesen umfunktioniert. Der Unterschied der Versorgungsarten zwischen 2 bis 3 Pfeilern (18,8% Verluste bei $n = 223$ Prothesen) und 4 bis 8 Pfeilern (15,9% Verluste bei $n = 208$ Prothesen) fiel hingegen weniger stark ins Gewicht. Die jeweiligen Überlebenswahrscheinlichkeiten unterstreichen diese Ergebnisse: Während 4 bis 8 Pfeilerzähne nach 5 Jahren noch eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 94,8% aufwiesen, lag diese bei 2 bis 3 Pfeilern noch bei 87,3%, bei einem Pfeiler lediglich bei 25,6%. Nach 10 Jahren erreichten 4 bis 8 Pfeiler 81,6%, 2 bis 3 Pfeiler 58,7% und ein Pfeiler 12,8%. Diese aussagekräftigen Ergebnisse wurden durch eine hohe Signifikanz gestützt ($p < 0,001$).

Die Korrelation zwischen Restzahnbestand und Versorgungsverlust bestätigen andere Studien ebenfalls. So beschreiben Wöstmann et al. eine pfeilerabhängige Langzeitprognose von Teleskopprothesen. Sie ermittelten für $n = 463$ Patienten und $n = 554$ Teleskopversorgungen auf $n = 1758$ Pfeilerzähnen in ihrer retrospektiven Longitudinalstudie eine Überlebenswahrscheinlichkeit nach 5 Jahren von 97,9% bei 4 Teleskopen, 95,0% bei 3 Teleskopen, 90,4% bei 2 und lediglich 70,9% bei einem Teleskop (Wöstmann et al. 2007). Vergleicht man hierbei die Diskrepanz zwischen einem Pfeiler und 2 Pfeilern, ergibt sich das gleiche Erscheinungsbild, wie in hiesiger Studie: Versorgungsarten mit einem Pfeiler haben mit weitem Abstand die schlechteste Prognose.

Auch Weber sieht einen Zusammenhang zwischen Pfeileranzahl und Langzeiterhalt der Prothesen: Prothesen mit einem Pfeiler hatten in ihrer retrospektiven Studie eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 63,99% nach 5 Jahren, mit 2 Pfeilern lag diese bei 90,56%, mit 3 Pfeilern bei 93,10% und 4 Pfeilern sogar bei 98,11%. Mehr als 4 Pfeiler hatten überhaupt keine Verluste zu verzeichnen (Weber 2006). Auch hier wird das schlechte Abschneiden von einem Pfeiler deutlich.

Ebenso beobachtete Schüth in einer retrospektiven Longitudinalstudie mit n = 170 Prothesen, dass die Überlebenszeit bei 3 oder mehr Pfeilerzähnen im Median länger war (11 Jahre) als bei 2 (4,5 Jahre) und bei einem Pfeilerzahn (3,75 Jahre) (Schüth 1997). Müller-Koelbl ermittelte in seiner retroelektiven Studie für die Kategorie „keine Revision“, beziehungsweise Neuanfertigung von Versorgungsmöglichkeiten überwiegend Prothesen mit 3 Pfeilerzähnen (31,8%) über einen Beobachtungszeitraum von 20 Jahren. Prothesen mit nur 1 bis 2 Pfeilern endeten hingegen sehr häufig in dem Zustand „Totalprothese“ (31,8%) und nur 18,2% gingen über den gesamten Beobachtungszeitraum nicht verloren. Überraschenderweise erzielten auch 4 Pfeiler sehr schlechte Ergebnisse. Hierbei kam es nur in 14,3% der Fälle nicht zu Neuanfertigungen (Müller-Koelbl 2019).

Szentpétery und Setz 2015 erkannten in Ihrer prospektiven Studie sogar einen Zusammenhang zwischen Teleskopanzahl und Zufriedenheit der Patienten mit dem Zahnersatz (Szentpétery und Setz 2015). Nur wenige Studien belegen allerdings überhaupt keinen Zusammenhang zwischen Restzahnbestand und Pfeiler- beziehungsweise Versorgungsverlust (Hofmann 1990, Stark und Schrenker 1998). Darüber hinaus empfehlen einige Autoren Teleskopprothesen bei geringem Restzahnbestand, da sie trotz ihrer Nachteile anderen Versorgungsmöglichkeiten überlegen sind. Verantwortlich hierfür sind vor allem die flexiblen Konzeptionsmöglichkeiten, gute Erweiterbarkeit und Halt der Prothese, sowie hoher Tragekomfort (Diedrichs 1990, Hofmann 1990, Stark et al. 1998, Szentpétery und Setz 2015).

5.4.1.2 Auswirkung der Prothesenbasis auf Teleskopprothesen

Bei der Ausführung der Prothesenbasis waren mit Abstand die meisten Verluste bei Cover-Denture-Prothesen zu verzeichnen. Hier kam es in 27,2% der Fälle zu Verlusten. Es gingen $n = 28$ der insgesamt $n = 103$ untersuchten Cover-Denture-Prothesen verloren, wobei in der Auswertung auch die Umarbeitung zu einer Totalprothese als Verlust gewertet wurde. 20% beziehungsweise $n = 5$ der $n = 25$ abnehmbare Brücken gingen im Vergleich hierzu verloren, bei Prothesen mit Verbinder waren es sogar nur 12,6% beziehungsweise $n = 21$ der $n = 167$ inserierten Prothesen. Da Cover-Denture-Prothesen gerade bei geringem Restzahnbestand häufig Anwendung finden (Hofmann 1966, Hofmann und Ludwig 1973) - in dieser Studie zu 81,6% bei 1 bis 3 Teleskopen -, verwundert dieses Ergebnis nicht. Im Median wurde eine Cover-Denture Prothese von 2 Zähnen gestützt, andere Versorgungsformen mit Verbinder hingegen von 3 Zähnen, abnehmbare Brücken sogar von 6 Zähnen. Die hohe Signifikanz unterstreicht den großen Einfluss der Prothesenbasis auf den Versorgungsverlust ($p < 0,001$). Zudem wurde bei der schrittweisen Cox-Regression bezüglich des Hazards der Überlebenszeit hoch signifikant ein 5,4-mal größeres Pfeilerverlustrisiko bei Cover-Denture Prothesen gegenüber Teleskopprothesen mit Verbinder ermittelt.

Neben dem Restzahnbestand könnte die parodontalhygienisch ungünstige Gestaltung der Prothesenbasis bei Cover-Denture-Prothesen ebenfalls negativen Einfluss genommen haben (Reitemeier und Reitemeier 1976, Marxkors 2007). Je reduzierter das Restgebiss ist, desto größer sollte die Prothesenbasis sein, um eine gleichmäßige Verteilung der Kräfte, die auf die Pfeilerzähne und zahnlosen Kieferabschnitte übertragen werden, zu gewährleisten. Bei einer Cover-Denture-Prothese ist der Zahnfleischsaum vollständig mit der Prothese überdeckt, was zwar ästhetisch anspruchsvolle Ergebnisse liefert, aber eine schlechtere Durchspülung und Reinigung der Pfeilerzähne zur Folge hat. Die Empfehlung aus parodontalhygienischer Sicht ist eine parodontienfreie Gestaltung der Prothesenbasis (Pospiech 2002). Ferger bestätigt, dass die hygienische Gestaltung von Zahnersatz direkten Einfluss auf die Prognose einer Versorgung hat (Ferber 1986). Auch Mock et al. sehen in mangelnder Mundhygiene große Auswirkungen auf den Erhalt von Teleskopprothesen und fordern deshalb kürzere Nachuntersuchungsintervalle

für Patienten, die Deckprothesen im Unterkiefer inseriert bekommen (Mock et al. 2005).

Anhand der vorliegenden Ergebnisse ist nicht klar definierbar, inwieweit die geringe Pfeilerzahl oder die mangelnde Parodontalhygiene entscheidenden Einfluss auf die verminderte Langzeitprognose von Teleskopprothesen genommen hat, da bei höherer Pfeilerzahl in der Regel eine parodontienfreie Gestaltung der Prothese gewählt wurde, bei geringer Pfeilerzahl jedoch Cover-Denture-Prothesen das Mittel der Wahl waren. Eine Cover-Denture-Prothese sollte bei geringem Restzahnbestand trotzdem unbedingt in Erwägung gezogen werden, da sie unerlässlich ist, sofern man eine langfristige Lösung bis hin zur Totalprothese schaffen möchte (Hofmann 1966, Hofmann 1971, Hofmann und Ludwig 1973). Im Gegensatz zu Prothesen mit Verbindern lassen sich Cover-Denture-Prothesen nämlich hervorragend zur Vollprothese erweitern und sichern zudem eine wesentlich bessere Haltewirkung über einen adäquaten Saugeffekt und einen in der Umschlagsfalte liegenden Ventilrand.

Das schlechtere Abschneiden abnehmbarer Brücken im Gegensatz zu Prothesen mit Verbindern trotz der höheren Pfeilerzahlen könnte damit zusammenhängen, dass der rein dental getragenen Prothese bei Pfeilerverlusten die schleimhautgetragene Komponente fehlt, um die ursprüngliche Belastungsverteilung der übrig gebliebenen Pfeilerzähne in Folge einer Erweiterung beizubehalten. Somit sind teleskopierende Brücken allein oft nicht mehr in der Lage, Form und Funktion beibehalten zu können, wenn die Anzahl der Stütz Pfeiler reduziert wird. Prothesen mit Verbinder und Cover Denture Prothesen können Erweiterungen aufgrund ihrer zusätzlichen schleimhautgetragenen Komponente wesentlich besser abfangen. Zudem ist die Anzahl abnehmbarer Brücken aufgrund der geringeren Fallzahl von $n = 25$ in hiesiger Studie weniger aussagekräftig als die anderen beiden Konstruktionsformen.

5.4.1.3 Auswirkung der Abstützung auf Teleskopprothesen

Auch bei der Abstützung gab es ausgesprochen deutliche Unterschiede: Während polygonal und quadrangulär (15,1% Verluste in $n = 185$ Fällen), sowie

triangulär (13,5% Verluste in n = 148 Fällen) abgestützte Prothesen eine gute Belastungsverteilung boten, gab es bei linearen Versorgungen 27,3% Verluste in n = 99 Fällen und punktförmigen Versorgungen sogar 40,6% Verluste in n = 32 Fällen. Gekennzeichnet waren diese Ergebnisse zusätzlich durch eine hohe Signifikanz ($p < 0,001$). Bei der Cox-Regressionsanalyse konnte bezüglich des Hazards der Überlebenszeit ebenfalls ermittelt werden, dass das Versorgungsverlustrisiko mit Verkleinerung des Abstützungsfeldes stieg. Bei triangulären Versorgungen war das Risiko im Gegensatz zu quadrangulären und polygonalen Abstützungsformen 1,3-mal höher, bei linearen Abstützungsformen 3,3-mal höher und bei punktförmigen Abstützungen sogar 19,1-mal höher. Verantwortlich hierfür sind geringere Restzahnbestände und damit verbundene mangelnde Parodontalhygiene infolge ungünstiger Prothesenbasen bei kleineren Abstützungsfeldern.

Wagner und Kern untersuchten in ihrer retrospektiven Studie Prothesen, die hauptsächlich durch Konuskronen, entweder ohne Klammern oder in Kombination mit Klammern, getragen wurden sowie Modellgussprothesen 10 Jahre nach der Eingliederung. Hierbei errechneten sie für n = 74 Patienten mit n = 101 Prothesen bei quadrangulären und punktförmigen Abstützungsformen über 55% Misserfolge, linear abgestützte Versorgungen wiesen eine 32,1%-ige Misserfolgsrate auf, triangulär abgestützte hingegen nur 27,8% (Wagner und Kern 2000). Hier wurden quadrangulär und punktförmig abgestützte Versorgungen zwar zusammengefasst, dennoch ist das Ergebnis für quadrangulär abgestützte Versorgungen in hiesiger Studie deutlich besser. Im Vergleich zu dieser Studie untersuchten Wagner und Kern jedoch auch Kombinationen mit Klammern und Modellgussprothesen, was eine reliable Vergleichbarkeit erschwert.

Szentpétery und Setz kategorisieren in ihrer prospektiven Studie die Pfeilerverteilungen noch differenzierter als in der vorliegenden Studie und orientierten sich an der Pfeilerverteilung nach Steffel (Steffel 1962). Hierbei fanden sie heraus, dass bei linear-sagittaler Abstützung das Überleben deutlich besser war als bei linear-transversaler Abstützung. Nach 3 Jahren beobachteten sie sogar ein schlechteres Abschneiden der linear-transversalen Abstützung als bei der punktförmigen Abstützung. Jedoch verschoben sich die Ergebnisse nach 5 Jahren wieder dahingehend, dass punktförmige Abstützungen, die unter

anderem bei Ein-Teleskopprothesen Anwendung finden, am schlechtesten abschnitten. Die besten Ergebnisse lieferten trianguläre Abstützungen. Quadranguläre Abstützungen waren nicht Teil der Studie, da nur stark reduzierte Restgebisse untersucht wurden (Szentpétery und Setz 2015).

Somit decken sich die Ergebnisse in weiten Teilen mit der vorliegenden Studie, bis auf das schlechtere Abschneiden linear transversaler Abstützungen nach 3 Jahren bei Szentpétery und Setz. In hiesiger Studie wird zwar lediglich zwischen punktförmigen und allen Formen von linearen Abstützungen unterschieden, doch die Überlebenswahrscheinlichkeiten waren konstant deutlich höher bei linearen- als bei punktförmigen Versorgungen ($p(\ddot{U})$ nach 2 Jahren = 93,1% vs. 71,5%, $p(\ddot{U})$ nach 5 Jahren = 78,2% vs. 25,1% und $p(\ddot{U})$ nach 10 Jahren = 43,7% vs. 12,6%).

Gernet et al. sehen ebenfalls einen Zusammenhang zwischen der Art der Abstützung und dem Erfolg von Zahnersatz. Sie präferieren quadranguläre und polygonale Belastungsformen. Der Mehrwert derartiger Abstützungsdesigns kann durch die Ergebnisse der vorliegenden Studie bestätigt werden. Dennoch erachten sie eine linear-frontale Abstützung als ebenso wertvoll, wenn diese eine ausreichend lange Stützlinie besitzt. Trianguläre Abstützungsformen halten sie allenfalls bei einseitiger Freundsituation noch für akzeptabel, alle anderen Formen betrachten sie als ungünstig (Gernet et al. 2007). Nur einzelne Studien sehen keinen Zusammenhang zwischen der Topographie der Zähne und dem Langzeiterhalt der Versorgung (Hofmann 1990, Stark und Schrenker 1998).

Da Teleskopprothesen in den meisten Fällen in Deutschland Anwendung beim stark reduzierten Restgebiss finden (Kerschbaum 2004), ist die Auswahlmöglichkeit der Pfeilerzähne häufig beschränkt. Dennoch sollte es Ziel sein, ein möglichst großes Abstützungsfeld zu erreichen, um eine gute Kaukraftverteilung auf die verbliebenen Pfeilerzähne zu erhalten. Dies ermöglicht vor allem eine steigende Anzahl von Pfeilerzähnen. Höhere Pfeilerzahlen haben zudem, wie zuvor beschrieben, ebenfalls eine positive Wirkung auf die Langlebigkeit einer teleskopierenden Versorgung und lassen zudem eine grazilere Gestaltung der Prothesenbasis zu.

5.4.1.4 Auswirkung des Pfeilverlustes auf Teleskopprothesen

Die stärkste Auswirkung auf den Versorgungsverlust hatte logischerweise der Pfeilverlust. In 53,8% der Fälle führte Pfeilverlust schlussendlich zu Versorgungsverlust. Von den $n = 119$ Teleskopprothesen, die grundsätzlich Pfeilverluste während der Beobachtungszeit aufwiesen, erlitten $n = 64$ einen Prothesenverlust. Die Ergebnisse wurden durch eine hohe Signifikanz gestützt ($p < 0,001$). Die Überlebenswahrscheinlichkeiten waren vor allem langfristig wesentlich schlechter für solche Ereignisse. So stand nach 15 Jahren einer Überlebenswahrscheinlichkeit von 63,1% bei Pfeilverlustfreien Prothesen eine Überlebenswahrscheinlichkeit von nur 23,7% bei Prothesen mit einem oder mehreren Pfeilverlusten gegenüber. Auch in der schrittweisen Cox-Regression für signifikante Prädiktoren der zensierten Überlebenszeit erwies sich der Pfeilverlust als hoch signifikant (Wald = 24,715; df = 1; $p < 0,001$). Hierbei wurde bezüglich des Hazards der Überlebenszeit ein 3,9-fach erhöhtes Risiko für einen Versorgungsverlust aufgrund eines oder mehrerer Pfeilverluste ermittelt.

Es ist offensichtlich, dass Pfeilverluste und Versorgungsverluste stark miteinander korrelieren. Pfeiler sind essenziell für Halt und Stabilität einer Prothese. Zudem sind Prothesen in ihrer Dimensionierung der Pfeileranzahl angepasst. Während abnehmbare Brücken fast ausschließlich durch die Zähne gestützt werden, kommen sowohl bei integrierten Verbindern als auch zu einem noch größeren Anteil bei Cover-Denture-Prothesen die schleimhautgetragene Komponente dazu. Je höher die Pfeilerzahl, desto höher der Anteil der dentalen Abstützung einer Prothese und desto niedriger der Anteil der mukosalen Abstützung. Dies wiederum führt bei geringerem Restpfeilerbestand bei gleichbleibender mukosaler Abstützung zu einer gesteigerten unphysiologischen Belastung der restlichen Pfeiler.

Zusätzlich ist in der vorliegenden Studie der Pfeilverlust bei Ein-Teleskopprothesen mit einem Versorgungsverlust gleichzusetzen, da umgearbeitete Totalprothesen als Versorgungsverlust dokumentiert wurden. Dies betrifft $n = 13$ der insgesamt $n = 88$ Versorgungsverluste. Es kommen noch $n = 20$ weitere Versorgungsverluste hinzu, die dasselbe Schicksal infolge mehrerer Pfeilverluste erlitten. Zusammengerechnet endeten $n = 33$ der als Versorgungsverluste gekennzeichneten Fälle nicht zwangsläufig tatsächlich in

einem Prothesenverlust, da sie auch in Totalprothesen umfunktioniert worden sein könnten. Das entspricht einem Anteil von 37,5% aller dokumentierten Versorgungsverluste.

Ein Vergleich zu anderen Studien lässt sich hierbei leider nicht anstellen, da die beiden Parameter Pfeilverlust und Gesamtversorgungsverlust in den anderen Studien nicht miteinander verglichen wurden, sondern lediglich die Pfeileranzahl hinsichtlich des Versorgungsverlustes evaluiert wurde.

5.4.1.5 Auswirkung der Erweiterung auf Teleskopprothesen

Erweiterungen wurden in vorliegender Studie als solche gewertet, wenn entweder in Folge einer Pfeilerextraktion die Sekundärkrone mit Kunststoff aufgefüllt, oder im Zuge der Extraktion von nicht als Pfeiler fungierenden Zähnen die Prothesenbasis um den verloren gegangenen Zahn erweitert wurde (Utz 1988).

Erweiterungen führten in 48,1% der Fälle zu Versorgungsverlusten. Bei $n = 27$ dokumentierten Erweiterungen kam es zu $n = 13$ Schadensfällen, wobei keine Signifikanz zu erkennen war ($p = 0,241$). Teleskopierende Versorgungsprothesen, die nicht erweitert werden mussten, gingen lediglich in 17,2% der Fälle verloren. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Erweiterungen in den meisten Fällen in Folge von Pfeilverlusten stattfinden und diese stark mit Versorgungsverlusten korrelieren.

Andere Autoren untersuchten Erweiterungen lediglich auf das Eintreten dieses Zielereignisses beziehungsweise auf die Häufigkeit von Erweiterungen.

5.4.1.6 Auswirkung der Unterfütterung auf Teleskopprothesen

Eine Unterfütterung ist die Neuanpassung der Prothesenbasis bei Erhalt der künstlichen Kauflächen. Ziel einer Unterfütterung ist die Anpassung der Inkongruenz zwischen Prothesenlager und -basis zur Verbesserung von Sitz, Halt und Funktion des Zahnersatzes (Eichner und Kappert 1996). Unterfütterungen hatten in dieser Studie mit 40,4% und $n = 46$ Schadensfällen

von insgesamt $n = 114$ unterfütterten Prothesen auch einen hohen Anteil an Versorgungsverlusten zur Folge, gepaart mit einem sehr signifikanten Log-Rank-Test ($p < 0,01$).

Dieses eindeutige Ergebnis ist auf den schlechten Sitz der zu unterfütternden Prothesen zurückzuführen, welcher mit Fehlbelastungen der Prothese einhergeht. Diese wiederum könnte negative Auswirkungen auf Pfeiler und damit auch auf die Gesamtversorgung gehabt haben. Des Weiteren sind Unterfütterungen häufig in Folge von Extraktionen notwendig, da es nach Extraktionen zu einem Knochenumbau im Bereich der Alveole kommt. Aufgrund der zuvor bestehenden dentalen Abstützung im Bereich des Pfeilerzahnes fehlt in diesem Bereich der Kontakt zwischen Kieferkamm und Prothesenbasis, sodass eine funktionelle Belastung des Alveolarfortsatzes nicht mehr gegeben ist.

Inkongruenzen zwischen Prothesenlager und Prothesenbasis wirken sich negativ auf die Gesamtversorgung aus, weshalb nicht die Unterfütterung an sich in Frage gestellt, sondern die Häufigkeit der Unterfütterungen gesteigert werden sollte. Eine Unterfütterung ist somit ein Indikator, dass zuvor ein Problem vorlag. Eine funktionsverbessernde Unterfütterung bleibt obligat (Weber 2006, Marxkors 2007). Teleskoparbeiten haben zudem häufig große Inkongruenzen, die nicht auffallen, da Teleskopprothesen in der Regel starr gelagert sind. Dementsprechend wird ein Unterfütterungsbedarf oft erst festgestellt, wenn Defekte schon vorhanden sind (Bouchouchi 1993). Kombiniert mit der Erkenntnis, dass Versorgungsverluste stark mit Pfeilerverlusten korrelieren, erklärt sich die Tatsache, dass eine hohe Anzahl der Versorgungsverluste in Folge von Inkongruenzen und dadurch notwendigen Unterfütterungen entstanden ist.

Andere Autoren untersuchten den Einfluss von Unterfütterungen nicht in Hinblick auf Versorgungsverluste, sondern einerseits die Zeitdauer bis zur ersten Unterfütterung und andererseits die Häufigkeit ausgeführter Unterfütterungen.

5.4.1.7 Auswirkung der Pfeilerposition auf Teleskopprothesen

Mit einer hohen Signifikanz ($p < 0,001$) spielte auch die Pfeilerposition eine Rolle bei der Analyse von Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust von teleskopierenden Versorgungen. Hierbei war die Diskrepanz zwischen nur molarengetragenen Versorgungen (38,5% und $n = 5$ Schadensfälle) und den auf Frontzähnen und anderen Zähnen gestützten (14,4% und $n = 17$ Schadensfälle) mit Abstand am Größten. Generell schnitten alle Versorgungen, bei denen nur eine Pfeilerposition vertreten war [nur Eckzähne (23%, $n = 14$ Schadensfälle) / nur Prämolaren (34,8%, $n = 8$ Schadensfälle) / nur Molaren (38,5%, $n = 5$ Schadensfälle) und nur Frontzähne (22,2%, $n = 4$ Schadensfälle)], schlechter ab, als mehrere Pfeilerpositionen. So ereilten Eckzähne und/ oder Molaren und/ oder Prämolaren nur 18,3% beziehungsweise $n = 40$ Schadensfälle. Eckzähne waren sowohl bei Versorgungsformen zwischen ein bis drei Pfeilern (52,5%) als auch bei Versorgungsformen mit 4 bis 8 Pfeilerzähnen (47,5%) gleichermaßen vertreten; alle anderen Pfeilerpositionen waren hingegen deutlich zahlreicher bei Versorgungen mit mehr als 3 Stützpfeilern vertreten ($\geq 62,7\%$).

Diese Ergebnisse sind darauf zurückzuführen, dass mehrere Pfeilerpositionen zum einen oft mit höheren Pfeilerzahlen einhergehen und zum anderen das Abstützungsfeld der Versorgung wächst, wenn mehrere Pfeilerpositionen vertreten sind. Dass Molaren vergleichsweise so schlecht und Frontzähne trotz ihrer kleinen Wurzeln so gut abgeschnitten haben, könnte an den geringen Fallzahlen liegen. Während nur $n = 13$ ausschließlich Molaren getragene Versorgungen inkorporiert wurden, gab es ebenfalls lediglich $n = 18$ nur Frontzahn getragene Arbeiten. Teleskopierende Versorgungen, die lediglich eckzahngestützt waren, kamen hingegen 61-mal zum Einsatz, da sie sich vor allem aufgrund ihrer langen Wurzeln als alleinige Verankerungselemente gut eignen.

Widbom et al. beobachteten in Ihrer bis zu 9-Jährigen retrospektiven Studie mit $n = 72$ Patienten pfeilerpositionsbedingte höhere Extraktionsraten bei teleskopierendem Zahnersatz (Widbom et al. 2004). Eine Erklärung für das gute Abschneiden von Frontzähnen und Prämolaren könnte Dittmann und Rammelsbergs Studie liefern. Sie bemerkten in ihrer retrospektiven klinischen

Studie über 5 Jahre mit n = 86 Patienten, n = 117 Prothesen und n = 385 Pfeilerzähnen, dass Zähne, die im anterioren Bereich des Kieferkamms lagen, seltener extrahiert werden mussten als Zähne im posterioren Bereich des Kieferkamms (Dittmann und Rammelsberg 2008). Das vergleichsweise gute Abschneiden von rein eckzahnverankerten Prothesen wird auch durch andere Studien belegt (Niedermeier 1985, Blaschke 2000). Es gibt jedoch auch Autoren, die keinen Zusammenhang hierin sehen (Eisenburger et al. 2000, Weber 2006).

Nur Heners und Walther erkannten in ihrer retrospektiven Langzeitstudie mit n = 540 Prothesen und n = 1798 Pfeilerzähnen über durchschnittlich 3,2 Jahre überhaupt keinen Zusammenhang zwischen Pfeilerpositionen und Versorgungsverlusten (Heners und Walther 1988).

5.4.2 Zusammenfassung der Überlebenszeitanalyse von Teleskopprothesen

Aufgrund stetig steigender Lebenserwartung der Menschen nimmt die Bedeutung von Zahnersatz unausweichlich zu. Zahnverlust und zunehmendes Lebensalter stehen in einem direkten Verhältnis zueinander. Zahnverlust wiederum führt zur Notwendigkeit von Zahnersatz, um pathologische Veränderungen, beispielsweise craniomandibuläre Dysfunktionen, zu verhindern. Darüber hinaus sollen durch Zahnersatz auch negative funktionelle, ästhetische und psychische Auswirkungen vermieden werden. Die Teleskopprothese muss sich hierbei mit anderen Versorgungsformen messen, insbesondere mit herausnehmbaren Versorgungsformen, die beim stark reduzierten Restgebiss Anwendung finden.

Insgesamt belegt diese Studie, dass der Erfolg von Teleskopprothesen in den ersten 5 Jahren durchaus hoch einzustufen ist. Darüber hinaus muss davon ausgegangen werden, dass die prothetische Konstruktion in vielen Fällen erneuert werden muss. Dies liegt vor allem an der hohen mechanischen Beanspruchung der Versorgung, aber auch an der Veränderung der oralen Strukturen innerhalb des Trageintervalls.

Trotzdem fördert die gute Erweiterungsfähigkeit eine flexible Konzeption des Zahnersatzes. Vor allem bei Cover-Denture-Prothesen, die einen Gesamtanteil von 34,9% in dieser Studie ausmachen, gibt es die Möglichkeit einer Umarbeitung bis hin zur Totalprothese. Zähne mit relativ schlechter Prognose können, im Gegensatz zu vielen anderen prothetischen Konstruktionsformen, problemlos in eine Teleskopprothese integriert werden, da selbst bei Verlust eines oder mehrerer Zähne die Prothese leicht erweitert werden kann. Dies ist natürlich für den Patienten auch aus psychologischer Sicht ein Vorteil, da nicht so viele Zähne extrahiert werden müssen. Auch ein langfristiger finanzieller Vorteil aufgrund dieser Tatsache ist nicht außer Acht zu lassen. Zudem können Verblendungsreparaturen kostengünstig und einfach umgesetzt werden, da das Sekundärteil des Doppelkronensystems einfach herausgenommen und im zahntechnischen Labor instandgesetzt werden kann.

Teleskopprothesen bieten zudem einen hervorragenden Lösungsansatz beim stark reduzierten Restgebiss. Bei einem Restzahnbestand von bis zu 3 Zähnen werden Teleskopprothesen als Regelversorgung durch die gesetzlichen Krankenkassen bewertet, was mit einem hohen Zuschuss der Kassen einhergeht (KZBV 2020). Dieser Umstand beeinflusst in vielen Praxen Zahnersatzplanungen enorm. Da einige Patienten nicht die finanziellen Mittel besitzen, eine entsprechende Zuzahlung zu leisten, wird bei 4 oder mehr Restzähnen eine Teleskopprothese kategorisch ausgeschlossen, obwohl sich diese vor allem bei steigenden Pfeilerzahlen in ihrer Prognose stark verbessert. Eine Ausnahme bildet hierbei die Versorgung mit 2 endständigen Teleskopen auf Eckzähnen oder den ersten Prämolaren. Sozialversicherungsrechtliche Richtlinien führen also häufig zu Planungen, die nicht mit den idealen Anforderungen an Zahnersatz korrelieren, da aufgrund finanzieller Beschränkungen Kompromisse gemacht werden müssen.

Darüber hinaus ist die Zufriedenheit von Teleskopprothesenträgern trotz des herausnehmbaren Elementes als hoch zu bewerten. Vogler et al. ermittelten in ihrer Studie, dass $n = 17$ von $n = 20$ Patienten, die schon einmal Teleskopversorgungen getragen haben, sich wieder für diesen Zahnersatz entscheiden würden. Patienten, die Modellgussprothesen tragen, gaben hingegen nur in $n = 13$ von $n = 20$ Fällen an, sich wieder für diesen Zahnersatz entscheiden zu wollen (Vogler 2018). Szentpétery et al. ermittelten ebenso eine

hohe Zufriedenheit bei Teleskopprothesenträgern. 87% der Patienten würden sich diesen Zahnersatz wieder anfertigen lassen (Szentpétery und Setz 2015).

Festsitzender Zahnersatz hingegen bietet weder die Möglichkeit einer Erweiterung, noch einer adäquaten Verblendungsreparatur, die im Gegensatz zu teleskopierenden Versorgungen nicht laborseits mit Hilfe von Brennöfen geschehen kann. Darüber hinaus bieten die gute Passgenauigkeit und physiologische Beanspruchung von Gewebe und Pfeilerzähnen sowie die gute Reinigungsmöglichkeit, insbesondere bei Einzelteleskopen, weitere Vorteile. Die einfache Parodontalhygiene ist insbesondere festsitzenden Zahnersatzformen deutlich überlegen. Hier kann die Reinigung weder extraoral durchgeführt werden, noch ist die Zugänglichkeit so gut wie bei einzelnstehenden Teleskopkronen.

Gerade die Ein-Teleskopprothese schneidet zwar sowohl in hiesiger Studie als auch in vielen Teilen der Literatur relativ schlecht ab; dennoch bietet sie viele Vorteile gegenüber ihrer einzigen etablierten Alternative: der Totalprothese. Die Integration eines Stützpfelers in die Gesamtversorgung erhöht Tragekomfort und Festigkeit der Prothese zugleich. Die Friktion zwischen Primär- und Sekundärteil bietet vor allem im häufig atrophierten und durch viele Muskelzüge stark beanspruchten Unterkiefer die einzige Option, einen angemessenen Halt der Versorgung zu erzielen, ohne zusätzliche Implantate inserieren zu müssen. Die gute Reparaturfähigkeit und einfache Erweiterung zur Totalprothese verlängern die Lebensdauer dieser Konstruktion enorm. Da in vorliegender Studie die Umarbeitung zur Totalprothese als Versorgungsverlust gekennzeichnet ist, spiegeln diese Zahlen nicht den tatsächlichen Langzeiterfolg einer solchen Prothese wider.

Es ist außerdem nicht zu unterschätzen, dass die Eingewöhnung an eine Prothese gerade für alte Menschen oft eine große Herausforderung darstellt, was sowohl Tragekomfort als auch Ein- und Ausgliederbarkeit der Versorgung angeht. Da die Friktion individualisiert eingestellt werden kann, wird den Patienten hiermit stark geholfen. Obwohl nur noch ein Zahn vorhanden ist, wird den Patienten zudem der Eindruck vermittelt auf eigenen Zähnen zu kauen, da bei starrer Verbindung zwischen Primär- und Sekundärteleskop eine Abbeißfunktion erreicht werden kann. Deshalb ist eine Ein-Teleskopprothese

trotz der relativ schlechten Prognose des Pfeilerzahnes eine wertvolle Behandlungsmöglichkeit. Darüber hinaus steigert die Nutzung des letzten verbliebenen Restzahnes die Patientenzufriedenheit enorm. Szentpétery und Setz ermittelten eine doppelt so starke Verbesserung bei Ein-Teleskopprothesen wie für 2 Teleskope und sogar viermal so stark wie für 3 Teleskope, was umso mehr den prothetischen Nutzen des letzten Restzahnes unterstreicht (Szentpétery und Setz 2015).

Dennoch sollten die hohen Kosten im Vergleich zu anderen Versorgungsformen berücksichtigt werden. Dies gilt insbesondere für Teleskopversorgungen mit steigenden Pfeilerzahlen. Klammerprothesen, die als wesentlich günstiger einzustufen sind, zeigten in einer retrospektiven Studie von Ishida et al. keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf Komplikationen und Langzeiterfolg von Versorgungsformen. Sie untersuchten hierzu $n = 201$ Patienten mit $n = 52$ Doppelkronenprothesen auf $n = 144$ Zähnen sowie $n = 199$ Klammerprothesen auf $n = 399$ Zähnen (Ishida et al. 2017). Die Vergleichbarkeit wird jedoch insofern eingeschränkt, da Klammerprothesen zumindest in Deutschland hauptsächlich bei mindestens 4 Pfeilerzähnen Anwendung finden. Zudem ist die Lebensdauer für Teilprothesen allgemein kürzer als für festsitzenden Zahnersatz. Kerschbaum und Mühlenbein schätzen die Funktionsperiode, also die Zeit nach der mehr als 50% der ursprünglich inserierten Prothesen verloren gegangen sind, für Teilprothesen auf 6 bis 10 Jahre (Kerschbaum und Mühlenbein 1987); hingegen prognostizieren diverse Autoren für festsitzenden Zahnersatz eine Funktionsperiode zwischen 10 bis 15 Jahren (Kerschbaum 1991, Erpenstein 1992). Im Gegensatz zu festsitzenden Zahnersatzformen wird der Tragekomfort ebenfalls nachteilig bewertet (Kurzrock 2016).

5.5 Überlebenszeitanalyse der Pfeilerzähne

Insgesamt wurden bei $n = 200$ der ursprünglich $n = 1566$ in die Versorgungsformen integrierten Pfeiler Pfeilverluste dokumentiert. Das entspricht einem Anteil von 12,8%. Die Überlebenswahrscheinlichkeit nach 2 Jahren lag bei 98,5%, nach 5 Jahren bei 94,2%, nach 10 Jahren waren es noch 75,3% und nach 15 Jahren nur noch 57,8%. Im Folgenden werden die Ergebnisse mit anderen Studien verglichen:

Moldovan et al. führten eine Metaanalyse von retrospektiven und prospektiven Studien für herausnehmbare Zahnprothesen im mäßig reduzierten Restgebiss durch. Hierbei wurden ausschließlich Studien mit mindestens $n = 15$ Patienten und einem Beobachtungszeitraum von mindestens 2 Jahren miteinbezogen. Abschließend wurden 42 Publikationen aufgenommen. Für Doppelkronenprothesen wurde eine Pfeilerverlustquote zwischen 5,5% und 51,7% errechnet (Moldovan et al. 2018). Die Ergebnisse in dieser Studie liegen also im unteren Bereich. Trotzdem ist ein Vergleich schwierig, da in hiesiger Studie nicht nur das mäßig reduzierte Restgebiss bewertet wurde.

Kurzrock ermittelte nach 5,75 Jahren eine 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit. Nach 10 Jahren lag diese noch bei 68,9%. Untersucht wurden in ihrer Studie $n = 462$ Patienten mit $n = 572$ Teleskopprothesen und $n = 1946$ Pfeilerzähnen. Insgesamt waren diese Ergebnisse also etwas schlechter als in der vorliegenden Studie. Beide Studien lassen sich gut vergleichen, da es sich jeweils um retrospektive Longitudinalstudien handelt (Kurzrock 2016). Berücksichtigt werden sollte an dieser Stelle jedoch, dass bei Kurzrock Implantate im Vergleich zu dieser Studie ausgeschlossen waren.

Mock et al. errechneten ebenfalls schlechtere Überlebenswahrscheinlichkeiten als in der vorliegenden Studie. So wurde nach 10 Jahren eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 61,3% für $n = 92$ Patienten, $n = 105$ Prothesen und $n = 299$ Pfeilerzähnen ermittelt (Mock et al. 2005). Die Vergleichbarkeit zu dieser Studie ist jedoch insofern eingeschränkt, da sich Mock et al. im Rahmen ihrer prospektiven Longitudinalstudie lediglich mit dem stark reduzierten Restgebiss befassen.

Auch Weber ermittelte im Vergleich zu hiesiger Studie etwas schlechtere Ergebnisse: Nach 3,75 Jahren erreichte sie eine 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit, nach 5 Jahren waren es nur noch 84,09%. Sie untersuchte $n = 463$ Patienten mit $n = 554$ Prothesen und $n = 1758$ Pfeilerzähnen (Weber 2006). Webers Studiendesign entsprach zwar dem dieser Studie, jedoch wurden Implantate in ihrer Studie ausgeschlossen.

Muhs hatte in ihrer retrospektiven Langzeitstudie im Vergleich zu hiesiger Studie deutlich bessere Überlebensraten. Sie untersuchte $n = 102$ Patienten mit $n = 130$ teleskopierend verankerten Prothesen auf $n = 364$ Pfeilerzähnen. Nach 5 Jahren

wurde eine Überlebensrate von 95,9% festgestellt, was sich noch mit dieser Studie deckt. Nach 10 Jahren sind jedoch eklatante Unterschiede zu erkennen. Muhs hatte zu diesem Zeitpunkt immer noch eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 90,3% und nach 15 Jahren immerhin noch 75,9% (Muhs 2006). In der prospektiven Studie von Szentpétery und Setz betrug die Überlebensrate bei n = 82 Prothesen, n = 74 Patienten und n = 173 Pfeilerzähnen nach 3 Jahren 93,9%, nach 5 Jahren 90,4% und nach 10 Jahren 79,3% (Szentpétery und Setz 2015), was sich in etwa mit hiesigen Ergebnissen deckt. Der Vergleich ist aufgrund des unterschiedlichen Studiendesigns beider Studien eingeschränkt, da Szentpétery und Setz sich lediglich mit dem stark reduzierten Restgebiss befassen.

Auch Yoshino et al. hatten in ihrer retrospektiven Studie bessere Ergebnisse als die vorliegende Studie. Bei n = 213 Prothesen und n = 1030 Pfeilerzähnen betrug die mittlere Beobachtungszeitraum 12,7 Jahre. Dabei lag die Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeilerzähne nach 10 Jahren bei 83,8%, nach 20 Jahren immer noch bei 66,3% (Yoshino et al. 2020). In hiesiger Studie wurden lediglich 75,3% Überlebenswahrscheinlichkeit nach 10 Jahren errechnet. Die Ergebnisse waren insgesamt auch im Vergleich zu anderen Autoren herausragend gut.

Insgesamt liegen die Überlebenswahrscheinlichkeiten in hiesiger Studie im Vergleich zu anderen Autoren im oberen Bereich. Trotzdem ist der Vergleich mit anderen Studien aufgrund des unterschiedlichen Studiendesigns immer kritisch zu bewerten. Die Überlebenswahrscheinlichkeiten aber auch die absoluten Zahlen fallen im Verhältnis besser aus als die der Versorgungsverluste. Bezogen auf die Pfeilerverluste wurden 6,2 Prozentpunkte weniger Schadensfälle dokumentiert als bei den Versorgungsverlusten (19%). Demnach sind beide Ergebnisse schwierig miteinander zu vergleichen, da nicht jeder Pfeilerverlust zu einem Versorgungsverlust führte und nicht jeder Versorgungsverlust durch einen Pfeilerverlust bedingt war.

5.5.1 Relevanteste Einflussfaktoren und Schadensereignisse für den Pfeilverlust

5.5.1.1 Auswirkung des Pfeilerzustandes auf Pfeilerzähne

Hier konnte der Pfeilerzustand zwar nur für eine Pfeileranzahl von $n = 1307$ der insgesamt $n = 1566$ in die Studie eingeflossenen Pfeiler ermittelt werden, dennoch gab es deutliche Tendenzen. Während unversehrte und gefüllte Zähne nur in 9,4% der Fälle Schäden erlitten ($n = 101$ Pfeilverluste von $n = 1076$ unversehrten und gefüllten Zähnen), kam es bei wurzelbehandelten Zähnen zu $n = 12$ Verlusten von insgesamt $n = 78$ wurzelbehandelten Zähnen, ein Anteil von 15,4%. Wurzelstiftzähne erlitten sogar in 25,5% der Fälle Schadensereignisse ($n = 39$ Pfeilverluste bei insgesamt $n = 153$ Wurzelstiftzähnen). Darüber hinaus zeichneten sich diese Werte durch eine hohe Signifikanz aus ($p < 0,001$). Das Hazard von Eckzähnen mit Wurzelbehandlung erwies sich in der schrittweisen Cox-Regression hinsichtlich der zensierten Überlebenszeit bei Pfeilverlust als hoch signifikante Einflussgröße mit einem 2,8-mal höherem Pfeilverlustrisiko als bei Eckzähnen ohne Wurzelbehandlung (Wald = 10,285; df = 1; $p \leq 0,001$). Es ist also davon auszugehen, dass der ursprüngliche Vitalitätszustand starke Auswirkungen auf die Langlebigkeit der einzelnen Pfeiler hatte. Vergleicht man hiesige Studie mit der Literatur, erkennt man deutliche Parallelen zu vielen anderen Studien;

So zeigten vitale Pfeiler ($n = 1473$) in der retrospektiven Longitudinalstudie von Kurzrock die längste Überlebensdauer mit einer 90%igen Überlebenswahrscheinlichkeit von 6,98 Jahren, bei Stiftaufbauten ($n = 145$) waren es nur noch 4,92 Jahre, bei devitalen, einfach wurzelbehandelten Zähnen ($n = 249$) sogar nur 3,15 Jahre. Nach 10 Jahren lag die Überlebenswahrscheinlichkeit bei 72,8% für vitale Zähne, 63,9% für stiftversorgte Zähne und 44,8% für devitale nicht-stiftversorgte Pfeilerzähne (Kurzrock 2016). In hiesiger Studie zeigte sich nach 10 Jahren im Gegensatz hierzu folgendes Erscheinungsbild: Unversehrt und gefüllte Zähne hatten eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 82,7%, also fast 10 Prozentpunkte besser als Kurzrocks Ergebnisse. Bei einfach wurzelbehandelten Zähnen waren die Ergebnisse sogar um 27,8 Prozentpunkte besser (72,6% Überlebenswahrscheinlichkeit), Wurzelstiftzähne hingegen hatten mit lediglich

56,5% Überlebenswahrscheinlichkeit eine um 7,4 Prozentpunkte schlechtere Prognose. In Kurzrocks Studie schnitten gegenteilig zu hiesiger Studie Wurzelstiftzähne also besser ab als einfach wurzelbehandelte Zähne. Vitale Zähne zeigten jedoch in beiden Studien deutliche Vorteile gegenüber devitalen Zähnen.

Auch Walther et al. ermittelten in ihrer retrospektiven Longitudinalstudie bei n = 803 Konstruktionen und einer Tragedauer von bis zu 17 Jahren bei mehr als 3 Pfeilern signifikante Unterschiede zwischen vitalen und devitalen Zähnen. Hierbei traten bei devitalen Zähnen viermal vollständige Pfeilverluste auf, bei ausschließlich vitalen Pfeilern kam es hingegen zu überhaupt keinen vollständigen Pfeilverlusten (Walther et al. 2000).

Gerade Zähne mit Stiftarmierung wurden zahlreich untersucht: Weber untersuchte in ihrer retrospektiven Longitudinalstudie das Verhältnis extrahierter Stiftzähne und vitaler Zähne. Hierbei ermittelte sie eine deutlich geringere Überlebensdauer von Pfeilern mit Stiftsystemen (7,59 Jahre) gegenüber vitalen Pfeilern (9,75 Jahre). Insgesamt wurden in ihrer Studie nur 2,75% der n = 1524 vitalen Zähne extrahiert, aber 10,62% der n = 234 devitalen Zähne. Das ergibt in etwa eine vierfach höhere Verlustrate bei wurzelbehandelten Zähnen. Devitale Zähne ohne Stiftversorgung mussten in Webers Studie hingegen überhaupt nicht extrahiert werden, auch wenn hier lediglich eine Fallzahl von n = 8 Zähnen vorlag (Weber 2006).

Weitere Autoren mit ähnlichen Ergebnissen waren Gövert und Kerschbaum, die eine fünffach höhere Verlustrate bei pulpatoten Zähnen ausmachten (30,8% vs. 6,4%). Sie untersuchten n = 99 Teilprothesen über eine durchschnittliche Tragedauer von 4,1 Jahren (Gövert und Kerschbaum 1984). Auch Schmitt-Plank erhielt in ihrer retrospektiven Studie bei n = 84 untersuchten Patienten ein Verhältnis von 33,3% zu 8,6% zu Ungunsten von Zähnen mit Stiftsystemen (Schmitt-Plank 2003). Szentpétery et al. untersuchten n = 74 Patienten mit n = 82 Prothesen über ein bis 3 Restzähne und n = 173 Friktionsteleskopen. Sie erkannten in ihrer prospektiven klinischen Studie nach 5 Jahren eine Überlebenswahrscheinlichkeit vitaler Pfeiler über 88,4%, devitale Pfeilerzähne hatten im Gegensatz hierzu lediglich eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 42% aufzuweisen (Szentpétery et al. 2010).

Auch Stober et al. erkannten in ihrer klinischen Studie mit $n = 54$ Patienten, $n = 60$ Prothesen und $n = 217$ Pfeilerzähnen nach 36 Monaten ein 676% erhöhtes Risiko für Pfeilerverluste bei nicht vitalen Zähnen. Ziel ihrer Studie war es ursprünglich, einen Vergleich zwischen galvanisierten und einfach gegossenen konischen Teleskopkronen zu ziehen. Das Überleben war hierbei für galvanisierte Doppelkronen sogar etwas schlechter (93,3%) als für gegossene konische Doppelkronen (100%) (Stober et al. 2012). In hiesiger Studie schnitten Galvanodoppelkronen hingegen signifikant ($p < 0,05$) deutlich besser ab (5,3% Schadensfälle; $n = 2$) als homogene Reibungspaare aus 2 Edelmetallen (19,3% Schadensfälle; $n = 57$) und heterogene Reibungspaare aus einem Edel- und einem Nichtedelmetall (18,8% Schadensfälle; $n = 16$), auch wenn es für Prothesen mit Sekundärteleskopen aus galvanisch geformtem Feingold lediglich eine Fallzahl von $n = 38$ im Gegensatz zu $n = 85$ heterogenen Reibungspaaren und $n = 295$ homogenen Reibungspaaren gab.

Es gibt aber auch Studien, die keinen Zusammenhang zwischen Pfeilerzustand und Pfeilerverlust bei teleskopierenden Versorgungungen erkennen: So stellte Müller-Koelbl in seiner retroelektiven Studie einen Gruppenvergleich mit ausschließlich vitalen Zähnen im Konstruktionsverbund und vitalen beziehungsweise devitalen Zähnen im Verbund an und ermittelte keine relevanten Unterschiede hinsichtlich der Überlebensrate (Müller-Koelbl 2019).

Wegner et al. erkannten darüber hinaus einen Zusammenhang zwischen der Lebensdauer endodontisch behandelter Zähne und herausnehmbarem Zahnersatz. In ihrer retrospektiven klinischen Studie untersuchten sie $n = 360$ Patienten mit $n = 864$ Zähnen. Hierbei erkannten sie nach 60 Monaten signifikante Unterschiede in der Überlebensrate von Pfeilerzähnen, die festsitzenden Zahnersatz stützten (92,7%), im Gegensatz zu Pfeilerzähnen, die in herausnehmbaren Zahnersatz integriert waren (51,0%) mit einem besonders hohen Risiko für konische Doppelkronenprothesen (Wegner et al. 2006).

Raedel et al. untersuchten retrospektiv über einen Beobachtungszeitraum von 19,5 Jahren explizit Stiftzähne hinsichtlich des Langzeiterfolges. Sie registrierten $n = 717$ Wurzelstiftversorgungen bei $n = 343$ Patienten mit einer mittleren Überlebenszeit von 13,5 Jahren, wobei sie diese nicht in ein Verhältnis mit stiftfreien Zähnen setzten. Auch hier wurde eine erhöhte Pfeilerverlustgefahr für

herausnehmbare Prothesen (Überlebenszeit 12,5 Jahre) und insbesondere teleskopierende Versorgungen (Überlebenszeit 9,8 Jahre) ermittelt. Demgegenüber stand eine Überlebenszeit von 13,9 Jahren für festsitzenden Zahnersatz (Raedel et al. 2015).

Der Hauptgrund für die verfrühten Verluste von wurzelbehandelten Zähnen, aber insbesondere von Wurzelstiftzähnen liegt dennoch nicht unbedingt in der teleskopierenden Prothese selbst, sondern viel mehr an dem Zustand dieser Zähne vor Insertion der Versorgung. Vitale und vor allem nicht gefüllte Zähne sind wesentlich widerstandsfähiger aufgrund ihrer Morphologie. Die kurzfristige Lebensdauer reparierter materieller Gegenstände gegenüber unbeschädigten Gegenständen kann man auch auf den Zustand von Zähnen übertragen. Findet zusätzlich eine Mehrbelastung der Pfeilerzähne im Gegensatz zu einer vollständigen Zahnreihe statt, wie es bei jeglicher Form von Zahnersatz, welcher sich auf Zähne stützt, der Fall ist, verkürzt man insofern auch die Langlebigkeit invasiv behandelte Zähne. Das schlechtere Abschneiden von Wurzelstiftzähnen im Gegensatz zu einfach wurzelbehandelten Zähnen ist ebenso auf die noch größeren Vorerkrankungen von Wurzelstiftzähnen zurückzuführen. Stiftarmierungen erweisen sich in Folge von Verlusten mehrerer Zahnwände als das Therapiemittel der Wahl, um Frakturwahrscheinlichkeiten zu vermindern.

Dass in einigen Studien schlechtere Prognosen für devitale Pfeilerzähne bei Teleskopprothesen als für festsitzenden Zahnersatz beobachtet wurden, liegt vor allem an der gesteigerten Belastung der Pfeilerzähne für herausnehmbaren Zahnersatz. Da Teleskopprothesen am häufigsten im stark reduzierten Restgebiss Anwendung finden (Kerschbaum 2004), schneiden sie auch schlechter ab als andere Formen von herausnehmbarem Zahnersatz.

Es ist natürlich immer wünschenswert, möglichst viele unbeschädigte Zähne in einen Zahnersatz zu integrieren; dennoch entspricht der Anspruch häufig nicht der Wirklichkeit: Gerade im stark reduzierten Restgebiss müssen Kompromisse bei Pfeilerwahlen in Kauf genommen werden. Dementsprechend ist es oftmals nicht zu vermeiden, auch vitalitätsfreie Zähne mit in die Arbeit zu integrieren. Zudem gibt es auch weitere wichtige Aspekte bei der Pfeilerwahl, die nicht außer Acht gelassen werden sollten, wie beispielsweise ein ausreichend großes Abstützungsfeld sowie parodontale Aspekte aber auch Pfeilerwertigkeiten.

5.5.1.2 Auswirkung des Vitalitätsverlustes auf Pfeilerzähne

Bei der Analyse der Pfeilerverluste wird deutlich, dass Vitalitätsverluste eine entscheidende Rolle für Verluste gespielt haben. 33,7% aller Zähne, die im Behandlungsverlauf devital wurden, gingen letztendlich verloren ($n = 61$ von $n = 181$), aber nur 10% aller vitalen Zähne ereilte dasselbe Schicksal ($n = 139$ von $n = 1385$). Nach 10 Jahren fiel die Überlebenswahrscheinlichkeit devitaler Zähne auf 56,9% im Vergleich zu 80,5% bei vitalen Zähnen, nach 15 Jahren waren es nur noch 34,9%. Dem gegenüber standen 64,7% bei vitalen Zähnen. Zudem erreichte diese Kategorie beim Log-Rank-Test höchste Signifikanz ($p < 0,001$), die auch bei der schrittweisen Cox-Regression hinsichtlich der zensierten Überlebenszeit erreicht wurde ($p < 0,001$). Mit Hilfe des Hazards der Überlebenszeit konnte außerdem ermittelt werden, dass das Pfeilerverlustrisiko 2,2-mal höher war, wenn es zu Vitalitätsverlusten eines oder mehrerer Pfeilzähne kam. Dieses Ereignis ist von allen dokumentierten Ereignissen dasjenige, mit dem größten Einfluss auf Pfeilerverluste.

Die Vielzahl der Vitalitätsverluste ($n = 181$) liegt unter anderem an der stark substanzschädigenden Präparation; hier kann ein Schleiftrauma entstehen, welches wiederum eine endodontische Behandlung zur Folge haben kann (Strub et al. 2019). Da bei einer Teleskopprothese 2 Kronen ineinandergreifen müssen und zudem häufig Platz für eine Verblendung bleiben muss, ist der Substanzabtrag im Gegensatz zu anderen Zahnersatzarten vergleichsweise hoch (Koller et al. 2011) sofern man keine ästhetischen Kompromisse durch vergrößert wirkende Zähne eingehen möchte (Ferber 1986, Marxkors 2007). Die allgemeine Gefahr erhöhter Vitalitätsverluste infolge einer Präparation (Kerschbaum 1998) steigert sich.

Eine geringe Pfeileranzahl (1 bis 3 Zähne) führte häufiger zu Vitalitätsverlusten als höhere Pfeilerzahlen (mehr als 3 Zähne). Insgesamt ereilten $n = 84$ der insgesamt $n = 605$ Pfeiler bei Versorgung, die auf maximal 3 Zähnen gestützt waren, Vitalitätsverluste, ein Anteil von 13,9%. Versorgung mit mindestens 4 Pfeilerzähnen hingegen mussten $n = 97$ Vitalitätsverluste bei einer Gesamtpfeilerzahl von $n = 961$ hinnehmen, ein Anteil von lediglich 10,1%. Dieses Ergebnis könnte durch die höhere Belastung der einzelnen Pfeiler bei geringeren Pfeilerzahlen zustande kommen.

Die vielen Pfeilverluste infolge von Vitalitätsverlusten sind auf mehrere Faktoren zurückzuführen: Zum einen ist es eine sehr komplexe Aufgabe, überkronte Zähne zu trepanieren. Neben der Schwierigkeit der Wahl einer geeigneten Trepanationsachse ist das Auffinden des Wurzelkanals beziehungsweise der Wurzelkanäle aufgrund schlechter Sicht wesentlich komplizierter. Hinzu kommen Schwierigkeiten, Endometrie-Geräte adäquat zu benutzen, da wegen des metallischen Anteils der Krone Störsignale fast unvermeidbar sind. Die Folge dieser potenziellen Fehlerketten sind insuffiziente Wurzelfüllungen sowie erhöhte Pfeilverfrakturgefahr in Folge des zu massiven, teils extraaxialen Substanzabtrages. Dies wiederum führt zu potenziell erhöhten Pfeilverlusten. Zusätzlich entzieht eine endodontische Behandlung einem Zahn den pulpalen Blut- und Nervkomplex. Gerade die Blutzufuhr ist von essenzieller Bedeutung, um den Zahn vor Sprödigkeit zu bewahren und ihn ausreichend mit Mineralien zu beliefern. Spröde Zähne sind in der Folge wesentlich frakturanfälliger, weshalb es zu vorzeitigen Verlusten kommt.

Man kann diese Ergebnisse nur bedingt mit vorhandener Literatur vergleichen, da andere Autoren lediglich den Vitalitätszustand zum Zeitpunkt der Anfertigung der Konstruktion in die Beurteilung einfließen ließen. Hierbei geht es jedoch um eine Vitalitätsveränderung im Laufe der Behandlung.

5.5.1.3 Auswirkung der Pfeilanzahl auf Pfeilzähne

Ebenfalls großen Einfluss auf Pfeilverluste hatte die ursprünglich gewählte Pfeilanzahl der Teleskopversorgungen. Während es bei 4 bis 8 Pfeilern nur zu 10,8% Verlust ($n = 104$) bei einer Gesamtpfeilanzahl von $n = 961$ kam, stieg diese Zahl bei 2 bis 3 Pfeilern auf 15,2% ($n = 87$) bei $n = 573$ Pfeilern; bei einem Pfeiler sogar auf 28,1% ($n = 9$) der insgesamt $n = 32$ Pfeilzähne von Ein-Teleskopprothesen. Mit einem Signifikanzwert von $p < 0,01$ war diese Kategorie darüber hinaus sehr signifikant. Die Ergebnisse decken sich mit denen aus der Literatur:

Igarashi und Goto stellten in ihrer Langzeitstudie über durchschnittlich 12 Jahre mit $n = 152$ Prothesen und $n = 530$ Pfeilzähnen bei einem Zahnverlust von insgesamt 13,7% fest, dass der Anteil extrahierter Zähne bei wenigen

Stützzähnen mit 35% deutlich höher war, als in den Kategorien mit mehr Stützzähnen, wie es bei den Kennedyklassen I (15%), II (10%) und III (9%) der Fall ist (Igarashi und Goto 1997). Ebenso errechneten Heners und Walther in einer retrospektiven Studie mit n = 558 Patienten, n = 671 Prothesen und n = 2094 Pfeilerzähnen über einen Nachbeobachtungszeitraum von 2 bis 7 Jahren eine deutlich verringerte Überlebenswahrscheinlichkeit im stark reduzierten Restgebiss (<3 Zähne) von 90% nach 2,5 Jahren im Vergleich zu zahlreicher bezahnten Kiefern, die 90% Überlebenswahrscheinlichkeit nach 4,8 Jahren aufwiesen (Heners und Walther 1990).

Mock et al. gaben in ihrer prospektiven Langzeitstudie mit n = 92 Patienten, n = 105 Prothesen und n = 299 Pfeilerzähnen über 7,4 Jahre eine Pfeileranzahl unter 4 als Risikofaktor für erhöhte Extraktionsraten an (Mock et al. 2005). Eisenburger et al. untersuchten n = 175 Patienten mit n = 250 Prothesen auf n = 617 Pfeilerzähnen über einen Zeitraum von insgesamt 20,5 Jahren retrospektiv. Sie stützten ebenfalls den positiven Einfluss der Pfeileranzahl auf die Überlebenszeit der Pfeilerzähne. Zudem errechneten sie für 3 oder 4 Pfeilerzähne ein längeres Überleben der Gesamtversorgung als bei einem oder 2 Teleskopen (Eisenburger et al. 2000).

Auch Wagner und Kern erkannten Unterschiede in den Extraktionsraten von Pfeilerzähnen bei Modellgussprothesen, teleskopierenden Prothesen und Kombinationsarbeiten aus beiden in ihrer retrospektiven Studie 10 Jahre nach Inkorporation der Versorgungen. Für die insgesamt n = 101 hauptsächlich konuskronengetragenen Prothesen mit n = 311 Pfeilerzähnen wurden bei einem Pfeilerzahn signifikant mehr Pfeilerverluste registriert (77,8%) als bei linearen (35,7%), triangulären (38,9%) und quadrangulären (47,4%) Abstützungsformen, die mit steigenden Pfeilerzahlen einhergehen (Wagner und Kern 2000).

Jedoch gab es auch mehrere Studien, die keinen Zusammenhang entdeckten: So konnten Wenz und Lehmann keine signifikanten Unterschiede zwischen Versorgungen mit mehr als 4 oder weniger als 3 Zähnen hinsichtlich der Verlustrate ausmachen. Sie untersuchten insgesamt n = 111 Prothesen mit Marburger Doppelkronen retrospektiv über durchschnittlich 3,4 Jahre. (Wenz und Lehmann 1998). Auch Dittmann und Rammelsberg erkannten in ihrer retrospektiven klinischen Studie mit n = 86 Patienten, n = 117 Prothesen und n =

385 Pfeilerzähnen keine statistische Einflussnahme der Pfeileranzahl auf die Extraktionsrate (Dittmann und Rammelsberg 2008).

Blaschke konnte zwar einen tendenziellen Einfluss auf die Extraktionsrate bezogen auf die Pfeileranzahl feststellen, jedoch kam er zu widersprüchlichen Ergebnissen im Vergleich zur hiesigen Studie. Demnach verloren Prothesen mit 5 oder mehr Pfeilern sogar häufiger Pfeilerzähne, als Prothesen mit weniger Pfeilern. Er erkannte ebenfalls, dass lediglich 2 Teleskope, wenn sie auf beide Eckzähne des Unterkiefers gestützt waren, tendenziell später Pfeilverluste erlitten. Teil der retrospektiven Longitudinalstudie waren $n = 345$ Teleskopprothesen und $n = 1020$ Pfeilerzähne über einen Untersuchungszeitraum von 18 Jahren mit einer mittleren Überlebensdauer der Prothesen von 10,38 Jahren (Blaschke 2000).

Vosbeck ermittelte für Ein-Teleskopprothesen hervorragende Langzeiterfolge. Er untersuchte $n = 89$ Patienten mit $n = 111$ Teleskopprothesen von denen $n = 5$ Ein-Teleskopprothesen waren. Nach 8 Jahren Tragedauer waren bei Ein-Teleskopprothesen bis auf einen Fall keine pathologischen Befunde der Pfeilerzähne zu erkennen waren (Vosbeck 1989).

Gleichwohl ist eine hohe Pfeilerzahl immer wünschenswert, weil die Belastung der einzelnen Pfeilerzähne reduziert werden kann. Darüber hinaus begünstigen viele Pfeilerzähne den Halt einer Teleskopprothese enorm, da insbesondere bei Friktionsteleskopen der Halt mit steigender Pfeilerzahl verbessert werden kann. Höhere Pfeilerzahlen verlängern zudem die Langzeitprognose der Gesamtversorgung insofern, dass bei Pfeilverlusten eine ausreichende Abstützung besser erzielt werden kann. Infolge einfacher Erweiterungen können die Prothesen somit weiter genutzt werden.

5.5.1.4 Auswirkung der Abstützung auf Pfeilerzähne

Je größer das Abstützungsfeld, desto besser war die Prognose für die einzelnen Pfeiler. Während die Unterschiede bei quadrangulärer und polygonaler Abstützung (10,6% Verluste; $n = 91$ Verluste von $n = 855$ Pfeilerzähnen) und triangulärer Abstützung (12,1% Verluste; $n = 57$ Verluste von $n = 471$

Pfeilerzähnen) noch eher marginal waren, verloren 20,7% der linear abgestützten Pfeiler (n = 43 Verluste von n = 208 Pfeilerzähnen) und sogar 28,1% der punktförmig abgestützten Pfeiler (n = 9 Verluste von n = 32 Pfeilerzähnen) ihre Funktion. Somit wurde hoch signifikant belegt ($p < 0,001$), dass die Größe des Abstützungsfeldes und Pfeilverluste miteinander korrelierten, auch wenn die untersuchten Pfeilerzahlen mit kleineren Abstützungsfeldern abnahmen. Mit einer schrittweisen Cox-Regression wurden die Signifikanzen der einzelnen Kategorien noch einmal genauer im Hinblick auf zensierte Überlebenszeiten untersucht. Es wurde auch hier für trianguläre, lineare und punktförmige Abstützungsformen jeweils eine hohe Signifikanz ermittelt ($p < 0,001$). Außerdem wurde mit Hilfe des Hazards der Überlebenszeit errechnet, dass trianguläre Abstützungsformen ein 2,5-fach erhöhtes Risiko für einen Pfeilverlust hatten, lineare Abstützungen ein 4,2-fach erhöhtes Risiko und punktförmige Abstützungsformen sogar ein 25,4-fach erhöhtes Pfeilverlustrisiko aufwiesen.

Eine Erklärung könnte sein, dass die Pfeilerbelastung mit zunehmender Größe des Abstützungsfeldes geringer wird, da es zu einer gleichmäßigeren Belastung der Pfeiler kommt. Zudem steigt mit der Größe des Abstützungsfeldes der Anteil der mukosalen Abstützung, weshalb die dentale Belastung abnimmt und die Zähne somit weniger stark belastet werden. Zudem geht ein größeres Abstützungsfeld auch häufig mit größeren Pfeilerzahlen einher, die sich, wie in hiesiger Studie belegt, ebenfalls positiv auf den Langzeiterhalt der Zähne auswirken. Die Literatur liefert hierzu teils widersprüchliche Ergebnisse:

Wagner und Kern fanden in ihrer retrospektiven Studie heraus, dass Prothesen, die nur auf einem Pfeiler abgestützt waren, signifikant mehr Pfeilverluste verzeichneten (77,8%) als bei linearer (35,7%), triangulärer (38,9%) und quadrangulärer (47,4%) Abstützung (Wagner und Kern 2000). Dennoch zeigt sich hierbei, dass sowohl trianguläre, als auch quadranguläre Abstützungen schlechter abschnitten als lineare Abstützungen, was den Ergebnissen der hiesigen Studie widerspricht. Heners und Walther sahen in ihrer retrospektiven Studie mit n = 671 Prothesen und n = 2094 Pfeilerzähnen überhaupt keinen Zusammenhang zwischen Pfeileranordnung im Kiefer und Extraktionsraten (Heners und Walther 1988).

5.5.1.5 Auswirkung Retentionsverlust auf Pfeilerzähne

Dem Retentionsverlust von Primärkronen folgte im Laufe der Studie in 25,1% der Fälle ein Pfeilverlust. Insgesamt betraf dies $n = 61$ Zähne der insgesamt $n = 195$ Pfeilerzähne, die einen Retentionsverlust erlitten. Patienten mit unversehrten Primärkronen erlitten dieses Schicksal jedoch nur in 11% der Fälle bei $n = 151$ Verlusten von $n = 1371$ Pfeilerzähnen, was obendrein signifikant belegt wurde ($p < 0,05$).

In der Literatur konnten hierzu keine Vergleiche angestellt werden, da der Retentionsverlust nur im Zuge der Nachbesserung des Zahnersatzes behandelt und nicht in Relation zu Pfeilverlusten gestellt wurde.

Eine Erklärung für den großen Unterschied könnte eine zu hohe Friktion zwischen Primär- und Sekundärteleskop sein. Dadurch lösen sich Primärteleskope insbesondere beim Ausgliedern der Versorgung von ihren Pfeilerzähnen. Aufgrund des friktionsbedingten großen Kraftaufwandes beim Ausgliedern der Prothese kommt es hierbei zu extraaxialen Kräften, die auf die Zähne wirken. Das gewaltsame Ausgliedern der Versorgung könnte insbesondere mobile Zähne angreifen. Zudem herrscht beim Kauakt eine so starre Verbindung zwischen den Elementen, dass die Resilienzfähigkeit einer Versorgung eingeschränkt sein könnte, was wiederum zu einer erhöhten Pfeilerfrakturgefahr führen kann.

Ein weiterer Grund für Retentionsverluste könnte eine Karieserkrankung betroffener Zähne sein. Sekundärkaries, vor allem an Kronenrändern, führt zu einer höheren Frakturgefahr der Zähne, da die Zahnschicht unterhalb oder im Bereich der Kronen durch Kariesbefall zersetzt wird. Dies wiederum führt nicht nur zu Retentionsverlusten, sondern auch zu verfrühten Pfeilverlusten, insbesondere wenn Karieserkrankungen erst nach dem Verlust der Primärkrone erkannt werden. Darüber hinaus sind Retentionsverluste insbesondere bei multimorbiden Patienten häufig Zufallsbefunde. Entweder stecken Primärteleskope in den Sekundärteleskopen oder aber sie sind gänzlich verloren gegangen. Vor allem der Verlust führt zu einer ungleichmäßigen Belastung der Pfeiler und insbesondere des Pfeilers, der den Verlust der Krone zu verzeichnen hatte, was wiederum einen frühzeitigen Pfeilverlust zur Folge haben kann.

5.5.2 Zusammenfassung der Überlebenszeitanalysen von Pfeilerzähnen

Alles in allem decken sich viele Ergebnisse hiesiger Studie mit vorhandener Literatur. Auch wenn seit vielen Jahren zahlreiche Erkenntnisse gewonnen wurden, die negative Einflüsse bestimmter Parameter auf Pfeilerzähne beschreiben, sollte man diese trotzdem bei der Planung und Herstellung des Zahnersatzes kritisch bewerten.

Beispielsweise zeigt sich, dass wurzelbehandelte Zähne eine deutlich schlechtere Prognose als vitale Zähne haben. Dennoch sollte man einen der größten Vorteile einer Teleskopversorgung hierbei unbedingt mitberücksichtigen: Die gute Erweiterungsfähigkeit. Gerade bei Kiefern mit geringem Restzahnbestand erweist sich jeder integrierte Pfeiler als elementarer Baustein für eine besser Funktionalität des Zahnersatzes. Kommt es zu vorzeitigem Verlust diverser Pfeiler, ist der Umbau der Prothese weder ein großer zahntechnischer Akt noch ein großer Kostenfaktor für den Patienten.

Logischerweise sollten infauste Zähne trotzdem nicht für eine Versorgung mitberücksichtigt werden, da hiervon eine gesundheitliche Gefährdung ausgehen könnte. Zudem sollten die hohen Kosten für die Integration jedes zusätzlichen Pfeilers bei der Planung des Zahnersatzes kritisch bewertet werden.

Es empfiehlt sich bei allen Präparationen, aber insbesondere bei der Präparation von Teleskoppfeilern, Zähne möglichst substanzschonend und unter geringer Hitzeentwicklung zu beschleifen, um die Vitalität der betroffenen Zähne zu erhalten (Kerschbaum 1998). Das System aus Primär- und Sekundärkrone erfordert einen ohnehin schon sehr hohen Substanzabtrag, welcher eine Gefährdung für die Pulpa darstellt. Das Risiko einer Pulpitis infolge der Präparation ist somit höher als bei feststehendem Zahnersatz (Walther 1995). Um eine Eröffnung der Pulpa während der Präparation, aber auch einen zeitnahen Vitalitätsverlust zu vermeiden, ist es unerlässlich, diese Empfehlungen zu befolgen. Wie in hiesiger Studie belegt, hatten sowohl wurzelbehandelte Zähne als auch Vitalitätsverluste negativen Einfluss auf die Langzeitprognose der Teleskopfeiler. Es empfiehlt sich von daher, Wurzelbehandlungen zu vermeiden, sofern diese nicht unerlässlich sind. Dennoch ist bei entsprechender Indikation unbedingt eine Wurzelbehandlung, gegebenenfalls auch eine

zusätzliche Stiftinsertion durchzuführen, um Entzündungsherde zu vermeiden und Pfeilerzähne weiterhin zu erhalten.

5.6 Zahn-/ versus Implantatgetragene Teleskopprothesen

In hiesiger Studie wurde auch ein Vergleich zwischen auf natürlichen Zähnen gestützten Teleskopprothesen, solchen die rein implantatgestützt waren und kombiniert Zahn-Implantatgestützten Versorgungen angestellt. Wiederum wurde das Hauptaugenmerk auf den Langzeiterfolg der jeweiligen Versorgungstypen gelegt.

Die Ergebnisse dieser Studie lassen die Überlegenheit implantatgetragener Teleskoparbeiten deutlich erkennen, auch wenn hier niedrigere Fallzahlen vorhanden waren (n = 13 vs. n = 426 bei Versorgungen, die ausschließlich auf natürliche Zähne gestützt waren). Bei rein implantatgetragenen Versorgungen überdauerten alle Prothesen den Beobachtungszeitraum, wohingegen auf natürlichen Pfeilern gestützte Arbeiten eine Verlustquote von 20,7% erreichten (n = 88 Verluste von n = 426 Versorgungen). Auch kombinierte Arbeiten, bei denen ergänzende Implantationen zur Pfeilervermehrung vorgenommen wurden, was immerhin n = 25-mal der Fall war, erlitten überhaupt keine Verluste. Dementsprechend ergaben sich für rein implantatgetragene, sowie kombiniert Zahn-Implantatgetragene Prothesen nach 5 Jahren Überlebenswahrscheinlichkeiten von jeweils 100%, auf natürlichen Zähnen abgestützte Versorgungen hatten zu diesem Zeitpunkt eine Überlebenswahrscheinlichkeit von nur noch 86,9% zu verzeichnen.

Die durchschnittliche Beobachtungsdauer für auf natürliche Zähne gestützte Teleskoparbeiten lag bei 4,75 Jahren. Für Kombinationsprothesen aus natürlichen Pfeilerzähnen und Implantaten lag die durchschnittliche Beobachtungsdauer bei 3,14 Jahren, für rein implantatgetragene Teleskopprothesen lag sie bei 4,72 Jahren. Auf natürliche Zähne gestützte Arbeiten, die mindestens 36 Monate beobachtet wurden, gingen zu 11,9% verloren (n = 23 Schadensfälle der n = 194 beobachteten Versorgungen). Außerdem wurden n = 12 Kombinationsprothesen und n = 9 rein

implantatgetragene Teleskopversorgungen über mindestens 3 Jahre beobachtet, die allesamt nicht verloren gingen.

Auch die Gesamtzahl der Pfeilverluste wies zwischen natürlichen Zähnen und Implantaten erhebliche Diskrepanzen auf. Während natürliche Zähne in 13,6% der Fälle Verluste erlitten ($n = 197$ von $n = 1453$), kam es bei Implantaten nur zu $n = 3$ Verlusten, bei $n = 110$ ursprünglich inserierten Implantaten. Das entspricht einer Verlustquote von lediglich 2,7%. Die Überlebenswahrscheinlichkeit nach 10 Jahren lag bei natürlichen Pfeilerzähnen bei 74,4%, wohingegen implantatgetragene Pfeilerzähne nach 10 Jahren immer noch eine 93,8%ige Überlebenswahrscheinlichkeit vorzuweisen hatten.

Für natürliche Pfeilerzähne lag die durchschnittliche Beobachtungsdauer bei 5,30 Jahren, für implantatgetragene Pfeilerzähne bei 4,15 Jahren. Nach mindestens 36 Monaten Beobachtungszeitraum kam es zu $n = 48$ Verlusten bei natürlichen Pfeilerzähnen, was 6,3% der ursprünglich $n = 760$ Pfeilerzähne ausmacht. Bei implantatgetragenen Pfeilerzähnen, die ebenso mindestens 36 Monate beobachtet wurden, kam es zu $n = 2$ Verlusten, der insgesamt $n = 67$ Implantatpfeiler (3,0% Schadensfälle). Im Gegensatz zu den meisten Teleskopprothesen, die ausschließlich auf natürliche Zähne gestützt waren, wurde für alle implantatgetragenen Doppelkronen intermediäre Galvanoferingold Teleskope in der Westdeutschen Kieferklinik, Düsseldorf angefertigt.

Bei den Log-Rank-Tests für die Überlebensdauer der Pfeilerzähne erwies sich die Kategorie Pfeilerart als signifikant ($p < 0,05$). Hierbei wurde zwischen natürlichen und implantatgetragenen Pfeilerzähnen differenziert. Hingegen erreichte die Kategorie Pfeilerart für die Überlebensdauer der Versorgung weder bei der Unterteilung in auf natürliche Zähne gestützte und implantatgetragene Versorgungen eine Signifikanz ($p = 0,147$), noch bei zusätzlicher Differenzierung in kombiniert Zahn-Implantatgestützte Versorgungen ($p = 0,102$), wobei hier eine tendenzielle Signifikanz nur knapp verfehlt wurde. Die mangelnden Signifikanzen in Bezug auf den Versorgungsverlust könnten auf die niedrigen Fallzahlen rein implantatgetragener Versorgungen zurückzuführen sein ($n = 13$).

Das gute Abschneiden von implantatgetragenen Teleskopversorgungen wird auch durch andere Studien belegt: Krennmair et al. analysierten in ihrer retrospektiven Studie den Erfolg von Implantaten und natürlichen Zähnen als

gemeinsame Stützpfiler für Teleskopprothesen im Oberkiefer. Hierzu untersuchten sie zwischen 1997 und 2004 n = 22 Patienten mit verbliebenen Oberkieferrestzähnen, bei denen zusätzlich eine Pfeilervermehrung mittels Implantate umgesetzt wurde. Es wurden durchschnittlich 2,9 Implantate pro Patienten zusätzlich inseriert und mit durchschnittlich 2,2 natürlichen Zähnen mit Hilfe von Teleskopprothesen verbunden. Nach durchschnittlich 38 Monaten gingen weder natürliche Zähne, noch Implantate verloren (Krennmair et al. 2007). Diese Ergebnisse stützen die guten Ergebnisse von Zahn-Implantatgestützten Arbeiten in hiesiger Studie, da auch hier keine einzige Kombinationsarbeit aus natürlichen Zähnen und Implantaten verloren ging.

Schwarz et al. integrierten zwar auch keine rein natürlich getragenen Arbeiten in ihre Studie. Dennoch belegten auch sie ein überaus erfolgreiches Abschneiden von implantatgetragenen Teleskopprothesen, aber vor allem von kombiniertem Zahnersatz. In ihrer retrospektiven Studie beobachteten sie über maximal 8,3 Jahre (mittlerer Beobachtungszeitraum: 3,4 Jahre) den Langzeiterhalt der Versorgungen. Die Überlebensrate rein implantatgetragener Versorgungen betrug 93,3%, kombinierte Teleskopprothesen erreichten sogar 100%. Hierbei wurden insgesamt n = 30 Prothesen, die auf n = 129 Implantate gestützt waren, untersucht. Außerdem wurden n = 36 ausschließlich kombiniert Zahn-Implantatgestützte Arbeiten mit n = 80 Implantatpfeilern sowie n = 102 natürlichen Pfeilern hinzugezogen (Schwarz et al. 2014).

Auch Koller et al. untersuchten unter anderem den Erfolg von implantatgestützten und zahngestützten Doppelkronenprothesen. In ihrer deskriptiven systematischen Literaturrecherche im Zeitraum Januar 1973 bis Mai 2010 nahmen sie hierzu 512 Veröffentlichungen auf und grenzten diese auf 11 Veröffentlichungen ein. Sie ermittelten eine Überlebensrate bei natürlich gestützten Prothesen von 95,1% und 90% nach 4 bzw. 5,3 Jahren. Implantatgetragene Teleskopprothesen im Unterkiefer erreichten nach 9 und 10,4 Jahren eine 100%ige und 95%ige Überlebensrate; im Oberkiefer lag die Überlebensrate nach 3,2 Jahren bei 100%. Insgesamt ist also auch in dieser Studie ein besseres Abschneiden implantatgetragener Teleskopversorgungen zu erkennen (Koller et al. 2011).

Lian et al. untersuchten in ihrer Metaanalyse den Langzeiterfolg von Kombinationsprothesen, die sich sowohl auf natürliche Zähne, als auch auf Implantate abstützen. Sie verglichen die Ergebnisse mit rein implantatgetragenen Prothesen über einen Mindestbeobachtungszeitraum von 3 Jahren. Beide Versorgungsformen waren Doppelkronenprothesen. Die 17 final hinzugezogenen Artikel ergaben eine kumulative Überlebensrate von 98,72% für Kombinationsprothesen sowie 98,83% für rein implantatgetragene Prothesen (Lian et al. 2018). Somit bestätigten sie sowohl das gute Abschneiden von rein implantatgetragenen Doppelkronenprothesen, als auch von Kombinationsarbeiten aus auf natürliche Zähne gestützte und implantatgetragene Pfeilerzähne, die sich in hiesiger Studie ebenfalls im Langzeiterfolg nicht unterschieden.

Auch Rinke et al. verzeichneten in ihrer Studie große Erfolge für kombinierten Zahnersatz speziell im Unterkiefer. Zum Zwecke der Studie wurde bei Patienten mit stark reduzierten Restgebissen (≤ 3 Restzähne) eine strategische Pfeilervermehrung über 1 bis 3 Implantate erzielt. Mit Hilfe von Marburger Doppelkronen wurden die Patienten teleskopprothetisch versorgt und über einen Zeitraum von durchschnittlich 5,84 Jahren beobachtet. Insgesamt standen $n = 14$ Patienten mit $n = 14$ Prothesen auf $n = 24$ Implantaten und $n = 27$ natürlichen Zähnen für den gesamten Untersuchungszeitraum zur Verfügung. Von diesen gingen keine Implantate und nur $n = 4$ natürliche Zähne verloren. Die Überlebensrate der Prothesen lag bei 100%, so wie es auch in hiesiger Studie der Fall war (Rinke et al. 2015).

Schwindling et al. beobachteten in ihrer retrospektiven Studie über 3 Jahre den Unterschied zwischen Kobalt-Chrom basierten Primärkronen und Zirkonoxid Primärkronen in Hinblick auf den Langzeiterfolg und die klinischen Komplikationen. Im Gegensatz zur vorliegenden Studie wurden Zirkonoxid Primärkronen in die Studie integriert, die sich nicht als nachteilig erwiesen. Wie in der hiesigen Studie benutzten sie ebenfalls ausschließlich intermediäre Galvanofoingold Teleskope. Für $n = 56$ Patienten wurden $n = 60$ Prothesen angefertigt, die eine Überlebensrate von 96,4% nach 3 Jahren aufwiesen und somit ähnlich gute Ergebnisse lieferten wie diese Arbeit (Schwindling et al. 2017).

Es gibt diverse Gründe, die das gute Abschneiden von implantatgestützten Versorgungslösungen erklären. Zum einen bieten sowohl die zusätzliche Insertion von Implantaten für eine kombinierte Versorgung als auch die alleinige Abstützung auf Implantate die Möglichkeit, das Abstützungsfeld zu vergrößern, was zu einem verbesserten Langzeiterfolg der Gesamtversorgung führt. Aufgrund der topographischen Flexibilität in der Planung der Pfeilerstandorte können Pfeiler gleichmäßig verteilt und somit einseitige Belastungen vermieden werden. Dies wiederum führt zu einer besseren Prognose jeden einzelnen Pfeilers, ergo der Gesamtversorgung. Einen Zusammenhang zwischen der Größe des Abstützungsfeldes und dem Erhalt der Versorgungslösungen bestätigte diese Studie, aber auch viele andere Studien (Wagner und Kern 2000, Hug et al. 2006, Gernet et al. 2007, Szentpétery und Setz 2015).

Zum anderen ist der Anteil der Versorgungslösungen mit geringer Pfeilerzahl wesentlich kleiner. In der vorliegenden Studie hatten implantatgetragene Prothesen im Durchschnitt 4,5 Pfeilerzähne, kombiniert natürlich- und implantatgetragene Arbeiten 4,6 Pfeilerzähne, wohingegen natürlich getragene Versorgungslösungen lediglich 3,3 Pfeilerzähne im Mittel aufwiesen. Wie in zahlreichen Studien (Schüth 1997, Weber 2006, Wöstmann et al. 2007, Szentpétery und Setz 2015, Müller-Koelbl 2019), sowie hiesiger Studie belegt, korrelieren Pfeileranzahl und Langzeiterfolg einer Teleskopversorgung stark miteinander, dies erklärt das gute Abschneiden von Implantaten zusätzlich.

Ein weiteres Indiz für das gute Abschneiden implantatgetragener Teleskopprothesen ist die positive Recall Resonanz implantatprothetisch versorgter Patienten. Es konnte signifikant belegt werden ($p < 0,05$), dass nur 21,1% der Patienten, die ausschließlich natürliche Pfeilerzähne hatten, regelmäßig zum Recall kamen. Patienten, die kombinierte Arbeiten trugen, erschienen in 40,0% der Fälle regelmäßig zum Recall und rein implantatgetragene Versorgungslösungen erreichten eine Recallquote von 46,2%. Wie bereits erwähnt erleichtern regelmäßige Recallintervalle dem Behandler das Beseitigen von funktionellen Beeinträchtigungen, was sich positiv auf den Langzeiterfolg auswirkt.

Ein letzter Indikator für die guten Ergebnisse von implantatprothetischen Versorgungslösungen ist die „Jungfräulichkeit“ der Implantate. Häufig wurden Implantate

erst zum Zwecke der Neuversorgung inseriert. Hierdurch hatten diese logischerweise eine deutlich bessere Lebenserwartung als natürliche Pfeilerzähne, die schon etliche Jahre belastet und genutzt wurden. Beispielsweise erreichen Implantatbrücken in vielen Studien höhere Erfolgsquoten als konventionelle Brücken: Pjetursson et al. ermittelten nach 10 Jahren 87% Überlebenswahrscheinlichkeit für rein implantatgetragene Brücken (Pjetursson et al. 2004), Drehmann sogar 95,2% über den selben Zeitraum (Drehmann 2018). Für konventionelle Brücken stellte Schmidt eine Überlebensrate von 59,6% nach 10 Jahren fest (Schmidt 2014), Scurria et al. beobachteten in ihrer Metaanalyse über 15 Jahre eine Überlebensrate von 75% (Scurria et al. 1998). Auch wenn die Ergebnisse für konventionelle Brücken stark divergieren, ist das bessere Abschneiden von Implantaten für gleichartigen Zahnersatz erkennbar.

Insgesamt ist gerade das gute Abschneiden der Kombinationsarbeiten ein wenig überraschend, da oftmals die fehlende Resilienz von Implantaten im Vergleich zu natürlichen Zähnen kritisch gesehen wird (Skalak 1983). Dennoch gibt es auch Studien, die dies widerlegen (Forrer und Joda 2018). Sowohl rein implantatgetragene als auch kombinierte Arbeiten erwiesen sich in dieser Studie und in der Literatur als hervorragende Alternativen zu Teleskopprothesen auf natürlichen Pfeilerzähnen. Die Anwendungsgebiete hierfür liegen vor allem beim stark reduzierten Restgebiss und beim unbezahnten Kiefer. Man sollte jedoch die Notwendigkeit zusätzlicher Implantatpfeiler immer kritisch abwägen, da neben dem hohen finanziellen Aufwand für die Patienten auch eine höhere Invasivität zur Herstellung der Versorgung vonnöten ist.

5.7 Analysen zum Profil der Senior-Patienten

In der vorliegenden Studie wurde auch ein besonderes Augenmerk auf das Schadensprofil von Senior-Patienten im Vergleich zu jüngeren Patienten geworfen. Der Verlust von Zähnen erschwert die Nahrungsaufnahme erheblich, zusätzlich treten gerade bei älteren Patienten häufig Mundtrockenheit und Dysphagie auf, die eine adäquate Nahrungsaufnahme erschweren. Dadurch wird auf fett- und zuckerhaltige Nahrung umgestellt, welche die Allgemeingesundheit negativ beeinflussen (Müller und Nitschke 2005). Dennoch gibt eine relativ

geringe Datenlage zum Profil der Senior Patienten, insbesondere für teleskopierenden Zahnersatz. In der vorliegenden Studie sollten Unterschiede im Schadensprofil zwischen jüngeren und älteren Patienten erörtert und gewichtet werden, um Risiken in der Zahnersatzplanung besser einschätzen zu können. Hierbei wurde differenziert zwischen Probanden über 65 Jahre und unter 65 Jahre zum Zeitpunkt der Eingliederung des Zahnersatzes. Im Folgenden werden insbesondere relevante Unterschiede in den Ergebnissen beider Untersuchungsgruppen diskutiert.

5.7.1 Analysen der Versorgungsdaten beider Altersgruppen

Ein überraschendes Ergebnis war, dass die Anzahl der Versorgungsverluste bei beiden Altersgruppen fast gleich war. Über 65-Jährige hatten lediglich 0,1% weniger Verluste zu verzeichnen als unter 65-Jährige. Bezogen auf die Fallzahlen bedeutete dies einen Versorgungsverlust von $n = 36$ Prothesen der insgesamt $n = 189$ Gesamtversorgungen bei unter 65-Jährigen. Im Gegensatz hierzu standen $n = 275$ Teleskopprothesen bei über 65-Jährigen, von denen $n = 52$ Verluste erlitten. Eine Signifikanz war nicht nachweisbar ($p = 0,470$). Die Überlebenswahrscheinlichkeiten der Prothesen waren bei jüngeren Patienten nach 10 Jahren etwas höher (72,0% vs. 66,6%), bei älteren hingegen nach 15 Jahren höher (43,3% vs. 33,5%).

Normalerweise hätte vieles für größere Verlustzahlen älterer Patienten gesprochen: Zum einen werden natürlich nicht nur Menschen älter, sondern auch ihre Zähne. Dadurch steigt die Anfälligkeit der Zähne im Laufe des Lebens. Außerdem spricht man insbesondere sehr alten, multimorbiden Patienten eine schlechtere Hygienefähigkeit zu. Aufgrund eingeschränkter Mobilität, Motorik und mangelnder Kraft kann es zudem zu Schwierigkeiten bei der Ein- und Ausgliederbarkeit der Versorgung kommen, was die Hygienefähigkeit zusätzlich negativ beeinflusst. Weiterführend sinkt die Anzahl vorhandener Restzähne in der Regel im Laufe des Lebens. Dies wird durch Studien belegt:

So erreicht die Therapie von Teilprothesen im Oberkiefer ihren Höchstwert zwischen 51 bis 60 Jahren, im Unterkiefer zwischen 61 bis 70 Jahren (Hummel et al. 2002). Teilprothesen kommen erst dann zur Anwendung, wenn eine stark

reduzierte Zahl an Restzähnen vorhanden ist oder Freiendsituationen durch endständige Zahnverluste entstehen. Pfeilerverluste sind, wie in dieser Studie belegt, hauptsächlich für Versorgungsverluste verantwortlich. Zudem erkannten Yoshino et al. in ihrer retrospektiven Studie einen Zusammenhang zwischen dem Alter der Patienten und potenziellen Prothesenverlusten. So stellte ein Alter zwischen 65 bis 89 ein 1,51-fach höheres Risiko für den Prothesenverlust dar (Yoshino et al. 2020).

Dennoch kann man auch gegenteilig argumentieren: Ältere Patienten mögen zwar eingeschränkter sein, trotzdem spricht man ihnen eine größere Gewissenhaftigkeit bezüglich ihrer Gesundheit zu. Vergleicht man in hiesiger Studie die Einhaltung der Recall-Intervalle zwischen Senior-Patienten und jüngeren Patienten, so ergeben sich deutliche Diskrepanzen: Während unter 65-Jährige nur in 14,3% der Fälle regelmäßig zu Nachuntersuchungen erschienen (n = 27), waren es bei über 65-Jährigen mehr als doppelt so viele (28,7%; n = 79). Diese Kreuztabellenanalyse wurde durch eine hohe Signifikanz gestützt ($p < 0,001$).

Das bessere Abschneiden älterer Patienten ist natürlich auch darauf zurückzuführen, dass viele ältere Patienten nicht mehr berufstätig sind und deshalb eine höhere zeitliche Anpassungsfähigkeit besitzen. Es ist dennoch offensichtlich, dass regelmäßige Nachsorge dem Behandler eine größere Flexibilität bei der Behebung von Problemen bietet, insbesondere da diese frühzeitig erkannt und minimalinvasiv angegangen werden können. Dies betrifft sowohl pathologische Veränderungen der Zähne und aller oraler Strukturen als auch die Funktionstüchtigkeit des Zahnersatzes. Somit kann der Langzeiterhalt des Zahnersatzes begünstigt werden.

Darüber hinaus besitzen ältere Menschen im Vergleich zu jüngeren eine geringere Kaukraft. Im Laufe des Lebens kommt es nämlich zu einer generalisierten Atrophie, die den Querschnitt des für den Kauakt sehr wichtigen Musculus masseter bis zu 40% verringern kann (Priehn-Küpper 2002). Eine geringere Kaukraft wiederum verringert die Belastung der Zähne und des Zahnersatzes während des Kauaktes.

Zusätzlich generiert ein Mehr an Lebenserfahrung den älteren Menschen häufig eine bessere Intuition, wann Modifikationsbedarf am Zahnersatz besteht, um

diesen langfristig zu sichern. Dies wird auch dadurch begünstigt, dass ältere Menschen aufgrund ihrer größeren Lebenserfahrung häufiger langfristige Erfahrungen mit herausnehmbarem Zahnersatz gemacht haben als jüngere. Zudem können auch ältere Menschen den Umgang mit neuem Zahnersatz meistern, sofern sie genug Eingewöhnungszeit zur Verfügung haben.

Für ältere Menschen scheint die Teleskopprothese eine ideale Versorgungsform zu sein. Die gute Erweiterungsfähigkeit bis hin zur Totalprothese vermeidet invasive Behandlungen, die mit Neuanfertigungen von Prothesen einhergehen. Außerdem bieten gute Reinigungsmöglichkeiten auch bei eingeschränkter Mobilität einen weiteren Vorteil. Zusätzlich kann durch eine flexible Friktionsanpassung auf die abnehmende Geschicklichkeit im hohen Alter eingegangen werden. Zudem ermöglicht die Teleskopprothese im Gegensatz zu anderen Versorgungsformen wie einer Totalprothese einen festen Sitz der Prothese und eignet sich auch insbesondere bei stark reduzierten Restgebissen (Kerschbaum 2004), die häufig bei älteren Menschen vorzufinden sind. Sie findet darüber hinaus auch bei fortschreitender Parodontitis Anwendung, die vor allem im hohen Alter häufig diagnostiziert wird (Jordan und Micheelis 2016). Abschließend können Verblendungsreparaturen ohne großen Aufwand erfolgen, da das Sekundärteil herausnehmbar ist (Diedrichs 1990).

Im Folgenden werden alle Parameter diskutiert, bei denen es größere Diskrepanzen zwischen den Studiengruppen gab: In der vorliegenden Studie konnte sehr signifikant festgestellt werden ($p < 0,01$), dass über 65-Jährige fast doppelt so häufig Verblendungsdefekte erlitten wie unter 65-Jährige (23,6%; $n = 65$ vs. 13,2%; $n = 25$). Dies ist verwunderlich, da Menschen niedrigeren Alters häufiger unter Bruxismus leiden (Lavigne und Montplaisir 1994, Ommerborn 2013). Dies wiederum führt aufgrund der großen abrasiven Kräfte schneller zu Verblendungsdefekten (Schmitter 2013). In der vorliegenden Studie konnte zwar allgemein sehr signifikant ($p < 0,01$) belegt werden, dass Verblendungsdefekte gehäuft unter parafunktionellen Aktivitäten stattfanden (12,8% vs. 8,4%), jedoch bestätigte sich dies nicht in Hinblick auf das Patientenalter.

Eine Erklärung für das schlechtere Abschneiden jüngerer Patienten liefert eine retrospektive Studie von Hahnel et al. zur Verblendfrakturanalyse von Teleskopprothesen mit Friktionspassung, Spielpassung und Konuspassung.

Hierbei untersuchten sie klinische Berichte von $n = 575$ Prothesen mit $n = 1807$ Doppelkronen. Von diesen hatten $n = 1999$ eine Friktionspassung, $n = 61$ eine Konuspassung und $n = 315$ eine Spielpassung. Verblendfrakturen fanden bei lediglich 4,4% auf Spielpassung ausgerichteten Doppelkronen und 7,0% der Friktionsteleskope statt, wohingegen 27,9% der Konuskronen eine Verblendfraktur erlitten (Hahnel et al. 2012). Gerade alte Menschen bevorzugten einfache Ein- und Ausgliederbarkeiten für ihre Teleskopprothesen, die durch Konuskronen gut umgesetzt werden können. Deshalb könnte der Anteil an Konuskronen in dieser Altersgruppe höher gewesen sein, was jedoch nicht statistisch dokumentiert wurde.

Darüber hinaus litten unter 65-Jährige signifikant ($p < 0,05$) und 9,5 Prozentpunkte häufiger an parafunktionellen Aktivitäten als ältere Patienten (32,8%; $n = 62$ vs. 23,3%; $n = 64$). Dieses Ergebnis wiederum unterstreicht die Studien zu Bruxismus von Lavigne und Montplaisir 1994 und Ommerborn 2013 und widerspricht dem erhöhten Auftreten von Verblendungsdefekten bei älteren Patienten, denn parafunktionelle Aktivitäten führen häufig zu Verblendungsdefekten (Schmitter 2013).

Über 65-Jährige ereilten zudem sehr signifikant ($p < 0,01$) und deutlich häufiger Vitalitätsverluste (32,4%; $n = 89$) als jüngere Patienten (20,1%; $n = 38$). Auch dieses Ergebnis entspricht nicht unbedingt den Erwartungen, da die Pulpaausdehnung bei Senior-Patienten deutlich geringer ist und somit beispielsweise die Gefahr eines Schleiftraumas in Folge der Präparation als geringer zu bewerten ist. Das ältere Patienten dennoch häufiger Vitalitätsverluste zu beklagen hatten, könnte darauf zurückzuführen sein, dass Zähne schon bei der Präparation nicht mehr vital waren, da es aufgrund der geringen Pulpaausdehnung schwierig ist, Vitalitäten bei älteren Patienten nachzuweisen. Gegebenenfalls führten auch starke Obliterationen der Kanäle nachträglich zu erhöhten Vitalitätsverlusten bei älteren Patienten. Auch das höhere Alter der Patienten und die damit verbundene höhere Anfälligkeit der Zähne könnte eine Begründung sein.

Bei der Analyse der Teleskopmodifikation gab es erhebliche und signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen ($p < 0,05$). Bei über 65-Jährigen konnten mehr als doppelt so viele Teleskopmodifikationen festgestellt werden (12,4%; n

= 34 vs. 5,8%; n = 11). Hierfür könnte es diverse Gründe geben: Zum einen könnten Teleskopmodifikationen infolge schwieriger Ein- und Ausgliederbarkeit der Versorgung entstanden sein, was gerade für ältere Patienten häufig ein Problem darstellt. Teleskopmodifikationen beziehen sich in diesem Fall auf die Friktionsminderung zwischen Primär- und Sekundärteleskop, um den Patienten das Ein- und Ausgliedern zu erleichtern. Zum anderen können Retentionsverluste der Primärkronen ausschlaggebend gewesen sein. Hierbei geht die Verbindung zwischen Primärteleskop und präpariertem Stumpf verloren, wodurch sich der Zement zwischen Stumpf und Teleskop löst. Retentionsverluste treten in der Regel häufiger bei vorgeschädigten Zähnen auf. Da die Zähne im Laufe des Lebens anfälliger für Schäden werden, könnte sich die Häufigkeit an Modifikationen auch hieraus erklären. In Folge von Teleskopmodifikationen konnten Pfeilerzähne hierbei potentiell entlastet werden.

5.7.2 Analysen der Pfeilerdaten beider Altersgruppen

Bei der Analyse der Pfeilerdaten wird ersichtlich, dass über 65-Jährige etwas häufiger Pfeilerverluste zu beklagen hatten (13,7%; n = 133 von n = 971 Gesamtpfeilern) als jüngere Patienten (11,3%; n = 67 von n = 595 Gesamtpfeilern). Eine Signifikanz wurde nicht nachgewiesen ($p = 0,788$). Die Überlebenswahrscheinlichkeiten für Pfeilerzähne unterschieden sich am meisten nach 10 Jahren ($p(\ddot{U})$ jüngere Patienten = 82,2% vs. $p(\ddot{U})$ ältere Patienten = 74,5%) und nach 15 Jahren, jeweils zugunsten der unter 65-Jährigen ($p(\ddot{U})$ jüngere Patienten = 79,9% vs. $p(\ddot{U})$ ältere Patienten = 74,5%). Dennoch entspricht dieses Ergebnis den Erwartungen: Vor allem das mit dem höheren Patientenalter einhergehende höhere Alter der Zähne wird für diesen Unterschied verantwortlich gewesen sein. Zudem ereilten hoch signifikant ($p \leq 0,001$) und häufiger Zähne älterer Menschen Vitalitätsverluste (13,7%; n = 133 von n = 971 Pfeilerzähnen) als es bei jüngeren Patienten der Fall war (8,1%; n = 48 von n = 595 Pfeilerzähnen). Zähne, die allgemein im Laufe der Studie devital wurden, erlitten wiederum hoch signifikant ($p < 0,001$) um 23,7 Prozentpunkte häufiger Pfeilerverluste als vital erhaltene Zähne.

In der Literatur gibt es hierzu widersprüchliche Ergebnisse: Kurzrock erkannte in ihrer retrospektiven Longitudinalstudie mit n = 462 Patienten, n = 572

Teleskopprothesen und $n = 1946$ Pfeilerzähnen über einen durchschnittlichen Beobachtungszeitraum von 3,87 Jahren einen signifikanten Einfluss auf das Überleben der Pfeilerzähne durch den Parameter „Patientenalter“. Hierbei stieg pro zusätzlichem Lebensjahr der Patienten bei der Eingliederung das Risiko für eine Pfeilerextraktion um 3% (Kurzrock 2016). Wagner und Kern, sowie Dittmann und Rammelsberg erkannten hingegen keine altersbedingte statistische Einflussnahme auf die Extraktionsrate von Pfeilerzähnen (Wagner und Kern 2000, Dittmann und Rammelsberg 2008).

Bei der Analyse des Einflusses der Prothesenbasis wird ersichtlich, dass wesentlich mehr Pfeilerzähne für abnehmbare Brücken bei jüngeren Patienten genutzt wurden (19,5%; $n = 74$ von $n = 379$ Gesamtpfeilerzähnen) als bei älteren Patienten (10,8%; $n = 61$ von $n = 565$ Gesamtpfeilerzähnen). Die Zähne älterer Patienten hingegen waren zahlreicher bei Teleskopversorgungen mit großem Verbinder vertreten (62,1%; $n = 351$ vs. 55,9%; $n = 212$). Eine hohe Signifikanz wurde hierbei zudem nachgewiesen ($p \leq 0,001$). Der größere Anteil an Pfeilerzähnen für abnehmbare Brücken bei jüngeren Patienten könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Pfeiler bei jüngeren Patienten als stabiler angesehen wurden, weshalb eine rein dentale Abstützung in Form von abnehmbaren Brücken eher in Erwägung gezogen wurde. Abnehmbare Brücken finden in der Regel ihre Anwendung bei hohen Pfeilerzahlen, da eine zusätzliche Schleimhaut getragene Komponente hierbei entfällt. Da der Restzahnbestand bei jüngeren Patienten in der Regel größer ist, entspricht das Ergebnis den Erwartungen. Zudem könnte auch ein Faktor sein, dass jüngere Patienten eher Prothesen vermeiden wollen als ältere und somit auf eine Prothesenbasis zunächst unbedingt verzichten möchten.

Bei der Pfeilerzahnanalyse wurde beobachtet, dass der Anteil examinierter Zahnärzte, die die Behandlung bei über 65-Jährigen durchführten, höher war als der Anteil an Studenten, die über 65-Jährige behandelten (38,7% vs. 30,9%). Dies wurde durch ein sehr signifikantes Ergebnis unterstrichen ($p < 0,01$). Eine Erklärung hierfür könnte sein, dass gerade der Umgang mit multimorbiden Patienten eine gewisse Berufserfahrung benötigt, die durch erfahrene Zahnärzte eher gewährleistet werden kann.

6 Schlussfolgerungen

Schlussendlich wurde festgestellt, dass der Langzeiterfolg von Teleskopprothesen mit einigen Einflussfaktoren und Schadensereignissen stark korreliert, andere fallen hingegen weniger stark ins Gewicht. Positive Faktoren, die den Langzeiterfolg von Teleskopprothesen nachweislich verbessern, sind hierbei steigende Pfeilerzahlen, Versorgungsformen mit Verbinder, große Abstützungsfelder und verschiedene Pfeilerpositionen.

Positive Faktoren für den Langzeiterfolg der Teleskopfeilerzähne und damit nachweislich auch für die gesamte Versorgung sind vor allem ein vitaler Pfeilerzustand sowie eine möglichst lange Vitalerhaltung der Pfeilerzähne. Außerdem wirkt sich eine biomechanisch günstige Verteilung der Pfeilerzähne ebenso positiv auf die einzelnen Pfeilerzähne wie auf die Gesamtversorgung aus. Zusätzlich ermöglicht bei geringer Pfeileranzahl die strategische Pfeilervermehrung mittels Implantate diesen Effekt. Sowohl implantatgetragene als auch kombiniert Zahn-Implantatgetragene Versorgungen lieferten in hiesiger Studie hervorragende Ergebnisse, wobei es zu keinem einzigen Versorgungsverlust kam.

Außerdem konnte festgestellt werden, dass das Lebensalter keinen Einfluss auf den Langzeiterfolg der Teleskopprothese nimmt. Diese Versorgungsart ist also auch für Senior-Patienten zu empfehlen.

7 Literaturverzeichnis

Augthun M, Mundt T. Implantatprothetische Konzepte zur Ergänzung der verkürzten Zahnreihe. Gemeinsame Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund-und Kieferheilkunde (DGZMK) und der Deutschen Gesellschaft für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde (DGZPW). Dtsch Zahnärztl Z, 2008, 63.

Behr M. Braucht der Mensch Zähne? Dtsch Zahnärztl Z, 2003, 58. 393-400.

Behr M, Hofmann E, Rosentritt M, Lang R, Handel G. Technical failure rates of double crown-retained removable partial dentures. Clin Oral Investig, 2000, 4. 87-90.

Bergman B, Hugoson A, Olsson CO. A 25 year longitudinal study of patients treated with removable partial dentures. J Oral Rehabil, 1995, 22. 595-599.

Besimo C, Graber G. A new concept of overdentures with telescope crowns on osseointegrated implants. Int J Periodontics Restorative Dent, 1994, 14. 486-495.

Blaschke C. Langfristige Bewährung von Teleskopprothesen - eine subsequent EDV-gestützte retrospektive Longitudinalstudie. Med Diss Gießen, 2000.

Bochdam KU, Benner KU, Holland-Letz T, Hölzle F, Willer J. Klinische Nachuntersuchung von implantatgestützten Vollprothesen im zahnlosen und restbezahnten Kiefer – ein Vergleich zwischen Teleskopprothesen und den etablierten Stegprothesen. Dtsch Stomatol, 2008, 105. 141-149.

Böttger A. Geschichte des Teleskopsystems. Med Diss Düsseldorf, 1996.

Böttger H. Die Einteleskopprothese im Oberkiefer. Zahnärztl Welt, 1956, 11/57. 31-33.

Böttger H. Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Prothetik. Band 14, 4. Aufl. Barth Verlag Leipzig, 1973.

Böttger H, Gründler H. Das zahnärztliche und zahntechnische Vorgehen beim Teleskopsystem in der Prothetik: Teleskopkronen, Stege, Geschiebe, Gelenke, Riegel und die Randgebiete der feinmechanischen Befestigungsvorrichtungen, 3. Aufl. Neuer Merkur Verlag München, 1982.

Böttger H, Häupl K, Kirsten H. Zahnärztliche Prothetik : ein Lehrbuch für Studium und Praxis. Band 2, 2. neubearbeitete Aufl. Barth Verlag Leipzig, 1965.

Bouchouchi N. Die Passgenauigkeit von Freiendsätteln in Abhängigkeit von der Sattelgestaltung und Prothesenkonstruktion: Patientenbefragung und klinische Nachuntersuchung. Med Diss Düsseldorf, 1993.

Budtz-Jorgensen E. Restoration of the partially edentulous mouth - a comparison of overdentures, removable partial dentures, fixed partial dentures and implant treatment. *J Dent*, 1996, 24. 237-244.

Budtz-Jorgensen E, Isidor F. A 5-year longitudinal study of cantilevered fixed partial dentures compared with removable partial dentures in a geriatric population. *J Prosthet Dent*, 1990, 64. 42-47.

Cenci MS, Rodolpho PA, Pereira-Cenci T, Del Bel Cury AA, Demarco FF. Fixed partial dentures in an up to 8-year follow-up. *J Appl Oral Sci*, 2010, 18. 364-371.

DGZMK, DGI. Implantologie in der Zahnheilkunde. *Dtsch Zahnärztl Z*, 2005, 60. 915-9416.

Diedrichs G. Ist das Teleskopsystem noch zeitgemäß? *Zahnärztl Welt*, 1990, 99. 78-82.

Diedrichs G. Galvanoforming : Bio-Ästhetik in der restaurativen Zahnheilkunde. Neuer Merkur Verlag München, 1995.

Diedrichs G, Rosenhain P. Galvano-Außenteleskope in der direkten Technik. *Quintessenz*, 1991, 42. 49-56.

Dittmann B, Rammelsberg P. Survival of abutment teeth used for telescopic abutment retainers in removable partial dentures. *Int J Prosthodont*, 2008, 21. 319-321.

Drehmann M. Retrospektive Analyse der Überlebens - und Komplikationsrate von implantatgetragenen, festsitzendem Zahnersatz. *Med Diss Düsseldorf*, 2018.

Eichner K, Kappert HF. Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung. Hüthig Verlag Heidelberg, 1996.

Eisenburger M, Gray G, Tschernitschek H. Long-term results of telescopic crown retained dentures - a retrospective study. *Eur J Prosthodont Restor Dent*, 2000, 8. 87-91.

Eisenburger M, Tschernitschek H. Klinisch-technischer Vergleich zu Langzeiterfolgen von klammerverankertem Zahnersatz und Teleskopprothesen. *Dtsch Zahnärztl Z*, 1998, 53. 257-259.

Erpenstein H. Verweildauer und klinische Befunde bei Kronen und Brücken. *Dtsch Zahnärztl Z*, 1992, 47. 315-319.

Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants,(II). Etiopathogenesis. *Eur J Oral Sci*, 1998, 106. 721-764.

Ferger P. Hygienische Gestaltung von Zahnersatz. *Zahnärztl Welt*, 1986, 95. 408-413.

- Ficnar DVDT. Strategische Pfeilervermehrung: aktuelle implantat-zahngetragene Versorgungskonzepte. ZMK, 2012, 28.
- Forrer FA, Joda T. Versorgung eines Patienten mit einer kombiniert zahn- und implantatgetragenen Teleskopprothese. Quintessenz, 2018, 69. 170-181.
- Gernet W, Adam P, Reither W. Nachuntersuchungen von Teilprothesen mit Konuskronen nach K. H. Körber. Dtsch Zahnärztl Z, 1983, 38. 998-1001.
- Gernet W, Biffar R, Schwenzer N, Ehrenfeld M. Kronen- und Brückenprothetik. Georg Thieme Verlag Stuttgart, 2007. 36-67.
- Gövert S, Kerschbaum T. Auswirkungen und Bewährung prothetischer Planungsmaßnahmen im teilbezahnten Gebiss. Dtsch Zahnärztl Z, 1984, 39. 844-847.
- Grobecker C, Krack-Roberg E, Pötzsch O, Sommer B. Auszug aus dem Datenreport 2018 - Kapitel 1: Bevölkerung und Demografie. <https://www.destatis.de/DE/Service/Statistik-Campus/Datenreport/Downloads/datenreport-2018-kap-1.pdf? blob=publicationFile>, Statistisches Bundesamt (Destatis), 2018, letzter Zugriff 06.08.2020. 27.
- Hahnel S, Bürgers R, Rosentritt M, Handel G, Behr M. Analysis of veneer failure of removable prosthodontics. Gerodontology, 2012, 29. 1125-1128.
- Häupl K. Das Teleskop im Dienste der Behandlung der Zahnlockerung. Österr Z Stomatol, 1959, 56. 73-79.
- Heners M, Walther W. Klinische Bewährung der Konuskrone als perioprothetisches Konstruktionselement. Eine Langzeitstudie. Dtsch Zahnärztl Z, 1988, 43. 525-529.
- Heners M, Walther W. Pfeilerverteilung und starre Verblockung - eine klinische Langzeitstudie. Dtsch Zahnärztl Z, 1988, 43. 1122-1126.
- Heners M, Walther W. Die Prognose von Pfeilerzähnen bei stark reduziertem Restzahnbestand. Dtsch Zahnärztl Z, 1990, 45. 579-581.
- Hofmann E, Behr M, Handel G. Frequency and costs of technical failures of clasp- and double crown-retained removable partial dentures. Clin Oral Investig, 2002, 6. 104-108.
- Hofmann M. Die Versorgung von Gebissen mit einzelnstehenden Restzähnen mittels sog. Cover-Denture-Prothesen. Dtsch Zahnärztl Z, 1966, 21. 478-482.
- Hofmann M. Die teleskopierende Totalprothese. Zahnärztl Welt, 1971, 80. 192-196.
- Hofmann M. Die prothetische Versorgung des wenig bezahnten und des zahnlosen Patienten - eine Standortbestimmung. Dtsch Zahnärztl Z, 1990, 45. 525-537.

Hofmann M, Ludwig P. Die teleskopierende Totalprothese im stark reduzierten Lückengebiss (Funktionsprinzip, Indikation und Ergebnisse einer Nachuntersuchung). Dtsch Zahnärztl Z, 1973, 28. 2-17.

Hug S, Mantokoudis D, Mericske-Stern R. Clinical evaluation of 3 overdenture concepts with tooth roots and implants: 2-year results. Int J Prosthodont, 2006, 19. 236-243.

Hummel SK, Wilson MA, Marker VA, Nunn ME. Quality of removable partial dentures worn by the adult U.S. population. J Prosthet Dent, 2002, 88. 37-43.

Hupprich AC. Retrospektive klinische Untersuchung zu teleskopierendem herausnehmbarem Zahnersatz unter besonderer Berücksichtigung der aufgetretenen Nachsorgemaßnahmen und Komplikationen. Med Diss Homburg/Saar, 2015.

Igarashi Y, Goto T. Ten-year follow-up study of conical crown-retained dentures. Int J Prosthodont, 1997, 10. 149-155.

Ishida K, Nogawa T, Takayama Y, Saito M, Yokoyama A. Prognosis of double crown-retained removable dental prostheses compared with clasp-retained removable dental prostheses: A retrospective study. J Prosthodont Res, 2017, 61. 268-275.

John M, Micheelis W. Lebensqualitätsforschung in der Zahnmedizin: Konzepte, Erfahrungen und Perspektiven. IDZ, Institut der Deutschen Zahnärzte Verlag Köln, 2000.

Johnke G. Einflußfaktoren auf die Inkorporation von Zahnersatz. Med Diss Münster, 1993.

Jordan AR, Micheelis W. Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV Köln, 2016.

Kerschbaum T. Verweilzeit- und Risikofaktorenanalyse von feststehendem Zahnersatz. Dtsch Zahnärztl Z, 1991, 46. 20-24.

Kerschbaum T. Das Risiko des Vitalitätsverlustes nach einer Überkronung. Stellungnahme der DGZMK. Dtsch Zahnärztl Z, 1998, 2.

Kerschbaum T. Hohe Haltbarkeit von Zahnersatz. Zahnärztl Mitt, 2000, 90. 2706-2711.

Kerschbaum T. Langzeitüberlebensdauer von Zahnersatz - Eine Übersicht. Quintessenz, 2004, 55. 1113-1126.

Kerschbaum T, Mühlenbein F. Longitudinale Analyse von herausnehmbarem Zahnersatz privatversicherter Patienten. Dtsch Zahnärztl Z, 1987, 42. 345-351.

Keshk AM, Alqutaibi AY, Algabri RS, Swedan MS, Kaddah A. Prosthodontic maintenance and peri-implant tissue conditions for telescopic attachment-

retained mandibular implant overdenture: Systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Eur J Dent*, 2017, 11. 559-568.

Ketterl W. Zahnerhaltung im höheren Lebensalter. *Dtsch Zahnärztl Z*, 1993, 48. 603-606.

Koller B, Att W, Strub JR. Survival rates of teeth, implants, and double crown-retained removable dental prostheses: a systematic literature review. *Int J Prosthodont*, 2011, 24. 109-117.

Körber K. Konuskronen: Das rationelle Teleskopsystem Einführung in Klinik und Technik. Dr. Alfred Hüthig Verlag Heidelberg, 1988.

Körber KH. Konuskronen - ein physikalisch definiertes Teleskopsystem. *Dtsch Zahnärztl Z*, 1968, 23. 619-630.

Krennmair G, Krainhofner M, Waldenberger O, Piehslinger E. Dental implants as strategic supplementary abutments for implant-tooth-supported telescopic crown-retained maxillary dentures: a retrospective follow-up study for up to 9 years. *Int J Prosthodont*, 2007, 20. 617-622.

Kuckartz U, Rädiker S, Ebert T, Schehl J. Statistik - Kapitel 4: Kreuztabelle, Chi-Quadrat und Zusammenhangsmaße. Springer Verlag Berlin, 2010. 81-102.

Kurzrock L. Überlebenslangzeitanalysen von teleskopverankerten Teilprothesen unter besonderer Berücksichtigung der verwendeten Metalllegierung. *Med Diss Gießen*, 2016.

Kusche C, Liepe S, Tschernitschek HM. Fehlerquellen prothetischer Versorgung – eine Auswertung von prothetischen Mängelgutachten. *Dtsch Zahnärztl Z*, 2008, 63. 614-622.

KZBV. Festzuschuss-Richtlinie, Stand 1.1.2020.
<https://www.kzbv.de/festzuschusse-fur-zahnersatz.90.de.html>,
Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung, 2020, letzter Zugriff 31.03.2020.

Lavigne G, Montplaisir J. Restless legs syndrome and sleep bruxism: prevalence and association among Canadians. *Sleep*, 1994, 17. 739-743.

Leatherman GH. Aufbau, Programm und Ziele der FDI (Fédération Dentaire Internationale). *Zahnärztl Mitt*, 1970, 60. 337-343.

Lehmann KM. Einführung in die Zahnersatzkunde, 2. Aufl. Urban & Schwarzenberg Verlag München, 1977.

Lenz J, Schindler HJ, Pelka H. Die keramikverblendete NEM-Konuskronen: ein zeitgemässes prothetisches Konzept ; Theorie, Klinik, Technik. Quintessenz Verlag Berlin, 1992.

Lian M, Zhao K, Feng Y, Yao Q. Prognosis of Combining Remaining Teeth and Implants in Double-Crown-Retained Removable Dental Prostheses: A

- Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2018, 33. 281-297.
- Marxkors R. Teleskopprothesen. *Niedersachs Zahnarztl*, 1990, 25. 450-453.
- Marxkors R. Lehrbuch der zahnärztlichen Prothetik, 4. überarbeitete Aufl. Deutscher Ärzteverlag Köln, 2007.
- Mericske-Stern R, Kowalski J, Liskay K, Geering A. Nachsorgebefund und Recallverhalten von älteren Patienten mit abnehmbaren Prothesen. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 1990, 100. 1053-1059.
- Minagi S, Natsuaki N, Nishigawa G, Sato T. New telescopic crown design for removable partial dentures. *J Prosthet Dent*, 1999, 81. 684-688.
- Mock F, Schrenker H, Stark H. Eine klinische Langzeitstudie zur Bewahrung von Teleskopprothesen. *Dtsch Zahnärztl Z*, 2005, 60. 148-153.
- Moldovan O, Rudolph H, Luthardt RG. Clinical performance of removable dental prostheses in the moderately reduced dentition: a systematic literature review. *Clin Oral Investig*, 2016, 20. 1435-1447.
- Moldovan O, Rudolph H, Luthardt RG. Biological complications of removable dental prostheses in the moderately reduced dentition: a systematic literature review. *Clin Oral Investig*, 2018, 22. 2439-2461.
- Möser M. Verweildauer von Teleskopkronen und -prothesen in einer zahnärztlichen Praxis. *Med Diss Köln*, 1997.
- Muhs S. Überlebenszeit und Nachsorgebedarf von teleskopierend verankertem partiellen Zahnersatz. *Med Diss Münster*, 2006.
- Müller-Koelbl I. Teleskop-gestützter Zahnersatz 20-jährige subsequeunte klinische Beobachtung von Wiederherstellungs – und Neuanfertigungsmaßnahmen. *Med Diss Homburg/ Saar*, 2019.
- Müller F, Nitschke I. Mundgesundheit, Zahnstatus und Ernährung im Alter. *Z Gerontol Geriat*, 2005, 38. 334-341.
- Müller N. Zur Frage der zeitabhängigen Gewebereaktionen des Alveolarkammes bei nichtabgestützten Schaltsätteln. *Dtsch Zahnärztl Z*, 1987, 42. 863-867.
- Müller N, Diepgen TL. Kammschleimhaut und Knochen unter der Beanspruchung von abnehmbarem Zahnersatz. *Dtsch Zahnärztl Z*, 1990, 45. 473-477.
- Müller N, Hofmann M. Langzeitreaktion von Kammschleimhaut und Knochen auf die Prothesenbelastung. *Dtsch Zahnärztl Z*, 1985, 40. 290-297.
- Müller N, Hofmann M. Klinische Langzeiterfahrungen mit federnd abgestützten Teilprothesen. *Dtsch Zahnärztl Z*, 1988, 43. 534-538.

Nickenig A, Kerschbaum T. Langzeitbewährung von Teleskop-Prothesen. Dtsch Zahnärztl Z, 1995, 50. 753-755.

Niedermeier W. Der Eckzahn als Pfeiler. Dtsch Zahnärztl Z, 1985, 40. 1098-1106.

Niedermeier W. Prothesenkinematik. In: Hupfaut L (Hrsg.). Praxis der Zahnheilkunde. Band 6 Teilprothesen. Urban & Schwarzenberg Verlag München, 1988. 71-90.

Ommerborn MA. Bruxismus: Prävalenz und Risikofaktoren. Zahnmed up2date, 2013, 7. 581-605.

Pjetursson B, Asgeirsson A, Zwahlen M, Sailer I. Improvements in implant dentistry over the last decade: comparison of survival and complication rates in older and newer publications. Int J Oral Maxillofac Implants, 2014, 29. 308-324.

Pjetursson BE, Tan K, Lang NP, Brägger U, Egger M, Zwahlen M. A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years. Clin Oral Implants Res, 2004, 15. 667-676.

Pospiech P. Die prophylaktisch orientierte Versorgung mit Teilprothesen, 1. Aufl. Georg Thieme Verlag Stuttgart, 2002.

Pospiech P. Ist die herausnehmbare Teilprothese noch up to date? Zahnmed up2date, 2015, 9. 149-169.

Priehn-Küpper S. Wenn die Zähne in die Jahre kommen. Zahnärztl Mitt, 2002, 16. 28-36.

Quigley GA, Hein JW. Comparative cleansing efficiency of manual and power brushing. J Am Dent Assoc, 1962, 65. 26-29.

Raedel M, Fiedler C, Jacoby S, Boening KW. Survival of teeth treated with cast post and cores: a retrospective analysis over an observation period of up to 19.5 years. J Prosthet Dent, 2015, 114. 40-45.

Rehmann P, Rudel K, Podhorsky A, Wostmann B. Three-Year Analysis of Fixed and Removable Telescopic Attachment-Retained Implant-Supported Dental Prostheses: Survival and Need for Maintenance. Int J Oral Maxillofac Implants, 2015, 30. 918-924.

Reitemeier B, Reitemeier G. Experiences with the use of the double crown system. 2. The overlay prosthesis. Stomatol DDR, 1976, 26. 615-618.

Reppel PD, Sauer G. Bewährung von kombiniert festeingliederbar-herausnehmbarem Zahnersatz--Ergebnisse einer Nachuntersuchung. Zahnärztl Welt, 1984, 93. 112-119.

- Rinke S. Stege und solitäre präfabrizierte Halteelemente. wissen kompakt, 2017, 11. 79-90.
- Rinke S, Ziebolz D, Ratka-Krüger P, Frisch E. Clinical outcome of double crown-retained mandibular removable dentures supported by a combination of residual teeth and strategic implants. J Prosthodont, 2015, 24. 358-365.
- Rosenhain P. Die Herstellung der Primär- und Sekundärteile auf galvanischem Weg. Video AGC-System: Impressionen; Wieland Pforzheim, 1990.
- Sachs L. Angewandte Statistik (applied statistics). Springer Verlag Berlin, 1992.
- Saxer UP, Muhlemann HR. Motivation und Aufklärung. Schweiz Monatsschr Zahnmed, 1975, 85. 905-919.
- Schmidt Y. Überlebenszeiten von festsitzendem Zahnersatz unter Berücksichtigung von parodontalen Parametern. Med Diss Gießen, 2014.
- Schmitt-Plank C. Langfristige Bewährung von Freundteleskopprothesen mit ausschliesslicher Verankerung auf den Eckzähnen des Unterkiefers. Med Diss Gießen, 2003.
- Schmitter M. Bruxismus und Zahnersatz. Freie Zahnarzt, 2013, 57. 47-53.
- Schüth B. Die langfristige Bewährung von herausnehmbarem Zahnersatz. Med Diss Münster, 1997.
- Schwarz F, Derks J, Monje A, Wang HL. Peri-implantitis. J Clin Periodontol, 2018, 45. 246-266.
- Schwarz S, Bernhart G, Hassel AJ, Rammelsberg P. Survival of double-crown-retained dentures either tooth-implant or solely implant-supported: an 8-year retrospective study. Clin Implant Dent Relat Res, 2014, 16. 618-625.
- Schwenzer N, Ehrenfeld M, Reitemeier B. Einführung in die Zahnmedizin, 1. Aufl. Georg Thieme Verlag Stuttgart, 2006.
- Schwindling F, Deisenhofer U, Rammelsberg P. Implantatgetragene Doppelkronen. wissen kompakt, 2017, 11. 65-77.
- Schwindling FS, Lehmann F, Terebesi S, Corcodel N, Zenthöfer A, Rammelsberg P, Stober T. Electroplated telescopic retainers with zirconia primary crowns: 3-year results from a randomized clinical trial. Clin Oral Investig, 2017, 21. 2653-2660.
- Scurria MS, Bader JD, Shugars DA. Meta-analysis of fixed partial denture survival: prostheses and abutments. J Prosthet Dent, 1998, 79. 459-464.
- Skalak R. Biomechanical considerations in osseointegrated prostheses. J Prosthet Dent, 1983, 49. 843-848.

- Stahl CM. Nachuntersuchungen von teleskopierendem Zahnersatz: abnehmbare Brücken und parodontal-gingival gelagerte teleskopierende Teilprothesen. Med Diss Tübingen, 1976.
- Stark H, Schrenker H. Bewährung teleskopverankerter Prothesen - Eine klinische Langzeitstudie. Dtsch Zahnärztl Z, 1998, 53. 183-186.
- Stark H, Swoboda W, Holste T, Schrenker H. Gebisszustand und zahnärztliche Behandlungsbedürftigkeit als Teilaspekt ganzheitlicher geriatrischer Rehabilitation. Geriat Forsch, 1998, 8. 19-22.
- Starr R. Removable bridge-work, porcellan cap crowns. Dent Cosmos, 1886, 28. 17-19.
- Steffel VL. Planning removable partial dentures. J Prosthet Dent, 1962, 12. 524-535.
- Stober T, Lorenzo Bermejo J, Beck-Mußotter J, Séché A-C, Lehmann F, Koob J, Rammelsberg P. Clinical performance of conical and electroplated telescopic double crown-retained partial dentures: a randomized clinical study. Int J Prosthodont, 2012, 25. 209-216.
- Strub JR, Kern M, Türp JC, Witkowski S, Heydecke G, Wolfart S. Curriculum Prothetik. Band 3. Quintessenz Verlag Berlin, 2019.
- Stüttgen U. Das Reibungs- und Verschleissverhalten teleskopierender Prothesenanker. Quintessenz Verlag Berlin, 1985.
- Szentpétery V, Lautenschläger C, Setz J. Mobilität von Friktionsteleskopfeilern im stark reduzierten Restgebiss - 3-Jahresergebnisse einer klinischen Studie. Dtsch Zahnärztl Z, 2010, 65. 654-664.
- Szentpétery V, Setz J. Das stark reduzierte Restgebiss: Versorgung mit Teleskopprothetik. Quintessenz Verlag Berlin, 2015.
- Utz KH. Maßnahmen zur Wiederherstellung von Zahnersatz. In: Hupfaut L (Hrsg.). Praxis der Zahnheilkunde. Band 6 Teilprothesen. Urban & Schwarzenberg Verlag München, 1988. 291-311.
- Vargha A, Delaney HD. The Kruskal-Wallis test and stochastic homogeneity. J Educ Behav Stat, 1998, 23. 170-192.
- Vogler A. Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität bei Teilprothesenträgern im Vergleich zum zahnärztlichen Befund. Med Diss Düsseldorf in Vorbereitung, 2018.
- von Heymann W, Smolenski U. Die kranio-mandibuläre Dysfunktion (CMD). Manuelle Medizin, 2011, 49. 347-360.
- Vosbeck B. Nachuntersuchungen von Teleskopprothesenträgern. Med Diss Düsseldorf, 1989.

- Wagner B, Kern M. Clinical evaluation of removable partial dentures 10 years after insertion: success rates, hygienic problems, and technical failures. *Clin Oral Investig*, 2000, 4. 74-80.
- Wald A. Tests of statistical hypotheses concerning several parameters when the number of observations is large. *Trans Am Math Soc*, 1943, 54. 426-482.
- Walther W. Risk of endodontic treatment after insertion of conical crown retained dentures: a longitudinal study. *Endod Dent Traumatol*, 1995, 11. 27-31.
- Walther W, Heners M, Surkau P. Initialbefund und Tragedauer der transversalbügelfreien, gewebeintegrierten Konus-Konstruktion. Eine 17-Jahres-Studie. *Dtsch Zahnärztl Z*, 2000, 55. 780-784.
- Weber A. Überlebenszeitanalysen von teleskopverankerten Teilprothesen unter besonderer Berücksichtigung der Folgekosten. *Med Diss Gießen*, 2006.
- Weber T. Kennedy-Klassen, 5. Aufl. Georg Thieme Verlag Stuttgart, 2010.
- Wegner PK, Freitag S, Kern M. Survival rate of endodontically treated teeth with posts after prosthetic restoration. *J Endodont*, 2006, 32. 928-931.
- Wenz H, Kern M. Langzeitbewährung von Doppelkronen. *Quintessenz Zahntech*, 2007, 33. 1482-1494.
- Wenz HJ, Hertrampf K, Lehmann KM. Clinical longevity of removable partial dentures retained by telescopic crowns: outcome of the double crown with clearance fit. *Int J Prosthodont*, 2001, 14. 207-213.
- Wenz HJ, Lehmann KM. A telescopic crown concept for the restoration of the partially edentulous arch: the Marburg double crown system. *Int J Prosthodont*, 1998, 11. 541-550.
- Widbom T, Lofquist L, Widbom C, Soderfeldt B, Kronstrom M. Tooth-supported telescopic crown-retained dentures: an up to 9-year retrospective clinical follow-up study. *Int J Prosthodont*, 2004, 17. 29-34.
- Witter DJ, de Haan AF, Kayser AF, van Rossum GM. A 6-year follow-up study of oral function in shortened dental arches. Part I: Occlusal stability. *J Oral Rehabil*, 1994, 21. 113-125.
- Wolf HF, Rateitschak EM, Rateitschak KH. *Parodontologie*. Georg Thieme Verlag Stuttgart, 2004.
- Wöstmann B, Balkenhol M, Weber A, Ferger P, Rehmann P. Long-term analysis of telescopic crown retained removable partial dentures: survival and need for maintenance. *J Dent*, 2007, 35. 939-945.
- Yoshino K, Ito K, Kuroda M, Sugihara N. Survival rate of removable partial dentures with complete arch reconstruction using double crowns: a retrospective study. *Clin Oral Investig*, 2020, 34. 1543-1549.

Ziegler A, Lange S, Bender R. Survival analysis: Cox regression. Dtsch Med Wochenschr, 2007, 132 Suppl 1. 42-44.

Ziegler A, Lange S, Bender R. Survival analysis: log rank test. Dtsch Med Wochenschr, 2007, 132 Suppl 1. 39-41.

Ziegler A, Lange S, Bender R. Survival analysis: properties and Kaplan-Meier method. Dtsch Med Wochenschr, 2007, 132 Suppl 1. 36-38.

8 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung	31
Tabelle 2: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Kiefer	32
Tabelle 3: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Pfeilerart.....	32
Tabelle 4: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Pfeilerart (2)	33
Tabelle 5: Kontingenz zwischen Pfeilerart und Einhaltung der Recall-Intervalle	34
Tabelle 6: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Verbindungselement/ Geschiebe	34
Tabelle 7: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Werkstoffe (Reibungspaare)	35
Tabelle 8: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Prothesenbasis	36
Tabelle 9: Kontingenz zwischen Art der Prothesenbasis und Pfeileranzahl (Kategorien)	37
Tabelle 10: Deskriptive Statistiken für die Pfeileranzahl bei verschiedenen Ausführungen der Prothesenbasis	38
Tabelle 11: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Sattelkonstruktion .	38
Tabelle 12: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Abstützung	39
Tabelle 13: Kontingenz zwischen Vitalitätsverlust bei Pfeilerzähnen und Verlust der prothetischen Versorgung	40
Tabelle 14: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor und Schadensereignis Pfeilverlust.....	40
Tabelle 15: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor und Schadensereignis Verblendungsdefekt.....	41
Tabelle 16: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Erweiterung	41

Tabelle 17: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Unterfütterung	42
Tabelle 18: Kontingenz zwischen parafunktionaler Aktivität und Verlust der prothetischen Versorgung	42
Tabelle 19: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Einhaltung Recall ..	43
Tabelle 20: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Mundhygiene	43
Tabelle 21: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Parodontitisbehandlung	44
Tabelle 22: Kontingenz zwischen Parodontitisbehandlung und Einhaltung der Recall-Intervalle	45
Tabelle 23: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Geschlecht.....	45
Tabelle 24: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Pfeilerposition	46
Tabelle 25: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Pfeileranzahl	47
Tabelle 26: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Behandler.....	47
Tabelle 27: Log-Rank-Test: Test auf Unterschied der Überlebensverteilungen zwischen den Kategorien oder Klassen der einzelnen Einflussfaktoren/Schadensereignisse in den Kaplan-Meier-Analysen für den Versorgungsverlust	48
Tabelle 28: Schrittweise Cox-Regression mit jenen Kovariablen, die sich in den Log-Rank-Tests nach der Kaplan-Meier-Analyse für den Versorgungsverlust als signifikant erwiesen haben.....	49
Tabelle 29: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der Versorgung sowie für den Versorgungsverlust unter dem Einflussfaktor Altersklasse.....	50
Tabelle 30: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Pfeilerposition in Bezug auf Versorgungsdaten	51
Tabelle 31: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Pfeilerart in Bezug auf Versorgungsdaten.....	52
Tabelle 32: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Prothesenbasis in Bezug auf Versorgungsdaten.....	53

Tabelle 33: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Verblendungsdefekt in Bezug auf Versorgungsdaten	54
Tabelle 34: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Erweiterung in Bezug auf Versorgungsdaten.....	54
Tabelle 35: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Vitalitätsverlust in Bezug auf Versorgungsdaten	55
Tabelle 36: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Teleskopmodifikation in Bezug auf Versorgungsdaten.....	55
Tabelle 37: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Parafunktionelle Aktivität in Bezug auf Versorgungsdaten	56
Tabelle 38: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Einhaltung Recall in Bezug auf Versorgungsdaten	56
Tabelle 39: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Behandler in Bezug auf Versorgungsdaten.....	57
Tabelle 40: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler	57
Tabelle 41: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilverlust unter dem Einflussfaktor Kiefer.....	58
Tabelle 42: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilverlust unter dem Einflussfaktor Pfeilerart.....	58
Tabelle 43: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilverlust unter dem Einflussfaktor Pfeilerzustand	59
Tabelle 44: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilverlust unter dem Einflussfaktor Verbindungselement/ Geschiebe	59
Tabelle 45: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilverlust unter dem Einflussfaktor Prothesenbasis	60
Tabelle 46: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilverlust unter dem Einflussfaktor Sattelkonstruktion .	60
Tabelle 47: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilverlust unter dem Einflussfaktor Abstützung	61

Tabelle 48: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilverlust unter dem Einflussfaktor und Schadensereignis Verblendungsdefekt Pfeilerzahl	62
Tabelle 49: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilverlust unter dem Einflussfaktor und Schadensereignis Vitalitätsverlust Pfeilerzahl.....	62
Tabelle 50: Kontingenz zwischen Vitalitätsverlust und Verlust von Pfeilerzähnen	63
Tabelle 51: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilverlust unter dem Einflussfaktor Eckzahn mit Wurzelbehandlung	63
Tabelle 52: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilverlust unter dem Einflussfaktor und Schadensereignis Veränderung Primärteleskop	64
Tabelle 53: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilverlust unter dem Einflussfaktor Parafunktionelle Aktivität	64
Tabelle 54: Kontingenz zwischen parafunktioneller Aktivität und Verblendungsdefekt	65
Tabelle 55: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilverlust unter dem Einflussfaktor Einhaltung Recall ..	65
Tabelle 56: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilverlust unter dem Einflussfaktor Mundhygiene	66
Tabelle 57: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilverlust unter dem Einflussfaktor Parodontitisbehandlung	66
Tabelle 58: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilverlust unter dem Einflussfaktor Geschlecht.....	67
Tabelle 59: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilverlust unter dem Einflussfaktor Pfeilerposition.....	67
Tabelle 60: Kontingenz zwischen Pfeilerposition und Pfeileranzahl.....	68
Tabelle 61: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilverlust unter dem Einflussfaktor Pfeileranzahl	68
Tabelle 62: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilverlust unter dem Einflussfaktor Behandler.....	69
Tabelle 63: Log-Rank-Test: Test auf Unterschied der Überlebensverteilungen zwischen den Kategorien oder Klassen der einzelnen Einflussfaktoren/ Schadensereignisse in den Kaplan-Meier-Analysen für den Pfeilverlust	70

Tabelle 64: Schrittweise Cox-Regression mit jenen Kovariablen, die sich in den Log-Rank-Tests nach der Kaplan-Meier-Analyse für den Pfeilverlust als signifikant erwiesen haben.....	71
Tabelle 65: Kaplan-Meier-Analyse: Fallzahlen und Überlebenswahrscheinlichkeiten für den Verlust der einzelnen Pfeiler sowie für den Pfeilverlust unter dem Einflussfaktor Altersklasse.....	73
Tabelle 66: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Pfeileranzahl in Bezug auf Pfeilerdaten	73
Tabelle 67: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Pfeilerposition in Bezug auf Pfeilerdaten	74
Tabelle 68: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Pfeilerart in Bezug auf Pfeilerdaten.....	75
Tabelle 69: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Prothesenbasis in Bezug auf Pfeilerdaten.....	75
Tabelle 70: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Verblindungsdefekt in Bezug auf Pfeilerdaten.....	76
Tabelle 71: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Erweiterung in Bezug auf Pfeilerdaten.....	77
Tabelle 72: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Vitalitätsverlust in Bezug auf Pfeilerdaten	77
Tabelle 73: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Teleskopmodifikation in Bezug auf Pfeilerdaten.....	78
Tabelle 74: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Parafunktionelle Aktivität in Bezug auf Pfeilerdaten	79
Tabelle 75: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Einhaltung Recall in Bezug auf Pfeilerdaten	79
Tabelle 76: Chi-Quadrat-Test/ Kreuztabellenanalyse: Zusammenhang zwischen den Altersklassen der Probanden „Senioren“ (> 65 Jahre) vs. „Jüngere“ (≤ 65 Jahre) und dem Untersuchungsmerkmal Behandler in Bezug auf Pfeilerdaten.....	80

9 Danksagung

Diese Arbeit ist meinem Vater Andreas und meiner Mutter Anke gewidmet, die mich unermüdlich mein gesamtes Leben gefördert und unterstützt haben, um mir das zu ermöglichen, was ich erreichen wollte.

Darüber hinaus danke ich meiner Freundin Aleksandra, die mir im Laufe der Promotion viel Kraft geschenkt hat, um das Ziel nicht aus den Augen zu verlieren.

Zudem möchte ich meiner Mentorin Frau Dr. Gabriele Diedrichs für die bedingungslose Unterstützung und Hilfsbereitschaft über den gesamten Zeitraum danken.

Abschließend möchte ich mich herzlich bei dem Verwaltungsteam der Westdeutschen Kieferklinik in Düsseldorf für die Unterstützung bei der Aktenakquise bedanken.